

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-10923

(P2010-10923A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.
H04W 56/00 (2009.01)F I
H04Q 7/00 461テーマコード (参考)
5K067

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-166157 (P2008-166157)
(22) 出願日 平成20年6月25日 (2008.6.25)(71) 出願人 000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(74) 代理人 110000349
特許業務法人 アクア特許事務所
(72) 発明者 藤本 忍
神奈川県横浜市都筑区加賀原2丁目1番1号
京セラ株式会社横浜事業所内
Fターム(参考) 5K067 AA03 AA14 CC02 CC04 DD25
DD30 EE10 EE16

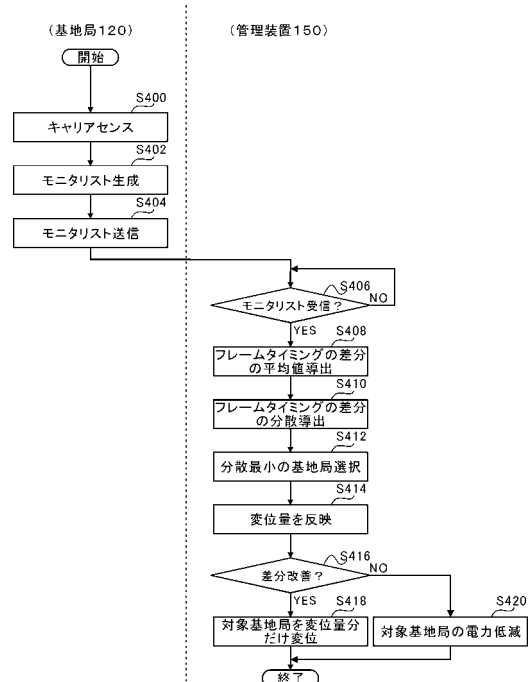
(54) 【発明の名称】 無線通信システム、基地局、管理装置および無線通信方法

(57) 【要約】

【課題】 ガードインターバルで想定される距離以上離れた基地局や、フレームタイミングが正常ではない基地局があったとしても、フレームタイミングや送信電力を調整することで、シンボル間干渉を回避し、基地局のパフォーマンスの向上を図ることを目的とする。

【解決手段】 本発明の無線通信方法では、フレーム同期が為された基地局120の本来のフレームタイミングを、敢えて、さらに調整することで、周囲の基地局120を含む総合的に適切なフレームタイミングを形成し、定常的なシンボル間干渉を回避して基地局120のパフォーマンスの向上を図る。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動局と無線通信を確立可能な複数の基地局と、該複数の基地局を管理する管理装置とからなる無線通信システムであって、

前記基地局は、

周囲に存在する 1 または複数の他の基地局をキャリアセンスするキャリアセンス部と、

前記キャリアセンスした 1 または複数の他の基地局それぞれにおける自局とのフレームタイミングの差分をリスト化してモニタリストを生成するリスト生成部と、

前記モニタリストを前記管理装置に送信する基地局送信部と、

を備え、

10

前記管理装置は、

前記モニタリストを受信する管理受信部と、

前記モニタリストに基づいて、前記複数の基地局それぞれのフレームタイミングを変位させるべき変位量を導出し、該導出した変位量を該複数の基地局に反映した場合の該複数の基地局間のフレームタイミングの差分を計算する計算部と、

前記計算後の複数の基地局間のフレームタイミングの差分が計算前より改善していれば、対象となる基地局のフレームタイミングを前記導出した変位量分だけ変位させる変位指令部と、

を備えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項 2】

20

前記計算部は、前記 1 または複数の他の基地局とのフレームタイミングの差分の分散が最小となる基地局を、フレームタイミングを変位させる対象とすることを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 3】

前記計算部は、変位量の絶対値が所定値を超える基地局を、フレームタイミングを変位させる対象とすることを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 4】

前記リスト生成部は、前記 1 または複数の他の基地局それぞれの受信電界強度もリスト化し、

前記計算部は、前記フレームタイミングの差分を前記受信電界強度で重み付けして前記変位量を導出することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

30

【請求項 5】

前記管理装置は、基地局の送信電力を低減させる電力指令部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

【請求項 6】

前記変位指令部は、前記対象となる基地局から、他の基地局にて受信した電力が所定の電力より小さい場合は、フレームタイミングを変位させないことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

【請求項 7】

40

移動局と無線通信を確立可能であり、管理装置に接続された基地局であって、

周囲に存在する 1 または複数の他の基地局をキャリアセンスするキャリアセンス部と、

前記キャリアセンスした 1 または複数の他の基地局それぞれにおける自局とのフレームタイミングの差分をリスト化してモニタリストを生成するリスト生成部と、

前記モニタリストを前記管理装置に送信する基地局送信部と、

前記モニタリストに基づいて前記管理装置で計算された変位量分だけ自局のフレームタイミングを変位する変位実行部と、

を備えることを特徴とする基地局。

【請求項 8】

移動局と無線通信を確立可能な複数の基地局を管理する管理装置であって、

50

複数の基地局間のフレームタイミングの差分をリスト化したモニタリストを受信する管理受信部と、

前記モニタリストに基づいて、前記複数の基地局それぞれのフレームタイミングを変位させるべき変位量を導出し、該導出した変位量を該複数の基地局に反映した場合の該複数の基地局間のフレームタイミングの差分を計算する計算部と、

前記計算後の複数の基地局間のフレームタイミングの差分が計算前より改善していれば、対象となる基地局のフレームタイミングを前記導出した変位量分だけ変位させる変位指令部と、

を備えることを特徴とする管理装置。

【請求項 9】

移動局と無線通信を確立可能な複数の基地局と、該複数の基地局を管理する管理装置とを用いて、フレームタイミングを調整する無線通信方法であって、

前記基地局は、

周囲に存在する 1 または複数の他の基地局をキャリアセンスし、

前記キャリアセンスした 1 または複数の他の基地局それぞれにおける自局とのフレームタイミングの差分をリスト化してモニタリストを生成し、

前記モニタリストを前記管理装置に送信し、

前記管理装置は、

前記モニタリストを受信し、

前記モニタリストに基づいて、前記複数の基地局それぞれのフレームタイミングを変位させるべき変位量を導出し、該導出した変位量を該複数の基地局に反映した場合の該複数の基地局間のフレームタイミングの差分を計算し、

前記計算後の複数の基地局間のフレームタイミングの差分が計算前より改善していれば、対象となる基地局のフレームタイミングを前記導出した変位量分だけ変位させることを特徴とする無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基地局間のフレームタイミングを調整する無線通信システム、基地局、管理装置および無線通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

P H S (Personal Handy phone System) や携帯電話に代表される無線通信システムでは、同時双方向通信を実現するため通信経路を時間軸で分けし交互に送信と受信とを行う T D D (Time Division Duplex) 上で、さらにその送受信時間 (フレーム) を複数のタイムスロットに時分割した T D M A (Time Division Multiple Access) が採用されている (T D M A / T D D 方式)。また、高速デジタル通信を可能とする次世代 P H S 通信規格として、A R I B (Association of Radio Industries and Businesses) S T D T 9 5 や P H S M o U (Memorandum of Understanding) も採用が検討されている。

【0003】

かかる A R I B S T D T 9 5 や P H S M o U といった通信規格では、O F D M (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) 方式が採用されている。かかる O F D M は、多重化方式の一つに分類され、単位時間軸上で多数の搬送波を利用し、変調対象となる信号波の位相が隣り合う搬送波間で直交するように搬送波の帯域を一部重ね合わせて周波数帯域を有効利用する方式である。また、O F D M が個別のユーザ毎に時分割でサブチャネルを割り当てているのに対して、複数のユーザが全サブチャネルを共有し、各ユーザにとって最も伝送効率のよいサブチャネルを割り当てる O F D M A (Orthogonal Frequency Division Multiplex Access: 直交周波数分割多元接続) も提供されている。

【0004】

10

20

30

40

50

上述した通信方式のいずれにおいても、移動局は、基地局に割り当てられたチャネルやサブチャネルを通じて基地局との通信を確立する。そのため移動局は、基地局におけるデータのフレームタイミング（送受信タイミング）と同期しなければならない。基地局は、例えばフレームタイミング（5 msec）の20回に1回、即ち100 msecに1回、制御信号（制御信号転送チャネル（CCH：Control Channel））をブロードキャストし、移動局はその制御信号との同期を図ることで無線通信を確立する。

【0005】

また、移動局と基地局との間のみならず基地局同士もフレームタイミングの同期（フレーム同期）を遂行しなければならない。無線通信システムでは、複数の基地局が同一の無線周波数帯域を利用して複数の移動局との無線通信を実行しているので、各基地局が独立したフレームタイミングで移動局と無線通信を確立してしまうと、電波干渉やフェージングが生じてしまうからである。

10

【0006】

また、移動局と基地局との間の電波環境の変化に伴い移動局の接続先基地局を切り換える所謂ハンドオーバーが遂行された場合においても、基地局間のフレームタイミングが相異していると、無線信号を有効に取得できず、スムーズなハンドオーバーに支障を来してしまう。従って、移動局と基地局との同期の前に、まず複数配される基地局それぞれが同一のフレームタイミングを有するように基地局間でフレーム同期を行う必要がある。かかるフレーム同期は、マスタとなるマスタ基地局では、GPS（Global Positioning System）を通じて計算された絶対時間との同期によって遂行され、スレーブとなるスレーブ基地局では、マスタ基地局または他のスレーブ基地局の制御信号への同期によって遂行される。このようにフレーム同期が実行されると、隣接した基地局間における異なるスロット同士の干渉を回避することができる。

20

【0007】

また、同一のスロットにおいて異なる基地局が同一の周波数帯域を利用する場合に同様の干渉問題が生じ得る。かかる問題は、複数のセルを、閉クラスタを構成するセルの数よりも少ない数にグループ化し、そのグループ毎に周波数帯域を割り当てる技術（例えば、特許文献1）を用いることで回避できる。また、セルおよびその近隣セルのセクタ内の移動局への送信により生じる干渉を、ビーム切換技術を用いて減少させる技術も開示されている（例えば、特許文献2）。

30

【特許文献1】特開2005-027189号公報

【特許文献2】特開2004-508744号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

このようなフレーム同期や、同スロットにおける適切な周波数帯域の選定によって理論上の干渉が回避される。しかし、現実問題として、想定されている以上に距離が離れた基地局から電波の影響を受けることがあり、この場合、たとえフレームタイミングが絶対時間上で完全に同期していたとしても、その距離による伝播遅延が生じてしまう。かかる伝播遅延が、電波干渉やフェージングを補償するために設けられたガードインターバル（GI：Guard Interval）を超えてしまうと、シンボル間干渉（ISI：Inter Symbol Interference）を招くことになる。

40

【0009】

このように距離が離れた基地局間では、定期的にブロードキャストされる制御信号が定期的なシンボル間干渉となり、また、OFDMAが採用される無線通信システムにおいて、一方の基地局の全てのサブキャリアまたは複数のサブキャリアからなるサブチャネルに高い変調クラスに基づく高電力が設定された場合、他の基地局はそのシンボル間干渉によって全てのサブキャリアまたはサブチャネルで通信が不能となる。

【0010】

また、隣接する基地局間でフレーム同期が完了した後、故障や不具合等により所定の基

50

地局のフレームタイミングがずれてしまうと、上述した遠距離の基地局同様、その所定の基地局からの電波が他の基地局のシンボル間干渉と成り得る。

【 0 0 1 1 】

本発明は、このような問題に鑑み、ガードインターバルで想定される距離以上離れた基地局や、フレームタイミングが正常ではない基地局があったとしても、フレームタイミングや送信電力を調整することで、シンボル間干渉を回避し、基地局のパフォーマンスの向上を図ることが可能な無線通信システム、基地局、管理装置および無線通信方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

上記課題を解決するために、本発明の基地局の代表的な構成は、移動局と無線通信を確立可能な複数の基地局と、複数の基地局を管理する管理装置とからなる無線通信システムであって、基地局は、周囲に存在する 1 または複数の他の基地局をキャリアセンスするキャリアセンス部と、キャリアセンスした 1 または複数の他の基地局それぞれにおける自局とのフレームタイミングの差分をリスト化してモニタリストを生成するリスト生成部と、モニタリストを管理装置に送信する基地局送信部と、を備え、管理装置は、モニタリストを受信する管理受信部と、モニタリストに基づいて、複数の基地局それぞれのフレームタイミングを変位させるべき変位量を導出し、導出した変位量を複数の基地局に反映した場合の複数の基地局間のフレームタイミングの差分を計算する計算部と、計算後の複数の基地局間のフレームタイミングの差分が計算前より改善していれば、対象となる基地局のフレームタイミングを導出した変位量分だけ変位させる変位指令部と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

各基地局におけるフレームタイミングが絶対時間に対して完全に同期されていたとしても基地局間に距離がある限り、その距離に応じた伝播遅延が生じる。本発明では、複数の基地局間におけるフレームタイミングの差分を集計し、任意の基地局のフレームタイミングを変位させることでその差分が改善するかどうか判断し、変位させることに妥当性を見出せば、任意の基地局の本来あるべきフレームタイミングに拘わらず、そのフレームタイミングを変位させる。かかる構成により、ガードインターバルで想定される距離以上離れた基地局や、フレームタイミングが正常ではない基地局が存在したとしても、その基地局のフレームタイミングを変位させることで、周囲の基地局を含む総合的に適切なフレームタイミングを形成することができ、シンボル間干渉を回避し、基地局のパフォーマンスの向上を図ることが可能となる。

【 0 0 1 4 】

計算部は、1 または複数の他の基地局とのフレームタイミングの差分の分散が最小となる基地局を、フレームタイミングを変位させる対象としてもよい。例えば、任意の基地局のフレームタイミングを早めるまたは遅延させる方向に変位させた場合に、フレームタイミングの差分が良好になる基地局群と、劣化する基地局群があると、フレームタイミングの変位はその妥当性に欠ける。従って、変位させる方向が一方に偏っている場合、即ちフレームタイミングの差分の分散が最小の場合等所定の条件を満たした基地局をその変位対象とすることで、最小限の処理で基地局のパフォーマンスの向上を図ることが可能となる。

【 0 0 1 5 】

計算部は、変位量の絶対値が所定値を超える基地局を、フレームタイミングを変位させる対象としてもよい。本発明の目的は、ガードインターバルによって吸収しきれない伝播遅延の是正である。従って、ガードインターバルによって許容できる範囲の変位量は敢えて反映する必要がなく、変位量の絶対値が所定値を超える（ガードインターバルを逸脱する）基地局をその変位対象とすることで、最小限の処理で基地局のパフォーマンスの向上を図ることが可能となる。

【 0 0 1 6 】

リスト生成部は、１または複数の他の基地局それぞれの受信電界強度もリスト化し、計算部は、フレームタイミングの差分を受信電界強度で重み付けして変位量を導出してもよい。

【００１７】

伝播遅延によるシンボル間干渉は、そのフレームタイミングの差と受信電界強度の大きさに依存する。従って、フレームタイミングの差分が大きかったとしても受信電界強度が小さければ他の基地局への影響が少ないことになる。本発明では、受信電界強度によってフレームタイミングに重み付けを行い、受信電界強度も考慮した妥当なフレームタイミングの変位量を導出することができる。

【００１８】

管理装置は、基地局の送信電力を低減させる電力指令部をさらに備えてもよい。フレームタイミングを無作為に変位させると、他の基地局に影響が及んでしまう場合がある。このような状況下では、フレームタイミングを変位させることなく、一方の基地局の送信電力を低減させることで他方の基地局へのシンボル間干渉を低減することができる。

【００１９】

変位指令部は、対象となる基地局から、他の基地局にて受信した電力が所定の電力より小さい場合は、フレームタイミングを変位させないとしてもよい。

【００２０】

本発明はフレームタイミングを変位することを前提としているが、シンボル間干渉が生じない程度に電力が小さい場合、フレームタイミングを変位する必要がない。かかる構成により、不要なフレームタイミングの変位処理を削減し、電力やコストを低減することが可能となる。

【００２１】

本発明にかかる代表的な他の構成は、移動局と無線通信を確立可能であり、管理装置に接続された基地局であって、周囲に存在する１または複数の他の基地局をキャリアセンスするキャリアセンス部と、キャリアセンスした１または複数の他の基地局それぞれにおける自局とのフレームタイミングの差分をリスト化してモニタリストを生成するリスト生成部と、モニタリストを管理装置に送信する基地局送信部と、モニタリストに基づいて管理装置で計算された変位量分だけ自局のフレームタイミングを変位する変位実行部と、を備えることを特徴とする。

【００２２】

本発明にかかる代表的な他の構成は、移動局と無線通信を確立可能な複数の基地局を管理する管理装置であって、複数の基地局間のフレームタイミングの差分をリスト化したモニタリストを受信する管理受信部と、モニタリストに基づいて、複数の基地局それぞれのフレームタイミングを変位させるべき変位量を導出し、導出した変位量を複数の基地局に反映した場合の複数の基地局間のフレームタイミングの差分を計算する計算部と、計算後の複数の基地局間のフレームタイミングの差分が計算前より改善していれば、対象となる基地局のフレームタイミングを導出した変位量分だけ変位させる変位指令部と、を備えることを特徴とする。

【００２３】

本発明にかかる代表的な他の構成は、移動局と無線通信を確立可能な複数の基地局と、複数の基地局を管理する管理装置とを用いて、フレームタイミングを調整する無線通信方法であって、基地局は、周囲に存在する１または複数の他の基地局をキャリアセンスし、キャリアセンスした１または複数の他の基地局それぞれにおける自局とのフレームタイミングの差分をリスト化してモニタリストを生成し、モニタリストを管理装置に送信し、管理装置は、モニタリストを受信し、モニタリストに基づいて、複数の基地局それぞれのフレームタイミングを変位させるべき変位量を導出し、導出した変位量を複数の基地局に反映した場合の複数の基地局間のフレームタイミングの差分を計算し、計算後の複数の基地局間のフレームタイミングの差分が計算前より改善していれば、対象となる基地局のフレームタイミングを導出した変位量分だけ変位させることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

上述した無線通信システムの技術的思想に基づく構成要素やその説明は、当該基地局、管理装置、無線通信方法にも適用可能である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 5 】

以上説明したように本発明の基地局によれば、ガードインターバルで想定される距離以上離れた基地局や、フレームタイミングが正常ではない基地局があったとしても、フレームタイミングや送信電力を調整することで、シンボル間干渉を回避し、基地局のパフォーマンスの向上を図ることが可能となる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

10

【 0 0 2 6 】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値などは、発明の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本発明に直接関係のない要素は図示を省略する。

【 0 0 2 7 】

(無線通信システム 1 0 0)

図 1 は、無線通信システム 1 0 0 の概略的な接続関係を示した説明図である。当該無線通信システム 1 0 0 は、移動局 1 1 0 (1 1 0 A、1 1 0 B) と、基地局 1 2 0 (1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C) と、I S D N (Integrated Services Digital Network) 回線、インターネット、専用回線等で構成される通信網 1 3 0 と、中継サーバ 1 4 0 と、管理装置 (B M S : Base station Management Server) 1 5 0 とを含んで構成される。

20

【 0 0 2 8 】

上記無線通信システム 1 0 0 において、ユーザが自身の移動局 1 1 0 A から他の移動局 1 1 0 B への通信回線の接続を行う場合、移動局 1 1 0 A は、通信可能範囲内にある基地局 1 2 0 A に無線接続要求を行う。無線接続要求を受信した基地局 1 2 0 A は、通信網 1 3 0 を介して中継サーバ 1 4 0 に通信相手との通信接続を要求し、中継サーバ 1 4 0 は、他の移動局 1 1 0 B の位置登録情報を参照し、他の移動局 1 1 0 B の無線通信範囲内にある基地局 1 2 0 B を選択して基地局 1 2 0 A と基地局 1 2 0 B との通信経路を確保し、移動局 1 1 0 A と移動局 1 1 0 B の通信を確立する。

30

【 0 0 2 9 】

ここで、通信相手先となる移動局 1 1 0 B が移動すると、移動局 1 1 0 B と基地局 1 2 0 B との距離が大きくなり、最終的に基地局 1 2 0 B との無線通信が困難になる。移動局 1 1 0 B は、かかる基地局 1 2 0 B からの信号の受信電界強度の減衰により無線通信が困難になることを予測し、改めてキャリアセンスを行って受信電界強度の高い基地局 1 2 0 C との無線通信を基地局 1 2 0 B に要求する。基地局 1 2 0 B がその旨中継サーバ 1 4 0 に伝達すると、中継サーバ 1 4 0 は、基地局 1 2 0 B から基地局 1 2 0 C へのハンドオーバーを遂行する。

40

【 0 0 3 0 】

このように各基地局 1 2 0 は、移動局 1 1 0 との無線通信を確立するため、また、基地局 1 2 0 間のハンドオーバーを遂行するため、まず他の基地局とフレームタイミングを合わせなければならない。例えば、図 1 における基地局 1 2 0 B をマスタ基地局とした場合、その周囲にある基地局 1 2 0 A および 1 2 0 C は、基地局 1 2 0 B からの、図中波紋で示された制御信号を受信し、その制御信号に自局のフレームタイミングを合わせてフレーム同期を遂行する。

【 0 0 3 1 】

しかし、このような基地局間のフレーム同期が正常に遂行されたとしても、例えば、基地局 1 2 0 A と 1 2 0 C のように基地局間の距離が離れている場合にはその伝播遅延がガ

50

ードインターバルを超えてシンボル間干渉を招いてしまう。また、フレーム同期が完了した後、故障や不具合等によりフレームタイミングがずれてしまった基地局も同様にシンボル間干渉を生じ得る。

【0032】

本実施形態では、フレーム同期が為された基地局120の本来のフレームタイミングを、敢えて、さらに調整することで、周囲の基地局120を含む総合的に適切なフレームタイミングを形成し、定常的なシンボル間干渉を回避して基地局120のパフォーマンスの向上を図ることが可能となる。以下、本実施形態の無線通信システム100における基地局120および管理装置150の具体的な構成を述べる。

【0033】

(基地局120)

図2は、基地局120の概略的な構成を示したブロック図である。基地局120は、基地局制御部210と、基地局メモリ212と、基地局無線通信部214と、基地局有線通信部216とを含んで構成される。

【0034】

基地局制御部210は、中央処理装置(CPU)を含む半導体集積回路により基地局120全体を管理および制御する。また、基地局制御部210は、リスト生成部220や変位実行部222としても機能する。リスト生成部220は、後述するキャリアセンス部228によりキャリアセンスされた、周囲に存在する1または複数の他の基地局それぞれにおける、自局とのフレームタイミングの差分および受信電界強度をリスト化してモニタリストを生成する。変位実行部222は、モニタリストに基づいて管理装置150で計算された変位量分だけ自局のフレームタイミングを変位する。

【0035】

基地局メモリ212は、ROM、RAM、EEPROM、不揮発性RAM、フラッシュメモリ、HDD等で構成され、基地局制御部210で処理されるプログラム等を記憶する。

【0036】

基地局無線通信部214は、移動局110との例えば、TDMA/TDD方式やOFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access)方式等による無線通信を確立し、移動局110との通信状態に応じて、変調方式を適応的に変更する(適応変調)。また、基地局無線通信部214は、それぞれ移動局110からの信号を受信および送信する基地局受信部224および基地局送信部226として機能する。基地局受信部224は、さらにキャリアセンス部228を有し、キャリアセンス部228は、周囲に存在する1または複数の他の基地局をキャリアセンスする。基地局送信部226は、リスト生成部220によって生成されたモニタリストを管理装置150に送信する。

【0037】

基地局有線通信部216は、通信網130を介して中継サーバ140や管理装置150を含む様々なサーバと接続することができる。

【0038】

(管理装置150)

図3は、管理装置150の概略的な構成を示したブロック図である。管理装置150は、通信網130に接続される複数の基地局120を管理し、管理制御部310と、管理メモリ312と、管理有線通信部314とを含んで構成される。

【0039】

管理制御部310は、中央処理装置(CPU)を含む半導体集積回路により管理装置150全体を管理および制御する。管理メモリ312は、ROM、RAM、EEPROM、不揮発性RAM、フラッシュメモリ、HDD等で構成され、管理制御部310で処理されるプログラム等を記憶する。

【0040】

管理有線通信部314は、通信網130を介して基地局120と接続することができる

10

20

30

40

50

。また、管理有線通信部 3 1 4 は、複数の基地局 1 2 0 それぞれから送信されるモニタリストを受信する管理受信部 3 2 0 としても機能する。

【 0 0 4 1 】

また、上述した管理制御部 3 1 0 は、計算部 3 2 2、変位指令部 3 2 4、電力指令部 3 2 6 としても機能する。

【 0 0 4 2 】

計算部 3 2 2 は、管理受信部 3 2 0 を通じて受信されたモニタリストに基づいて、複数の基地局 1 2 0 それぞれのフレームタイミングを変位させるべき変位量を導出し、導出した変位量を複数の基地局 1 2 0 に反映した場合の複数の基地局間のフレームタイミングの差分を計算する。かかるモニタリストからの変位量の導出手順は後ほど詳述する。

10

【 0 0 4 3 】

上述したように、各基地局 1 2 0 におけるフレームタイミングが絶対時間に対して完全に同期されていたとしても、基地局間に距離がある限り、その距離に応じた伝播遅延が生じる。ここでは、複数の基地局間におけるフレームタイミングの差分を集計し、任意の基地局 1 2 0 のフレームタイミングを変位させることでその差分が改善するかどうか判断し、変位させることに妥当性を見出せば、任意の基地局 1 2 0 の本来あるべきフレームタイミングに拘わらず、そのフレームタイミングを変位させる。

【 0 0 4 4 】

かかる構成により、ガードインターバルで想定される距離以上離れた基地局 1 2 0 や、フレームタイミングが正常ではない基地局 1 2 0 が存在したとしても、その基地局 1 2 0 のフレームタイミングを変位させることで、周囲の基地局 1 2 0 を含む総合的に適切なフレームタイミングを形成することができ、シンボル間干渉を回避し、基地局 1 2 0 のパフォーマンスの向上を図ることが可能となる。

20

【 0 0 4 5 】

計算部 3 2 2 は、変位量の導出において、1 または複数の他の基地局 1 2 0 とのフレームタイミングの差分の分散が最小となる基地局を、フレームタイミングを変位させる対象とする。

【 0 0 4 6 】

例えば、任意の基地局 1 2 0 のフレームタイミングを早めるまたは遅延させる方向に変位させた場合に、フレームタイミングの差分が良好になる基地局群と、劣化する基地局群があると、フレームタイミングの変位はその妥当性に欠ける。従って、変位させる方向が一方に偏っている場合、即ちフレームタイミングの差分の分散が最小の場合等所定の条件を満たした基地局 1 2 0 をその変位対象とすることで、最小限の処理で基地局のパフォーマンスの向上を図ることが可能となる。

30

【 0 0 4 7 】

計算部 3 2 2 は、さらに、変位量の絶対値が所定値を超える基地局 1 2 0 を、フレームタイミングを変位させる対象とする。

【 0 0 4 8 】

計算部 3 2 2 の目的は、ガードインターバルによって吸収しきれない伝播遅延の是正である。従って、ガードインターバルによって許容できる範囲の変位量は敢えて反映する必要がなく、変位量の絶対値が所定値を超える（ガードインターバルを逸脱する）基地局 1 2 0 をその変位対象とすることで、最小限の処理で基地局のパフォーマンスの向上を図ることが可能となる。

40

【 0 0 4 9 】

計算部 3 2 2 は、さらに、フレームタイミングの差分を受信電界強度で重み付けして変位量を導出することもできる。

【 0 0 5 0 】

伝播遅延によるシンボル間干渉は、そのフレームタイミングの差と受信電界強度の大きさに依存する。従って、フレームタイミングの差分が大きかったとしても受信電界強度が小さければ他の基地局 1 2 0 への影響が少ないことになる。本実施形態では、受信電界強

50

度によってフレームタイミングに重み付けを行い、受信電界強度も考慮した妥当なフレームタイミングの変位量を導出することができる。

【 0 0 5 1 】

変位指令部 3 2 4 は、計算後の複数の基地局間のフレームタイミングの差分が計算前より改善していれば、対象となる基地局のフレームタイミングを導出した変位量分だけ変位させる。

【 0 0 5 2 】

電力指令部 3 2 6 は、変位指令部 3 2 4 によるフレームタイミングの変位が遂行困難であった場合に、対象となる基地局 1 2 0 の送信電力を低減させる。

【 0 0 5 3 】

任意の基地局 1 2 0 におけるフレームタイミングを無作為に変位させると、他の基地局 1 2 0 に影響が及んでしまう場合がある。このような状況下では、フレームタイミングを変位させることなく、一方の基地局 1 2 0 の送信電力を低減させることで他方の基地局 1 2 0 へのシンボル間干渉を低減することができる。

【 0 0 5 4 】

また、変位指令部 3 2 4 は、対象となる基地局 1 2 0 から、他の基地局 1 2 0 にて受信した電力が所定の電力より小さい場合に、フレームタイミングを変位させないとしてもよい。

【 0 0 5 5 】

本実施形態ではフレームタイミングを変位することを前提としているが、シンボル間干渉が生じない程度に電力が小さい場合、フレームタイミングを変位する必要がない。かかる構成により、不要なフレームタイミングの変位処理を削減し、電力やコストを低減することが可能となる。

【 0 0 5 6 】

(無線通信方法)

次に、上述した基地局 1 2 0 および管理装置 1 5 0 を用いてフレームタイミングを調整する無線通信方法を説明する。

【 0 0 5 7 】

図 4 は、無線通信方法の具体的な処理動作を示したフローチャートであり、図 5 は、当該無線通信方法が適用される複数の基地局 1 2 0 と管理装置 1 5 0 との配置例を示した説明図である。

【 0 0 5 8 】

複数の基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E は、それぞれ周囲に存在する他の基地局 1 2 0 をキャリアセンスし (S 4 0 0)、キャリアセンスした他の基地局それぞれにおける自局とのフレームタイミングの差分をリスト化してモニタリストを生成する (S 4 0 2)。

【 0 0 5 9 】

図 6 は、基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E それぞれにおけるモニタリストを示した説明図である。かかる基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E は、既に絶対時間上の正規タイミングと図 6 (a) に示す時間差があり、また、各基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E 間はそれぞれ図 6 (b) のような相対距離を有している。以上の条件を踏まえて各基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E における他の基地局からの送信信号の相対遅延量 (フレームタイミングの差分) を導出すると、図 6 (c) のようになる。かかるフレームタイミングの差分を含んだ情報をモニタリストとする。

【 0 0 6 0 】

基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E は、このように生成されたモニタリストを管理装置に送信し (S 4 0 4)、管理装置 1 5 0 は、基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E からのモニタリストを全て受信する (S 4 0 6)

【 0 0 6 1 】

続いて、管理装置 1 5 0 は、各基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E からのモニタリストに基づいて、複数の基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E それぞれのフレームタイミングを変位させるべき変位量、即ちフレームタイミングの差分の平均値を導出し (S 4 0 8)、さらにフレームタイミングの差分の分散を求め (S 4 1 0)、分散が最小の基地局を変位の対象とする (S 4 1 2)。

【 0 0 6 2 】

図 7 は、基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E それぞれのモニタリストの処理を説明するための説明図である。管理装置 1 5 0 の計算部 3 2 2 は、基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E の全てのフレームタイミングの差分を図 7 (a) のように集計する。そして、基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E 毎に、平均値 (図 7 (b)) と分散 (図 7 (c)) が求められる。かかる分散は、フレームタイミングの差分の二乗誤差 ($\sum (y - y_n)^2$) から $\sigma = \sqrt{(1/n \times \sum (y - y_n)^2)}$ の式を用いて生成する。

【 0 0 6 3 】

本実施形態では、導出された分散のうち、値が最も小さい基地局 1 2 0 E が対象として選択される。また、かかる基地局 1 2 0 E の平均値 (変位量) の絶対値 $9.74 \mu\text{sec}$ が、変位量の所定値、例えば、 $5 \mu\text{sec}$ を超えているので、基地局 1 2 0 の変位対象となる。

【 0 0 6 4 】

続いて、導出した変位量を複数の基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E に反映した場合の複数の基地局間のフレームタイミングの差分を計算する (S 4 1 4)。すると、図 7 (d) のようにフレームタイミングの差分が修正される。ここで、計算後の複数の基地局間のフレームタイミングの差分が計算前より改善しているか否か判断され (S 4 1 6)、改善が見込まれるようであれば、対象となる基地局 1 2 0 E のフレームタイミングを、導出した変位量分だけ変位させる (S 4 1 8)。また、フレームタイミングの変位によっては改善が困難と判断されると、対象となる基地局 1 2 0 E の送信電力を低減させる (S 4 2 0)。

【 0 0 6 5 】

図 5、6、7 では、基地局 1 2 0 E のみが他の基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D と離隔した例を示している。このような基地局 1 2 0 E は、例えば、当該無線通信システム 1 0 0 のサービスを開始する地域や僻地等に存在する。本実施形態においては、基地局 1 2 0 の正規のタイミングからはずれるものの、他の基地局 1 2 0 に影響しなければそのフレームタイミングを例えば $9.74 \mu\text{sec}$ 早める方向に調整する。

【 0 0 6 6 】

このとき、基地局 1 2 0 E 以外の基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D は、フレームタイミングの差分が改善するが、逆に基地局 1 2 0 E では、フレームタイミングの差分の絶対値が大きくなる。管理装置 1 5 0 の電力指令部 3 2 6 は、基地局 1 2 0 E 以外の基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D のうち、当該基地局 1 2 0 E に影響があると考えられる基地局、例えば基地局 1 2 0 C の送信電力を低減させる。

【 0 0 6 7 】

また、フレーム同期が完了した後、故障や不具合等によりフレームタイミングがずれてしまった基地局に対しても当該無線通信方法を適用することができる。

【 0 0 6 8 】

図 8 は、他の例における基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E それぞれにおけるモニタリストを示した説明図であり、図 9 は、基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E それぞれのモニタリストの処理を説明するための説明図である。例えば、図 5 のような基地局 1 2 0 の配置 (但し、基地局 1 2 0 E と他の基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D との相対距離は上述した例より短い。) において、図 8 (a)、(b) のような状況下では、各基地局 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、

10

20

30

40

50

120D、120Eにおける他の基地局からの送信信号の相対遅延量（フレームタイミングの差分）を示したモニタリストは、図8（c）のようになる。

【0069】

管理装置150の計算部322は、基地局120A、120B、120C、120D、120Eの全てのフレームタイミングの差分を図9（a）のように集計し、基地局120A、120B、120C、120D、120E毎に、平均値（図9（b））と分散（図9（c））が求められる。ここでは、導出された分散のうち、値が最も小さい基地局120Aが対象として選択される。

【0070】

計算部322は、このように導出した変位量 $9.05\mu\text{sec}$ を複数の基地局120A、120B、120C、120D、120Eに反映した場合の複数の基地局間のフレームタイミングの差分を計算する。すると、図9（d）のようにフレームタイミングの差分が修正され、計算後の複数の基地局間のフレームタイミングの差分が計算前より改善しているので、対象となる基地局120Eのフレームタイミングを、導出した変位量分だけ変位させる。

【0071】

以上説明したように、かかる無線通信方式においても、ガードインターバルで想定される距離以上離れた基地局120や、フレームタイミングが正常ではない基地局120があったとしても、フレームタイミングや送信電力を調整することで、シンボル間干渉を回避し、基地局120のパフォーマンスの向上を図ることが可能となる。

【0072】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0073】

なお、本明細書の無線通信方法における各工程は、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいはサブルーチンによる処理を含んでもよい。

【産業上の利用可能性】

【0074】

本発明は、基地局間のフレームタイミングを調整する無線通信システム、基地局、管理装置および無線通信方法に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】無線通信システムの概略的な接続関係を示した説明図である。

【図2】基地局の概略的な構成を示したブロック図である。

【図3】管理装置の概略的な構成を示したブロック図である。

【図4】無線通信方法の具体的な処理動作を示したフローチャートである。

【図5】無線通信方法が適用される複数の基地局と管理装置との配置例を示した説明図である。

【図6】基地局それぞれにおけるモニタリストを示した説明図である。

【図7】基地局それぞれのモニタリストの処理を説明するための説明図である。

【図8】他の例における基地局それぞれにおけるモニタリストを示した説明図である。

【図9】基地局それぞれのモニタリストの処理を説明するための説明図である。

【符号の説明】

【0076】

100 ... 無線通信システム
110 ... 移動局
120 ... 基地局

10

20

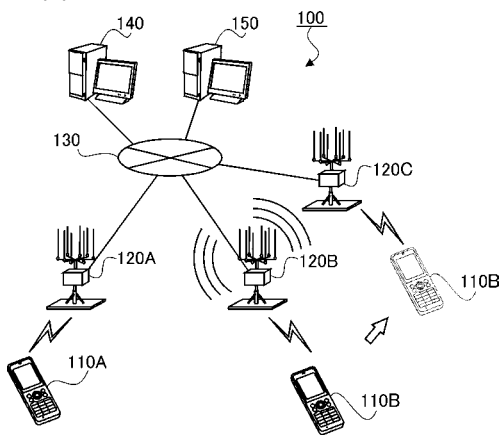
30

40

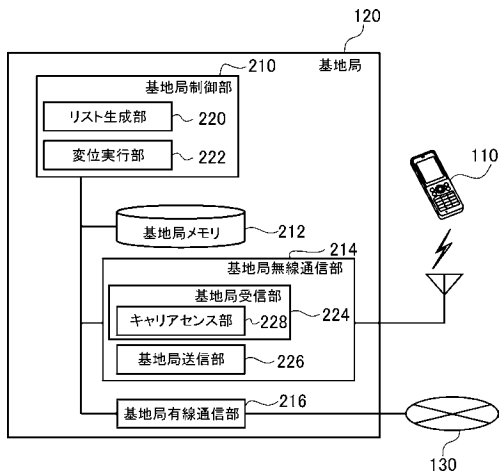
50

- 1 5 0 ... 管理装置
- 2 2 0 ... リスト生成部
- 2 2 2 ... 変位実行部
- 2 2 6 ... 基地局送信部
- 2 2 8 ... キャリアセンス部
- 3 2 0 ... 管理受信部
- 3 2 2 ... 計算部
- 3 2 4 ... 変位指令部
- 3 2 6 ... 電力指令部

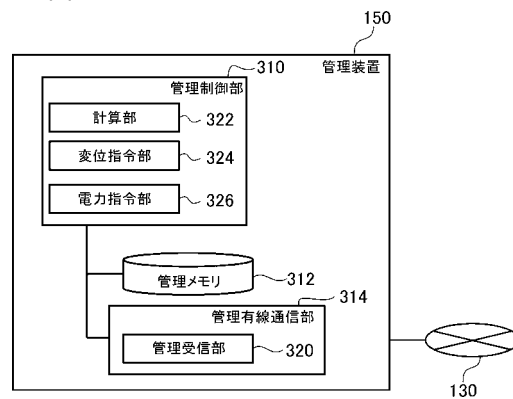
【図 1】



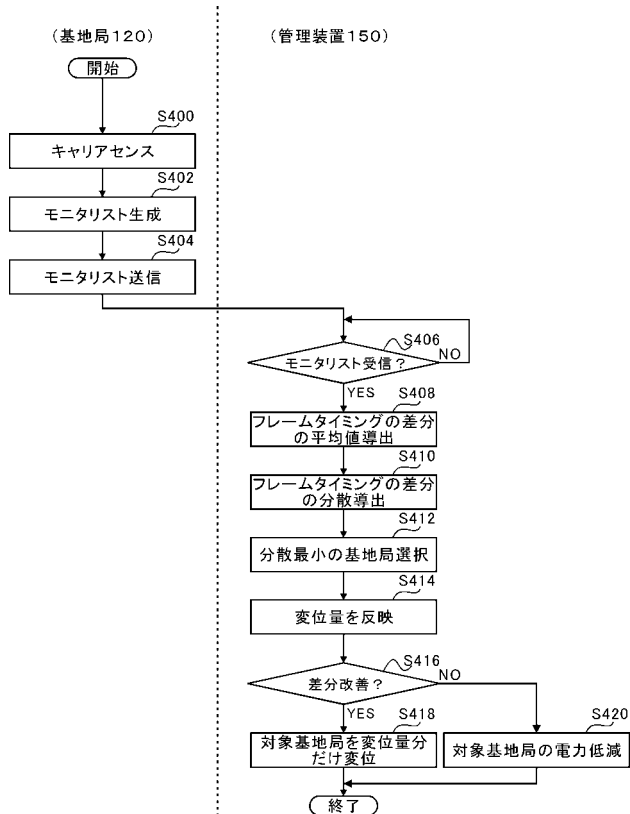
【図 2】



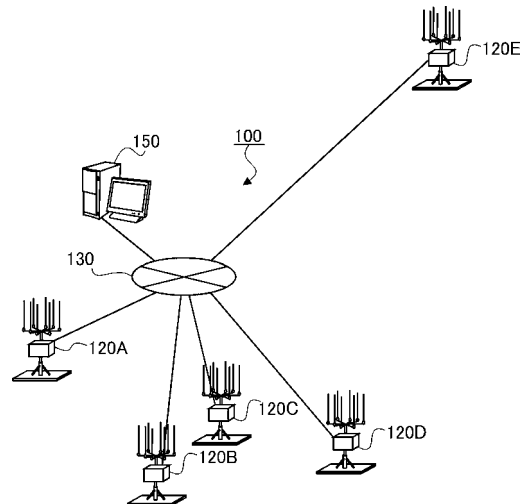
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

(a)

受信基地局	正規タイミングとの差[μsec]
120A	1.80
120B	1.10
120C	-1.00
120D	-1.20
120E	0.50

(b)

相対距離[m]		120A	120B	120C	120D	120E
送信	受信					
120A	120A	310	300	410	3010	
120B	120B	310	60	140	3058	
120C	120C	300	60	120	3000	
120D	120D	410	140	120	3000	
120E	120E	3010	3058	3000	3000	

【図 7】

(a)

フレームタイミングの差分[μsec]		120A	120B	120C	120D	120E
送信	受信					
120A	120A	-0.33	1.80	1.63	-8.74	
120B	120B	-1.73	1.90	1.83	-9.60	
120C	120C	-3.80	-2.30	-0.20	-11.51	
120D	120D	-4.37	-2.77	-0.60	-11.71	
120E	120E	-11.34	-10.80	-8.51	-8.31	

(b)

送信基地局	平均値[μsec]
120A	-1.41
120B	-1.90
120C	-4.45
120D	-4.86
120E	-9.74

(c)

送信基地局	分散[μsec]
120A	4.31
120B	4.68
120C	4.27
120D	4.17
120E	1.35

(c)

120A		120B	
送信基地局	相対遅延量[μsec]	送信基地局	相対遅延量[μsec]
-	-	120A	-0.33
120B	-1.73	-	-
120C	-3.80	120C	-2.30
120D	-4.37	120D	-2.77
120E	-11.34	120E	-10.80

120C		120D	
送信基地局	相対遅延量[μsec]	送信基地局	相対遅延量[μsec]
120A	1.80	120A	1.63
120B	1.90	120B	1.83
-	-	120C	-0.20
120D	-0.60	-	-
120E	-8.51	120E	-8.31

120E	
送信基地局	相対遅延量[μsec]
120A	-8.74
120B	-9.60
120C	-11.51
120D	-11.71
-	-

(d)

フレームタイミングの差分[μsec]		120A	120B	120C	120D	120E
送信	受信					
120A	120A	-0.33	1.80	1.63	-18.48	
120B	120B	-1.73	1.90	1.83	-19.34	
120C	120C	-3.80	-2.30	-0.20	-21.25	
120D	120D	-4.37	-2.77	-0.60	-21.45	
120E	120E	-1.60	-1.10	1.23	1.43	

【図 8】

(a)	受信基地局	正規タイミングとの差[μsec]
	120A	10.00
	120B	1.10
	120C	-1.00
	120D	-1.20
	120E	0.50

(b)	相対距離[m]					
	送信基地局	120A	120B	120C	120D	120E
	120A	—	310	300	410	305
	120B	310	—	60	140	360
	120C	300	60	—	120	300
	120D	410	140	120	—	310
	120E	305	360	300	310	—

【図 9】

(a)	フレームタイミングの差分[μsec]					
	送信基地局	120A	120B	120C	120D	120E
	120A	—	7.87	10.00	9.83	8.48
	120B	-9.93	—	1.90	1.83	-0.60
	120C	-12.00	-2.30	—	-0.20	-2.50
	120D	-12.57	-2.77	-0.60	—	-2.73
	120E	-10.52	-1.80	0.50	0.67	—

(c)	120A		120B	
	送信基地局	相対遅延量[μsec]	送信基地局	相対遅延量[μsec]
	—	—	120A	7.87
	120B	-9.93	—	—
	120C	-12.00	120C	-2.30
	120D	-12.57	120D	-2.77
	120E	-10.52	120E	-1.80

(c)	120C		120D	
	送信基地局	相対遅延量[μsec]	送信基地局	相対遅延量[μsec]
	120A	10.00	120A	9.83
	120B	1.90	120B	1.83
	—	—	120C	-0.20
	120D	-0.60	—	—
	120E	0.50	120E	0.67

(c)	120E	
	送信基地局	相対遅延量[μsec]
	120A	8.48
	120B	-0.60
	120C	-2.50
	120D	-2.73
	—	—

(b)	送信基地局	平均値[μsec]
	120A	9.05
	120B	-1.70
	120C	-4.25
	120D	-4.67
	120E	-2.79

(c)	送信基地局	分散[μsec]
	120A	0.90
	120B	4.86
	120C	4.56
	120D	4.65
	120E	4.57

(d)	フレームタイミングの差分[μsec]					
	送信基地局	120A	120B	120C	120D	120E
	120A	—	-1.18	0.95	0.78	-0.57
	120B	-0.88	—	1.90	1.83	-0.60
	120C	-2.95	-2.30	—	-0.20	-2.50
	120D	-3.52	-2.77	-0.60	—	-2.73
	120E	-1.47	-1.80	0.50	0.67	—