

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-518924  
(P2009-518924A)

(43) 公表日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4J 99/00 (2009.01)	HO4J 15/00	5K022
HO4J 11/00 (2006.01)	HO4J 11/00 Z	5K059
HO4W 16/28 (2009.01)	HO4Q 7/00 234	5K067
HO4B 7/04 (2006.01)	HO4Q 7/00 235	
HO4B 1/713 (2006.01)	HO4B 7/04	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-543974 (P2008-543974)  
 (86) (22) 出願日 平成18年12月5日 (2006.12.5)  
 (85) 翻訳文提出日 平成20年6月6日 (2008.6.6)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2006/054613  
 (87) 国際公開番号 WO2007/066291  
 (87) 国際公開日 平成19年6月14日 (2007.6.14)  
 (31) 優先権主張番号 60/748, 676  
 (32) 優先日 平成17年12月8日 (2005.12.8)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

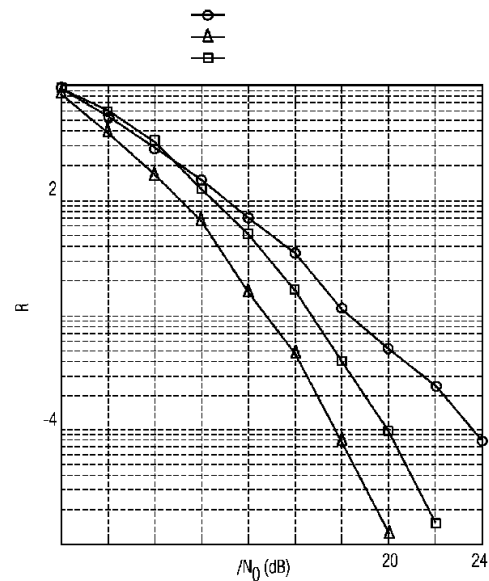
(71) 出願人 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ  
 オランダ国 5621 ペーアー アインドーフェン フルーネヴァウツウェッハ 1  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (74) 代理人 100091214  
 弁理士 大貫 進介  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74) 代理人 100135105  
 弁理士 渡邊 直滴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シンボ拡散で空間多重を行うシステム、装置及び方法

(57) 【要約】

本発明は、所定の行列Rを使用するシンボル拡散及び回転と結合した空間多重 (SMX) 送信方式のシステム (400)、装置 (200、300) 及び方法 (200) を提供する。これは、UWBシステムにおいて高速レイリー平坦フェージングチャネル又は高周波数選択性チャネルの下で更なる帯域又は電力消費を必要とせず、システム性能をかなり改善し得る。格子型構造のため、近いML性能を維持しつつ、MLデコードの複雑性を低減するために、球面デコードが使用される。他方、送信機のシステム構造のため、ZF及びMMSE受信機も使用され得る。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ダイバーシチを有する空間多重 (SMX : spatial multiplexing) 通信システム用のシステムであって :

Tの異なる独立したチャンネルで受信したTの拡散シンボルベクトルを受信してデコードする受信装置と ;

Tのシンボルベクトルを拡散し、Tの異なる独立したチャンネルで前記Tの拡散ベクトルを送信する送信装置と ;

を有し、

前記SMX通信システムのダイバーシチが増加し、前記通信システムのスペクトル効率及び電力消費のうち少なくとも1つが維持されるシステム。

10

## 【請求項 2】

前記SMX通信システムは、マルチバンド・直交周波数分割多重・ウルトラワイドバンド (MB OFDM UWB : multi-band orthogonal frequency division multiplexing ultra wide band) システムである、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 3】

前記Tの異なる独立したチャンネルは、MIMO (multiple in multiple out) チャンネルである、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 4】

前記Tの異なる独立したチャンネルは、高速平坦フェージングチャンネルである、請求項 1 に記載のシステム。

20

## 【請求項 5】

前記送信装置は :

マッピングされたシンボルを受信し、Tブロックのシンボルベクトルを蓄積して出力するバッファモジュールであり、それぞれの前記マッピングされたシンボルは、コード化情報ビットを有するバッファモジュールと ;

各ブロックを拡散する拡散モジュールであり、前記バッファモジュールに結合され、前記バッファモジュールにより出力される前記蓄積されたTブロックを受信し、所定のTxTの拡散回転行列Rで各ブロックを乗算する拡散モジュールと ;

を更に有する、請求項 1 に記載のシステム。

30

## 【請求項 6】

前記受信装置は、N-1の受信アンテナを更に有し、

前記送信装置は、M-1の送信アンテナを更に有し、前記通信システムのダイバーシチのオーダーがTxNに増加するように、前記Tのシンボルベクトルを拡散及び回転するためにTxTの拡散回転行列Rを使用する、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 7】

前記受信装置は :

前記拡散回転行列Rとジョイント線形結合され、チャンネル毎に結合した出力を生成するTの個々のデマッパと ;

前記結合した出力を受信してデコードするチャンネルデコーダと ;

を更に有する、請求項 6 に記載のシステム。

40

## 【請求項 8】

前記デマッパは全て、最大平均 2 乗誤差 (MMSE : maximum mean square error) 空間デマッパとZFデマッパとから選択される、請求項 7 に記載のシステム。

## 【請求項 9】

前記デコーダは、球面デコーダである、請求項 7 に記載のシステム。

## 【請求項 10】

前記送信装置は :

マッピングされたシンボルを受信し、Tブロックのシンボルベクトルを蓄積して出力するバッファモジュールであり、それぞれの前記マッピングされたシンボルは、コード化情

50

報ビットを有するバッファモジュールと；

各ブロックを拡散する拡散モジュールであり、前記バッファモジュールに結合され、前記バッファモジュールにより出力される前記蓄積されたTブロックを受信し、前記拡散回転行列Rで各ブロックを乗算する拡散モジュールと；

を更に有する、請求項7に記載のシステム。

【請求項11】

前記SMX通信システムは、マルチバンド・直交周波数分割多重・ウルトラワイドバンド (MB OFDM UWB: multi-band orthogonal frequency division multiplexing ultra wide band) システムである、請求項10に記載のシステム。

【請求項12】

前記Tの異なる独立したチャンネルは、MIMO (multiple in multiple out) チャンネルである、請求項10に記載のシステム。

【請求項13】

前記Tの異なる独立したチャンネルは、高速平坦フェージングチャンネルである、請求項10に記載のシステム。

【請求項14】

空間多重 (SMX: spatial multiplexing) 通信システムのダイバーシチを増加させる方法であって；

所定のTxTの拡散回転行列Rで各ブロックを乗算することにより、コード化情報ビットを有するTブロックのマッピングされたシンボルベクトルを拡散及び回転するステップと；

前記Tの拡散及び回転されたベクトルをTの異なる独立したチャンネルで送信するステップと；

を有し、

前記SMX通信システムのダイバーシチが増加し、前記通信システムのスペクトル効率及び電力消費の双方が維持される方法。

【請求項15】

前記SMX通信システムは、マルチバンド・直交周波数分割多重・ウルトラワイドバンド (MB OFDM UWB: multi-band orthogonal frequency division multiplexing ultra wide band) システムである、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記Tの異なる独立したチャンネルは、MIMO (multiple in multiple out) チャンネルである、請求項14に記載の方法。

【請求項17】

前記Tの異なる独立したチャンネルは、高速平坦フェージングチャンネルである、請求項14に記載の方法。

【請求項18】

前記SMX通信システムのダイバーシチのオーダーがTxNに増加するように、N-1の受信アンテナと、M-1の送信アンテナとを提供するステップを更に有する、請求項14に記載の方法。

【請求項19】

前記拡散回転行列Rとジョイント線形結合され、前記Tのチャンネルで受信したTの信号から結合されたデマッピング後の出力を生成するチャンネル毎に1つのTの個々のデマッパを提供するステップと；

前記提供されたジョイント結合されたTの個々のデマッパでTの受信した拡散及び回転された信号をデマッピングして結合し、デマッピング後の逆拡散及び逆回転された信号を生成するステップと；

デコーダで前記デマッピング後の逆拡散及び逆回転された信号をデコードするステップと；

を更に有する、請求項14に記載の方法。

【請求項20】

10

20

30

40

50

前記デコーダは、球面デコーダである、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記デマッパは全て、最大平均 2 乗誤差 (MMSE : maximum mean square error) 空間デマッパと ZF デマッパとを有するグループから選択された 1 つの種類の装置である、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 22】

ダイバーシチを有する空間多重 (SMX : spatial multiplexing) 通信システム用の送信機であって：

T のシンボルベクトルを拡散及び回転する拡散器と；

送信するために T の異なる独立したチャンネルで前記 T の拡散及び回転されたベクトルを割り当てるベクトル解析器と；

を有し、

前記 SMX 通信システムのダイバーシチが増加し、前記通信システムのスペクトル効率及び電力消費のうち少なくとも 1 つが維持される送信機。

10

【請求項 23】

前記 SMX 通信システムは、マルチバンド・直交周波数分割多重・ウルトラワイドバンド (MB OFDM UWB : multi-band orthogonal frequency division multiplexing ultra wide band) システムである、請求項 22 に記載の送信機。

【請求項 24】

前記 T の異なる独立したチャンネルは、MIMO (multiple in multiple out) チャンネルである、請求項 22 に記載の送信機。

20

【請求項 25】

前記 T の異なる独立したチャンネルは、高速平坦フェージングチャンネルである、請求項 22 に記載の送信機。

【請求項 26】

マッピングされたシンボルを受信し、T ブロックのシンボルベクトルを蓄積して出力するバッファモジュールであり、それぞれの前記マッピングされたシンボルは、コード化情報ビットを有するバッファモジュールと；

各ブロックを拡散及び回転する拡散モジュールであり、前記バッファモジュールに結合され、前記バッファモジュールにより出力される前記蓄積された T ブロックを受信し、所定の  $T \times T$  の拡散回転行列 R で各ブロックを乗算する拡散モジュールと；

30

を更に有する、請求項 22 に記載の送信機。

【請求項 27】

M-1 の送信アンテナを更に有し、前記通信システムのダイバーシチのオーダーが  $T \times N$  に増加するように、前記 T のシンボルベクトルを拡散及び回転するために  $T \times T$  の拡散回転行列 R を使用し、

N は前記 T のチャンネルで前記送信機により送信された前記拡散及び回転後の T のシンボルを受信する受信機の受信アンテナの数である、請求項 22 に記載の送信機。

【請求項 28】

ダイバーシチを有する空間多重 (SMX : spatial multiplexing) 通信システムの T-1 の拡散及び回転された信号を受信する受信機であって：

40

N-1 の受信アンテナにより受信され、行列 R により拡散及び回転されて T の異なる独立したチャンネルで受信された T のシンボルベクトルをデマッピングする T の個々の空間デマッパと；

T のデマッピングされたシンボルベクトルを前記 T の個々の空間デマッパから受信し、ジョイント線形結合する結合器と；

前記結合された出力を受信してデコードするデコーダと；

を有し、

前記 SMX 通信システムのダイバーシチが増加し、前記通信システムのスペクトル効率及び電力消費のうち少なくとも 1 つが維持される受信機。

50

## 【請求項 29】

前記デマッパは全て、最大平均 2 乗誤差 (MMSE : maximum mean square error) 空間デマッパと ZF デマッパとを有するグループから選択された 1 つの種類の装置である、請求項 28 に記載の受信機。

## 【請求項 30】

前記デコーダは、球面デコーダである、請求項 29 に記載の受信機。

## 【請求項 31】

前記 SMX 通信システムは、マルチバンド・直交周波数分割多重・ウルトラワイドバンド (MB OFDM UWB : multi-band orthogonal frequency division multiplexing ultra wide band) システムである、請求項 30 に記載の受信機。

10

## 【請求項 32】

前記 T の異なる独立したチャネルは、MIMO (multiple in multiple out) チャネルである、請求項 30 に記載の受信機。

## 【請求項 33】

前記 T の異なる独立したチャネルは、高速平坦フェージングチャネルである、請求項 30 に記載の受信機。

## 【請求項 34】

R は、 $T \times T$  の拡散回転行列であり、

前記 SMX 通信システムのダイバーシチは、 $T \times N$  に増加する、請求項 30 に記載の受信機。

## 【発明の詳細な説明】

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、スペクトル効率を維持しつつ、MIMO システムで高度のダイバーシチを実現するシンボル拡散回転 (symbol spreading rotation) で空間多重を行うシステム、装置及び方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

次世代の無線通信システムでは、空間多重 (SMX : spatially multiplexing) (又は MIMO) は、複数の送信及び受信アンテナを使用することにより十分に分散したチャネル環境を利用することができるため、特に関心を引いている。一方で、スペクトル効率でかなりの改善を提供することができる。

30

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

ダイバーシチは、システム性能を改善するために、無線通信システムで一般的に使用される。空間多重は、高いスペクトル効率を実現することができるが、高いダイバーシチのオーダーを保持するために、受信アンテナの数が増加しなければならない。

## 【0004】

この種類のシステムを実装することは実用的ではないため、SMX システムの性能を改善するために異なる種類のダイバーシチを有することが必要になる。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明のシステム、装置及び方法は、信号空間ダイバーシチに基づく潜在的な対策として考えられ得るシンボル拡散回転を使用して SMX で更なるダイバーシチを実現する技術を提供する。好ましい実施例の単一アンテナシステムの最適な回転は、最小の積距離 (minimum product distance) を最大化しつつ、十分な変調ダイバーシチを提供する (J. Bo utros and E. Viterbo, "Signal space diversity: a power- and bandwidth-efficient diversity technique for the Rayleigh fading channel," IEEE Trans. Information Theory, Vol. 44, pp. 1453-1467, Jul. 1998 参照)。QAM コンステレーションについては、比較的低い計算上の複雑性を維持しつつ、ダイバーシチ

50

のオーダーを増加させるために、実際の回転行列はSMXシステムと結合される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下の説明は、限定ではなく、説明目的で提供されることが当業者によりわかる。当業者は、本発明の要旨及び特許請求の範囲内にある多数の変更形態が存在することを認識する。既知の機能及び構成の不要な詳細は、本発明をあいまいにしないように、この説明から省略されることがある。

【0007】

好ましい実施例は、高速レイリー高速フェージングチャネルでのMIMO (multiple-input multiple-output) シングルキャリアシステムに適用する。代替の好ましい実施例では、同じシステムは、OFDM-UWBシステムのように、コヒーレント帯域 (coherent bandwidth) がチャネル帯域よりかなり小さいMIMOマルチキャリアシステムとしても見られる。システムは、Mの送信アンテナとNの受信アンテナとを有する。NxMのチャネル行列は $H_t$ により示され、tは、高速フェージングの場合の時刻又はOFDMの場合のサブキャリアインデックスである。

10

【0008】

送信シンボルベクトル $x_t$ 、受信シンボルベクトル $y_t$ 、雑音ベクトル $n_t$ 及びNxMのチャネル行列 $H_t$ をそれぞれ以下のように定義する。

【0009】

【数1】

20

$$x_t = \begin{bmatrix} x_{t1} \\ x_{t2} \\ \vdots \\ x_{tM} \end{bmatrix}, \quad y_t = \begin{bmatrix} y_{t1} \\ y_{t2} \\ \vdots \\ y_{tN} \end{bmatrix}, \quad n_t = \begin{bmatrix} n_{t1} \\ n_{t2} \\ \vdots \\ n_{tN} \end{bmatrix} \quad \text{及び} \quad H_t = \begin{bmatrix} h_{11}^t & h_{12}^t & \cdots & h_{1M}^t \\ h_{21}^t & h_{22}^t & \cdots & h_{2M}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N1}^t & h_{N2}^t & \cdots & h_{NM}^t \end{bmatrix}.$$

一般的なSMXシステムモデルは以下のように記述され得る。

【0010】

【数2】

30

$$y_t = H_t \cdot x_t + n_t, \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

ただし、Tはブロック数又はサブキャリア数である。目的は、これらのTの連続するシンボルベクトルを結合することにより特定のダイバーシチを提供することである。大きいTは、高いダイバーシチのオーダーを意味する。TxTの拡散回転行列Rは、次のようにTの連続する元のシンボルに適用される。

【0011】

【数3】

40

$$s_t = \begin{bmatrix} s_{t1} \\ s_{t2} \\ \vdots \\ s_{tM} \end{bmatrix}, \quad \text{各成分} \quad \begin{bmatrix} s_{1i} \\ s_{2i} \\ \vdots \\ s_{Ti} \end{bmatrix} = R \cdot \begin{bmatrix} x_{1i} \\ x_{2i} \\ \vdots \\ x_{Ti} \end{bmatrix} \quad \text{for } t = 1, 2, \dots, T, \text{ 及び } i = 1, 2, \dots, M.$$

新しい送信システムは、容易に以下のように記述され得る。

【0012】

【数 4】

$$y_t = H_t \cdot s_t + n_t, \quad t=1,2,\dots,T$$

しかし、元のシステムは、高度のダイバーシチを実現するために、新しい送信シンボルに線形的に貫かれている (linear-threaded)。例えば、QPSK変調及びT=2を備えた新しい2x2のSMXシステムは次のようになる。

【0 0 1 3】

【数 5】

$$\begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{12} \\ y_{21} \\ y_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11}^1 & h_{12}^1 & 0 & 0 \\ h_{21}^1 & h_{22}^1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_{11}^2 & h_{12}^2 \\ 0 & 0 & h_{21}^2 & h_{22}^2 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} 2I_2 & I_2 \\ I_2 & -2I_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{12} \\ x_{21} \\ x_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{11} \\ n_{12} \\ n_{21} \\ n_{22} \end{bmatrix}, \quad 10$$

ただし、拡散回転行列

【0 0 1 4】

【数 6】

$$R = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix} \quad 20$$

が使用され、 $I_2=2 \times 2$ の単位行列である。

【0 0 1 5】

前記の例では、式における4x4の回転行列は、統合された行列に変更可能である。

【0 0 1 6】

【数 7】

$$U = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} \\ -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{\sqrt{2}}{2} & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad 30$$

J. Boutros and E. Viterbo, "Signal Space Diversity: A Power- and Bandwidth-Efficient Diversity Technique For The Rayleigh Fading Channel," IEEE Trans. Information Theory, Vol. 44, pp. 453-1467, Jul. 1998に提示されているように、これは、単一アンテナシステムの信号空間ダイバーシチの側面から生成された最小積のMIMOシンボル距離を実際に最大化し得る。しかし、双方の行列は、簡単な計算の回転DFT (rotated DFT) 行列 (Wei Zhang; Xiang-Gen Xia; Ching, P.C; Haiquan Wang; "Rate two full-diversity space-frequency code design for MIMO-OFDM", Signal Processing Advances in Wireless Communications, 2005 IEEE 6th Workshop on June 2-8, 2005 Page(s):303-307を参照) 及びコサイン行列 (Soo Ki Choi; Seung Young Park; Chung Gu Kang, "Rotated Multidimensional Modulation For Spatial Multiplexing Systems", Vehicular Technology Conference, 2003. VTC 2003-Fall. 2003 IEEE 58th, 6-9 Oct. 2003 Page(s) 246-250 Vol. 1を参照) を有する。

【0 0 1 7】

ここでは、拡散回転行列は、T=3及びT=4でのQPSKコンステレーション及びT=2での16QAMについて更なるダイバーシチを提供するために使用され得る。例えば、T=2及び16QAMでの

新しい3x1のSMXシステムは、次のようになる。

【 0 0 1 8 】

【 数 8 】

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11}^1 & h_{12}^1 & h_{13}^1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & h_{11}^2 & h_{12}^2 & h_{13}^2 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{17}} \begin{bmatrix} 4I_3 & I_3 \\ I_3 & -4I_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{12} \\ x_{13} \\ x_{21} \\ x_{22} \\ x_{23} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{11} \\ n_{12} \\ n_{13} \\ n_{21} \\ n_{22} \\ n_{23} \end{bmatrix},$$

10

ただし、3x3の拡散回転行列

【 0 0 1 9 】

【 数 9 】

$$R = \frac{1}{\sqrt{17}} \begin{bmatrix} 4 & 1 \\ 1 & -4 \end{bmatrix}$$

が使用され、 $I_3$ は3x3の単位行列である。

【 0 0 2 0 】

20

この新しいSMX方式のダイバーシチのオーダーはTxNである。図1は、符号化されていないSMXシステムのビット誤り率の性能と、2つの送信アンテナ及び2つの受信アンテナについてシンボル拡散(T=2)を備えた好ましい実施例によるSMXシステムとを比較したものである。QPSKマッピングでは、本発明の性能は、高いSNRで従来のSMXシステムと比較してかなり向上する。1e-4のBERでは、従来のSMX方式より、本発明の信号拡散を使用してほぼ6dBの利得が存在する。4ビット/秒/Hzの同じスペクトル効率では、本発明の好ましい実施例は、1e-5のBERでの16-QAMのAlamouti方式より約2dBだけ良くなる(これも図1に図示される)。

【 0 0 2 1 】

30

最尤(ML: maximum-likelihood)検出の複雑性は、ダイバーシチのオーダーTと共に指数関数的に増加する。好ましい実施例では、ML検出の計算上の負荷を低減するために球面デコード(sphere decoding)が使用される。この理由は、球面でコードは、Tの多項式の複雑性でほぼ最尤(ML)の性能を実現し得るからである。本発明は、基本的に格子型コードであるため、球面デコードが可能である。球面デコードは、受信ベクトルで特定の超球の中心にある線形点のみでクローズ・ポイント・サーチ(close-point search)を実行する。球面デコードの説明については、例えばH. Vikalo and B. Hassibi, "Maximum-Likelihood Sequence Detection of Multiple Antenna Systems over dispersive Channels via Sphere Decoding," EUROSIP Jour. Appl. Sig. Proc 2002:5, pp.525-531を参照のこと。

【 0 0 2 2 】

40

拡散回転行列Rの直交構造のため、MMSE受信機は、Rでのジョイント線形結合(ジョイント線形合成)により最終的に後続されるチャンネル毎にTの個々のMMSEデマッパ又はZFデマッパとして容易に導かれ得る。例えば、シンボル拡散を備えた上記のSMXシステムのMMSEデマッパは次のように導かれ得る。

【 0 0 2 3 】

【数 1 0】

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \end{bmatrix}_{MMSE} &= \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} 2I_2 & I_2 \\ I_2 & -2I_2 \end{bmatrix} \cdot \left( \begin{bmatrix} H_1^h H_1 & 0 \\ 0 & H_2^h H_2 \end{bmatrix} + \sigma^2 I_4 \right)^{-1} \begin{bmatrix} H_1^h & 0 \\ 0 & H_2^h \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} 2I_2 & I_2 \\ I_2 & -2I_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (H_1^h H_1 + \sigma^2 I_2)^{-1} H_1^h \cdot y_1 \\ (H_2^h H_2 + \sigma^2 I_2)^{-1} H_2^h \cdot y_2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

同様に、同じシステムのZFデマッパは、次のように導かれる。

【0 0 2 4】

【数 1 1】

$$\begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \end{bmatrix}_{ZF} = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} 2I_2 & I_2 \\ I_2 & -2I_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (H_1^h H_1)^{-1} H_1^h \cdot y_1 \\ (H_2^h H_2)^{-1} H_2^h \cdot y_2 \end{bmatrix}$$

ML受信機に比べてMMS及びZF受信機の次善の特性のため、或る程度の性能の損失を有する。この方式は、MMSE又はZF受信機のデコードの複雑性を増加させないことがわかる。図3は、チャンネルデコーダ304によりデコードされて推定ビット305として出力されるジョイント線形結合で、Tの異なるMIMOチャンネル205でTのブロックを受信し、Tの個々のMMSE空間デマッパ301の出力とR302とを結合（合成）するTの個々のMMSE空間デマッパ301を有する受信機を示している。図4は、SMX通信システムのダイバシティを増加させるトランスミタシステム400における、図2の送信機200と、図3の受信機300との結合を示している。

【0 0 2 5】

シンボル拡散でSMX方式の好ましい実施例を使用するために、Tのブロックが受信されるまでコード化入力情報ビット201のマッピング後のQAMシンボルベクトル202をバッファするステップ203と、拡散行列でこれらのそれぞれを乗算するステップ204と、異なるTの独立したMIMOチャンネル205で出力シンボルベクトルを最終的に送信するステップ205とを実行する。この方法のフローチャートが図2に示されている。

【0 0 2 6】

本発明の好ましい実施例により、従来技術のSMXシステムは、同じ伝送レートを維持しつつ、高いダイバシティを実現することが可能になる。本発明の当面の用途は、次世代（ギガビット）マルチバンド（MB：Multi-Band）OFDM UWBシステムである。本発明の好ましい実施例は、従来技術のシステムと比較して長い距離を有する1Gbpsモードを可能にする。本発明の好ましい実施例はまた、複数のブロックでのコーディング方式として、高速平坦フェージングチャンネルに使用され得る。

【0 0 2 7】

本発明の好ましい実施例について図示及び説明したが、ここに記載のシステム、装置及び方法は例示的であり、本発明の真の範囲を逸脱することなく、様々な変更及び変形が行われてもよく、等価なものがこれらの要素に置換されてもよいことが、当業者にわかる。更に、中心の範囲を逸脱することなく、本発明の教示を特定の状況に適合させるために、多数の変更が行われてもよい。従って、本発明は、本発明を実行するために考えられたベストモードとして開示された特定の実施例に限定されず、本発明は、特許請求の範囲にある全ての実施例を含むことを意図する。

【図面の簡単な説明】

【0 0 2 8】

【図 1】本発明の性能の改善を示す図

【図 2】本発明による方法

【図 3】ジョイント線形結合により後続されるチャンネル毎のTの個々のMMSEデマッパとしてのMMSE受信機

【図 4】図3の受信機を有するシステムアーキテクチャ

【 図 1 】

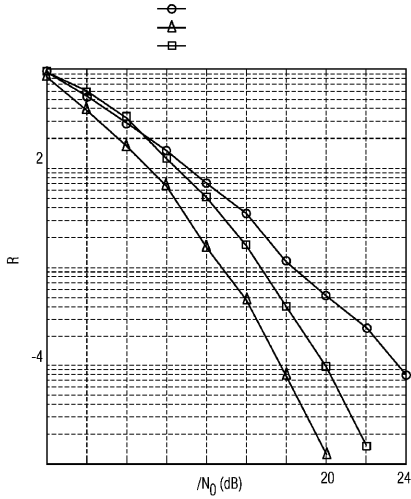


FIG. 1

【 図 2 】

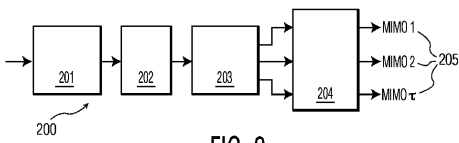


FIG. 2

【 図 3 】

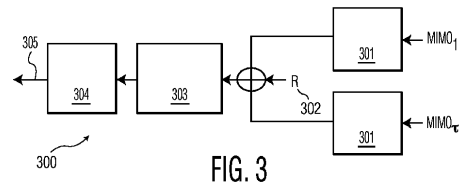


FIG. 3

【 図 4 】

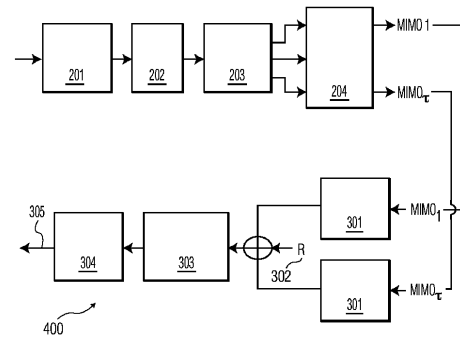


FIG. 4

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/IB2006/054613
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV.: H04L1/06 H04B7/06		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04B H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SOO KI CHOI ET AL: "Rotated multidimensional modulation for spatial multiplexing systems" VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, 2003. VTC 2003-FALL. 2003 IEEE 58TH ORLANDO, FL, USA 6-9 OCT. 2003, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 6 October 2003 (2003-10-06), pages 246-250Vol11, XP010700969 ISBN: 0-7803-7954-3 cited in the application the whole document ----- -/--	1-34
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 29 May 2007		Date of mailing of the international search report 19/07/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo.nl Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Cabañas Prieto, Ana

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2006/054613

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	LARSSON E G: "Improving the Frame-Error-Rate of Spatial Multiplexing in Block Fading by Randomly Rotating the Signal Constellation" IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 8, no. 8, August 2004 (2004-08), pages 514-516, XP011117230 ISSN: 1089-7798 abstract page 514 - page 515	1,14,22, 28
X	WEI BAI ET AL: "A Full Diversity Full Rate 4-Antenna Alamouti Code" PERSONAL, INDOOR AND MOBILE RADIO COMMUNICATIONS, 2005. PIMRC 2005. IEEE 16TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BERLIN, GERMANY 11-14 SEPT. 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 11 September 2005 (2005-09-11), pages 72-76, XP010926451 ISBN: 978-3-8007-29 abstract; figure 1 page 72 - page 74	1,14,22, 28
X	JABRAN AKHTAR, DAVID GESBERT: "Spatial Multiplexing Over Correlated MIMO Channels With a Closed-Form Precoder" IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS, 5 September 2005 (2005-09-05), pages 2400-2409, XP002435311 abstract page 2400 - page 2402	1,14,22, 28
A	WO 2005/060192 A (QUALCOMM INC [US]; WALTON JAY RODNEY [US]; KETCHUM JOHN W [US]; WALLAC) 30 June 2005 (2005-06-30) figures 4,5A,5B,6A page 22 - page 26	1-34
A	US 2005/053169 A1 (JIA MING [CA] ET AL) 10 March 2005 (2005-03-10) abstract; figures 9,10 paragraph [0003] - paragraph [0006] paragraph [0067] - paragraph [0071]	1-34

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2006/054613

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005060192 A	30-06-2005	CA 2549100 A1 EP 1695500 A1	30-06-2005 30-08-2006
US 2005053169 A1	10-03-2005	WO 2005025085 A1 EP 1661263 A1	17-03-2005 31-05-2006

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
H 0 4 J 13/00 E

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ヤン, ジュヌ  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 0 5 1 0 - 8 0 0 1 ブライアクリフ・マナー スカボロー  
・ロード 3 4 5

(72)発明者 ゴーシュ, モニシャ  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 0 5 1 0 - 8 0 0 1 ブライアクリフ・マナー ピー・オー  
・ボックス 3 0 0 1

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD21 DD31 FF00  
5K059 EE02  
5K067 AA02 BB04 BB21 CC01 CC24 EE02 EE10 EE23 HH21