(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2012-114861
(P2012-114861A)
(43)公開日　平成24年6月14日(2012.6.14)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04W 52/18	(2009.01)	H04Q	7/00	437	5K011
H04W 92/20	(2009.01)	H04Q	7/00	692	5K060
H04B 1/04	(2006.01)	H04B	1/04	E	5K067
H04B 1/40	(2006.01)	H04B	1/40		

審査請求 未請求　請求項の数 15　ＯＬ　（全 26 頁）

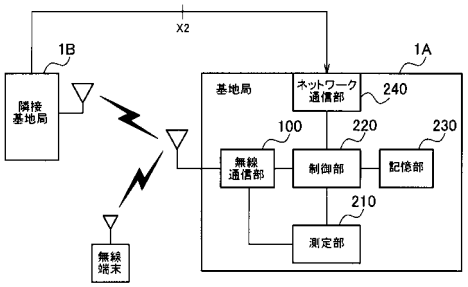
(21)出願番号　特願2010-264382 (P2010-264382)
(22)出願日　平成22年11月26日 (2010.11.26)

(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　110001106
キュリーズ特許業務法人
(72)発明者　三浦　孝則
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)　5K011 DA26 EA03 FA10 JA01 KA04 KA13 LA02
5K060 BB05 CC12 DD04 LL01 PP03
5K067 AA13 DD11 EE10 FF16 GG08 LL05

(54)【発明の名称】基地局及び通信制御方法

(57)【要約】
【課題】移動通信システムのサービス品質を向上させることができるようにする。
【解決手段】一実施例に係る基地局１Ａは、無線通信を行うように構成された無線通信部１００と、隣接基地局の通信状態に関する制御情報を、Ｘ２インターフェイスを用いた基地局間通信により隣接基地局１Ｂから受信するネットワーク通信部２４０と、無線通信部１００が隣接基地局１Ｂから受信した無線信号に対する測定を行う測定部２１０と、ネットワーク通信部２４０が基地局間通信により受信した制御情報と測定部２１０による測定の結果とを併用して自局の送信パラメータを制御する制御部２２０とを有する。
【選択図】図９



【特許請求の範囲】
【請求項１】
無線通信を行うように構成された無線通信部と、
他の基地局の通信状態に関する制御情報を、基地局間通信により前記他の基地局から受信するネットワーク通信部と、
前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号に対する測定を行う測定部と、
前記ネットワーク通信部が前記基地局間通信により受信した前記制御情報と、前記測定部による前記測定の結果とを併用して、前記無線通信部のパラメータを制御する制御部と、
を備える基地局。
【請求項２】
前記ネットワーク通信部は、前記他の基地局に設定されている送信電力レベルを示す情報を前記制御情報として受信し、
前記測定部は、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号の受信電力レベル及び受信品質レベルを測定し、
前記制御部は、
前記測定部が測定した受信電力レベルから前記他の基地局の送信電力レベルを推定し、
前記測定部によって測定された受信品質レベルと、前記推定した送信電力レベルと、前記制御情報によって示される送信電力レベルとに基づいて前記パラメータを制御する、請求項１に記載の基地局。
【請求項３】
前記制御部は、前記制御情報によって示される送信電力レベルが前記推定した送信電力レベルを上回り、且つ、前記測定部によって測定された受信品質レベルが所定レベルよりも劣化している場合に、自局の通信エリア範囲を拡大するように前記パラメータを制御する、請求項２に記載の基地局。
【請求項４】
前記ネットワーク通信部は、前記他の基地局に設定されている送信電力レベルを示す情報を前記制御情報として受信し、
前記測定部は、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号の受信電力レベルを測定し、
前記制御部は、
前記測定部が測定した受信電力レベルから前記他の基地局の送信電力レベルを推定し、
前記推定した送信電力レベルと、前記制御情報によって示される送信電力レベルとを比較した結果に応じて、前記パラメータとしての送信電力レベルを制御する、請求項１に記載の基地局。
【請求項５】
前記制御部は、前記推定した送信電力レベルが前記制御情報によって示される送信電力レベルを下回り、且つ、前記推定した送信電力レベルと前記制御情報によって示される送信電力レベルとの差分が閾値を上回る場合に、前記パラメータとしての送信電力レベルを上昇させるように前記無線通信部を制御する、請求項４に記載の基地局。
【請求項６】
前記ネットワーク通信部は、前記他の基地局の下りリンクの干渉レベルを示す情報を前記制御情報として受信し、
前記測定部は、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号の受信品質レベルを測定し、
前記制御部は、前記制御情報と、前記測定部によって測定された受信品質レベルとに基づいて、前記パラメータとしてのアンテナチルト角を制御する、請求項１に記載の基地局。
【請求項７】
前記制御部は、前記制御情報によって示される干渉レベルが所定レベルを上回り、且つ

、前記測定部が測定した受信品質レベルが閾値よりも劣化している場合に、前記パラメータとしてのアンテナチルト角を大きくするように前記無線通信部を制御する、請求項６に記載の基地局。
【請求項８】
前記制御部は、前記パラメータとしてのアンテナチルト角を大きくした後、前記ネットワーク通信部が前記他の基地局から受信した新たな制御情報によって示される干渉レベルが所定レベルを下回らない場合に、前記パラメータとしての送信電力レベルを低下させるように前記無線通信部を制御する、請求項７に記載の基地局。
【請求項９】
前記ネットワーク通信部は、前記他の基地局の負荷レベルを示す情報を前記制御情報として受信し、
前記測定部は、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号の受信電力レベルを測定し、
前記制御部は、
前記測定部が測定した受信電力レベルから前記他の基地局の送信電力レベルを推定し、
前記負荷情報と前記推定した送信電力レベルとに基づいて、前記パラメータとしての送信電力レベルを制御する、請求項１に記載の基地局。
【請求項１０】
前記制御部は、前記負荷情報によって示される負荷レベルが所定レベルを上回り、且つ、前記推定した送信電力レベルが所定レベルを下回る場合に、前記パラメータとしての送信電力レベルを上昇させるように前記無線通信部を制御する、請求項９に記載の基地局。
【請求項１１】
前記制御部は、
前記負荷情報によって示される負荷レベルが所定レベルを上回り、且つ、前記送信電力情報によって示される送信電力レベル及び前記推定した送信電力レベルの何れも所定レベルを上回る場合に、前記他の基地局に対して送信電力レベルの低下を要求するように前記ネットワーク通信部を制御し、
前記他の基地局に対して送信電力レベルの低下を要求した後、前記パラメータとしての送信電力レベルを上昇させるように前記無線通信部を制御する、請求項９又は１０に記載の基地局。
【請求項１２】
前記ネットワーク通信部は、前記他の基地局の使用アンテナ数を示す情報を前記制御情報として受信し、
前記測定部は、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号に含まれるデータの伝送速度を測定し、
前記制御部は、前記制御情報によって示されるアンテナ数と、前記測定部によって測定された伝送速度とに基づいて、前記パラメータとしての送信電力レベルを制御する、請求項１に記載の基地局。
【請求項１３】
前記制御部は、前記制御情報によって示されるアンテナ数が所定数を上回り、且つ、前記測定部によって測定された伝送速度が所定速度を下回る場合に、前記パラメータとしての送信電力レベルを上昇させるように前記無線通信部を制御する、請求項１２に記載の基地局。
【請求項１４】
前記制御部は、前記パラメータとしての送信電力レベルを上昇させるとともに、前記パラメータとしての使用アンテナ数を増加させるように前記無線通信部を制御する、請求項１３に記載の基地局。
【請求項１５】
第１の基地局が、第２の基地局の通信状態に関する制御情報を、基地局間通信により前記第２の基地局から受信するステップと、

前記第１の基地局が、前記第２の基地局から受信した無線信号に対する測定を行うステップと、

前記第１の基地局が、前記受信するステップで受信した前記制御情報と、前記測定を行うステップでの前記測定の結果とを併用して、自局の無線通信パラメータを制御するステップと、

を含む通信制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、他の基地局との基地局間通信を行うことができる基地局及び通信制御方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

移動通信システムの標準化団体である３ＧＰＰ（3rd Generation Partnership Project）で仕様が策定されているＬＴＥ（Long Term Evolution）では、隣接する基地局間にＸ２インタフェースと称されるコネクションを設定し、当該Ｘ２インタフェースを介して基地局間通信を行うことが可能である。Ｘ２インタフェースを用いることで、基地局の通信状態に関する制御情報を基地局間で送受信し、基地局の無線通信パラメータを制御することができるため、移動通信システムのサービス品質の向上を図ることができる。

【０００３】

Ｘ２インタフェースの利用例としては、Ｘ２インタフェースを介して干渉情報を送受信し、当該干渉情報に基づいて時間周波数リソース（リソースブロックと称される）のスケジューリングや送信電力制御を行うことにより、基地局間の干渉を制御する方法がある。このような方法はＩＣＩＣ（Inter-Cell Interference Coordination）と称される。非特許文献１に示されるように、干渉情報は、下りリンクの送信電力レベルが閾値よりも高いか低いかをリソースブロック毎に示すＲＮＴＰ（Relative Narrowband Tx Power）や、上りリンクの干渉レベルをリソースブロック毎に示すＯＩ（Overload Indicator）等を含む。

【０００４】

Ｘ２インタフェースの他の利用例としては、Ｘ２インタフェースを介して負荷情報を送受信し、当該負荷情報に基づいて基地局の通信エリア範囲（すなわちカバレッジ）を調整することによって、基地局間で負荷分散を図る方法がある。このような方法は、ＭＬＢ（Mobility Load Balancing）と称され、自律的なパラメータ調整を図るＳＯＮ（Self Organizing Network）技術の一つである。非特許文献１に示されるように、負荷情報は、リソースブロックの使用数を示すRadio Resource Statusや、基地局のハードウェア負荷を示すHardware Load Indicator等を含む。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【０００５】

【非特許文献１】３ＧＰＰ ＴＳ３６．４２３ “Ｘ２ ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ ｐｒｏｔｏｃｏｌ （Ｘ２ＡＰ）”

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

Ｘ２インタフェースを用いた通信制御方法には、次のような問題がある。具体的には、一の基地局が他の基地局からＸ２インタフェースを介して受信した制御情報（干渉情報や負荷情報）は、当該他の基地局での設定値あるいは測定値であるが、当該他の基地局の故障等に起因して当該制御情報に誤差が含まれていたり、当該一の基地局近傍の伝搬環境を十分に反映していなかったりすることがある。

【０００７】

従って、当該一の基地局が、そのような制御情報に基づいて自局の無線通信パラメータを制御する結果、基地局間干渉をさらに悪化させたり、基地局間の負荷をさらに偏らせる可能性がある。このように、Ｘ２インタフェースを用いた通信制御方法には、移動通信システムのサービス品質を却って低下させる虞があった。

【０００８】

そこで、本発明は、移動通信システムのサービス品質を向上させることができる基地局及び通信制御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】

【０００９】

上述した課題を解決するために、本発明は以下のような特徴を有している。まず、本発明に係る基地局の特徴は、無線通信を行うように構成された無線通信部（無線通信部１００）と、他の基地局（隣接基地局１Ｂ）の通信状態に関する制御情報を、基地局間通信により前記他の基地局から受信するネットワーク通信部（ネットワーク通信部２４０）と、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号に対する測定を行う測定部（測定部２１０）と、前記ネットワーク通信部が前記基地局間通信により受信した前記制御情報と、前記測定部による前記測定の結果とを併用して、前記無線通信部のパラメータを制御する制御部（制御部２２０）と、を備えることを要旨とする。

【００１０】

このような特徴によれば、基地局は、基地局間通信により他の基地局から受信した制御情報だけでなく、当該他の基地局から受信した無線信号に対する測定の結果も用いて、無線通信部のパラメータ（無線通信パラメータ）を制御する。このような無線信号に対する測定の結果も用いることで、制御情報のみに基づくパラメータ制御よりも良好なパラメータ制御が可能となり、移動通信システムのサービス品質を向上させることができる。

【００１１】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記ネットワーク通信部は、前記他の基地局に設定されている送信電力レベルを示す情報を前記制御情報として受信し、前記測定部は、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号の受信電力レベル及び受信品質レベルを測定し、前記制御部は、前記測定部が測定した受信電力レベルから前記他の基地局の送信電力レベルを推定し、前記測定部によって測定された受信品質レベルと、前記推定した送信電力レベルと、前記制御情報によって示される送信電力レベルとに基づいて前記パラメータを制御することを要旨とする。

【００１２】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記制御部は、前記制御情報によって示される送信電力レベルが前記推定した送信電力レベルを上回り、且つ、前記測定部によって測定された受信品質レベルが所定レベルよりも劣化している場合に、自局の通信エリア範囲を拡大するように前記パラメータを制御することを要旨とする。

【００１３】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記ネットワーク通信部は、前記他の基地局に設定されている送信電力レベルを示す情報を前記制御情報として受信し、前記測定部は、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号の受信電力レベルを測定し、前記制御部は、前記測定部が測定した受信電力レベルから前記他の基地局の送信電力レベルを推定し、前記推定した送信電力レベルと、前記制御情報によって示される送信電力レベルとを比較した結果に応じて、前記パラメータとしての送信電力レベルを制御することを要旨とする。

【００１４】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記制御部は、前記推定した送信電力レベルが前記制御情報によって示される送信電力レベルを下回り、且つ、前記推定した送信電力レベルと前記制御情報によって示される送信電力レベルとの差分が閾値を上回る場合に、前記パラメータとしての送信電力レベルを上昇させるように前

記無線通信部を制御することを要旨とする。

【００１５】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記ネットワーク通信部は、前記他の基地局の下りリンクの干渉レベルを示す情報を前記制御情報として受信し、前記測定部は、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号の受信品質レベルを測定し、前記制御部は、前記制御情報と、前記測定部によって測定された受信品質レベルとに基づいて、前記パラメータとしてのアンテナチルト角を制御することを要旨とする。

【００１６】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記制御部は、前記制御情報によって示される干渉レベルが所定レベルを上回り、且つ、前記測定部が測定した受信品質レベルが閾値よりも劣化している場合に、前記パラメータとしてのアンテナチルト角を大きくするように前記無線通信部を制御することを要旨とする。

【００１７】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記制御部は、前記パラメータとしてのアンテナチルト角を大きくした後、前記ネットワーク通信部が前記他の基地局から受信した新たな制御情報によって示される干渉レベルが所定レベルを下回らない場合に、前記パラメータとしての送信電力レベルを低下させるように前記無線通信部を制御することを要旨とする。

【００１８】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記ネットワーク通信部は、前記他の基地局の負荷レベルを示す情報を前記制御情報として受信し、前記測定部は、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号の受信電力レベルを測定し、前記制御部は、前記測定部が測定した受信電力レベルから前記他の基地局の送信電力レベルを推定し、前記負荷情報と前記推定した送信電力レベルとに基づいて、前記パラメータとしての送信電力レベルを制御することを要旨とする。

【００１９】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記制御部は、前記負荷情報によって示される負荷レベルが所定レベルを上回り、且つ、前記推定した送信電力レベルが所定レベルを下回る場合に、前記パラメータとしての送信電力レベルを上昇させるように前記無線通信部を制御することを要旨とする。

【００２０】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記制御部は、前記負荷情報によって示される負荷レベルが所定レベルを上回り、且つ、前記送信電力情報によって示される送信電力レベル及び前記推定した送信電力レベルの何れも所定レベルを上回る場合に、前記他の基地局に対して送信電力レベルの低下を要求するように前記ネットワーク通信部を制御し、前記他の基地局に対して送信電力レベルの低下を要求した後、前記パラメータとしての送信電力レベルを上昇させるように前記無線通信部を制御することを要旨とする。

【００２１】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記ネットワーク通信部は、前記他の基地局の使用アンテナ数を示す情報を前記制御情報として受信し、前記測定部は、前記無線通信部が前記他の基地局から受信した無線信号に含まれるデータの伝送速度を測定し、前記制御部は、前記制御情報によって示されるアンテナ数と、前記測定部によって測定された伝送速度とに基づいて、前記パラメータとしての送信電力レベルを制御することを要旨とする。

【００２２】

本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記制御部は、前記制御情報によって示されるアンテナ数が所定数を上回り、且つ、前記測定部によって測定された伝送速度が所定速度を下回る場合に、前記パラメータとしての送信電力レベルを

上昇させるように前記無線通信部を制御することを要旨とする。
【００２３】
本発明に係る基地局の他の特徴は、上記特徴に係る基地局において、前記制御部は、前記パラメータとしての送信電力レベルを上昇させるとともに、前記パラメータとしての使用アンテナ数を増加させるように前記無線通信部を制御することを要旨とする。
【００２４】
本発明に係る通信制御方法の特徴は、上記特徴に係る基地局において、第１の基地局（基地局１Ａ）が、第２の基地局（基地局１Ｂ）の通信状態に関する制御情報を、基地局間通信により前記第２の基地局から受信するステップと、前記第１の基地局が、前記第２の基地局から受信した無線信号に対する測定を行うステップと、前記第１の基地局が、前記受信するステップで受信した前記制御情報と、前記測定を行うステップでの前記測定の結果とを併用して、自局の無線通信パラメータを制御するステップと、を含むことを要旨とする。
【発明の効果】
【００２５】
本発明によれば、移動通信システムのサービス品質を向上させることができる基地局及び通信制御方法を提供できる。
【図面の簡単な説明】
【００２６】
【図１】本発明の実施形態に係る無線通信システムの概略構成図である。
【図２】本発明の実施形態に係る基地局の構成を示すブロック図である。
【図３】ＥＶＭを説明するための図である。
【図４】本発明の実施形態に係る周波数変換部の構成を示すブロック図である。
【図５】本発明の実施形態に係る取得部の構成を示すブロック図である。
【図６】ＯＦＤＭＡ方式及びＳＣ－ＦＤＭＡ方式のそれぞれの信号処理を比較して説明するための図である。
【図７】本発明の実施形態に係る基地局の制御例を示すフローチャートである。
【図８】伝搬損失モデルを示す図である。
【図９】本発明の実施例１～３に係る通信制御方法を説明するための概略システム構成図である。
【図１０】アンテナチルト角を説明するための図である。
【図１１】本発明の実施例１に係る通信制御方法を説明するためのフローチャートである。
【図１２】本発明の実施例２に係る通信制御方法を説明するためのフローチャートである。
【図１３】本発明の実施例３に係る通信制御方法を説明するためのフローチャートである。
【図１４】本発明の実施形態の変形例１に係る周波数変換部の構成を示すブロック図である。
【図１５】本発明の実施形態の変形例２に係る取得部の構成を示すブロック図である。
【図１６】本発明の実施形態の変形例３に係る基地局の構成を示すブロック図である。
【図１７】本発明の実施形態の変形例４に係る基地局の構成を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００２７】
図面を参照して、本発明の基地局の実施形態を説明する。具体的には、（１）無線通信システムの概要、（２）基地局の構成、（３）基地局の制御例、（４）実施形態の作用・効果、（５）実施例、（６）その他の実施形態について説明する。以下の実施形態における図面において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付す。
【００２８】
（１）無線通信システムの概要

図１は、本実施形態に係る無線通信システム１０の概略構成図である。無線通信システム１０は、例えば、第３．９世代（３．９G）携帯電話システムであるLTE Release 9に基づく構成、または、第４世代（４Ｇ）携帯電話システムとして位置づけられているLTE-Advancedに基づく構成を有する。

【００２９】

図１に示すように、無線通信システム１０は、上りリンク（以下、ＵＬ）にＳＣ－ＦＤＭＡ方式が適用され、且つ下りリンク（以下、ＤＬ）にＯＦＤＭＡ方式が適用される。ＯＦＤＭＡは、マルチパス干渉に対する耐性が高く、かつサブキャリア数を変更することで広範囲な周波数帯域幅に柔軟に対応ができる。ＳＣ－ＦＤＭＡは、無線端末２のピーク電力対平均電力比（ＰＡＰＲ）の低減により低消費電力化が実現でき、かつ、ユーザ間の信号の直交化により干渉低減が図れる。

【００３０】

無線通信システム１０は、複信方式としてＦＤＤ方式が適用されている。すなわち、ＵＬとＤＬとで周波数帯が異なる。上りリンクで使用可能な周波数帯を「上り周波数帯」と称し、下りリンクで使用可能な周波数帯を「下り周波数帯」と称する。上り周波数帯と下り周波数帯とは、ある程度の周波数間隔をおいて設けられる。

【００３１】

無線通信システム１０には、ＳＯＮが適用されている。本実施形態では、各基地局１が他の基地局１からの無線信号に対する測定を行うことでＳＯＮを実現する。

【００３２】

各基地局１は、有線通信網であるコアネットワークに接続されている。コアネットワークは通信事業者によって提供され、ルータ等により構成される。各基地局１は、コアネットワークに設定されるコネクションであるＸ２インタフェースを介して直接的に基地局通信を行うことができる。

【００３３】

（２）基地局の構成

次に、基地局１の構成を説明する。図２は、基地局１の構成を示すブロック図である。

【００３４】

図２に示すように、基地局１は、無線通信部１００と、測定部２１０と、制御部２２０と、記憶部２３０と、ネットワーク通信部２４０とを有する。

【００３５】

基地局１の受信系は、アンテナ１１０と、アンテナ１１０の出力が入力される周波数変換部１２０と、周波数変換部１２０の出力が入力されるデュプレクサ１３０と、デュプレクサ１３０の出力が入力される受信部１４０と、受信部１４０の出力が入力されるＯＦＤＭ復調部１５０と、ＯＦＤＭ復調部１５０の出力が入力される取得部１６０と、取得部１６０の出力が入力されるフレーム処理部１７０とを有する。

【００３６】

基地局１の送信系は、送信部１８０と、送信部１８０の出力が入力されるデュプレクサ１３０と、デュプレクサ１３０の出力が入力される周波数変換部１２０と、周波数変換部１２０の出力が入力されるアンテナ１１０とを有する。

【００３７】

基地局１の制御系は、取得部１６０の出力が入力される測定部２１０と、測定部２１０の出力が入力される制御部２２０と、制御部２２０との間で情報の入出力を行う記憶部２３０と、制御部２２０との間で情報の入出力を行うネットワーク通信部２４０とを有する。制御部２２０の出力は、周波数変換部１２０及び取得部１６０に入力される。

【００３８】

まず、受信系の構成について説明する。

【００３９】

アンテナ１１０は、無線信号の受信及び送信を行うためのものである。アンテナ１１０が受信する無線信号は、上りリンクの無線信号（無線端末２が送信するＳＣ－ＦＤＭＡ信

号）に対応する信号成分と、下りリンクの無線信号（他の基地局１が送信するＯＦＤＭＡ信号）に対応する信号成分とを含む。

【００４０】

周波数変換部１２０は、アンテナ１１０とデュプレクサ１３０との間の信号経路上に設けられる。周波数変換部１２０は、制御部２２０からの制御信号に応じて、アンテナ１１０が受信した無線信号に含まれる下り周波数帯（下り搬送波）の信号成分を上り周波数帯（上り搬送波）の信号成分に変換する周波数変換を行う。周波数変換部１２０の詳細構成については後述する。

【００４１】

デュプレクサ１３０は、アンテナ１１０が受信した無線信号から上り周波数帯の信号成分を抽出する。周波数変換部１２０が周波数変換を行う場合、デュプレクサ１３０は、結果的に、アンテナ１１０が受信した無線信号に含まれる下り周波数帯の信号成分を抽出することになる。一方、周波数変換部１２０が周波数変換を行わない場合、デュプレクサ１３０は、アンテナ１１０が受信した無線信号に含まれる下り周波数帯の信号成分を除去する。

【００４２】

受信部１４０は、デュプレクサ１３０によって抽出された上り周波数帯の信号成分を受信処理する。ここで、受信処理とは、増幅処理、及びベースバンド帯へのダウンコンバート処理等を意味する。以下、受信処理後の信号成分を受信信号と呼ぶ。

【００４３】

ＯＦＤＭ復調部１５０は、受信部１４０により得られた受信信号を時間領域から周波数領域に変換するとともに一次復調を行う。時間領域から周波数領域への変換は、本実施形態では高速フーリエ変換（ＦＦＴ）を使用するが、離散フーリエ変換（ＤＦＴ）等を使用してもよい。ＦＦＴにより、時間領域信号が複数のサブキャリア信号（周波数領域信号）に変換される。一次復調とは、各サブキャリア信号にマッピングされているデータシンボルをデマッピングする処理である。

【００４４】

取得部１６０は、制御部２２０からの制御信号に応じて、ＯＦＤＭ復調部１５０からフレーム処理部１７０に入力される途中のデータシンボルを取得する。周波数変換部１２０の詳細構成については後述する。

【００４５】

フレーム処理部１７０は、ＳＣ－ＦＤＭＡに専用の信号処理を行うためのものであり、取得部１６０がＯＦＤＭ復調部１５０からフレーム処理部１７０に入力される途中のデータシンボルを取得しない場合に、ＯＦＤＭ復調部１５０により得られたデータシンボルを周波数領域から時間領域に変換するとともに二次復調を行う。時間領域から周波数領域への変換は、本実施形態では逆離散フーリエ変換（ＩＤＦＴ）を使用するが、逆高速フーリエ変換（ＩＦＦＴ）等を使用してもよい。ＩＤＦＴにより、周波数領域信号が時間領域信号に変換される。二次復調とは、コンスタレーションを生成して元のデータをデマッピングする処理である。なお、ＳＣ－ＦＤＭＡの信号処理の詳細については、例えば3GPP TS 36.211を参照されたい。フレーム処理部１７０が出力する受信データは、図示を省略する誤り訂正復号部に入力される。

【００４６】

次に、送信系の構成について説明する。

【００４７】

誤り訂正符号化された送信データは、図示を省略するＯＦＤＭ変調部に入力され、複数のサブキャリア信号へのマッピング（変調）後に、ＩＦＦＴにより時間領域信号に変換され、送信信号（ＯＦＤＭＡ信号）が生成される。送信部１８０は、生成された送信信号の増幅処理、及び高周波帯（ＲＦ帯）へのアップコンバート処理を行い、無線信号を生成する。生成された無線信号は、デュプレクサ１３０を介して送信される。

【００４８】

次に、制御系の構成について説明する。

【００４９】

ネットワーク通信部２４０は、Ｘ２インタフェースによる基地局間通信を用いて、他の基地局１（隣接基地局）が送信する無線信号に関する情報を受信する。本実施形態では、ネットワーク通信部２４０は、他の基地局１のＩＤと、当該他の基地局１が送信する無線信号の送信電力レベルを示す送信電力情報と、基地局間干渉を低減するための干渉情報とを、Ｘ２インタフェースを介して当該他の基地局１から受信する。干渉情報は、当該他の基地局１が上りリンクにおいて受ける干渉の度合いを示す情報であるＯＩ（Overload indication）と、下りリンクの送信電力レベルを規制するための情報であるＲＮＴＰ（Relative Narrowband Tx Power）とを含む。

【００５０】

記憶部２３０は、ネットワーク通信部２４０が受信する干渉情報を蓄積する。また、記憶部２３０は、制御部２２０による制御に使用される各種の情報を記憶する。

【００５１】

測定部２１０は、取得部１６０によって取得されたデータシンボルに対する測定を行う。当該測定は、信号の品質の度合いを示す信号品質の測定や、信号に含まれる送信元ＩＤの測定等を含む。本実施形態では、測定部２１０は、受信電力レベルを示すＲＳＳＩ（Received Signal Strength Indicator）又はＲＳＲＰ（Received Signal Received Power）を測定する。ここで、ＲＳＲＰはリソースブロック毎に測定されるものである。ＲＳＳＩは、全リソースブロックについてまとめて測定されるものである。以下の実施形態では、受信電力測定の例としてＲＳＳＩを説明する。また、測定部２１０は、図３に示すように、データシンボルとデータシンボルの基準点との間の振幅誤差及び位相誤差の大きさを示すＥＶＭ（Error Vector Magnitude）を測定する。また、本実施形態では、測定部２１０は、複数のサブキャリアを用いて構成されるリソースブロック単位での測定を行う。

【００５２】

ＥＶＭは、例えば次の計算式により定められる。

【００５３】

【数１】

$$EVM = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{M} |z(k) - R(k)|^2}{\sum_{k=1}^{M} |R(k)|^2}} \quad \cdots (1)$$

【００５４】

ここで、Z(ｋ)は復調信号（I,Q成分を持つ複素数）であり、R(ｋ)は既知の理想信号（I,Q成分を持つ複素数）であり、Mはサブキャリア数である。

【００５５】

制御部２２０は、基地局１全体の制御を行う。例えば、制御部２２０は、基地局１が無線端末２と無線通信を行う必要がない場合に、周波数変換部１２０及び取得部１６０を作動させるための制御信号を出力する。基地局１が無線端末２と無線通信を行う必要がない場合とは、例えば、基地局１の設置から本格稼働開始までのタイミング、あるいは深夜等である。

【００５６】

制御部２２０は、測定部２１０により得られたＲＳＳＩと、ネットワーク通信部２４０が受信した送信電力情報とに基づいて、送信部１８０が無線信号を送信処理する際の送信パラメータを決定する。また、制御部２２０は、測定部２１０により得られたＥＶＭと、ネットワーク通信部２４０が受信した干渉情報とに基づいて、送信部１８０が無線信号を

送信処理する際の送信パラメータを決定する。送信パラメータとは、例えばリソースブロック毎の送信電力レベルを意味する。制御部２２０による制御の具体例については後述する。

【００５７】

（２．１）周波数変換部の構成

次に、周波数変換部１２０の構成を説明する。図４は、周波数変換部１２０の構成を示すブロック図である。

【００５８】

図４に示すように、周波数変換部１２０は、２つの信号経路Ｐ１，Ｐ２を有する。周波数変換部１２０は、信号経路Ｐ１と信号経路Ｐ２との分岐点に設けられたスイッチ１２１と、信号経路Ｐ１と信号経路Ｐ２との合流点に設けられたスイッチ１２２と、信号経路Ｐ２に設けられたフィルタ１２３及びミキサ１２４と、ミキサ１２４に接続されたＰＬＬ回路１２５とを有する。

【００５９】

フィルタ１２３は、アンテナ１１０が受信した無線信号から下り周波数帯の信号成分を抽出する。ＰＬＬ回路１２５は、予め定められた周波数を有する変換用信号を生成する。ミキサ１２４は、フィルタ１２３によって抽出された下り周波数帯の信号成分を変換用信号と混合することで上り周波数帯の信号成分に変換する。

【００６０】

スイッチ１２１及びスイッチ１２２は、アンテナ１１０が受信した無線信号がフィルタ１２３及びミキサ１２４を経由するか迂回するかを切り替える切り替え部を構成する。上記制御部２２０は、基地局１が無線端末２との無線通信を行わないタイミングにおいて、アンテナ１１０が受信した無線信号がフィルタ１２３及びミキサ１２４を経由するようにスイッチ１２１及びスイッチ１２２を制御する。すなわち、スイッチ１２１及びスイッチ１２２を信号経路Ｐ２側に切り替えるように制御する。

【００６１】

（２．２）取得部の構成

次に、取得部１６０の構成を説明する。図５は、取得部１６０の構成を示すブロック図である。

【００６２】

図５に示すように、取得部１６０は、ＯＦＤＭ復調部１５０とフレーム処理部１７０との間の２つの信号経路のそれぞれに設けられたスイッチ１６１及びスイッチ１６２と、スイッチ１６１及びスイッチ１６２のそれぞれの出力が入力されるＰ／Ｓ変換器１６３とを有する。

【００６３】

スイッチ１６１及びスイッチ１６２は、ＯＦＤＭ復調部１５０が出力するデータシンボルをＰ／Ｓ変換器１６３に入力するか否かを切り替える。上記制御部２２０は、基地局１が無線端末２との無線通信を行わないタイミングにおいて、ＯＦＤＭ復調部１５０が出力するデータシンボルをＰ／Ｓ変換器１６３に入力するようにスイッチ１６１及びスイッチ１６２を制御する。Ｐ／Ｓ変換器１６３は、ＯＦＤＭ復調部１５０が出力するデータシンボルをパラレルからシリアルに変換する。シリアルに変換されたデータシンボルは、測定部２１０に入力される。

【００６４】

なお、ＯＦＤＭ復調部１５０は、ＦＦＴ部１５１と、ＦＦＴ部１５１の出力が入力される一次復調部１５２とを有する。フレーム処理部１７０は、スイッチ１２１及びスイッチ１２２の出力が入力されるＩＤＦＴ部１７１と、ＩＤＦＴ部１７１の出力が入力される二次復調部１７２とを有する。

【００６５】

ここで、図６を用いて、ＯＦＤＭＡ方式及びＳＣ－ＦＤＭＡ方式のそれぞれの信号処理を比較して説明する。

【００６６】
図６に示すように、ＯＦＤＭＡ方式では、送信側は、QPSK等により生成したデータシンボルをＳ／Ｐ変換した後、各サブキャリアを変調し、ＩＦＦＴを施して時間領域信号に変換する。その後、シンボル時間毎に、マルチパス遅延時間よりも長いサイクリック・プリフィックス（ＣＰ）を挿入して送信する。受信側は、ＣＰを除去し、シンボル長毎にＦＦＴを施してサブキャリア信号に変換し、各サブキャリアからデータシンボルを復調した後に並直列変換するとデータを復元できる。
【００６７】
ＳＣ－ＦＤＭＡでは、送信側は、QPSK等により生成したデータシンボルをＤＦＴにより周波数領域信号に変換するプリコーディング処理（一次復調）を行った後は、ＯＦＤＭＡと同様の処理により送信信号を生成する。受信側は、ＯＦＤＭＡと同様の処理により受信信号からデータシンボルを生成し、ＩＤＦＴにより周波数領域信号を時間領域信号に変換する二次復調（フレーム処理）を行う。
【００６８】
このように、ＳＣ－ＦＤＭＡは、ＯＦＤＭにフレーム処理が追加されたものであることが分かる。その為、取得部１６０は、図５に示すように、ＦＦＴ後に復調した信号（具体的には、ＦＦＴ及び位相補償後に復調した信号）をＰ／Ｓ変換した上で測定部２１０へ送出する。ここで、スイッチ１２１からＰ／Ｓ変換器１６３までの配線（Ｌｉｎｅ Ａ）の長さと、スイッチ１２２からＰ／Ｓ変換器１６３までの配線（Ｌｉｎｅ Ｂ）の長さとは等しいものとする。
【００６９】
（３）基地局の制御例
次に、基地局１の制御例を説明する。
【００７０】
サービスエリアの拡大を目的として基地局１を設置する場合、基地局１は、Ｘ２インタフェースを介して受信する、隣接基地局のＩＤと干渉情報とを蓄積する。そして、隣接基地局の発射する無線信号を受信して、Ｘ２インタフェースから入手した送信電力情報と比較した上で、自局のサービスエリアのセルエッジをカバーできる送信パラメータを決定する。
【００７１】
また、設置済みの基地局１による保守を目的とする場合、定期的にＸ２インタフェースから入手した隣接基地局のパラメータと、自基地局１が受信したRSSI及びEVMとを比較し、周辺環境の変化（例えば、高層ビルの建設、又は隣接基地局の高周波増幅器の故障）を検出し、自局の送信パラメータを変更する。これにより、隣接基地局のセルエッジに生じた不感地帯における無線端末との呼接続ができるようにする。
【００７２】
図７は、基地局１の制御例を示すフローチャートである。
【００７３】
ステップＳ１１において、制御部２２０は、ネットワーク通信部２４０によって受信され、且つ記憶部２３０に記憶されている送信電力情報を取得する。
【００７４】
ステップＳ１２において、制御部２２０は、周波数変換部１２０及び取得部１６０を作動させるとともに、ＲＳＳＩを測定するように測定部２１０を制御する。測定部２１０が測定したＲＳＳＩは、制御部２２０に入力される。
【００７５】
制御部２２０は、測定されたＲＳＳＩの距離補正を行う。以下において、図８に示す伝搬損失モデルを参照し、当該距離補正について説明する。
【００７６】
電波は自由空間において、発信源からの距離の二乗に反比例して減衰する。記憶部２３０に予め記憶されている隣接リストから隣接基地局と自局の距離ｄを求めることができる

ので、Pr=RSSIとおくとフリースの伝達公式 (Friis' transmission equation)から隣接基地局の送信電力レベルPtを求めることができる。

【００７７】

$$P_r / P_t = G_t G_r (4\pi d/\lambda)^2 \quad \cdots (2)$$

【００７８】

ここで、Pr：受信電力レベル[dBm]， Pt：送信電力レベル[dBm]， Gt：送信アンテナ利得[dB]， Gr ： 受信アンテナ利得[dB]， λ：波長[m]， d：送受信間の距離[m]である。

【００７９】

本実施形態では、RSSIから隣接基地局のアンテナ端における送信電力レベルを求めることをRSSIの距離補正と定義し、地表の構造物による影響（距離の3.5乗に反比例して減衰）を考慮して下記の式から隣接基地局の送信電力レベルを計算する。

【００８０】

$$Pr = Pt + Gt - 20\log 4\pi + 35\log(\lambda/d) + Gr \quad \cdots (3)$$

【００８１】

ステップＳ１３において、制御部２２０は、記憶部２３０から取得した送信電力情報と、距離補正後のＲＳＳＩとを比較する。送信電力情報が、距離補正後のＲＳＳＩよりも大きい場合は、隣接基地局のパワーアンプの不具合や、隣接基地局との間にビル等が存在することを意味している。送信電力情報が、距離補正後のＲＳＳＩよりも大きい場合、処理がステップＳ１４に進む。

【００８２】

ステップＳ１４において、制御部２２０は、周波数変換部１２０及び取得部１６０を作動させたままとし、ＥＶＭを測定するように測定部２１０を制御する。測定部２１０が測定したＥＶＭは、制御部２２０に入力される。

【００８３】

ステップＳ１５において、制御部２２０は、ＥＶＭの閾値を記憶部２３０から取得する。

【００８４】

ステップＳ１６において、制御部２２０は、測定部２１０が測定したＥＶＭと、記憶部２３０から取得した閾値とを比較する。測定部２１０が測定したＥＶＭが、記憶部２３０から取得した閾値よりも大きい場合、処理がステップＳ１７に進む。

【００８５】

ステップＳ１７において、制御部２２０は、ＳＯＮ制御、すなわち送信パラメータの決定を行う。例えば、制御部２２０は、自局のサービスエリアのセルエッジをカバーできる送信パラメータを決定する。あるいは、制御部２２０は、隣接基地局のセルエッジに生じた不感地帯をカバーできる送信パラメータを決定する。

【００８６】

（４）実施形態の作用・効果

以上説明したように、本実施形態に係る基地局１は、アンテナ１１０が受信した無線信号に含まれる下り周波数帯の信号成分（すなわち、隣接基地局が送信する無線信号の成分）を上り周波数帯の信号成分に変換した上でデュプレクサ１３０に入力する。これにより、隣接基地局が送信する無線信号の成分がデュプレクサ１３０を通過可能になり、隣接基地局が送信する無線信号の成分に対する測定を行うことができる。したがって、ＦＤＤ方式を適用する無線通信システム１０において、隣接基地局が送信する無線信号に対する測定を自基地局１で行うことができる。

【００８７】

また、本実施形態によれば、ＳＣ－ＦＤＭＡ方式での信号処理は、ＯＦＤＭＡ方式での信号処理にフレーム処理が追加されたものであるという点に着目し、ＯＦＤＭ復調部１５０からフレーム処理部１７０に入力される途中のデータシンボルに対する測定を行う。これにより、ＯＦＤＭＡ方式の無線信号（すなわち、隣接基地局が送信する無線信号）と対応するデータシンボルに対する測定を行うことができる。したがって、ＵＬにＳＣ－ＦＤ

ＭＡ方式が適用され、且つＤＬにＯＦＤＭＡ方式が適用される無線通信システム１０において、隣接基地局が送信する無線信号に対する測定を自基地局１で行うことができる。また、周波数領域に変換された状態に対して測定を行うことにより、サブキャリア単位あるいはリソースブロック単位での測定が可能になる。

【００８８】

また、本実施形態では、測定部２１０による測定は基地局１が無線端末２との無線通信を行わないタイミングにおいて行われるため、無線端末２との無線通信を妨げることなく、隣接基地局の運用状況を把握可能になる。また、基地局１が設置されてから本格稼動するまでの期間においても隣接基地局の運用状況を把握できる。

【００８９】

以上のように、本実施形態では、周辺の建造物に大きな変化が生じた場合や、隣接基地局の高周波増幅器（PA : Power Amplifier）に異常が生じた場合等において、周辺環境の変化を検知することができ、基地局１のみで隣接基地局の運用状態を検出できる。

【００９０】

（５）実施例

上述した実施形態では、基地局１は、隣接基地局に設定されている送信電力レベルを示す送信電力情報を基地局間通信により受信し、当該隣接基地局から受信した無線信号の受信電力レベル（例えばＲＳＳＩ）及び受信品質レベル（例えばＥＶＭ）を測定し、当該測定した受信電力レベルから当該隣接基地局の送信電力レベルを推定し、当該測定した受信品質レベルと、当該推定した送信電力レベルと、当該送信電力情報によって示される送信電力レベルとに基づいて自局の送信パラメータを制御していた。具体的には、基地局１は、送信電力情報によって示される送信電力レベルが、推定した送信電力レベルを上回り、且つ、測定した受信品質レベルが所定レベル（閾値）よりも劣化している場合に、自局の通信エリア範囲を拡大するように送信パラメータを制御していた。

【００９１】

以下においては、上述した実施形態に係る通信制御方法とは異なる通信制御方法の実施例１～３を説明する。

【００９２】

図９は、実施例１～３に係る通信制御方法を説明するための概略システム構成図である。

【００９３】

図９に示すように、基地局１Ａは、無線通信を行うように構成された無線通信部１００と、隣接基地局１Ｂの通信状態に関する制御情報を、Ｘ２インターフェイスを用いた基地局間通信により隣接基地局１Ｂから受信するネットワーク通信部２４０と、無線通信部１００が隣接基地局１Ｂから受信した無線信号に対する測定を行う測定部２１０と、ネットワーク通信部２４０が基地局間通信により受信した制御情報と測定部２１０による測定の結果とを併用して自局の送信パラメータを制御する制御部２２０と、制御部２２０による制御に使用される情報を記憶する記憶部２３０とを有する。

【００９４】

このように、実施例１～３に係る通信制御方法では、基地局１Ａは、基地局間通信により隣接基地局１Ｂから受信した制御情報だけでなく、当該隣接基地局１Ｂから受信した無線信号に対する測定の結果も用いて、自局の送信パラメータを制御する。無線信号に対する測定の結果も用いることで、制御情報のみに基づく自局の無線通信パラメータ制御よりも良好なパラメータ制御を可能としている。

【００９５】

（５．１）実施例１

以下、実施例１について、（５．１．１）実施例１の概要、（５．１．２）送信電力制御フロー１、（５．１．３）アンテナチルト角制御フロー、（５．１．４）送信電力制御フロー２、（５．１．５）パラメータ制御の具体例、（５．１．６）実施例１の効果の順に説明する。

【００９６】
（５．１．１）実施例１の概要
実施例１に係る基地局１Ａでは、ネットワーク通信部２４０は、隣接基地局１Ｂに設定されている送信電力レベルを示す送信電力情報を受信し、測定部２１０は、無線通信部１００が隣接基地局１Ｂから受信した無線信号のＲＳＳＩを測定し、制御部２２０は、測定部２１０が測定したＲＳＳＩから隣接基地局１Ｂの送信電力レベルを推定し、当該推定した送信電力レベルと、当該送信電力情報によって示される送信電力レベルとを比較した結果に応じて、自局の送信パラメータとしての送信電力レベルを制御する。ここで、送信電力情報は制御情報に相当し、ＲＳＳＩは受信電力レベルに相当する。なお、隣接基地局１Ｂの送信電力レベルを推定する方法には、上述した実施形態と同じ方法を用いることができる。送信電力情報としては、ＲＮＴＰ（３ＧＰＰ ＴＳ３６．４２３参照）を使用してもよく、新規なメッセージ又は情報要素（ＩＥ）を使用してもよい。
【００９７】
また、実施例１に係る基地局１Ａでは、ネットワーク通信部２４０は、隣接基地局１ＢのＤＬの干渉レベルを示す干渉情報を受信し、測定部２１０は、無線通信部１００が隣接基地局１Ｂから受信した無線信号のＥＶＭを測定し、制御部２２０は、干渉情報と、測定部２１０によって測定されたＥＶＭとに基づいて、自局の送信パラメータとしてのアンテナチルト角を制御する。干渉情報は制御情報に相当し、ＥＶＭは受信品質レベルに相当する。ＤＬの干渉レベルを示す干渉情報としては、新規なメッセージ又は情報要素（ＩＥ）を使用するものとする。
【００９８】
ここで、アンテナチルト角とは、図１０に示すように、水平方向に対する、垂直面内でのアンテナの指向性の方向の角度であり、アンテナチルト角が大きいほど当該アンテナの電波到達範囲が狭くなり、アンテナチルト角が小さいほど当該アンテナの電波到達範囲が広くなる。基地局１Ａ及び隣接基地局１Ｂのそれぞれのアンテナチルト角の初期値は、基地局１Ａと隣接基地局１Ｂとの間の距離ｄと、基地局１Ａ及び隣接基地局１Ｂのそれぞれのアンテナ高ｈとに基づいて設定されている。基地局１Ａのアンテナ１１０（図２参照）を構成する複数のアンテナ素子に対する給電位相を調整することでアンテナチルト角を変更可能である。
【００９９】
（５．１．２）送信電力制御フロー１
図１１（ａ）は、実施例１に係る基地局１Ａの送信電力制御フロー１を示すフローチャートである。
【０１００】
図１１（ａ）に示すように、ステップＳ１０１において、制御部２２０は、ネットワーク通信部２４０がＸ２インタフェースを介して隣接基地局１Ｂから受信した送信電力情報によって示される送信電力レベルを取得する。
【０１０１】
ステップＳ１０２において、制御部２２０は、隣接基地局１Ｂから無線通信部１００が受信した無線信号に対して測定部２１０が測定したＲＳＳＩを取得する。
【０１０２】
ステップＳ１０３において、制御部２２０は、ステップＳ１０２で取得したＲＳＳＩから隣接基地局１Ｂの送信電力レベルを推定する。
【０１０３】
ステップＳ１０４において、制御部２２０は、ステップＳ１０１で取得した送信電力レベルから、ステップＳ１０３で推定した送信電力レベルを減じた結果を閾値（例えば６ｄＢ）と比較する。ステップＳ１０１で取得した送信電力レベルから、ステップＳ１０３で推定した送信電力レベルを減じた結果が閾値（例えば６ｄＢ）よりも高い場合、制御部２２０は、処理をステップＳ１０５に進める。
【０１０４】

ステップＳ１０５において、制御部２２０は、自局の送信電力レベルを上昇させるように無線通信部１００を制御する。

【０１０５】

（５．１．３）アンテナチルト角制御フロー

図１１（ｂ）は、実施例１に係る基地局１Ａのアンテナチルト角制御フローを示すフローチャートである。

【０１０６】

図１１（ｂ）に示すように、ステップＳ２０１において、制御部２２０は、ネットワーク通信部２４０がＸ２インタフェースを介して隣接基地局１Ｂから受信した干渉情報によって示される干渉レベルを取得する。

【０１０７】

ステップＳ２０２において、制御部２２０は、隣接基地局１Ｂから無線通信部１００が受信した無線信号に対して測定部２１０が測定したＥＶＭを取得する。

【０１０８】

ステップＳ２０３において、制御部２２０は、ステップＳ２０１で取得した干渉レベルを所定レベルと比較し、ステップＳ２０２で取得したＥＶＭを所定レベル（閾値）と比較する。ステップＳ２０１で取得した干渉レベルが所定レベルを上回り、且つ、ステップＳ２０２で取得したＥＶＭが所定レベル（閾値）を上回る場合、制御部２２０は、処理をステップＳ２０４に進める。なお、ＥＶＭは、その値が大きいほど受信品質が悪いことを意味する。

【０１０９】

ステップＳ２０４において、制御部２２０は、自局のアンテナチルト角を大きくするように無線通信部１００を制御する。

【０１１０】

ステップＳ２０５において、制御部２２０は、ネットワーク通信部２４０がＸ２インタフェースを介して隣接基地局１Ｂから受信した新たな干渉情報によって示される干渉レベルを取得する。

【０１１１】

ステップＳ２０６において、制御部２２０は、ステップＳ２０５で取得した干渉レベルを所定レベルと比較する。ステップＳ２０５で取得した干渉レベルが所定レベルを上回る場合、制御部２２０は、処理を送信電力制御フロー２に進める。

【０１１２】

（５．１．４）送信電力制御フロー２

図１１（ｃ）は、実施例１に係る基地局１Ａの送信電力制御フロー１を示すフローチャートである。

【０１１３】

図１１（ｃ）に示すように、ステップＳ３０１において、制御部２２０は、自局の送信電力レベルを低下させるように無線通信部１００を制御する。

【０１１４】

（５．１．５）パラメータ制御の具体例

次に、第１実施例に係るパラメータ制御の具体例を説明する。表１及び表２は、第１実施例に係るパラメータ制御の具体例を説明するための表である。

【０１１５】

【表１】

	X2　I/Fからの情報		測定情報		第1判定	送信パラメータ	
隣接局のID	干渉情報	送信電力[dBm]	推定送信電力[dBm]	EVMrms[%]		送信電力[dBm]	チルト角*1[°]
eNB1	有	36	33	5.12	Tilt+	27	10
eNB2	有	36	34	5.1	Tilt+	27	10
eNB3	無	36	35	2.87	Normal	27	5
eNB4	無	36	10	15	Power+	36	5
eNB5	無	36	35	2.97	Normal	27	5

【０１１６】
【表２】

	X2　I/Fからの情報		測定情報		第2判定	送信パラメータ	
隣接局のID	干渉情報	送信電力[dBm]	推定送信電力[dBm]	EVMrms[%]		送信電力[dBm]	チルト角*1[°]
eNB1	有	36	30	2.12	Power−	23	10
eNB2	有	36	31	2.1	Power−	23	10

【０１１７】
表１に示すように、上述した送信電力制御フロー１及びアンテナチルト角制御フローによって、基地局１Ａの送信電力レベル及びアンテナチルト角がそれぞれ制御される。表１では、隣接基地局ｅＮＢ１及びｅＮＢ２については、干渉情報が有り（すなわち干渉レベルが高い）、且つＥＶＭが高い（すなわち受信品質レベルが低い）ことから、基地局１Ａは自局のアンテナチルト角を大きくする。隣接基地局ｅＮＢ１及びｅＮＢ２については、送信電力情報によって示される送信電力レベルに対して推定送信電力レベルが大幅に低いことから、基地局１Ａは自局の送信電力レベルを上昇させる。
【０１１８】
表２に示すように、上述した送信電力制御フロー２によって、基地局１Ａのアンテナチルト角を大きくした後、基地局１Ａの送信電力レベルが制御される。表２では、隣接基地局ｅＮＢ１及びｅＮＢ２については、基地局１Ａのアンテナチルト角を大きくした後においても、干渉情報が有る（すなわち干渉レベルが高い）ことから、基地局１Ａは自局の送信電力レベルを低下させる。
【０１１９】
（５．１．６）実施例１の効果
以上説明したように、実施例１によれば、基地局１Ａの制御部２２０は、推定した送信電力レベルが送信電力情報によって示される送信電力レベルを下回り、且つ、当該推定した送信電力レベルと送信電力情報によって示される送信電力レベルとの差分が閾値を上回る場合に、自局の送信電力レベルを上昇させるように無線通信部１００を制御する。推定した送信電力レベルが、送信電力情報によって示される送信電力レベルよりも大幅に低い場合、隣接基地局１Ｂにおける送信電力レベルの設定値よりも実際の送信電力レベルが低くなっていることを意味するため、隣接基地局１Ｂの無線送信機能に故障等が生じたとみなすことができる。従って、そのようなケースでは自局の送信電力レベルを上昇させることによって、隣接基地局１Ｂの通信エリア範囲を補完することができ、移動通信システムのサービス品質を向上させることができる。
【０１２０】
また、基地局１Ａの制御部２２０は、干渉情報によって示される干渉レベルが所定レベ

ルを上回り、且つ、測定部２１０が測定したＥＶＭが劣化している場合に、自局の送信パラメータとしてのアンテナチルト角を大きくするように無線通信部１００を制御する。干渉情報によって示される干渉レベルが所定レベルを上回り、且つ、測定部２１０が測定したＥＶＭが劣化している場合、自局と隣接基地局１Ｂとの間で基地局間干渉が発生しているとみなすことができる。従って、そのようなケースでは自局のアンテナチルト角を大きくすることによって、隣接基地局１Ｂに与える干渉レベルを低減することができるため、移動通信システムのサービス品質を向上させることができる。

【０１２１】

基地局１Ａの制御部２２０は、自局の送信パラメータとしてのアンテナチルト角を大きくした後、ネットワーク通信部２４０が隣接基地局１Ｂから受信した新たな干渉情報によって示される干渉レベルが所定レベルを下回らない場合に、自局の送信電力レベルを低下させるように無線通信部１００を制御する。アンテナチルト角を大きくした後においても隣接基地局１Ｂに与える干渉レベルが十分に低下しない場合には、自局の送信電力レベルを低下させることによって、隣接基地局１Ｂに与える干渉レベルをより一層低減することができるため、移動通信システムのサービス品質を向上させることができる。

【０１２２】

（５．２）実施例２

以下、実施例２について、（５．２．１）実施例２の概要、（５．２．２）送信電力制御フロー、（５．２．３）パラメータ制御の具体例、（５．２．４）実施例２の効果の順に説明する。

【０１２３】

（５．２．１）実施例２の概要

実施例２に係る基地局１Ａでは、ネットワーク通信部２４０は、隣接基地局１Ｂの負荷レベルを示す負荷情報を受信し、測定部２１０は、無線通信部１００が隣接基地局１Ｂから受信した無線信号のＲＳＳＩを測定し、制御部２２０は、測定部２１０が測定したＲＳＳＩから隣接基地局１Ｂの送信電力レベルを推定し、当該負荷情報と当該推定した送信電力レベルとに基づいて、自局の送信パラメータとしての送信電力レベルを制御する。ここで、干渉情報は制御情報に相当し、ＲＳＳＩは受信電力レベルに相当する。なお、負荷情報としては、上述したRadio Resource StatusやHardware Load Indicator等（３ＧＰＰＴＳ３６．４２３参照）が使用できる。

【０１２４】

（５．２．２）送信電力制御フロー

図１２は、実施例２に係る基地局１Ａの送信電力制御フローを示すフローチャートである。

【０１２５】

図１２に示すように、ステップＳ４０１において、制御部２２０は、ネットワーク通信部２４０がＸ２インタフェースを介して隣接基地局１Ｂから受信した負荷情報によって示される負荷レベルを取得する。

【０１２６】

ステップＳ４０２において、制御部２２０は、ステップＳ４０１で取得した負荷レベルを所定レベルと比較する。ステップＳ４０１で取得した負荷レベルが所定レベルを上回る場合、制御部２２０は、処理をステップＳ４０３に進める。

【０１２７】

ステップＳ４０３において、制御部２２０は、ネットワーク通信部２４０がＸ２インタフェースを介して隣接基地局１Ｂから受信した送信電力情報によって示される送信電力レベルを取得する。また、制御部２２０は、隣接基地局１Ｂから無線通信部１００が受信した無線信号に対して測定部２１０が測定したＲＳＳＩを取得する。

【０１２８】

ステップＳ４０４において、制御部２２０は、ステップＳ４０３で取得したＲＳＳＩから隣接基地局１Ｂの送信電力レベルを推定する。

【０１２９】
ステップＳ４０５において、制御部２２０は、ステップＳ４０３で取得した送信電力レベル及びステップＳ４０４で推定した送信電力レベルのそれぞれを所定レベル（閾値）と比較する。ステップＳ４０３で取得した送信電力レベル及びステップＳ４０４で推定した送信電力レベルのそれぞれが所定レベル（閾値）を下回る場合、制御部２２０は、処理をステップＳ４０７に進める。一方、ステップＳ４０３で取得した送信電力レベル及びステップＳ４０４で推定した送信電力レベルの少なくとも一方が所定レベル（閾値）を上回る場合、制御部２２０は、処理をステップＳ４０６に進める。
【０１３０】
ステップＳ４０６において、制御部２２０は、送信電力レベルの低下要求を隣接基地局１Ｂに送信するようにネットワーク通信部２４０を制御する。ネットワーク通信部２４０が当該低下要求に対する肯定応答を受信すると、制御部２２０は、処理をステップＳ４０７に進める。
【０１３１】
ステップＳ４０７において、制御部２２０は、自局の送信電力レベルを上昇させるように無線通信部１００を制御する。
【０１３２】
（５．２．３）パラメータ制御の具体例
次に、第２実施例に係るパラメータ制御の具体例を説明する。表３は、第２実施例に係るパラメータ制御の具体例を説明するための表である。
【０１３３】
【表３】

	X2 I/Fからの情報		測定情報	判定	送信パラメータ
隣接局のID	負荷情報(UE ID数)	送信電力[dBm]	推定送信電力[dBm]		送信電力[dBm]
eNB1	125	30	30	Normal	27
eNB2	125	36	34	Normal	27
eNB3	125	36	35	Normal	27
eNB4	400	30	29	Power+	36
eNB5	125	36	35	Normal	27

【０１３４】
表３に示すように、本実施例に係る送信電力制御フローによって、基地局１Ａの送信電力レベルが制御される。表３では、隣接基地局ｅＮＢ４については、負荷レベルが高く、且つ送信電力レベルが低いことから、基地局１Ａは送信電力レベルを上昇させる。なお、表３では、隣接基地局が収容する無線端末（ＵＥ）の数を負荷情報としている。
【０１３５】
（５．２．４）実施例２の効果
以上説明したように、実施例２によれば、制御部２２０は、負荷情報によって示される負荷レベルが所定レベルを上回り、且つ、推定した送信電力レベルが所定レベルを下回る場合に、自局の送信電力レベルを上昇させるように無線通信部１００を制御する。このように、隣接基地局１Ｂの負荷レベルが高く、且つ隣接基地局１Ｂの送信電力レベルが低い場合に、自局の送信電力レベルを上昇させることによって、自局の通信エリア範囲を拡大し、隣接基地局１Ｂの負荷レベルを低下させることができる。ここで、隣接基地局１Ｂの送信電力レベルが高い状態においては、自局の送信電力レベルを上昇させると基地局間干渉を引き起こしてしまうため、隣接基地局１Ｂの送信電力レベルが低いことを確認した上で自局の送信電力レベルを上昇させる。その結果、基地局間干渉の発生を抑制しつつ、隣接基地局１Ｂの負荷レベルを低下させることができる。

【０１３６】
また、制御部２２０は、負荷情報によって示される負荷レベルが所定レベルを上回り、且つ、送信電力情報によって示される送信電力レベル及び推定した送信電力レベルの何れも所定レベルを上回る場合に、隣接基地局１Ｂに対して送信電力レベルの低下を要求するようにネットワーク通信部２４０を制御し、隣接基地局１Ｂに対して送信電力レベルの低下を要求した後、自局の送信パラメータとしての送信電力レベルを上昇させるように無線通信部１００を制御する。これにより、隣接基地局１Ｂの負荷レベルが高く、且つ隣接基地局１Ｂの送信電力レベルが高い場合に、隣接基地局１Ｂの送信電力レベルを低下させた後に自局の送信電力レベルを上昇させることによって、基地局間干渉の発生を抑制しつつ、隣接基地局１Ｂの負荷レベルを低下させることができる。
【０１３７】
（５．３）実施例３
以下、実施例３について、（５．３．１）実施例３の概要、（５．３．２）送信電力制御フロー、（５．３．３）実施例３の効果の順に説明する。
【０１３８】
（５．３．１）実施例３の概要
実施例２に係る基地局１Ａでは、ネットワーク通信部２４０は、隣接基地局１Ｂの使用アンテナ数（使用アンテナポート数）を示すアンテナ数情報を受信し、測定部２１０は、無線通信部１００が隣接基地局１Ｂから受信した無線信号に含まれるデータの伝送速度を測定し、制御部２２０は、アンテナ数情報によって示されるアンテナ数と、測定部２１０によって測定されたデータ伝送速度とに基づいて、自局の送信パラメータとしての送信電力レベルを制御する。実施例２では、各基地局がＭＩＭＯ伝送を行っているものとし、使用アンテナ数が多いほど高速なデータ伝送速度を実現可能である。
【０１３９】
（５．３．２）送信電力制御フロー
図１３は、実施例３に係る基地局１Ａの送信電力制御フローを示すフローチャートである。
【０１４０】
図１３に示すように、ステップＳ５０１において、制御部２２０は、ネットワーク通信部２４０がＸ２インタフェースを介して隣接基地局１Ｂから受信したアンテナ数情報によって示されるアンテナ数を取得する。
【０１４１】
ステップＳ５０２において、制御部２２０は、隣接基地局１Ｂから無線通信部１００が受信した無線信号に対して測定部２１０が測定したデータ伝送速度を取得する。
【０１４２】
ステップＳ５０３において、制御部２２０は、ステップＳ５０１で取得したアンテナ数を所定数（閾値）と比較し、ステップＳ５０２で取得したデータ伝送速度を所定速度（閾値）と比較する。ステップＳ５０１で取得したアンテナ数が所定数（閾値）を上回り、且つ、ステップＳ５０２で取得したデータ伝送速度が所定速度（閾値）を下回る場合、制御部２２０は、処理をステップＳ５０４に進める。
【０１４３】
ステップＳ５０４において、制御部２２０は、自局の送信電力レベルを上昇させるように無線通信部１００を制御する。また、制御部２２０は、自局の使用アンテナ数に余裕がある場合、すなわち未使用のアンテナがある場合には、自局の使用アンテナ数を増加させるように無線通信部１００を制御する。
【０１４４】
（５．３．３）実施例３の効果
以上説明したように、実施例３によれば、制御部２２０は、制御情報によって示されるアンテナ数が所定数を上回り、且つ、測定部２１０によって測定されたデータ伝送速度が所定速度を下回る場合に、自局の送信電力レベルを上昇させるように無線通信部１００を

制御する。隣接基地局１Ｂの使用アンテナ数が多いにも拘わらず、隣接基地局１Ｂが高速な伝送速度を実現できていない場合には、隣接基地局１Ｂの無線送信機能に故障等が生じたとみなすことができる。従って、そのようなケースでは自局の送信電力レベルを上昇させることによって、隣接基地局１Ｂの通信エリア範囲を補完することができ、移動通信システムのサービス品質を向上させることができる。

【０１４５】

また、制御部２２０は、自局の送信電力レベルを上昇させるとともに、自局の使用アンテナ数を増加させるように無線通信部１００を制御する。これにより、隣接基地局１Ｂの通信エリア範囲を補完するとともに、補完した部分を賄うように伝送速度を向上させることができ、移動通信システムのサービス品質を向上させることができる。

【０１４６】

（６）その他の実施形態

本発明は実施形態及び実施例によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなる。

【０１４７】

（６．１）変形例１

上述した実施形態及び実施例では、基地局１に設けられるアンテナ１１０は１つであったが、ＭＩＭＯ（Multiple Input Multiple Output）等のマルチアンテナ技術に対応可能な構成としてもよい。図１４は、送信側および受信側のそれぞれが２本のアンテナを使用する２×２ ＭＩＭＯに対応した構成である。

【０１４８】

図１４に示すように、基地局１は２つのアンテナ１１０ａ，１１０ｂ及び２つのデュプレクサ１３０ａ，１３０ｂを有しており、アンテナ１１０ａ，１１０ｂとデュプレクサ１３０ａ，１３０ｂとの間の信号経路上に周波数変換部１２０が設けられる。周波数変換部１２０は、アンテナ毎に、上述した実施形態と同様な回路構成を持つが、ＰＬＬ回路１２５を共有することが可能である。

【０１４９】

（６．２）変形例２

上述した実施形態及び実施例では、取得部１６０が、ＯＦＤＭ復調部１５０による一次復調後の信号（データシンボル）を取得していたが、一次復調前の信号を取得する構成でもよい。

【０１５０】

図１５は、本変形例に係る取得部１６０の構成を示すブロック図である。図１５に示すように、取得部１６０は、ＯＦＤＭ復調部１５０のＦＦＴ部１５１と一次復調部１５２との間の信号経路に設けられたスイッチ１６５を有する。スイッチ１６５は、ＦＦＴ部１５１が出力する周波数領域の信号（具体的には、周波数領域に変換後にＰ／Ｓ変換された信号）を測定部２１０に入力するか否かを切り替える。制御部２２０は、基地局１が無線端末２との無線通信を行わないタイミングにおいて、ＦＦＴ部１５１が出力する周波数領域の信号を測定部２１０に入力するようにスイッチ１６５を制御する。

【０１５１】

このような構成によれば、平易な回路構成でサブキャリア単位の受信電力レベルの測定が可能になる。

【０１５２】

（６．３）変形例３

上述した実施形態及び実施例では、ＵＬにＳＣ－ＦＤＭＡ方式が適用され、且つＤＬにＯＦＤＭＡ方式が適用される無線通信システム１０を説明したが、周波数変換部１２０は、ＦＤＤ方式の無線通信システムであれば、他の無線アクセス方式を採用する無線通信システムにも適用可能である。

【０１５３】

図１６は、任意の無線アクセス方式を採用するＦＤＤ方式の無線通信システムで用いられる基地局１の構成例である。図１６に示すように、本変形例に係る基地局１は、測定部２１０が受信部１４０で受信処理される信号に対する測定を行う点で上述した実施形態とは異なる。例えばＲＳＳＩは受信部１４０の段階で測定可能であるため、このような構成も採用可能である。

【０１５４】

（６．４）変形例４

上述した実施形態及び実施例では、ＦＤＤモードのＬＴＥシステムを説明したが、ＴＤＤモードのＬＴＥシステムに応用可能である。ＴＤＤモードのＬＴＥシステムでは、ＵＬにＳＣ－ＦＤＭＡ方式が適用され、且つＤＬにＯＦＤＭＡ方式が適用されるが、複信方式はＴＤＤである。

【０１５５】

図１７は、本変形例に係る基地局１の構成を示すブロック図である。図１７に示すように、本変形例に係る基地局１は、上述した実施形態に係る周波数変換部１２０を有していない。また、デュプレクサ１３０に代えて、送信と受信とを時分割で切り替えるためのスイッチ回路１３０’を有している。

【０１５６】

（６．５）変形例５

上述した実施形態及び実施例では、基地局１は、大型のセルを形成するマクロセル基地局を想定していたが、マクロセル基地局に限らず、小型のセルを形成するフェムトセル基地局あるいはピコセル基地局に対して本発明を適用可能である。

【０１５７】

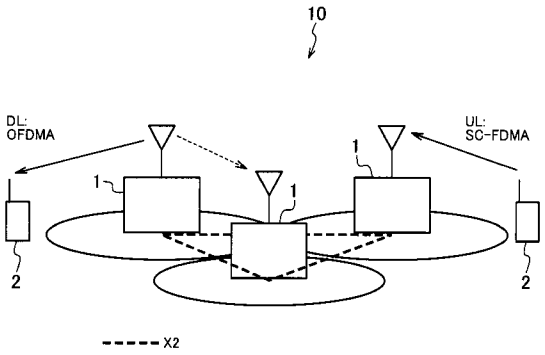
このように本発明は、ここでは記載していない様々な実施形態等を包含するということを理解すべきである。したがって、本発明はこの開示から妥当な特許請求の範囲の発明特定事項によってのみ限定されるものである。

【符号の説明】

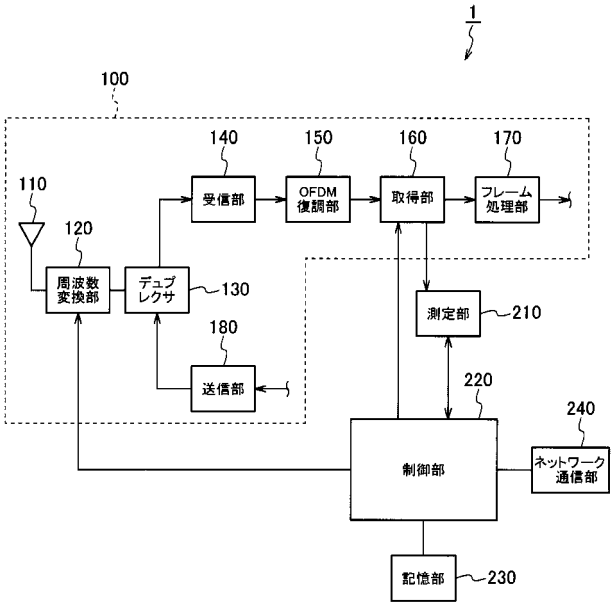
【０１５８】

１，１Ａ…基地局、１Ｂ…隣接基地局、２…無線端末、１０…無線通信システム、１００…無線通信部、１１０，１１０ａ，１１０ｂ…アンテナ、１２０…周波数変換部、１２１，１２２…スイッチ、１２３…フィルタ、１２４…ミキサ、１２５…ＰＬＬ回路、１３０…スイッチ回路、１３０，１３０ａ，１３０ｂ…デュプレクサ、１４０…受信部、１５０…ＯＦＤＭ復調部、１５１…ＦＦＴ部、１５２…一次復調部、１６０…取得部、１６１…スイッチ、１６２…スイッチ、１６３…Ｐ／Ｓ変換器、１６５…スイッチ、１７０…フレーム処理部、１７１…ＩＤＦＴ部、１７２…二次復調部、１８０…送信部、２１０…測定部、２２０…制御部、２３０…記憶部、２４０…ネットワーク通信部

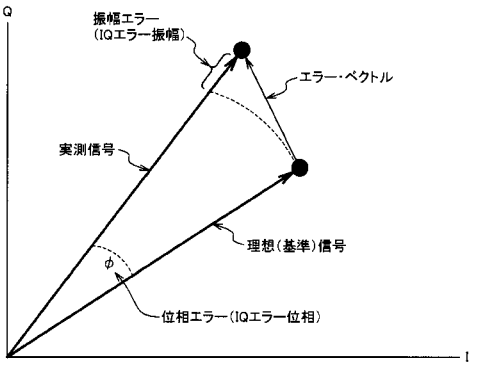
【図１】


10
DL:
OFDMA
UL:
SC-FDMA
1
1
1
2
2
X2

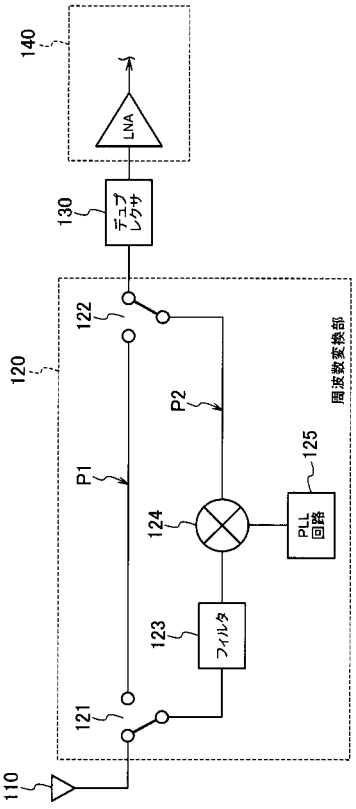
【図２】


1
100
110
120
140
受信部
150
OFDM
復調部
160
取得部
170
フレーム
処理部
周波数
変換部
デュプ
レクサ
130
180
送信部
測定部
210
220
240
制御部
ネットワーク
通信部
記憶部
230

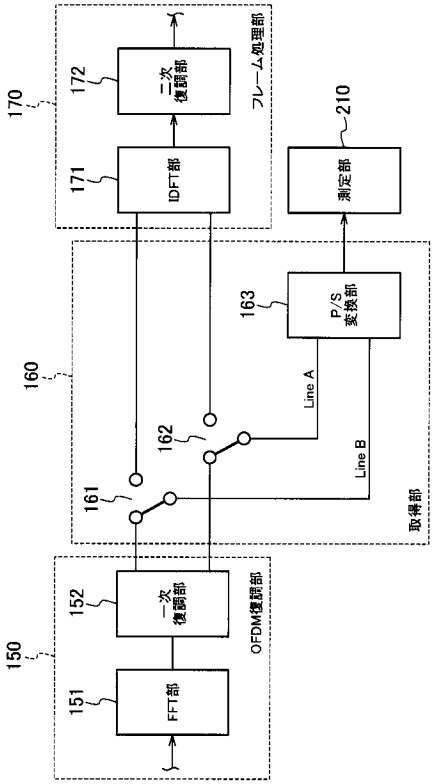
【図３】


Q
振幅エラー
(IQエラー振幅)
エラー・ベクトル
実測信号
理想(基準)信号
φ
位相エラー(IQエラー位相)
I

【図４】


140
LNA
130
デュプレクサ
120
122
周波数変換部
P2
P1
125
124
PLL
回路
123
フィルタ
121
110

【図５】

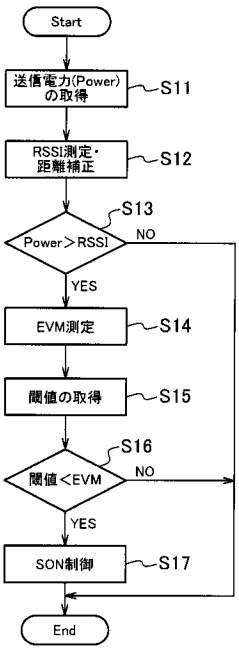


【図６】

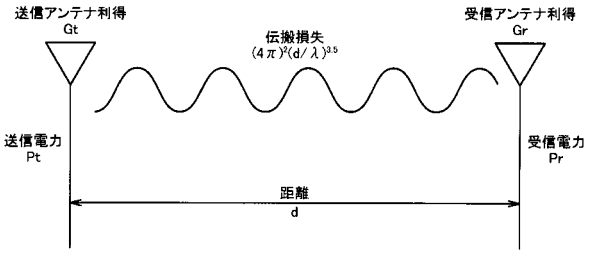
方式	送信側	受信側
OFDMA	変調→IFFT	FFT→復調
SC-FDMA	変調→DFT→変調→IFFT	FFT→復調→IDFT→復調

共通　共通

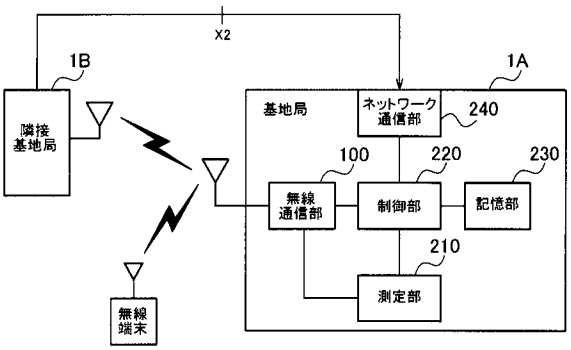
【図７】



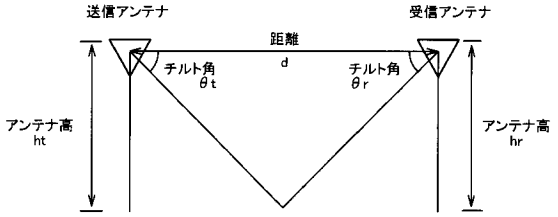
【図８】



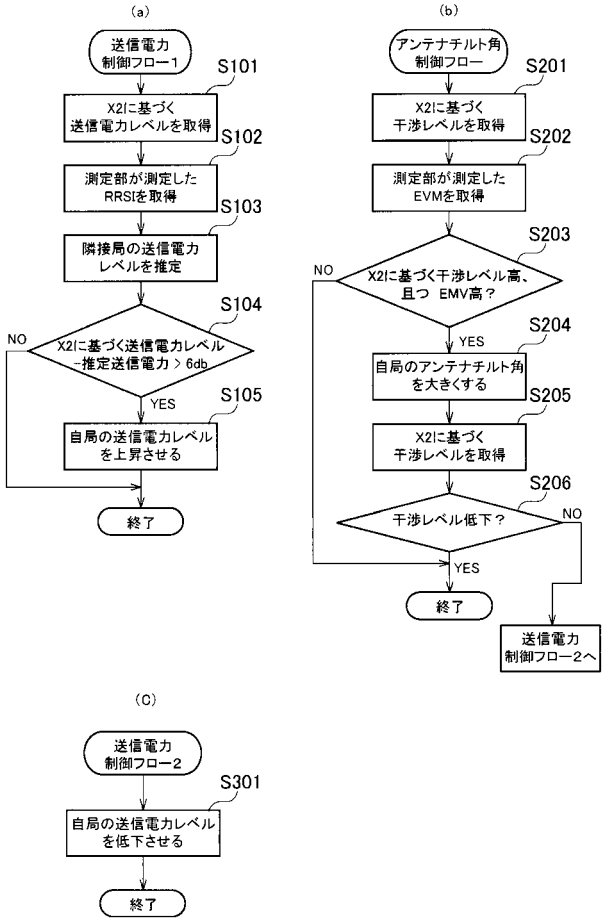
【図９】



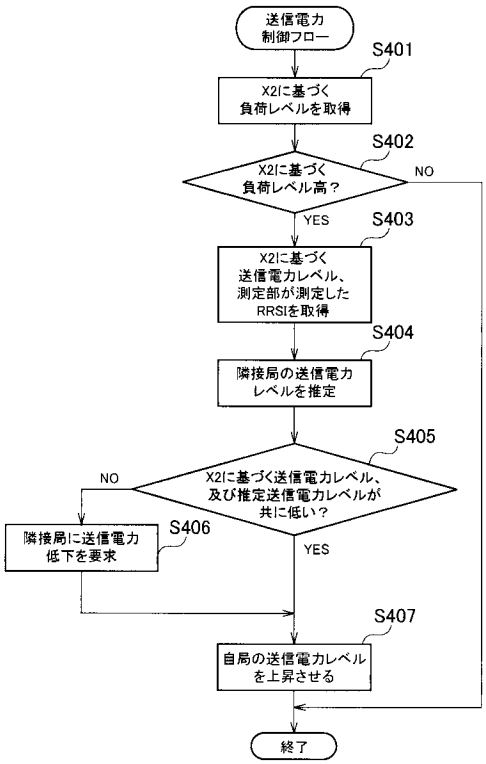
【図１０】



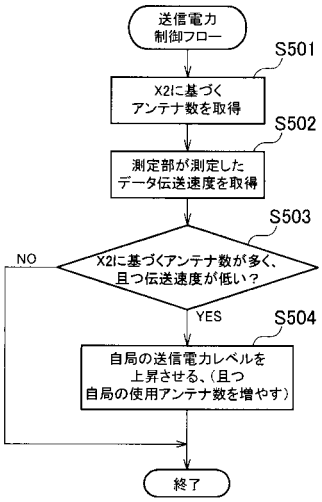
【図１１】



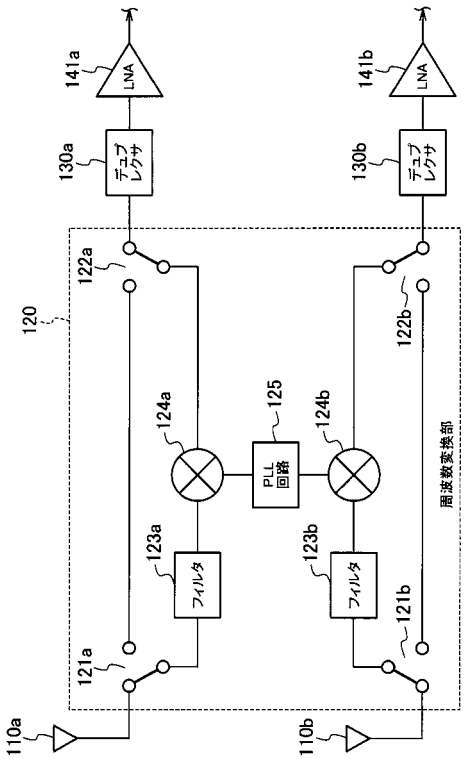
【図１２】



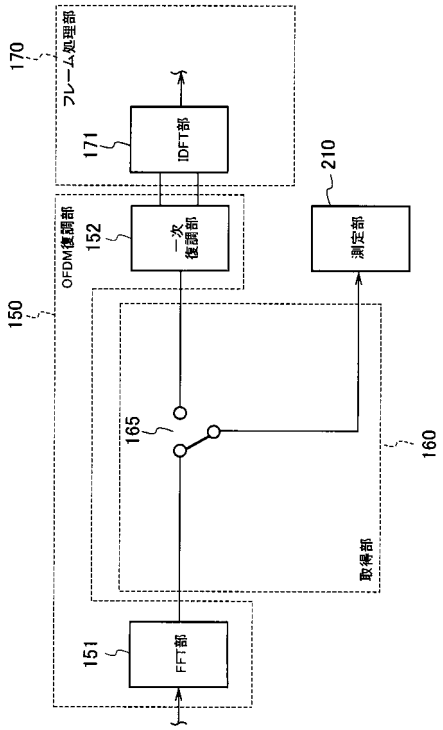
【図１３】



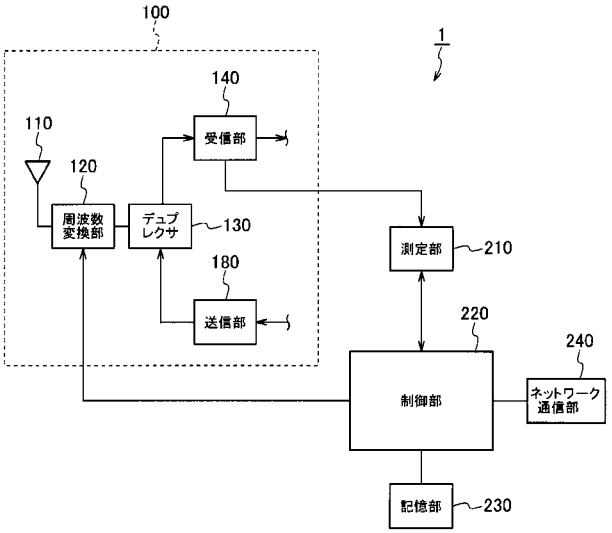
【図１４】



【図１５】



【図１６】



【図１７】

