

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5538486号
(P5538486)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int.Cl. F I
HO 4W 52/24 (2009.01) HO 4W 52/24
HO 4W 16/16 (2009.01) HO 4W 16/16
HO 4W 16/32 (2009.01) HO 4W 16/32

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2012-158154 (P2012-158154)	(73) 特許権者	501440684
(22) 出願日	平成24年7月13日 (2012.7.13)		ソフトバンクモバイル株式会社
(65) 公開番号	特開2014-22853 (P2014-22853A)		東京都港区東新橋一丁目9番1号
(43) 公開日	平成26年2月3日 (2014.2.3)	(74) 代理人	100098626
審査請求日	平成24年11月22日 (2012.11.22)		弁理士 黒田 壽
		(74) 代理人	100128691
			弁理士 中村 弘通
		(72) 発明者	南里 将彦
			東京都港区東新橋一丁目9番1号 ソフト
			バンクモバイル株式会社内
		(72) 発明者	小宮山 陽夫
			東京都港区東新橋一丁目9番1号 ソフト
			バンクモバイル株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基地局装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動通信システムにおける移動局と無線通信を行う基地局に設けられる基地局装置であって、

自局の周辺に位置する周辺基地局に対して移動局から定期的に送信される信号に割り当てられた所定の周波数帯域における電力又は強度を測定する測定手段と、

前記電力又は強度について求めた確率密度関数又は度数分布に基づいて、前記周辺基地局と通信している近隣の移動局の有無を判定する判定手段と、

前記近隣の移動局が存在していると判定した場合、自局の送信電力を下げる送信電力変更手段と、を備え、

前記周辺基地局と通信している近隣の移動局の有無を判定する際に、移動局から自局に送信される上り信号を受信する時間帯を通常よりも多く含む設定、及び、自局から移動局へ送信される下り信号の時間帯が通常よりも短い設定の少なくとも一方を選択することを特徴とする基地局装置。

【請求項2】

移動通信システムにおける移動局と無線通信を行う基地局に設けられる基地局装置であって、

自局の周辺に位置する周辺基地局に対して移動局から定期的に送信される信号に割り当てられた所定の周波数帯域における電力又は強度を測定する測定手段と、

前記電力又は強度について求めた確率密度関数又は度数分布に基づいて、前記周辺基地

局と通信している近隣の移動局の有無を判定する判定手段と、

前記近隣の移動局が存在していると判定した場合、自局の送信電力を下げる送信電力変更手段と、

前記周辺基地局から送信された信号を前記移動局が受信したときの下り受信品質情報を該周辺基地局から通信回線を介して取得する受信品質情報取得手段と、を備え、

前記送信電力変更手段は、前記下り受信品質情報に基づいて自局の送信電力を決定することを特徴とする基地局装置。

【請求項 3】

移動通信システムにおける移動局と無線通信を行う基地局に設けられる基地局装置であって、

自局の周辺に位置する周辺基地局に対して移動局から定期的に送信される信号に割り当てられた所定の周波数帯域における電力又は強度を測定する測定手段と、

前記電力又は強度について求めた確率密度関数又は度数分布に基づいて、前記周辺基地局と通信している近隣の移動局の有無を判定する判定手段と、

前記近隣の移動局が存在していると判定した場合、自局の送信電力を下げる送信電力変更手段と、

前記周辺基地局との間で同期を行う同期手段と、を備え、

前記雑音電力の測定と前記近隣の移動局の有無の判定と前記近隣の移動局が存在していると判定した場合の送信電力を下げる変更とを、前記同期手段による周辺基地局との間の同期がとられていない場合のみ行うことを特徴とする基地局装置。

【請求項 4】

移動通信システムにおける移動局と無線通信を行う基地局に設けられる基地局装置であって、

自局の周辺に位置する周辺基地局に対して移動局から定期的に送信される信号に割り当てられた所定の周波数帯域における電力又は強度を測定する測定手段と、

前記電力又は強度について求めた確率密度関数又は度数分布に基づいて、前記周辺基地局と通信している近隣の移動局の有無を判定する判定手段と、

前記近隣の移動局が存在していると判定した場合、自局の送信電力を上げる送信電力変更手段と、を備えたことを特徴とする基地局装置。

【請求項 5】

請求項 4 の基地局装置において、

前記周辺基地局と通信している近隣の移動局の有無を判定する際に、移動局から自局に送信される上り信号を受信する時間帯を通常よりも多く含む設定、及び、自局から移動局へ送信される下り信号の時間帯が通常よりも短い設定の少なくとも一方を選択することを特徴とする基地局装置。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 の基地局装置において、

前記周辺基地局から送信された信号を前記移動局が受信したときの下り受信品質情報を該周辺基地局から通信回線を介して取得する受信品質情報取得手段を備え、

前記送信電力変更手段は、前記下り受信品質情報に基づいて自局の送信電力を決定することを特徴とする基地局装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかの基地局装置において、

前記移動局から定期的に送信される信号は、前記周辺基地局から送信された信号を該移動局が受信したときの下り受信品質情報を該周辺基地局に報告する受信品質報告信号、又は、該移動局からの上り受信品質を該周辺基地局が測定するために該移動局から送信される参照信号であることを特徴とする基地局装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかの基地局装置において、

移動局から自局に定期的に送信される信号用の周波数帯域を、移動局から周辺基地局に

10

20

30

40

50

定期的に送信される信号用に該周辺基地局が割り当てた周波数帯域に割り当てないことを特徴とする基地局装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかの基地局装置において、
前記周辺基地局はマクロ基地局であり、

自局は、前記マクロ基地局のセル内に位置する小型基地局であることを特徴とする基地局装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動通信システムにおける基地局装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

移動局と無線通信を行う移動通信システムにおける基地局装置では、その周辺に位置する基地局（以下「周辺基地局」という。）との干渉を抑えるため、周辺基地局と高精度に同期をとる必要がある。

例えば、LTE（Long Term Evolution）の仕様で用いられる移動通信方式は大別して周波数分割多重（FDD：Frequency Division Duplex）方式と時間分割複信（TDD：Time Division Duplex）方式の2方式に分けられる。このうち、LTEにおける時間分割複信方式（以下、「TD-LTE方式」という。）は、移動局から基地局に送信する上りの通信（以下「UL」という。）及び基地局から移動局に送信する下りの通信（以下「DL」という。）それぞれを同一周波数帯で時分割に実現するため、UL及びDLそれぞれのトラフィックに応じて柔軟なリソース割り当てが可能な特徴を有する。その反面、TD-LTE方式では、周辺基地局が送受信する無線信号による干渉を抑えるため、周辺基地局と高精度にフレーム同期をとる必要がある。

【0003】

図20は、基地局間で同期をとらない場合に発生する干渉を例示する説明図である。図20において、マクロ基地局900のセル900Aの内部に小型基地局910のセル910Aが位置している。マクロ基地局900と通信しているユーザ装置である移動局（以下「MUE」という。）950は、マクロ基地局900のセル900A内であって小型基地局910のセル910Aの外縁周辺部に在圏しているので、小型基地局910との間で相互干渉が発生するおそれがある。また、小型基地局910と通信しているユーザ装置である移動局（以下「HUE」という。）960は、MUE950が近くにいるため、そのMUE950との間で相互干渉が発生するおそれがある。図20における干渉の態様としては、例えば表1の(1)～(8)に示す8種類の態様に分類することができる。ここで、表1の干渉波を送信している「与干渉局」の欄における「DL」及び「UL」は干渉波の送信の向きを示し、干渉波の影響を受けている「被干渉局」の欄における「DL」及び「UL」は被干渉波（希望波）の受信の向きを示している。例えば「DL」は、干渉波又は被干渉波が基地局から移動局に向かう方向に送信されている下り回線（ダウンリンク）を示し、「UL」は、干渉波又は被干渉波が移動局から基地局に向かう方向に送信されている上り回線（アップリンク）を示している。

【0004】

10

20

30

40

【表 1】

干渉態様の 参照番号	与干渉局	被干渉局
(1)	マクロ基地局 (DL)	小型基地局 (UL)
(2)	マクロ基地局 (DL)	HUE (DL)
(3)	小型基地局 (DL)	マクロ基地局 (UL)
(4)	小型基地局 (DL)	MUE (DL)
(5)	MUE (UL)	小型基地局 (UL)
(6)	MUE (UL)	HUE (DL)
(7)	HUE (UL)	マクロ基地局 (UL)
(8)	HUE (UL)	MUE (DL)

10

【 0 0 0 5 】

表 1 に示す 8 種類の干渉の態様のうち、(4)、(5)、(6) 及び (8) の 4 つの態様では、特に被干渉局に与える干渉の影響が大きく、基地局間の同期の必要性が高い。

例えば、(4) の態様は、MUE 950 がマクロ基地局 900 から下り信号 (DL) を受信しているときに、MUE 950 の近くに位置する小型基地局 910 から HUE 960 に向けて下り信号 (DL) が送信されている場合である。この小型基地局 910 からの下り信号 (DL) が MUE 950 に到達し、マクロ基地局 900 からの下り信号 (DL) と干渉する。すなわち、この態様では、MUE 950 におけるマクロ基地局 900 からの下り信号と小型基地局 910 からの下り信号との間の干渉が問題となる。

20

【 0 0 0 6 】

また、(5) の態様は、HUE 960 が小型基地局 950 に上り信号 (UL) を送信しているときに、HUE 960 の近くに位置する MUE 950 からマクロ基地局 900 に上り信号 (UL) が送信されている場合である。この MUE 950 からの上り信号 (UL) が小型基地局 910 に到達し、HUE 960 からの上り信号 (UL) と干渉する。すなわち、この態様では、小型基地局 910 における HUE 960 からの上り信号 (UL) と MUE 950 からの上り信号 (UL) との間の干渉が問題となる。

【 0 0 0 7 】

また、(6) の態様は、HUE 960 が小型基地局 950 から下り信号 (DL) を受信しているときに、HUE 960 の近くに位置する MUE 950 からマクロ基地局 900 に上り信号 (UL) が送信されている場合である。この MUE 950 からの上り信号 (UL) が HUE 960 に到達し、小型基地局 950 からの下り信号 (DL) と干渉する。すなわち、この態様では、HUE 960 における小型基地局 950 からの下り信号 (DL) と MUE 950 からの上り信号 (UL) との間の干渉が問題となる。

30

【 0 0 0 8 】

また、(8) の態様は、MUE 950 がマクロ基地局 900 から下り信号 (DL) を受信しているときに、MUE 950 の近くに位置する HUE 960 から小型基地局 910 に上り信号 (UL) が送信されている場合である。この HUE 960 からの上り信号 (UL) が MUE 950 に到達し、マクロ基地局 900 からの下り信号 (DL) と干渉する。すなわち、この態様では、MUE 950 におけるマクロ基地局 900 から下り信号 (DL) と HUE 960 からの上り信号 (UL) との間の干渉が問題となる。

40

【 0 0 0 9 】

以上示した (4)、(5)、(6) 及び (8) の 4 つの干渉の態様において基地局間の同期が行われないと、前述のように移動局と基地局との間や移動局間で相互の干渉が発生し、基地局と移動局との間の通信に支障をきたす。

【 0 0 1 0 】

従来、LTE における基地局間で同期をとる方式としては、例えば、GPS (Global Positioning System) を用いる方式、エアリスニング方式、IEEE 1588 v2 の規格に基づく方式が知られている (例えば、特許文献 1 等参照)。

50

GPSを用いる方式は、基地局にGPSモジュールを実装し、GPS衛星からの信号を基準に同期をとる方式であり、安価かつ高精度に同期をとる手段として、屋外基地局に対して最も広く普及している。

また、エアリスニング方式は、周辺基地局から移動局への下りのDL信号を検出し、その検出信号を基準として同期をとる方式である。このエアリスニング方式は、GPS衛星からの信号は受信できないが周辺基地局からのDL信号を受信可能な場所であれば適用することができ、一般住宅内に設置された小型基地局に対して普及している。

また、イーサネット（登録商標）利用の時間同期プロトコルの標準規格であるIEEE 1588v2（IEEE 1588 - 2008）に準拠した方式は、バックボーンのネットワーク経由で、計測サーバとの間のパケット往復時間に基づき同期をとる方式である。このIEEE 1588v2に準拠した方式は、GPS衛星からの信号は受信できない場所や周辺基地局からのDL信号を受信できない場所でも同期をとることができるので、地下鉄やオフィスなどに設置された基地局に対して普及している。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、上記GPSを用いる方式は、GPS衛星からの信号を受信できない屋内に設置された基地局には適用することが難しく、屋内に設置された基地局に適用するには屋外のGPS受信装置からの引き込み工事が必要になるため、多大なコストがかかる。

また、上記エアリスニング方式では、周辺基地局が見えない場所（例えば地下）に設置された基地局に適用することが難しい。

また、上記IEEE 1588v2に準拠した方式では、バックボーンのネットワークが通常のインターネットだとパケット往復時間の変動が大きく、基地局間の同期に必要な所定の時間精度が得られない。そのため、基地局間の同期に用いる専用回線が必須となり、多大なコストがかかる。

このように従来の基地局間の同期の方式では、基地局の設置場所によっては基地局間の同期を行うことができなかつたり多大なコストがかかたりするという問題がある。

【0012】

本発明は以上の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、基地局の設置場所の制約やコストの点で問題がある干渉防止のための基地局間の同期を行うことなく、周辺基地局や移動局との間の干渉を低減し、高品質の通信を確保することができる基地局装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明に係る基地局装置は、移動通信システムにおける移動局と無線通信を行う基地局に設けられる基地局装置であって、自局の周辺に位置する周辺基地局に対して移動局から定期的送信される信号に割り当てられた所定の周波数帯域における電力又は強度を測定する測定手段と、前記電力又は強度について求めた確率密度関数又は度数分布に基づいて、前記周辺基地局と通信している近隣の移動局の有無を判定する判定手段と、前記近隣の移動局が存在していると判定した場合、自局の送信電力を変更する送信電力変更手段と、を備える。

この基地局装置では、周辺基地局と通信している近隣の移動局が存在していると、その近隣の移動局から周辺基地局に対して移動局から定期的信号が送信される点に着目し、その信号に割り当てられた所定の周波数帯域における電力又は強度を測定している。この所定の周波数帯域において測定される電力又は強度について求めた確率密度関数又は度数分布は、近隣の移動局が存在する場合（近隣の移動局からの信号が含まれる場合）と、近隣の移動局が存在していない場合（近隣の移動局からの信号が含まれない場合）とで異なる。従って、上記所定の周波数帯域の電力又は強度について求めた確率密度関数又は度数分布に基づいて、近隣の移動局の有無を判定することができる。そして、近隣の移動局が存在していると判定した場合に、自局から送信される信号が、周辺基地局と近隣の移動局

10

20

30

40

50

との間で送受信される信号に干渉しないように、自局の送信電力を変更することができる。よって、自局と周辺基地局との間で干渉防止のための同期を行うことなく、周辺基地局や移動局との間の干渉を低減することができる。

【 0 0 1 4 】

前記基地局装置において、前記移動局から定期的に送信される信号は、前記周辺基地局から送信された信号を該移動局が受信したときの下り受信品質情報を該周辺基地局に報告する受信品質報告信号、又は、該移動局からの上り受信品質を該周辺基地局が測定するために該移動局から送信される参照信号であってもよい。この基地局装置では、前記移動局から定期的に送受信される信号が、移動局から基地局に標準的に送信される受信品質報告信号又は参照信号であるので、その信号による雑音電力の測定結果の変化から、近隣の移動局の有無を確実に判定できる。

10

また、前記基地局装置において、移動局から自局に定期的に送信される信号用の周波数帯域を、移動局から周辺基地局に定期的に送信される信号用に該周辺基地局が割り当てた周波数帯域に割り当てないようにしてもよい。この基地局装置では、測定手段で測定される雑音電力に、移動局から自局に定期的に送信される信号が含まれないので、その自局への信号の影響を受けることなく、近隣の移動局から周辺基地局に定期的に送信される信号をより確実に検知できるようになる。従って、近隣の移動局の有無を精度よく判定できる。

また、前記基地局装置において、前記周辺基地局と通信している近隣の移動局の有無を判定する際に、移動局から自局に送信される上り信号を受信する時間帯を通常よりも多く含む設定、及び、自局から移動局へ送信される下り信号の時間帯が通常よりも短い設定の少なくとも一方を選択してもよい。この基地局装置では、移動局から自局に送信される上り信号を受信する時間帯を通常よりも多く含む設定、及び、自局から移動局へ送信される下り信号の時間帯が通常よりも短い設定の少なくとも一方を選択することにより、測定手段で測定される受信電力に含まれる、近隣の移動局から周辺基地局に定期的に送信される信号を、より確実に検知できるようになる。従って、近隣の移動局の有無を精度よく判定できる。

20

また、前記基地局装置において、前記周辺基地局と通信している近隣の移動局の有無を判定する際に、移動局から自局に送信される上り信号を受信するサブフレームを通常よりも多く含むアップリンク-ダウンリンクコンフィギュレーション、及び、自局から移動局へ送信される下り信号に設定されるDwPTS (Downlink Pilot Time Slot) が通常のサブフレームよりも短い特殊サブフレームコンフィギュレーションの少なくとも一方を選択してもよい。この基地局装置では、前記アップリンク-ダウンリンクコンフィギュレーション及び特殊サブフレームコンフィギュレーションの少なくとも一方を選択することにより、測定手段で測定される受信電力に含まれる、近隣の移動局から周辺基地局に定期的に送信される信号を、より確実に検知できるようになる。従って、近隣の移動局の有無を精度よく判定できる。

30

また、前記基地局装置において、前記周辺基地局から送信された信号を前記移動局が受信したときの下り受信品質情報を該周辺基地局から通信回線を介して取得する受信品質情報取得手段を備え、前記送信電力変更手段は、前記下り受信品質情報に基づいて自局の送信電力を決定してもよい。この基地局装置では、前記変更後の送信電力として、前記下り受信品質情報に応じた最適な送信電力を決定することができる。

40

また、前記基地局装置において、前記周辺基地局との間で同期を行う同期手段を備え、前記雑音電力の測定と前記近隣の移動局の有無の判定と前記近隣の移動局が存在していると判定した場合の送信電力の変更とを、前記同期手段による周辺基地局との間の同期がとられていない場合のみ行ってもよい。この基地局装置では、同期手段による周辺基地局との間の同期がとられていない場合のみ送信電力の変更を行うので、不必要に送信電力の変更が行われることがなくなる。従って、不必要に送信電力を下げることによる周波数の利用効率の低下を防止したり、不必要に送信電力を上げることによる消費電力の増加や不要なハンドオーバー処理を防止したりすることができる。

50

また、前記基地局装置において、前記送信電力変更手段は、前記近隣の移動局が存在していると判定した場合に送信電力を下げるように変更してもよい。この基地局装置では、周辺基地局と通信している近隣の移動局が存在している場合に送信電力を下げることにより、周辺基地局から近隣の移動局への下り信号や近隣の移動局から周辺基地局への上り信号に対する干渉を低減し、近隣の移動局におけるより高い通信品質を確保することができる。

また、前記基地局装置において、前記送信電力変更手段は、前記近隣の移動局が存在していると判定した場合に送信電力を上げるように変更してもよい。この基地局装置では、周辺基地局と通信している近隣の移動局が存在している場合に送信電力を上げることにより、その近隣の移動局を自局のセルに積極的にハンドオーバーさせることができる。従って、近隣の移動局が周辺基地局のセルの外縁部に位置した状態でハンドオーバーせずに周辺基地局との通信をそのまま継続する場合に比して、近隣の移動局におけるより高い通信品質を確保することができる。

10

また、前記基地局装置において、前記周辺基地局はマクロ基地局であり、自局は、前記マクロ基地局のセル内に位置する小型基地局であってよい。この基地局装置では、周辺のマクロ基地局との間の同期を行うことなく、周辺のマクロ基地局やそのマクロ基地局と通信している移動局からの干渉の影響を低減することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、自局から送信される信号が周辺基地局と近隣の移動局との間で送受信される信号に干渉しないように自局の送信電力を変更することにより、自局と周辺基地局との間で干渉防止のための同期を行うことなく、周辺基地局や移動局との間の干渉を低減することができる。よって、基地局の設置場所の制約やコストの点で問題がある干渉防止のための基地局間の同期を行うことなく、周辺基地局や移動局との間の干渉を低減し、高品質の通信を確保することができるという効果を奏する。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態に係る基地局装置を有する基地局が配置された移動通信システムの概略構成を示す説明図。

【図2】(a)は移動機の要部の概略構成例を示す機能ブロック図。(b)は本実施形態の小型基地局を構成する基地局装置の要部の概略構成例を示す機能ブロック図。

30

【図3】移動機から送信される送信信号のフレームフォーマットの一例を示す説明図。

【図4】MUE(移動機)が存在しない場合に小型基地局で受信される受信信号の電力の確率密度関数の一例を示すグラフ。

【図5】MUEが小型基地局から遠く離れた位置に存在している場合に小型基地局で受信される受信信号の電力の確率密度関数の一例を示すグラフ。

【図6】MUE30が小型基地局の近くに存在している場合に小型基地局で受信される受信信号の電力の確率密度関数の一例を示すグラフ。

【図7】(a)及び(b)はそれぞれ、MUEからの送信信号を含まない場合の雑音電力の標準偏差(正規化雑音強度)の確率密度関数pdf(P_n, k)及び相補累積分布関数CCDF(P_n, k)を示すグラフ。

40

【図8】(a)はMUEから送信される送信信号の確率密度関数を示すグラフ。(b)はMUEからの送信信号を含む正規化雑音強度の確率密度関数を示すグラフ。

【図9】本実施形態に係る小型基地局の基地局装置における干渉抑制のための送信電力の変更を行う制御の一例を示すフローチャート。

【図10】(a)は、MUEが近くにいるときに小型基地局で測定される受信信号の電力の度数分布における閾値 T_{th1} と度数のカウント領域との関係を示すグラフ。(b)は、(a)の受信信号の電力が測定されるときにマクロ基地局と小型基地局とMUEとの位置関係を示す説明図。

【図11】(a)は、MUEが遠くにいるときに小型基地局で測定される受信信号の電力

50

の度数分布における閾値 T_{th1} と度数のカウント領域との関係を示すグラフ。(b)は、(a)の受信信号の電力が測定されるときのマクロ基地局と小型基地局とMUEとの位置関係を示す説明図。

【図12】(a)及び(b)はそれぞれ受信信号の電力の度数分布において近隣のMUEの検出する他の方法を示す説明図。

【図13】本実施形態に係る小型基地局の基地局装置における干渉抑制のための送信電力の変更を行う制御の他の例を示すフローチャート。

【図14】(a)及び(b)は、小型基地局の送信電力を下げたときのセルの変化を示す説明図。

【図15】周辺基地局(マクロ基地局)及び小型基地局それぞれにおいてP-CQI用に確保される無線リソースを含むフレームフォーマットの一例を示す説明図。

【図16】TDD用フレーム構造タイプ2(スイッチ・ポイント周期性:5[msec])の一例を示す説明図。

【図17】他の実施形態に係る小型基地局を含む移動通信システムにおける下り受信品質情報(CQI)の流れを示す説明図。

【図18】更に他の実施形態に係る干渉抑制制御を示すフローチャート。

【図19】(a)は小型基地局とマクロ基地局との間でエアリスニング方式の同期がとられているときの様子を示す説明図。(b)は小型基地局とマクロ基地局との間で同期がとられていないときの様子を示す説明図。

【図20】従来の移動通信システムにおける干渉の態様を説明する説明図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る基地局装置を有する基地局が配置された移動通信システムの概略構成を示す説明図である。図1において、本実施形態の移動通信システムは、LTEの仕様に準拠した通信システムであり、マクロ基地局10と、そのマクロ基地局10の無線通信エリアであるセル10A内に位置する小型基地局20とを備える。小型基地局20の無線通信エリアであるセル20Aは、マクロ基地局10のセル10Aの内側に含まれている。ユーザ装置としての移動局である移動機30は、マクロ基地局10のセル10Aに在圏し、マクロ基地局10と間で電話やデータ通信などのための無線通信が可能な状態にある。また、移動機30は、小型基地局20のセル20Aの外縁部(マクロ基地局10のセル10Aとの境界部)に位置しているため、移動機30から発した無線信号が小型基地局20に到達したり小型基地局20から発した無線信号が移動機30に到達したりする状況にある。

【0018】

なお、図1では、マクロ基地局10、小型基地局20及び移動機30を一つずつ図示しているが、マクロ基地局10、小型基地局20及び移動機30はそれぞれ複数であってもよい。また、以下の実施形態では、干渉を抑制するための送信電力を変更する制御を小型基地局20が行う場合について説明するが、同様な制御はマクロ基地局10などの他の基地局が行ってもよい。

【0019】

マクロ基地局10は、移動体通信網において屋外に設置されている通常の半径数百m乃至数km程度の広域エリアであるマクロセルをカバーする広域の基地局であり、「マクロセル基地局」、「Macro e-Node B」、「MeNB」等と呼ばれる場合もある。マクロ基地局10は、他の基地局と例えば有線の通信回線で接続され、所定の通信インターフェースで通信可能になっている。また、基地局10は、回線終端装置及び専用回線を介して移動体通信網のコアネットワークに接続され、移動体通信網内の各種ノードとの間で所定の通信インターフェースにより通信可能になっている。

【0020】

小型基地局20は、広域のマクロ基地局とは異なり、無線通信可能距離が数m乃至数百

10

20

30

40

50

m程度であり、一般家庭、店舗、オフィス等の屋内にも設置することができる移動設置可能な基地局である。小型基地局20は、移動体通信網における広域のマクロ基地局がカバーするエリアよりも小さなエリアをカバーするように設けられるため「フェムト基地局」と呼ばれたり、「Home e-Node B」や「Home eNB」と呼ばれたりする場合もある。小型基地局20についても、回線終端装置及びADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)回線や光回線等のブロードバンド公衆通信回線を介して移動体通信網のコアネットワークに接続され、コアネットワーク上の各種ノードとの間で所定の通信インターフェースにより通信可能になっている。

【0021】

ユーザが使用するユーザ装置(UE)としての移動機(移動局)は、マクロ基地局10のセル10Aや小型基地局20のセル20Aに在圏するとき、その在圏するセルに対応するマクロ基地局や小型基地局と間で所定の通信方式及びリソースを用いて無線通信することができる。

10

【0022】

図2(a)は移動機30の要部の概略構成例を示す機能ブロック図である。また、図2(b)は本実施形態の小型基地局20を構成する基地局装置200の要部の概略構成例を示す機能ブロック図である。なお、マクロ基地局10の基地局装置は従来と同様に構成することができるため、説明を省略する。

【0023】

移動機30は、例えばCPUやメモリ等を有するコンピュータ装置、コアネットワークに対する外部通信インターフェース部、無線通信部などのハードウェアを用いて構成され、所定のプログラムが実行されることにより基地局10、20等との間の無線通信等を行うことができる。また、基地局装置200は、例えばCPUやメモリ等を有するコンピュータ装置、コアネットワークに対する外部通信インターフェース部、無線通信部などのハードウェアを用いて構成され、所定のプログラムが実行されることにより後述の干渉を抑制するための各種処理を実行したり、移動機との間の無線通信を行ったりすることができる。

20

【0024】

図2(a)において、移動機30は、制御部301と送受共用器(DUP: Duplexer)302と無線受信部303とOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)復調部304と受信品質測定部305と報知情報抽出部306とを備える。更に、移動機30は、P-CQI(Periodic-Channel Quality Indicator)生成部307とSC-FDMA(Single-Carrier Frequency-Division Multiple Access)変調部308と無線送信部309とを備える。

30

【0025】

制御部301は、例えばコンピュータ装置で構成され、報知情報抽出部306で抽出された報知情報に基づいて各部を制御するとともに、受信品質測定部305で測定された下り信号受信品質の情報をP-CQI生成部307に渡す手段として機能する。

【0026】

無線受信部303は、LTEに規定されているダウンリンク用のOFDM方式で変調された無線信号を、アンテナ及び送受共用器302を介して、マクロ基地局10から受信する。

40

OFDM復調部304は、OFDM方式で変調されている無線信号を復調して受信信号を得る。

受信品質測定部305は、OFDM復調部304で復調された受信信号から、下りの無線信号を受信するときの下り受信品質(例えば、電界強度、受信レベルなど)を測定し、測定した下り受信品質の情報を制御部301に渡す。

報知情報抽出部306は、OFDM復調部304で復調された受信信号から、マクロ基地局10が送信した報知情報(例えば、位置登録エリア情報、制御チャネル情報、ネットワークバージョン情報など)を抽出し、抽出した報知情報を制御部301に渡す。

50

P - C Q I 生成部 3 0 7 は、制御部 3 0 1 から受け取った下り受信品質の情報及び報知情報に基づいて、移動機 3 0 から周期的に送信する P - C Q I の送信信号を生成する。

S C - F D M A 変調部 3 0 8 は、L T E に規定されているアップリンク用の S C - F D M A (単一キャリア周波数分割多重アクセス) 方式を用いて、ベースバンドの各種送信信号を変調する。特に、本例では、S C - F D M A 変調部 3 0 8 により、P - C Q I 生成部 3 0 7 で生成された P - C Q I の送信信号が S C - F D M A 方式で変調される。

無線送信部 3 0 9 は、S C - F D M A 変調部 3 0 8 で変調された P - C Q I などの送信信号を、送受共用器 3 0 2 及びアンテナを介して、マクロ基地局 1 0 に送信する。

【 0 0 2 7 】

ここで、上記 P - C Q I は、移動機 3 0 がマクロ基地局 1 0 に対して周期的に報告する下り受信品質情報を含む送信信号である。また、図 2 (a) では図示を省略しているが、移動機 3 0 は、P - C Q I のほか、マクロ基地局 1 0 での上り受信品質の測定に用いられる参照信号 (S R S :) も周期的に送信する。P - C Q I の送信用の物理チャネルとしては、例えば、L T E で規定されているアップリンク用制御チャネルである P U C C H (U p l i n k C o n t r o l C h a n n e l) f o r m a t 2 が用いられる。また、P - C Q I 及び S R S の送信に使用される無線リソース (時間、周波数) はマクロ基地局 1 0 から指定される。例えば、P - C Q I 及び S R S の無線リソースは、マクロ基地局 1 0 から指定された表 2 のパラメータに基づいて、図 3 に示すように送信信号のサブフレーム中に設定される。図 3 の例では、送信信号の 1 単位である 1 サブフレームの最上位及び最下位の周波数領域それぞれに、P - C Q I 用の無線リソースとして、3 P R B (P h y s i c a l R e s o u r c e B l o c k) × 2 スロット分が確保されている。また、1 サブフレームの最後尾に、S R S 用の無線リソースとして、1 6 P R B × 1 シンボル分が確保されている。このように確保された無線リソースにおいて、P - C Q I 及び S R S それぞれの送信信号が周波数ホッピングされて送信される。

【 0 0 2 8 】

【 表 2 】

パラメータ	記号	値
上りシステム帯域幅	N_{RB}^{UL}	25
SRS bandwidth Configuration	C_{SRS}	4
PUCCH format 2用 PRB数	$N_{RB}^{(2)}$	3

【 0 0 2 9 】

また、図 2 (b) において、基地局装置 2 0 0 は、無線信号経路切り換え部 2 0 1 と送受共用器 (D U P) 2 0 2 と下り無線受信部 2 0 3 と O F D M 復調部 2 0 4 と報知情報抽出部 2 0 5 と上り無線受信部 2 0 6 と S C - F D M A 復調部 2 0 7 と受信電力測定部 2 0 8 とを備える。更に、基地局装置 2 0 0 は、送信電力決定部 2 0 9 と下り信号生成部 2 1 0 と O F D M 変調部 2 1 1 と下り無線送信部 2 1 2 とを備える。なお、基地局装置 2 0 0 にはアンテナを含めてもよい。

【 0 0 3 0 】

下り無線受信部 2 0 3 は、L T E に規定されているダウンリンク用の O F D M 方式で変調された報知情報を含む無線信号を、アンテナ、無線信号経路切り換え部 2 0 1 及び送受共用器 2 0 2 を介して、マクロ基地局 1 0 から受信する。

O F D M 復調部 2 0 4 は、O F D M 方式で変調されている無線信号を復調して受信信号を得る。

報知情報抽出部 2 0 5 は、O F D M 復調部 2 0 4 で復調された受信信号から、マクロ基地局 1 0 が送信した報知情報 (例えば、S I B 2 : S y s t e m I n f o r m a t i o n B l o c k t y p e 2 の

情報)を抽出し、抽出した報知情報を送信電力決定部209に渡す。

上り無線受信部206は、本来は基地局200と通信している移動機(以下、「HUE」という。)が送信する上り無線信号を、無線信号経路切り換え部201及び送受共用器202を介して受信する。この無線信号は、上り無線受信部206等で発生した白色雑音などの雑音信号や、前述のP-CQI及びSRSSの送信用に設定されている所定の無線リソース及び物理チャネルにおける無線信号を含む。しかしながら図1に示す実施例においては、HUEが存在しないことから、前述の無線信号は雑音信号、P-CQI及びSRSSを主に含み、さらには小型基地局20の近隣にマクロ基地局10と通信している移動機(以下「MUE」という。)30が通信を行っている場合は、そのMUE30から送信された上り信号を含む。

10

SC-FDMA復調部207は、上り無線受信部206で受信した受信信号に対してSC-FDMA方式の復調処理を実行する。

【0031】

受信電力測定部208は、報知情報抽出部205で抽出したマクロ基地局10からの報知情報に基づいて、SC-FDMA復調部207での復調処理で得られた上記所定の無線リソース及び物理チャネルにおける受信信号の電力を、単一又は複数のサブフレーム毎に測定する。この受信電力測定部208は、自局の周辺に位置する周辺基地局(マクロ基地局10)に対してMUE30から定期的に送信される信号(P-CQI又はSRSS)に割り当てられた所定の周波数帯域における電力を測定する測定手段として機能する。

20

【0032】

また、送信電力決定部209は、受信電力測定部208で測定した受信信号の電力の確率密度関数又は度数分布を算出し、その電力の確率密度関数又は度数分布に基づいて、マクロ基地局10と通信している近隣のMUE30の有無を判定し、そのMUE30の有無に基づいて自局の送信電力を決定する。例えば、近隣のMUE30が存在していると判定した場合は、自局の送信電力を定格の送信電力よりも下げないように変更したり、定格の送信電力よりも上げるように変更したりする。一方、近隣のMUE30が存在していないと判定した場合は、自局の送信電力を定格の送信電力に維持するように決定する。この送信電力決定部209は、電力の確率密度関数又は度数分布に基づいて、マクロ基地局10と通信している近隣のMUE30の有無を判定する判定手段、及び、近隣のMUE30が存在していると判定した場合に自局の送信電力を変更する送信電力変更手段として機能する。

30

【0033】

下り信号生成部210は、自局のセル20Aに在圏している移動局に向けて送信する下り信号を生成する。

OFDM変調部211は、下り信号生成部210で生成した下り信号を、送信電力決定部209で決定した送信電力で送信されるように、OFDM方式で変調する。

下り無線送信部212は、OFDM変調部211で変調した送信信号を、送受共用器202、無線信号経路切り換え部201及びアンテナを介して送信する。

【0034】

図4～図6は、上記送信電力決定部209における近隣のMUE30の有無の判定処理の原理について説明する説明図である。

40

図4は、マクロ基地局10のセル10A及び与干渉局である小型基地局20のセル20Aのいずれにも被干渉局であるMUE30が存在しない場合に、小型基地局20の基地局装置200で受信される受信信号の電力の確率密度関数(PDF:Probability Density Function)の一例を示すグラフである。図中の横軸は受信電力の電力の大きさであり、縦軸は各電力が測定される確率(各電力が測定される度数/全電力の度数の合計)である。図4に示すように、被干渉局であるMUE30が存在しない場合の確率密度関数PDF(1)は、基地局装置200の雑音(例えば白色ガウス雑音)に主に起因したものになり、比較的小さな電力の位置に最頻度が発生したレイリー分布になる。尚、 σ^2 は白色ガウス雑音の平均電力を σ^2 とした場合の標準偏差である。

50

【 0 0 3 5 】

図5は、マクロ基地局10のセル10Aに在圏する被干渉局であるMUE30が与干渉局である小型基地局20から遠く離れた位置に存在している場合に、基地局装置200で受信される受信信号の電力の確率密度関数の一例を示すグラフである。この場合に観測される電力の確率密度関数PDF(2)は、前述の雑音に起因したレイリー分布からなる確率密度関数PDF(1)に、MUE30から送信された無線信号に起因したライス分布からなる確率密度関数PDF(3)が加わったものになる。この確率密度関数PDF(2)には、図5に示すように2つのピークが現れる。

【 0 0 3 6 】

図6は、マクロ基地局10のセル10Aに在圏する被干渉局であるMUE30が与干渉局である小型基地局20の近くに存在している場合に、基地局装置200で受信される受信信号の電力の確率密度関数の一例を示すグラフである。この場合、MUE30から送信された無線信号に起因したライス分布からなる確率密度関数PDF(3')が高電力側に寄るため、観測される電力の確率密度関数PDF(4)には、図6に示すように2つ目のピークPがはっきりと現れる。このピークPを検知することにより、被干渉局であるMUE30の有無を判定することができる。

【 0 0 3 7 】

次に、被干渉局であるMUE30の有無を判定するMUE有無判定方法の原理について更に詳しく説明する。

まず、MUE30からの送信信号を含まない雑音電力について考える。与干渉局である小型基地局20の基地局装置200で、上記所定の無線リソース及び物理チャネルからなるi番目のサブフレームiにおいて測定した雑音電力をPiとする。この雑音電力PiをN個のサブフレーム分測定し、次式(1)により平均雑音電力Paveを求める。

【数1】

$$P_{ave} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} P_i \quad \dots (1)$$

【 0 0 3 8 】

この平均雑音電力Paveを用いて、k番目のサブフレームにおける正規化雑音電力Pn,kおよびその標準偏差sqrt(Pn,k)求めると、それぞれ次式(2)及び(3)のようになる。

【数2】

$$P_{n,k} = \frac{P_k}{P_{ave}} \quad \dots (2)$$

【数3】

$$\text{sqrt}(P_{n,k}) = \sqrt{P_{n,k}} \quad \dots (3)$$

【 0 0 3 9 】

図7(a)及び(b)はそれぞれ、MUE30からの送信信号を含まない場合の雑音電力の標準偏差(正規化雑音強度)の確率密度関数pdf(Pn,k)及び相補累積分布関数CCDF(Pn,k)である。各図の横軸は、上記(3)式で求めた正規化雑音強度sqrt(Pn,k)である。MUE30からの送信信号がない場合、図7(a)に示すように正規化雑音強度の確率密度関数pdf(Pn,k)はレイリー分布になり、その最頻値は1になる。この最頻値からある程度離れると、確率は極端に下がる。例えば、正規化

10

20

30

40

50

雑音強度 $\sqrt{P_n, k}$ が 3 を超える確率は、図 7 (b) の相補累積分布関数により 1 % 程度であることがわかる。

【 0 0 4 0 】

次に、MUE 30 からの送信信号の影響について考える。MUE 30 からの送信信号の信号対雑音電力比 (SNR : Signal to Noise Ratio) を SN [dB] とすると、その送信信号の受信強度分布 (ライス分布) の最頻値 は次式で求められる。

【 数 4 】

$$\alpha = \sqrt{2} \cdot 10^{\frac{SN}{20}}$$

10

・・・(4)

【 0 0 4 1 】

図 8 (a) は、MUE 30 から送信される送信信号の確率密度関数を示すグラフであり、図 8 (b) は、MUE 30 からの送信信号を含む正規化雑音強度の確率密度関数を示すグラフである。例えば、SN = 9 [dB] の場合、図 8 (a) に示すように、MUE 30 から送信される送信信号の確率密度関数 PDF (5) の最頻値 は $\alpha = 4$ となる。SNR は MUE 30 の送信信号電力や、MUE 30 と小型基地局 20 との間の距離・フェージング等により決まる。しかしながら、小型基地局 20 から干渉を受けている MUE 30 は、パワーコントロールにより高い送信信号電力が設定される上、小型基地局 20 までの距離も短く、準静的環境にあることから、SNR は比較的高い値となる。結果的に、小型基地局 20 の近隣に MUE 30 が存在した場合の正規化雑音強度の確率密度関数 PDF (6) は、図 8 (b) のようになる。ここで、雑音は全サブフレームにわたって検出されるのに対し、MUE 30 からの送信信号は間欠的に受信されるため、図 8 (b) 中の確率密度関数 PDF (6) は単純に雑音電力の確率密度関数 PDF (7) および MUE 30 からの送信信号の確率密度関数 PDF (5) の平均とならない。しかしながら、図 7 (a) の確率密度関数と比較して、正規化雑音強度 $\sqrt{P_n, k}$ が 3 よりも大きい高 P_n, k 側で出現確率が上がっていることがわかる。この高 P_n, k 側での出現確率の上昇を小型基地局 20 側で測定することにより、近隣に MUE 30 が存在するか否かを判定することができる。

20

30

【 0 0 4 2 】

なお、図 4 ~ 図 8 では、小型基地局 20 で受信される受信電力又は受信強度の確率密度関数を示すグラフで説明したが、受信電力又は受信強度の度数分布のグラフでも同様なピークが現れるので、受信強度の度数分布に基づいて被干渉局である MUE 30 の有無を判定してもよい。

【 0 0 4 3 】

図 9 は、本実施形態に係る小型基地局 20 の基地局装置 200 における干渉抑制のための送信電力の変更を行う制御の一例を示すフローチャートである。

図 9 において、まず、基地局装置 200 は、MUE 30 が定期的に送信する上り信号に割り当てられた所定の周波数帯域の情報として、周辺基地局としてのマクロ基地局 10 が MUE 30 からの P - C Q I の受信に使用する上りの制御チャネル (P U C C H f o r m a t 2) の周波数帯域の情報を取得する (ステップ 101)。この周波数帯域の情報は、例えば、前述の表 2 に示した P U C C H f o r m a t 2 用 P R B 数 ($N_{R_B}^{(2)}$) である。

40

【 0 0 4 4 】

上記周波数帯域の情報の取得方法としては、小型基地局 20 の基地局装置 200 がマクロ基地局 10 の報知情報 (例えば、SIB 2 : System Information Block type 2 の情報) を受信する方法や、コアネットワーク側に設けられた SON (Self Organizing Network) サーバが小型基地局 20 に設定する方法が挙げられる。SON サーバは、複数の基地局のパラメータを管理する管理サーバであり、基地局運用開始時にパラメータを自動設定

50

する機能 (Self Configuration)、運用中にパラメータを自動最適化する機能 (Self Optimization)、障害発生時に自動復旧する機能 (Self Healing)、セル間の干渉を回避する機能 (ICIC: Inter-Cell Interference Coordination)、隣接基地局情報を自動更新する機能 (ANR: Automatic Neighbor Relation)、ハンドオーバーパラメータを最適化する機能 (MRO: Mobility Robustness Optimization) 等を有する。

【0045】

次に、基地局装置200は、上記ステップ101で取得した所定の周波数帯域内における受信信号の電力を、所定数(N1)のサブフレームにわたって測定し、測定した電力の平均値Paveに基づいて、後述の度数カウン트의基準となる第1の閾値Tth1を決定する(ステップ102, 103)。この第1の閾値Tth1は、例えば次式(5)を用いて決定する。ここで、式(5)中の「Pi」はi番目のサブフレームで測定された電力であり、「W」は、閾値Tth1の決定用に予め設定された重み付け係数である。

10

【数5】

$$T_{th1} = W \sqrt{P_{ave}} = W \sqrt{\frac{1}{N_1} \sum_{i=0}^{N_1-1} P_i} \dots (5)$$

【0046】

20

次に、基地局装置200は、上記ステップ101で取得した所定の周波数帯域内における1PRB毎の受信信号の電力(雑音電力及び干渉電力)を、所定数(N2)のサブフレームにわたって測定する(ステップ104)。そして、基地局装置200は、図10(a)に示すように、測定した受信信号の電力のうち、上記第1の閾値Tth1を超える度数の合計値Qth1をカウントする(ステップ105)。

【0047】

次に、基地局装置200は、上記閾値Tth1を超える度数の合計値Qth1のカウント結果に基づいて、第1の閾値Tth1を超える確率Pth1(=Qth1/N2)を算出し、算出した確率Pth1と、予め設定した第2の閾値Tth2とを比較する(ステップ106, 107, 108)。ここで、図10(a)に示すようにPth1 > Tth2の場合(ステップ108でYES)は、基地局装置200は、図10(b)に示すように近隣のMUE30が存在していると判定し、下りの送信電力を下げるように制御する(ステップ109)。この送信電力の変更により、自局20と周辺基地局であるマクロ基地局10との間で干渉防止のための同期を行うことなく、マクロ基地局10や移動機30との間の干渉を低減することができる。

30

【0048】

一方、図11(a)に示すようにPth1 < Tth2の場合(ステップ108でNO)は、基地局装置200は、図11(b)に示すように近隣のMUE30が存在していないと判定し、下りの送信電力を通常の定格出力の電力とする。

【0049】

40

なお、上記図9のステップ105~108における近隣のMUE30の検出処理は、次のように行ってもよい。

例えば、図12(a)に示すように、上記第1の閾値Tth1に加えて、高電力側の度数分布のピークに対する第3の閾値Tth3を予め設定する。そして、上記図9のステップ104で測定した受信信号の電力(雑音電力及び干渉電力)の測定結果に基づいて度数分布を求める。この度数分布の高電力側のピークが、閾値Tth1よりも高い電力側に位置し且つそのピークの度数が閾値Tth3よりも大きい場合、すなわち、図12(a)のハッチングを付した領域に高電力側の度数分布のピークが存在した場合に、近隣のMUE30が存在していると判定して送信電力を変更してもよい。

また、図12(b)に示すように、上記第1の閾値Tth1を設定せずに、電力の度数

50

分布のピークに対する第3の閾値 T_{th3} のみを予め設定する。そして、そして、上記図9のステップ104で測定した受信信号の電力（雑音電力及び干渉電力）の測定結果に基づいて度数分布を求める。この度数分布に、閾値 T_{th3} よりも大きいピークが2つ以上存在した場合に、近隣のMUE30が存在していると判定して送信電力を変更してもよい。

【0050】

図13は、本実施形態に係る小型基地局20の基地局装置200における干渉抑制のための送信電力の変更を行う制御の他の例を示すフローチャートである。なお、図13中のステップ201～208は図9のステップ101～108と同様であるので、説明を省略する。前述の図9のステップ109では下りの送信電力を下げるように制御しているが、図13の制御例では、 P_{th1} T_{th1} の場合（ステップ208でYES）に、図14（a）に示すように近隣のMUE30が存在していると判定し、図14（b）に示すように小型基地局20の基地局装置200は下りの送信電力を上げるように制御する（ステップ209）。この場合は、小型基地局20のセル20Aが広がり、小型基地局20のセル20Aの外縁部（セルエッジ）のMUE30を自局セル20Aにハンドオーバーさせることができる。そのため、当該移動機30は、マクロ基地局10のセル10Aの外縁部（セルエッジ）にいる場合よりも高い通信品質を確保することができる。

10

【0051】

なお、図9及び図13の制御例では、MUE30が定期的送信する上り信号に割り当てられた所定の周波数帯域が、マクロ基地局（周辺基地局）10がMUE30からのP-CQI受信に使用する周波数帯域（図3参照）の場合について説明したが、MUE30からのSRS（参照信号）の受信に使用する周波数帯域であってもよい。

20

【0052】

また、上記各実施形態において、マクロ基地局（周辺基地局）10がP-CQI（PUCCH format 2）用またはSRS用に確保した周波数帯域に、自局20のP-CQI（PUCCH format 2）用またはSRS用に確保する周波数帯域を割り当てないように制御してもよい。

例えば、図15に示すように、マクロ基地局（周辺基地局）10がP-CQI（PUCCH format 2）用に確保した無線リソースの周波数帯域に、小型基地局（自局）20のP-CQI（PUCCH format 2）用に確保する無線リソースの周波数帯域を割り当てないように制御してもよい。

30

この場合は、上記干渉抑制制御における電力（雑音電力・干渉電力）の測定精度（推定精度）が向上するとともに当該制御における演算量の削減を図ることができる。

【0053】

また、上記各実施形態の上り通信で採用している時間分割複信（TDD）方式の場合、小型基地局20が干渉抑制のための上り信号電力を測定できるのは、図16のTDD用フレーム構造タイプ2（ハーフフレーム長：5 [ms]）の例に示すように、アップリンクサブフレーム（uplink subframe）および特殊サブフレーム（special subframe）の一部（GP:Guard Period, UpPTS:Uplink Pilot Time Slot）に限定される。そのため、小型基地局20の基地局装置200は、干渉抑制のための上り信号電力（上り干渉電力）を測定するために、定期的にアップリンクサブフレーム（UL subframe）が多く含まれるアップリンク-ダウンリンクコンフィギュレーション（Uplink-downlink configuration）、及び、DwPTS（Downlink Pilot Time Slot）が短い特殊サブフレームコンフィギュレーション（Special subframe configuration）の少なくとも一方を選択するのが好ましい。なお、DwPTSはダウンリンク制御信号の送信に用いられ、UpPTSはアップリンク制御信号の送信に用いられ、GPはダウンリンクからアップリンクへの変換に用いる保護時間間隔である。

40

【0054】

例えば、表3において、通常は、4番目のアップリンク-ダウンリンクコンフィギュレーションを使用し、干渉抑制のための上り信号電力（上り干渉電力）を測定するために定期

50

的に 0 番目のアップリンク - ダウンリンクコンフィグレーションを使用するように選択する。

【表 3】

アップリンク・ ダウンリンク コンフィグレーション	ダウンリンク・ アップリンク スイッチ・ポイン 周期性	サブフレーム番号									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

10

U: アップリンクサブフレーム

D: ダウンリンクサブフレーム

S: 特殊サブフレーム

20

【0055】

また、表 4 において、通常は、4 番目の特殊サブフレームコンフィグレーションを使用し、干渉抑制のための上り信号電力（上り干渉電力）を測定するために定期的に 5 番目の特殊サブフレームコンフィグレーションを使用するように選択する。

【表 4】

特殊 サブフレーム コンフィグレーション	ノーマルサイクリック プレフィックス	
	DwPTS	UpPTS
0	$659 \cdot T_s$	$219 \cdot T_s$
1	$1976 \cdot T_s$	
2	$2195 \cdot T_s$	
3	$2414 \cdot T_s$	
4	$2633 \cdot T_s$	
5	$659 \cdot T_s$	$438 \cdot T_s$
6	$1976 \cdot T_s$	
7	$2195 \cdot T_s$	
8	$2414 \cdot T_s$	

30

40

$$T_s = 1 / (1500 \times 204) \text{ 秒}$$

50

【 0 0 5 6 】

このように各コンフィグレーションを選択することにより、小型基地局 2 0 の基地局装置 2 0 0 で測定される受信電力に含まれる、M U E 3 0 からマクロ基地局 1 0 に定期的に送信される信号 (P - C Q I , S R S) をより確実に検知できるようになるので、近隣の M U E 3 0 の有無を精度よく判定できる。

【 0 0 5 7 】

また、上記各実施形態において、小型基地局 2 0 から送信する送信電力を変更する場合、その送信電力の変更量 (増加量、又は、減少量) は、予め定められた一定量であってもよいし、以下に示すように M U E 3 0 の下り回線品質情報 (C Q I) に基づいて設定してもよい。

例えば、図 1 7 に示すように、マクロ基地局 1 0 と小型基地局 2 0 との間に通信回線 (専用回線) 4 0 を設ける。そして、小型基地局 2 0 の基地局装置 2 0 0 は、マクロ基地局 1 0 から送信された信号を M U E 3 0 が受信したときの下り受信品質情報 (C Q I) をマクロ基地局 1 0 から通信回線 4 0 を介して取得する通信インターフェース等からなる受信品質情報取得手段を備える。基地局装置 2 0 0 は、マクロ基地局 1 0 を経由して受信した M U E 3 0 の下り受信品質情報 (C Q I) に基づいて送信電力の変更量 (増加量、又は、減少量) を設定し、自局 2 0 の送信電力を決定する。

このように M U E 3 0 の下り受信品質情報 (C Q I) に基づいて自局 2 0 の送信電力の変更量 (増加量、又は、減少量) を設定することにより、下り受信品質情報 (C Q I) に応じた最適な送信電力を決定することができる。

【 0 0 5 8 】

また、上記各実施形態において、前述の G P S を用いる方式、エアーリスニング方式又は I E E E 1 5 8 8 v 2 の規格に基づく方式などによりマクロ基地局 1 0 と小型基地局 2 0 との間で同期がとれている場合は、前述の図 9 や図 1 3 等で説明した干渉抑制のための送信電力の変更を行う制御 (以下「干渉抑制制御」という。) を実施しないようにしてもよい。

【 0 0 5 9 】

例えば、小型基地局 2 0 の基地局装置 2 0 0 に、エアーリスニング方式によって周辺基地局との間で同期を行う同期手段を設ける。そして、図 1 8 のフローチャートに示すように、小型基地局 2 0 の基地局装置 2 0 0 は、まず、周辺基地局であるマクロ基地局 1 0 との間で同期がとれているか否かを判断する (ステップ 3 0 1) 。ここで、図 1 9 (a) に示すようにマクロ基地局 1 0 からの下り信号を受信することができ、その下り信号に基づいてマクロ基地局 1 0 との間でエアーリスニング方式の同期がとられている場合 (ステップ 3 0 1 で Y E S) は、干渉抑制制御を実行しない。一方、図 1 9 (b) に示すようにマクロ基地局 1 0 からの下り信号を受信することができず、マクロ基地局 1 0 との間でエアーリスニング方式による同期がとられていない場合 (ステップ 3 0 1 で N O) は、前述の図 9 や図 1 3 等で説明した干渉抑制制御を実行する (ステップ 3 0 2) 。

【 0 0 6 0 】

このようにマクロ基地局 1 0 との間で同期がとられていない場合のみ干渉抑制制御を実行することにより、不必要に送信電力を下げることによる周波数の利用効率の低下を防止したり、不必要に送信電力を上げることによる消費電力の増加や不要なハンドオーバー処理を防止したりすることができる。また、小型基地局 2 0 の基地局装置 2 0 0 において不要な制御を実行する必要がないので、制御負荷の増加を抑制できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

- 1 0 マクロ基地局 (周辺基地局)
- 1 0 A マクロ基地局のセル
- 2 0 小型基地局
- 2 0 A 小型基地局のセル
- 3 0 移動機 (移動局、ユーザ装置、 M U E)

10

20

30

40

50

40 通信回線（専用回線）

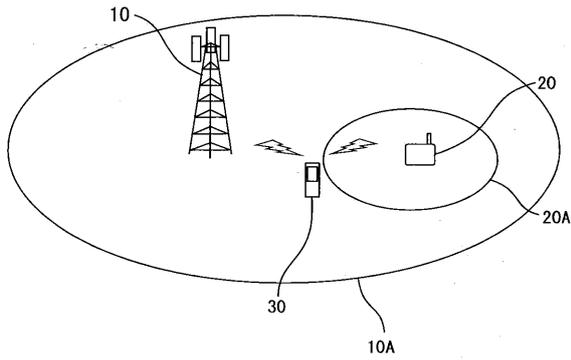
【先行技術文献】

【特許文献】

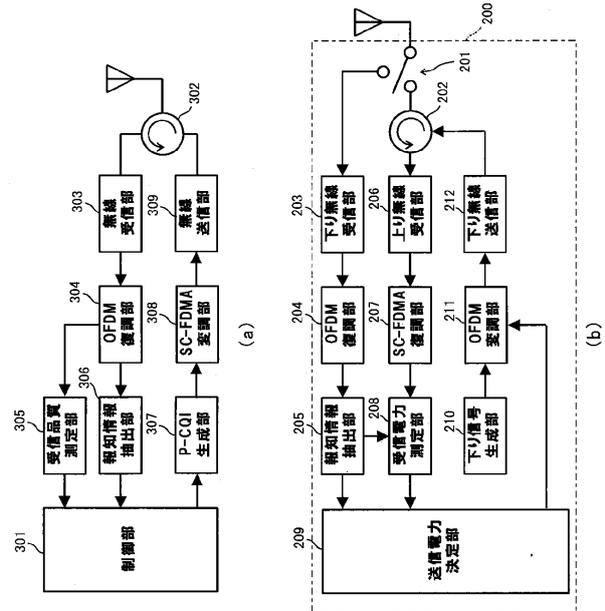
【0062】

【特許文献1】特開平8-242484号公報

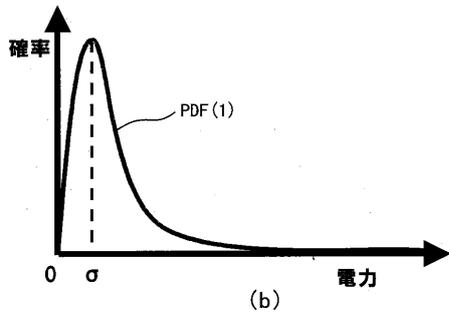
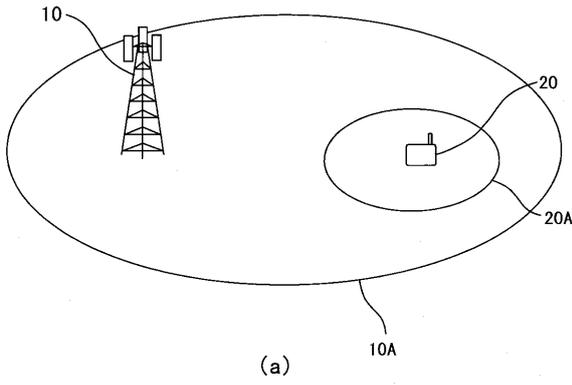
【図1】



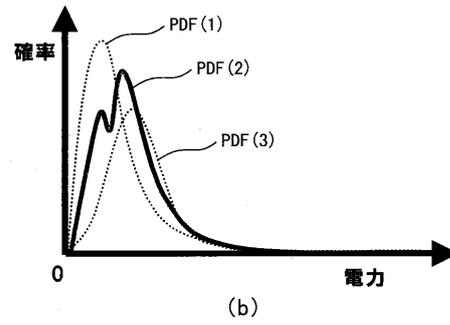
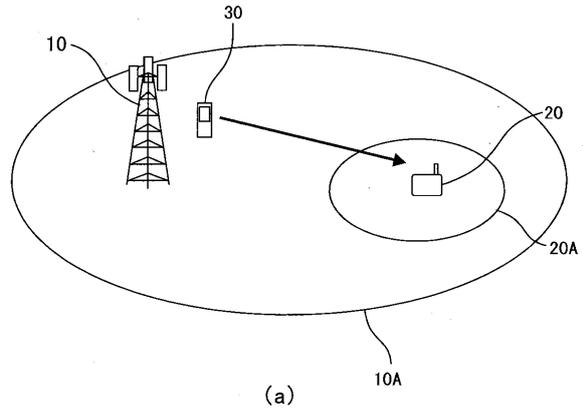
【図2】



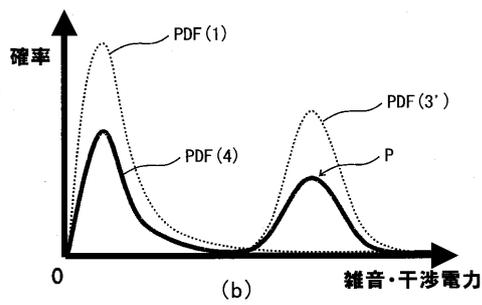
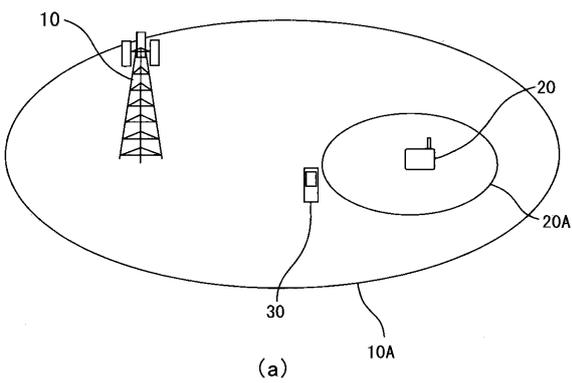
【図4】



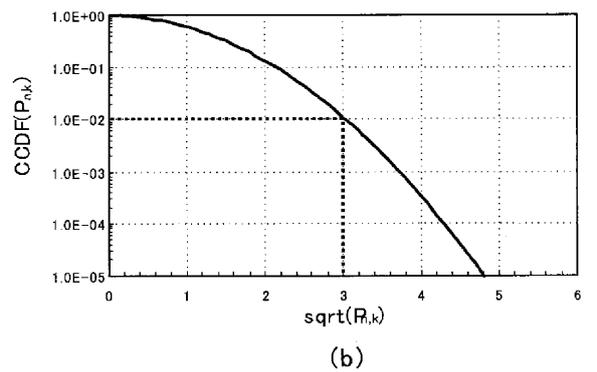
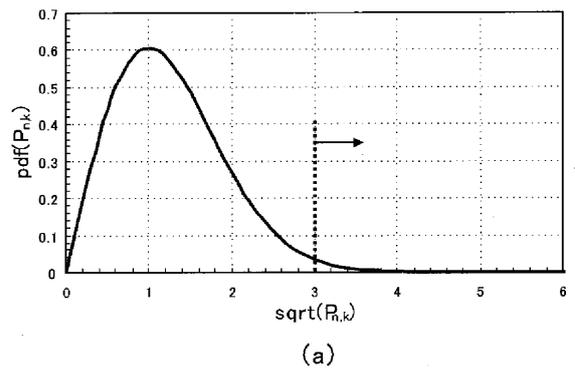
【図5】



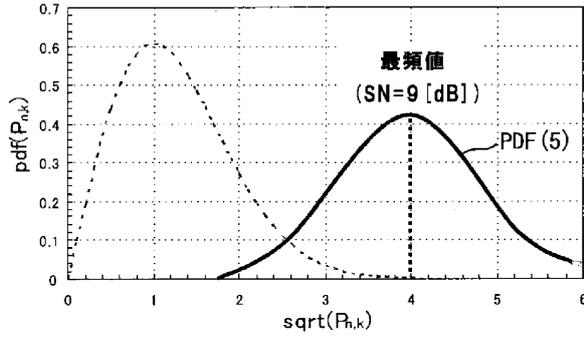
【図6】



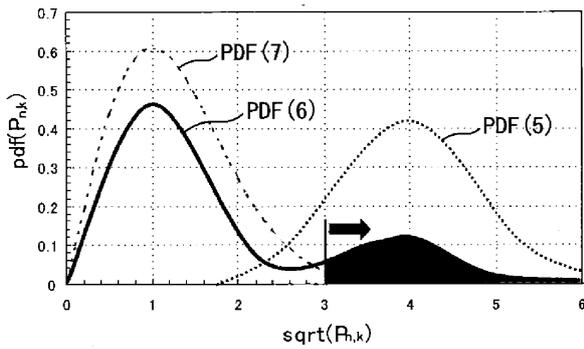
【図7】



【図8】

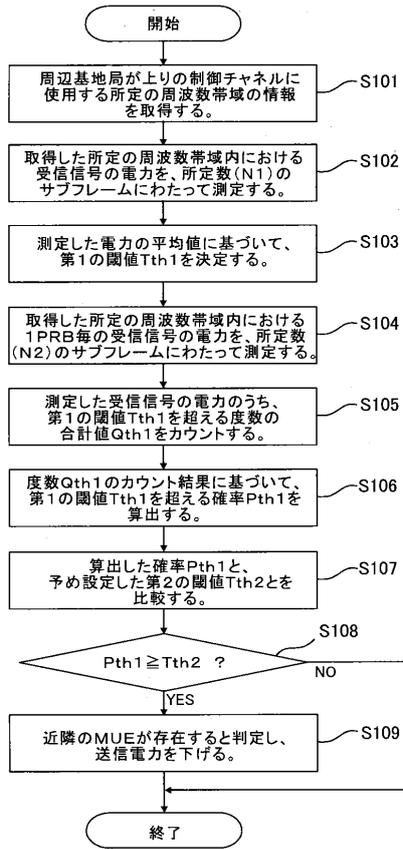


(a)

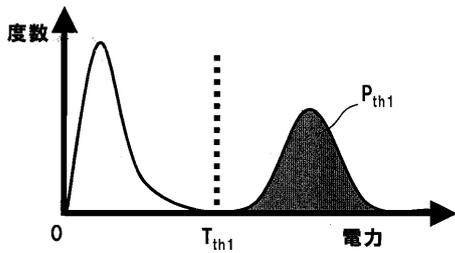


(b)

【図9】

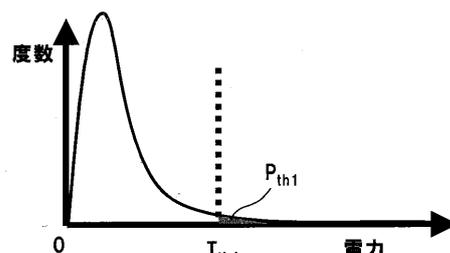


【図10】

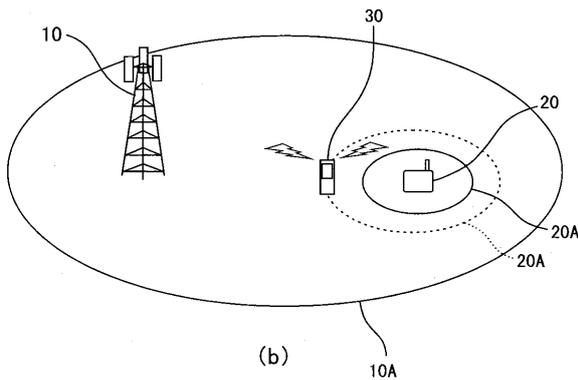


(a)

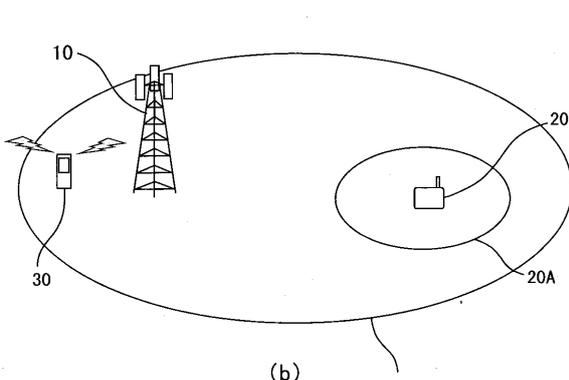
【図11】



(a)

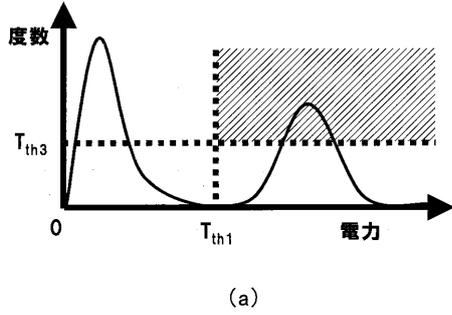


(b)

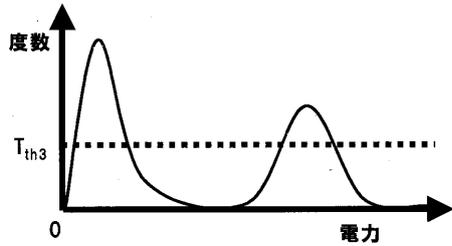


(b)

【図12】

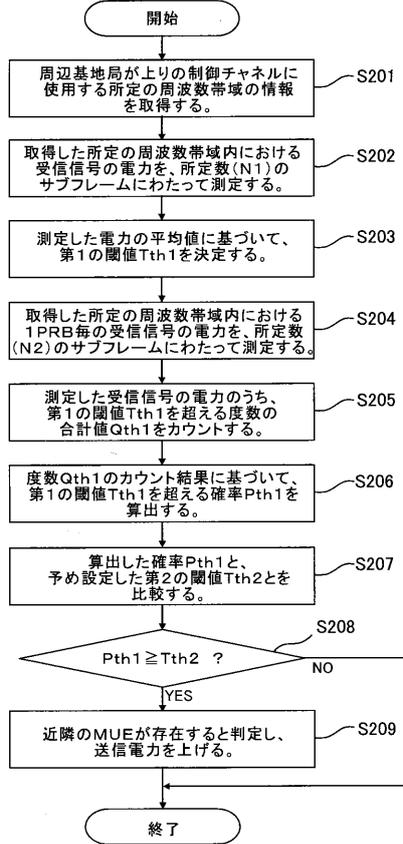


(a)

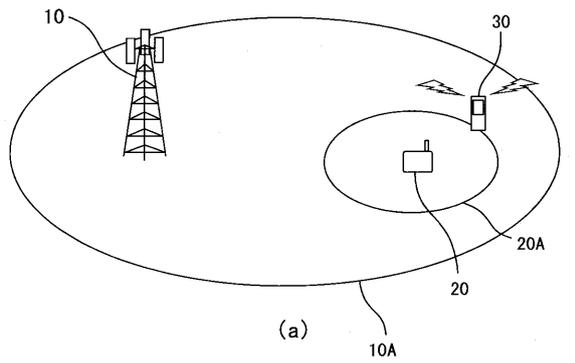


(b)

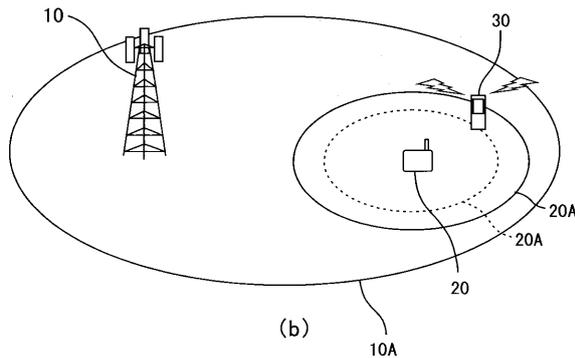
【図13】



【図14】

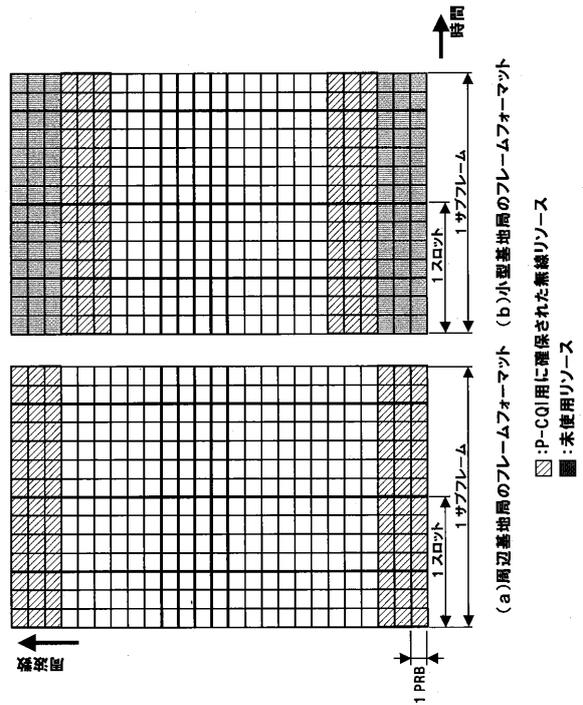


(a)



(b)

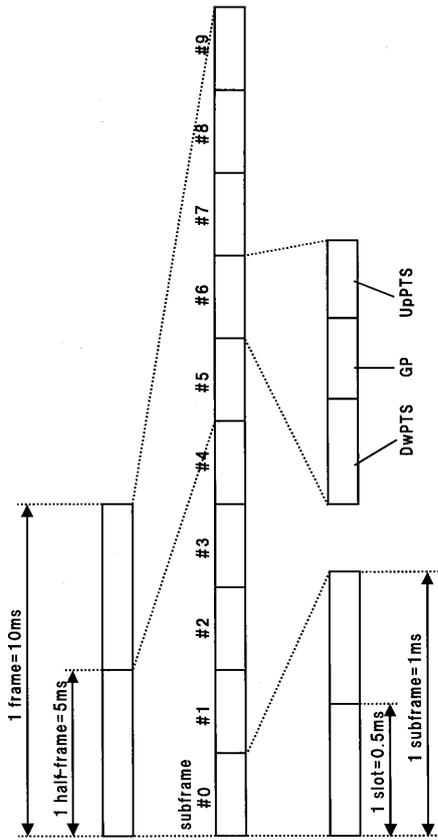
【図15】



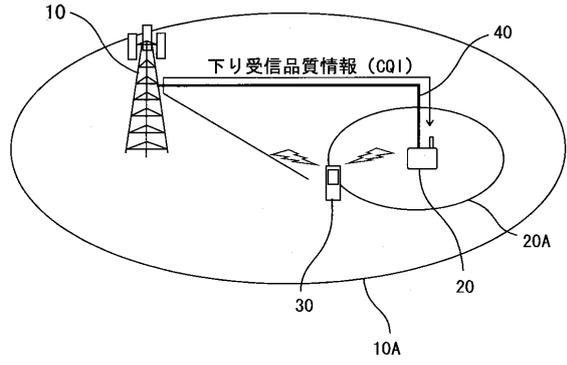
(a) 周辺基地局のフレームフォーマット (b) 小型基地局のフレームフォーマット

■: P-CQI用に確保された無線リソース
□: 未使用リソース

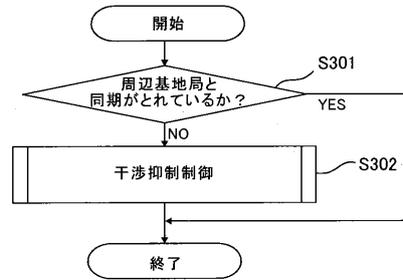
【図16】



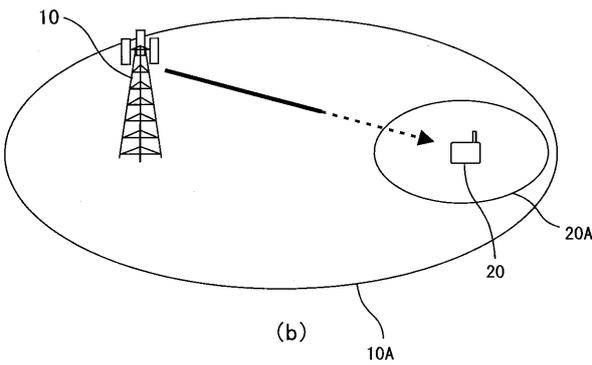
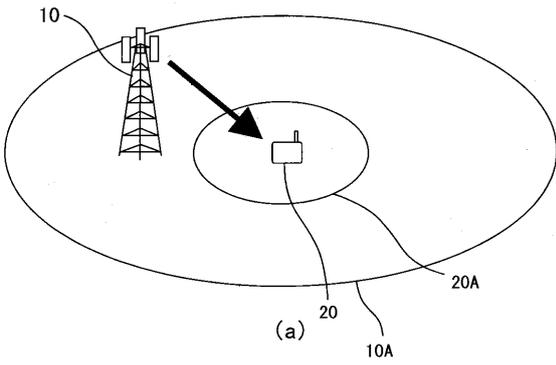
【図17】



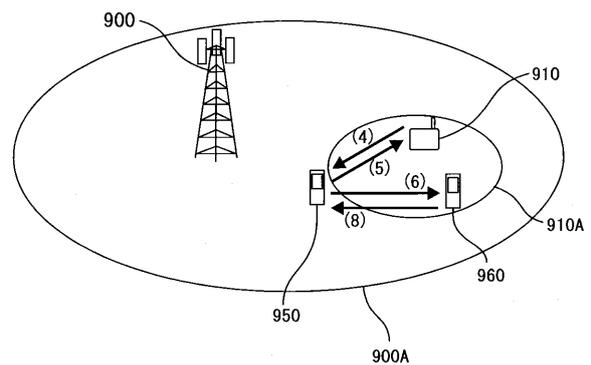
【図18】



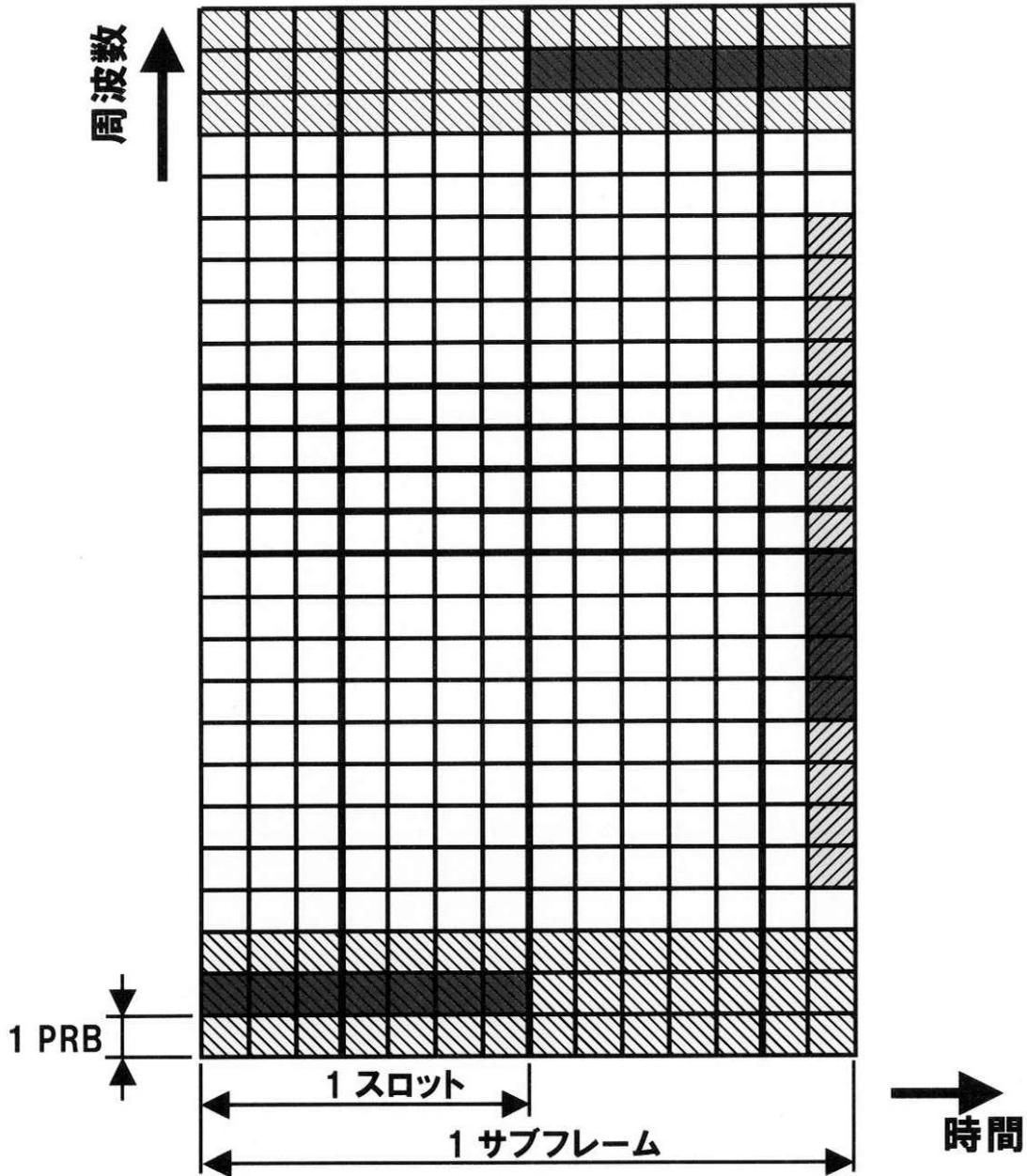
【図19】



【図20】



【図3】



- ▨ :P-CQI用に確保された無線リソース
- :P-CQI
- ▩ :SRS用に確保された無線リソース
- :SRS

フロントページの続き

(72)発明者 原田 浩

東京都港区東新橋一丁目9番1号 ソフトバンクモバイル株式会社内

審査官 伊東 和重

(56)参考文献 特開2009-065394(JP,A)
特表2012-525792(JP,A)
国際公開第2011/099623(WO,A1)
国際公開第2011/021387(WO,A1)
国際公開第2010/127133(WO,A1)
特開2011-205177(JP,A)
国際公開第2011/070733(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00