

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006 年 4 月 27 日 (27.04.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/043369 A1(51) 国際特許分類:
H04J 15/00 (2006.01) H04B 7/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/016276

(22) 国際出願日: 2005 年 9 月 5 日 (05.09.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2004-306173
2004 年 10 月 20 日 (20.10.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 エヌ・ティ・ティ・ドコモ (NTT DoCoMo, Inc.) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町 2 丁目 1 1 番 1 号 Tokyo (JP).

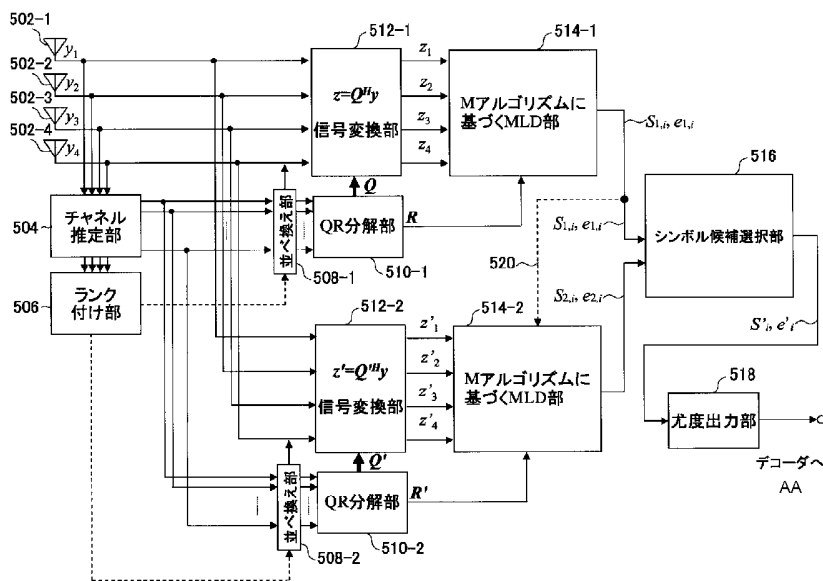
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 前田 規行 (MAEDA, Noriyuki) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町 2 丁目 1 1 番 1 号 山王パークタワー 株式会社 エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 樋口 健一 (HIGUCHI, Kenichi) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町 2 丁目 1 1 番 1 号 山王パークタワー 株式会社 エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 川合 裕之 (KAWAI, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町

[続葉有]

(54) Title: SIGNAL SEPARATING DEVICE AND SIGNAL SEPARATING METHOD

(54) 発明の名称: 信号分離装置及び信号分離方法



504... CHANNEL DEDUCING SECTION
 506... RANKING SECTION
 512-1... SIGNAL CONVERTING SECTION
 510-1... QR DECOMPOSING SECTION
 508-1... RE-ARRANGING SECTION
 514-1... MLD SECTION ACCORDING TO M ALGORITHM
 512-2... SIGNAL CONVERTING SECTION
 510-2... QR DECOMPOSING SECTION
 508-2... RE-ARRANGING SECTION
 514-2... MLD SECTION ACCORDING TO M ALGORITHM
 516... SYMBOL CANDIDATE SELECTING SECTION
 518... LIKELIHOOD OUTPUT SECTION
 AA... TO DECODER

(57) Abstract: A signal separating device capable of improving the signal separation accuracy of a receiver for an MIMO communication system. The signal separating device separates received signals received by receiving antennas into transmitted signals transmitted from transmission antennas. The device comprises first judging means (514-1) for judging the symbol candidates of the transmitted signals one by one by QRM-MLD using the received signals arranged in a first order, second judging means (514-2) for judging the symbol candidates of the transmitted signals one by one by QRM-MLD using the received signals arranged in a second order different from the first one, and output means (516, 518) for outputting the symbol candidates of the transmitted signals and the likelihood according to at least the results of the judgment by the first and second judging means.

(57) 要約: MIMO方式の通信システム用の受信機における信号分離精度を向上させる信号分離装置が提供される。

信号分離装置は、複数の受信アンテナで受信された複数の受信信号を、複数の送信ア

[続葉有]

WO 2006/043369 A1



2丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 佐和橋 衛 (SAWAHASHI, Mamoru) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町2丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠彦 (ITO, Tadahiko); 〒1506032 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

規則4.17に規定する申立て:

— 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て (規則4.17(v))

添付公開書類:

— 国際調査報告書

— 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

アンテナから送信された複数の送信信号に分離する。本装置は、第1の順序に並べられた複数の受信信号を用いて、QRM-MLD法により複数の送信信号のシンボル候補を順に判定する第1の判定手段514-1と、前記第1の順序とは異なる第2の順序に並べられた複数の受信信号を用いて、QRM-MLD法により複数の送信信号のシンボル候補を順に判定する第2の判定手段514-2と、少なくとも第1及び第2の判定手段による判定結果に基づいて、複数の送信信号のシンボル候補及び尤度を出力する出力手段516、518とを備える。

明 細 書

信号分離装置及び信号分離方法

技術分野

- [0001] 本発明は、一般に多入力多出力(MIMO:Multi Input Multi Output)方式の無線通信の技術分野に関連し、特にMIMO方式用の受信機に使用される信号分離装置及び信号分離方法に関連する。

背景技術

- [0002] この種の技術分野では、現在及び次世代以降の大容量高速情報通信を実現するための研究開発が進められている。例えば、単入力単出力(SISO:Single Input Single Output)方式に加えて、通信容量を増やす観点から、単入力多出力(SIMO:Single Input Multi Output)方式、多入力単出力(MISO:Multi Input Single Output)方式、更には多入力多出力(MIMO:Multi Input Multi Output)方式等に関する研究がなされている。
- [0003] 図1は、送信機102及び受信機104を含むMIMO方式の通信システムの概要を示す。MIMO方式では、複数の送信アンテナ106-1～Nから別々の信号が、同時に同一の周波数で送信される。これらの送信信号は複数の受信アンテナ108-1～Nにて受信される。簡単のため、送信アンテナ数及び受信アンテナ数は共にN個とされているが、異なるアンテナ数であってもよい。受信機104内では、各受信アンテナで受信された受信信号に基づいて、送信機からの複数の信号を個々の信号に分離する処理が行なわれる。分離後の信号は、更なる復調処理を行なうために後段の処理要素に与えられる。
- [0004] 受信機104で行なわれる信号分離法にはいくつかの手法が存在する。1つは、最尤判定(MLD:Maximum Likelihood Detection)法と呼ばれる方法である。これは、複数の送信アンテナから送信された複数の送信信号と受信信号との全ての可能な組合せについてユークリッド距離又はその二乗を算出し、最小の距離を与える送信信号の組合せを選択するものである。この手法によれば、複数の送信信号を個々の信号に確実に分離できるが、二乗ユークリッド距離を多数回計算することに起因

して、信号分離に要する演算負担が大きくなってしまう問題点がある。例えば、4つの送信信号が、16QAMの変調方式で4本の送信アンテナからそれぞれ送信されたとする。この場合に、1つの送信信号は、16個の信号点の何れかにマッピングされるので、受信信号に含まれる送信信号内容の組合せの総数は、(1つの送信信号に対する信号点数)^(送信アンテナ数) $= 16^4 = 65536$ 通りにもなってしまふ。これら全ての組合せについて二乗ユークリッド距離を計算し、最も確からしい組合せを選択することは、非常に大きな演算能力を要し、特に移動端末の小型化を妨げてしまふ。更に、演算負担が大きいと、電力消費量も大きくなり、小型の移動端末には特に不利になる。

[0005] MLD法を改善した信号分離法に、QRM-MLD法がある。これは、MLD法にQR分解とMアルゴリズムを組み合わせることで、二乗ユークリッド距離の計算回数を減らそうとするものである。この方法によれば、二乗ユークリッド距離の計算回数を、上記の想定例の場合に、(初段の信号点候補数) + (新たに追加される信号点候補数) $\times$ (前段階で生き残った信号点候補数) $\times$ (送信アンテナ数) $= 16 + 16 \times 16 \times 3 = 784$ 回に減らすことができる。このようなQRM-MLD法は、例えば非特許文献1に説明されている。

[0006] 図2は、従来のQRM-MLD法による信号分離を行なう受信機の部分ブロック図を示す。簡単のため、4つの送信信号 $\mathbf{x} = (\mathbf{x}_1 \dots \mathbf{x}_4)^T$ が、16QAMの変調方式で4本の送信アンテナからそれぞれ送信されるものとする(上付文字の記号Tは、転置を表す。)。受信機は、複数の受信アンテナ202-1, 202-2, 202-3, 202-4と、チャネル推定部204と、ランク付け部206と、並べ換え部208と、QR分解部210と、信号変換部212と、最尤判定部214と、尤度出力部215とを有する。最尤判定部214は、4つの判定部216-1, 216-2, 216-3, 216-4を有する。判定部の数は、送信信号数に合わせて設けられる。各判定部は同様な処理ブロックを有するので、第4の判定部216-4がそれらを代表して説明される。判定部は、シンボルレプリカ生成部218-4と、二乗ユークリッド距離算出部220-4と、生き残りシンボル候補選択部222-4とを有する。

[0007] チャネル推定部204は、送信及び受信の双方の側で既知のパイロット信号を含む受信信号に基づいて、チャネルインパルス応答値(CIR: channel impulse respo

nse) 又はチャネル推定値を求める。チャネル推定値 h_{nm} を行列要素とする行列 H は、チャネル行列と呼ばれる。但し、 h_{nm} は m 番目の送信アンテナと n 番目の受信アンテナ間のチャネル推定値を表し、目下の例では、 $1 \leq n, m \leq 4$ である。

[0008] ランク付け部206は、受信された複数の受信信号 $y_1, \dots, y_4$ を電力の大きさの順に格付け又はランキングする。

[0009] 並べ換え部208は、複数の受信信号の並ぶ順序をQR分解部210及び信号変換部212に通知する。

[0010] QR分解部210は、チャネル推定部204で求められたチャネル行列 H が、ユニタリ行列 Q 及び上三角行列 R の積で表現されるように、行列 Q, R を求める ($H=QR$)。

[0011] 信号変換部212は、複数の受信信号を成分とするベクトル $y = (y_1 \dots y_4)^T$ に、ユニタリ行列 Q の共役転置行列 Q^H を乗算することで、信号変換を行なう。上付き文字の H は、共役転置を表す。送信信号 x 及び受信信号 y の間には、 $y = Hx = QRx$ が成立する。この式に左から Q^H を乗算すると、左辺は、 $Q^H y = z$ となり、右辺は、 $Q^H QRx = Q^{-1} QRx = Rx$

となるので、送信及び受信信号の関係は、 $z = Rx$ のように表現できる。但し、 $z = (z_1 \dots z_4)^T = Q^H y$ である。

[0012] [数1]

$$Q^H y \quad \text{上三角行列 } R \quad \text{送信信号 } x$$

$$\begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ 0 & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ 0 & 0 & r_{33} & r_{34} \\ 0 & 0 & 0 & r_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$

上記の関係式は、

$$z_1 = r_{11} x_1 + r_{12} x_2 + r_{13} x_3 + r_{14} x_4$$

$$z_2 = r_{22} x_2 + r_{23} x_3 + r_{24} x_4$$

$$z_3 = r_{33} x_3 + r_{34} x_4$$

$$z_4 = r_{44} x_4$$

とも書ける。

- [0013] 最尤判定部214は、最尤判定法(MLD法)により、送信信号のシンボル候補を絞り込む。判定部216-4のシンボルレプリカ生成部218-4は、上三角行列Rの行列要素を用いて、受信信号 x_4 に対応する送信信号のシンボル候補を生成する。シンボル候補数は例えばC個である。
- [0014] 二乗ユークリッド距離算出部220-4は、変換後の受信信号 z_i と、C個のシンボル候補との二乗ユークリッド距離を算出する。二乗ユークリッド距離は、尤度を計算する際の基礎となるメトリックを表す。二乗ユークリッド距離の小さいシンボル候補が、送信されたシンボルに近いものとして判断される。
- [0015] 生き残りシンボル候補選択部222-4は、各候補に対する二乗ユークリッド距離に基づいて、 S_1 ($\leq C$) 個のシンボル候補を、生き残りシンボル候補として出力する。
- [0016] 尤度出力部215は、最終段の生き残りシンボル候補選択部から出力されたシンボル候補の尤度又は確からしさを算出する。より具体的には、この尤度は、対数尤度比(LLR:Log Likelihood Ratio)で表現される。尤度出力部215からの出力は、信号分離結果を表し、後段の復調部(例えば、ターボデコーダ)へ伝送される。
- [0017] 動作が次に説明される。受信機は、送信信号を4本の受信アンテナで受信信号 $y_1 \sim y_4$ として受信する。それらはチャネル推定部204及び信号変換部212に与えられる。チャネル推定部204、ランク付け部206及び並べ換え部208により、複数の受信信号の並ぶ順序が決定される。ここでは、受信電力の大きさの順に受信信号が並べられ、簡単のため、 x_1, x_2, x_3, x_4 の順に受信電力が大きくなっているものとする。受信信号は、信号変換部212により、 $z = (z_1 \dots z_4)^T = Q^H y$ のように変換され、変換後の信号が最尤判定部214に入力される。
- [0018] 最尤判定部214における第1段階では、初期設定に相当する処理が判定部216-4にて行なわれる。この段階では、上記の z_4 に関する式に着目する。行列要素 r_{44} は既知であるので、 z_4 が1つの送信信号 x_4 にのみ依存していることが分かる。従って、送信信号 x_4 は、高々16通りの信号点の候補しかない。シンボル候補生成部218-4

は、 x_4 に関する16個($C=16$)のシンボル候補を生成する。これらのシンボル候補と第4の受信信号 z_4 との二乗ユークリッド距離が、二乗ユークリッド距離算出部220-4で算出され、距離の小さい順に S_1 個のシンボル候補が、生き残ったシンボル候補として選択される。

[0019] 第2段階は、判定部216-3にて行なわれる。ここでは、 z_3 に関する式に着目する。行列要素 r_{33} , r_{34} は既知であり、 x_4 には16通りの候補があり、 x_3 についても16通りの信号点の候補が存在する。 x_3 に関する新たな信号点として16個の信号点が、シンボル生成部218-3により導入される。従って、 $16 \times 16 = 256$ 通りの信号点の組合せがあり得る。これらのシンボル候補と第3の受信信号 x_3 との256通りの二乗ユークリッド距離が算出され、その値の小さい順に16個($S_2=16$)の組合せを選択することで、シンボル候補が絞り込まれる。

[0020] 第3段階は、判定部216-2にて、同様な処理が行なわれる。この段階では、 z_2 に関する式に着目する。行列要素 r_{22} , r_{23} , r_{24} は既知であり、送信信号 x_3 , x_4 の組合せは前段で16通りの候補に絞られており、 x_2 については16通りの信号点の候補が存在する。このため、シンボル候補生成部218-2は、 x_2 に関する16個のシンボル候補を生成する。この場合も、256通りの信号点の組合せの中から、二乗ユークリッド距離の小さい16通り($S_3=16$)の候補を選択することで、シンボル候補が絞り込まれる。

[0021] 第4段階は、判定部216-1にて、同様な処理が行なわれる。この段階では、 z_1 に関する式に着目する。行列要素 r_{11} , r_{12} , r_{13} , r_{14} は既知であり、送信信号 x_2 , x_3 , x_4 の組合せは前段で16通りの候補に絞られており、 x_1 については16通りの信号点の候補が存在する。このため、シンボル候補生成部218-1は、 x_1 に関する16個のシンボル候補を生成する。この場合も、256通りの信号点の組合せの中から、二乗ユークリッド距離の小さい16通り($S_4=16$)の候補を選択することで、シンボル候補が絞り込まれる。

[0022] このようにして、各段階でシンボル候補数を一定数($S_1 \leq C$ 等)以下に制限することで、総ての可能な信号点の組合せについて二乗ユークリッド距離を算出せずに、送信信号のシンボル候補を絞り込むことができる。

非特許文献1:K. J. Kim, et al., "Joint channel estimation and data detection algorithms for MIMO-OFDM systems", Proc. 36th Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, Nov. 2002

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0023] ところで、上記の手法では、1つの送信信号に着目すると、第1段階から順に第4段階へ進むにつれて、シンボル候補数が徐々に減ってゆく。例えば、第1段階で導入された第4の送信信号 x_4 についての候補数は、第2段階、第3段階そして第4段階へ進むにつれて少なくなる(絞り込まれてゆく)。同様に、第2段階で導入された第3の送信信号 x_3 についての候補数も、第3段階、第4段階へ進むにつれて少なくなる。第3段階で導入された第2の送信信号 x_2 についての候補数は、第4段階へ進む際に少なくなる。そして、第4段階で導入された第1の送信信号 x_1 についての候補は、最尤判定部からの出力に、そのまま反映されることになる。
- [0024] 図3は、各段階を経るにつれて、シンボル候補数が徐々に少なくなる様子を示す。送信信号 x_1, x_2, x_3, x_4 の上に描かれた円の大きさは、各段階における候補数に対応し、第4段階では、第4の送信信号 x_4 に関するシンボル候補数が最も少なく、第1、第2及び第3の送信信号 x_1, x_2, x_3 の順にシンボル候補数が少なくなっていることが分かる。従って、第4の送信信号 x_4 の候補が過剰に絞り込まれ、第4段階に至ったときに、送信信号 x_4 の真のシンボル候補を見逃してしまっていることが懸念される。第3の送信信号 x_3 の候補についても、送信信号 x_4 ほどではないが、過剰に絞り込まれ、第4段階に至ったときに、送信信号 x_3 の真のシンボル候補を見逃してしまっていることも懸念される。図示の例では、破線枠で囲まれた送信信号 x_4, x_3 に関するシンボル候補数が、非常に少なくなっている様子が描かれている。真のシンボル候補を見逃してしまうと、その送信信号についての推定精度、即ち伝送特性は劣化することになる。電力値の高い信号を第1段階で判別される送信信号として取り扱うことで、そのような過剰な絞り込みをある程度緩和できるかもしれないが、それで充分であるとは言えない。各段階における生き残りシンボル候補数を増やせば、シンボル候補の過剰な絞り込みを避けることができるかもしれない。しかし、それと引き替えに、二乗ユークリ

ッド距離を計算する演算負担が飛躍的に増大してしまう。

[0025] 図4は、第1乃至第4の送信信号 x_1, x_2, x_3, x_4 を、上記の想定例の下に信号分離を行なった場合のシミュレーション結果を示す。シミュレーションで使用された主な条件は次のとおりである。

[0026] 送信及び受信アンテナ数N: 4本

変調方式: 16QAM

ターボ符号化率R: 8/9

想定されるマルチパス数L: 6

遅延スプレッド σ : 0, 26 μ sec

図中、横軸は、受信アンテナ当たりの、情報1ビット当たりの信号電力対雑音電力密度比(E_b/N_0)の平均を表す。縦軸は、平均パケットエラーレート(PER)を表す。▲印、◆印、■印及び●印は、送信信号 x_4, x_3, x_2, x_1 の推定結果をそれぞれ示す。図示されているように、シンボル候補数が最も少なくなる送信信号 x_4 (▲印)の推定精度が最も悪く、シンボル候補数が最も多く確保される送信信号 x_1 (●印)の推定精度が最も良いことが分かる。送信信号 x_2, x_3 についても同様な傾向が見受けられる。このように、従来のQRM-MLD法による信号分離法では、一部の送信信号(ひいては送信信号全体)の推定精度が劣化することが懸念される。また、従来の信号分離法は、複数の送信信号の中で、信号推定精度の良否がばらついてしまう点でも不都合である。

[0027] 本発明は、上記問題点の少なくとも1つに対処するためになされたものであり、その課題は、MIMO方式の通信システム用の受信機における信号分離精度を向上させる信号分離装置及び信号分離方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0028] 本発明では、複数の受信アンテナで受信された複数の受信信号を、複数の送信アンテナから送信された複数の送信信号に分離する信号分離装置が使用される。本装置は、

第1の順序に並べられた複数の受信信号を用いて、QRM-MLD法により複数の送信信号のシンボル候補を順に判定する第1の判定手段と、

前記第1の順序とは異なる第2の順序に並べられた複数の受信信号を用いて、QR-M-MLD法により複数の送信信号のシンボル候補を順に判定する第2の判定手段と、

少なくとも第1及び第2の判定手段による判定結果に基づいて、複数の送信信号のシンボル候補及び尤度を出力する出力手段と

を備える。

発明の効果

- [0029] 本発明によれば、MIMO方式の通信システム用の受信機における信号分離精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0030] [図1]MIMO方式の通信システムの概要を示す図である。
[図2]従来の信号分離を行なう受信機の部分ブロック図である。
[図3]シンボル候補を絞り込んでゆく様子を示す説明図である。
[図4]従来の信号分離法によるシミュレーション結果を示す図である。
[図5]本発明の一実施例による信号分離を行なう受信機の部分ブロック図である。
[図6]本発明の一実施例による信号分離法を示すフローチャートである。
[図7]各最尤判定部が独立してシンボル候補を絞り込んでゆく様子を示す説明図である。
[図8]最尤判定部の一方が他方に連動してシンボル候補を絞り込んでゆく様子を示す説明図である。

符号の説明

- [0031] 102 送信機； 104 受信機； 106-1～N 送信アンテナ； 108-1～N 受信アンテナ；
202-1～4 受信アンテナ； 204 チャネル推定部； 206 ランク付け部； 208 並べ換え部； 210 QR分解部； 212 信号変換部； 214 最尤判定部； 215 尤度出力部； 216-1～4 判定部； 218-1～4 シンボルレプリカ生成部； 220-1～4 二乗ユークリッド距離算出部； 222-1～4 生き残りシンボル候補選択部；

502-1~4 受信アンテナ; 504 チャネル推定部; 506 ランク付け部; 508-1, 2 並べ換え部; 510-1, 2 QR分解部; 512-1, 2 信号変換部; 514-1, 2 最尤判定部; 516 シンボル候補選択部; 518 尤度出力部; 520 信号線

発明を実施するための最良の形態

- [0032] 本発明の一態様によれば、複数の受信信号が第1の順序に並べられ、QRM-MLD法により複数の送信信号のシンボル候補が第1の順序に従って判定され、前記第1の順序とは異なる第2の順序に複数の受信信号が並べられ、QRM-MLD法により複数の送信信号のシンボル候補が第2の順序に従って判定され、第1及び第2の順序に関して得られた判定結果に基づいて、複数の送信信号のシンボル候補及び尤度が出力される。これにより一方の最尤判定で見逃されたシンボル候補が、他方の最尤判定では見逃されずに済む可能性が生じ、双方の判定結果を考慮することで、信号推定精度を向上させることができる。従って、演算負担を過剰に増やさずに、推定精度を向上させることができる。また、送信シンボル間の推定精度のばらつきを小さくすることもできる。
- [0033] 本発明の一態様によれば、前記第2の順序が、前記第1の順序を逆に並べたものである。これにより、一方の最尤判定で見逃されたシンボル候補が、他方の最尤判定にて高い確率で維持されるようにすることができる。
- [0034] 本発明の一態様によれば、前記第2の判定手段が、前記第1の判定手段の判定結果に従って一部の送信信号のシンボル候補を決定し、残りの送信信号のシンボル候補をQRM-MLD法により前記第2の順序で判定する。これにより、第2の判定手段における演算負担を軽減することができる。
- [0035] 本発明の一態様によれば、前記出力手段が、前記第1及び前記第2の判定手段の判定結果に共通に含まれるシンボル候補の尤度を更新する。一例では、更新された尤度が、前記第1及び前記第2の判定手段により求められたシンボル候補の個々の尤度の重み付け平均値である。一例では、更新された尤度が、前記第1及び前記第2の判定手段により求められたシンボル候補の個々の尤度の何れよりも小さい値である。一例では、更新された尤度が、前記第1及び前記第2の判定手段により求められ

たシンボル候補の個々の尤度の何れかに等しい。これにより、双方の判定結果に共通に含まれるシンボル候補の確からしさをより適切に評価することができる。

[0036] 以下、本発明による実施例が説明される。

実施例 1

[0037] 図5は、本発明の一実施例による信号分離法を行なう受信機の部分ブロック図を示す。簡単のため、4つの送信信号 $\mathbf{x} = (x_1 \dots x_4)^T$ が、16QAMの変調方式で4本の送信アンテナからそれぞれ送信されるものとする。但し、アンテナ数や変調方式等はそれらに限定されない。受信機は、複数の受信アンテナ502-1, 502-2, 502-3, 502-4と、チャンネル推定部504と、ランク付け部506と、並べ換え部508-1, 2と、QR分解部510-1, 2と、信号変換部512-1, 2と、最尤判定部514-1, 2と、シンボル候補選択部516と、尤度出力部518とを有する。最尤判定部514-1, 2は、図2の最尤判定部214と同様な構成及び機能を有するので、詳細な説明は省略される。

[0038] チャンネル推定部504は、送信及び受信の双方の側で既知のパイロット信号を含む受信信号に基づいて、チャンネルインパルス応答値(CIR)又はチャンネル推定値を求める。チャンネル推定値 h_{nm} を行列要素とする行列Hは、チャンネル行列と呼ばれる。但し、 h_{nm} はm番目の送信アンテナとn番目の受信アンテナ間のチャンネル推定値を表し、目下の例では、 $1 \leq n, m \leq 4$ であるが、アンテナ数は様々な値をとり得る。

[0039] ランク付け部506は、受信された複数の送信信号 $x_1, \dots, x_4$ を信号品質の順に格付けする。信号品質は、受信信号電力の大きさ、総受信電力に対する希望波電力又は非希望波電力の割合等によって評価される。

[0040] 並べ換え部508-1は、ランク付け部506により個々の受信信号に付されたランクに従って、複数の受信信号を第1の順序に並べ、その順序をQR分解部510-1及び信号変換部512-1に通知する。本実施例では、第1の順序は、個々の受信信号の受信信号電力が徐々に大きくなるような順序である。簡単のため、第1の順序は、 y_1, y_2, y_3, y_4 であるものとする。

[0041] 並べ換え部508-2は、ランク付け部506により個々の受信信号に付されたランクに従って、複数の受信信号を第2の順序に並べ、その順序をQR分解部510-2及

び信号変換部512-2に通知する。本実施例では、第2の順序は、個々の受信信号の受信信号電力が徐々に小さくなるような順序、即ち第1の順序とは逆の順序である。受信信号を第2の順序に並べると、 y_4, y_3, y_2, y_1 となる。

[0042] QR分解部510-1は、チャネル推定部504で求められたチャネル行列Hが、ユニタリ行列Q及び上三角行列Rの積で表現されるように、行列Q, Rを求める($H=QR$)。行列Qに関する情報は信号変換部512-1に与えられ、行列Rに関する情報は最尤判定部514-1に与えられる。

[0043] QR分解部510-2は、チャネル推定部504で求められたチャネル行列Hが、ユニタリ行列Q'及び上三角行列Rの積で表現されるように、行列Q', R'を求める($H'=Q'R'$)。行列Q'に関する情報は信号変換部512-2に与えられ、行列R'に関する情報は最尤判定部514-2に与えられる。並べ換え部508-1, 2により、複数の受信信号は、異なる順序でQR分解部510-1, 2にそれぞれ入力される。チャネル行列は、その受信信号の並び方に依存して異なるので、QR分解部510-1, 2で算出されるユニタリ行列及び上三角行列も相違するのが一般的である。

[0044] 信号変換部512-1は、複数の受信信号を成分とするベクトル $y=(y_1, y_2, y_3, y_4)^T$ に、ユニタリ行列Qの共役転置行列 Q^H を乗算することで、信号変換を行なう($z=Q^H y$)。信号変換後の受信信号zと送信信号xとの間には、 $z=Rx$ が成立する。

[0045] [数2]

$$\begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ 0 & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ 0 & 0 & r_{33} & r_{34} \\ 0 & 0 & 0 & r_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$

上記の関係式は、

$$z_1 = r_{11} x_1 + r_{12} x_2 + r_{13} x_3 + r_{14} x_4$$

$$z_2 = r_{22} x_2 + r_{23} x_3 + r_{24} x_4$$

$$z_3 = r_{33} x_3 + r_{34} x_4$$

$$z_4 = r_{44} x_4$$

と書ける。

[0046] 信号変換部512-2は、複数の受信信号を成分とするベクトル $y' = (y_4, y_3, y_2, y_1)^T$ に、ユニタリ行列Qの共役転置行列 Q^H を乗算することで、信号変換を行なう($z' = Q'^H y'$)。信号変換後の受信信号zと送信信号xとの間には、 $z = Rx$ が成立する。

[0047] [数3]

$$\begin{bmatrix} z_1' \\ z_2' \\ z_3' \\ z_4' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11}' & r_{12}' & r_{13}' & r_{14}' \\ 0 & r_{22}' & r_{23}' & r_{24}' \\ 0 & 0 & r_{33}' & r_{34}' \\ 0 & 0 & 0 & r_{44}' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_4 \\ x_3 \\ x_2 \\ x_1 \end{bmatrix}$$

上記の関係式は、

$$z_1' = r_{11}' x_4 + r_{12}' x_3 + r_{13}' x_2 + r_{14}' x_1$$

$$z_2' = r_{22}' x_3 + r_{23}' x_2 + r_{24}' x_1$$

$$z_3' = r_{33}' x_2 + r_{34}' x_1$$

$$z_4' = r_{44}' x_1$$

と書ける。

[0048] 最尤判定部514-1は、最尤判定法(MLD法)により、送信信号のシンボル候補を絞り込む。図2の最尤判定部214と同様に、最尤判定部514-1は、送信信号 x_4, x_3, x_2, x_1 の順にシンボル候補を判定し、判定結果を出力する。判定結果は、判定されたシンボル候補 $S_{1,i}$ 及びその候補に対するメトリック $e_{1,i}$ により表現される。添え字の「1」は第1の順序に関連することを示す。添え字の「i」は、多数のシンボル候補の内のどれが選択されたかを示すインデックスである。メトリックは、例えば、二乗ユークリッド距離により表現できる。

[0049] 最尤判定部514-2も、最尤判定法(MLD法)により、送信信号のシンボル候補を絞り込む。最尤判定部514-2は、最尤判定部514-1とは異なり、送信信号 x_1, x_2

, x_3 , x_4 の順にシンボル候補を判定し、判定結果を出力する。判定結果は、判定されたシンボル候補 $S_{2,j}$ 及びその候補に対するメトリック $e_{2,j}$ により表現される。添え字の「2」は第2の順序に関連することを示す。添え字の「j」は、多数のシンボル候補の内のどれが選択されたかを示すインデックスである。

[0050] シンボル候補選択部516は、各最尤判定部514-1, 2からの出力に基づいて、1以上のシンボル候補 S'_m をメトリック e'_m と共に最尤判定結果として出力する。第1及び第2の順序による判定結果から最終的な判定結果を導出するには、様々な手法があり得る。例えば、第1及び第2の判定結果に、m番目のシンボル候補が共通に含まれており、それがシンボル候補 $S_{1,m}$, $S_{2,m}$ 及びメトリック $e_{1,m}$, $e_{2,m}$ として、最尤判定部514-1, 2からそれぞれ出力されたとする。この場合に、シンボル候補選択部516は、そのm番目のシンボル候補を、そこから出力するシンボル候補 S'_m に決定する。シンボル候補選択部516から出力するメトリック e'_m は、個々のメトリックの平均値 $(e_{1,m} + e_{2,m})/2$ でもよいし、その平均値を縮小した値 $(e_{1,m} + e_{2,m})/(2X)$ ($X>1$) でもよいし、重み付け平均値 $(c_1 \times e_{1,m} + c_2 \times e_{2,m})/(c_1 + c_2)$ (c_1, c_2 は重み係数) でもよいし、何れか小さい値 $\min\{e_{1,m}, e_{2,m}\}$ でもよいし、その小さい値を縮小した値 $\min\{e_{1,m}, e_{2,m}\}/X$ ($X>1$) でもよいし、小さな固定値等でもよい。或いは、シンボル候補選択部516から出力されるがシンボル候補のうち、第1及び第2の判定結果に共通に含まれないところのシンボル候補のメトリックを、共通に含まれているものに比較して大きくしてもよい。

[0051] 尤度出力部518は、シンボル候補選択部516から出力されたシンボル候補の尤度を算出する。より具体的には、この尤度は、対数尤度比(LLR)で表現される。尤度出力部518からの出力は、信号分離結果を表し、例えばターボデコーダのような後段の復調部へ伝送される。

[0052] 図6は、本発明の一実施例による信号分離法を示すフローチャートである。フローはステップ602から始まり、ステップ604に進む。ステップ604では、受信信号が第1の順序に並べ換えられる。第1の順序は、例えば、受信信号電力の大きさの順序である。この並べ換えは、図5のランク付け部506及び並べ換え部508-1で行なわれる。

- [0053] ステップ606では、第1の順序に並ぶ複数の受信信号を用いて、QRM-MLD法により、送信信号のシンボル候補が求められる。
- [0054] ステップ608では、受信信号が第2の順序に並べ換えられる。第2の順序は、例えば、第1の順序と逆の順序である。この並べ換えは、図5のランク付け部506及び並べ換え部508-2で行なわれる。
- [0055] ステップ610では、第2の順序に並ぶ複数の受信信号を用いて、QRM-MLD法により、送信信号のシンボル候補が求められる。
- [0056] ステップ612では、ステップ606及び610で得られたシンボル候補に基づいて、最尤判定結果としてのシンボル候補及びメトリックが出力される。
- [0057] 以後、フローはステップ614に進み、終了する。説明の便宜上、第1の順序による最尤判定のステップ606の後に、並べ換えのステップ608及び第2の順序による最尤判定のステップ610が行なわれているが、このことは本発明に必須ではなく、ステップの順序は逆でもよいし、ステップの全部又は一部が同時に行なわれてもよい。
- [0058] 図7は、シンボル候補を順に絞り込んでゆく様子を示す説明図である。図中上段に第1の順序による最尤判定の様子が描かれ、下段に第2の順序による最尤判定の様子が描かれている。送信信号 $x_1 \sim x_4$ に関連して描かれている円の大きさは、シンボル候補数に対応する。上段に示されているように、送信信号 x_4, x_3, x_2 に対するシンボル候補が、段階を増す毎に減少している。最終段階である第4段階で出力されるシンボル候補 $S_{1,i}$ に含まれる送信信号の候補数は、 x_1, x_2, x_3, x_4 の順に少なくなっている。従って、第1段階や第2段階のような早期の段階で判別された送信信号 x_4, x_3 に関する確からしさが、過剰に小さくなってしまふ虞がある(送信信号 x_1, x_2 に対する確からしさは比較的大きい)。
- [0059] しかしながら、本実施例では、下段に示されるように、第1とは異なる第2の順序に並んだ受信信号に基づく最尤判定も行なわれる。第2の順序による最尤判定では、送信信号 x_1, x_2, x_3 に対するシンボル候補が、段階を増す毎に減少している。最終段階である第4段階で出力されるシンボル候補 $S_{2,i}$ に含まれる送信信号の候補数は、 x_4, x_3, x_2, x_1 の順に少なくなっている。
- [0060] 従って、第1段階や第2段階のような早期の段階で判別された送信信号 x_1, x_2 に関

する確からしさが、過剰に小さくなってしまふ虞はあるが、送信信号 x_3, x_4 に対する確からしさは大きく維持することができる。従って、第1の順序による最尤判定で送信信号 x_3, x_4 に関するシンボル候補が過剰に少なくなってしまうとしても、第2の順序による最尤判定結果を考慮することで、不適切な絞り込みを補償することができる。

- [0061] 本実施例では、説明を簡単にするため、受信電力の大きさの順に互いに逆向きの第1及び第2の順序が使用されたが、別の基準で順序が決定されてもよい。例えば、総電力に対する希望波信号電力の割合(SIR等)に従う順序が採用されてもよい。また、第2の順序が第1の順序と厳密に逆に並んでいなくてもよい。例えば、第2の順序は、第1の順序における一部の信号の順序を異ならせることで(例えば、 x_1 と x_4 の位置を置換することで)、設定されてもよい。第1及び第2の順序が異なっていれば、一方の最尤判定部で見逃したシンボル候補を他方の最尤判定部で維持できるかもしれないからである。但し、本実施例のように、第1と第2の順序が逆になっていれば、送信信号 x_4 に関して最尤判定部514-1で見逃したシンボル候補を、最尤判定部514-2にて最も大きな確率で捕捉することができる。更に、本実施例では、第1及び第2の順序が使用されたが、3以上の順序を設定し、それらの順序に関連する最尤判定を行ない、それらの判定結果から最終的なシンボル候補が選択されてもよい。受信信号を並べる順序の種類を多くすることで、シンボル候補の過剰な絞り込みを回避する可能性を高くすることができる。

実施例 2

- [0062] 実施例1では、第1の順序に関する最尤判定と、第2の順序に関する最尤判定とが全く独立して行なわれていたが、一方の判定結果の一部が他方の判定演算に援用されてもよい。例えば、図5の第1の順序に関する最尤判定結果のうち、第1及び第2の送信信号 x_1, x_2 に関する判定結果が、第2の順序に関する最尤判定に利用されてもよい。最尤判定部514-1から最尤判定部514-2への情報提供は、信号線520を通じて行なわれる。
- [0063] 図8に示されるように、第1の順序に関する判定結果 $S_{1,i}$ に含まれる第1及び第2の送信信号 x_1, x_2 のシンボル候補(破線枠で囲まれるもの)が、第2の順序に関する最尤判定に使用される。図示の例では、第1乃至第4段階総てではなく、第3及び第4

段階のみを行なえばよい。第2の順序に関する最尤判定における第1段階及び第2段階の演算を省略できるので、その分だけ演算負担を軽減することができる。従って、最尤判定部514-1における(第1及び第2の送信信号 x_1, x_2 に関する)最尤判定結果の信頼性が高い場合に、本実施例は特に有利である。

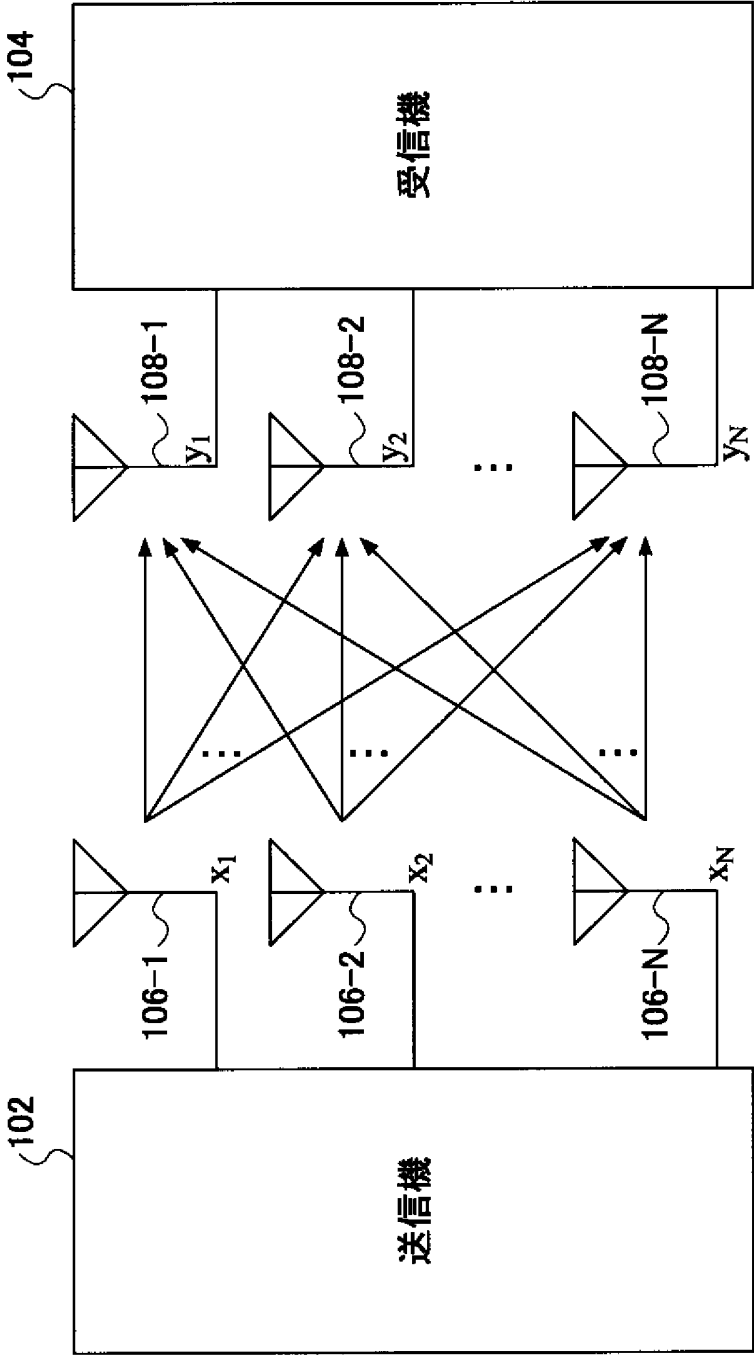
[0064] 以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明はこれに限定されるわけではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

請求の範囲

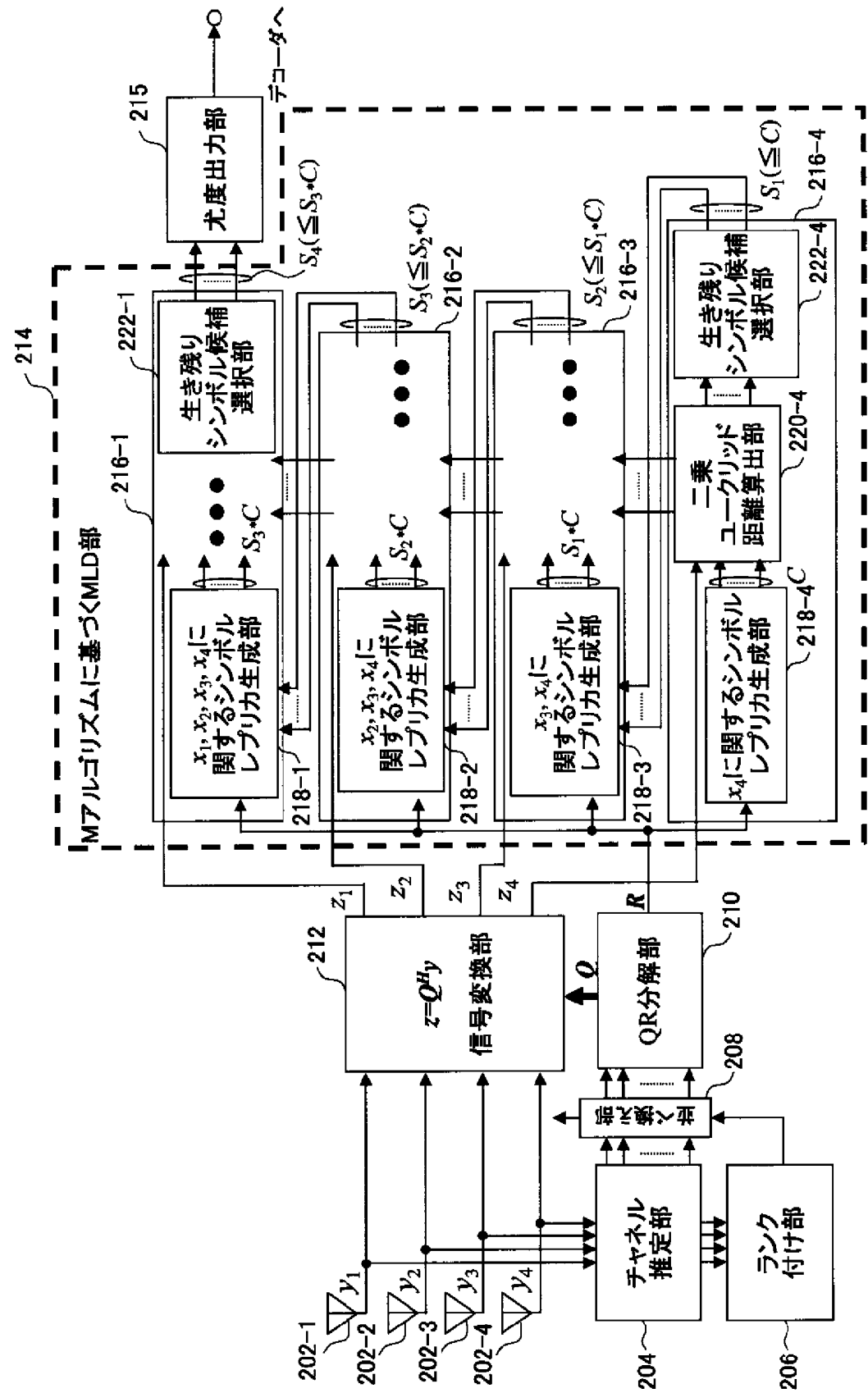
- [1] 複数の受信アンテナで受信された複数の受信信号を、複数の送信アンテナから送信された複数の送信信号に分離する信号分離装置であって、
第1の順序に並べられた複数の受信信号を用いて、QRM-MLD法により複数の送信信号のシンボル候補を判定する第1の判定手段と、
前記第1の順序とは異なる第2の順序に並べられた複数の受信信号を用いて、QRM-MLD法により複数の送信信号のシンボル候補を判定する第2の判定手段と、
少なくとも第1及び第2の判定手段による判定結果に基づいて、複数の送信信号のシンボル候補及び尤度を出力する出力手段と
を備えることを特徴とする信号分離装置。
- [2] 複数の受信信号の並ぶ順序を定める並べ替え手段と、
複数の受信信号及び複数の送信信号の間のチャネル行列を、ユニタリ行列及び三角行列に分解する手段と
を備えることを特徴とする請求項1記載の信号分離装置。
- [3] 前記第2の順序が、前記第1の順序を逆に並べたものである
ことを特徴とする請求項1記載の信号分離装置。
- [4] 前記第1又は前記第2の順序が、受信信号の信号品質の良い順序である
ことを特徴とする請求項1記載の信号分離装置。
- [5] 前記第2の判定手段が、前記第1の判定手段の判定結果に従って一部の送信信号のシンボル候補を決定し、残りの送信信号のシンボル候補をQRM-MLD法により前記第2の順序で判定する
ことを特徴とする請求項1記載の信号分離装置。
- [6] 前記出力手段が、前記第1及び前記第2の判定手段の判定結果に共通に含まれるシンボル候補の尤度を更新する
ことを特徴とする請求項1記載の信号分離装置。
- [7] 更新された尤度が、前記第1及び前記第2の判定手段により求められたシンボル候補の個々の尤度の重み付け平均値である
ことを特徴とする請求項6記載の信号分離装置。

- [8] 更新された尤度が、前記第1及び前記第2の判定手段により求められたシンボル候補の個々の尤度の何れよりも小さい値であることを特徴とする請求項6記載の信号分離装置。
- [9] 更新された尤度が、前記第1及び前記第2の判定手段により求められたシンボル候補の個々の尤度の何れかに等しいことを特徴とする請求項6記載の信号分離装置。
- [10] 複数の受信アンテナで受信された複数の受信信号を、複数の送信アンテナから送信された複数の送信信号に分離する信号分離方法であって、
複数の受信信号を第1の順序に並べ、
QRM-MLD法により複数の送信信号のシンボル候補を判定し、
前記第1の順序とは異なる第2の順序に複数の受信信号を並べ、
QRM-MLD法により複数の送信信号のシンボル候補を判定し、
少なくとも第1及び第2の順序に関して得られた判定結果に基づいて、複数の送信信号のシンボル候補及び尤度を出力することを特徴とする信号分離方法。

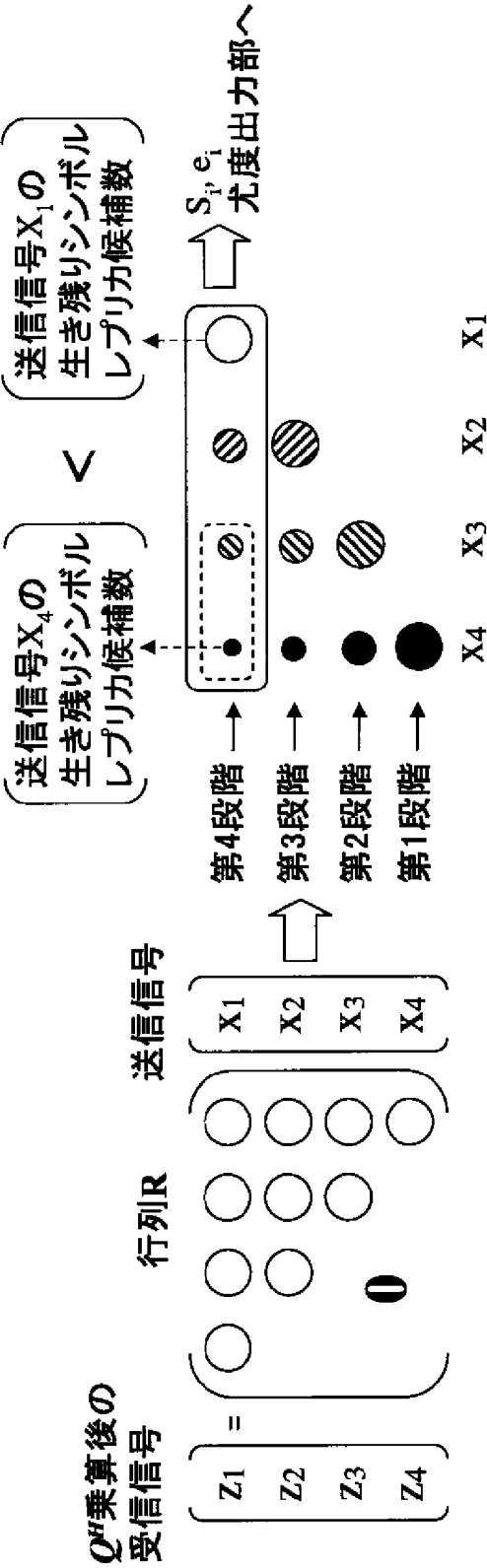
[図1]



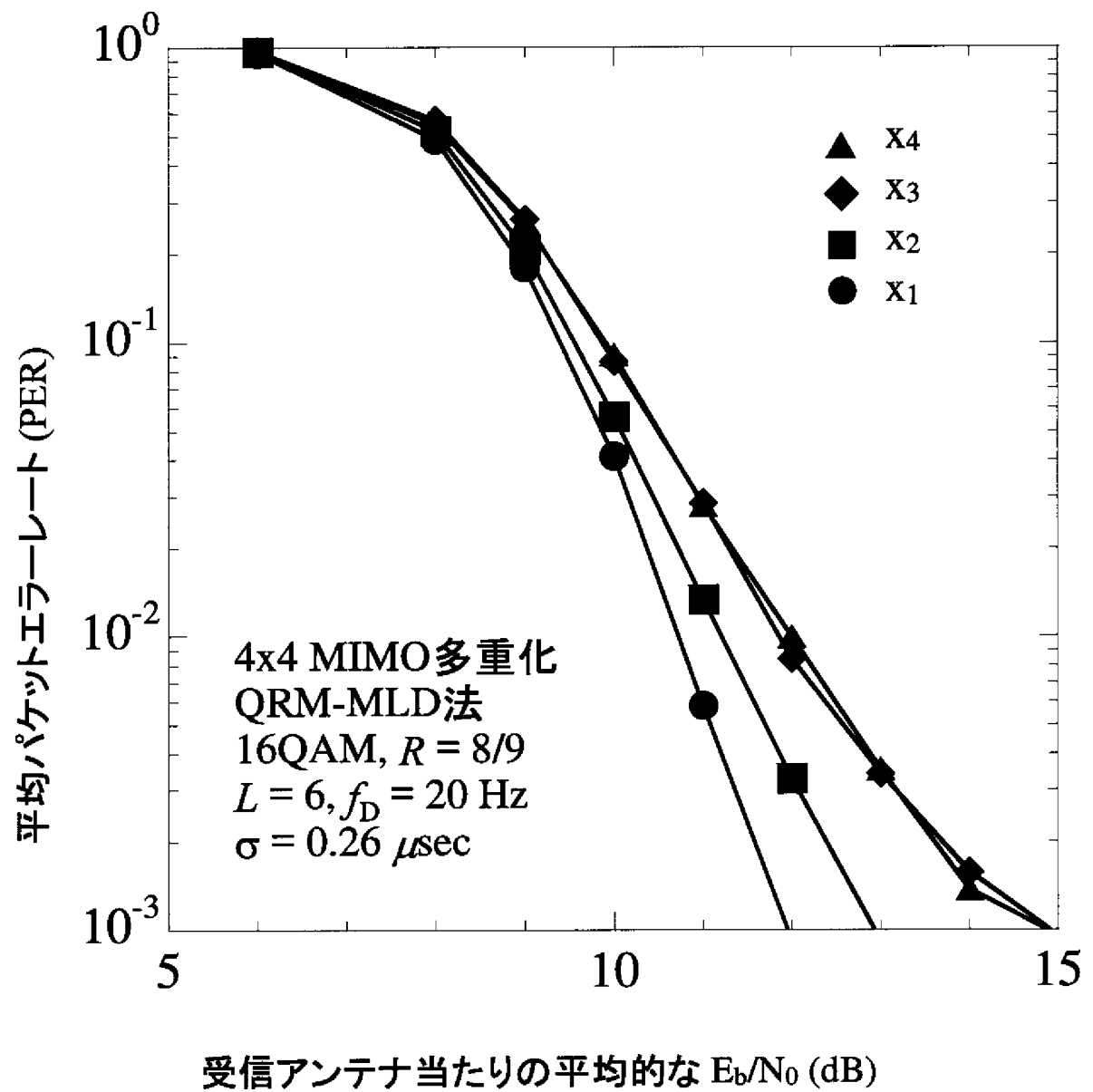
[図2]



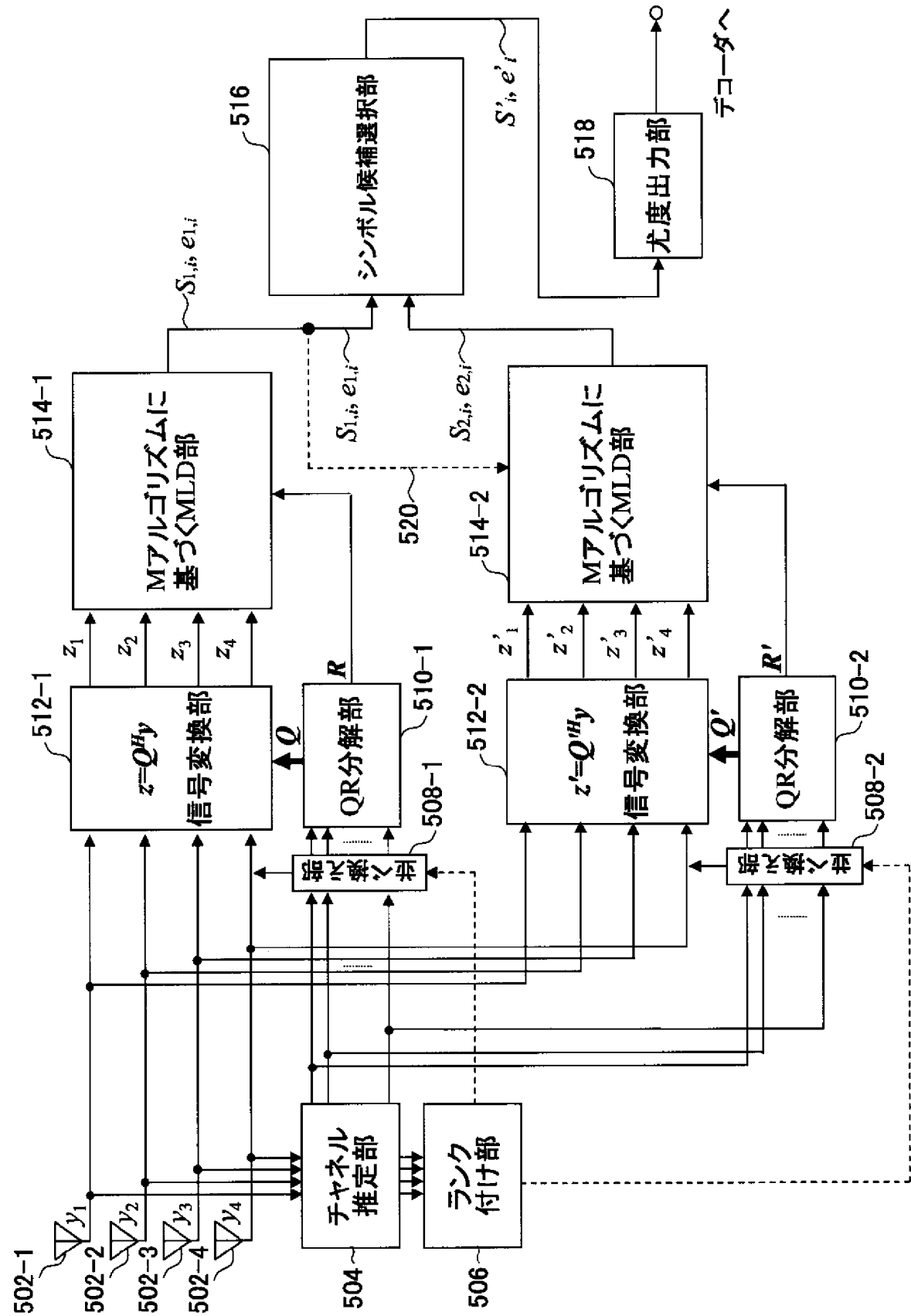
[図3]



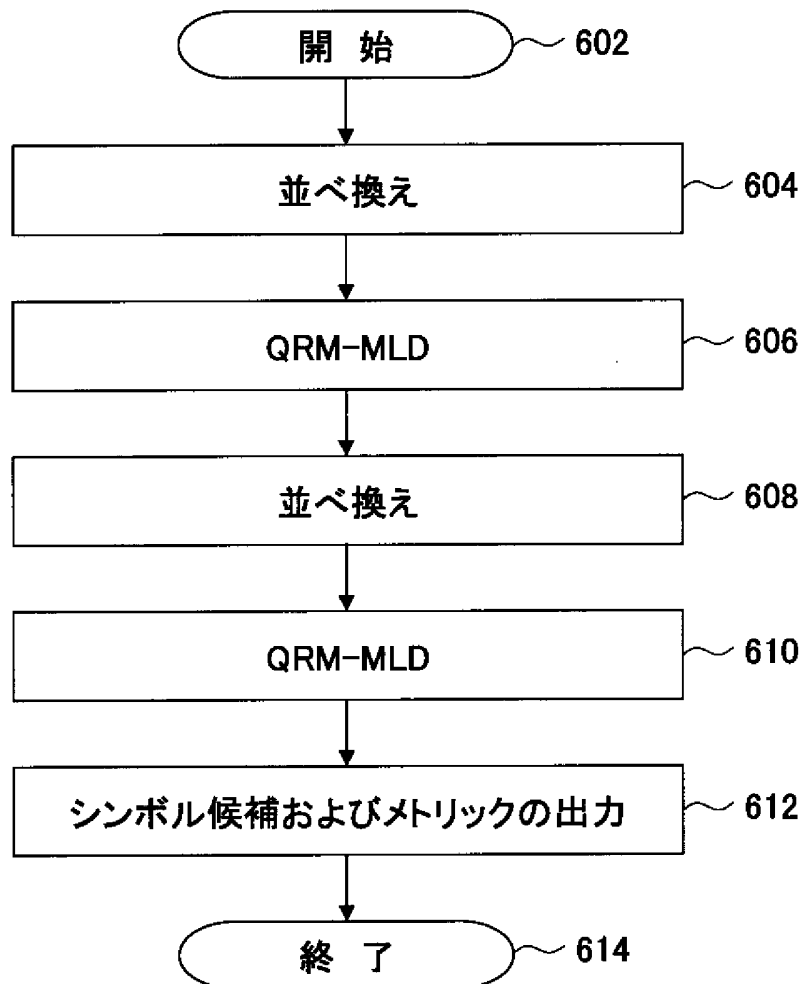
[図4]



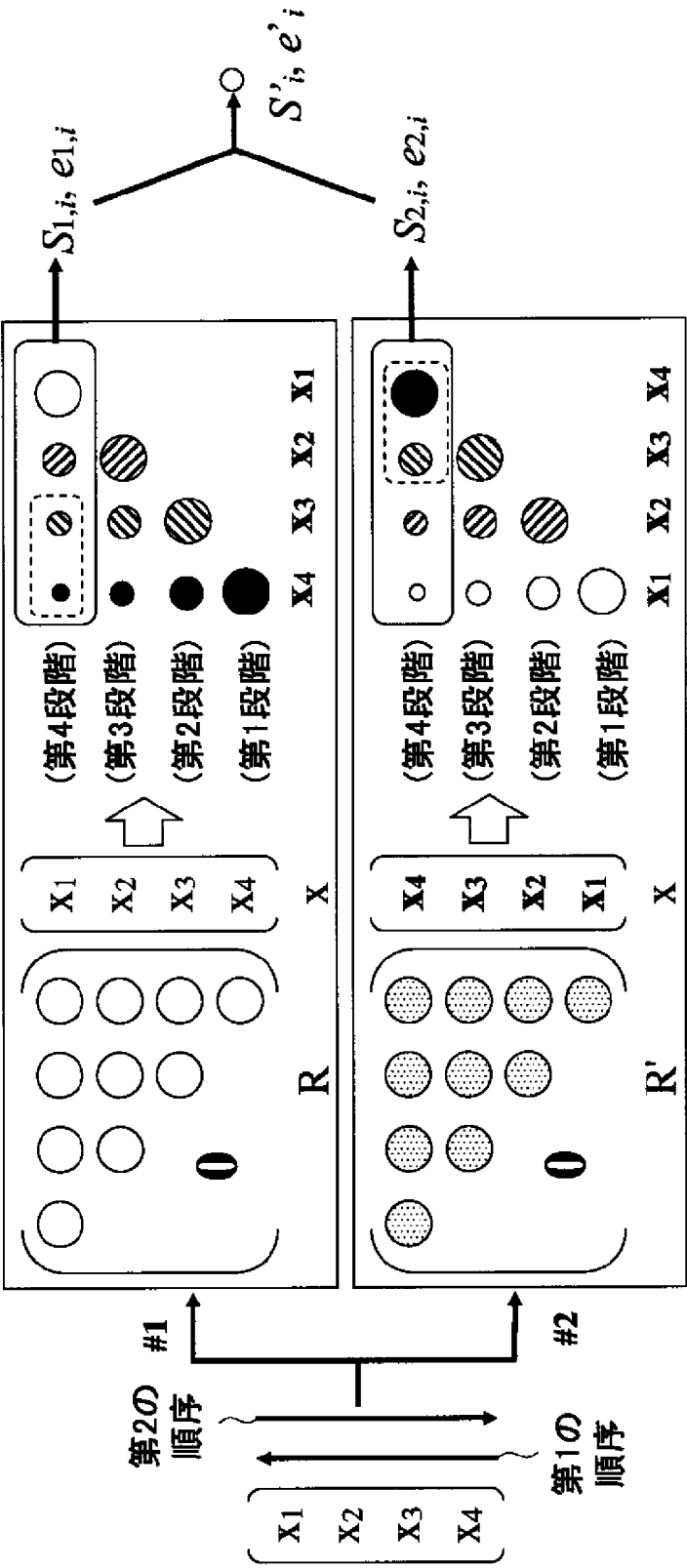
[図5]



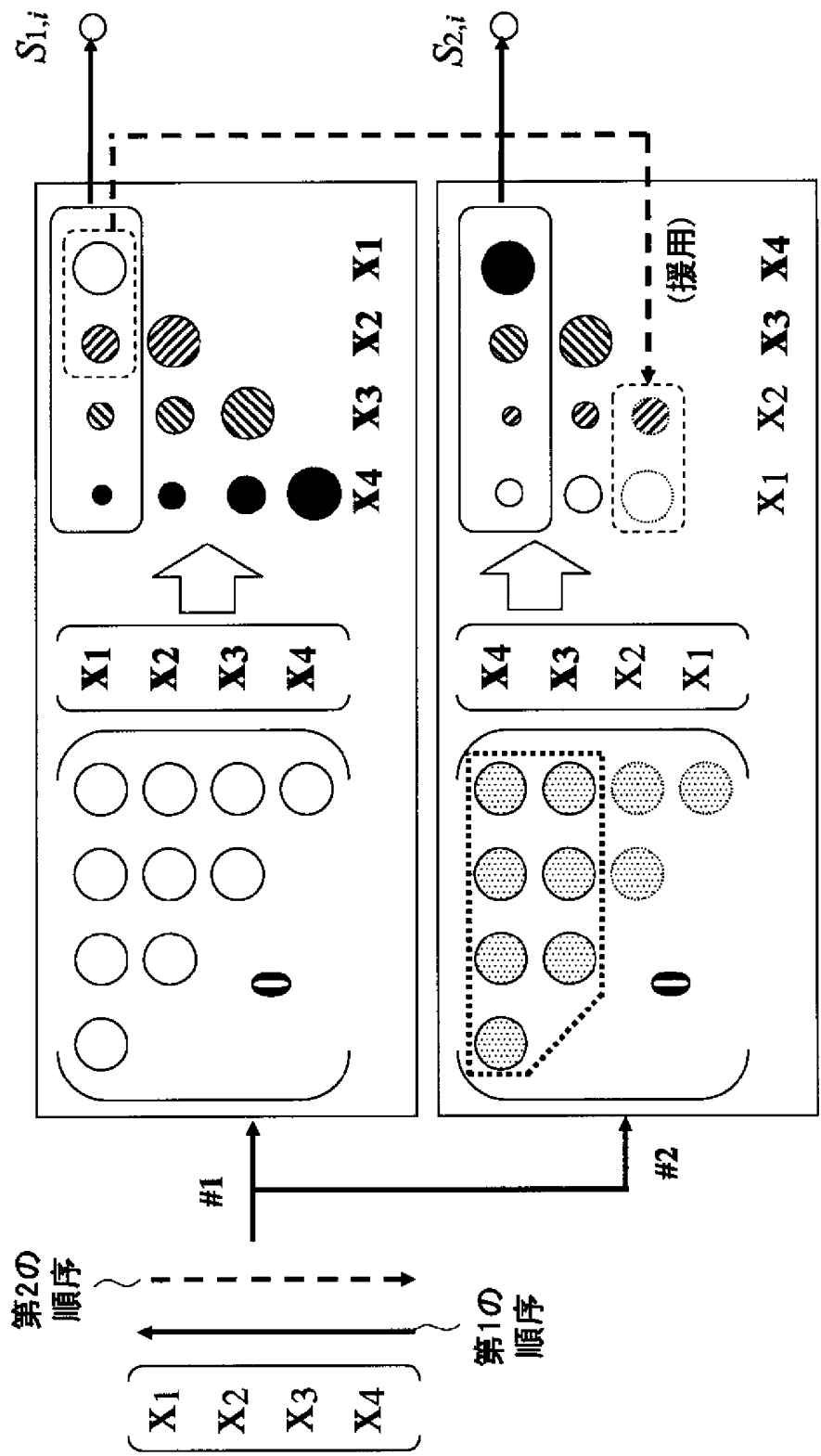
[図6]



[図7]



[図8]



VIII-5-1	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て(規則4.17(v)及び51の2.1(a)(v)) 氏名(姓名)	本国際出願 に関し、 株式会社 エヌ・ティ・ティ・ドコモ NTT DoCoMo, Inc. は、本国際出願の請求項に記載された対象が以下のよう に開示されたことを申し立てる。
VIII-5-1(i)	開示の種類:	刊行物
VIII-5-1(ii)	開示の日付:	2004年 09月 12日 (12. 09. 2004)
VIII-5-1(iii)	開示の名称:	PROCEEDINGS Volume 1 of The Seventh International Symposium on WIRELESS PERSONAL MULTIMEDIA COMMUNICATIONS
VIII-5-1(iv)	開示の場所:	Abano Terme, Padova (ITALY)
VIII-5-1(i)	開示の種類:	刊行物
VIII-5-1(ii)	開示の日付:	2004年 09月 08日 (08. 09. 2004)
VIII-5-1(iii)	開示の名称:	電子情報通信学会 2004年ソサイエティ大会プログラム
VIII-5-1(iv)	開示の場所:	徳島大学 (徳島市)
VIII-5-1(v)	本申立ては、次の指定国のためになされたものである。:	すべての指定国

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016276

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J15/00 (2006.01), **H04B7/04** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04J15/00 (2006.01), **H04B7/04** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	Noriyuki MAEDA, Kenichi HIGUCHI, Hiroyuki KAWAI, and Mamoru SAWAHASHI, "MLD with QR Decomposition Using Bi-Directional Ranking and Selection of Surviving Symbol Replicas for OFCDM MIMO Multiplexing", In: Wireless Personal Multimedia Communications 2004, Vol.1	1-5, 10 6-9
X A	Noriyuki MAEDA, Kenichi HIGUCHI, Hiroyuki KAWAI, and Mamoru SAWAHASHI, "QRM-MLD o Mochiiru OFCDM MIMO Taju ni Okeru Sohoko Soshin Shingo Ranking-ho", 2004 Nen IEICE Communications Society Taikai Koen Ronbunshu 1, 08 September, 2004 (08.09.04), page 342	1-5, 10 6-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ 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 application or patent 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
18 November, 2005 (18.11.05)Date of mailing of the international search report
06 December, 2005 (06.12.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016276

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Hiroyuki KAWAI, Kenichi HIGUCHI, Noriyuki MAEDA, and Mamoru SAWAHASHI, "Independent Adaptive Control of Surviving Symbol Replica Candidates at Each Stage Based on Minimum Branch Metric in QRM-MLD for OFCDM MIMO Multiplexing", In: Vehicular Technology Conference, 2004, 29 September, 2004 (29.09.04), Vol.3, pages 1558 to 1564	1-10
A	Kenichi HIGUCHI, Hiroyuki KAWAI, Noriyuki MAEDA, and Mamoru SAWAHASHI, "Likelihood function for QRM-MLD suitable for soft-decision turbo decoding and its performance for OFCDM MIMO multiplexing in multipath fading channel", In: Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 08 September, 2004 (08.09.04), Vol.2, pages 1142 to 1148	1-10
A	JP 2003-273837 A (Toshiba Corp.), 26 September, 2003 (26.09.03), Par. No. [0011] & US 2004/0028157 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04J15/00 (2006.01), H04B7/04 (2006.01)											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04J15/00 (2006.01), H04B7/04 (2006.01)											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2005年										
日本国実用新案登録公報	1996-2005年										
日本国登録実用新案公報	1994-2005年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
X A	Noriyuki Maeda, Kenichi Higuchi, Hiroyuki Kawai, and Mamoru Sawahashi" MLD with QR Decomposition Using Bi-Directional Ranking and Selection of Surviving Symbol Replicas for OFCDM MIMO Multiplexing" In: Wireless Personal Multimedia Communications 2004, Vol.1	1-5, 10 6-9									
X A	前田規行, 樋口健一, 川合裕之, 佐和橋衛" QRM-MLD を用いる OFCDM MIMO 多重における双方向送信信号ランキング法" 2004 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集 1, 2004. 09. 08, p. 342	1-5, 10 6-9									
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献											
国際調査を完了した日 18. 11. 2005		国際調査報告の発送日 06. 12. 2005									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官 (権限のある職員) 高野 洋	5 K 3 4 6 2								
		電話番号 03-3581-1101 内線	3556								

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	Hiroyuki Kawai, Kenichi Higuchi, Noriyuki Maeda, and Mamoru Sawahashi "Independent Adaptive Control of Surviving Symbol Replica Candidates at Each Stage Based on Minimum Branch Metric in QRM-MLD for OFCDM MIMO Multiplexing" In: Vehicular Technology Conference, 2004 , 2004. 09. 29 , Vol. 3 , pp. 1558-1564	1-10
A	Kenichi Higuchi, Hiroyuki Kawai, Noriyuki Maeda, and Mamoru Sawahashi "Likelihood function for QRM-MLD suitable for soft-decision turbo decoding and its performance for OFCDM MIMO multiplexing in multipath fading channel" In: Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2004. 09. 08, Vol. 2, pp. 1142-1148	1-10
A	JP 2003-273837 A (株式会社 東芝) 2003. 09. 26, 段落【0011】 & US 2004/0028157 A1	1-10