

(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2007-336547

(P2007-336547A)

(43) 公開日 平成19年12月27日(2007.12.27)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4J 15/00 (2006.01)	HO4J 15/00	5K022
HO4B 7/26 (2006.01)	HO4B 7/26 D	5K059
HO4B 7/10 (2006.01)	HO4B 7/10 A	5K067
HO4B 7/08 (2006.01)	HO4B 7/08 D	
HO4B 7/06 (2006.01)	HO4B 7/06	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2007-155162 (P2007-155162)  
 (22) 出願日 平成19年6月12日 (2007.6.12)  
 (31) 優先権主張番号 200610091763.7  
 (32) 優先日 平成18年6月12日 (2006.6.12)  
 (33) 優先権主張国 中国 (CN)

(71) 出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (71) 出願人 598098331  
 ツインファ ユニバーシティ  
 中華人民共和国 ベイジン 100084  
 , ハイダン ディストリクト, ツイン  
 ファ ユニバーシティ  
 (74) 代理人 110000350  
 ポレール特許業務法人  
 (72) 発明者 桑原 幹夫  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線システム、基地局装置および端末装置

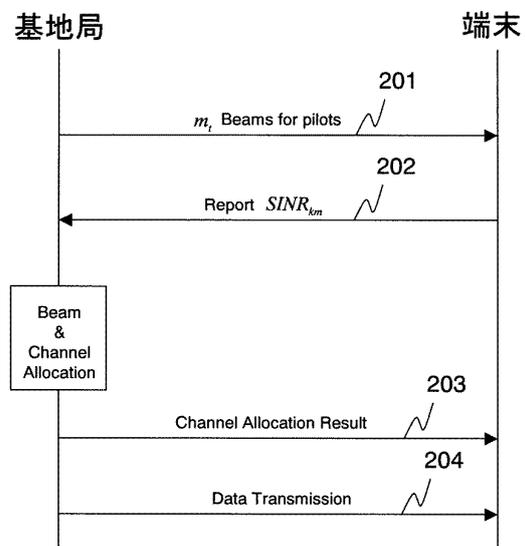
(57) 【要約】

【課題】 直交ランダムビームフォーミングORBFでは、送信ビーム数が増加すると、ビーム間干渉が発生し、信号品質の劣化するため、同時送信に適用するビーム数を如何に決定するかが問題となる。

【解決手段】 各端末装置が、基地局からランダムビームで送信されたパイロット信号を受信し、信号対干渉雑音比(SINR)が最も高いビームの識別子と、そのビームのSINRの値を基地局に報告する。基地局は、端末装置からの報告情報に基づいて、システム容量が最大となる送信ビーム数を決定し、端末宛のデータを送信する。上記送信ビーム数の決定は、無線フレーム単位、あるいは複数の無線フレーム単位で行われる。

【選択図】 図2

図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数のアンテナを具備する基地局装置と、複数の端末装置とからなる無線システムであって、

1つ以上の端末装置が、上記基地局装置から送信されたランダムビームフォームされたパイロット信号を受信し、各ビームの信号対干渉雑音比 (S I N R : Signal to Interference and Noise Rate) の検出結果を上記基地局装置に報告し、

上記基地局装置が、上記端末装置から報告された S I N R に基づいて、該端末装置宛のデータ送信に適用するビーム数を決定することを特徴とする無線システム。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の無線システムにおいて、

前記基地局装置が、前記端末装置から報告された S I N R に基づいて、システム容量が最大となるように、前記ビーム数を決定することを特徴とする無線システム。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の無線システムにおいて、

前記基地局装置が、信号対雑音比 S N R (Signal to Noise Rate) が S I N R と略一致する場合は、前記ビーム数を送信アンテナ数に一致させ、S N R が S I N R より十分大きい場合は、上記ビーム数を 1 とすることを特徴とする無線システム。

## 【請求項 4】

直交するランダムビームフォーム用の複数のアレイ重みを生成し、該アレイ重みをパイロット信号に積算することによって、ランダムビームフォームされたパイロット信号を作成するパイロット生成部と、

上記パイロット生成部で生成されたパイロット信号を端末装置に送信する送信部と、

上記端末装置から上記パイロット信号の信号対干渉雑音比を示す S I N R (Signal to Interference and Noise Rate) 情報を受信する受信部と、

上記 S I N R 情報に基づいて、上記端末装置宛のデータ送信に適用するビームの数、送信ビームを決定するリソースマネージメント部とを有し、

上記送信部から、上記リソースマネージメント部で選択したビームを使って、上記端末装置にデータを送信することを特徴とする基地局装置。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の基地局装置において、

前記リソースマネージメント部が、前記端末装置から受信した S I N R 情報に基づいて、該基地局装置全体でのシステム容量が最大となるように、前記ビーム数を決定することを特徴とする基地局装置。

## 【請求項 6】

請求項 4 に記載の基地局装置において、

信号対雑音比 S N R (Signal to Noise Rate) が S I N R と略一致する場合は、前記ビーム数を送信アンテナ数に一致させ、S N R が S I N R より十分大きい場合は、上記ビーム数を 1 とすることを特徴とする基地局装置。

## 【請求項 7】

基地局装置から送信されたランダムビームフォームされた複数のパイロット信号を受信し、該パイロット信号の信号対干渉雑音比 (S I N R : Signal to Interference and Noise Rate) を測定または推定する S I N R 検出部と、

上記 S I N R 検出部で測定または推定された各ビームの S I N R に基づいて、S I N R が最も高いビームを選択するリソースマネージメント部と、

上記リソースマネージメント部で選択したビームと該ビームの S I N R の値を変調信号として、上記基地局に送信するための変調部とを具備することを特徴とする端末装置。

## 【請求項 8】

請求項 7 に記載の端末装置において、

M I M O 受信を行う複数の受信アンテナを備え、

10

20

30

40

50

前記リソースマネージメント部が、上記受信アンテナの個数以下の所定数 $X$ を予め決めておき、前記 $S I N R$ の測定結果または推定結果から、 $S I N R$ の値が高い順に $X$ 本のビームを選択し、

前記変調部が、上記リソースマネージメント部で選択した $X$ 個のビームの識別子と各ビームの $S I N R$ の値を前記基地局に送信することを特徴とする端末装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基地局装置と複数の端末装置とからなる無線システム、基地局装置および端末装置に関し、更に詳しくは、上記無線システムで実施されるマルチユーザ $M I M O$ 伝送におけるビームの形成方法に関し、特に、ランダムビームフォーミング方式における無駄な送信を抑えて周波数利用効率の高い伝送方法を実現する無線システム、基地局装置および端末装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

$M I M O$  (Multi-Input Multi-Output) 伝送に関わる様々な研究が進んでいる。

非特許文献1では、基地局と端末が1対1で $M I M O$ 伝送を行うシングルユーザ $M I M O$ において、周波数利用効率が大きく向上できることを示している。また、非特許文献2には、Dirty paper coding (DPC) が紹介され、非特許文献3と非特許文献4には、DPCを適用すれば、 $M I M O$ ブロードキャスト伝送の最大容量に達することが報告されている。しかしながら、DPCは、その計算量の大きさから、無線システムへの実装が難しい。

20

【0003】

一方、非特許文献5には、Block Diagonalization (BD) が紹介されている。ここでは、基地局が、線形空間プリコーディングを行い、ユーザ間干渉にゼロフォーシング (Zero Forcing) を行っている。非特許文献5は、Channel State Information (CSI) が理想的に推定できることを前提としているが、実際の $M I M O$ の実装においては、特にアンテナ数やユーザ数が多い場合、理想的な推定が困難となることが知られている。また、完全なCSI情報を送信しようとする、フィードバック情報量の増加が問題となる。

【0004】

非特許文献6と非特許文献7は、部分的なCSIを利用するマルチユーザ $M I M O$ を提案している。しかしながら、これらの既存技術では、送信アンテナ数と受信アンテナ数とが同数となっており、セルラ環境に適合した条件設定とは言えない。

30

【0005】

非特許文献8では、ランダムビームフォーミング (Random Beamforming) と呼ばれる信号対干渉雑音比 ( $S I N R$ ) だけをフィードバック情報とする方法が提案されている。ここでは、ランダムなビームフォーミングを使い、ベストな伝搬路環境にある一人のユーザのみリソース割当てを行っている。

【0006】

更に、非特許文献9では、ランダムビームフォーミングの $M I M O$ への応用について提案している。この方法は、同時には唯一人のユーザにしかリソースが割り当てられないため、シングルユーザの $M I M O$ に対応する方法となっている。

40

【0007】

非特許文献10には、直交するRandom beamformingを利用する直交ランダムビームフォーミング: ORBF (Orthogonal Random Beam Forming) が紹介されている。ORBFでは、各ユーザ端末が、信号対干渉雑音比 $S I N R$  (Signal to Interference and Noise Rate) が最大となるビームインデックスを基地局に報告する。ORBFでは、ユーザ数が多い場合に、DPCの最大総容量に達することがわかっている。しかしながら、セルラシステムでは、各基地局のユーザ数は、高々64ユーザ程度であることから、ORBFを適用しても、若干のパフォーマンス利得しか得られないと考えられる。

50

## 【 0 0 0 8 】

そのため、非特許文献 1 1 では、M U D A M (Multi-user diversity and multiplexing) と呼ばれる方法で改良を図っている。但し、M U D A M は、全てのビームフォームベクタを決める前に、C S I を何度もフィードバックする必要があり、セルラシステムのように、ユーザ端末が高速で移動する場合には適していない。

## 【 0 0 0 9 】

【非特許文献 1】G.J.Foschini and M.J.Gans, "On limits of wireless communications in a fading environment when using multiple antennas", Wireless Personal Commun.: Kluwer Academic Press, no. 6, pp. 311-335, 1998.

【非特許文献 2】M.Costa, "Writing on Dirty Paper", IEEE Trans. Inf. Theory, Vol. 29, pp. 439-441, May 1983. 10

【非特許文献 3】P.Viswanath and D.Tse, "Sum capacity of the Vector Gaussian broadcast channel and uplink-downlink duality", IEEE Trans. Info. Theory, vol. 49, pp. 1912-1921, Aug. 2003.

【非特許文献 4】G.Carie and S.Shamai, "On the achievable throughput of a multi antenna Gaussian broadcast channel", IEEE Trans. Info. Theory, Vol. 49, pp. 1691-1706, Jul. 2003.

【非特許文献 5】Q.H.Spencer, A.L.Swindehurst and M.Haardt, "Zero-forcing Methods for Downlink Spatial Multiplexing in Multi-User MIMO Channels", IEEE Trans. Sig. Proc., vol. 52, pp. 461-471, Feb. 2004. 20

【非特許文献 6】R.W.Heath Jr., M.Airy and A.J.Paulraj, "Multiuser diversity for MIMO wireless systems with linear receivers", in Proc. of Asilomar Conf. on Signals, Systems, and Computers, vol. 2, pp. 1194-1199, Nov. 2001.

【非特許文献 7】H.Lee, M.Shin and C.Lee, "An eigen-based MIMO multiuser scheduler with partial feedback information", IEEE Commun. Lett., vol. 9, pp. 328-330, Apr. 2005.

【非特許文献 8】P.Viswanath, D.N.C.Tse and R.Laroia, "Opportunistic beamforming using dumb antennas", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 48, pp.1277-1294, Jun. 2002.

【非特許文献 9】J.Chung, C.S.Hwang, K.Kim and Y.K.Kim, "A random beamforming technique in MIMO systems exploiting multiuser diversity", IEEE J. Select. Areas Commun., vol. 21, pp. 848-855, Jun. 2003. 30

【非特許文献 10】M.Sharif and B.Hassibi, "On the capacity of MIMO broadcast channels with partial side information", IEEE Trans. Info. Theory, vol. 51, pp. 506-522, Feb. 2005.

【非特許文献 11】G.C.Briones, A.A.Dowhuszko, J.Hamalainen and R.Wichiman, "Achievable data rates for two transmit antenna broadcast channels with WCDMA HSDPA feedback information", Proc. IEEE Int. Conf. Commun., vol. 4, pp.2722-2727, May 2005.

## 【 発 明 の 開 示 】 40

## 【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

## 【 0 0 1 0 】

従来 of O R B F (Orthogonal Random Beam Forming) では、ランダムビームの個数が固定値となっている。ランダムビーム送信では、同時に送信されるビームの数が増加すると、ビーム間で互いに干渉が発生するために、信号品質劣化が発生する。従って、同時に多数のランダムビームを用いて信号送信することが、常にシステム容量の最大化に繋がるとは限らない。これが、本発明が解決しようとする第 1 の課題である。また、従来は、同時送信するビームの数をどのように決定すべきかが判っていなかった。これが、本発明が解決しようとする第 2 の課題である。

## 【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】 50

## 【 0 0 1 1 】

本発明では、上記第1の課題を解決するために、基地局が、端末装置から報告される無線の受信状況に応じて、システム容量を最大化するように、ランダムビームのビーム数を可変に制御する仕組みを取り入れている。具体的に言うと、本発明では、各端末装置が、基地局からランダムビームで送信されたパイロット信号を受信し、信号対干渉雑音比（S I N R : Signal to Interference and Noise Rate） $S / ( I + N )$ が最も高いビームの識別子と、そのビームのS I N R値を基地局に報告する。基地局は、端末装置からの報告情報に基づいて、システム容量が最大となる送信ビーム数を求めるビーム数決定手段を備えている。上記ビーム数決定手段は、送信ビーム数と使用ビーム、送信ビームでデータ送信する通信相手端末とを決定する。上記送信ビーム数の決定は、無線フレーム単位、あるいは複数の無線フレーム単位で行う。

10

## 【 0 0 1 2 】

本発明は、上記第2の課題を解決するために、端末から報告されたS I N R情報に基づいて送信ビーム数とビームを決定するM B S（Multi Beam Selection）アルゴリズムを導入する。S N R（Signal to Noise Rate）が低い場合は、干渉は信号品質を決める支配項とはならず、複数のビームを同時に送信する方が、システム容量は増加する。他方、S N Rが高い場合は、干渉が支配項となるため、複数ビームでの送信に代えて、単一ビームでの送信を行う。端末に複数のアンテナがあるM I M O環境では、アンテナを含めて1ストリームによる伝送を行う。このように、M B Sアルゴリズムで送信ビーム数を決定することによって、適応的にビーム数を決定することができ、第2の課題を解決できる。

20

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 3 】

本発明によれば、従来、送信ビーム数の変更手順が明らかでなかったために実施できなかったランダムビームの送信ビーム数を常に最適な状態に保ち、システム容量を最大に保った状態を維持できる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 4 】

本発明の第1の実施例を図1～5を用いて説明する。

図1は、本発明が想定するセルラ環境におけるM I M O（Multi-Input Multi-Output）伝送システムの構成例を示す。基地局側は、 $m_t$ 本のアンテナを具備し、端末側は、それぞれ $m_r$ 本のアンテナを具備している。伝搬路2は、M I M Oチャンネルになっており、それぞれのアンテナが互いに独立したフェージングを受ける。

30

## 【 0 0 1 5 】

基地局から送信される信号は、 $m_t \times m_t$ からなるRandom complex unitary beamforming matrixにより、ランダムビーム形成される。セルラ環境においては、ユーザ数をKとすると、一般的に $K > m_t > m_r$ の関係がある。従来技術では、送信ビーム数に $m_b = m_t$ の関係があるが、本発明の実施例では、殆どの場合、 $m_b < m_t$ の関係が成り立ち、各端末の平均S N Rが低い場合にのみ、 $m_b = m_t$ の関係が成立する。

## 【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施例の性能を評価するための理論式を導出する。送信アンテナiから受信アンテナjへの伝送チャンネルからなるM I M Oチャンネルを

40

## 【 0 0 1 7 】

## 【 数 1 】

$$\mathbf{H}_k = \{h_{ij}(k)\}_{m_r \times m_t} \quad \dots(式1)$$

と表記する。ここでは、送信アンテナ番号iからユーザkの受信アンテナ番号jへの伝送チャンネル $h_{ij}(k)$ は、複素ガウス・ランダムチャンネルと仮定する。送信機は、 $m_b$ の互いに直交するランダムベクトル  $\mathbf{m}$ からなるアレイ重みを使ってビーム形成を行う。

## 【 0 0 1 8 】

50

ユーザ  $k$  の受信信号  $y_k$  は

【 0 0 1 9 】

【 数 2 】

$$y_k = \sum_{m=1}^{m_b} \mathbf{H}_k \boldsymbol{\varphi}_m s_m + \mathbf{n} \quad \dots(\text{式}2)$$

で表記される。ここで、 $s_m$  は  $m$  番目の送信信号を表す。送信ビームの電力は、等配分されると仮定すると、

【 0 0 2 0 】

【 数 3 】

$$E[s_m^* s_m] = \frac{\rho_0}{m_b} (1 \leq m \leq m_b) \quad \dots(\text{式}3)$$

となる。ここで、 $\rho_0$  は平均 S I N R を示す。

【 0 0 2 1 】

先ず、 $m_r = 1$  の場合を考える。完全な C S I (Channel State Information) を仮定すると、端末  $k$  は、 $m$  番目のビームの S I N R の値  $SINR_{k m}$  を次式で計算することができる。

【 0 0 2 2 】

【 数 4 】

$$SINR_{km} = \frac{|\mathbf{H}_k \boldsymbol{\varphi}_m|^2}{m_b / \rho_0 + \sum_{i \neq m} |\mathbf{H}_k \boldsymbol{\varphi}_i|^2} \quad \dots(\text{式}4)$$

全端末が、受信したビームの中で最も高い S I N R の値を基地局に報告し、基地局が、その内から S I N R が最も高い  $m_b$  の端末を選択してビーム送信したとすると、システム容量  $R(m_b)$  は、次式で近似できる。

【 0 0 2 3 】

【 数 5 】

$$\begin{aligned} R(m_b) &\approx E \left[ \sum_{i=1}^{m_b} \log \left( 1 + \max_{1 \leq k \leq K} SINR_{ki} \right) \right] \\ &= m_b E \left[ \log \left( 1 + \max_{1 \leq k \leq K} SINR_{ki} \right) \right] \quad \dots(\text{式}5) \end{aligned}$$

ここで、 $m$  が複素ガウスランダム変数であり、 $k$  や  $m$  に対してユニタリー変数であることを考えると、 $SINR_{k m}$  の値は、次式で近似できる。

【 0 0 2 4 】

【 数 6 】

$$SINR_{km} = \frac{z}{m_b / \rho_0 + y'} \quad \dots(\text{式}6)$$

ここで、 $z$  や  $y$  は、それぞれ  $x^2(2)$  分布および  $x^2(2m_b - 2)$  分布に従う。

【 0 0 2 5 】

$SINR_{k m}$  の累積確率分布 (C D F : Cumulative distribution function)  $F_S(x)$  は

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

【数 7】

$$F_S(x) = 1 - \frac{e^{-\frac{m_b x}{\rho_0}}}{(1+x)^{m_b-1}} \quad \dots(\text{式7})$$

となる。

【0027】

従って、 $m_b$  送信時のシステム容量  $R(m_b)$  と、送信ビーム数  $m_b$  の最適値は、次のようになる。

【0028】

【数 8】

$$R(m_b) = m_b \int_0^\infty \log(1+x) dF_S^K(x) \quad \dots(\text{式8})$$

【0029】

【数 9】

$$\hat{m}_b = \arg \max_{1 \leq m_b \leq m_t} R(m_b) \quad \dots(\text{式9})$$

例えば、低 SNR の場合には、 $\rho_0 = 0$ 、 $u = F_S^K(x)$  とすれば、

【0030】

【数 10】

$$\begin{aligned} \frac{\partial R(m_b)}{\partial m_b} &= m_b \int_0^1 \log \left( 1 + \frac{\rho_0}{m_b} \log \frac{1}{1-u^{1/K}} \right) du - \int_0^1 \frac{\frac{\rho_0}{m_b} \log \frac{1}{1-u^{1/K}}}{1 + \frac{\rho_0}{m_b} \log \frac{1}{1-u^{1/K}}} du \\ &> \int_0^1 \left( \frac{\rho_0}{m_b} \log \frac{1}{1-u^{1/K}} \right)^2 du > 0 \quad \dots(\text{式10}) \end{aligned}$$

となる。よって

【0031】

【数 11】

$$\hat{m}_b = m_t \quad \dots(\text{式11})$$

となり、送信ビーム数が多い場合にシステム容量が最大となる。

【0032】

他方、高 SNR の場合には、 $\rho_0 = \infty$  として、システム容量  $R(m_b)$  と  $R(1)$  は、次のようになる。

【0033】

【数 12】

$$R(m_b) = \frac{m_b}{m_b-1} \int_0^1 \log \frac{1}{1-u^{1/K}} du \quad \text{for } m_b > 1 \quad \dots(\text{式12})$$

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

【 数 1 3 】

$$R(1) = \int_0^{\infty} \log(1+x) \frac{1}{\rho_0} e^{-\frac{x}{\rho_0}} dx > R(2) = \int_0^1 \log \frac{1}{1-u^{1/K}} du$$

…(式13)

よって、送信ビーム数  $m_b$  の最適値は、

【 0 0 3 5 】

【 数 1 4 】

$$\hat{m}_b = 1 \quad \dots(\text{式14})$$

となる。

【 0 0 3 6 】

以上の検討結果から、最適な  $m_b$  が、SNRに依存して異なることが判る。すなわち、SNRが低いケースでは、同時送信ビーム数が多い方がシステム容量は高くなる。他方、SNRが高いケースでは、シングルビームによる送信の方が、システム容量的には優位となる。

【 0 0 3 7 】

送信ビームと送信先ユーザとの組合せ  $\{B, U\}$  は、

【 0 0 3 8 】

【 数 1 5 】

$$\{B, U\} = \arg \max_{B \in \hat{B}, U \in \hat{U}} \sum_{k \in U, m \in B} \log(1 + SINR_{km})$$

…(式15)

で得られる。

【 0 0 3 9 】

図2は、基地局装置 (Base station) と端末装置 (Terminal) との間の通信シーケンスを示すシーケンス図である。

まず、基地局は、規定の時間スロット毎に、ランダムな  $m_t$  本のパイロット信号を送信する (ステップ201)。端末装置は、パイロット情報に基づいて、各ビームの信号対干渉雑音比  $SINR_{km}$  を推定し、 $SINR_{km}$  の最大値と、 $SINR_{km}$  が最大値となるビームの識別子 (ID) を基地局装置に報告する (ステップ202)。

【 0 0 4 0 】

基地局装置では、得られた最大  $SINR$  を示す情報から、(式15)を用いて、送信すべきビームと送信先ユーザとの組み合わせを決定し、端末装置への割当てチャンネル (周波数とタイミング) を決定して、結果を端末装置に通知する (ステップ203)。基地局装置は、該当ユーザ向けのデータを、ステップ203で指定した周波数とタイミングで、無線信号として送信する。端末装置は、ステップ203で指定された周波数とタイミングで、基地局装置から送信された該当端末装置宛の信号を受信する (ステップ204)。

【 0 0 4 1 】

本発明の無線装置 (基地局および端末) は、特定の時間スロットから構成されるスロットベースで送受信動作を行っている。各スロット毎に上記ランダムビームの重みが更新され、送信信号に新たなビーム重みが掛けられる。

ビーム重みの作り方の例としては、Schmidtの直交化を使った方法が一般的であり、乱数によって  $m_t - 1$  個のランダムベクトル ( $m_t \times 1$ ) を用意し、Schmidtの直交化のアルゴリズムを用いて、 $m_t$  個の独立した重みベクトルを生成する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

図 3 は、スロット毎に独立した  $m_t$  個のビームが作成される様子をハッチ模様によって示した図である。乱数と Schmidt の直交化を用いているため、スロット毎にビーム重みが変わり、時間的にも空間的にもランダムなビームとなる。実用化のためには、十分にランダムとみなせる種類のアンテナ重みを予め計算しておき、基地局装置のメモリにテーブル形式で蓄積しておいてもよい。スロット毎のアンテナ重みの値を上記テーブルから検索するようにすれば、スロット毎に乱数を生成して Schmidt の直交化演算を行う必要がなくなる。

## 【 0 0 4 3 】

図 4 は、基地局装置の構成を示すブロック構成図である。

チャンネル推定のために送信されるパイロット信号は、パイロット信号生成部 104 によって生成される。生成されたパイロットは、空間変調部 105 によってアレイ重みが積算され、空間変調されたパイロット信号となる。ネットワークインターフェース 101 がネットワークから取り出した送信データ（ユーザデータ）は、変調部 102 において、リソースマネージャ 109 が指示する変調方式（MCS）に従って変調される。変調された情報は、重み積算部 103 においてアレイ重みが積算され、空間変調された信号に変換される。

## 【 0 0 4 4 】

空間変調された送信データ信号は、信号合成部 106 において、空間変調部 105 で空間変調されたパイロット信号と時間多重される。信号合成部 106 から出力された送信信号は、図 4 では省略されている RF 部において、ベースバンド信号から RF 信号に変換をされ、デプレクサ 107 を経てアンテナから送信される。

## 【 0 0 4 5 】

端末から送信される SINR に関する情報は、アンテナで受信され、デプレクサ 107 を経て、図 4 には記載されていない RF 部でベースバンド信号に変換した後、復調部 108 に入力される。復調部 108 は、受信信号から SINR 情報を取り出し、SINR 情報をリソースマネージャ 109 に送る。リソースマネージャ 109 は、複数ユーザの SINR 情報から、(式 15) に示すアルゴリズムに従って、送信ビームと送信先ユーザを決定すると共に、その時得られる推定 SINR から、送信する MCS を決定する。

## 【 0 0 4 6 】

図 5 は、端末装置のブロック構成を示す構成図である。

基地局装置から送信されたパイロット信号は、アンテナで受信され、デプレクサ 301 を介して復調部 302 に入力され、SINR が推定される。復調部 302 から出力された SINR の推定値は、リソースマネージャ 303 に入力される。リソースマネージャ 303 は、ビーム毎の SINR を比較し、SINR が最大値となるビームを選択する。SINR の最大値と、SINR が最大値となったビームの識別子（ビーム ID）は、リソースマネージャ 303 から変調部 305 へ出力される。変調部 305 は、上記 SINR とビーム ID を規定の変調方式に従って変調する。

## 【 0 0 4 7 】

変調された信号は、図では省略されていない RF 部で、ベースバンド信号から RF 信号に変換した後、デプレクサ 301 を介して、アンテナから送信される。尚、基地局装置から送信された下り回線のデータ信号は、デプレクサ 301 を介して復調部 302 に入力され、復調データが、ネットワークインターフェース 304 を介してネットワークに送信される。

## 【 0 0 4 8 】

以上の通信手順と装置構成によれば、ランダムビームの数を適応的に変化させることができるため、前述した第 1 の課題が解決される。また、(式 15) によって、同時送信するビーム数を決定できるため、前述した第 2 の課題も解決される。

## 【 0 0 4 9 】

上記実施例では、変調方式の種類については特に限定していないが、1 次変調方式とし

10

20

30

40

50

ては、例えば、CDMAやOFDMAを適用できる。また、2次変調方式としては、例えば、QPSK、16QAMなど、一般的な変調方式を適用できる。

【0050】

図2では、ステップ203が示すように、チャンネル割り当ての後で、チャンネル割り当て結果を端末装置に通知するシーケンスとなっているが、チャンネル割り当て結果の通知シーケンスを省略して、各端末装置がブラインドで送信データを受信するようにしてもよい。

【0051】

また、複数のアンテナを具備した端末装置の場合、複数のストリームを同時に送信することが可能である。この場合、端末装置は、基地局装置に対して報告するSINRの数を増やす必要がある。但し、論理的に構成されるチャンネルを別端末のように考えると、(式15)のアルゴリズムをそのまま適用することができる。

【0052】

例えば、リソースマネージメント部が、受信アンテナの個数以下の所定数Xを予め決めておき、SINRの測定結果または推定結果から、SINRの値が高い順にX本のビームを選択し、変調部が、上記リソースマネージメント部で選択したX個のビームの識別子と各ビームのSINRの値を前記基地局に送信するようにすればよい。この場合、複数ストリームを同時に伝送することができるため、MIMOにおける伝送路のマルチ化効果から、当該端末装置の伝送レートを大幅に高めることができる。また、端末装置には、複数アンテナで受信した信号を適当な信号合成手段で合成し、信号品質を向上する工夫を導入するとよい。

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明によれば、セルラ通信でランダムビームフォームを実施する際に、電波の伝搬環境に応じた最適な送信ビーム数を決定し、システムのキャパシティを最大化することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】本発明の1実施例を示す基地局装置、端末装置を含む無線システムの図。

【図2】本発明における基地局装置と端末装置との間の通信シーケンスの1実施例を示す図。

【図3】本発明におけるランダムビームフォームの送信方法を説明するための図。

【図4】本発明に適用される基地局装置の1実施例を示す構成図。

【図5】本発明に適用される端末装置の1実施例を示す構成図。

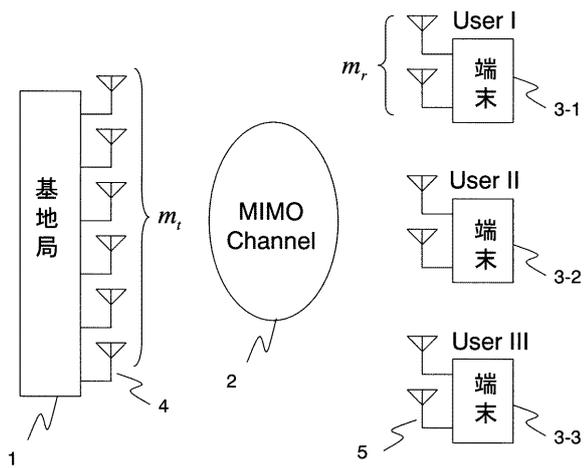
【符号の説明】

【0055】

1：基地局装置、2：MIMO伝送路、3：端末装置、4：基地局アンテナ、5：端末アンテナ、101：ネットワークインタフェース、102：変調部、103：重み積算部、104：パイロット信号生成部、105：空間変調部、106：信号合成部、107：デプレクサ、108：復調部、109：リソースマネージャ、301：デプレクサ、302：復調部、303：リソースマネージャ、304：ネットワークインタフェース、305：変調部。

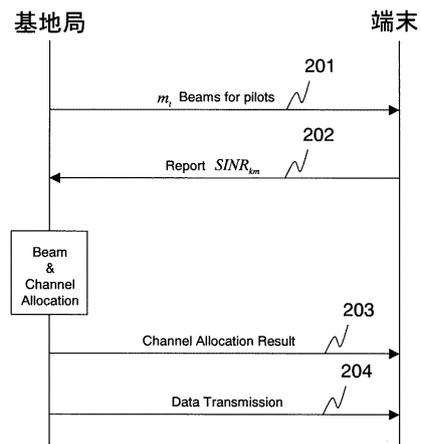
【图 1】

图1



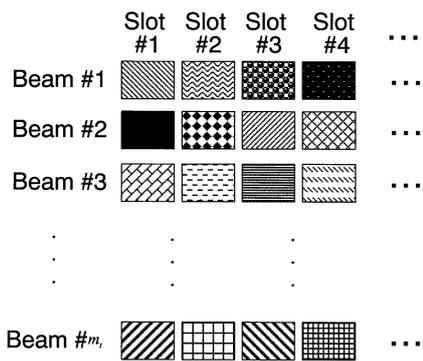
【图 2】

图2



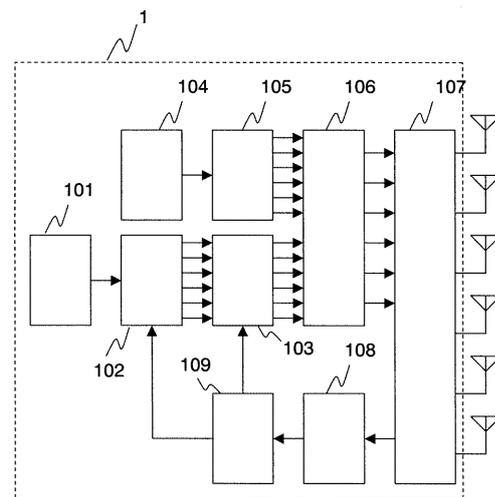
【图 3】

图3



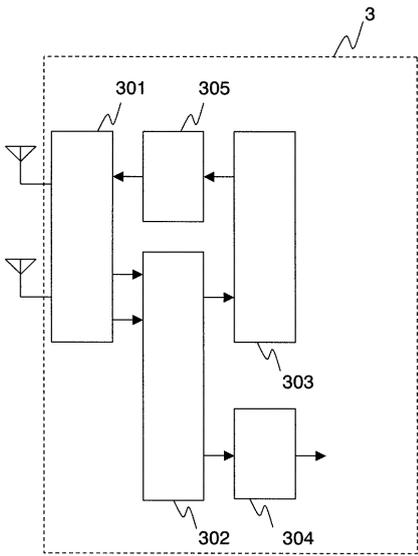
【图 4】

图4



【 図 5 】

図5



---

フロントページの続き

(72)発明者 早瀬 茂規  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 カイ ツァン  
中華人民共和国北京市海澱區清華園 清華大学内

(72)発明者 ニウ ジシェン  
中華人民共和国北京市海澱區清華園 清華大学内

Fターム(参考) 5K022 FF00

5K059 CC02 CC03 CC04 DD31 EE02

5K067 AA11 CC24 DD25 DD43 DD45 EE02 EE10 EE22 HH22 KK03