

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5872875号
(P5872875)

(45) 発行日 平成28年3月1日(2016.3.1)

(24) 登録日 平成28年1月22日(2016.1.22)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4J 99/00	(2009.01) HO4J 15/00
HO4B 7/08	(2006.01) HO4B 7/08
HO4W 24/10	(2009.01) HO4W 24/10
HO4W 52/38	(2009.01) HO4W 52/38

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2011-271917 (P2011-271917)
(22) 出願日	平成23年12月13日 (2011.12.13)
(65) 公開番号	特開2013-125979 (P2013-125979A)
(43) 公開日	平成25年6月24日 (2013.6.24)
審査請求日	平成26年8月8日 (2014.8.8)

(73) 特許権者	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
(72) 発明者	加納 淳 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
(72) 発明者	北原 美奈子 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
審査官	岡 裕之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】移動端末、無線通信システム、および無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基地局との間で送信出力制御を行う際にフィードバック信号を送信する移動端末において、

複数のアンテナと、

それぞれのアンテナからの受信信号をアンテナアレイ受信方式で得られた合成信号と既知信号とに基づいて受信品質を求める計算部と、

前記アンテナアレイ受信方式で用いられる受信信号の合成アルゴリズム毎にオフセット値を決定するオフセット値決定部と、

前記受信品質と前記決定されたオフセット値とに基づいてフィードバック情報を決定するフィードバック情報決定部とを備え、

前記フィードバック情報に基づいたフィードバック信号を前記基地局に送信することを特徴とする移動端末。

【請求項 2】

移動端末と基地局との間で送信出力制御を行う際にフィードバック信号を送信する無線通信システムにおいて、

前記移動端末は、

複数のアンテナと、

それぞれのアンテナからの受信信号をアンテナアレイ受信方式で得られた合成信号と既知信号とに基づいて受信品質を求める計算部と、

10

20

前記アンテナアレイ受信方式で用いられる受信信号の合成アルゴリズム毎にオフセット値を決定するオフセット値決定部と、

前記受信品質と前記決定されたオフセット値に基づいてフィードバック情報を決定するフィードバック情報決定部とを備え、

前記フィードバック情報に基づいたフィードバック信号を前記基地局に送信することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 3】

基地局との間で送信出力制御を行う際にフィードバック信号を送信する移動端末は、複数のアンテナからの受信信号をアンテナアレイ受信方式で得られた合成信号と既知信号に基づいて受信品質を求めるステップと、

前記アンテナアレイ受信方式で用いられる受信信号の合成アルゴリズム毎にオフセット値を決定するステップと、

前記受信品質と前記決定されたオフセット値に基づいてフィードバック情報を決定するステップと、

前記フィードバック情報に基づいたフィードバック信号を前記基地局に送信するステップと備えた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、送信出力制御を行う移動端末、無線通信システム、および無線通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

(適応型アンテナアレイ)

複数のアンテナ素子を持つ適応型のアンテナアレイは、典型的には基地局に実装される。アンテナアレイを基地局に実装すると、アップリンク受信波に含まれる干渉波を抑圧する事が可能であると共に、受信によるアンテナ重みを導く事により所望波の到来経路を推定する事が可能となる。

【0003】

また、適応アンテナアレイは推定する無線端末に対して S I N R が最大に、かつそれ以外では信号が抑圧されるよう送信アンテナ重みを設定する事により、通信品質を確保しながら、リンク容量を飛躍的に増大させる事ができる為、昨今研究が盛んになってきている。実際に運用されている例としては、" High Capacity-Spatial Division Multiple Access (HC-SDMA) WTSC- 2005-032(ATIS/ANSI) " に準拠する i B u r s t システム等がある。

【0004】

(T D M A - T D D とアンテナアレイ)

特に、T D M A - T D D 方式は無線端末から基地局へのアップリンク方向のチャネルと、基地局から無線端末へのダウンリンク方向のチャネルが、同一周波数を用いて行なわれる為、受信で得たアンテナウエイトを理論上送信に用いる事が可能となり、アンテナアレイ方式の性能向上が得られやすいという利点を持つ。つまり、T D M A - T D D 方式のアンテナアレイは、短期間ににおいては同一周波数帯において、任意の地点と他の任意の地点間の伝播経路において、伝達経路自体と伝播特性に連続性があると仮定し、アップリンクの受信で得た伝達経路に合致したアンテナ重畳係数をダウンリンク送信に利用可能であるとする。一般に、この仮定は推定に用いる受信信号と送信信号の間隔が短く、かつ無線端末の移動速度が遅い場合に十分な実用性を持つ。

【0005】

(アンテナ重みの取得方法)

複数のアンテナの受信信号からアンテナ毎の重みを導く簡単な方法として、最大比合成 (M R C) 法が知られている。最大比合成 (M R C) 法は、アンテナの各ブランチで受信する信号の位相を揃え、各受信信号のレベルに応じて各アンテナ毎の重みを導き、各受信

10

20

30

40

50

信号をアンテナ毎の重みに応じて合成する。複雑な演算が不要でかつ、ある程度の S / N 比向上が見込める為、頻繁に用いられる。

【 0 0 0 6 】

更に、受信信号における S / N 比を向上させる方法として、様々な方法が考案されている。例えばアンテナ重みをより精密に求める方法として、としては W i n n e r 解を用いる方法、特に W i n n e r 解を得る方法としてトレーニング信号（参照信号）と受信アンテナアレイからの受信信号との平均二乗誤差（ M S E : Mean Square Error ）を最小にする適応アルゴリズム（ M M S E 法）による逐次更新法が知られている。この適応アルゴリズムとしては L M S (Least Mean Square) アルゴリズムがよく用いられる。 M M S E 法は受信アンテナ数が少ない場合は少ないダイバーシティ利得しか得られないが、演算処理量を少なくする事ができるため良く用いられている。10

【 0 0 0 7 】

M M S E 法よりもスループット特性が優れている方法に、シリアルキャンセラ（ S I C : Successive Interface Canceller ）法や、最尤検出（ M L D : Maximum Likelihood Detection ）法等が考案され、実際に実用化されている。ただし、これらの方法は M M S E 法に比べ演算量が多い傾向があり、高速な演算装置が必要となる。

【 0 0 0 8 】

（端末における適応型アンテナアレイ）

上記に示すアンテナ重みを取得し、アンテナ毎の受信信号を合成し S / N 比を向上させる方法は、移動端末においても適用可能である。つまり、移動端末において受信に用いるアンテナを複数とし、アンテナ毎の受信信号から、アンテナ重みを取得し、受信信号を合成すると、単に 1 本のアンテナで受信する場合よりもより良い S / N 比の受信信号を得る事が期待できる。20

【 0 0 0 9 】

L M S アルゴリズム等でアンテナ毎の重みを導くには、受信信号に既知のトレーニング信号を付与する方法が知られている。これは一般に基地局と無線端末で共有する既知のトレーニング信号パターンを、送信側が送信信号の先頭もしくは末尾、もしくはその両方に付与して、受信側では既知のパターンをトレーニング信号として用いる方法がよく用いられる。

【 0 0 1 0 】

（端末からのフィードバック情報による基地局の送信出力制御）

一般に受信機が受信する信号レベルは送信機が送信する信号送信レベルや、伝搬経路の性質、送信機との距離等に依存する。他の条件が同じであるならば、また受信信号が飽和しないという条件で送信出力が強いほど、受信信号の信号 S / N 比は良くなる。一方、強い信号は隣接する周波数帯に影響を与える為、不要に送信信号が強くならないよう配慮を行う必要がある。特に O F D M 方式を採用する場合、サブキャリアは近い周波数にある為、きめ細かい出力制御が必要となる。（送信出力制御については特許文献 1 参照）30

【 0 0 1 1 】

送信出力制御の一つの方法として、相手側通信装置の受信品質情報のフィードバックにより、当該通信相手に必要にして十分な送信出力に制御する方法が知られている。基地局における送信出力制御は周波数と時間の組によりチャネルを複数移動端末に対して割り当てるスケジューリングの一環として行われるのが一般的で、隣接する周波数チャネルとの相互の影響を鑑みた、複数移動端末に対するスケジューリング方法は、「最大搬送波対干渉波比」タイプまたは「プロポーショナルフェアネス」タイプとすることができます。40

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 2 】

【 特許文献 1 】特開 2 0 1 1 - 1 3 5 4 7 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

50

【0013】

ところで、移動端末Aが最大比合成法を用い、移動端末Bが最尤検出法を用いた受信装置を用い、移動端末A、移動端末B、基地局は、送信出力制御を行って通信していたとする。この場合、移動端末Bは、移動端末Aより3dBの受信のS/Nが高い合成受信信号を得る事ができるものとする。

【0014】

移動端末Aも移動端末Bも受信品質情報としてS/N比情報を基地局にフィードバックし、基地局は、移動端末Aと移動端末Bそれぞれからの受信品質情報を比較する。しかし、基地局は、2つの移動端末の受信性能の差を判断しないので、移動端末Bへの送信信号が移動端末Aへの送信信号に比べて不要に高いと判断してしまう。この結果、基地局は、移動端末Bへの送信出力を下げるよう制御を行ってしまう。

10

【0015】

この結果、移動端末Bが合成する受信信号のS/Nは、移動端末Aの受信信号のS/Nと同レベルにまで劣化してしまう事になる。このように、コストをかけて受信性能を改善した移動端末Bは、コストをかけないで受信性能に妥協した移動端末Aと、同じ受信性能しか得る事ができない。

【0016】

更に、一般に受信機のフェージングへの耐性はアンテナ端での信号レベルが高い方がより安定的である場合が多いため、マルチバス環境下で移動を伴う場合は、移動端末Bは、より弱い受信電波になるよう基地局により制御されてしまう為、移動端末Aより不利となるケースが発生してしまう。

20

【0017】

移動端末により高度な適応型アンテナアレイ受信方式を適応しても、基地局が、送信出力制御によって移動端末の送信出力を下げた結果、適応型アンテナアレイ受信方式で改善したS/N比の分だけ基地局の受信品質が下がってしまうことがある。

【0018】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、適切な送信出力制御を行う、移動端末、無線通信システム、および無線通信方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

30

本発明の移動端末は、基地局との間で送信出力制御を行う際にフィードバック信号を送信する移動端末において、複数のアンテナと、それぞれのアンテナからの受信信号をアンテナアレイ受信方式で得られた合成信号と既知信号とに基づいて受信品質を求める計算部と、前記受信品質とオフセット値とに基づいてフィードバック情報を決定するフィードバック情報決定部とを備え、前記フィードバック情報に基づいたフィードバック信号を前記基地局に送信する構成を有する。

【0020】

また、本発明の移動端末は、前記受信品質に応じて前記オフセット値を決定するオフセット値決定部を備えた構成を有する。

【0021】

40

また、本発明の移動端末は、マルチアンテナ受信方式毎に前記オフセット値を決定するオフセット値決定部を備えた構成を有する。

【0022】

本発明の無線通信システムは、移動端末と基地局との間で送信出力制御を行う際にフィードバック信号を送信する無線通信システムにおいて、前記移動端末は、複数のアンテナと、それぞれのアンテナからの受信信号をアンテナアレイ受信方式で得られた合成信号と既知信号とに基づいて受信品質を求める計算部と、前記受信品質とオフセット値とに基づいてフィードバック情報を決定するフィードバック情報決定部とを備え、前記フィードバック情報に基づいたフィードバック信号を前記基地局に送信する構成を有する。

【0023】

50

本発明の無線通信方法は、基地局との間で送信出力制御を行う際にフィードバック信号を送信する移動端末は、複数のアンテナからの受信信号をアンテナアレイ受信方式で得られた合成信号と既知信号とに基づいて受信品質を求めるステップと、前記受信品質とオフセット値とに基づいてフィードバック情報を決定するステップと、前記フィードバック情報に基づいたフィードバック信号を前記基地局に送信するステップとを備える。

【発明の効果】

【0024】

本発明の移動端末、無線通信システム、および無線通信方法は、適切な送信出力制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0025】

【図1】本発明の実施形態に係る無線通信システムの構成図である。

【図2】TDD-OFDMA方式の通信フレームの構成図である。

【図3】本発明の実施形態に係る基地局の構成図である。

【図4】本発明の実施形態に係る移動端末(3アンテナ)の構成図である。

【図5】本発明の実施形態に係る移動端末(1アンテナ)の構成図である。

【図6】本発明の実施形態に係る無線通信システムの動作の一部を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

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。

20

【0027】

図1は、本発明の実施形態に係る無線通信システムの構成図である。図1に示すように、本無線通信システムは、移動端末1～4と基地局5によって構成されている。説明を簡略化する為に基地局5のアンテナは1本とする。移動端末1、移動端末2、及び移動端末4は、送信受信ともに1本のアンテナを兼用するものとし、移動端末3は受信には3本のアンテナを用い、送信には1本のアンテナを送受信に兼用するものとする。

【0028】

本無線通信システムは、アップリンク用期間、ダウンリンク用期間に区切られ、時分割多重方式とするTDD-OFDMA方式で無線通信されているものとする。また、基地局5と移動端末1～4のダウンリンクに用いられる通信方法は、サブキャリアを4つ持つとする。

30

【0029】

図2は、TDD-OFDMA方式の通信フレームの構成図である。

【0030】

ダウンリンクは20のサブフレームに区切られる。また、ダウンリンク期間の先頭に位置するサブフレームは、リファレンスシグナルシンボルが位置し、受信側ではこのシンボルの信号列が既知である。リファレンスシグナルシンボルでないシンボルはインフォーメーションシンボルであり、インフォーメーションシンボルは任意の情報を可搬である。

【0031】

アップリンクに用いられる通信方式はタイムスロットを4つ持つ。各スロットの先頭部分にリファレンスシグナルシンボルが位置する事とし、受信側ではこのシンボルの信号列が既知である。リファレンスシグナルシンボルでないシンボルはインフォーメーションシンボルであり、インフォーメーションシンボルは任意の情報を可搬である。

40

【0032】

説明を簡易にする為に、各サブキャリア及びスロットは、それぞれ予め定められている移動端末と基地局間の通信に用いられる前提とし、それぞれサブキャリア1/スロット1は移動端末1が、サブキャリア2/スロット2は移動端末2が、サブキャリア3/スロット3は移動端末3が、サブキャリア4/スロット4は移動端末4が割り当てられているものとする。

【0033】

50

基地局 5 から任意の移動端末に送信を行う場合は、移動端末との間で共有するダウンリンクリフレンスシグナルを一番目のサブフレームに載せるとともに、任意の情報を後続するサブフレームに載せて、サブキャリア毎の送信信号を作成する。これをサブキャリアの数分行う。すべてのサブキャリアの送信信号が得られた後、これを IFFT 変換し、RF 变調を行ったのちアンテナから送信を行う。

【 0 0 3 4 】

図 3 は、本発明の実施形態に係る基地局の構成図である。

【 0 0 3 5 】

ダウンリンクリフレンスシグナル付与部 502 それぞれには、サブキャリア（移動端末毎）に対応した入力信号 501 がそれぞれ入力され、一番目のサブフレームに載せるよう、各ダウンリンクリフレンスシグナル付与部 502 は、それぞれのダウンリンクリフレンスシグナルを付与する。

10

【 0 0 3 6 】

各チャネル符号化部 503 は、それぞれのサブキャリアの信号を符号化し、各送信信号增幅部は、送信出力決定部 514 で決定された送信出力に応じて、それぞれのサブキャリアの信号を增幅する。

【 0 0 3 7 】

多重化部 505 は、それぞれ増幅されたサブキャリアの信号を多重化し、IFFT 506 は、多重化された送信信号を逆フーリエ変換し、RF 变調部 507 は、逆フーリエ変換された送信信号を RF 变調してアンテナを介して送信する。

20

【 0 0 3 8 】

RF 復調部 508 は、受信信号を RF 復調し、タイミング分離部 509 は、復調した受信信号をスロット毎のタイミングに分離した信号を取り出し、各フィードバック信号復調部 511 は、各スロットからそれぞれのフィードバック信号を復調する。各チャネル復号部 512 は、各スロットの信号を出力信号 513 として復号する。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、本発明の実施形態に係る移動端末（3 アンテナ）の構成図である。なお、移動端末 3 は、MMS-E 法を用いたビームフォーミングマルチアンテナ受信方式を用いている。

【 0 0 4 0 】

30

各 RF 復調部 101 は、それぞれのアンテナで受信した受信信号を RF 復調し、各 FFT 部 102 は、RF 復調されたそれぞれの受信信号をそれぞれ FFT 変換し、各サブキャリア分離部 103 は、サブキャリアの受信信号を分離する。

【 0 0 4 1 】

アンテナ重み計算部 104 は、各サブキャリア分離部 103 のサブキャリアの受信信号に基づいて、例えば MMS-E 法を用いて、アンテナ毎のアンテナ重みを計算する。合成信号生成部 105 は、各サブキャリア分離部 103 のサブキャリアの受信信号と、アンテナ毎のアンテナ重みとに基づいて、サブキャリア毎の受信信号から合成信号を生成する。

【 0 0 4 2 】

40

リフレンスシグナル復調部 106 は、合成信号からダウンリンクのリフレンスシグナルを復調し、インフォーメーションシンボル復調部 107 は、合成信号からインフォーメーションシンボルを復調する。復調したものが受信情報 108 となる。

【 0 0 4 3 】

CNR 計算部 109 は、ダウンリンクのリフレンスシグナルと既知信号の比較を行い S/N 比の値として CNR (Carrier to Noise ratio) を求める。なお、ダウンリンクのリフレンスシグナルは基地局 5 と移動端末のフレーム同期にも用いられる。

【 0 0 4 4 】

フィードバック情報決定部 110 は、フィードバック信号に載せる受信品質情報を、CNR に対応したオフセット値として決定する。詳細には、CNR 値からオフセット値だけ低い値を受信品質情報をとする。なお、オフセット値決定部 120 については後述する。

50

【0045】

アップリンクリファレンスシグナル付与部112は、送信情報111に対してリファレンスシグナルとして既知信号を付与し、フィードバック信号付与部113は、前回の受信で得られたCNRを、フィードバック信号に載せる受信品質情報として付与する。

【0046】

チャネル符号化部114は、フィードバック信号とインフォーメーションシンボルを符号化し、RF変調部115は、符号化された送信信号をRF変調してアンテナを介して規定のタイムスロットのタイミングで送信する。

【0047】

図5は、本発明の実施形態に係る移動端末(1アンテナ)の構成図である。

10

【0048】

図5の移動端末1は、移動端末2、移動端末4と同様である。移動端末3との相違点は、アンテナの本数である。移動端末1、移動端末2、および移動端末4は、アンテナが1本しかないので、フィードバック情報決定部110は、オフセット値をゼロとする為、フィードバック情報決定部110から出力される値は、合成信号のCNR値と一致する。

【0049】

図6は、本発明の実施形態に係る無線通信システムの動作の一部を示した図である。

【0050】

移動端末3は、基地局5から送信された信号(ダウンリンク)を受信し、アンテナからの受信信号をアンテナアレイ受信方式で得られた合成信号と既知信号とに基づいて受信品質を求める(S1)。

20

【0051】

移動端末3は、アンテナが3本あるので、移動端末3のフィードバック情報決定部110は、MMS-E法によって得られると予測されるゲインをオフセット値として決定する(S2)。

【0052】

フィードバック情報決定部110は、計算されたCNR値からオフセット値分だけ低い値をフィードバック信号に載せる受信品質情報(フィードバック情報)として出力する(S3)。

【0053】

30

基地局5の送信出力決定部514は、タイムスロット毎に対応する4つのフィードバック信号に含まれる受信品質情報の比較を行い、次回のサブキャリア毎の送信信号レベルを決定する。その際、送信出力決定部514は、他に比べて受信品質が良い場合は送信レベルを下げ、受信品質が悪い場合は上限に達していない場合は増加させるよう制御を行い、全体のバランスを調整する。

【0054】

以上のように、基地局5は、移動端末3からのフィードバック信号を受信性能の向上分に合わせた分、送信出力を低く抑える事が無い為、移動端末3は受信性能に合わせた性能を発揮する事が可能となる。

【0055】

40

ところで、移動端末3において、CNR値がある程度高い場合は基地局5にフィードバックする受信品質情報を受信性能の向上分、低く報告する事は、基地局5の送信出力を予想外に低くされる事が無いため、受信性能の向上分をマージンとして確保する事が可能となるが、CNR値が低くなるにつれて、基地局5にフィードバックする受信品質情報を受信性能の向上分、低く報告する事は、基地局5が通信不能であると判断してしまう事になりカバレージの増加に寄与できない。

【0056】

そこで、オフセット値決定部120は、CNR値に応じたオフセット値を多段階に用意する事で、高いCNR値の場合はオフセット値を高めに設定し、CNR値が低い場合はオフセット値を低めに設定し、更にCNR値が低い場合はオフセット値をゼロとする事によ

50

り、CNRが高い場合は受信性能の向上分を受信マージンに振り分ける。

【0057】

CNR値が低い場合は受信性能に即した受信品質情報を基地局5にフィードバックする事により、基地局5と移動端末の距離が離れていても受信性能の向上分によりカバレッジを増加させる事ができる。

【0058】

上記例では移動端末1、移動端末2、および移動端末4がアンテナ1本構成で、移動端末3は、MMS-E法を用いたビームフォーミングマルチアンテナ受信方式を用いているが移動端末1、移動端末2、および移動端末4がビームフォーミングマルチアンテナ受信方式を用いている構成で、最大比合成法、MMS-E法、SIC法、MLD法等異なるビームフォーミング方式を採用している場合でも本発明は適応可能である。 10

【0059】

つまり、上記CNR毎のオフセット値決定部120は、ビームフォーミングマルチアンテナ受信方式毎に、期待される受信性能向上の度合いに合わせてオフセット値を変更する事により、受信性能の向上に合わせた、受信マージン、カバレッジを確保する事ができる。

【符号の説明】

【0060】

1 ~ 4 移動端末

5 基地局

101 各RF復調部

102 各FFT部

103 各サブキャリア分離部

104 アンテナ重み計算部

105 合成信号生成部

106 リファレンスシグナル復調部

107 インフォーメーションシンボル復調部

108 受信情報

109 CNR計算部

110 フィードバック情報決定部

111 送信情報

112 アップリンクリファレンスシグナル付与部

113 フィードバック信号付与部

114 チャネル符号化部

115 RF変調部

120 オフセット値決定部

501 入力信号

502 ダウンリンクリファレンスシグナル付与部

502 各ダウンリンクリファレンスシグナル付与部

503 各チャネル符号化部

505 多重化部

506 IFFT

507 RF変調部

508 RF復調部

509 タイミング分離部

511 各フィードバック信号復調部

512 各チャネル復号部

513 出力信号

514 送信出力決定部

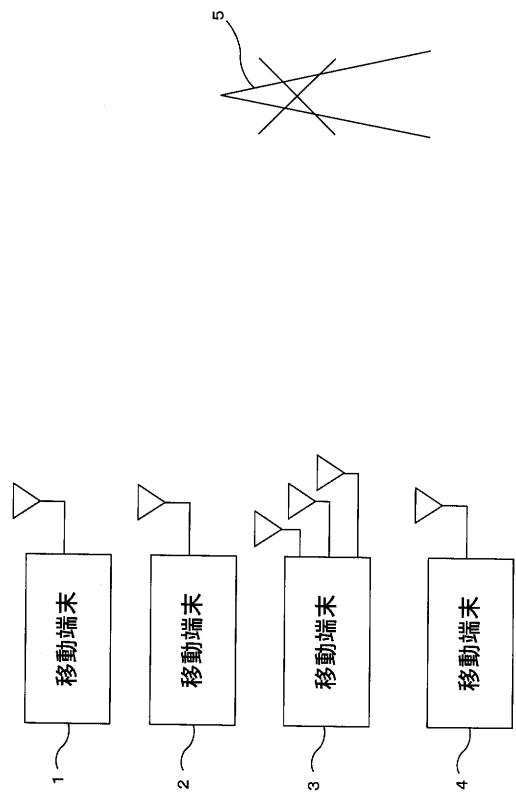
10

20

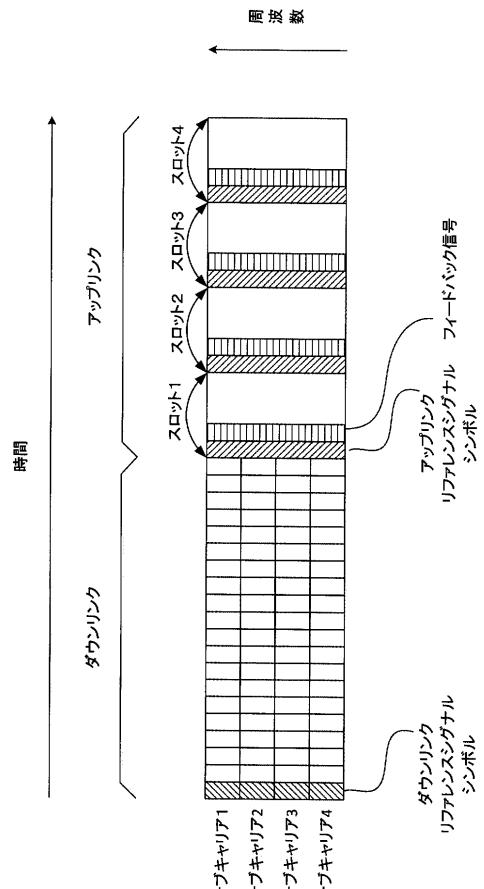
30

40

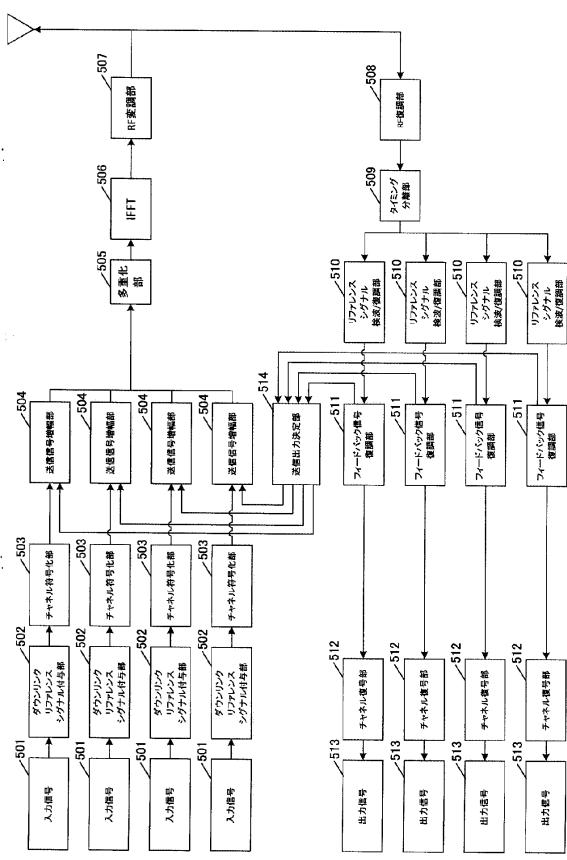
【図1】



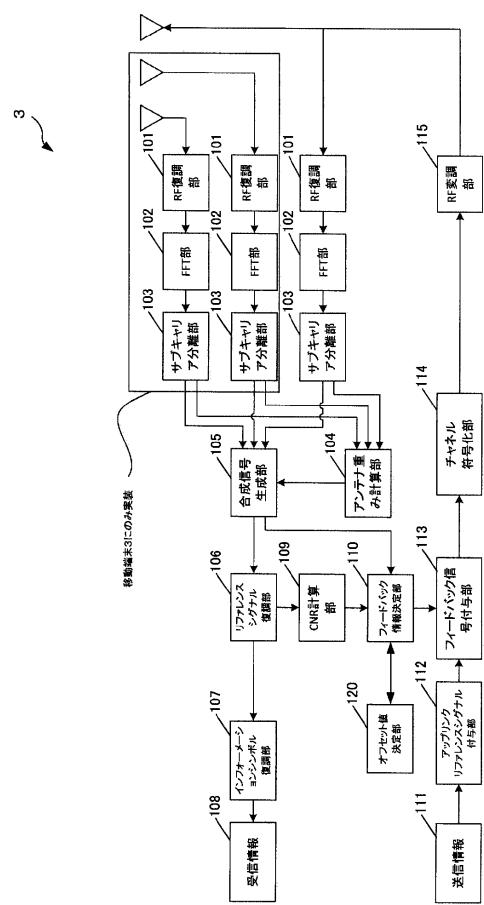
【図2】



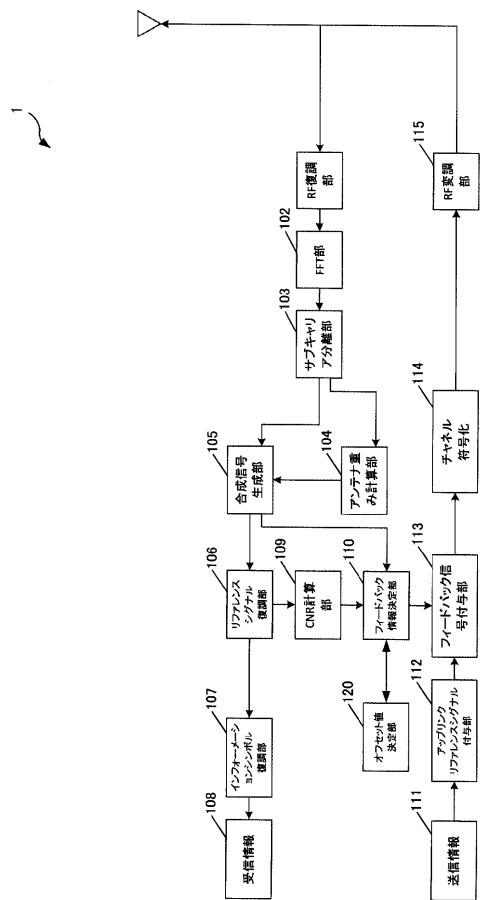
【図3】



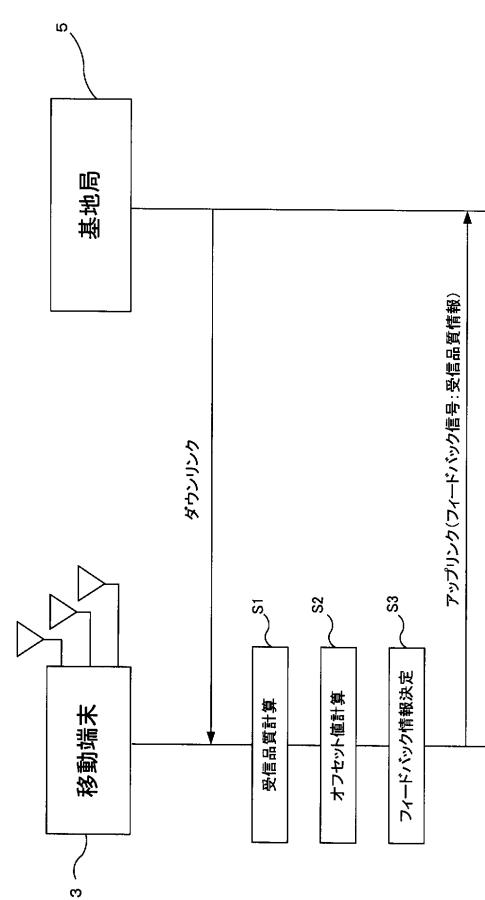
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-017316(JP, A)
特許第4541414(JP, B2)
特開2010-171734(JP, A)
米国特許出願公開第2008/0132281(US, A1)
NEC Group, CQI-RS for LTE-Advanced, 3GPP TSG-RAN WG1#56b R1-091221, 2009年
3月27日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 J 99/00
H 04 B 7/08
H 04 W 24/10
H 04 W 52/38
I E E E X p l o r e
C i N i i
3 G P P T S G R A N W G 1 - 4
S A W G 1 - 2
C T W G 1