(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5567550号
(P5567550)
(45)発行日　平成26年8月6日(2014.8.6)　(24)登録日　平成26年6月27日(2014.6.27)

(51)Int.Cl.		F I		
H04J 99/00	(2009.01)	H04J	15/00	
H04J 11/00	(2006.01)	H04J	11/00	Z
H04B 7/04	(2006.01)	H04B	7/04	

請求項の数 17　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2011-502869 (P2011-502869)
(86)(22)出願日　平成21年4月6日 (2009.4.6)
(65)公表番号　特表2011-518492 (P2011-518492A)
(43)公表日　平成23年6月23日 (2011.6.23)
(86)国際出願番号　PCT/KR2009/001768
(87)国際公開番号　WO2009/125955
(87)国際公開日　平成21年10月15日 (2009.10.15)
審査請求日　平成24年3月26日 (2012.3.26)
(31)優先権主張番号　61/042,778
(32)優先日　平成20年4月7日 (2008.4.7)
(33)優先権主張国　米国 (US)
(31)優先権主張番号　61/050,591
(32)優先日　平成20年5月5日 (2008.5.5)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(73)特許権者　502032105
エルジー　エレクトロニクス　インコーポレイティド
大韓民国ソウル、ヨンドゥンポーク，ヨイーデロ、１２８
(74)代理人　100078282
弁理士　山本　秀策
(74)代理人　100062409
弁理士　安村　高明
(74)代理人　100113413
弁理士　森下　夏樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ＭＩＭＯシステムにおけるモード適応方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

単一ユーザＭＩＭＯ（ＳＵ－ＭＩＭＯ）モードとマルチユーザＭＩＭＯ（ＭＵ－ＭＩＭＯ）モードとをサポートする基地局において、移動局からＭＩＭＯフィードバック情報を受信する方法であって、

前記方法は、

前記移動局の好適なＭＩＭＯモードを示す情報を前記移動局から受信することと、

前記好適なＭＩＭＯモードに基づいて決定されたＭＩＭＯモードを示す情報を前記移動局に送信することと、

前記ＭＩＭＯモードに基づいて決定されたフィードバック情報を前記移動局から受信することと

を含み、

前記ＭＩＭＯモードを示す前記情報は、前記ＳＵ－ＭＩＭＯモードまたは前記ＭＵ－ＭＩＭＯモードを示し、

前記フィードバック情報は、前記ＭＩＭＯモードを示す前記情報が前記ＳＵ－ＭＩＭＯモードを示す場合にＳＵ－ＭＩＭＯコードブックから選択されたプリコーディング行列インデックスを含むか、前記ＭＩＭＯモードを示す前記情報が前記ＭＵ－ＭＩＭＯモードを示す場合にＭＵ－ＭＩＭＯコードブックから選択されたプリコーディング行列インデックスを含み、

前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報は、前記好適なＭＩＭＯモードの性能指数に

対する前記移動局の現在のＭＩＭＯモードの性能指数の比が臨界値よりも大きい場合に、前記移動局から前記基地局に送信される、方法。

【請求項２】

前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報を受信することは、前記好適なＭＩＭＯモードに基づいて決定されたフィードバック情報を受信することを含む、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報を受信することは、

前記移動局の現在のＭＩＭＯモードのチャネル品質指示子（ＣＱＩ）およびプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）のうちの少なくとも１つが通るフィードバックチャネルを経由して、前記移動局から前記好適なＭＩＭＯモードを示す情報を受信することを含む、請求項２に記載の方法。

【請求項４】

前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報は、前記好適なＭＩＭＯモード専用の追加的なチャネルを介して受信される、請求項１～３のいずれかに記載の方法。

【請求項５】

前記基地局によって、前記好適なＭＩＭＯモードに対するフィードバック要請を前記移動局に送信することをさらに含み、前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報は、前記フィードバック要請に応答して前記移動局から受信される、請求項１～３のいずれかに記載の方法。

【請求項６】

前記フィードバック要請は、前記移動局が、前記好適なＭＩＭＯモードに従って決定された前記フィードバック情報を前記基地局に何回送信すべきかを示す特定情報を含む、請求項５に記載の方法。

【請求項７】

前記臨界値を前記移動局に送信することをさらに含み、前記臨界値は、前記基地局に送信される前記好適なＭＩＭＯモードを前記移動局において決定する際に用いられる、請求項１～３のいずれかに記載の方法。

【請求項８】

前記ＭＩＭＯモードを示す前記情報を送信することは、

前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報を用いて平均性能指数を計算することと、

前記平均性能指数がモードスイッチング臨界値よりも大きい場合には、前記ＭＩＭＯモードを前記好適なＭＩＭＯモードに設定することと

を含む、請求項１～３のいずれかに記載の方法。

【請求項９】

前記好適なモードは、単一ユーザＭＩＭＯ（ＳＵ－ＭＩＭＯ）モードと、２個の移動局をサポートするマルチユーザＭＩＭＯ（ＭＵ－ＭＩＭＯ）モード２と、３個の移動局をサポートするＭＵ－ＭＩＭＯモード３と、４個の移動局をサポートするＭＵ－ＭＩＭＯモード４のうちの１つである、請求項１～３のいずれかに記載の方法。

【請求項１０】

単一ユーザＭＩＭＯ（ＳＵ－ＭＩＭＯ）モードとマルチユーザＭＩＭＯ（ＭＵ－ＭＩＭＯ）モードとをサポートする基地局に、移動局によってＭＩＭＯフィードバック情報を送信する方法であって、

前記方法は、

好適なＭＩＭＯモードを示す情報を前記基地局に送信することと、

前記好適なＭＩＭＯモードに基づいて決定されたＭＩＭＯモードを示す情報を前記基地局から受信することと、

前記ＭＩＭＯモードに基づいて決定されたフィードバック情報を前記基地局に送信することと

を含み、

前記ＭＩＭＯモードを示す前記情報は、前記ＳＵ－ＭＩＭＯモードまたは前記ＭＵ－ＭＩＭＯモードを示し、

前記フィードバック情報は、前記ＭＩＭＯモードを示す前記情報が前記ＳＵ－ＭＩＭＯモードを示す場合にＳＵ－ＭＩＭＯコードブックから選択されたプリコーディング行列インデックスを含むか、前記ＭＩＭＯモードを示す前記情報が前記ＭＵ－ＭＩＭＯモードを示す場合にＭＵ－ＭＩＭＯコードブックから選択されたプリコーディング行列インデックスを含み、

前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報は、前記移動局の現在のＭＩＭＯモードの性能指数と前記好適なＭＩＭＯモードの性能指数との比が臨界値よりも大きい場合に前記基地局に送信される、方法。

【請求項１１】

前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報を送信することは、

前記好適なＭＩＭＯモードに基づいて決定されたフィードバック情報を含む、請求項１０に記載の方法。

【請求項１２】

前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報を送信することは、

前記移動局の現在のＭＩＭＯモードのチャネル品質指示子（ＣＱＩ）およびプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）のうちの少なくとも１つが通るフィードバックチャネルを経由して、前記基地局に前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報を送信することを含む、請求項１１に記載の方法。

【請求項１３】

前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報は、前記好適なＭＩＭＯモード専用の追加的なチャネルを介して送信される、請求項１０～１２のいずれかに記載の方法。

【請求項１４】

前記移動局に対する好適なＭＩＭＯモードに対するフィードバック要請を前記基地局から受信することをさらに含み、前記好適なＭＩＭＯモードを示す前記情報は、前記フィードバック要請に応答して前記基地局に送信される、請求項１０～１２のいずれかに記載の方法。

【請求項１５】

前記フィードバック要請は、前記移動局が、前記好適なＭＩＭＯモードに従って決定された前記フィードバック情報を前記基地局に何回送信すべきかを示す特定情報を含む、請求項１４に記載の方法。

【請求項１６】

前記基地局から前記臨界値を受信することをさらに含む、請求項１０～１２のいずれかに記載の方法。

【請求項１７】

前記好適なＭＩＭＯモードは、単一ユーザＭＩＭＯ（ＳＵ－ＭＩＭＯ）モードと、２個の移動局をサポートするマルチユーザＭＩＭＯ（ＭＵ－ＭＩＭＯ）モード２と、３個の移動局をサポートするＭＵ－ＭＩＭＯモード３と、４個の移動局をサポートするＭＵ－ＭＩＭＯモード４のうちの１つである、請求項１０～１２のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ＭＩＭＯ（Ｍｕｌｔｉ－Ｉｎｐｕｔ　Ｍｕｌｔｉ－Ｏｕｔｐｕｔ）システムにおけるモード適応（Ｍｏｄｅ　Ａｄａｐｔａｔｉｏｎ）方法に係り、特に、アップリンクフィードバック量を減らす方法に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

多重アンテナ（Ｍｕｌｔｉｐｌｅ　ａｎｔｅｎｎａ）を使用するＭＩＭＯシステムのうち、ユーザのチャネル状態によって適応的に動作する閉ループ（Ｃｌｏｓｅｄ－Ｌｏｏｐ

）ＭＩＭＯシステム（ＣＬ－ＭＩＭＯ）は、全体システムの性能または処理量を大幅に向上させる。

【０００３】

閉ループＭＩＭＯシステムは、プリコーディング行列インデックス（Ｐｒｅｃｏｄｉｎｇ Ｍａｔｒｉｘ Ｉｎｄｅｘ；ＰＭＩ）をフィードバックするコードブックベースのプリコーディング（Ｃｏｄｅｂｏｏｋ ｂａｓｅｄ ｐｒｅｃｏｄｉｎｇ）方式と、チャネルをフィードバックするアナログフィードバックベースのプリコーディング（Ａｎａｌｏｇ ｆｅｅｄｂａｃｋ ｂａｓｅｄ ｐｒｅｃｏｄｉｎｇ）方式とに大別され、それぞれ下記のような長短所がある。

【０００４】

コードブックベースのプリコーディングは、少ない量のフィードバック情報を必要とし、ＣＱＩ（ｃｈａｎｎｅｌ ｑｕａｌｉｔｙ ｉｎｄｉｃａｔｏｒ ｏｒ ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ））ミスマッチが少なく、コードワード制限（ｃｏｄｅｗｏｒｄ ｒｅｓｔｒｉｃｔｉｏｎ）によってフラッシュライト効果（Ｆｌａｓｈｌｉｇｈｔ Ｅｆｆｅｃｔ）を減らすことができる。ここで、ＣＱＩは、プリコーダ（Ｐｒｅｃｏｄｅｒ）及び干渉器（Ｉｎｔｅｒｆｅｒｅｒ）に対する完璧な把握に基づいてミドアンブル（Ｍｉｄａｍｂｌｅ）または共用パイロット（Ｃｏｍｍｏｎ Ｐｉｌｏｔｓ）で測定することができる。

【０００５】

コードブックベースのプリコーディングは、量子化誤り（Ｑｕａｎｔｉｚａｔｉｏｎ Ｅｒｒｏｒ）が多いという点とビームフォーミング利得が小さいという点などの短所を持っている。コードブックベースのプリコーディングのためには適切なコードブック設計が必要とされる。

【０００６】

アナログフィードバックベースのプリコーディングは、量子化誤りを減らし、高いビームフォーミング利得を得ることができる。一方、アナログフィードバックベースのプリコーディングでは、フィードバック情報またはフィードバックエラーが多すぎ、ＣＱＩミスマッチが多く、フラッシュライト効果が発生する。特に、マルチユーザＭＩＭＯではＣＱＩを専用パイロットでのみ測定することができる。また、干渉するプリコーダを把握しないと端末側でＣＱＩを測定することができない。アナログフィードバックベースのプリコーディングのためにはサウンディング（ｓｏｕｎｄｉｎｇ）チャネルが必要とされる。

【０００７】

したがって、コードブックベースのプリコーディングは、上記の長所から、３ＧＰＰ ＬＴＥシステム、ＷｉＭＡＸシステム、２ＧＰＰ２ ＵＭＢシステムなどで広く用いられている。

【０００８】

また、ＭＩＭＯシステムは、空間リソースをどのように割り当てるかによって単一ユーザＭＩＭＯ（Ｓｉｎｇｌｅ Ｕｓｅｒ ＭＩＭＯ；ＳＵ－ＭＩＭＯ）とマルチユーザ（Ｍｕｌｔｉ Ｕｓｅｒ ＭＩＭＯ；ＭＵ－ＭＩＭＯ）とに分類される。

【０００９】

図１及び図２は、データが２つ以上の空間多重化率で転送される時の送信構造を示すブロック図である。

【００１０】

図１は、垂直エンコーディング（Ｖｅｒｔｉｃａｌ Ｅｎｃｏｄｉｎｇ）及び単一コードワード（Ｓｉｎｇｌｅ Ｃｏｄｅｗｏｒｄ；ＳＣＷ）の場合であり、図２は、水平エンコーディング（Ｈｏｒｉｚｏｎｔａｌ Ｅｎｃｏｄｉｎｇ）及び多重コードワード（Ｍｕｌｔｉ Ｃｏｄｅｗｏｒｄ；ＭＣＷ）の場合である。

【００１１】

ＳＵ－ＭＩＭＯでは、空間リソース全部を一つの端末に割り当てる。ＣＬ－ＭＩＭＯで、ＳＵ－ＭＩＭＯは、次のように動作する。各端末は、望むランク、すなわち、空間多重化率を選択して、この望むランクに好適なＰＭＩ（ｐｒｅｃｏｄｉｎｇ ｍａｔｒｉｘ

ｉｎｄｅｘ）とチャネル品質情報（Ｃｈａｎｎｅｌ　Ｑｕａｌｉｔｙ　Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ；ＣＱＩ）をフィードバックする。基地局は、このようなフィードバック情報を用いて一つの端末を一つのリソース（時間及び周波数）に割り当てる。この場合、空間リソースは、該当の端末が全部使用する。この時、ここで、ＳＣＷまたはＭＣＷを転送構造とすることができる。

【００１２】

ＭＵ－ＭＩＭＯでは、空間リソースを複数の端末に割り当てる。ＣＬ－ＭＩＭＯにおいてＭＵ－ＭＩＭＯは次のように動作する。各端末は、ＣＱＩとＰＭＩをＭＵ－ＭＩＭＯ条件に合わせて転送する。ここで、ＭＵ－ＭＩＭＯ条件は、転送多重化率、プリコーディング行列セット（Ｐｒｅｃｏｄｉｎｇ　Ｍａｔｒｉｘ　Ｓｅｔ）、ＭＵ－ＭＩＭＯタイプ（ＰＵ２ＲＣ、ＺＦ－ＢＦ、…）などを指す。基地局は、受信した情報を用いて特定条件を満たす端末を選択し、該当の端末を一つのリソース（時間及び周波数）に割り当てる。この場合、空間リソースは複数の端末が分けて使用する。ここで、ＭＣＷを送信構造として用いる。

【００１３】

一般に、ユーザの数が少ない時は、ＳＵ－ＭＩＭＯの性能が良く、ユーザの数が多い時は、ＭＵ－ＭＩＭＯの性能が良い。ＭＵ－ＭＩＭＯにおいて複数の端末をペアリング（Ｐａｉｒｉｎｇ）する時、直交する対を見つけると性能が向上するが、ユーザの数が多いほど直交する対が出る確率が増加する。

【００１４】

図３は、ＳＵ－ＭＩＭＯとＭＵ－ＭＩＭＯの性能を比較したグラフである。

【００１５】

図３で、セルに約５名以上のユーザがいる時、ＭＵ－ＭＩＭＯがＳＵ－ＭＩＭＯの性能よりも優れていることがわかる。これをＳＵ－ＭＵスイッチングポイント（Ｓｗｉｔｃｈｉｎｇ　Ｐｏｉｎｔ）と呼ぶ。このスイッチングポイントは、チャネルの状態、ユーザの状態などによって異なる位置で生じることもできる。

【００１６】

すなわち、最適のシステムの性能は、ＳＵ－ＭＩＭＯの性能とＭＵ－ＭＩＭＯの性能の包絡線（Ｅｎｖｅｌｏｐｅ）に追従しなければならず、このために、端末は、ＳＵ－ＭＩＭＯに適合なフィードバック及びＭＵ－ＭＩＭＯに適合なフィードバックの両方を行わねばならない。その結果、フィードバックオーバーヘッドが増加する。

【００１７】

また、主に、コードブックの構成はあらかじめ決定される。特に、ＭＵ－ＭＩＭＯモードでは、ユーザの数が特に多い場合でないと、ペアリング利得（Ｐａｉｒｉｎｇ　Ｇａｉｎ）を得るためにはコードブックの大きさを小さくしなければならない。したがって、ＭＵ－ＭＩＭＯモードのコードブックサイズは、一般的にＳＵ－ＭＩＭＯモードよりも小さく設計されるが、これはビームフォーミング利得の減少につながる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１８】

したがって、　本発明は、関連技術の制約及び短所に起因する問題点を解決するために、ＭＩＭＯシステムのためのモード適応方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【００１９】

本発明は、フィードバック情報の量を効果的に減すと同時に、システム処理量を最大化するモード適応方法を提供する。

【００２０】

本発明の追加的な利点、目的及び特徴が、以下の詳細な説明で記述される。本発明の目的及び利点は、添付の図面の他、詳細な説明及び請求項で特に指摘された事項によって実現及び獲得することができる。

【００２１】
本発明の意図によって上記目的及び利点を達成するために、単一ユーザＭＩＭＯ（Ｓｉｎｇｌｅ Ｕｓｅｒ ＭＩＭＯ；ＳＵ－ＭＩＭＯ）モードとマルチユーザＭＩＭＯ（Ｍｕｌｔｉ Ｕｓｅｒ ＭＩＭＯ；ＭＵ－ＭＩＭＯ）間のモードスイッチングを行うモード適応方法であって、前記モード適応方法わ、基地局が端末から選好ＭＩＭＯモード関連情報を受信し、前記選好ＭＩＭＯモード関連情報に基づいてＭＩＭＯモードを決定し、前記ＭＩＭＯモードを前記端末に報告し、前記端末から前記ＭＩＭＯモードのフィードバック情報を受信すること、を含む。

【００２２】
前記選好ＭＩＭＯモード関連情報は、選好ＭＩＭＯモード及び前記選好ＭＩＭＯモードに基づいて決定されたフィードバック情報のうち少なくとも一つを含むことができる。

【００２３】
前記基地局に転送される前記選好ＭＩＭＯモードを決定するのに用いられる臨界値を前記端末に転送することをさらに含むことができる。

【００２４】
前記ＭＩＭＯモードの決定では、前記選好ＭＩＭＯモード関連情報を用いて平均性能指数（ｓｕｍ ａｖｅｒａｇｅ ｔｈｒｏｕｇｈｐｕｔ ｍｅｔｒｉｃ）を計算し、前記平均性能指数がモードスイッチング臨界値よりも高いと、前記ＭＩＭＯモードを前記選好ＭＩＭＯと設定することができる。

【００２５】
現在モードの性能指数と前記選好ＭＩＭＯモードの性能指数との比が臨界値よりも高いと、前記選好ＭＩＭＯモード関連情報が前記端末から前記基地局に伝達されることができる。

【００２６】
前記選好ＭＩＭＯモード関連情報の受信では、現在モードのチャネル品質指示子（ＣＱＩ）及びプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）のうち少なくとも一つを受信するフィードバックチャネルを時分割（ｔｉｍｅ－ｄｉｖｉｄｅ）し、前記時分割されたフィードバックチャネルを通じて前記選好ＭＩＭＯモード関連情報を周期的に受信することができる。

【００２７】
前記選好ＭＩＭＯモード関連情報は、前記選好ＭＩＭＯモード関連情報専用の追加的なチャネルを通じて受信することができる。

【００２８】
前記選好モードは、ＳＵ－ＭＩＭＯモードと、２個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード２と、３個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード３と、４個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード４のうちの一つであることができる。

【００２９】
前記選好ＭＩＭＯモード関連情報の受信では、前記端末に前記選好ＭＩＭＯモードに対するフィードバック要請を転送することができる。

【００３０】
前記フィードバック要請は、現在モードのチャネル品質指示子（ＣＱＩ）及びプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）のうち少なくとも一つを受信するフィードバックチャネルを通じて前記基地局が前記選好ＭＩＭＯモードに基づいて決定された前記フィードバック情報を受信する既に指定された回数を指示する特定情報を含むことができる。

【００３１】
本発明の他の様相として、単一ユーザＭＩＭＯ（ＳＵ－ＭＩＭＯ）モードとマルチユーザＭＩＭＯ（ＭＵ－ＭＩＭＯ）モード間のモードスイッチングを行うモード適応方法であって、前記モード適応方法わ、端末が現在モード及び臨界値を用いて選好ＭＩＭＯモードを決定し、基地局に選好ＭＩＭＯモード関連情報を報告し、前記選好ＭＩＭＯモード関連情報に基づいて変更された現在モードを受信すること、を含む。

【００３２】
前記選好ＭＩＭＯモード関連情報は、選好ＭＩＭＯモード及び前記選好ＭＩＭＯモードに基づいて決定されたフィードバック情報のうち少なくとも一つを含むことができる。
【００３３】
前記選好ＭＩＭＯモードは、前記現在モードの性能指数と前記選好ＭＩＭＯモードの性能指数との比が、前記臨界値よりも高いか否かを確認することによって決定され、前記現在モードの前記性能指数と前記選好ＭＩＭＯモードの前記性能指数との比が、前記臨界値よりも高いと、前記選好ＭＩＭＯモード関連情報が基地局に報告されることができる。
【００３４】
前記情報の報告では、前記現在モードのチャネル品質指示子（ＣＱＩ）及びプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）のうち少なくとも一つを転送するフィードバックチャネルを時分割（ｔｉｍｅ－ｄｉｖｉｄｅ）し、前記時分割されたフィードバックチャネルを通じて前記選好ＭＩＭＯモード関連情報を周期的に転送することができる。
【００３５】
前記選好ＭＩＭＯモード関連情報の報告では、前記選好ＭＩＭＯモード関連情報専用の追加的なチャネルを通じて前記選好ＭＩＭＯモード関連情報を転送することができる。
【００３６】
前記基地局から前記臨界値を受信することをさらに含むことができる。
【００３７】
前記選好モードは、ＳＵ－ＭＩＭＯモードと、２個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード２と、３個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード３と、４個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード４のうちの一つであることができる。
【００３８】
前記選好ＭＩＭＯモード関連情報の報告では、前記基地局から前記選好ＭＩＭＯモードに対するフィードバック要請を受信して、前記選好ＭＩＭＯモードに関するフィードバック情報を報告することができる。
【００３９】
前記フィードバック要請は、前記現在モードのチャネル品質指示子（ＣＱＩ）及びプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）のうち少なくとも一つを転送するフィードバックチャネルを通じて前記端末が前記選好ＭＩＭＯモード関連情報を転送しなければならない既に指定された回数を指示する特定情報を含むことができる。
【００４０】
上記の構成及び後述の請求される詳細な説明は、本発明の理解を助けるためのもので、本発明がこれに限定されることはない。
例えば、本発明は以下の項目を提供する。
（項目１）
単一ユーザＭＩＭＯ（Ｓｉｎｇｌｅ　Ｕｓｅｒ　ＭＩＭＯ；ＳＵ－ＭＩＭＯ）モードとマルチユーザＭＩＭＯ（Ｍｕｌｔｉ　Ｕｓｅｒ　ＭＩＭＯ；ＭＵ－ＭＩＭＯ）間のモードスイッチングを行うモード適応方法であって、
基地局が端末から選好ＭＩＭＯモード関連情報を受信し、
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報に基づいてＭＩＭＯモードを決定し、
上記ＭＩＭＯモードを上記端末に報告し、
上記端末から上記ＭＩＭＯモードのフィードバック情報を受信すること、
を含む、モード適応方法。
（項目２）
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報は、選好ＭＩＭＯモード及び上記選好ＭＩＭＯモードに基づいて決定されたフィードバック情報のうち少なくとも一つを含む、項目１に記載のモード適応方法。
（項目３）
上記基地局に転送される上記選好ＭＩＭＯモードを決定するのに用いられる臨界値を上

記端末に転送することをさらに含む、項目２に記載のモード適応方法。
（項目４）
上記ＭＩＭＯモードの決定では、
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報を用いて平均性能指数（ｓｕｍ　ａｖｅｒａｇｅ　ｔｈｒｏｕｇｈｐｕｔ　ｍｅｔｒｉｃ）を計算し、
上記平均性能指数がモードスイッチング臨界値よりも高いと、上記ＭＩＭＯモードを上記選好ＭＩＭＯと設定する、項目２に記載のモード適応方法。
（項目５）
現在モードの性能指数と上記選好ＭＩＭＯモードの性能指数との比が臨界値よりも高いと、上記選好ＭＩＭＯモード関連情報が上記端末から上記基地局に伝達される、項目２に記載のモード適応方法。
（項目６）
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報の受信では、
現在モードのチャネル品質指示子（ＣＱＩ）及びプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）のうち少なくとも一つを受信するフィードバックチャネルを時分割（ｔｉｍｅ－ｄｉｖｉｄｅ）し、
上記時分割されたフィードバックチャネルを通じて上記選好ＭＩＭＯモード関連情報を周期的に受信する、項目２に記載のモード適応方法。
（項目７）
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報は、上記選好ＭＩＭＯモード関連情報専用の追加的なチャネルを通じて受信する、項目１に記載のモード適応方法。
（項目８）
上記選好モードは、ＳＵ－ＭＩＭＯモードと、２個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード２と、３個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード３と、４個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード４のうちの一つである、項目２に記載のモード適応方法。
（項目９）
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報の受信では、
上記端末に上記選好ＭＩＭＯモードに対するフィードバック要請を転送する、項目２に記載のモード適応方法。
（項目１０）
上記フィードバック要請は、現在モードのチャネル品質指示子（ＣＱＩ）及びプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）のうち少なくとも一つを受信するフィードバックチャネルを通じて上記基地局が上記選好ＭＩＭＯモードに基づいて決定された上記フィードバック情報を受信する既に指定された回数を指示する特定情報を含む、項目９に記載のモード適応方法。
（項目１１）
単一ユーザＭＩＭＯ（ＳＵ－ＭＩＭＯ）モードとマルチユーザＭＩＭＯ（ＭＵ－ＭＩＭＯ）モード間のモードスイッチングを行うモード適応方法であって、
端末が現在モード及び臨界値を用いて選好ＭＩＭＯモードを決定し、
基地局に選好ＭＩＭＯモード関連情報を報告し、
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報に基づいて変更された現在モードを受信すること、
を含む、モード適応方法。
（項目１２）
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報は、選好ＭＩＭＯモード及び上記選好ＭＩＭＯモードに基づいて決定されたフィードバック情報のうち少なくとも一つを含む、項目１１に記載のモード適応方法。
（項目１３）
上記選好ＭＩＭＯモードは、上記現在モードの性能指数と上記選好ＭＩＭＯモードの性能指数との比が、上記臨界値よりも高いか否かを確認することによって決定され、上記現在モードの上記性能指数と上記選好ＭＩＭＯモードの上記性能指数との比が、上記臨界値

よりも高いと、上記選好ＭＩＭＯモード関連情報が基地局に報告される、項目１２に記載のモード適応方法。
（項目１４）
上記情報の報告では、
上記現在モードのチャネル品質指示子（ＣＱＩ）及びプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）のうち少なくとも一つを転送するフィードバックチャネルを時分割（ｔｉｍｅ－ｄｉｖｉｄｅ）し、
上記時分割されたフィードバックチャネルを通じて上記選好ＭＩＭＯモード関連情報を周期的に転送する、項目１１に記載のモード適応方法。
（項目１５）
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報の報告では、
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報専用の追加的なチャネルを通じて上記選好ＭＩＭＯモード関連情報を転送する、項目１１に記載のモード適応方法。
（項目１６）
上記基地局から上記臨界値を受信することをさらに含む、項目１１に記載のモード適応方法。
（項目１７）
上記選好モードは、ＳＵ－ＭＩＭＯモードと、２個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード２と、３個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード３と、４個の端末を支援するＭＵ－ＭＩＭＯモード４のうちの一つである、項目１１に記載のモード適応方法。
（項目１８）
上記選好ＭＩＭＯモード関連情報の報告では、
上記基地局から上記選好ＭＩＭＯモードに対するフィードバック要請を受信して、上記選好ＭＩＭＯモードに関するフィードバック情報を報告する、項目１１に記載のモード適応方法。
（項目１９）
上記フィードバック要請は、上記現在モードのチャネル品質指示子（ＣＱＩ）及びプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）のうち少なくとも一つを転送するフィードバックチャネルを通じて上記端末が上記選好ＭＩＭＯモード関連情報を転送しなければならない既に指定された回数を指示する特定情報を含む、項目１８に記載のモード適応方法。

【発明の効果】
【００４１】
本発明は、ＭＩＭＯシステムのモード適応（Ｍｏｄｅ　Ａｄａｐｔａｔｉｏｎ）方法を用いてアップリンクフィードバック情報の量を減らす方法を提供する。本発明は、ＩＥＥＥ　８０２．１６ｍなどのシステムにおいて基地局、端末などに適用することができる。本発明は、システムの性能を最大化しながらフィードバックの量を効果的に減らすことができる。
【図面の簡単な説明】
【００４２】
【図１】データが２つ以上の空間多重化率で転送される時の送信構造を示すブロック図である。
【図２】データが２つ以上の空間多重化率で転送される時の送信構造を示すブロック図である。
【図３】ＳＵ－ＭＩＭＯとＭＵ－ＭＩＭＯの性能を比較したグラフである。
【図４】本発明の一実施例によるモード適応方法を用いてフィードバック量を減らす方法を示すフローチャートである。
【図５】現在モードのＣＱＩ、ＰＭＩを送る代わりに、特定周期ごとにフィードバックチャネルを通じて、望むモードの情報を転送する方法を示す図である。
【図６】追加的なフィードバックチャネルを通じて、望むモードの情報を周期的に転送す

る方法を示す図である。
【図７】図７は、基地局（ＢＳ）による特定モードのフィードバックを要請し、端末（ＭＳ）によって、要請されたモードのフィードバックを行う方法を示す。
【図８】図８は、望むモード情報の代わりに、ランク情報を転送する例示的な場合を示す。
【図９】本発明の一実施例によるモード適応方法の性能グラフである。
【発明を実施するための形態】
【００４３】
以下、図面を参照しつつ、本発明の好適な実施例について説明する。ただし、以下に例示する本発明の実施例は、様々な他の形態に変形可能であり、本発明の範囲が下記の実施例に限定されることはない。
【００４４】
図４は、本発明の一実施例によるモード適応方法を用いてフィードバック量を減らす方法を示すフローチャートである。
【００４５】
ここで、ｌは、モード（ｌ）で一度に転送される端末の個数であり、Ｍは、別のモード（Ｍ）で一度に転送される端末の個数である。
【００４６】
これらのモードは、基地局で指示することができる。これらのモードは、ダウンリンク制御チャネル（Ｄｏｗｎｌｉｎｋ　Ｃｏｎｔｒｏｌ　Ｃｈａｎｎｅｌ）、例えば、ＩＥＥＥ　８０２．１６ｅのＭＡＰ、サブマップなどのダウンリンク制御チャネルを通じて転送されたモードＭに設定することができる。
【００４７】
γ_lは、端末で計算する値で、ｌ番目のモードに関する指数（Ｍｅｔｒｉｃ）として容量（Ｃａｐａｃｉｔｙ）や性能（Ｔｈｒｏｕｇｈｐｕｔ）などとすることができる。ここで、$l*\gamma_l$及び$M*\gamma_M$は、性能指数と称する。C_lは、端末のフィードバックに基づいて基地局が計算する指数である。例えば、C_lは、平均容量（Ｓｕｍ　Ａｖｅｒａｇｅ　Ｃａｐａｃｉｔｙ）や平均性能（Ｓｕｍ　Ａｖｅｒａｇｅ　Ｔｈｒｏｕｇｈｐｕｔ）などとすることができる。
【００４８】
αは、フィードバックに対する臨界値である。
【化１】

$$\frac{l\cdot\gamma_l}{M\cdot\gamma_M}>\alpha$$

であれば、端末は、ｌ番目のモードに対するフィードバックをする。αは、基地局により指示される値またはあらかじめ約束された（ｐｒｅｄｅｔｅｒｍｉｎｅｄ）値、各端末が任意に定めた値とすることができる。
【００４９】
図４で、端末は、現在モード（Ｍ）の性能指数（ｔｈｒｏｕｇｈｐｕｔ　ｍｅｔｒｉｃ）に対する、スイッチングするモード（ｌ）の性能指数の比が、臨界値を超過するか否か判断する（４１０）。ここで、上記比が臨界値を超過すると、端末は、スイッチングするモード（ｌ）に関する情報を基地局にフィードバックする。
【００５０】
続いて、フィードバック情報を受信した基地局は、フィードバック情報を用いてスイッチングするモード（ｌ）の平均性能指数を演算し（４２０）、演算された平均性能指数がモード切替臨界値を超過するか否か判断する（４３０）。図４は、現在モード（Ｍ）の平均性能指数をモード切替臨界値として説明している。
【００５１】
判断結果、スイッチングするモード（ｌ）の平均性能指数がモード切替臨界値を超過す

ると（４３０）、ＭＩＭＯモードがモード（ｌ）に変更され、該変更されたＭＩＭＯモード、すなわち、モード（ｌ）が端末に通知される（４４０）。この時、臨界値が変更されると、この変更された臨界値に関する情報も端末に通知される。

【００５２】

一方、スイッチングするモード（ｌ）の平均性能指数がモード切替臨界値以下であれば、この臨界値に関する情報のみが端末に通知される（４５０）。

【００５３】

各端末は、望むモードに関する情報、モードインデックス、ＣＱＩ及び／またはＰＭＩなどを様々な方式で基地局にフィードバックすることができる。

【００５４】

図５は、現在モードのＣＱＩ、ＰＭＩを転送する代わりに、特定周期ごとにフィードバックチャネルを通じて、望むモードの情報を転送する方法を示す図である。

【００５５】

特に、望むモードに関する情報が現在フィードバックチャネルの容量よりも多い場合、この望むモードに関する情報は、フィードバックチャネルを通じて数回に分けて転送することができる。その例として下記の場合を挙げることができる。

【００５６】

４周期の間隔ごとにモード通知（Ｉｎｄｉｃａｔｉｏｎ）情報が転送されるとすれば、端末は、フィードバックチャネル時間インデックス０、１及び２で、現在モードであるモードＭに関するフィードバック（ＣＱＩ及び／またはＰＭＩ）を転送する。もし、フィードバックチャネルの時間インデックス３で、他のモード（モードｌ）が

【化２】

$$\frac{l\cdot\gamma_l}{M\cdot\gamma_M}>\alpha$$

を満たさないと、端末は、モードＭを望むモードとしてフィードバックし、その後、現在モードであるモードＭに関するフィードバック情報（ＣＱＩ及び／またはＰＭＩ）を、基地局に転送する。もし、モードフィードバック周期であるフィードバックチャネル時間インデックス７で、モードｌが

【化３】

$$\frac{l\cdot\gamma_l}{M\cdot\gamma_M}>\alpha$$

を満たすと、フィードバックチャネル時間インデックス８で、モードｌに関するフィードバック（ＣＱＩ及び／またはＰＭＩ）が基地局に転送される。以降、現在モードであるモードＭに関するフィードバック（ＣＱＩ及び／またはＰＭＩ）が基地局に転送される。もし、フィードバックチャネル時間インデックス１０で、現在モードがＭからｌに変わったとすれば、端末はモードｌに関するフィードバック（ＣＱＩ及び／またはＰＭＩ）を基地局に転送する。

【００５７】

図６は、追加的なフィードバックチャネルを通じて望むモードの情報を周期的に転送する方法を示す図である。

【００５８】

図６を参照すると、端末は、フィードバックチャネル１を通じて、現在モード（モードＭ）に関するＣＱＩ及び／またはＰＭＩを報告し、フィードバックチャネル２を通じて他のモードに関するフィードバック情報を転送する。例えば、図６で、フィードバックチャネル（２）時間インデックス０で表示された、フィードバックチャネル２の時間インデックス０で、他のモード（モードｌ）が

【化４】

$$\frac{l \cdot \gamma_l}{M \cdot \gamma_M} > \alpha$$

を満たさず、現在モードが最適のモードと見なされると、端末は、モードＭを選好モードとして基地局に報告する。図６で、フィードバックチャネル（２）時間インデックス１で表示された、フィードバックチャネル２の時間インデックス１でモードｌが

【化５】

$$\frac{l \cdot \gamma_l}{M \cdot \gamma_M} > \alpha$$

を満たすと、端末は、モードｌを望むと報告し、その後、図６でフィードバックチャネル（２）時間インデックス２で表示された、フィードバックチャネル２の時間インデックス２でモードｌに関するＣＱＩ及び／またはＰＭＩをフィードバックする。この時、端末は、フィードバックチャネル２の時間インデックス２で、モードｌのＣＱＩ及び／またはＰＭＩをフィードバックする代わりに、望むモードを報告することができる。一方、別のチャネルを通じてモードｌのＣＱＩ及び／またはＰＭＩを転送することもできる。

【００５９】

イベントトリガー（Ｅｖｅｎｔ　ｔｒｉｇｇｅｒ）方式によって、他のモードが

【化６】

$$\frac{l \cdot \gamma_l}{M \cdot \gamma_M} > \alpha$$

を満たすと、下記の２つの方法を用いることができる。

【００６０】

第一の方法によれば、端末は基地局に追加的なフィードバックチャネルを要請し、この基地局により割り当てられたフィードバックチャネルを通じてモードｌに関するＣＱＩ及び／またはＰＭＩを転送する。第二の方法によれば、端末がアップリンクで転送するデータを有していると、このデータのチャネルにモードｌに関するＣＱＩ及び／またはＰＭＩを付けてアップリンク転送することができる。

【００６１】

図８は、望むモード情報の代わりにランク情報を転送する例示的な場合を示す。

【００６２】

現在モードがＳＵ－ＭＩＭＯモードと設定された場合、端末は、モードＭ（ＳＵ－ＭＩＭＯ）に関するＣＱＩ及び／またはＰＭＩを送る代わりに、ランク情報を送ることができる。

【００６３】

このＳＵ－ＭＩＭＯランク適応（Ｒａｎｋ　Ａａｄａｐｔａｔｉｏｎ）周期（すなわち、端末が、望むランクを選択する周期）が４に設定された場合、端末は、フィードバックチャネル（１）の毎４時間インデックスごとに自身の望むランクを送る。この時、望むランクが、他のランク、例えば、図８のランク２に変更される場合、端末は、変更されたランクに好適なＣＱＩ及び／またはＰＭＩを追加的なフィードバックチャネル、例えば、フィードバックチャネル（２）を通じて送る。一方、ＣＱＩ及び／またはＰＭＩのための追加的なフィードバックチャネルを割り当てずに、変更されたランクに関する情報が転送されるフィードバックチャネル（１）を通じて、該変更されたランクに関する上記情報が転送される周期に、変更されたランクに好適なＣＱＩ及び／またはＰＭＩを転送することもできる。

【００６４】

この場合にも、基地局は、ランク情報のための追加的なフィードバックチャネルを割り

当てることができる。

【００６５】

図７は、基地局（ＢＳ）が特定モードに対するフィードバックを要請し、端末（ＭＳ）は、要請されたモードに対するフィードバックをする方法を示す図である。

【００６６】

図７を参照すると、基地局はモード（ｌ）に対するフィードバックを端末に要請することができる。すなわち、現在モードが（Ｍ）であり、いくつかの端末がモード（ｌ）に関する情報をフィードバックしている状況で、基地局がモード（ｌ）に関する情報をさらに必要とする場合、この基地局は、端末にモード（ｌ）に対するフィードバックをすることを要請することができる。この場合、次のような方法でフィードバックを行うことができる。すなわち、端末は、１回または基地局で要請した回数だけ該当のモードに対してフィードバックをし、それ以降は、現在モードに対するフィードバックをすることができる。特に、要請されたモードに関する情報の量が、現在フィードバックチャネルの容量よりも多い場合、要請されたモード情報は、フィードバックチャネルを通じて数回に分けて転送することができる。一方、基地局がイベントトリガー方式で他のモードに対してフィードバックを要請する場合は、次のような方法を用いることができる。基地局が新しいフィードバックチャネルを割り当て、該新しく割り当てられたフィードバックチャネル（すなわち、追加的なフィードバックチャネル）を通じて、要請されたモードに関するＣＱＩ及び／またはＰＭＩを転送する方法を用いることができる。または、端末がアップリンクで転送するデータがある場合は、このデータのチャネルに、要請されたモードに関するＣＱＩ及び／またはＰＭＩを付けてアップリンクで転送する方法を用いることもできる。

【００６７】

上記のように、セル境界に位置しているユーザ（以下、セル境界ユーザ）は、セルのモードにかかわらずにＳＵ－ＭＩＭＯ方式または他のＭＩＭＯ方式（例えば、協力的（ｃｏｌｌａｂｏｒａｔｉｖｅ）ＭＩＭＯ方式）を用いて動作することができる。この場合、フィードバックも、該当の方式に応じて行えば良い。ＦＦＲ（Ｆｒａｃｔｉｏｎａｌ　Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　Ｒｅｕｓｅ）手法を適用する場合、ＦＦＲは、特定周波数帯域をセル境界に割り当て、ＳＵ－ＭＩＭＯ方式または協力的ＭＩＭＯ方式によって特定周波数帯域（該当のＦＦＲ帯域）についてのみフィードバックし、残りの帯域については上記のような方式で現在セルに適用されたモードを用いてフィードバックすることができる。

【００６８】

一方、コードブックが制限された状況で、ＳＵ－ＭＩＭＯコードブックセットから一部のコードブック要素を抽出してＭＵ－ＭＩＭＯコードブックを構成することができる。

【００６９】

ＭＵ－ＭＩＭＯコードブックと関連して、転送アンテナの個数をN_tと仮定する。

【００７０】

ここで、モードには、ＳＵ－ＭＩＭＯモード、ランク２を持つＭＵ－ＭＩＭＯモード、ランク３を持つＭＵ－ＭＩＭＯモード、…、ランクN_tを持つＭＵ－ＭＩＭＯモードなどがありうる。各モードに関するプリコーディング行列セット（ｓｅｔ）は、数学式１で表現することができる。

【００７１】

【数１】

【数１】

SU-MIMO

rank1 : $S_1 = \{\{v_{1,1,1}\}, \{v_{1,2,1}\}\cdots, \{v_{1,K1,1}\}\}$

rank2 : $S_2 = \{\{v_{2,1,1}, v_{2,1,2}\}, \{v_{2,2,1}, v_{2,2,2}\}\cdots, \{v_{2,K2,1}, v_{2,K2,2}\}\}$

…

rank N_t : $S_{Nt} = \{\{v_{Nt,1,1}, \cdots, v_{Nt,1,Nt},\}, \{v_{Nt,2,1}, \cdots, v_{Nt,2,Nt}\}\cdots, \{v_{Nt,K,1}, \cdots, v_{Nt,KNt,Nt}\}\}$

MU-MIMO with rank2 : $M_2 = \{\{p_{2,1,1}, p_{2,1,2}\}, \{p_{2,2,1}, p_{2,2,2}\}\cdots, \{p_{2,K2',1}, p_{2,K2',2}\}\}$

…

MU-MIMO with rankN_t : $M_{Nt} = \{\{p_{Nt,1,1}, \cdots, p_{Nt,1,Nt},\}, \{p_{Nt,2,1}, \cdots, p_{Nt,2,Nt}\}\cdots, \{p_{Nt,K,1}, \cdots, p_{Nt,KNt',Nt}\}\}$

【００７２】

数学式１で、Ｋ＃は、ＳＵ－ＭＩＭＯランク＃のコードブックサイズであり、Ｋ＃’は、ＭＵ－ＭＩＭＯでランク＃のコードブックサイズである。Ｋ＃とＫ＃’は異なっても良い。

【００７３】

ここで、基地局は、個数Ｋ＃、Ｋ＃’及び構成個体を知らせることができる。基地局が個数のみを端末に知らせる場合、各個数ごとにあらかじめ定めておいた特定コードブックセットを使用することができる。

【００７４】

ＭＵ－ＭＩＭＯ転送方法によって、主に、下記のような２通りの方法でフィードバックするＭＵ－ＭＩＭＯのコードブックを構成することができる。

【００７５】

第一に、フィードバックするコードブックと基地局から転送されるコードブックとが異なる場合、アップリンクへのフィードバック用ＭＵ－ＭＩＭＯのコードブックを、ランク１（ｒａｎｋ　１）コードブック要素（Ｃｏｄｅｂｏｏｋ　ｅｌｅｍｅｎｔ）で構成することができる。基地局では、フィードバックされた情報を利用及び組み合わせして別のフォーマットのプリコーダを生成することができる。この場合、ランク１コードブック要素は、ＳＵ－ＭＩＭＯランク（１）コードブックの一部（ｓｕｂｓｅｔ）でありうる。

【００７６】

第二に、フィードバックするコードブックと基地局から転送されるコードブックとが同一の場合、アップリンクへのフィードバック用ＭＵ－ＭＩＭＯのコードブックは、次のように構成することができる。ランク２のＭＵ－ＭＩＭＯ（ＭＵ－ＭＩＭＯ　ｗｉｔｈ　ｒａｎｋ　２）で、コードブックは、ランク２のコードブック要素を用いて構成される。ランク３のＭＵ－ＭＩＭＯ（ＭＵ－ＭＩＭＯ　ｗｉｔｈ　ｒａｎｋ　３）で、コードブックは、ランク３コードブック要素を用いて構成される。

【００７７】

この場合、各モードに関するプリコーディング行列セットは、数学式２で表示することができる。

【００７８】

【数２】

【数２】

SU-MIMO

rank1 : $S_1 = \{\{v_{1,1,1}\}, \{v_{1,2,1}\}\cdots, \{v_{1,K1,1}\}\}$

rank2 : $S_2 = \{\{v_{2,1,1}, v_{2,1,2}\}, \{v_{2,2,1}, v_{2,2,2}\}\cdots, \{v_{2,K2,1}, v_{2,K2,2}\}\}$

…

rank Nt : $S_{Nt} = \{\{v_{Nt,1,1}, \cdots, v_{Nt,1,Nt}\}, \{v_{Nt,2,1}, \cdots, v_{Nt,2,Nt}\}\cdots, \{v_{Nt,K,1}, \cdots, v_{Nt,KNt,Nt}\}\}$

MU-MIMO with rank2 : $M_2 = \{\{v_{2,k1,1}, v_{2,k1,2}\}, \{v_{2,k2,1}, v_{2,k2,2}\}\cdots\}$

…

MU-MIMO with rankNt : $MNt = \{\{v_{Nt,k1,1}, \cdots, v_{Nt,k1,Nt}\}, \{v_{Nt,k2,1}, \cdots, v_{Nt,k2,Nt}\}\cdots\}$

【００７９】

すなわち、ＭＵ－ＭＩＭＯのコードブックは、同一ランクのＳＵ－ＭＩＭＯコードブックから一部の構成要素を抽出して構成することができる。

【００８０】

基地局は、状況に応じてＭＵ－ＭＩＭＯを構成するコードブック要素の個数と構成個体を変え、これを端末に知らせることができる。例えば、コードブックエントリー（Ｅｎｔｒｙ）は、基地局が端末からのＳＵ－ＭＩＭＯフィードバックに基づいて抽出し、構成されたコードブックセットを端末にブロードキャストすることができる。この場合、個数Ｋ＃’は、各ランク別にあらかじめ定められているか、あるいは、端末に指示することができる。このように構成されたコードブックは、各端末が望むコードブックインデックスの一部で構成されている。したがって、ＭＵ－ＭＩＭＯシステムが小さいコードブックセット（ｓｅｔ）を使用するとしても、より大きいビームフォーミング利得を得ることができる。

【００８１】

さらに、ＳＵ－ＭＩＭＯのコードブックの特定構成要素は、他のセルからの要請または他の理由によって使用されない場合もある。例えば、他のセルの端末が、特定コードブック要素（例えば、$v_{1,k,1}$）が干渉によって大きな影響を与えると報告すると、この構成要素は使用しなくても良い。さらに、より高いランクに対するコードブックに$\alpha \cdot v_{1,k,1}$が存在すると、このコードブック要素も使用しなくて良い。

【００８２】

次に、このように構成されたコードブックに基づくＭＵ－ＭＩＭＯにおける動作について説明する。

【００８３】

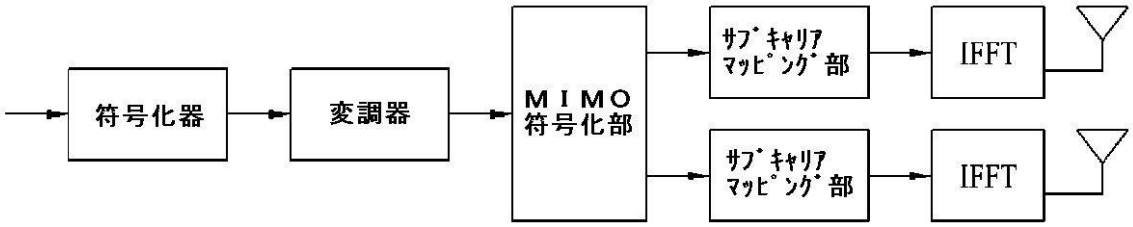
まず、ＭＵ－ＭＩＭＯコードブックのランクが転送ランクと一致すると、すなわち、ランク２のＭＵ－ＭＩＭＯコードブックがN_tｘ２行列で構成されている時、端末は、各コードブック要素別に具現された受信アルゴリズムによってＣＱＩを計算し、端末自身が望むプリコーディング行列インデックス（ＰＭＩ）とストリームインデックス（Ｓｔｒｅａｍ　Ｉｎｄｅｘ）、ＣＱＩなどをフィードバックする。基地局は、このフィードバックされた情報を用いて端末をペアリングした後、これらのペアリングされた端末に該当のコードブックを適用する。

【００８４】

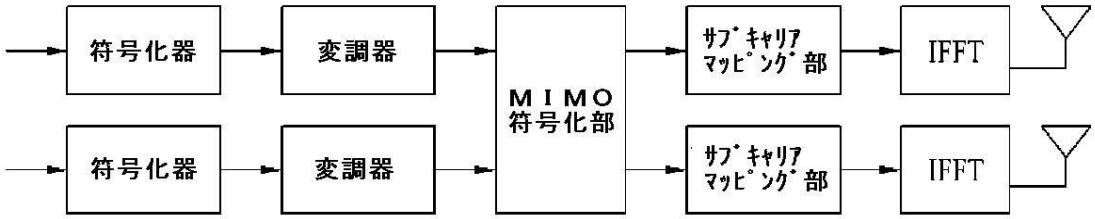
次に、アップリンクフィードバックのためのＭＵ－ＭＩＭＯのランクが１である場合、すなわち、ＭＵ－ＭＩＭＯのコードブックがN_tｘ１ベクトルで構成されている場合、端末は、各コードブック要素別に単一ランク転送（ｒａｎｋ　１　ｔｒａｎｓｍｉｓｓｉｏｎ）を仮定してＣＱＩを計算し、プリコーディング行列／ベクトルインデックスとＣＱＩをフィードバックする。または、各コードブック要素別に直交したり最も直交に近いコードブック要素がペアリングされたと仮定して、ＭＵ－ＭＩＭＯモードによって具現された受信アルゴリズムを用いてＣＱＩを計算する。端末は、計算されたプリコーディング行列／ベクトルインデックス及びＣＱＩをフィードバックする。

【００８５】
基地局は、これらのフィードバック情報を用いて端末のペアリングを行った後、必要に応じてＣＱＩを修正（Ｍｏｄｉｆｙ）してＭＣＳレベルを選択する。そして、基地局は、選択されたＭＵ－ＭＩＭＯアルゴリズム（ＺＦ－ＢＦ、ＰＵ２ＲＣ、ＳＤＭＡ等）に応じてプリコーディング行列を変形した、修正されたプリコーディング行列を各端末に転送する。
【００８６】
図９は、本発明の一実施例によるモード適応方法（ＳＵ／ＭＵ－ＭＩＭＯ）の性能グラフである。
【００８７】
本発明の一実施例によるモード適用方法の性能グラフは、ＳＵ－ＭＩＭＯとＭＵ－ＭＩＭＯの最適性能を表す包絡線を充実に追従していくことがわかる。
【００８８】
以上では図面に基づく具体的な実施例に挙げて本発明を説明してきたが、それらの実施例は例示的なもので、当該技術分野における通常の知識を有する者には、様々な変形実施が可能であるということは明らかである。そして、このような変形はいずれも本発明の技術的保護範囲内にあると解釈すべきである。したがって、本発明の真の技術的保護範囲は、添付の特許請求の範囲の技術的思想によって定められなければならない。
【産業上の利用可能性】
【００８９】
本発明は、ＭＩＭＯシステムにおいてモード適応（Ｍｏｄｅ　Ａｄａｐｔａｔｉｏｎ）方法に関するもので、特に、アップリンクフィードバック量を減らす方法に関する。

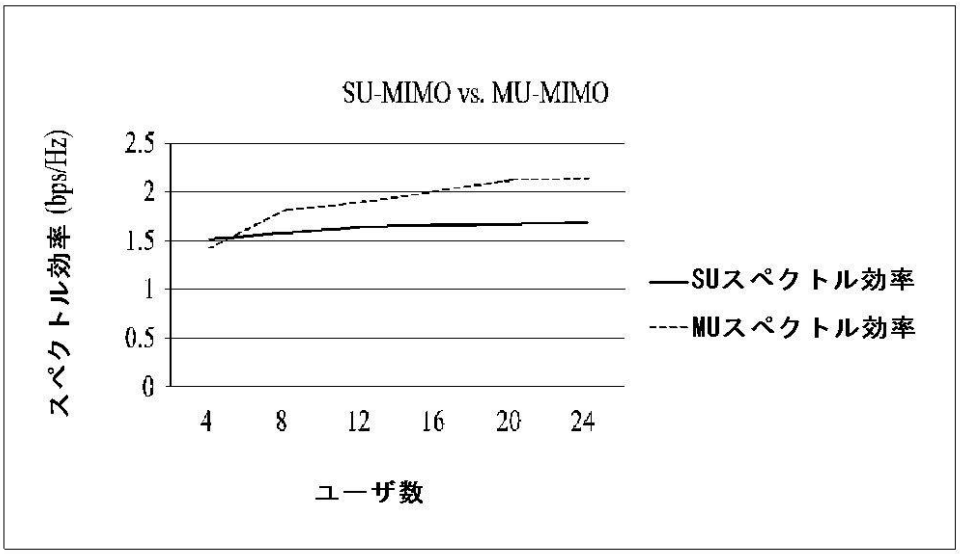
【図１】
[Fig. 1]



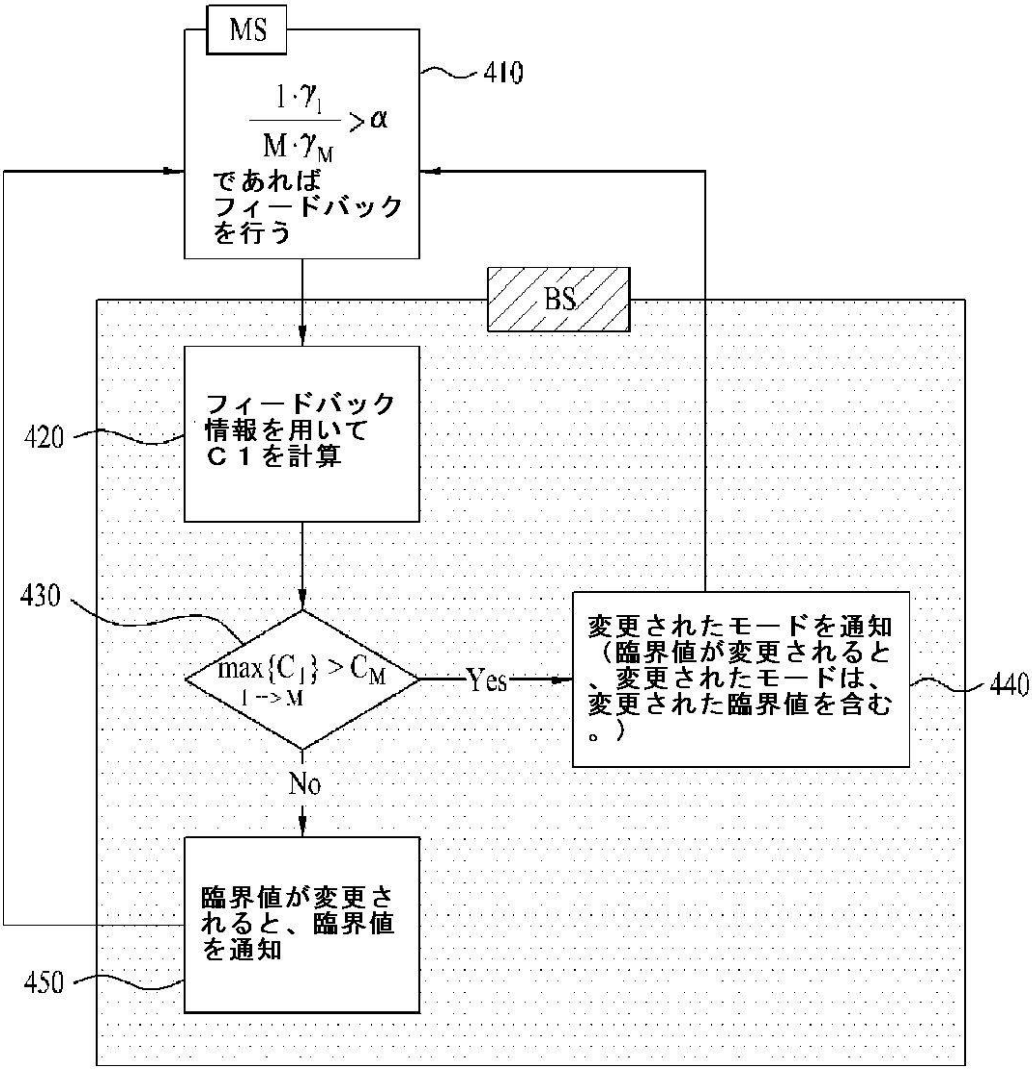
【図２】
[Fig. 2]



【図３】
[Fig. 3]



【図４】
[Fig. 4]



【図５】

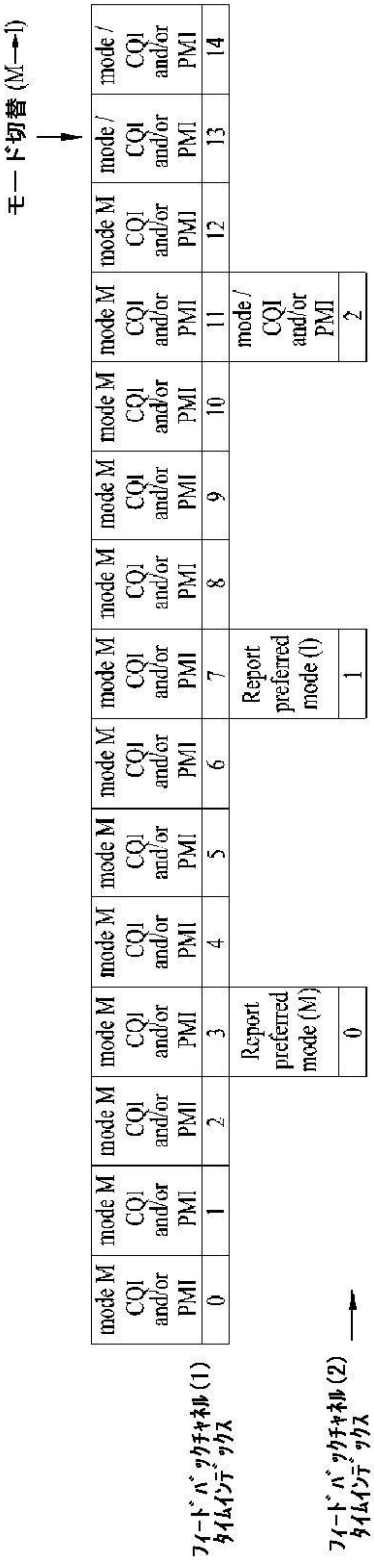
[Fig. 5]

モード切替 (M→I)

フィードバックチャネルタイムインデックス	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	mode M CQI and/or PMI	mode M CQI and/or PMI	mode M CQI and/or PMI	Report preferred mode (M)	mode M CQI and/or PMI	mode M CQI and/or PMI	mode M CQI and/or PMI	Report preferred mode (I)	mode I CQI and/or PMI	mode M CQI and/or PMI	mode I CQI and/or PMI	Report preferred mode (I)	mode I CQI and/or PMI	mode I CQI and/or PMI	mode I CQI and/or PMI

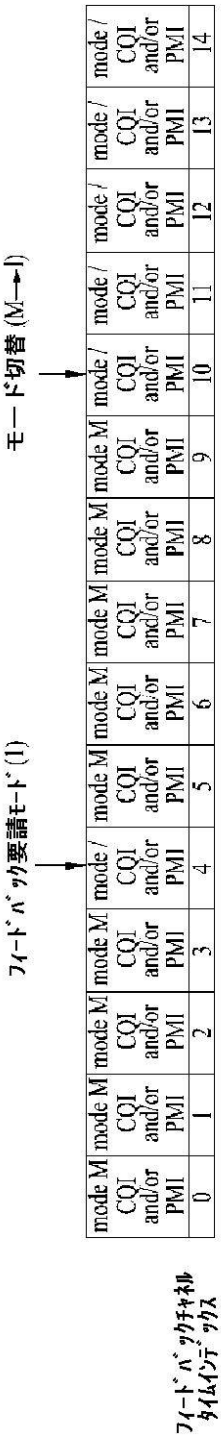
【図６】

[Fig. 6]


モード切替 (M→1)
フィードバックチャネル (1) タイムインデックス
フィードバックチャネル (2) タイムインデックス
mode M CQI and/or PMI
mode / CQI and/or PMI
Report preferred mode (M)
Report preferred mode (1)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

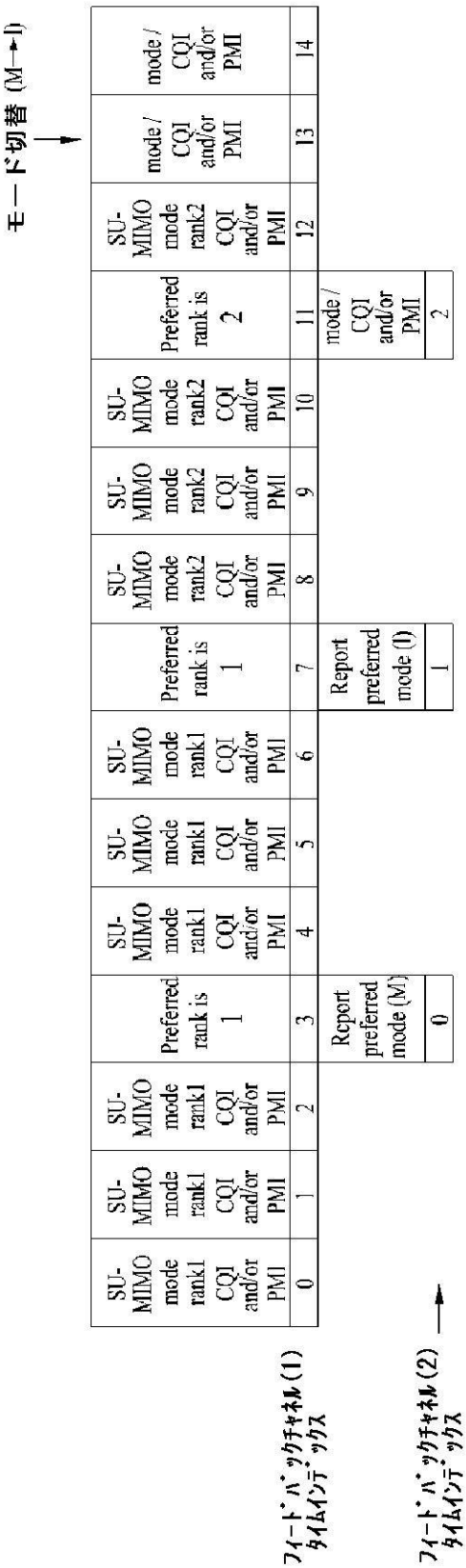
【図７】

[Fig. 7]


フィードバック要請モード(I)
モード切替 (M→I)
フィードバックサブチャネルタイムインデックス
mode M CQI and/or PMI
mode / CQI and/or PMI
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

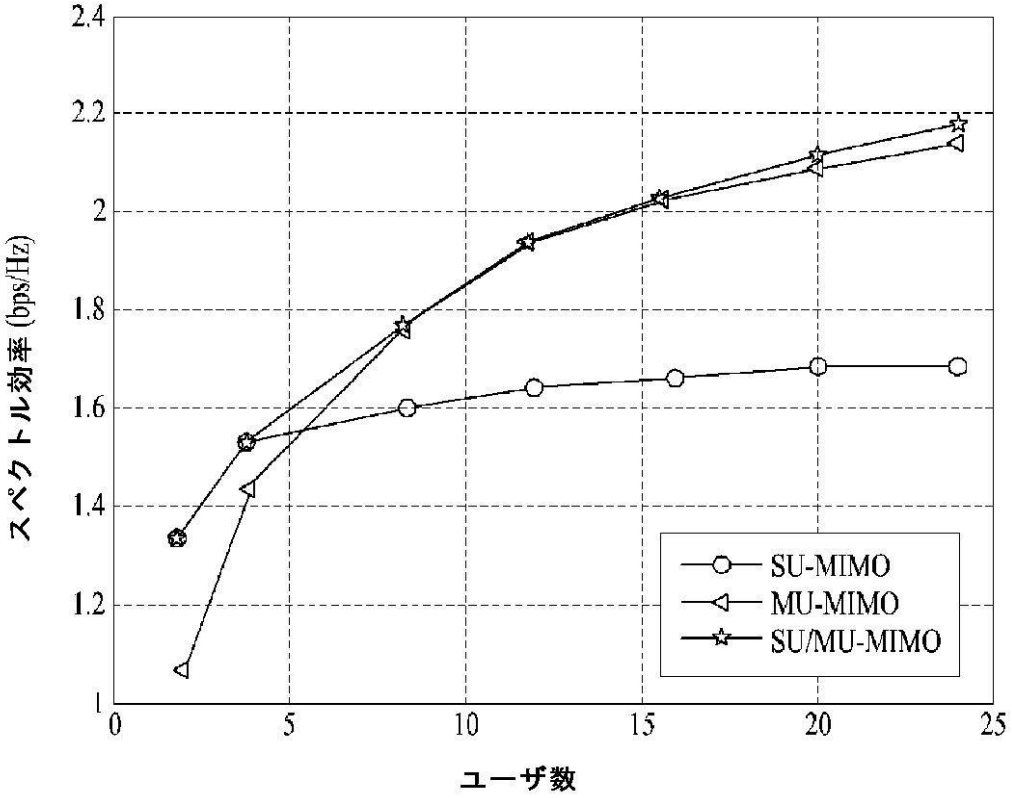
【図８】

[Fig. 8]


モード切替 (M→I)
SU-MIMO mode rank1 CQI and/or PMI
0
SU-MIMO mode rank1 CQI and/or PMI
1
SU-MIMO mode rank1 CQI and/or PMI
2
Preferred rank is 1
3
Report preferred mode (M)
0
SU-MIMO mode rank1 CQI and/or PMI
4
SU-MIMO mode rank1 CQI and/or PMI
5
SU-MIMO mode rank1 CQI and/or PMI
6
Preferred rank is 1
7
Report preferred mode (I)
1
SU-MIMO mode rank2 CQI and/or PMI
8
SU-MIMO mode rank2 CQI and/or PMI
9
SU-MIMO mode rank2 CQI and/or PMI
10
Preferred rank is 2
11
mode / CQI and/or PMI
2
SU-MIMO mode rank2 CQI and/or PMI
12
mode / CQI and/or PMI
13
mode / CQI and/or PMI
14
フィードバックチャネル(1) タイムインデックス
フィードバックチャネル(2) タイムインデックス

【図９】

[Fig. 9]


2.4
2.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0
5
10
15
20
25
スペクトル効率 (bps/Hz)
ユーザ数
SU-MIMO
MU-MIMO
SU/MU-MIMO

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/074,132
(32)優先日 平成20年6月19日(2008.6.19)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 10-2008-0081244
(32)優先日 平成20年8月20日(2008.8.20)
(33)優先権主張国 韓国(KR)
(31)優先権主張番号 61/151,161
(32)優先日 平成21年2月9日(2009.2.9)
(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 リー, ウク ボン
大韓民国 ４３１－０８０ キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ １（イル）ードン, エルジー インスティチュート
(72)発明者 チュン, ジン ヨン
大韓民国 ４３１－０８０ キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ １（イル）ードン, エルジー インスティチュート
(72)発明者 パク, スン ホ
大韓民国 ４３１－０８０ キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ １（イル）ードン, エルジー インスティチュート
(72)発明者 リー, ムン イル
大韓民国 ４３１－０８０ キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ １（イル）ードン, エルジー インスティチュート
(72)発明者 コ, ヒュン ソー
大韓民国 ４３１－０８０ キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ １（イル）ードン, エルジー インスティチュート
(72)発明者 イム, ビン チュル
大韓民国 ４３１－０８０ キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ １（イル）ードン, エルジー インスティチュート

審査官 佐々木 洋

(56)参考文献 特開２００８－０６１２５３（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００８／００２１０９（WO，Ａ１）
国際公開第２００７／１０５９２８（WO，Ａ１）
特開２００８－０７９２６２（ＪＰ，Ａ）
InterDigital Communications, LLC, MU-MIMO Codebook Selection and Signaling Considerations for E-UTRA[online], 3GPP TSG-RAN WG1#50b R1-074469, インターネット＜URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_50b/Docs/R1-074469.zip＞, ２００７年１０月１２日
Panasonic, Control signalling aspects of MU-MIMO[online], 3GPP TSG-RAN WG1#50 R1-073635, インターネット＜URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_50/Docs/R1-073635.zip＞, ２００７年 ８月１５日

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｈ０４Ｊ ９９／００
Ｈ０４Ｊ １１／００