

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5387575号
(P5387575)

(45) 発行日 平成26年1月15日 (2014. 1. 15)

(24) 登録日 平成25年10月18日 (2013. 10. 18)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 W 16/28 (2009. 01)

H O 4 W 16/28 1 3 0

H O 4 W 28/18 (2009. 01)

H O 4 W 28/18 1 1 0

H O 4 W 72/12 (2009. 01)

H O 4 W 72/12 1 3 0

H O 4 J 99/00 (2009. 01)

H O 4 J 15/00

H O 4 B 7/06 (2006. 01)

H O 4 B 7/06

請求項の数 14 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2010-522161 (P2010-522161)
 (86) (22) 出願日 平成19年8月31日 (2007. 8. 31)
 (65) 公表番号 特表2010-537596 (P2010-537596A)
 (43) 公表日 平成22年12月2日 (2010. 12. 2)
 (86) 国際出願番号 PCT/CN2007/070609
 (87) 国際公開番号 W02009/026769
 (87) 国際公開日 平成21年3月5日 (2009. 3. 5)
 審査請求日 平成22年6月30日 (2010. 6. 30)

前置審査

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100146776
 弁理士 山口 昭則

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム及び無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の送信アンテナを有する少なくとも1つの基地局と、少なくとも1つの受信アンテナを有する少なくとも1つのユーザ装置とを有し、前記基地局はコードブックに基づきプリコーディングすることにより複数のユーザ装置を収容できるMIMO無線通信システムにおけるプリコーディング方法であって、

前記複数のユーザ装置の各々が、

前記基地局から送信されるパイロット信号に基づきチャネル推定を行ってチャネル情報を求める段階と、

SNRが最大となる第1のコードワードと、SNRが最小になる少なくとも1つの第2のコードワードとを、前記チャネル情報に基づき決定する段階と、

前記第1のコードワードと前記第2のコードワードとを前記基地局にフィードバックする段階とを含み、

前記基地局が、

前記複数のユーザ装置のうちの第1のユーザ装置の第1のコードワードと一致する第2のコードワード及び前記第1のユーザ装置の第2のコードワードと一致する第1のコードワードを有する1又は複数の第2のユーザ装置を前記複数のユーザ装置の中から選択し、前記第1及び1又は複数の第2のユーザ装置の間でスケジューリングする段階と、

前記第1のユーザ装置及び前記第2のユーザ装置へ同時にデータを送信する場合に、前記システムのSU-MIMOモードにおける合計データレート及びMU-MIMOモード

10

20

における合計データレートを決定する段階と、

前記SUMIMOモードにおける合計データレートが前記MU-MIMOにおける合計データレートより高いときSUMIMOに切り替え、前記SUMIMOモードにおける合計データレートが前記MU-MIMOにおける合計データレートより高くないときMU-MIMOに切り替える段階と、

を含むプリコーディング方法。

【請求項2】

前記複数のユーザ装置の各々が、

前記第1のコードワードに対応する第1のCQI値と、前記少なくとも1つの第2のコードワードにそれぞれ対応する少なくとも1つの第2のCQI値とを、計算し、前記基地局にフィードバックする段階をさらに含む、請求項1に記載の方法。

10

【請求項3】

SUMIMOモードにおける前記合計データレートを決定する段階は、データレートが最良のユーザを決定する段階と、

前記決定したユーザのデータレートをSUMIMOモードにおける前記合計データレートとして設定する段階とを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

MU-MIMOモードにおける前記合計データレートを決定する段階は、

前記第1のコードワードと前記第2のコードワードの一致に基づきユーザをグループ分けする段階と、

20

各グループのデータレートを決定する段階と、

前記グループ間の最大データレートを決定する段階と、

前記最大データレートをMU-MIMOモードにおける合計データレートとして設定する段階と、

を更に含む請求項2に記載の方法。

【請求項5】

各グループのデータレートを決定する段階は、

前記第1のCQIを送信パワーとし、前記第2のCQIを他のユーザからの干渉パワーとして、前記グループ内の各ユーザの有効CQIを決定する段階をさらに含む、請求項4に記載の方法。

30

【請求項6】

前記基地局が、

前記第1のコードワードと、前記第2のコードワードと、対応するCQIとに基づき各ユーザ装置のデータレートを決定する段階をさらに含む、請求項2に記載の方法。

【請求項7】

複数の送信アンテナを有する少なくとも1つの基地局と、少なくとも1つの受信アンテナを有する少なくとも1つのユーザ装置とを有するMIMO無線通信システムのユーザ装置であって、前記基地局はコードブックに基づきプリコーディングすることにより複数のユーザ装置を収容でき、

前記ユーザ装置は、

40

前記基地局から送信されるパイロット信号に基づきチャネル推定を行ってチャネル情報を求めるチャネル推定部と、

信号対雑音比が最大になる第1のコードワードと、信号対雑音比が最小になる少なくとも1つの第2のコードワードとを、前記チャネル情報に基づき決定するコードワード決定部と、

前記第1のコードワードと前記第2のコードワードとを前記基地局にフィードバックする送信部とを有し、

前記基地局により、前記複数のユーザ装置の中から選択された、前記ユーザ装置の第1のコードワードと一致する第2のコードワード及び前記ユーザ装置の第2のコードワードと一致する第1のコードワードを有する1又は複数の第2のユーザ装置との間でスケジュー

50

ーリングされ、

前記ユーザ装置及び前記 1 又は複数の第 2 のユーザ装置へ同時にデータを送信する場合に、前記システムの S U - M I M O モードにおける合計データレートが M U - M I M O モードにおける合計データレートより高いとき S U - M I M O に切り替えられ、前記 S U - M I M O モードにおける合計データレートが前記 M U - M I M O における合計データレートより高くないとき M U - M I M O に切り替えられる、ユーザ装置。

【請求項 8】

前記コードワード決定部はさらに、前記第 1 のコードワードに対応する第 1 の C Q I と、前記少なくとも 1 つの第 2 のコードワードにそれぞれ対応する少なくとも 1 つの第 2 の C Q I とを計算し、前記送信部はさらに、前記第 1 の C Q I 値と前記第 2 の C Q I 値とを前記基地局にフィードバックする、請求項 7 に記載のユーザ装置。

10

【請求項 9】

複数の送信アンテナを有する少なくとも 1 つの基地局と、少なくとも 1 つの受信アンテナを有する少なくとも 1 つのユーザ装置とを有する M I M O 無線通信システムであって、前記基地局はコードブックに基づきプリコーディングすることにより複数のユーザ装置を収容でき、

前記複数のユーザ装置の各々は、

前記基地局から送信されるパイロット信号に基づきチャネル推定を行ってチャネル情報を求めるチャネル推定部と、

信号対雑音比が最大になる第 1 のコードワードと、信号対雑音比が最小になる少なくとも 1 つの第 2 のコードワードとを、前記チャネル情報に基づき決定するコードワード決定部と、

20

前記第 1 のコードワードと前記第 2 のコードワードとを前記基地局にフィードバックする送信部とを有し、

前記基地局は、

所定のシステム性能尺度を最適化するように、前記複数のユーザ装置のうちの第 1 のユーザ装置の第 1 のコードワードと一致する第 2 のコードワード及び前記第 1 のユーザ装置の第 2 のコードワードと一致する第 1 のコードワードを有する 1 又は複数の第 2 のユーザ装置を前記複数のユーザ装置の中から選択し、前記第 1 及び 1 又は複数の第 2 のユーザ装置の間でスケジューリングし、

30

前記第 1 のユーザ装置及び前記第 2 のユーザ装置へ同時にデータを送信する場合に、前記システムの S U - M I M O モードにおける合計データレート及び M U - M I M O モードにおける合計データレートを決定し、

前記 S U - M I M O モードにおける合計データレートが前記 M U - M I M O における合計データレートより高いとき S U - M I M O に切り替え、前記 S U - M I M O モードにおける合計データレートが前記 M U - M I M O における合計データレートより高くないとき M U - M I M O に切り替える、

ように構成された、M I M O 無線通信システム。

【請求項 10】

前記コードワード決定部はさらに、前記第 1 のコードワードに対応する第 1 の C Q I と、前記少なくとも 1 つの第 2 のコードワードにそれぞれ対応する少なくとも 1 つの第 2 の C Q I とを計算し、前記送信部はさらに、前記第 1 の C Q I 値と前記第 2 の C Q I 値とを前記基地局にフィードバックする、請求項 9 に記載の M I M O 無線通信システム。

40

【請求項 11】

前記基地局は、

データレートが最良のユーザを決定し、

前記決定したユーザのデータレートを S U - M I M O モードにおける前記合計データレートとして設定するようにさらに構成された、請求項 10 に記載の M I M O 無線通信システム。

【請求項 12】

50

前記基地局は、

前記第1のコードワードと前記第2のコードワードの一致に基づきユーザをグループ分けし、

各グループのデータレートを決定し、

前記グループ間の最大データレートを決定し、

前記最大データレートをMIMOモードにおける合計データレートとして設定するようにさらに構成された、請求項10に記載のMIMO無線通信システム。

【請求項13】

前記基地局は、

前記第1のCQIを送信パワーとし、前記第2のCQIを他のユーザからの干渉パワーとして、前記グループ内の各ユーザの有効CQIを決定するようにさらに構成された、請求項12に記載のMIMO無線通信システム。

【請求項14】

前記基地局は、

前記第1のコードワードと、前記第2のコードワードと、対応するCQIとに基づき各ユーザ装置のデータレートを決定するようにさらに構成された、請求項13に記載のMIMO無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信に関し、より具体的にはマルチユーザMIMO無線通信システムにおけるユーザスケジューリングに関する。

【背景技術】

【0002】

マルチユーザMIMOは、複数のアンテナを有する複数の端末が、複数のアンテナを有する1つの制御局と同時に通信できる通信技術であり、セルラー無線ネットワークにおけるデータ伝送の高効率化を実現するものである。同一のMIMOチャネルにおいて複数ユーザの伝送をいかにサポートするかに関して多くの提案がなされている（文献2～6を参照）。

【0003】

これらの提案は、基本的に、送信側においてチャネル状態情報が利用できるかどうかに応じて2つのクラスに分類できる。1つは「コードブック・ベース」と呼ばれ、送信側では完全なチャネル情報を必要とせず、（チャネルベクトル指標のフィードバックの形式の）量子化チャネルベクトルがあればよい。もう1つは「非コードブック・ベース」と呼ばれ、送信側で上りリンクのサウンディング方法による完全なチャネル情報を必要とする。つまり、基地局がチャネルを検出できるように、各ユーザ装置がフィードバックチャネルを介して共通パイロット信号を送信する。本発明はコードブック・ベースのマルチユーザMIMOに関する。

【0004】

現在、3GPP LTE（第3世代パートナーシッププロジェクト、ロングタームエボリューション）においては、コードブック・ベース方式のマルチユーザMIMOについて主に2種類の提案がなされている。ユニタリ・プリコーディング（文献3）と非ユニタリ・プリコーディング（文献1）である。「ユニタリ」とは同一コードワードマトリックス中のコードワードが直交していることを意味する。一方、「非ユニタリ」とはコードブック中のコードワードが直交していないことを意味する。

【0005】

図1は関連技術におけるマルチユーザMIMOのプリコーディング方式を示す図である。図1に示すように、基地局は、ユーザ装置からフィードバックされるCQI（チャネル品質指標）とPVI（プリコーディングベクトル指標）とに基づきユーザをスケジューリングし、データレートを決定する。次に、スケジューリングされた各ユーザ宛のデータを

10

20

30

40

50

、チャネル符号化及び変調し、P V Iに基づく重みベクトルでプロコーディングし、他のユーザ宛のデータと結合し、O F D M方式の場合はI F F Tで変換し、サイクリックプレフィックス（C P）を付加して、最後に各送信アンテナで送信する。ここで、O F D M以外の多重化方式の場合にはI F F T部とC P部は省略できる。

【0006】

図1では、各ユーザ装置（移動局）は1つの受信アンテナを有すると示したが、ユーザ装置の受信アンテナは複数であってもよい。受信アンテナが受信したデータにC P除去とF F T変換をし、受信合成方法（receive combination method）（すなわちM I M O検出方法）によりユーザ固有データを取り出す。留意すべき点として、O F D M以外のシステムの場合にはC P除去部とF F T変換部とは省略できる。同時に、共通パイロットまたは専用パイロットに基づきチャネル推定を行い、C Q Iの計算とP V Iの決定をしてから、次のスケジュールのスロットのための基地局へのフィードバックを行う。

【0007】

図2は2ユーザ、2送信、マルチユーザM I M Oのプリコーディング方式の一例を示している。図2に示したように、各送信機において、ユーザ1のデータ（ d_1 ）とユーザ2のデータ（ d_2 ）をベクトル $[w_{11}, w_{12}]$ と $[w_{21}, w_{22}]$ により重み付けして、足し合わせる。この例では、プリコーディングベクトル $[w_{11}, w_{12}]$ と $[w_{21}, w_{22}]$ を、基地局とユーザ装置の両方で既知の共通コードブックから選択する。各受信器は、プリコーディングコードブックの干渉回避性（interference avoidance nature）を用いてデータを取り出すことができる。

【0008】

ユニタリプリコーディングでは、直交ベクトルのコードブックを基本的な数学的規則により構成する。例えば、サイズN（ $N=2B$ ）のD F T行列の上側n T行をそのようなコードブックとし、以下の式に示すことができる。

【数1】

$$f_n(l) = \exp\left(-\frac{j2\pi nl}{N}\right), l=0, \dots, n_T; n=0, \dots, N-1 \quad (1)$$

ここで、 $f_n(l)$ は第nベクトルの第l要素であり、 n_T は送信アンテナの数であり、Nはコードブックのサイズであり、jは虚数である。ユニタリプリコーディングでは、コードブックはユニタリ行列に基づく。すなわち、N個のベクトルが $P=N/M$ 個のユニタリ行列を構成する。ここで、Mは送信ストリームの数であり、p番目のユニタリ行列は $F_p = [f_p, f_{p+P}, f_{p+2P}, \dots]$ （ $p=0, \dots, P-1$ ）で表される。同じユニタリ行列ベースのコードブックがノードB（基地局）とU Eの両方でユニタリプリコーディングに利用される。ユニタリプリコーディングでは、C Q Iは以下の式で計算できる：

【数2】

$$CQI_k = \arg \max_{i, j \in [1, \dots, P]} \left(\frac{|H_k F_i|^2}{\sigma^2 + \sum_{j \neq i} |H_k F_j|^2} \right) \quad (2)$$

ここで、Hはチャネル行列、Fは重み行列、 σ^2 はノイズパワー、kはユーザインデックスである。

【0009】

C Q Iの計算では自分の信号を除く他のプリコーディングベクトルからのすべての干渉を考慮することに留意する。この場合、C Q Iは過小に評価され、システムのスループットを十分活かせない。一方、非ユニタリ・プリコーディングでは、C Q Iを以下の式により計算する：

【数 3】

$$CQI_k = \arg \max_{i, j \in [1, \dots, P], |F_i F_j|^2 < \rho_{thrd}} \left(\frac{|H_k F_i|^2}{\sigma^2 + |H_k F_j|^2} \right) \quad (3)$$

【0010】

ここで、Fは非直交コードブックからの重みマトリックスである。CQIの計算では他のストリームからの干渉を考慮するが、BSが選択するユーザがCQI計算で決定したプリコーディングインデックスを本当に用いることは保証できない。それゆえ、CQI計算も実際の能力とミスマッチを起こすこともある。

10

【0011】

このように、先行技術によるMU-MIMOプリコーディング方式では、最良のCQIを計算して、そのCQI及び対応するプリコーディングベクトルインデックスを基地局にフィードバックしている。これらの方式はすべて例外なく、ユニタリプリコーディングの場合には干渉を過大評価し、非ユニタリプリコーディングの場合にはユーザを盲目的に選択するとミスマッチ (mismatch) を起こす可能性がある。それゆえ、システムのスループットを最大化することはできない。

【先行技術文献】

【非特許文献】

20

【0012】

【非特許文献1】Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems, IEEE P802.16 (Draft Mar. 2007), Revision of IEEE Std 802.16-2004, as amended by IEEE Std 802.16f-2005 and IEEE 802.16e-2005.

【非特許文献2】3GPP R1-072422, NTT DoCoMo, "Investigation on precoding scheme for MU-MIMO in E-UTRA downlink".

【非特許文献3】3GPP, R1-060335, Samsung, "Downlink MIMO for EUTRA".

【非特許文献4】3GPP, R1-060495, Huawei, "Precoded MIMO concept with system simulation results in macrocells".

30

【非特許文献5】3GPP, R1-062483, Philips, "Comparison between MU-MIMO codebook-based channel reporting techniques for LTE downlink".

【非特許文献6】3GPP, R1-071510, Freescale Semiconductor Inc, "Details of zero-forcing MU-MIMO for DL EUTRA".

【発明の概要】

【0013】

従って、本発明は、関連技術の限界や不都合による問題を実質的に取り除く、マルチユーザMIMOにおけるプリコーディング方式に関する。

【0014】

40

本発明の一目的は、システムの性能測定基準を最適化すること、例えばマルチユーザMIMOシステムのスループットを最大化することである。

【0015】

本発明の他の一目的は、より適切にユーザをスケジューリングすることである。

【0016】

本発明のさらに他の一目的は、基地局においてチャネル品質をより正確に計算することである。

【0017】

上記の目的を達成するため、本発明の一態様では、MIMO無線通信システムにおけるプリコーディング方法を提供する。前記MIMO無線通信システムは、複数の送信アンテナ

50

ナを有する少なくとも1つの基地局と、少なくとも1つの受信アンテナを有する少なくとも1つのユーザ装置とを有し、前記基地局はコードブックに基づきプリコーディングすることにより複数のユーザ装置を収容できる。前記方法は、前記複数のユーザ装置の各々が、前記基地局から送信されるパイロット信号に基づきチャネル推定を行ってチャネル情報を求める段階と、S N Rが最大となる第1のコードワードと、S N Rが最小になる少なくとも1つの第2のコードワードとを、前記チャネル情報に基づき決定する段階と、前記第1のコードワードと前記第2のコードワードとを前記基地局にフィードバックする段階とを含み、前記基地局が、所定のシステム性能尺度を最適化するように、前記第1のコードワードと前記第2のコードワードとに基づき前記ユーザ装置をスケジューリングする段階を含む。

10

【0018】

本発明の他の一態様において、複数の送信アンテナを有する少なくとも1つの基地局と、少なくとも1つの受信アンテナを有する少なくとも1つのユーザ装置とを有するM I M O無線通信システムのユーザ装置を提供する。前記基地局はコードブックに基づきプリコーディングすることにより複数のユーザ装置を収容できる。前記ユーザ装置は、前記基地局から送信されるパイロット信号に基づきチャネル推定を行ってチャネル情報を求めるチャネル推定部と、信号対雑音比が最大になる第1のコードワードと、信号対雑音比が最小になる少なくとも1つの第2のコードワードとを、前記チャネル情報に基づき決定するコードワード決定部と、前記第1のコードワードと前記第2のコードワードとを前記基地局にフィードバックする送信部とを有する。

20

【0019】

本発明の他の一態様において、複数の送信アンテナを有する少なくとも1つの基地局と、少なくとも1つの受信アンテナを有する少なくとも1つのユーザ装置とを有するM I M O無線通信システムを提供する。前記基地局はコードブックに基づきプリコーディングすることにより複数のユーザ装置を収容できる。前記複数のユーザ装置の各々は、前記基地局から送信されるパイロット信号に基づきチャネル推定を行ってチャネル情報を求めるチャネル推定部と、信号対雑音比が最大になる第1のコードワードと、信号対雑音比が最小になる少なくとも1つの第2のコードワードとを、前記チャネル情報に基づき決定するコードワード決定部と、前記第1のコードワードと前記第2のコードワードとを前記基地局にフィードバックする送信部とを有し、前記基地局は、所定のシステム性能尺度を最適化するように、前記第1のコードワードと前記第2のコードワードとに基づき前記ユーザ装置をスケジューリングするように構成される。

30

【0020】

言うまでもなく、上記の概略的な説明と下記の詳細な説明はともに例示的及び説明的なものであり、特許請求の範囲に記載した発明をさらに説明することを目的としている。

【図面の簡単な説明】**【0021】**

図面は本発明をさらによく理解してもらうために添付したものであり、本出願の一部であり、本発明の実施形態を例示するものであり、明細書とともに本発明の原理を説明するものである。

40

【図1】関連技術におけるマルチユーザM I M Oのプリコーディング方式を示す図である。

【図2】2ユーザ、2送信アンテナ、マルチユーザM I M Oのプリコーディング方式の一例を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施形態によるユーザ装置を示すブロック図である。

【図4】フィードバック部を示すブロック図である。

【図5】第1の実施形態による基地局を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】**【0022】**

本発明の好ましい実施形態を示す添付図面を参照して、本発明を詳しく説明する。しか

50

し、本発明は、異なる多くの形式で実施することができ、ここで説明する実施形態に限定されると解釈すべきではない。むしろ、これらの実施形態を説明して、この開示を詳細かつ完全なものにし、本発明の範囲を当業者に十分に伝えるようにするものである。図面中、同じ数字は同じ要素を示す。

【0023】

[第1の実施形態]

第1の実施形態によるマルチユーザMIMO無線通信システムの構成は、図1に示した構成とほぼ同じである。換言すると、第1の実施形態のマルチユーザMIMO無線通信システムをOFDM（直交周波数分割多重）システムに適用する。以下の説明では図1を参照する。しかし、以下の説明から明らかなように、本発明はOFDMシステムには限定されず、OFDM以外のどんなシステムにも適用できる。

10

【0024】

図1に示すように、第1の実施形態のMIMO無線通信システムは、少なくとも1つの基地局（図1には1つだけ示す）と、少なくとも1つのユーザ装置とを有する。基地局はN本の送信アンテナを備え、コードブックに基づくプリコーディングにより複数のユーザ装置を収容することができる。基地局は、フィードバックされたCQI（チャネル品質インジケータ）とPVI（プリコーディングベクトルインデックス）とに基づき、ユーザをスケジューリングし、データレートを決定する。次に、スケジューリングされた各ユーザのデータを、チャネル符号化及び変調し、重みベクトルによりプリコーディングし、他のユーザデータと結合する。次に、逆高速フーリエ変換（IFFT）で変換し、サイクリックプレフィックス（CP）を付加する。最後に各送信アンテナを介して送信する。

20

【0025】

図3は、第1の実施形態によるユーザ装置を示すブロック図である。図3に示したように、ユーザ装置は少なくとも1つの受信アンテナ11、CP（サイクリックプレフィックス）除去部12、FFT（高速フーリエ変換）部13、チャネル推定部14、MIMO検出部15、DEMOD&DEC（復調・復号）部16、及びフィードバック部17を有する。

【0026】

受信アンテナ11は複数の多重データストリームを受信する。CP除去部12は、アンテナ11が受信したデータストリームからCP部分を除去する。FFT部13はCPを除去したデータストリームにFFT処理を行う。チャネル推定部14は、データストリームに含まれるパイロット成分を用いてチャネル（ストリーム）を推定し、推定したチャネルマトリックスをフィードバック部17に送る。推定したチャネルマトリックスを用いて、MIMO検出部15は異なる受信アンテナから送られFFT部13で処理されたデータストリームを検出する。DEMOD&DEC部16は、MIMO検出部15が処理したデータを復調し、復調データをユーザデータに復号する。

30

【0027】

図4は、図3に示したフィードバック部17を示すブロック図である。フィードバック部17はCQI計算部18、PVI決定部19、コードブック20、及び送信部21を含む。

40

【0028】

コードブック20は、制御局（例えば基地局）から送信されるデータストリームをプリコーディングするコードワードを含む。CQI計算部18は、推定したチャネルマトリックス情報に基づきCQI（channel quality indicator）を生成する。この実施形態では、CQI計算部18がCQIとして最大SNRと少なくとも1つの最小SNRとを計算する。SNRの計算は、制御局においてプリコーディングによる重み付けがあり、UEにおいて上記のMIMO復号方法（例えばZF（ゼロフォーシング）、MMSE（最小二乗平均エラー）等）があると仮定して計算する。プリコーディング重み付けベクトルはPVI決定部19により決定される。PVI決定部19は、コードブック20から、最大SNRに対応する適切なプリコーディングコードワードと、少なくとも1つの最小SNRと

50

に対応する適切なプリコーディングコードワードとを選択する。制御局とユーザ装置の両方が知っている所定のマッピング規則により、1つのP V Iがコードブック20中の1つのコードワードに対応している。

【0029】

さらに、決定されたコードワードのP V IとC Q Iは、送信部21により基地局にフィードバックされる。

【0030】

図5は、第1の実施形態による基地局を示すブロック図である。図5に示したように、基地局は、複数の送信アンテナ36、F E C & M O D部31（F E Cは前方誤り訂正というチャンネル符号化の一種）、逆高速フーリエ変換（I F F T）部33、C P付加部34（F E C & M O D部31、I F F T部33、C P付加部34の数は送信アンテナ31の数に対応する）、プリコーディング部32、及びスケジューリング及びレートマッチング部35を含む。

【0031】

スケジューリング及びレートマッチング部35は、すべてのユーザ装置で同じ内容を含むコードブックを備え、グループユーザが有するコードワードは一致する。スケジューリング及びレートマッチング部35は、ユーザ装置からフィードバックされるC Q I（channel quality indicator）とP V I（precoding vector index）に基づき、スケジューリング及びデータレートの決定を行う。F E C & M O D部31は、各ユーザのデータに対してチャンネル符号化と変調を行う。プリコーディング部32は、決定したプリコーディングベクトルでユーザデータをプリコーディングし、すべてのユーザからのデータを結合する。I F F T部33が、プリコーディングしたデータに逆高速フーリエ変換（I F F T）を行う。C P付加部34が、逆高速フーリエ変換をしたデータにサイクリックプレフィックス（C P）を付加する。そして、送信アンテナ31がデータを送信する。

【0032】

第1の実施形態の特徴は、フィードバック部17とスケジューリング及びレートマッチング部35とにある。ここで、フィードバック部17とスケジューリング及びレートマッチング部35とを詳細に説明する。

【0033】

便宜上、基地局（B S）側の送信アンテナ数をNとした。各ユーザ装置は1本の受信アンテナを有する。各ユーザのストリーム数は1とした。（本発明では、受信アンテナ数とストリーム数は問題ではなく、上記の通り、ユーザ装置は複数の受信アンテナを有していてもよい。）スケジューリングを待っているユーザ装置数はKである。コードブックWはL個のユニタリまたは非ユニタリのコードワードよりなる。すなわち、

【数4】

$$W = \{w_1, \dots, w_L\} \quad (5)$$

【0034】

第1の実施形態では、スケジューリング及びレートマッチング部35は、M U - M I M OとS U - M I M Oのうち最良の送信モードを見いだす。S U - M I M Oモードでは、全部でK個のユーザ装置（以下、単に「ユーザ」とも呼ぶ）のうち最も性能測定基準がよい1つのユーザを選択し、M U - M I M Oモードでは、以下に説明するコードワード・ペアリング条件を満たすすべての候補ペア（a pair of two users）のうち最も性能測定基準がよいペアを選択する。

【0035】

便宜上、第1の実施形態を説明する例としてユーザkとjとを取り、ユーザkとjのコードワードが以下のケース1とケース2で説明する「完全一致」または「半分一致」のペアリング条件を満たすものと仮定する。ペアリング条件を満たすユーザペアは2つ以上あ

るかも知れないが、そのような場合は最良のペアを決定する。ペアリング条件を満たすユーザペアが無い場合、基地局はS U-M I M Oモードに切り替え、1個のユーザにのみ送信をさせる。

【0036】

第1の実施形態では、ユーザjとユーザkの各々のフィードバック部17は、それぞれ2グループのパラメータを生成してフィードバックする：次の式で示すように、最大S N Rとそれに対応するコードワードインデックス、及び最小S N Rとそれに対応するコードワードインデックスである。

【数5】

$$\begin{aligned} w_1^k &= \arg \max_{w_i \in W} \left(\frac{\|H^k w_i\|^2}{\sigma^2} \right), CQI_1^k = \frac{\|H^k w_1^k\|^2}{\sigma^2} \\ w_2^k &= \arg \min_{w_i \in W} \left(\frac{\|H^k w_i\|^2}{\sigma^2} \right), CQI_2^k = \frac{\|H^k w_2^k\|^2}{\sigma^2} \end{aligned} \quad (6)$$

10

【0037】

具体的には、C Q I 計算部18がコードブック20の各コードワードのC Q I 値を計算し、P V I 決定部19が計算値のうち最大のものをC Q I₁^kとし、C Q I₁^kに対応するコードワードのインデックスをw₁^kとする。一方、P V I 決定部19が計算値のうち最小のものをC Q I₂^kとし、C Q I₂^kに対応するコードワードのインデックスをw₂^kとする。

20

【0038】

換言すると、w₁^kはユーザkが最も期待するコードワードであり、w₂^kは他のユーザが使用することをユーザkが望むコードワードである。2種類のC Q I は有効チャネルゲインと有効干渉パワーを反映している。

【0039】

ユーザkの送信部21は、上りリンクチャネルを介して基地局にw₁^k、w₂^k及び対応するC Q I₁^k、C Q I₂^kを送信する。同様に、ユーザjはw₁^j、w₂^j及び対応するC Q I₁^j、C Q I₂^jを生成する。次に、ユーザjの送信部21は、上りリンクチャネルを介して基地局にw₁^j、w₂^j及び対応するC Q I₁^j、C Q I₂^jを送信する。

30

【0040】

w₁^k、w₂^k、w₁^j、w₂^j及び対応するC Q I₁^k、C Q I₂^k、C Q I₁^j、C Q I₂^jは、基地局に受信され、スケジューリング及びレートマッチング部35に送られる。スケジューリング及びレートマッチング部35は、フィードバックされたw₁^k、w₂^k、w₁^j、w₂^jに基づきユーザkとユーザjをスケジューリングする。

【0041】

コードワードが次の「完全一致」または「半分一致」の条件を満たす場合、2つのユーザはペアとなる。

40

【0042】

ケース1：完全一致

この場合、w₁^kとw₂^kはw₁^j、w₂^jと完全に一致する。すなわち

【数6】

$$w_1^k = w_2^j \text{ And } w_2^k = w_1^j \quad (7)$$

各ユーザの有効S I N R (E S I N R) は次の式で計算できる：

50

【数 7】

$$ESINR_k = \frac{0.5 * CQI_1^k}{1 + 0.5 * CQI_2^k}, ESINR_j = \frac{0.5 * CQI_1^j}{1 + 0.5 * CQI_2^j} \quad (8)$$

【0043】

ここで、各ユーザが総送信パワーの半分を得るものと仮定した。実際には、各ユーザにおいて、 CQI_1 を信号パワーと考え、 CQI_2 をペアの他方のユーザからの干渉と考えることにより有効 SINR を求める。この情報を用いて、基地局は最適性能測定基準を求めることができる。基地局は、例えば、次の式で計算できる、ユーザ j とユーザ k のためのデータを同時に送信する時にシステムがサポートする合計レート R1 を求めることができる。

10

【数 8】

$$R_1 = \log_2 \left(1 + \frac{p}{2} ESINR_k \right) + \log_2 \left(1 + \frac{p}{2} ESINR_j \right) \quad (9)$$

ここで、総送信パワーは p で一定である。

ケース 2：半分一致

20

【0044】

この場合、 w_1^k は w_2^j と一致するが w_2^k は w_1^j と一致しないか、または w_2^k は w_1^j と一致するが w_1^k は w_2^j と一致しない。すなわち、

【数 9】

$$w_1^k = w_2^j \text{ or } w_2^k = w_1^j \quad (10)$$

【0045】

ここでの説明では、 $w_1^k = w_2^j$ であるものと仮定するが、 $w_2^k = w_1^j$ としても同じである。

30

【0046】

この場合、ユーザ k が期待するコードワード w_1^k と、ユーザ k が使用するとユーザ j が期待するコードワード w_2^j は一致する。しかし、ユーザ j が使用するとユーザ k が期待するコードワード w_2^k は、ユーザ j が期待するコードワード w_1^j と一致しない。すなわち、

【数 10】

$$w_1^k = w_2^j \text{ And } w_2^k \neq w_1^j \quad (11)$$

【0047】

スケジューリング及びレートマッチング部 35 は、ユーザ k がコードワード w_1^k を使用すると決定する。ユーザ j については、スケジューリング及びレートマッチング部 35 は、 w_2^k と w_1^j の間のコードワード相関が所定の閾値 ρ_{th} より大きいか判断する、

40

【数 11】

$$\left| w_2^k * (w_1^j)^T \right| \geq \rho_{th} \quad (12)$$

【0048】

式 12 が示す条件が満たされない場合、スケジューリング及びレートマッチング部 35

50

は、ユーザ k とユーザ j をペアにはできないと判断する。一方、この条件が満たされる場合、スケジューリング及びレートマッチング部 35 は、MU-MIMO モードと考え、ユーザ k とユーザ j をペアにする。ユーザ j のコードワードは
【数 12】

$$w^j = w_2^k \quad (13)$$

【0049】

この場合、ユーザ k の有効 SINR は、送信パワーがユーザ k とユーザ j の間で等しく割り当てられると仮定すると、式 14 で正確に推定できる。

10

【数 13】

$$ESINR_k = \frac{0.5 * CQI_1^k}{1 + 0.5 * CQI_2^k} \quad (14)$$

【0050】

また、ユーザ j の有効 SINR は次の式で記述できる：

【数 14】

$$ESINR_j = \frac{0.5 * \|H^j w_2^k\|^2}{1 + 0.5 * CQI_2^j} \quad (15)$$

20

ここで、
(外 1)

$$\|H^j w_2^k\|^2$$

の推定は H^j の推定に依存する。本発明では、 H^j を w_1^j と w_2^j の線形結合で近似する。すなわち、

30

【数 15】

$$\begin{aligned} \hat{H}^j &\approx \alpha^j \cdot (w_1^j)^T + \beta^j \cdot (w_2^j)^T \\ s.t. \quad \|\hat{H}^j w_1^j\|^2 &= CQI_1^j; \|\hat{H}^j w_2^j\|^2 = CQI_2^j \end{aligned} \quad (16)$$

スカラー α^j と β^j は次の式で計算できる：

【数 16】

40

$$\alpha^j = \frac{\sqrt{CQI_1^j} - (\rho^j)^* \cdot \sqrt{CQI_2^j}}{1 - |\rho^j|^2}, \quad \beta^j = \frac{\sqrt{CQI_2^j} - \rho^j \cdot \sqrt{CQI_1^j}}{1 - |\rho^j|^2} \quad (17)$$

ここで、

【数 1 7】

$$\rho^j = (w_1^j)^T w_2^j \quad (18)$$

【0 0 5 1】

この場合、合計レートは以下の式で計算できる：

【数 1 8】

$$R_2 = \log_2 \left(1 + \frac{P}{2} ESINR_k \right) + \log_2 \left(1 + \frac{P}{2} ESINR_j \right) \quad (19) \quad 10$$

【0 0 5 2】

ケース 1 と同様に、合計レートは、有効 S I N R の所定関数として定義されたその他の性能測定基準であってもよい。全部で K 個のユーザのうち上記のペアとなる条件を満たすペアが 2 つ以上あれば、スケジューリング及びレートマッチング部 3 5 は、上記の方法で各ペアの合計レートを計算して、合計レートが最も高い 1 つのペアを決定する：

【数 1 9】

$$Pair_Index = \arg \max_{g \in \{1, \dots, G\}} (\max(R_1^g, R_2^g)) \quad (20) \quad 20$$

【数 2 0】

$$R_{MU-MIMO} = \max_{g \in \{1, \dots, G\}} (\max(R_1^g, R_2^g)) \quad (21)$$

ここで、G はペアとなる条件を満たすペアの数であり、 (R_1^g, R_2^g) はペア g の合計レートである。

【0 0 5 3】

30

上記の完全一致または半分一致の条件をみたすペアがない場合、スケジューリング及びレートマッチング部 3 5 は、S U - M I M O モードに切り替え、全 K ユーザのうち C Q I₁ が最もよい 1 つのユーザのみをスケジューリングする。

【数 2 1】

$$User_Index = \arg \max_{i \in \{1, \dots, K\}} (\log_2 (1 + p C Q I_1^i)) \quad (22)$$

【数 2 2】

40

$$R_{SU-MIMO} = \max_{i \in \{1, \dots, K\}} \left(\log_2 \left(1 + \frac{P}{2} C Q I_1^i \right) \right) \quad (23)$$

ここで、C Q I₁ⁱ はユーザ i の最大 C Q I である。

【0 0 5 4】

留意すべき点として、ペアとなる条件を満たす（ユーザの）ペアがあっても、基地局は、式（23）に示すように、S U - M I M O の場合の最良の性能測定基準を計算できる。

【0 0 5 5】

基地局のスケジューリング及びレートマッチング部 3 5 は、M U - M I M O と S U - M I M O の性能測定基準を比較して、性能測定基準が好ましいモードに切り替える。例えば

50

、スケジューリング及びレートマッチング部35は、式(21)と(23)に示したように、RMU-MIMOとRSU-MIMOのうち合計レートが大きい方のモードを選択する。スケジューリング及びレートマッチング部35は、MU-MIMOまたはSU-MIMOの送信モードを決定した後、SU-MIMOではユーザのデータレートを決定し、またはMU-MIMOでは各ユーザのデータレートを決定する。SU-MIMOモードでは、データレートは、キャパシティ(capacity)や送信エラーレート等の所定のマッピング関数により、選択したユーザの CQI_1 により直接決定できる。MU-MIMOモードでは、各ユーザのデータレートは、キャパシティ(capacity)や送信エラーレート等の所定のマッピング関数により、選択したペアの各ユーザの有効CQIにより直接決定できる。

【0056】

10

本発明の第1の実施形態では、ユーザ装置は自機が使用する予定のコードワードだけでなく、他のユーザ装置が使用する予定のコードワードも、基地局にフィードバックする。そして、基地局はフィードバックされたコードワードに基づきユーザをスケジューリングする。この構成により、ユーザを適切にスケジューリングでき、より有利なことには、スループットの損失無しに、MU-MIMOとSU-MIMOとの間の適応的切り替えが可能となる。さらに、有効SINRをより正確に決定でき、十分なスループットゲインを保証できる。

【0057】

[第2の実施形態]

20

上記の第1の実施形態は、MU-MIMOで動作している際、基地局が送信するユーザを1ペア選択する場合である。しかし、本発明はこの場合に限定されず、MU-MIMOで動作している際、基地局が送信する3以上のユーザ装置のグループを選択する場合に適用できる。第2の実施形態では、基地局はMU-MIMOモードにおいて3ユーザの同時送信をサポートする。

【0058】

第2の実施形態を以下に詳細に説明する。第2の実施形態におけるユーザ装置と基地局の構成は第1の実施形態のものと同一である。以下の説明では、第1の実施形態の参照数字をそのまま使い、同じ構成要素の説明は省略し、異なる構成要素を強調する。

【0059】

30

第2の実施形態では、基地局は、3個のユーザ装置、例えばユーザj、ユーザk、及びユーザzが以下に説明するグルーピング条件を満たす場合、この3ユーザ装置を1つのグループとしてグルーピングする。Kユーザ中に2以上のグループがあってもよく、かかる場合、基地局は性能尺度が好ましい1グループを決定する。グルーピング条件を満たすユーザが無い場合、基地局はSU-MIMOモードに切り替え、1個のユーザを選択して送信をさせる。

【0060】

全部でK個のユーザがあり、ユーザj、k、zを例にとって第2の実施形態を説明する。

【0061】

40

各ユーザj、k、zのフィードバック部17は、それぞれ3グループのパラメータを生成してフィードバックする：次の式で示すように、最大SNRとそれに対応するコードワードインデックス、2つの最小SNRとそれに対応するコードワードインデックスである。

【数 2 3】

$$\begin{aligned}
w_1^k &= \arg \max_{w_i \in W} \left(\frac{\|H^k w_i\|^2}{\sigma^2} \right), CQI_1^k = \frac{\|H^k w_1^k\|^2}{\sigma^2} \\
w_2^k &= \arg \min_{w_i \in W} \left(\frac{\|H^k w_i\|^2}{\sigma^2} \right), CQI_2^k = \frac{\|H^k w_2^k\|^2}{\sigma^2} \\
w_3^k &= \arg \min_{w_i \in W, w_i \neq w_2^k} \left(\frac{\|H^k w_i\|^2}{\sigma^2} \right), CQI_3^k = \frac{\|H^k w_3^k\|^2}{\sigma^2}
\end{aligned} \tag{24}$$

10

【0062】

具体的には、CQI 計算部 18 がコードブック 20 の各コードワードの CQI 値を計算し、PVI 決定部 19 が計算した値のうち最大のものを CQI₁^k とし、CQI₁^k に対応するコードワードのインデックスを w₁^k とする。一方、PVI 決定部 19 が計算値のうち最小の 2 つを CQI₂^k 及び CQI₃^k とし、対応するコードワードのインデックスを w₂^k 及び w₃^k とする。

【0063】

20

換言すると、w₁^k はユーザ k が最も期待するコードワードであり、w₂^k 及び w₃^k は他の 2 つのユーザが使用することをユーザ k が望むコードワードである。2 種類の CQI は有効チャネルゲインと有効干渉パワーを反映している。

【0064】

同様に、ユーザ j は w₁^j、w₂^j、w₃^j 及び対応する CQI₁^j、CQI₂^j、CQI₃^j を生成する。ユーザ z は w₁^z、w₂^z、w₃^z 及び対応する CQI₁^z、CQI₂^z、CQI₃^z を生成する。そして、各ユーザ装置の送信部 21 が、上りチャネルを介して基地局に、これらの 3 つのグループの PVI と CQI を送信する。

【0065】

基地局では、ユーザ k からの w₁^k、w₂^k、w₃^k 及び対応する CQI₁^k、CQI₂^k、CQI₃^k と、ユーザ j からの w₁^j、w₂^j、w₃^j 及び対応する CQI₁^j、CQI₂^j、CQI₃^j と、ユーザ z からの w₁^z、w₂^z、w₃^z 及び対応する CQI₁^z、CQI₂^z、CQI₃^z を受信し、スケジューリング及びレートマッチング部 35 に送る。スケジューリング及びレートマッチング部 35 は、フィードバックされた w₁^k、w₂^k、w₃^k、w₁^j、w₂^j、w₃^j、w₁^z、w₂^z、w₃^z に基づきユーザ k、j、z をスケジューリングする。

30

【0066】

第 2 の実施形態では、グルーピング条件は「完全一致」のみを含み、これは第 1 の実施形態と異なる。

【0067】

40

ケース 1：完全一致

3 ユーザはそのコードワードが次の条件を満たす場合、グループにできる。

【数 2 4】

$$\begin{aligned}
w_1^k &= \text{any of } \{w_2^j, w_3^j, w_2^z, w_3^z\} \text{ And} \\
w_1^j &= \text{any of } \{w_2^k, w_3^k, w_2^z, w_3^z\} \text{ And} \\
w_1^z &= \text{any of } \{w_2^j, w_3^j, w_2^k, w_3^k\}
\end{aligned} \tag{25}$$

【0068】

50

各ユーザの有効 S I N R は次の式で容易に計算できる：

【数 2 5】

$$\begin{aligned} ESINR_k &= \frac{1/3 * CQI_1^k}{1 + 1/3 * (CQI_2^k + CQI_3^k)} \\ ESINR_j &= \frac{1/3 * CQI_1^j}{1 + 1/3 * (CQI_2^j + CQI_3^j)} \\ ESINR_z &= \frac{1/3 * CQI_1^z}{1 + 1/3 * (CQI_2^z + CQI_3^z)} \end{aligned} \quad (26)$$

10

【0 0 6 9】

ここで、各ユーザが総送信パワーの $1/3$ を得るものと仮定した。実際には、各ユーザにおいて、最大 C Q I₁ を信号パワーと考え、2つの最小 C Q I をグループの他の 2 ユーザからの干渉と考えることにより有効 S I N R を求める。この情報を用いて、基地局は最適性能尺度を求めることができる。基地局は、例えば、次の式で計算できる、ユーザ k、j、z のためのデータを同時に送信する時にシステムがサポートする合計レート R₁ を求めることができる。

【数 2 6】

$$R_1 = \log_2 \left(1 + \frac{P}{3} ESINR_k \right) + \log_2 \left(1 + \frac{P}{3} ESINR_j \right) + \log_2 \left(1 + \frac{P}{3} ESINR_z \right) \quad (27)$$

20

ここで、総送信パワーは p で一定であるとする。

【0 0 7 0】

全部で K 個のユーザのうち上記のグループとなる条件を満たすグループが 2 つ以上あれば、スケジューリング及びレートマッチング部 3 5 は、上記の方法で各グループの合計レートを計算して、合計レートが最も高い 1 つのグループを選択する：

【数 2 7】

$$Group_Index = \arg \max_{g \in \{1, \dots, G\}} (R_1^g) \quad (28)$$

30

【数 2 8】

$$R_{MU-MIMO} = \max_{g \in \{1, \dots, G\}} (R_1^g) \quad (29)$$

ここで、G はグルーピング条件を満たすグループ数であり、(R₁^g) はグループ g の合計レートである。

40

【0 0 7 1】

グループ条件を満たすユーザがない場合、スケジューリング及びレートマッチング部 3 5 は S U - M I M O モードに切り替え、全 K 個のユーザのうち C Q I₁ が最良の 1 ユーザのみをスケジューリングする。

【数 2 9】

$$User_Index = \arg \max_{i \in \{1, \dots, K\}} (\log_2 (1 + p CQI_1^i)) \quad (30)$$

【数 30】

$$R_{SU-MIMO} = \max_{i \in \{1, \dots, K\}} \left(\log_2 \left(1 + \frac{P}{2} CQI_i^i \right) \right) \quad (31)$$

【0072】

留意すべき点として、グルーピング条件を満たす（ユーザの）グループがあっても、基地局は、式（31）に示すように、SU-MIMOの場合の最良の性能尺度を計算できる。

【0073】

基地局のスケジューリング及びレートマッチング部35は、MU-MIMOとSU-MIMOの性能測定基準を比較して、性能測定基準が好ましいモードに切り替える。例えば、スケジューリング及びレートマッチング部35は、式（29）と（31）に示したように、RMU-MIMOとRSU-MIMOのうち合計レートが大きい方のモードを選択する。スケジューリング及びレートマッチング部35は、MU-MIMOまたはSU-MIMOの送信モードを決定した後、SU-MIMOではユーザのデータレートを決定し、またはMU-MIMOでは各ユーザのデータレートを決定する。SU-MIMOモードでは、データレートは、キャパシティ（capacity）や送信エラーレート等の所定のマッピング関数により、選択したユーザのCQI₁により直接決定できる。MU-MIMOモードでは、各ユーザのデータレートは、キャパシティ（capacity）や送信エラーレート等の所定のマッピング関数により、選択したグループの各ユーザの有効CQIにより直接決定できる。

【0074】

本発明の第2の実施形態では、ユーザ装置は自機が使用する予定のコードワードだけでなく、他のユーザ装置が使用する予定のコードワードも、基地局にフィードバックする。そして、基地局はフィードバックされたコードワードに基づきユーザをスケジューリングする。この構成により、ユーザを適切にスケジューリングでき、より有利なことには、スループットの損失無しに、MU-MIMOとSU-MIMOとの間の適応的切り替えが可能となる。さらに、有効SINRをより正確に決定でき、十分なスループットゲインを保証できる。

【0075】

〔他の実施形態〕

上記の第1と第2の実施形態では、通信システムはOFDM無線通信システムとして例示した。しかし、本発明はOFDMシステムに限定されず、多重化方式には依存せず、任意のMIMO通信システムに適用できる。

【0076】

上記の第1と第2の実施形態では、ユーザ装置の受信アンテナ数は1つであるとして例示した。しかし、本発明はユーザ装置の受信アンテナ数には依存せず、受信アンテナが2つ以上のユーザ装置にも適用可能である。

【0077】

また、第1の実施形態において、ペアとなる条件は「完全一致」と「半分一致」とを含む。しかし、スケジューリングプロセスが簡単になるように、ペアとなる条件が「完全一致」の条件のみを含んでいてもよい。

【0078】

また、上記の第1と第2の実施形態では、基地局は、1ペアのユーザまたは1グループのユーザを選択して、同時に送信する。しかし、上記の説明から分かるように、本発明は任意数のユーザが基地局に支援されて同時に送信する場合に適用することも可能である。

【0079】

また、第2の実施形態では、基地局は、グルーピング条件を満たすユーザがない場合、

10

20

30

40

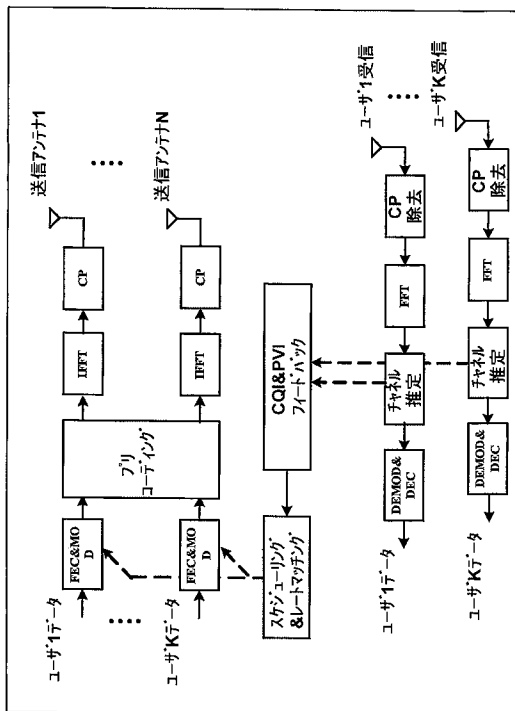
50

S U-M I M Oモードに切り替える。しかし、本発明は、かかる場合に基地局が第 1 の実施形態で説明した 2 ユーザ M U-M I M O に切り替えるように変更してもよい。

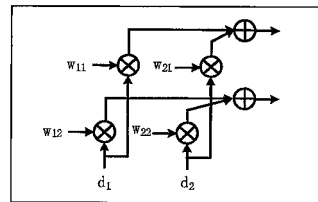
【0080】

実施形態を参照して本発明を説明したが、当業者には言うまでもなく、本発明の範囲から逸脱することなく、いろいろな変更をしたり均等物で置き換えたりすることも可能である。また、本発明の範囲から逸脱することなく、本発明の教示に多くの修正をして、具体的な状況や構成要素にあてはめてもよい。したがって、本発明は、開示した具体的な実施形態に限定されず、特許請求の範囲に含まれるすべての実施形態を含むものである。

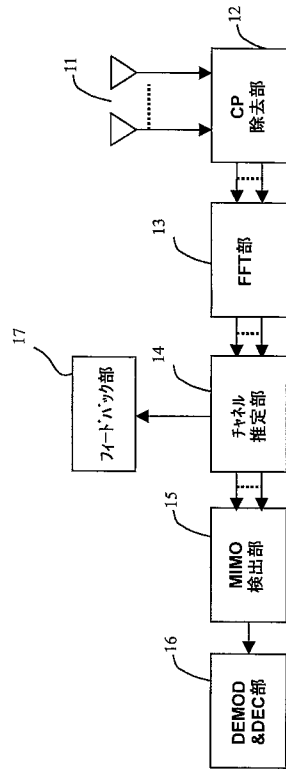
【図 1】



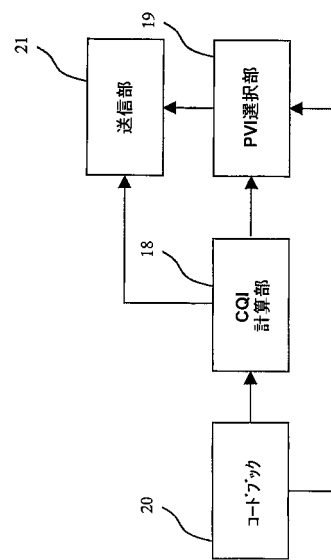
【図 2】



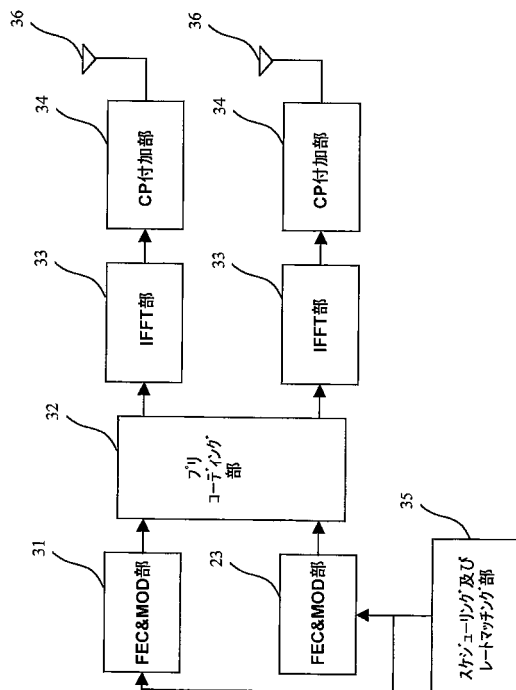
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョウ, ホア

中国, 100025, ベイジン, チャオヤン ディストリクト, ジョオン ロード, ドン ス ホ
アヌ ナンバー56, オーシャン インターナショナル センター, タワー エイ 13エフ 富
士通研究開発中心有限公司内

(72)発明者 ジャン, ジエ

中国, 100025, ベイジン, チャオヤン ディストリクト, ジョオン ロード, ドン ス ホ
アヌ ナンバー56, オーシャン インターナショナル センター, タワー エイ 13エフ 富
士通研究開発中心有限公司内

審査官 小林 正明

(56)参考文献 国際公開第2007/027825 (WO, A2)

特表2009-506729 (JP, A)

国際公開第2007/091836 (WO, A1)

特表2009-526466 (JP, A)

特開2006-191620 (JP, A)

国際公開第2006/106613 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 16/28

H04B 7/06

H04J 99/00

H04W 28/18

H04W 72/12