(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2008 年1 月3 日 (03.01.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/001627 A1

(51) 国際特許分類:
H04J 15/00 (2006.01) *H04J 11/00* (2006.01)
H04B 7/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/062111

(22) 国際出願日: 2007 年6 月15 日 (15.06.2007)

(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2006-176529 2006 年6 月27 日 (27.06.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目７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): オケロ ジェームス アウオル (OKELLO, James Awuor) [KE/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目７番１号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 宮崎 昭夫, 外(MIYAZAKI, Teruo et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂１丁目９番２０号 第１６興和ビル８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, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, 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, 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.

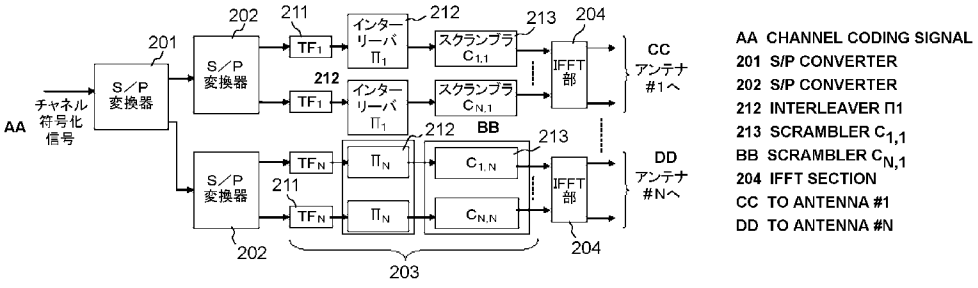
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

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。

(54) **Title:** COMMUNICATION SYSTEM, TRANSMITTER, RECEIVER, AND MULTIPLE ACCESS METHOD

(54) 発明の名称: 通信システム、送信装置、受信装置及び多重アクセス方法



(57) **Abstract:** A communication system comprising a transmitter for transmitting a signal over a transmission channel and a receiver for receiving the signal. The transmitter has a filter for filtering a modulated signal to vary the amplitude and phase characteristic of the modulated signal and a first processing section for interleaving and/or scrambling the filtered signals. The receiver has a second processing section for deinterleaving and/or descrambling the received signal and an inverse filter for filtering the signal outputted from the second processing section.

(57) 要約: 送信チャネル上に信号を送信する送信装置と、その信号を受信する受信装置と、を有する通信システムにおいて、送信装置は、変調信号をフィルタリングしてその変調信号の振幅及び位相特性を変化させるフィルタと、フィルタリングされた信号に対して、インターリーブ処理及び／またはスクランブル処理を行う第１の処理部と、を備える。一方、受信装置は、受信信号に対してデインターリーブ処理及び／またはデスクランブル処理を行う第２の処理部と、第２の処理部から出力される信号をフィルタリングする逆フィルタと、を備える、

WO 2008/001627 A1

明 細 書

通信システム、送信装置、受信装置及び多重アクセス方法

技術分野

[0001] 本出願は、2006年6月27日出願の日本国特許出願:特願2006－176529に基づくとともに当該出願に基づく優先権の利益を主張するものであり、当該出願の開示の全体は参照としてここに組み入れられる。本発明は、複数入力(multiple input)および複数出力(multiple output)チャネルを備えるシステムと、どのようなシステムで用いられる送信装置及び受信装置と、そのようなシステムにおける多重アクセス方法とに関する。

背景技術

[0002] 異なる地点間で複数のデータを送信するために複数の送信アンテナと複数の受信アンテナ(複数入力複数出力:MIMO(Multiple Input Multiple Output))を有するシステムが知られている([B1]:非特許文献1)。MIMOシステムは、その送信アンテナの数に比例してチャネル容量が増大するために([B2]:非特許文献2)、注目を浴びるようになってきている。最高のスループットを達成するために、各送信アンテナは、送信すべきデータをシリアル－パラレル変換して得られるそれぞれに独立したデータストリームを送信する。

[0003] 現実には、このようなシステムには、その実現形態として、2通りのものがある。そのうちの第1の形態のシステムは、OFDM(直交周波数分割多重;orthogonal frequency division multiplexing)技術を用いて変調を行った後に、信号を送信する([B3], [B4]:非特許文献3, 4)。第2の形態のシステムは、いかなるOFDMも行うことなく、信号を送信する([B5]:非特許文献5)。チャネルでは、異なる送信アンテナからの信号が、空間内で混合され、受信装置では、複数の受信アンテナに対する信号処理技術を用いて、信号が分離される。複数の信号を同時に送信するこれらの2つのシステム形態は、それぞれ、式(1)及び式(2)に示す数学モデルを用いて表現することができる。

[0004] OFDM－MIMOシステムにおいて、各周波数ビン(bin)での受信信号は、

[0005] [数1]

$$\mathbf{u}_k = \mathbf{H}\mathbf{x}_k + \mathbf{n}_k \qquad \in C^{M\times 1} \qquad (1)$$

と表すことができる。ここで

[0006] [数2]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{M1} & h_{M2} & \cdots & h_{MN} \end{bmatrix}$$

である。OFDM－MIMOシステムは、畳み込み演算を用いないシステムである。

[0007] 一方、周波数選択性のチャネルを有する非OFDMシステムに関し([B5]:非特許文献5)、受信信号は、

[0008] [数3]

$$\mathbf{u}_{No} = \mathbf{H}_{No}{}^{*}\mathbf{x}_k + \mathbf{n}_k \quad \in C^{M\times 1} \qquad (2)$$

と表すことができる。ここで、上付き添え字の“＊”は、畳み込み(コンボリューション)演算を示している。また、

[0009] [数4]

$$\mathbf{H}_{No} = \begin{bmatrix} \sum_k \delta(k)h_{11}(k) & \sum_k \delta(k)h_{12}(k) & \cdots & \sum_k \delta(k)h_{1N}(k) \\ \sum_k \delta(k)h_{21}(k) & \sum_k \delta(k)h_{22}(k) & \cdots & \sum_k \delta(k)h_{2N}(k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_k \delta(k)h_{M1}(k) & \sum_k \delta(k)h_{M2}(k) & \cdots & \sum_k \delta(k)h_{MN}(k) \end{bmatrix} \qquad (3)$$

である。式(2)及び式(3)は、MIMOチャネルの逆伝達特性を評価するために多数のフィルタが用いられることを示している。送信された信号x_{k}を受信信号u_{No}から得るためには、受信装置において、上記のH_{No}を用いなければならない。この種の演算は、OFDM－MIMOシステムでの信号分離と比較して、計算量を多く必要する。非OFDMシステムでは、受信装置はチャネルの逆特性を推定するために逆フィルタを評

価する必要があり、受信装置の複雑さを増す要因となっていた。しかし、OFDM－MIMOシステムでは、畳み込み演算がないので、逆フィルタを評価する必要がない。

[0010] 関連する技術においては、信号を分離する前に、チャネル状態情報または逆チャネルを評価しなければならなかった。このような評価は、受信装置においてチャネルを評価するために用いられるトレーニング信号を送信することで達成される。しかしながら、トレーニング信号の伝送のために、スループットの低下という代償を払わなければならない。別の方法としては、MIMOチャネル状態情報(CSI;Channel State information)または逆方向チャネル状態情報(ICSI;Inverse Channel State information)の完全なブラインド同定がある([B1], [B2], [B6]－[B8]:非特許文献1, 2, 6－8)。しかしながら、これによれば、分離された信号源において、元々送信された信号の置換(permutation)、すなわち順番の置き換えを発生させる可能性があり([B8]:非特許文献8)、このような置換は、考えられる全ての縦列組み合わせを考慮して最小誤差となる組み合わせを選択する最尤検出器(MLD;maximum likelihood detector)を利用して、取り除かなければならない。

[0011] ブラインド分離された信号源における置換の発生という問題点の解決策として、各送信装置に対しユニークフィルタを割り当てることに基づくタグ付け(tagging)方式が提案されている([B9]:非特許文献9)。ユニークフィルタとは、送信装置ごとに異なる特性を有するフィルタのことである。この技術によれば、送信前に、各コンスタントモジュラス(constant modulus;定包絡線)信号源信号が、送信前に、ユニークフィルタによってフィルタリングされる。受信装置では、変換により非コンスタントモジュラス信号をコンスタントモジュラス信号に戻すために、逆フィルタが用いられる。しかしながら、各信号源がユニークフィルタを持つので、対象となっている信号源のみが取り出され、その結果、分離された信号では、信号源の置換は起こらない。

[0012] しかしながら、このようなタグ付け方式においては、単一入力単一出力(SISO;single input single output)システムに対する他のアルゴリズムにおけるものと同様に、結果として得られる信号は、位相の回転を被っている。この問題に対する解決策として、ディファレンシャル(差動)QPSK(quadrature phase shift keying)モードの変調があり([B10]:非特許文献10)、また、チャネル検出器を用いることもできる

。チャネル検出器は、単一の信号源しか扱わないので、より構成が簡易である。ここでは、各送信アンテナにユニークフィルタが割り当てられているので、フィルタの独自性(uniqueness)を維持するためには、送信アンテナの数が増えるにつれて、これらのフィルタの長さも長くしなければならない。しかしながら、このようにフィルタ長が長くなることは、受信装置における計算の複雑さを増すことになる([B9]:非特許文献9)。全域通過(allpass)フィルタを使用する場合には、システムのレイテンシー(待ち時間)が大きくなるであろう。

[0013] 図1は、タグ付け(tagging)フィルタに基づくOFDM－MIMOシステムのベースバンドモデルを示している。説明のために、コンスタントモジュラス信号を仮定する。このシステムは、送信側に複数のユニークフィルタ101とユニークフィルタごとに設けられるアンテナ102を備えている。ここでは、N個(N≧2)のユニークフィルタ101が設けられている。送信アンテナ102からの信号はMIMOチャネルを介し、M個の受信アンテナ103を有する受信側に到達する。受信側には、送信側の各フィルタ101の逆特性を有するフィルタ104と、フィルタ104ごとに設けられブラインドMIMO信号処理を行う信号処理部105とがさらに設けられている。受信側において、各信号処理部105から、ブラインド信号分離された信号が出力される。

[0014] 送信側では、送信すべきデータに対してシリアル－パラレル変換を実行した後、そのパラレルデータの各要素が、インパルス応答$f_{Tx}^{(l)}(n)$を有するユニークフィルタ101でフィルタリングされる。ここで上付き添え字の“(l)”は、バッファリングされた入力$x_l(k)$のインデックスに対応し、したがってl＝1, …, Nである。

[0015] l番目のアンテナを用いて送信されるベースバンド信号は、

[0016] [数5]

$$y_l(k) = \sum_{n=0}^{\infty} x_l(n) f_{\mathrm{Tx}}^{(l)}(k-n) \qquad (4)$$

によって与えらえる。ここで、$y_l(k)$の絶対値$|y_l(k)|$は、全てのkの値に対して一定ではない。平坦なMIMOチャネルに対し、アンテナ番号jのアンテナ103で受信されたベースバンド信号は、

[0017] [数6]

$$v_j(k) = \sum_{l=1}^{N} h_{jl} \sum_{n=0}^{\infty} x_l(n) f_{\mathrm{Tx}}^{(l)}(k-n) + n_j(k) \qquad (5)$$

で与えられる。ここでh_{jl}は、CSI(チャネル状態情報)に付随する行列Hのj行l列の要素に対応し、$n_j(k)$は、付加雑音ベクトルn_kのj番目のエントリである。1番目の送信アンテナからの信号を取り出すために、$f_{Tx}^{(1)}(n)$の逆であるインパルス応答$g_{Rx}^{(1)}(n)$(=1/$f_{Tx}^{(1)}(n)$)を有するフィルタ104を用いて、受信信号がフィルタリングされる。かくして、第1の信号に伴うタグを除去した後に各アンテナから受信された信号は、

[0018] [数7]

$$u_{1,j}(k) = \sum_{m=0}^{N_R-1} v_j(k-m) g_{\mathrm{Rx}}^{(1)}(m) \qquad (6)$$

で表される。ここでN_Rはインパルス応答$g_{Rx}^{(1)}(n)$の長さである。一般に、$g_{Rx}^{(1)}(n)$は、

[0019] [数8]

$$\sum_{n=0}^{N_R-1} f_{\mathrm{Tx}}^{(l)}(k-n) g_{\mathrm{Rx}}^{(l)}(n) \approx \delta(k-D) \qquad (7)$$

であるように設定される。ここで、$\delta(n)$は、

[0020] [数9]

$$\delta(n) = \begin{cases} 1, & n=0\text{のとき} \\ 0, & \text{それ以外} \end{cases} \qquad (8)$$

で表されるクロネッカー(Kronecker)のデルタ記号であり、Dは、TTフィルタ(タグ付けフィルタ)の非最小位相から起因する遅延である。式(6)から、フィルタ$f_{Tx}^{(1)}(n)$の最大位相部分の次数が増加すると遅延Dも増加する、と言える。

[0021] このようなOFDMシステムでは、送信装置において、ユニークタグ付けフィルタを、図2において<1>で示された位置に配置することができる。図2はOFDM－MIMO送信装置の構成を示している。この送信装置は、Nが2以上の整数であるとして、N本の送信アンテナ＃1～＃Nを用いてデータを送信するものである。以下では、アンテナ番号jすなわちj番目の送信アンテナのことを送信アンテナ＃jのように表すものとする。

[0022] 送信装置は、バイナリ入力信号のチャネル符号化を行うチャネル符号器111と、チャネル符号化された信号をシリアル／パラレル変換してデータを各アンテナに対してマッピングするS／P変換器112と、S／P変換器112の出力ごとにデータをシリアル／パラレル変換してサブキャリアに対してマッピングするS／P変換器113と、各S／P変換器113ごとに設けられて対応するS／P変換器113からのパラレルデータの高速フーリエ逆変換を行うIFFT部114と、IFFT部114ごとに設けられて対応するIFFT部114のパラレル出力をシリアル信号に変換するP／S変換器115と、P／S変換器115の出力に設けられサイクリック・プレフィックス(CP;cyclic prefix)を付加するCP付加部116と、上述した＜1＞の位置としてCP付加部116の出力に設けられたタグ付けフィルタ117と、タグ付けフィルタ117の出力に設けられ、送信のための信号処理を行う信号処理部118と、を備えている。

[0023] このようにこの送信装置では、アンテナマッピングを行うS／P変換器112はN本の出力を有し、S／P変換器112の各出力に対して、サブキャリアマッピングをS／P変換器113とIFFT部114とP／S変換器115とCP付加部116とタグ付けフィルタ117と送信用の信号処理部118がこの順で縦続接続していることになる。各信号処理部118からの出力が、送信アンテナ＃1～＃Nのうちの対応する送信アンテナに供給される。

[0024] ここでチャネル符号器111では、スクランブル、CRC(巡回冗長符号)、FEC(フォワード・エラー訂正)、インターリーブ、変調などの処理が行われる。また、信号処理部118では、アップサンプリング、帯域フィルタによるフィルタリング、プレディストーション、増幅などの処理が行われる。

[0025] このような送信装置において、タグ付けフィルタの位置は、位置＜1＞でなく、位置＜2＞すなわちIFFT部114の出力の位置、または位置＜3＞すなわちS／P変換器113の出力の位置、または位置＜4＞すなわちS／P変換器112の出力の位置に移動させることができる。

[0026] 受信装置では、逆タグ付けフィルタは、上述の式(7)及び式(8)を満たすように設計される。これらの逆タグ付けフィルタの位置が、図3に示されている。図3は、OFDM－MIMOシステムにおける受信装置の構成の一例を示している。

[0027] 図3に示す受信装置は、N個の受信アンテナ103を備えている。そして、受信装置は、受信アンテナ103ごとに設けられ、受信信号の増幅、復調、アナログ／デジタル変換などを行うアナログ処理部121と、アナログ処理部121の出力に設けられ高速フーリエ変換(FFT)を含む処理を実行するデジタル処理部122と、M個の逆タグ付けフィルタ123と、M個の逆タグ付けフィルタ123から信号を入力してMIMO信号処理を行うMIMO信号処理部124と、MIMO信号処理部124からのM組のパラレル出力のそれぞれごとに設けられて対応するパラレル出力をシリアル信号に変換するP／S変換器125と、各P／S変換器125の出力がパラレルに入力してこれらをシリアルデータに変換するP／S変換器126と、P／S変換器126の出力に設けられチャネル復号と復調とを行うチャネル復調器127と、を備えている。N個あるデジタル処理部122は、それぞれ、M個の逆タグ付けフィルタ123のいずれかに入力するM個の出力を備えており、これにより、いずれの逆タグ付けフィルタ123にも、M個のデジタル処理部122からの出力が供給されるようになっている。

[0028] 各デジタル処理部122は、OFDMフレーム同期、ダウンサンプリング、サイクリック・プレフィックスの除去、高速フーリエ変換(FFT)などの処理を行う。P／S変換器125は、デインターリーブ行列を備えても備えなくてもよい。デインターリーブ行列を備える場合には、P／S変換器125は、その行列によってデインターリーブを行う。P／S変換器126は、データのアンテナからのデマッピングを行う。

[0029] しかしながら、タグ付けフィルタに基づくMIMOシステムでは、以下のような課題を解決する必要がある。

[0030] (1)説明のため、2次の全域通過フィルタが用いられ、フィルタの全ての極が複素平面(z平面)において中心(原点)から半径0．5の位置にあるものとする。図4(a)に示すように、2つの信号源あるいは2つのアンテナがある場合、これら2つの信号源の極の間の最大分離(P_s)は1である。図4(b)に示すように、8つのアンテナあるいは8つの信号源がある場合、2つの極の間の最大分離は、

[0031] [数10]

$$\left|0.25\sqrt{2}(1+i)-0.5\right|=0.3827$$

となろう。このように、信号源の数が増えるにつれて、極が相互に隣接する2つのフィルタ間の類似性が大きくなる。したがって、相互に極が接近しているフィルタを用いてタグ付けされた信号を区別することは、次第に難しくなる。次数を大きくすることは、乗算器の数を増やすことにつながり、したがって、システムの複雑さも大きくし、これは、システムコストの増加をもたらす。

[0032] (2)同様に、全域通過フィルタの次数が大きくなるにつれて、逆関数に伴う遅延も大きくなる。遅延に敏感な用途で用いられるシステムにおいては、このように長い遅延は好ましくない。このように遅延に敏感なシステムの例には、遠隔操作で制御される無人宇宙船のような設備がある。また遅延は、ヒトにおけるある許容しきい値を超える場合に、音声通話中の不快感の原因ともなる。

[0033] なお、本発明者は、WO2006／059767([A1]:特許文献1)において、複数のアンテナあるいは信号源を有するシステムであって、各信号源がユニークフィルタでフィルタリングされるシステムを提案している。

[0034] 日本国特許公開:特開2000－286821号公報([A2]:特許文献2)は、わずかなパイロットシンボルを用いることによって、伝搬路(チャネル)におけるマルチパスフェージング変動による受信歪みを補償するとともに、雑音による伝搬路推定誤差を低減できるOFDM通信装置を開示している。この装置では、伝搬路の特性に対する逆となる特性を有するフィルタを用い、チャネル状態情報に対応する信号をフィルタリングしており、FFT後の信号をパイロットデータに乗算することで、タイムドメインでのチャネル状態情報を得ている。

[0035] 日本国特許公開:特開2002－111756号公報([A3]:特許文献3)は、送信機と受信機の双方にフィルタを設けることにより、伝搬環境に適したフェージング歪み補償を実行し、これによってビット誤り率を低減した無線通信システムを開示している。この通信システムでは、送信の前に信号の帯域幅が、入力信号の最大帯域幅よりも狭い帯域幅を有するフィルタによって制限されるようになっている。

[0036] 日本国特許公開:特開2005－318117号公報([A4]:特許文献4)は、クローズループ型のMIMO伝送システムであって、各送受信アンテナ及びストリーム間で相互に異なる符号化率や変調方式を選択してデータ伝送を行うようにしたシステムを開

示している。このシステムでは、データを異なるアンテナにマッピングするためにスクランブラを用いている。

[0037] 日本国特許公開:特開平5－212498号公報([A5]:特許文献5)は、映像信号の送受信を行うシステムであって、送信装置内にインターリーバとスクランブラを配置し、受信装置内にデインタリーバとデスクランブラを配置したシステムを開示している。このシステムでは、変調の一種であるとみなされるNRZI(non－return－to－zero inversion)変換を行う前に、送信信号に対してインターリーブ処理とスクランブル処理を実行している。

[0038] 日本国特許公開:特開平11－215091号公報([A6]:特許文献6)は、OFDM信号伝送システムであって、送信装置において送信データ系列に対して変調前にスクランブル処理またはインターリーブ処理を施し、受信装置において復調後の信号に対してデスクランブル処理またはデインターリーブ処理を施すシステムを開示している。

[0039] 以下、本明細書中で引用する参考文献を列挙する。

特許文献1:[A1] WO2006／059767

特許文献2:[A2] 特開2000－286821号公報

特許文献3:[A3] 特開2002－111756号公報

特許文献4:[A4] 特開2005－318117号公報

特許文献5:[A5] 特開平5－219488号公報

特許文献6:[A6] 特開平11－215091号公報

非特許文献1:[B1] G. J. Foschini and M. J. Gans, "On limits of wireless communications in a fading environment when using multiple antennas," Wireless Personal Communications, Vol. 6, pp. 311－335, 1998.

非特許文献2:[B2] A. Goldsmith, S. A. Jafar, N. Jindal and S. Vishwanath, "Capacity limits of MIMO channels," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 21, No. 5, pp. 684－702, June 2003.

非特許文献3:[B3] Y. Ogawa, K. Nishio, T. Nishimura and T. Ohgane, "A MIMO−OFDM system for high−speed transmission," 2003 IEEE 58th Vehicular Technology Conference, Vol. 1, pp. 493−497, 2003.

非特許文献4:[B4] H. Yang, "A road to future broadband wireless access: MIMO−OFDM−based air interface," IEEE Communications Magazine, Vol. 43, No. 1, pp. 53−60, Jan. 2005.

非特許文献5:[B5] A. Belouchrani and M. G. Amin, "Blind source separation based on time−frequency signal representations," IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 46 , No. 11, pp. 2888−2897, Nov. 1998.

非特許文献6:[B6] T. L. Marzetta, "BLAST training: Estimating channel characteristics for high capacity space−time wireless," Proceedings of 37th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing, pp. 958−966, September 22−24, 1999.

非特許文献7:[B7] Y. Li and L. Yang, "Semi−blind MIMO channel identification based on error adjustment," Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks and Signal Processing, Vol. 2 , pp. 1429−1432, Dec. 14−17, 2003.

非特許文献8:[B8] Y. Li and K. J. R. Liu, "Adaptive blind source separation and equalization for Multiple−Input／Multiple−Output systems," IEEE Transactions on Information Theory, Vol. 44, No. 7, pp. 2864−2876, Nov. 1998.

非特許文献9:[B9] J. Okello and M. Ikekawa, "Tagging−filter based blind MIMO equalization without signal permutation," IEEE Globecom 2005, Vol. 4, pp. 2145−2149, Nov. −Dec. 2005.

非特許文献10:[B10] W. Zhuang and V. Huang, "Channel precodin

g using phase distortion for slowly fading channels," Proceedings of Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, pp. 234－237, Sept. 1994.

非特許文献11:[B11] N. Maeda, Y. Kishiyama, H. Atarashi and M. Sawahashi, "Variable spreading factor－OFCDM with two dim ensional spreading that prioritizes time domain spreading for forwa rd link broadband wireless access," IEICE Trans. Commun., Vol . E88－B, No. 2, pp. 487－498, Feb. 2005.

非特許文献12:[B12] D. N. Godard, "Self－recovering equalization and carrier tracking in two－dimensional data communication syste ms," IEEE Transactions on Communications, Vol. 28, No. 11, pp. 1867－1875, Nov. 1980.

非特許文献13:[B13] K. N. Oh and Y. O. Chin, "Modified const ant modulus algorithm: Blind equalization and carrier phase recove ry algorithm," Proc. IEEE ICC, Vol. 1, pp. 498－502, June 1 995.

非特許文献14:[B14] A. van der Veen, "Statistical performance an alysis of the algebraic constant modulus algorithm," IEEE Transac tions on Signal Processing, Vol. 50, No. 12, pp. 3083－3097, Dec. 2002.

非特許文献15:[B15] P. A. Regalia, "A finite－interval constant m odulus algorithm," Acoustics, Speech, and Signal Processing, 20 02. Proceedings. (ICASSP '02). IEEE International Conference on, Vol. 3 , pp. III－2285 － III－2288, 13－17, May 2002.

非特許文献16:[B16] J. G. Proakis, Digital Communications, McGr aw Hill, 4th Edition, pp. 840－852.

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0040] 本発明の目的は、トレーニング信号を用いることなく置換の問題を解決し、さらにタグ付けフィルタの次数増加が抑えられた通信システムを提供することにある。

[0041] 本発明の別の目的は、トレーニング信号を用いることなく置換の問題を解決し、さらにタグ付けフィルタの次数増加が抑えられた多重アクセス方法を提供することにある。

[0042] 本発明のさらに別の目的は、トレーニング信号を用いることなく置換の問題を解決し、さらにタグ付けフィルタの次数増加が抑えられた通信システムを構成するための送信装置及び受信装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0043] 本発明の第1の例示的様相によれば、送信チャネル上に信号を送信する送信装置と、信号を受信する受信装置と、を有する通信システムであって、送信装置は、変調信号をフィルタリングしてこの変調信号の振幅及び位相特性を変化させるフィルタと、フィルタリングされた信号に対して、インターリーブ処理及び／またはスクランブル処理を行う第1の処理手段と、を備え、受信装置は、受信信号に対してデインターリーブ処理及び／またはデスクランブル処理を行う第2の処理手段と、第2の処理手段から出力される信号をフィルタリングする逆フィルタと、を備える、通信システムが提供される。

[0044] 本発明の第2の例示的様相によれば、送信チャネル上に信号を送信する送信装置であって、変調信号をフィルタリングしてこの変調信号の振幅及び位相特性を変化させるフィルタと、フィルタリングされた信号に対して、インターリーブ処理及び／またはスクランブル処理を行う処理手段と、を備える送信装置が提供される。

[0045] 本発明の第3の例示的様相によれば、信号を受信する受信装置であって、受信信号に対してデインターリーブ処理及び／またはデスクランブル処理を行う処理手段と、処理手段から出力される信号をフィルタリングする逆フィルタと、を備える受信装置が提供される。

[0046] 本発明の第4の例示的様相によれば、信号を送信する送信装置と信号を受信する受信装置とを有するシステムにおける多重アクセス方法であって、各送信装置にユニークに、フィルタとインターリーバ及び／またはスクランブル符号との組み合わせから

なってプールまたは集合から取り出されたものであるタグを割り当て、ユニークタグを用い、各送信装置または信号源の信号を処理し、複数の受信アンテナまたは受信センサを有する受信装置において、各送信信号源または各送信アンテナからの信号を、同じタグを有する送信装置からの信号のみが復元されるように、逆フィルタと、デインタリーバ及び／またはデスクランブラとを用いて送信装置のユニークタグに基づいて復号する、多重アクセス方法が提供される。

[0047] 本発明の第5の例示的様相によれば、OFDM方式による通信システムであって、インターリーバを有する上述した送信装置を有し、インターリーバは、2次元データブロックをインターリーブするものであって、行がサブキャリアのインデックスに対応し、列がOFDMのシンボル番号に対応し、各行について行内のデータを並べ替えるインターリーブを行う、通信システムが提供される。

[0048] 本発明の第6の例示的様相によれば、OFDM方式による通信システムであって、インターリーバを有する上述した送信装置を有し、インターリーバは、2次元データブロックをインターリーブするものであって、行がサブキャリアのインデックスに対応し、列がOFDMのシンボル番号に対応し、まず各行について行内のデータを並べ替えるインターリーブを行い、引き続いて行の順番を入れ替えることでインターリーブを行う、通信システムが提供される。

図面の簡単な説明

[0049] [図1]図1は、タグ付け(tagging)フィルタに基づく多入力多出力(MIMO)システムの一般的なベースバンドモデルを示すブロック図である。

[図2]図2は、タグ付けフィルタに基づくOFDM－MIMO送信装置の一例を示すブロック図である。

[図3]図3は、タグ付けフィルタに基づくOFDM－MIMO受信装置の一例を示すブロック図である。

[図4]図4(a)及び図4(b)は、それぞれ、信号源の2の場合と8の場合における、タグ付けフィルタに基づく全域通過(allpass)フィルタでの極及びゼロ点の位置の例を示すグラフである。

[図5]図5は、実施例における、フィルタとインターリーバ(interleaver)及び／または

スクランブラとを備える、タグ付けフィルタに基づくOFDM－MIMO送信装置を示すブロック図である。

[図6]図6は、インターリーブされるデータブロックを説明する図である。

[図7]図7は、アンテナ番号1のアンテナの場合のサブキャリア内インターリーブを説明する図である。

[図8]図8は、各アンテナあるいは各多入力システムのタグに対するスクランブル符号を生成する簡単なやり方を説明する図である。

[図9]図9は、タグ付けされN個の送信アンテナを用いて送信されたN個の信号を分離する、M個の受信アンテナを有する受信装置を示すブロック図である。

[図10]図10(a)及び図10(b)は、変調されマッピングされた後の信号のコンステレーション図(constellation diagram)である。

[図11]図11(a)及び図11(b)は、変調信号をフィルタリングした後の信号のコンステレーション図である。

[図12]図12(a)及び図12(b)は、BPSK(binary phase shift keying)スクランブル符号でスクランブルした後の信号のコンステレーション図である。

[図13]図13(a)及び図13(b)は、2個の受信アンテナによって受信された信号のコンステレーション図である。

[図14]図14(a)及び図14(b)は、「○」と「×」を用いて示される2つの混合信号を含む、2個の受信アンテナによって受信された信号のコンステレーション図である。

[図15]図15(a)及び図15(b)は、デスクランブル後の受信信号のコンステレーション図である。

[図16]図16(a)及び図16(b)は、「○」と「×」を用いて示される2つの混合信号を含む、デスクランブル後の受信信号のコンステレーション図である。

[図17]図17(a)及び図17(b)は、逆フィルタリング後の受信信号のコンステレーション図である。

[図18]図18(a)及び図18(b)は、「○」と「×」を用いて示される2つの混合信号を含む、逆フィルタリング後の受信信号のコンステレーション図である。

[図19]図19は、別の実施例による、タグ付けを行いN個の送信アンテナを有する送

信装置を示すブロック図である。

[図20]図20は、複数の受信アンテナを有する基地局と、それぞれ単一の送信アンテナを有する複数の送信装置とを有するシステムを示す図である。

[図21]図21は、送信装置の別の例を示すブロック図である。

[図22]図22は、受信装置の別の例を示すブロック図である。

[図23]図23は、送信装置のさらに別の例を示すブロック図である。

[図24]図24は、受信装置のさらに別の例を示すブロック図である。

[図25]図25は、送信装置のさらにまた別の例を示すブロック図である。

[図26]図26は、受信装置のさらにまた別の例を示すブロック図である。

符号の説明

[0050] 101 ユニークフィルタ

102 送信アンテナ

103 受信アンテナ

104, 211 フィルタ

105, 118 信号処理部

111, 261 チャネル符号器

112, 113, 201, 202 S／P変換器

114, 204 IFFT部

115, 125, 126, 244, 245 P／S変換器

116 CP付加部

117 タグ付け処理部

121 アナログ処理部

122 デジタル処理部

123 逆タグ付けフィルタ

124, 243 MIMO信号処理部

127, 246 チャネル復調器

203 タグ付け部

212 インターリーバ

213 スクランブラ

231 擬似乱数バイナリ符号発生器

232 BPSK変調器

233 遅延素子

234 コピー部

241 前処理部

242 逆タグ付け部

251 スクランブル符号発生器

252 乗算器

253 デインターリーバ

254 逆フィルタ

262 行列合成器

263 送信処理部

301 送信装置

302 受信装置

発明を実施するための最良の形態

[0051] 本発明の一実施例において、通信システムとして構成されたMIMOシステムは、送信装置と、受信装置と、送信装置と受信装置との間のMIMOチャネルとから構成される。

[0052] 図5は、OFDM－MIMOシステムのための送信装置のモデルを示している。説明のため、ここでは、OFDMに基づくシステムを考えるものとするが、当然のことながら、チャネルが周波数選択性でない限り、同じ方法をOFDMに基づかないMIMOシステムにも適用することができる。

[0053] 図示された送信装置は、Nが2以上の整数であるとして、入力信号としてチャネル符号化された信号を受け入れ、N個の送信アンテナから送信するものである。送信装置は、チャネル符号化された信号をシリアル／パラレル変換してデータを各アンテナに対してマッピングするS／P変換器201と、S／P変換器201の出力ごとにデータをシリアル／パラレル変換しサブキャリアに対してマッピングするS／P変換器202と、

各S／P変換器202からのパラレルデータに対してタグ付けを行うタグ付け部203と、タグ付けされたパラレルデータの高速フーリエ逆変換を行うIFFT部204とを備えている。IFFT部204からの出力データが、図2に示した送信装置の場合と同様に、対応する送信アンテナに送られるようになっている。S／P変換器202とIFFT部204は、送信アンテナの個数に合わせて、N個ずつ設けられている。各S／P変換器202は、インターリーブ行列を備えていても、備えていなくてもよい。

[0054] タグ付け部203は、各S／P変換器202の各出力ごとに、フィルタ211とインターリーバ212とスクランブラ213がこの順に直列に接続した構成を有し、スクランブラ213の出力が対応するIFFT部204に供給されている。後述するように、インターリーバ212とスクランブラ213の配置は、ここで示すものとは逆になっていてもよく、また、インターリーバ212とスクランブラ213のいずれか一方が設けられていなくてもよい。

[0055] 図5において、送信されるべき信号すなわちチャネル符号化信号は、スクランブル、チャネル符号、インターリーブ及び変調によって符号化されていてもよく、したがって、送信されるべき信号のことを変調信号と呼ぶ。この変調信号は、まず、S／P変換器201において、任意のシリアル（直列）－パラレル（並列）データ変換技術を用いてシリアル（直列）データからN本のパラレルデータに変換される。ひとたび信号ストリームがN個のストリームに分割されると、すなわちアンテナマッピングが行われると、各ストリームは、それぞれ、対応するS／P変換器202によって、さらに、N_{SC}個のストリームに分割される。ここでN_{SC}は、OFDMにために用いられるサブキャリア（副搬送波）の数に対応する。なお、ゼロ（ヌル）サブキャリアをガードバンドとして使用できるので、関連技術における方法と同様に、IFFT（高速フーリエ逆変換）のサイズ（N_{IFFT}）にN_{SC}を対応させる必要はない。先に説明したように、IFFTサブキャリアのためにシリアル－パラレル変換には、拡散（スプレッディング）を含んでいてもよい任意の方法を用いることができる（[B11]：非特許文献11）。

[0056] 割り当てられたサブキャリアのそれぞれにデータがマッピングされた後、そのデータは、フィルタ211（タグフィルタTF_l）を用いてフィルタリングされる。ここで下付き添え字“l”は、送信アンテナのインデックスに対応し、したがってl＝1，2，…Nである。参考文献[B9]（非特許文献9）に示されている場合と比較して、フィルタTF_lがフィルタTF

から異なっている必要はない。非ユニークフィルタからユニークフィルタを区別するために、ユニークフィルタを$TF_1^{(u)}, \cdots, TF_{NTF}^{(u)}$と定義する。ここで$N_{TF}$はユニークフィルタの個数である。唯一性(uniqueness)のため、全てのi≠jであるi, jに対して、$TF_i^{(u)} \neq TF_j^{(u)}$であるように、各フィルタは他とは異なる位相特性及び／または振幅特性を有する。

[0057] 信号のフィルタリング後、信号は、次に、ユニークインターリーバΠ_lすなわちインターリーバ212において、以下のようにしてインターリーブ(交互配置;interleave)される。

[0058] (1－a)インターリーブ用のデータブロックを生成する。データブロックは、OFDMシンボルのシンボル番号に対応するインデックスと、送信のために使用されるであろうサブキャリアのインデックスに対応するもう1つのインデックスとを有する。説明のため、水平方向のインデックスである行インデックスはシンボル番号に対応し、垂直方向のインデックスである列インデックスは送信に用いられるサブキャリアに対応するものとする。この種のインデックス付けの一例が、図6に示されている。

[0059] (1－b)各サブキャリアに対し、インターリーブパターン$P_{c,l}$を用いてシンボルをインターリーブ(交互配置;interleave)する。ここでcはサブキャリアのインデックスであり、lはアンテナのインデックスである。インターリーブパターン$P_{c,l}$は、すべてのcと、i≠jであるすべてのi, jに対し、$P_{c,i} \neq P_{c,j}$であるように設定されている。図7は、アンテナ番号が1すなわちl＝1の場合の、サブキャリア内(イントラサブキャリア)インターリーブを示している。なお、単一のキャリア(搬送波)のみを使用するシステムでは、N_{SC}＝1であり、したがってc＝0である。

[0060] (1－c)サブキャリアの位置をcからc'に交換することができる。しかしながらこのインデックスの交換は、新しいインデックスが上記の(1－b)を満たすように行われなければならない。なお、このインデックスの交換は、いつも必要であるというものではない。

[0061] ユニークインターリーバΠ_lは、上記の(1－b)及び(1－c)で定義される複合インターリーバが送信信号源または送信アンテナの対応するサブキャリアごとに異なる置換をもたらすように設定されるインターリーバである。

[0062] インターリーブされたデータは、次に、スクランブラ213により、インターリーブされた

データのブロック上で記述されるランダムスクランブル符号によってスクランブルされる。前述のインターリーバの場合、このデータブロックは、シンボルのインデックスに対応する横軸と、送信のために割り当てられたサブキャリアのインデックスに対応する縦軸とを有する。アンテナまたは信号源のスクランブル符号は、各サブキャリアに対して、$C_{c,\ l}(k)$を用いて定義される。ここでcはサブキャリアのインデックスであり、kはOFDMシンボルのインデックスであり、lはアンテナのインデックスであって、全てのcとi≠jである全てのi, jに対して、$C_{c,\ i} \neq C_{c,\ j}$である。アンテナ#lに対するスクランブル符号は、

[0063] [数11]

$$\mathbf{C}_l(k) = \begin{bmatrix} C_{0,l}(k) \\ \vdots \\ C_{N_{SC}-1,l}(k) \end{bmatrix} \qquad (9)$$

のように表される。

[0064] この送信装置では、各送信アンテナあるいは各信号源ごとにユニークに設定されるタグは、タグ付け部203において、フィルタとインターリーバとスクランブル符号との組み合わせで定義されるので、ユニークタグとして適切なものであるために、これら3つの要素のうちの少なくとも1つがタグごとに異なっている必要がある。図8は、各アンテナごとに、あるいは多入力システムの各入力ごとに異なるスクランブル符号を発生することができる方法の1つを示している。

[0065] 図8において、単一の擬似乱数バイナリ符号発生器231を使用する。BPSK変調方式を用いた変調の後、多入力システムの入力のそれぞれに対する符号を生成するように、乱数符号を遅延させる。図示したものでは、擬似乱数バイナリ符号発生器231が発生した擬似乱数系列に対してBPSK変調を行うBPSK変調器232の出力に対して、M個の遅延素子(D)233が直列に接続している。遅延がゼロでない場合、結果として得られるスクランブル符号は、各アンテナあるいは各ソースごとに独自(ユニーク)なものである。この例において発生されるこの単純な符号は、条件$C_{0,\ 1} = C_{1,\ 1} = \cdots = C_{NSC-1,\ 1}$を満足する。生成した符号は、遅延素子233ごとに設けられるコピー部234によってN_{SC}個のサブキャリアにコピーされ、それぞれのサブキャリアにマッ

ピングされているインターリーブされたデータシンボルに乗算される。

[0066] 次に、受信装置について説明する。本実施例では、入力(アンテナ)番号1を介して送信された信号を受信装置で取り出すために、送信装置の入力(アンテナ)番号1に対応するタグを使用する。N個の送信アンテナを用いて送信されたN個の信号源を分離する、M個の受信アンテナを有する受信装置の一例が図9に示されている。N≧Mとする。

[0067] 図示される受信装置は、受信アンテナ103ごとに設けられた前処理部241と、それぞれがM個の前処理部241から信号を受け取るN個の逆タグ付け部242と、N個の逆タグ付け部242からの信号に対してMIMO信号処理を行うMIMO信号処理部243と、MIMO信号処理部243からのM組のパラレル出力のそれぞれごとに設けられて対応するパラレル出力をシリアル信号に変換するP/S変換器244と、各P/S変換器244の出力がパラレルに入力してこれらをシリアルデータに変換するP/S変換器245と、P/S変換器245の出力に設けられチャネル復号と復調とを行うチャネル復調器246と、を備えている。N個ある逆タグ付け部242は、N個の送信アンテナにそれぞれ対応するものである。前処理部241は、受信アンテナで受信した受信信号に対し、増幅、復調、アナログ/デジタル変換、OFDMフレーム同期、ダウンサンプリング、サイクリック・プレフィックスの除去、高速フーリエ変換(FFT)などの処理を行う。P/S変換器244は、デインターリーブ行列を備えても備えなくてもよい。P/S変換器245は、データのアンテナからのデマッピングを行う。

[0068] l番目の送信アンテナに対応する逆タグ付け部242は、送信装置においてl番目の送信アンテナに関連して行われたタグ付けの逆に相当する処理を実行するものであって、l番目の送信アンテナに対して用いたスクランブル符号と同じスクランブル符号$C_1(k)$を発生する符号発生器251と、各前処理部241からの信号に対してスクランブル符号$C_1(k)$を乗算することによりデスクランブルを行う乗算器252と、乗算器252でデスクランブルされた信号をデインターリーブするデインターリーバ253と、デインタリーブされた信号をフィルタリングする逆フィルタ254とを備えている。乗算器252はデスクランブラとして機能する。

[0069] この例では、アンテナ番号1を用いて送信された信号に注目すると、各受信アンテ

ナからの各信号は、スクランブル符号$C_1(k)$を用いて乗算器252においてデスクランブルされる。これに引き続いて、デインターリーバ253と逆フィルタ254とによる処理とが行われる。この場合、逆フィルタ254とデインターリーバ253は、それぞれ、アンテナ番号1に関連するタグについてのフィルタ211とインターリーバ212に対応する。すなわち、デインターリーバ253は、インタリーバ212が行う操作Π_1の逆操作Π_1^{-1}を行い、逆フィルタ254は、フィルタ211とは逆のフィルタ特性を有する。

[0070] フィルタリングの後、MIMO信号処理部243において、最初に送信された信号の性質に基づいて信号を分離するための適応アルゴリズムが、逆フィルタ254からの信号に適用される。一例として、元の信号がQPSK信号であった場合、アンテナ＃1から送信されてきた信号のみを検索するために、よく知られたコンスタントモジュラスアルゴリズム([B12]－[B15]:非特許文献12～15)にいずれかを用いることができる。その後は、図3に示した関連技術の受信装置と同様に、P／S変換器244，245とチャネル復調器246を経て、信号が出力される。

[0071] 以下、この通信システムでの動作について、さらに詳しく説明する。

[0072] 説明のため、2個の送信(Tx)アンテナがあるものとし、データのシリアル－パラレル変換によるアンテナ及びサブキャリアへのマッピングの後に、信号は、タグ付けの前の元の性質がそのコンスタントモジュラス性であるQPSK信号であるとする。コンスタントモジュラス(定包絡線)とは、ランダムであると考えてよいシンボルによらず、その絶対値が一定である信号のことである。図10は、送信装置において、各送信アンテナごとのサブキャリアのシリアル／パラレルデータマッピングが行われた後の、信号のコンステレーション図(constellation diagram)である。コンステレーション図は、信号点が、横軸を同相成分(I)とし縦軸を直交成分(Q)とする平面のどこに配置するかを示す図である。。

[0073] 上述したように、2個の送信アンテナのそれぞれのタグは、フィルタとインターリーバとスクランブル符号とからなる。したがってユニークタグは、スクランブル符号を変えるだけ生成できる。スクランブル符号は、この場合、BPSKによって変調された信号である。ここで、説明のために、2つのタグ$Tag_1=\{TF_1^{(u)}\ \Pi_1\ C_1\}$と$Tag_2=\{TF_2^{(u)}\ \Pi_2\ C_2\}$を用いるものとし、これらのタグ$Tag_1$と$Tag_2$は、それぞれアンテナ番号1とア

ンテナ番号2に対するもの、すなわち送信アンテナ＃1と送信アンテナ＃2に対するものである。この例において、$TF_1^{(u)}$は、

[0074] [数12]

$$TF_1^{(u)} = \frac{0.5 + z^{-1}}{1 + 0.5z^{-1}} \qquad (10)$$

によって定義される全域通過(allpass)フィルタである。

[0075] 図11は、送信装置において、それぞれのユニークタグを構成する同じフィルタを用いてフィルタリングされた後の2つQPSK信号のコンステレーション図を示している。図において信号点がばらついて分布していることにより、フィルタリングによってQPSK信号のコンスタントモジュラス性が失われることがわかる。

[0076] 本実施例においては、フィルタリング後、フィルタリングされたデータはインターリーブされる。インターリーブによって、QPSK信号の送信に使用されるサブキャリアとシンボルが単に変更されるだけであるから、コンステレーション図にはいかなる変化も生じないはずである。

[0077] 図12は、インターリーブされた2つの信号を、BPSKによって変調されたスクランブル符号C_1, C_2によってスクランブルした後のコンステレーション図を示している。なおこの例では、信号を拡散しない(スプレッドしない)ので、その結果、公知のCDMA逆拡散及び信号検索技術を用いる信号分離を行うことはできない。

[0078] 式(1)に従ってモデル化したときの受信信号のコンステレーション図が図13に示されている。この時点で、図13に示される信号は、図14において「○」と「×」によって表示されている2つの信号の和からなっている。なお、MIMOチャネルまたはMIMO媒体の特性により、送信アンテナ＃1(あるいは送信アンテナ＃2)からの信号は、両方の受信(Rx)アンテナで受信されるが、これらは加算的に混合される。図14は、BPSK符号C_1を用いてデスクランブルしたのちの各受信アンテナすなわち受信アンテナ＃1及び受信アンテナ＃2からの信号のコンステレーションを示している。

[0079] 図15は、デスクランブルを行った時点での受信信号のコンステレーションを示している。図13で述べたものと同様に、図15に示される信号は、図16において「○」と「×」によって表示されている信号の和となっている。

[0080] インターリーブを行い、送信装置で使用されたフィルタの逆フィルタを用いてフィルタリングを行った後に、図17で示されるようなコンステレーション図を有する信号が得られる。この信号は、図18において「○」と「×」によって示されている信号からなっている。図18から、「○」で示す送信アンテナ＃1からの信号のみがコンスタントモジュラス信号に戻されていることが分かる。一方、送信アンテナ＃2から送信された信号は、コンスタントモジュラス特性を有していない。

[0081] このことは、たとえ同じフィルタ、同じインターリーバを用いたとしても成り立つことである。したがって、アンテナの個数が与えられたとき、各アンテナにユニークなフィルタのみを使用する必要はない。フィルタは共有することができ、それによって、タグに用いられるフィルタの組を削減することができる。このことによって、少数のユニークフィルタを共有することができるので、多数のユニークフィルタを利用するためにインパルス応答が極めて長いフィルタを設計する必要がなくなる。さらに、式(10)から分かるように、この種の実装を有するフィルタを設計する際には、いかなる乗算器をも必要としない。スクランブル符号がBPSK変調信号であるので、スクランブル及びデスクランブルもいかなる乗算も含まない。

[0082] 以上説明した通信システムは、送信チャネル上に信号を送信する送信装置と、信号を受信する受信装置と、を有する通信システムであって、送信装置に、変調信号をフィルタリングして変調信号の振幅及び位相特性を変化させるフィルタと、フィルタリングされた信号の出力をインターリーブするインターリーバと、インターリーブされた信号をスクランブルするスクランブラと、を備え、受信装置に、受信信号をデスクランブルするデスクランブラと、デスクランブルされた信号をデインターリーブするデインターリーバと、デインターリーブされた信号をフィルタリングする逆フィルタと、を備えるものである。ここでインターリーバ及びスクランブラは、フィルタリングされた信号に対してインターリーブ処理及び／またはスクランブル処理を行う処理手段として機能するものの一例である。また、デスクランブラ及びデインターリーバは、受信信号に対してデインターリーブ処理及び／またはデスクランブル処理を行う処理手段として機能するものの一例である。

[0083] 次に、別の実施例の通信システムについて説明する、

[0084] 図19は、通信システムにおける送信装置の別の例を示している。図示される送信装置は基地局送信装置であって、N個の送信アンテナを備えている。一方、受信装置は、M個の受信アンテナを備えている。ここでN≧Mである。この送信装置は、図5に示したものと同様のものであるが、S／P変換器201，202の代わりに、入力バイナリ信号のチャネル符号化と上述のS／P変換器201，202によるシリアル／パラレル変換に相当する処理とを実行するチャネル符号器261が設けられ、また、タグ付け部203とN個のIFFT部204との間に行列合成器262が設けられている点で相違する。また、各IFFT部204の出力には、サイクリック・プレフィックスの付加、アップサンプリング、帯域通過フィルタによるフィルタリングなどを行う送信処理部263が設けられている。

[0085] 送信装置では、送信されるべき信号は、変調される前に、チャネル符号器261において、チャネル符号化される。チャネル符号は、任意の種類のフォワード誤り訂正技術と、反復または拡散による符号化、及び必要であればインターリーバを備える。変調の場合、送信されるべき信号は、Xを整数として、QPSK、X－QAM（quadrature amplitude modulation）、X－QPSKのようなコンスタントモジュラス信号である。Xが4より大きな整数の場合、信号は、高次レベル変調信号であると考える。Xの典型的な例は、16－QAMの場合の16である。この変調後、信号は、前述と同様に、N個のアンテナとサブキャリアとにマッピングされる。なお、変調とマッピングとを組み合わせることもできるし、あるいは、マッピングの後に変調を行うこともできる。

[0086] 次に、アンテナに割り当てられた各信号ストリームが、タグ付け部203においてフィルタリングによって処理され、その後、インターリーブ及び／またはスクランブル処理される。信号をフィルタリングし、次に、インターリーブする前にスクランブル符号を用いてその信号をスクランブルすることもできる。IFFT（高速フーリエ逆変換）操作の前に、行列合成部262によって、入力信号を行列と乗算することによって、信号を一方向または別の方向に合成することもできる。図19に示された例では、行列合成部262において、1つのアンテナの所与のサブキャリアからの信号が、他の残るアンテナからの所与のサブキャリアからの信号と合成される、一般に、合成は、チャネル特性に関連した行列G_cを用いることを含む。一例として、タグ付けの後に、アンテナ1のサブ

キャリアc_1に割り当てられた信号が、アンテナjのサブキャリアc_jに割り当てられた信号と合成される。ここで$c_1 \in 0, \cdots, N_{SC}-1$であり、$c_j \in 0, \cdots, N_{SC}-1$かつ$c_1 = c_j$である。$N_{SC}$はサブキャリアの数に対応し、jは2, 3, …, N, N－1の値を取る。数学的に、この種の合成は、

[0087] [数13]

$$\mathbf{X}_{c,G}^{(TAG)} = \mathbf{G}_c \mathbf{X}_c^{(TAG)} \qquad (11)$$

で表される。ここでG_cは合成行列であり、$X_c^{(TAG)} = [X_c^{(TAG1)} \cdots X_c^{(TAGN)}]$は、タグ付け後のサブキャリアに割り当てられた信号ベクトルである。上付き添え字“TAGi”は、アンテナ番号iがTAG_iでタグ付けされたことを示している。図19は、これらの信号の位置を示している。ここで、G_cが単位行列であれば、システムは、混合（ミキシング）行列が存在しない、すなわち

[0088] [数14]

$$\mathbf{X}_{c,G}^{(TAG)} = \mathbf{X}_c^{(TAG)} \qquad (12)$$

で表される状況と等価になる。

[0089] 次に、送信装置におけるタグの割り当てについて説明する。

[0090] 説明のため、それぞれの伝達関数が以下の式で表される全域通過フィルタを利用するものとする。

[0091] [数15]

$$TF_1^{(u)} = \frac{0.5 + z^{-1}}{1 + 0.5z^{-1}} \qquad (13)$$

$$TF_2^{(u)} = \frac{-0.5 + z^{-1}}{1 - 0.5z^{-1}} \qquad (14)$$

それぞれの逆フィルタの伝達関数は、$1/TF_1^{(u)}$と$1/TF_2^{(u)}$を展開することで近似する。

[0092] 次に、受信装置について説明する。受信装置としては、図9に示したものと同様のものを使用できる。その場合、サイクリック・プレフィックスを取り除きN_{IFFT}点のFFT（高速フーリエ変換）を適用する前に、M個の受信アンテナのそれぞれで受信された信

号が増幅され、ダウンコンバート、すなわちより低い周波数に周波数変換される。アンテナ番号iの送信アンテナすなわち送信アンテナ＃iから送信されてきた信号は、以下のように抽出される：

a)送信アンテナ＃1で使用されたスクランブル符号を用いて、信号をデスクランブルする；

b)送信アンテナ＃1で使用されたインターリーバに対応するデインターリーバを用いて、信号をデインターリーブする；

c)送信アンテナ＃1に関連するフィルタの逆フィルタを用いて、信号をフィルタリングする。

[0093] 次に、この実施例のシステムの動作を説明する。

[0094] 説明のために、アンテナ及びサブキャリアへのシリアル－パラレルマッピングの後の信号がQPSKであるとする。上述したように、2つの送信アンテナのそれぞれのタグは、フィルタとインターリーバとスクランブル符号とからなる。フィルタリング後、QPSK信号のコンスタントモジュラス性が損なわれる。次に、フィルタリングされたデータは、インターリーブされ、スクランブル符号を用いてスクランブルされる。選択されたタグに応じて、スクランブル符号は同じであっても同じでなくてもよい。

[0095] 受信装置では、サイクリックプレフィックスを取り除いた後に、受信信号に対してFFT演算が行われる。次に、信号はデスクランブルされ、逆フィルタを用いてフィルタリングされる。

[0096] 最後に、非コンスタントモジュラス信号からコンスタントモジュラス信号を分離するために、信号処理アルゴリズムが適用される。以上説明したように、分離された信号には、関連技術で問題となった置換が発生しない。QPSK信号に適用できる典型的なアルゴリズムは、コンスタントモジュラスアルゴリズムである。

[0097] 次に、さらに別の実施例について説明する。上述の実施例では1つの送信装置が複数の送信アンテナを備えていたが、ここで、それぞれ1個ずつの送信アンテナを有する複数の送信装置が設けられる場合を説明する。これは、単一の送信アンテナを有する複数の送信端末がサービスエリア内を移動する移動通信ネットワークなどを念頭に置いたものである。ここで各送信装置は、同じ周波数帯域を用いてデータを送

信するものとする。典型的には基地局である受信装置は、複数の受信アンテナを備えている。図20は、このような通信システムを示す図であり、ここでは、説明のため、同じ周波数帯域を用いて送信する2つの送信装置301が示されている。これらの2台の送信装置301は、それぞれユーザ＃1とユーザ＃2に対応する。

[0098] 各送信装置301において、バイナリデータはチャネル符号化され、インターリーブされ、変調される。変調後にQPSK信号が得られるものと仮定する。次に、変調後のデータが、割り当てられたサブキャリアにマッピングされる。各送信装置301は、それぞれ単一の送信アンテナを使用するので、アンテナマッピングのためにシリアル－パラレル変換を行う必要はない。さらに、各送信装置301には、フィルタと、インターリーバ及び／またはスクランブラとからなる異なるタグが割り当てられる。ユニークタグすなわちタグにおける差異の定義については、前述した。ユーザ31の場合に対する例が図20に示されている。サブキャリアマッピングの後、先に述べたように、信号は、フィルタリングされ、インターリーブ及び／またはスクランブルされる。

[0099] 受信装置302すなわち基地局においては、サイクリックプレフィックスを取り除いた後に、受信信号に対してFFT演算が行われる。次に、信号はデスクランブルされ、逆フィルタを用いてフィルタリングされる。最後に、いかなる置換もなしに所望の信号を検索するように、非コンスタントモジュラス信号からコンスタントモジュラス信号を分離するために、信号処理アルゴリズムが適用される。QPSK信号に適用できる典型的なアルゴリズムは、コンスタントモジュラスアルゴリズムである。

[0100] 図20に示すモデルの動作原理は、基本的には図19に示したものと同じである。図20に示したシステムにおいても、図19のモデルにおいて説明したのと同様に、それぞれのユーザからの信号を全て分離することができる。これを実現するために、各ユーザには、フィルタと、インターリーバ及び／またはスクランブラからなるユニークタグを割り当てなければならない。

[0101] 次に、さらに別の実施例を説明する。上述したように図5に示した送信装置において、タグ付け部203でのインターリーバ212とスクランブラ213との配置を逆にすることができる。図21はそのような送信装置を示している。また、図22は、図21に示した送信装置と組み合わせて使用される受信装置を示している。図22に示す受信装置は、

図9に示す受信装置の逆タグ付け部242において、デスクランブラである乗算器252とデインターリーバ253との配置を逆にしたものである。図21に示す送信装置と、図22に示す受信装置と、これら送信装置と受信装置との間のMIMOチャネルとから通信システムが構成されることとなる。この通信システムは、送信チャネル上に信号を送信する送信装置と、信号を受信する受信装置と、を有する通信システムであって、送信装置に、変調信号をフィルタリングして変調信号の振幅及び位相特性を変化させるフィルタと、フィルタリングされた信号の出力をスクランブルするスクランブラと、スクランブルされた信号をインターリーブするインターリーバと、を備え、受信装置に、受信信号をデインターリーブするデインターリーバと、デインターリーブされた後の信号をデスクランブルするデスクランブラと、デスクランブルされた信号をフィルタリングする逆フィルタと、を備えるものである。ここでスクランブラ及びインターリーバは、フィルタリングされた信号に対してインターリーブ処理及び／またはスクランブル処理を行う処理手段として機能するものの一例である。また、デインターリーバ及びデスクランブラは、受信信号に対してデインターリーブ処理及び／またはデスクランブル処理を行う処理手段として機能するものの一例である。

[0102] また、図5に示した送信装置において、タグ付け部203からインターリーバ212を取り除くこともできる。図23はそのような送信装置を示している。また、図24は、図22に示した送信装置と組み合わせて使用される受信装置を示している。図24に示す受信装置は、図9に示す受信装置において、逆タグ付け部242からデインターリーバ253を取り除いたものである。図23に示す送信装置と、図24に示す受信装置と、これら送信装置と受信装置との間のMIMOチャネルとから通信システムが構成されることとなる。この通信システムは、送信チャネル上に信号を送信する送信装置と、信号を受信する受信装置と、を有する通信システムであって、送信装置に、変調信号をフィルタリングして変調信号の振幅及び位相特性を変化させるフィルタと、フィルタリングされた信号の出力をスクランブルするスクランブラと、を備え、受信装置に、受信信号をデスクランブルするデスクランブラと、デスクランブルされた信号をフィルタリングする逆フィルタと、を備えるものである。ここでスクランブラは、フィルタリングされた信号に対してインターリーブ処理及び／またはスクランブル処理を行う処理手段として機能するも

のの一例である。また、デスクランブラは、受信信号に対してデインターリーブ処理及び／またはデスクランブル処理を行う処理手段として機能するものの一例である。

[0103] さらにまた、図5に示した送信装置において、タグ付け部203からスクランブラ213を取り除くこともできる。図25はそのような送信装置を示している。また、図26は、図25に示した送信装置と組み合わせて使用される受信装置を示している。図26に示す受信装置は、図9に示す受信装置において、逆タグ付け部242から、乗算器252からなるデスクランブラと、スクランブル符号発生器251を取り除いたものである。図25に示す送信装置と、図26に示す受信装置と、これら送信装置と受信装置との間のMIMOチャネルとから通信システムが構成されることとなる。この通信システムは、送信チャネル上に信号を送信する送信装置と、信号を受信する受信装置と、を有する通信システムであって、送信装置に、変調信号をフィルタリングして変調信号の振幅及び位相特性を変化させるフィルタと、フィルタリングされた信号をインターリーブするインターリーバと、を備え、受信装置に、受信信号をデインターリーブするデインターリーバと、デインターリーブされた信号をフィルタリングする逆フィルタと、を備えるものである。ここでインターリーバは、フィルタリングされた信号に対してインターリーブ処理及び／またはスクランブル処理を行う処理手段として機能するものの一例である。また、デインターリーバは、受信信号に対してデインターリーブ処理及び／またはデスクランブル処理を行う処理手段として機能するものの一例である。

[0104] 上述した各実施例において、フィルタは、例えば、各ユーザまたは各信号源が同じ周波数特性を有するように、複数のユーザまたは信号源に割り当てられてもよいし、あるいは、信号源のフィルタリング後の信号の周波数スペクトルが重畳するように、複数のユーザまたは信号源に割り当てられてもよい。送信装置内のフィルタは、例えば、非線形フィルタまたは線形フィルタであり、線形フィルタとしては、例えば、全域通過フィルタが用いることができる。

[0105] 上述の各実施例を適用することにより、タグの一部としてフィルタを用いるシステムのレーテンシーを削減することも可能である。上述した通信システムを採用することによって、トランシーバーの構成を簡素化し、この結果として、トランシーバーの全体としてのコストを削減することが可能になる。

[0106] 以上説明した本発明は、例えば、複数の送信アンテナと非周波数選択性のチャネルとを有するシステム([B16]:非特許文献16)に適用可能である。このようなシステムは、複数のアンテナとOFDM方式とによって実装される。本発明は、他のブラインド信号分離の方法と同様に、トレーニング信号の送信を行うことなく信号分離を実行できる技術を提案するものである。

[0107] また本発明は、例えば、いくつかの送信装置が同じ帯域幅を共有し、受信装置が複数の受信アンテナを用いて信号を分離するシステムにも適用できる。

[0108] 本発明によれば、例えば、送信アンテナあるいは送信信号源ごとに割り当てられるユニークタグとして、フィルタと、インターリーバ及び/またはスクランブル符号とを組み合わせたものを使用することにより、タグ付けフィルタの次数の増大を防ぎ、また全域通過(allpass)フィルタを用いることによる遅延の増大を抑えることができる。

[0109] 本発明に基づく技術は、例えば周波数チャネル、時間チャネルまたは拡散符号チャネル(CDMA)である同一のチャネルを何人かのユーザが共用する移動無線通信の分野に適用することが可能である。これは、他のネットワークからの干渉がトレーニング信号を用いずに最小にされ、または除去され得る無線ネットワークに、特に、当てはまる。

[0110] 本発明が適用できる他の分野は、例えば、複数のセンサまたはヘッドを用いた磁気記録媒体または光記録媒体への記録である。そのような用途では、すべての並列トラックのデータを、配列の置き換えなしに、ブラインド取得することが可能になる。

[0111] また、本発明を例えば単入力単出力(SISO)システムに適用することも可能である。そのようなシステムは、例えば、単純なQPSKに基づく送信装置と、ブラインド適応等化器を備える受信装置とからなる。この種の用途では、2ポート送信装置および2ポート受信装置を生じる、実数部および虚数部チャネルがチャネルとして考えることができる。本発明で提示する概念を適用すると、常に、実数成分信号は実数部チャネル上で取り出され、虚数成分信号は、常に、虚数部チャネル上で受信されることになる。

請求の範囲

[1] 送信チャネル上に信号を送信する送信装置と、前記信号を受信する受信装置と、を有する通信システムであって、

前記送信装置は、変調信号をフィルタリングして該変調信号の振幅及び位相特性を変化させるフィルタと、前記フィルタリングされた信号に対して、インターリーブ処理及び／またはスクランブル処理を行う第1の処理手段と、を備え、

前記受信装置は、受信信号に対してデインターリーブ処理及び／またはデスクランブル処理を行う第2の処理手段と、前記第2の処理手段から出力される信号をフィルタリングする逆フィルタと、を備える、

通信システム。

[2] 前記第1の処理手段は、前記フィルタリングされた信号の出力をインターリーブするインターリーバと、前記インターリーブされた信号をスクランブルするスクランブラと、を備え、

前記第2の処理手段は、前記受信信号をデスクランブルするデスクランブラと、前記デスクランブルされた信号をデインターリーブするデインターリーバと、を備え、

前記逆フィルタは、前記デインターリーブされた信号をフィルタリングする、請求項1に記載の通信システム。

[3] 前記第1の処理手段は、前記フィルタリングされた信号の出力をスクランブルするスクランブラと、前記スクランブルされた信号をインターリーブするインターリーバと、を備え、

前記第2の処理手段は、前記受信信号をデインターリーブするデインターリーバと、前記デインターリーブされた後の信号をデスクランブルするデスクランブラと、を備え、

前記逆フィルタは、前記デスクランブルされた信号をフィルタリングする、請求項1に記載の通信システム。

[4] 前記第1の処理手段は、前記フィルタリングされた信号の出力をスクランブルするスクランブラを備え、

前記第2の処理手段は、前記受信信号をデスクランブルするデスクランブラを備え、

前記逆フィルタは、前記デスクランブルされた信号をフィルタリングする、請求項1に記載の通信システム。

[5] 前記第1の処理手段は、前記フィルタリングされた信号をインターリーブするインターリーバを備え、

前記第2の処理手段は、前記受信信号をデインターリーブするデインターリーバを備え、

前記逆フィルタは、前記デインターリーブされた信号をフィルタリングする、請求項1に記載の通信システム。

[6] 前記フィルタは、複数のユーザまたは信号源に割り当てられ、各ユーザまたは各信号源に割り当てられたフィルタが同じ周波数特性を有する、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の通信システム。

[7] 前記フィルタは、複数のユーザまたは信号源に割り当てられ、各ユーザまたは各信号源に割り当てられたすべてのフィルタの周波数スペクトルが重畳する、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の通信システム。

[8] 前記送信装置内のフィルタは、非線形フィルタである、請求項1乃至7のいずれか1項に記載の通信システム。

[9] 前記送信装置内のフィルタは、線形フィルタである、請求項1乃至7のいずれか1項に記載の通信システム。

[10] 前記線形フィルタは全域通過フィルタである、請求項9に記載の通信システム。

[11] 送信チャネル上に信号を送信する送信装置であって、

変調信号をフィルタリングして該変調信号の振幅及び位相特性を変化させるフィルタと、

前記フィルタリングされた信号に対して、インターリーブ処理及び／またはスクランブル処理を行う処理手段と、

を備える送信装置。

[12] 前記処理手段は、前記フィルタリングされた信号の出力をインターリーブするインターリーバと、前記インターリーブされた信号をスクランブルするスクランブラと、を備える、請求項11に記載の送信装置。

[13] 前記処理手段は、前記フィルタリングされた信号の出力をスクランブルするスクランブラと、前記スクランブルされた信号をインターリーブするインターリーバと、を備える、請求項11に記載の送信装置。

[14] 前記処理手段は、前記フィルタリングされた信号の出力をスクランブルするスクランブラを備える、請求項11に記載の送信装置。

[15] 前記処理手段は、前記フィルタリングされた信号をインターリーブするインターリーバを備える、請求項11に記載の送信装置。

[16] 前記フィルタは、複数のユーザまたは信号源に割り当てられ、各ユーザまたは各信号源に割り当てられたフィルタが同じ周波数特性を有する、請求項11乃至15のいずれか1項に記載の送信装置。

[17] 前記フィルタは、複数のユーザまたは信号源に割り当てられ、各ユーザまたは各信号源に割り当てられたすべてのフィルタの周波数スペクトルが重畳する、請求項11乃至15のいずれか1項に記載の送信装置。

[18] 前記フィルタは、非線形フィルタである、請求項11乃至17のいずれか1項に記載の送信装置。

[19] 前記フィルタは、線形フィルタである、請求項11乃至17のいずれか1項に記載の送信装置。

[20] 前記線形フィルタは全域通過フィルタである、請求項19に記載の送信装置。

[21] 信号を受信する受信装置であって、

受信信号に対してデインターリーブ処理及び／またはデスクランブル処理を行う処理手段と、

前記処理手段から出力される信号をフィルタリングする逆フィルタと、

を備える受信装置。

[22] 前記処理手段は、前記受信信号をデスクランブルするデスクランブラと、前記デスクランブルされた信号をデインターリーブするデインターリーバと、を備え、

前記逆フィルタは、前記デインターリーブされた信号をフィルタリングする、請求項21に記載の受信装置。

[23] 前記処理手段は、前記受信信号をデインターリーブするデインターリーバと、前記

デインターリーブされた後の信号をデスクランブルするデスクランブラと、を備え、

前記逆フィルタは、前記デスクランブルされた信号をフィルタリングする、請求項21に記載の受信装置。

[24] 前記処理手段は、前記受信信号をデスクランブルするデスクランブラを備え、

前記逆フィルタは、前記デスクランブルされた信号をフィルタリングする、請求項21に記載の受信装置。

[25] 前記処理手段は、前記受信信号をデインターリーブするデインターリーバを備え、

前記逆フィルタは、前記デインターリーブされた信号をフィルタリングする、請求項21に記載の受信装置。

[26] 信号を送信する送信装置と前記信号を受信する受信装置とを有するシステムにおける多重アクセス方法であって、

各送信装置にユニークに、フィルタとインターリーバ及び／またはスクランブル符号との組み合わせからなってプールまたは集合から取り出されたものであるタグを割り当て、

前記ユニークタグを用い、各送信装置または信号源の信号を処理し、

複数の受信アンテナまたは受信センサを有する受信装置において、各送信信号源または各送信アンテナからの信号を、同じタグを有する送信装置からの信号のみが復元されるように、逆フィルタと、デインタリーバ及び／またはデスクランブラとを用いて送信装置のユニークタグに基づいて復号する、

多重アクセス方法。

[27] OFDM方式による通信システムであって、

請求項12、13及び15のいずれか1項に記載の送信装置を有し、

前記インターリーバは、2次元データブロックをインターリーブするものであって、行がサブキャリアのインデックスに対応し、列がOFDMのシンボル番号に対応し、各行について行内のデータを並べ替えるインターリーブを行う、通信システム。

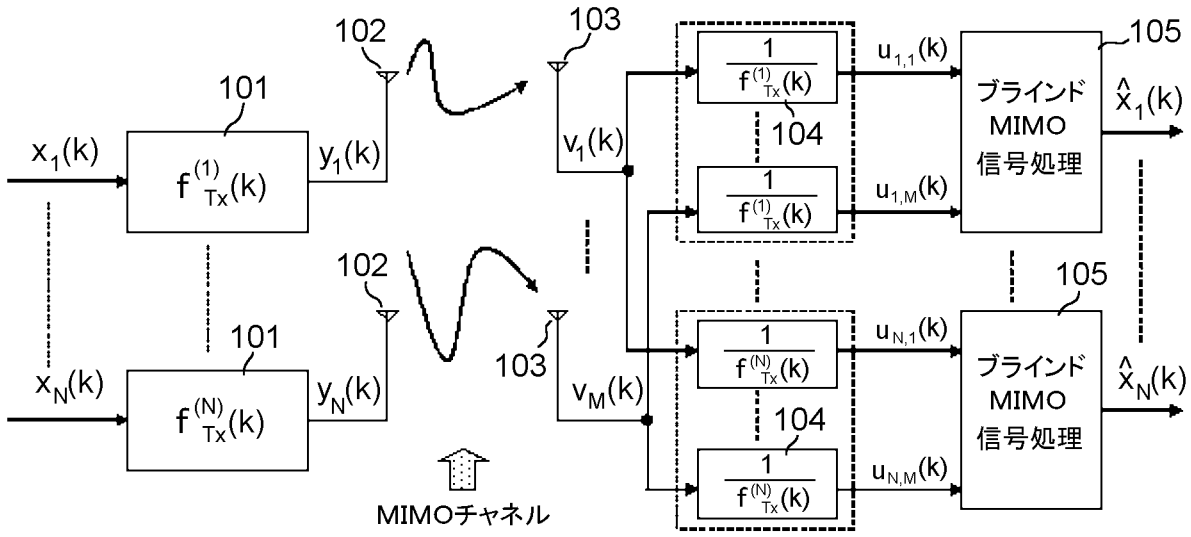
[28] OFDM方式による通信システムであって、

請求項12、13及び15のいずれか1項に記載の送信装置を有し、

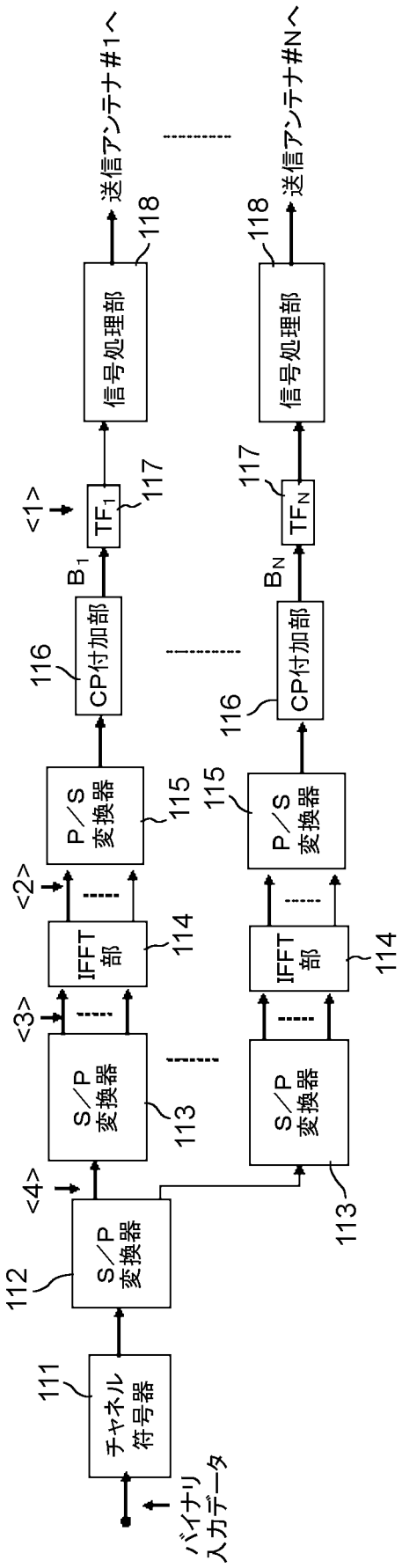
前記インターリーバは、2次元データブロックをインターリーブするものであって、行

がサブキャリアのインデックスに対応し、列がOFDMのシンボル番号に対応し、まず各行について行内のデータを並べ替えるインターリーブを行い、引き続いて行の順番を入れ替えることでインターリーブを行う、通信システム。

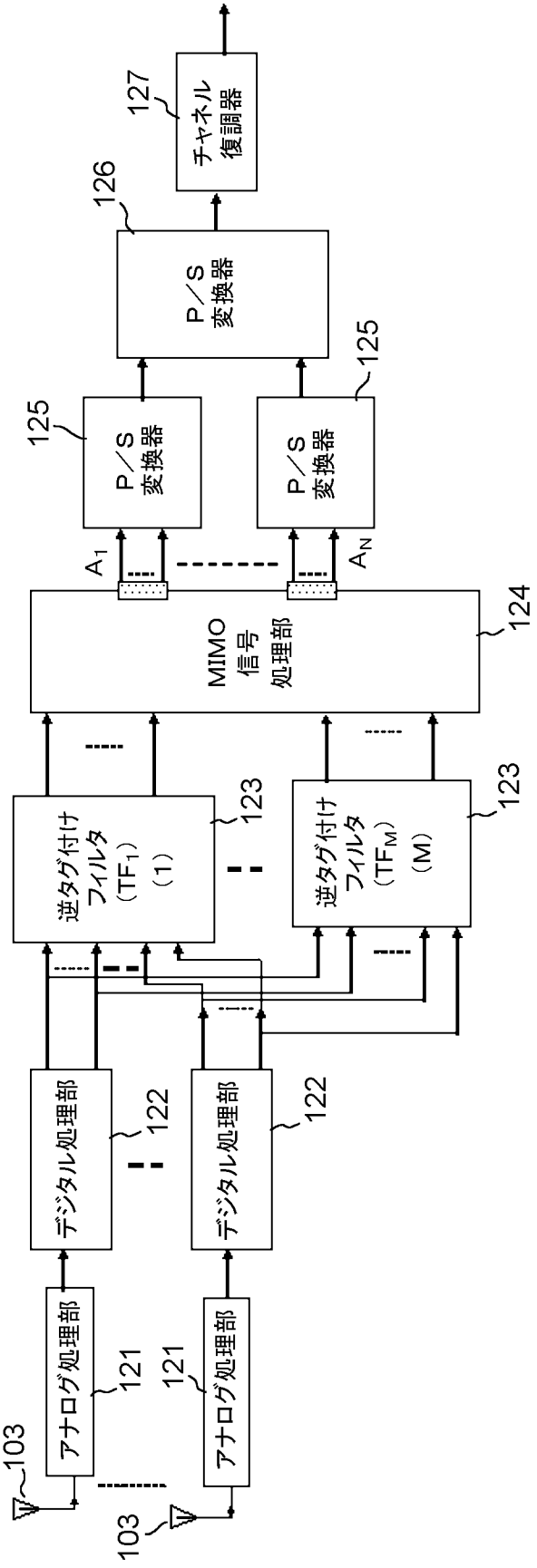
[図1]


102
103
105
101
$x_1(k)$
$f^{(1)}_{Tx}(k)$
$y_1(k)$
$v_1(k)$
$\frac{1}{f^{(1)}_{Tx}(k)}$
104
$u_{1,1}(k)$
$u_{1,M}(k)$
ブラインド MIMO 信号処理
$\hat{x}_1(k)$
$x_N(k)$
$f^{(N)}_{Tx}(k)$
$y_N(k)$
$v_M(k)$
$\frac{1}{f^{(N)}_{Tx}(k)}$
$u_{N,1}(k)$
$u_{N,M}(k)$
$\hat{x}_N(k)$
MIMOチャネル

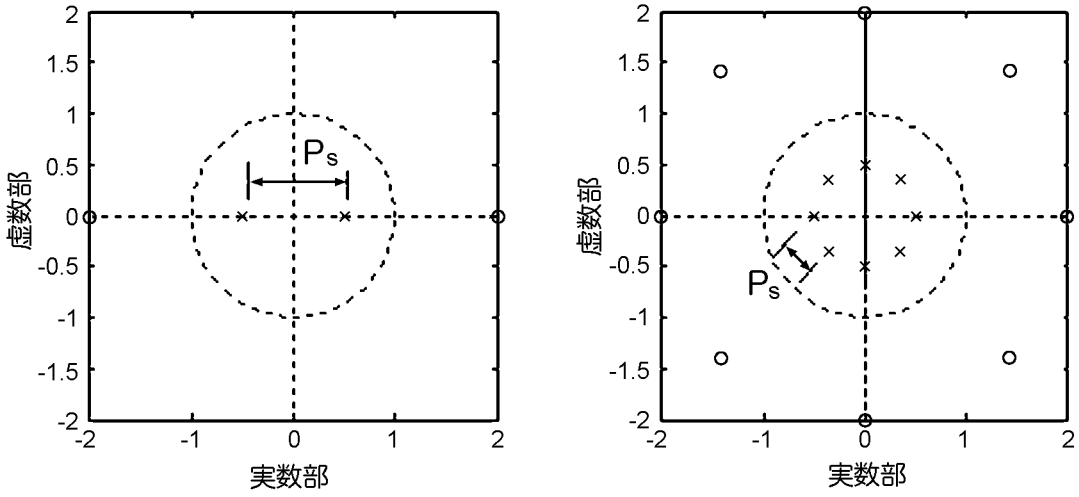
[図2]


バイナリ入力データ
チャネル符号器
111
S／P変換器
112
S／P変換器
113
IFFT部
114
P／S変換器
115
CP付加部
116
TF1
117
信号処理部
118
送信アンテナ#1へ
TFN
送信アンテナ#Nへ
<1>
<2>
<3>
<4>
B1
BN

[図3]

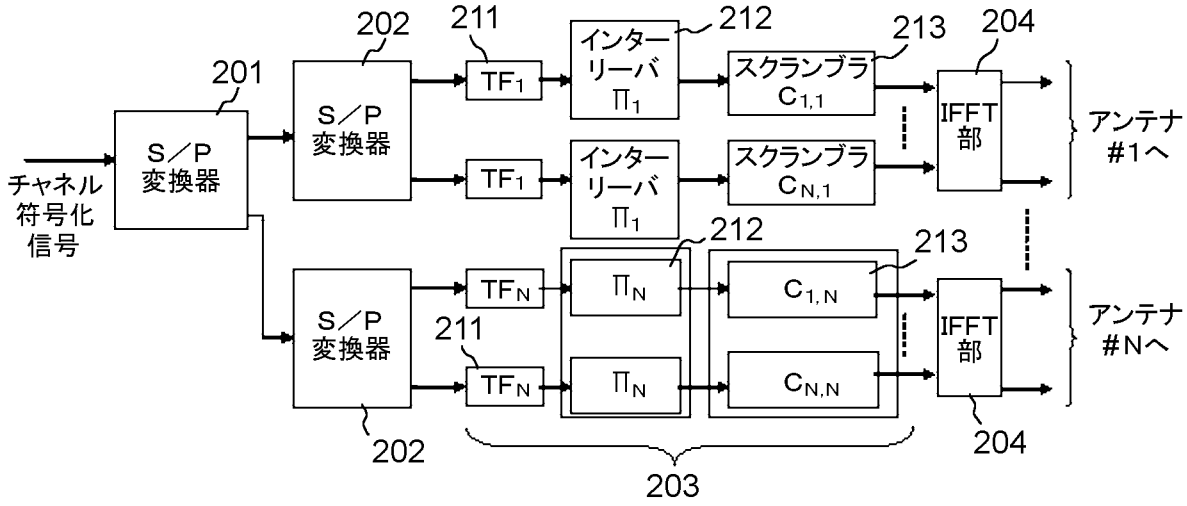

103
103
アナログ処理部
121
アナログ処理部
121
デジタル処理部
122
デジタル処理部
122
逆タグ付け
フィルタ
(TF1)
(1)
123
逆タグ付け
フィルタ
(TFM)
(M)
123
MIMO
信号
処理部
124
A1
AN
P／S
変換器
125
P／S
変換器
125
P／S
変換器
126
チャネル
復調器
127

[図4]

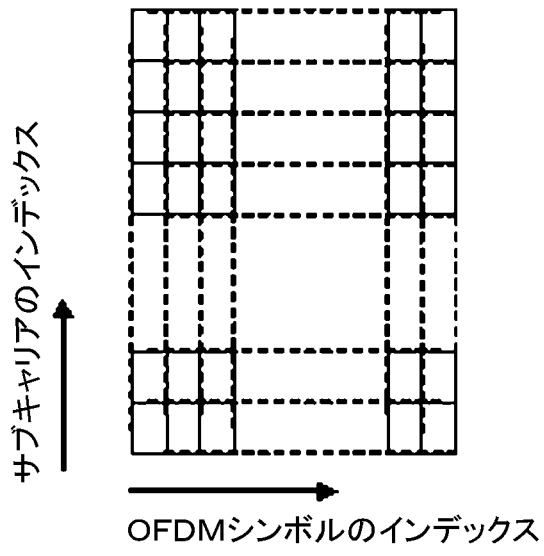


（a）2信号源　（b）8信号源

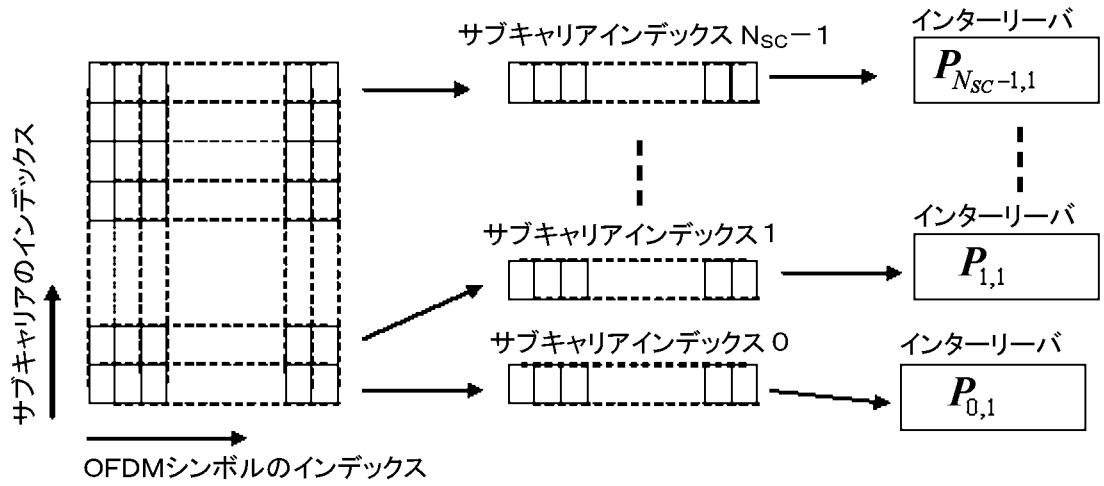
[図5]



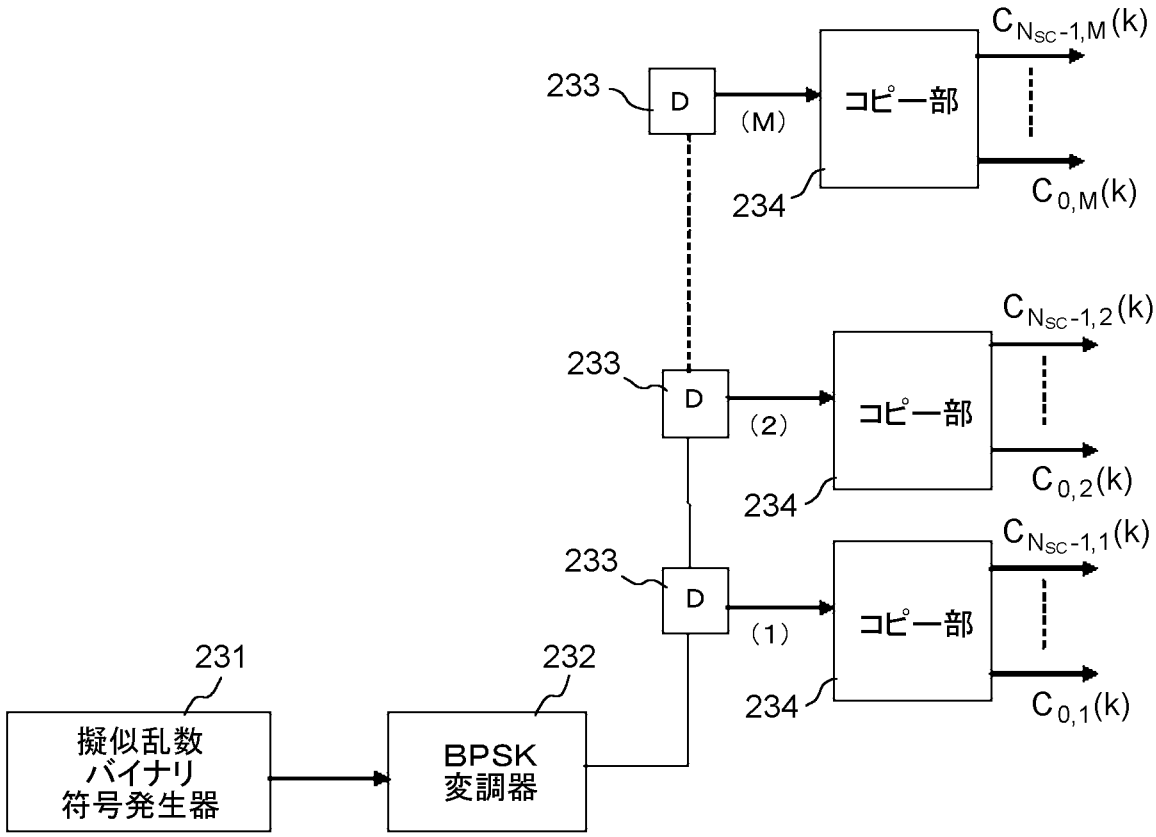
[図6]



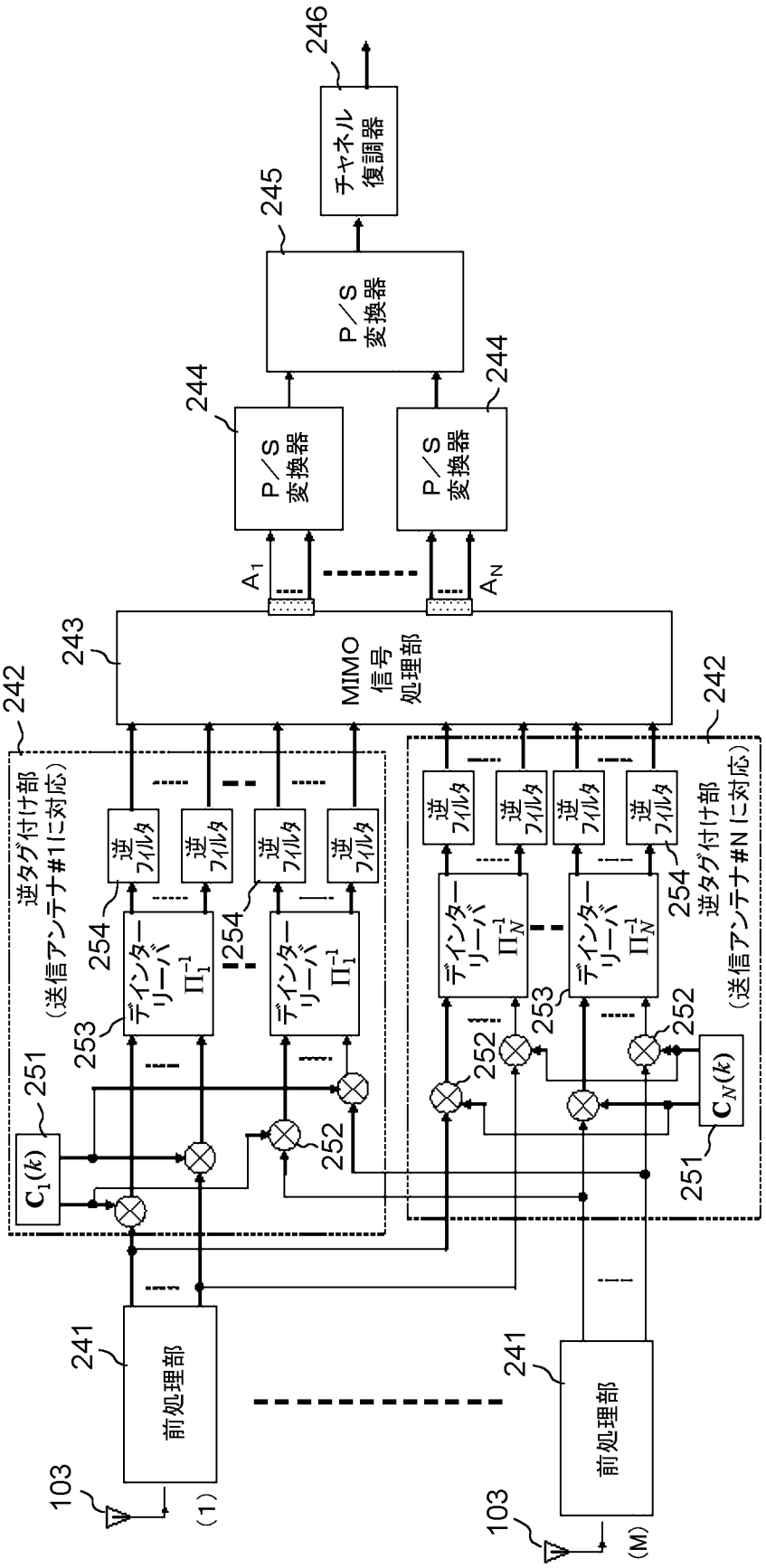
[図7]


サブキャリアインデックス $N_{SC}-1$
インターリーバ
$P_{N_{SC}-1,1}$
サブキャリアインデックス 1
インターリーバ
$P_{1,1}$
サブキャリアインデックス 0
インターリーバ
$P_{0,1}$
サブキャリアのインデックス
OFDMシンボルのインデックス

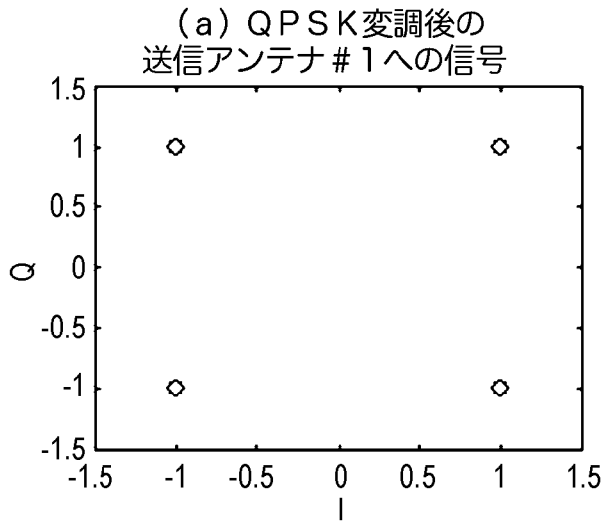
[図8]

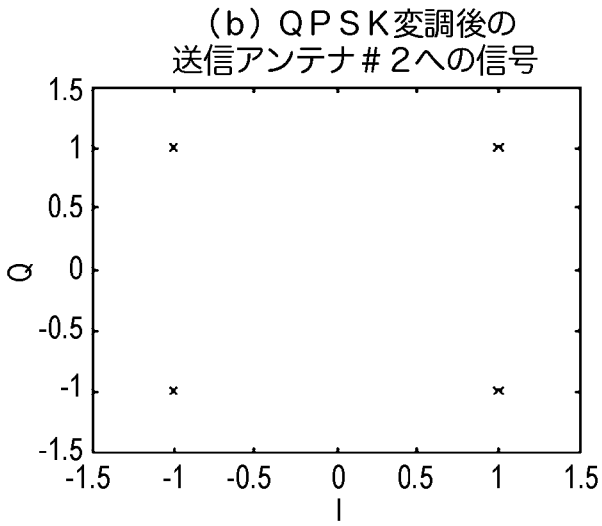

231
擬似乱数
バイナリ
符号発生器
232
BPSK
変調器
233
D
(M)
(2)
(1)
コピー部
234
$C_{N_{SC}-1,M}(k)$
$C_{0,M}(k)$
$C_{N_{SC}-1,2}(k)$
$C_{0,2}(k)$
$C_{N_{SC}-1,1}(k)$
$C_{0,1}(k)$

[図9]

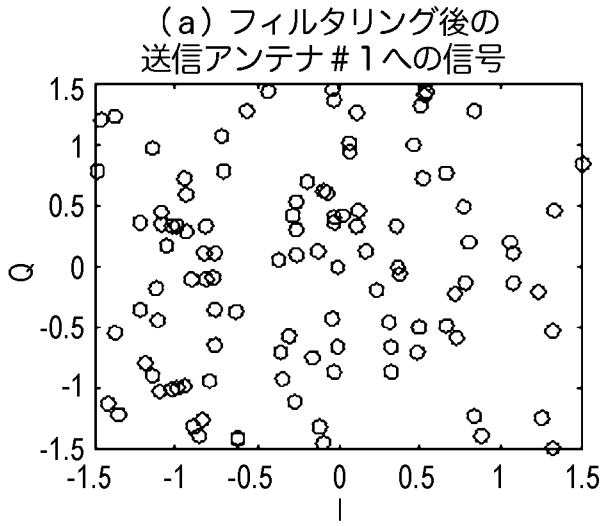

246
チャネル復調器
245
P／S変換器
244
P／S変換器
244
P／S変換器
A1
AN
243
MIMO信号処理部
242
逆タグ付け部（送信アンテナ#1に対応）
242
逆タグ付け部（送信アンテナ#Nに対応）
逆フィルタ
254
デインターリーバ Π_1^{-1}
デインターリーバ Π_N^{-1}
253
252
251
$C_1(k)$
$C_N(k)$
241
前処理部
103
(1)
(M)

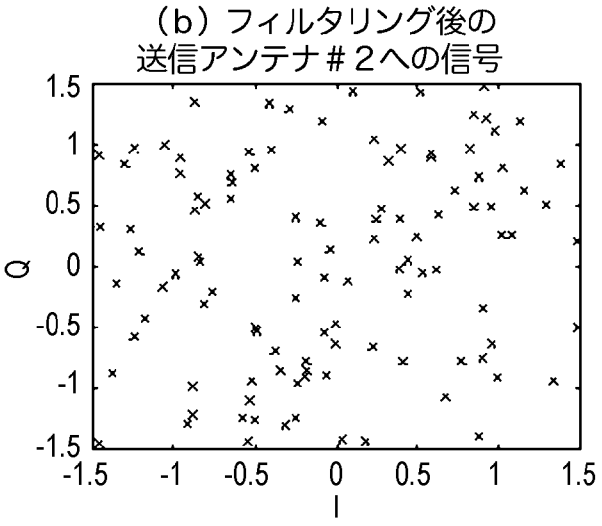
[図10]


（a）ＱＰＳＫ変調後の
送信アンテナ＃１への信号
Q
I

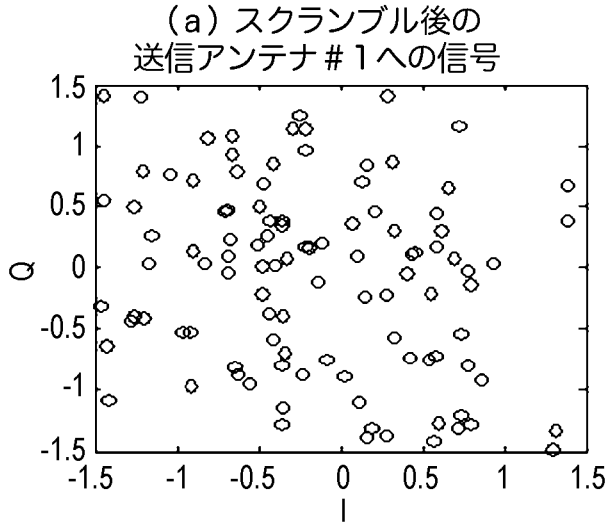

（b）ＱＰＳＫ変調後の
送信アンテナ＃２への信号
Q
I

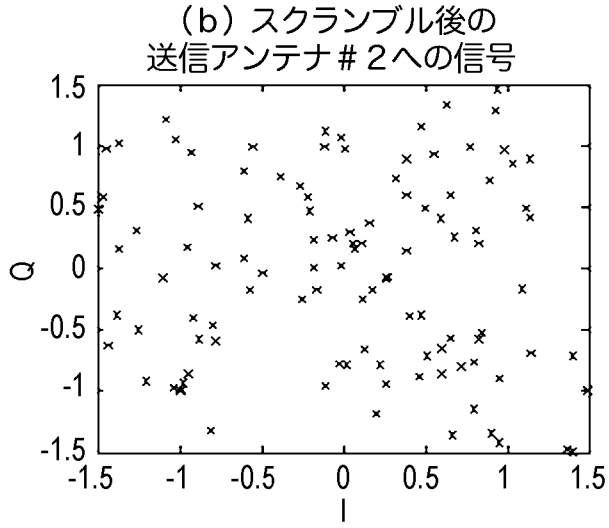
[図11]


（a）フィルタリング後の
送信アンテナ＃１への信号
Q
I

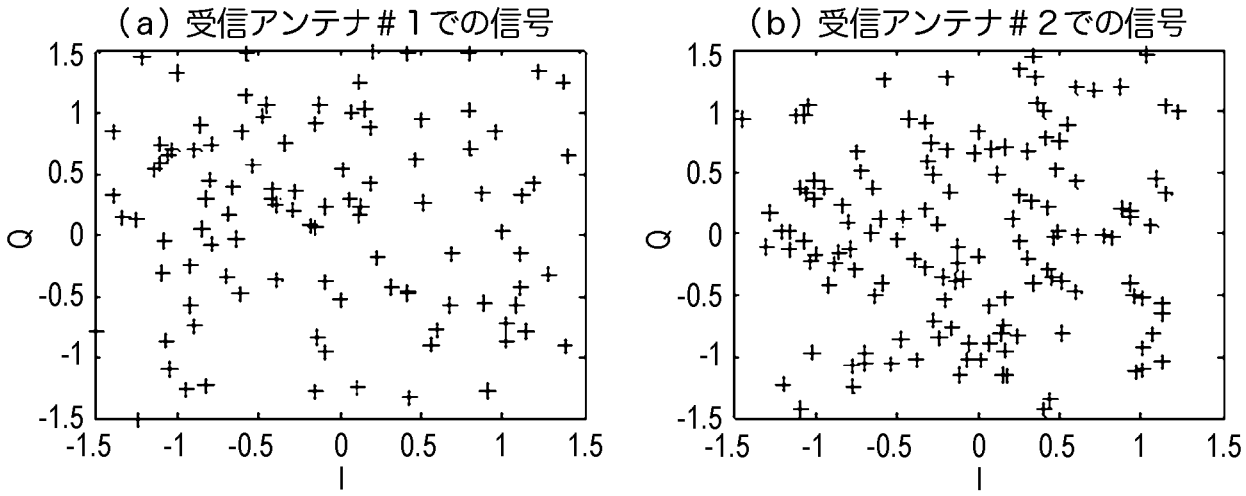

（b）フィルタリング後の
送信アンテナ＃２への信号
Q
I

[図12]

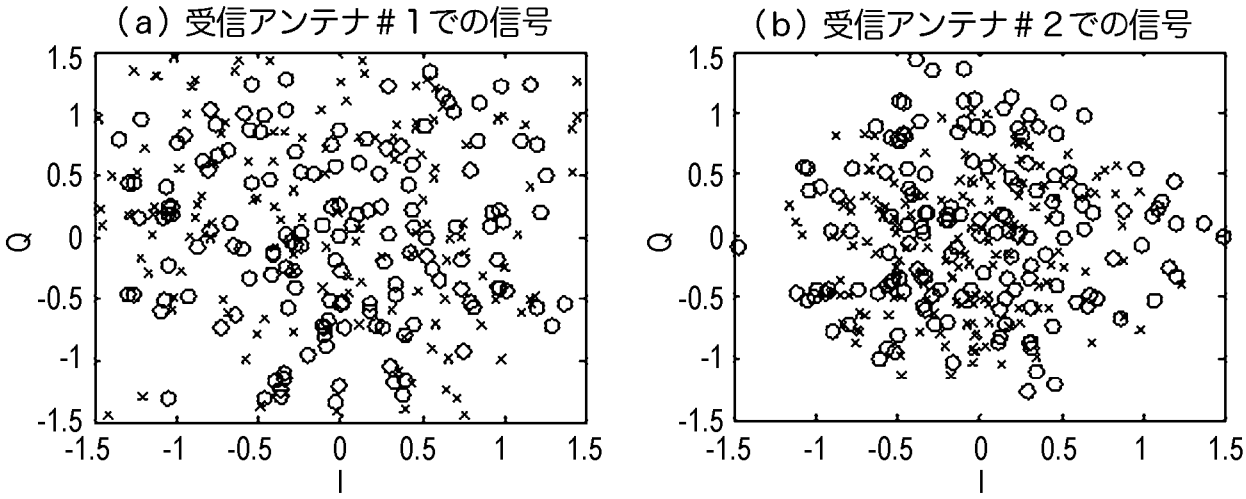

（a）スクランブル後の
送信アンテナ＃１への信号
Q
I


（b）スクランブル後の
送信アンテナ＃２への信号
Q
I

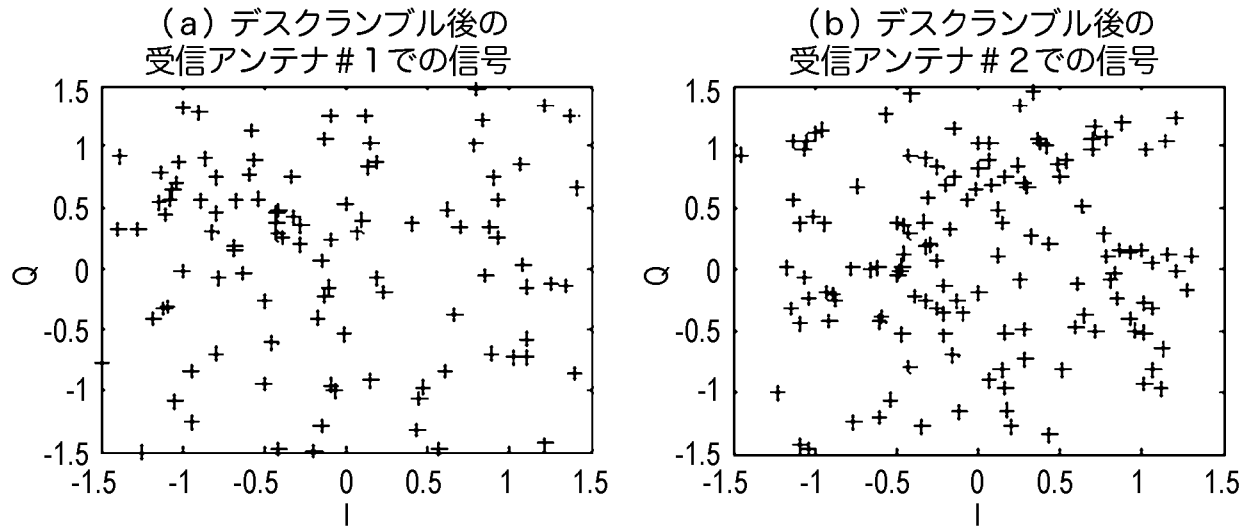
[図13]


（a）受信アンテナ＃１での信号
（b）受信アンテナ＃２での信号
Q
I
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5

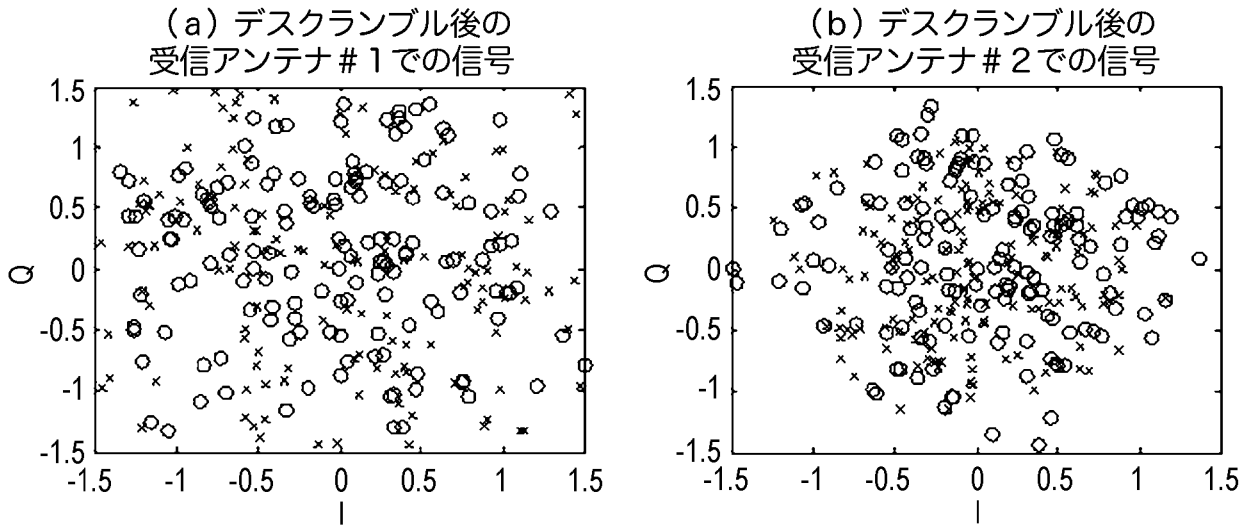
[図14]


（a）受信アンテナ＃１での信号
（b）受信アンテナ＃２での信号
Q
I
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5

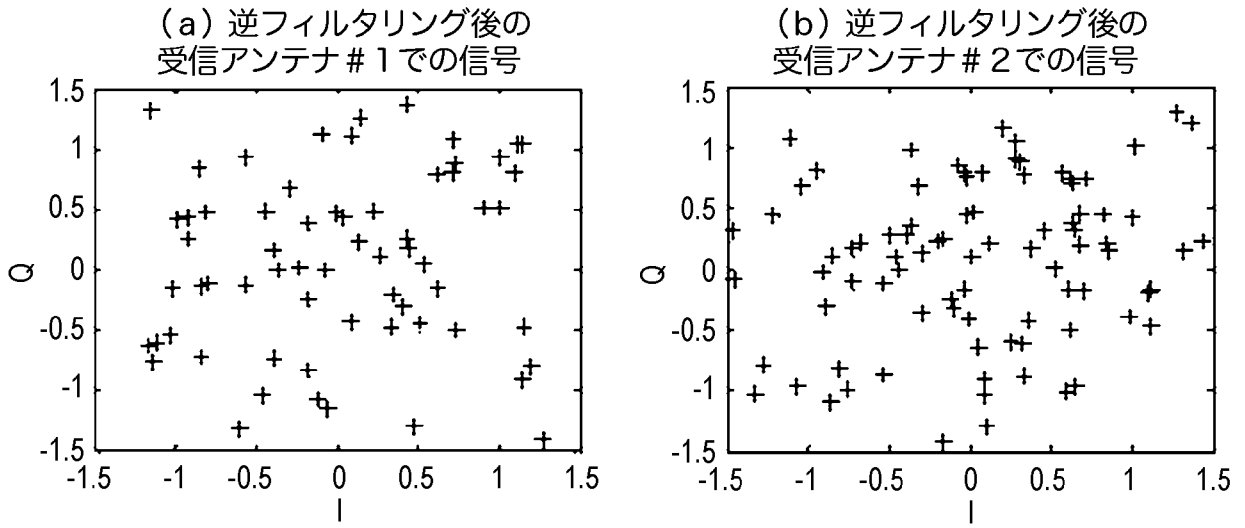
[図15]


（a）デスクランブル後の
受信アンテナ＃１での信号
（b）デスクランブル後の
受信アンテナ＃２での信号
Q
I
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5

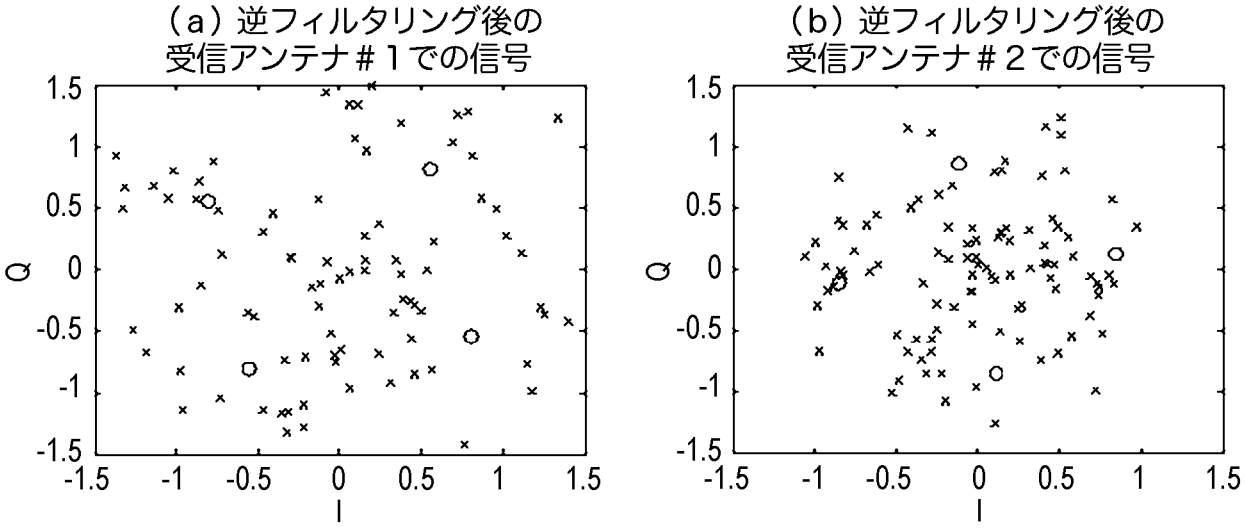
[図16]


（a）デスクランブル後の
受信アンテナ＃１での信号
（b）デスクランブル後の
受信アンテナ＃２での信号
Q
I
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5

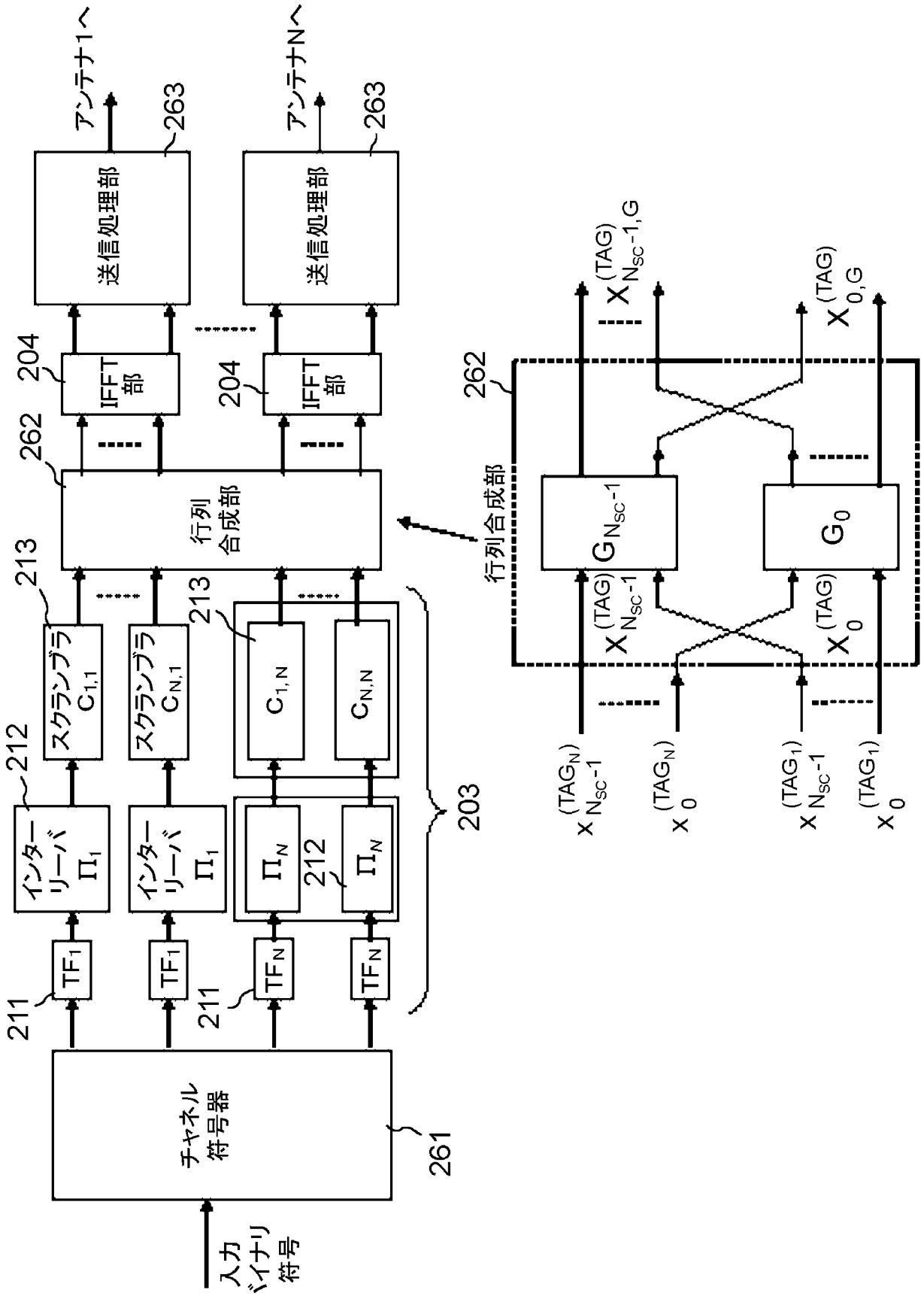
[図17]


（a）逆フィルタリング後の
受信アンテナ＃１での信号
（b）逆フィルタリング後の
受信アンテナ＃２での信号
Q
I
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5

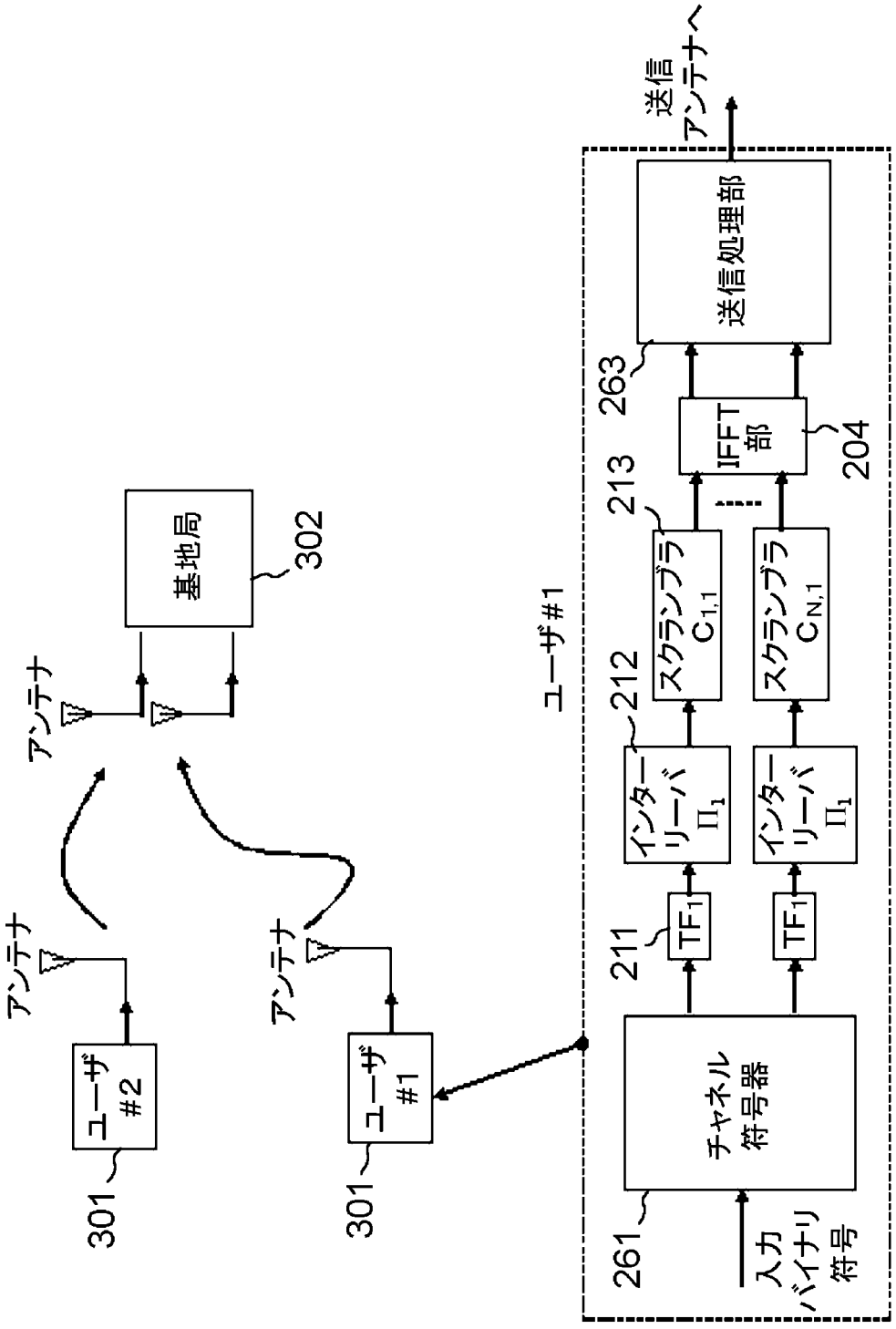
[図18]


（a）逆フィルタリング後の
受信アンテナ＃１での信号
（b）逆フィルタリング後の
受信アンテナ＃２での信号
Q
I
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5

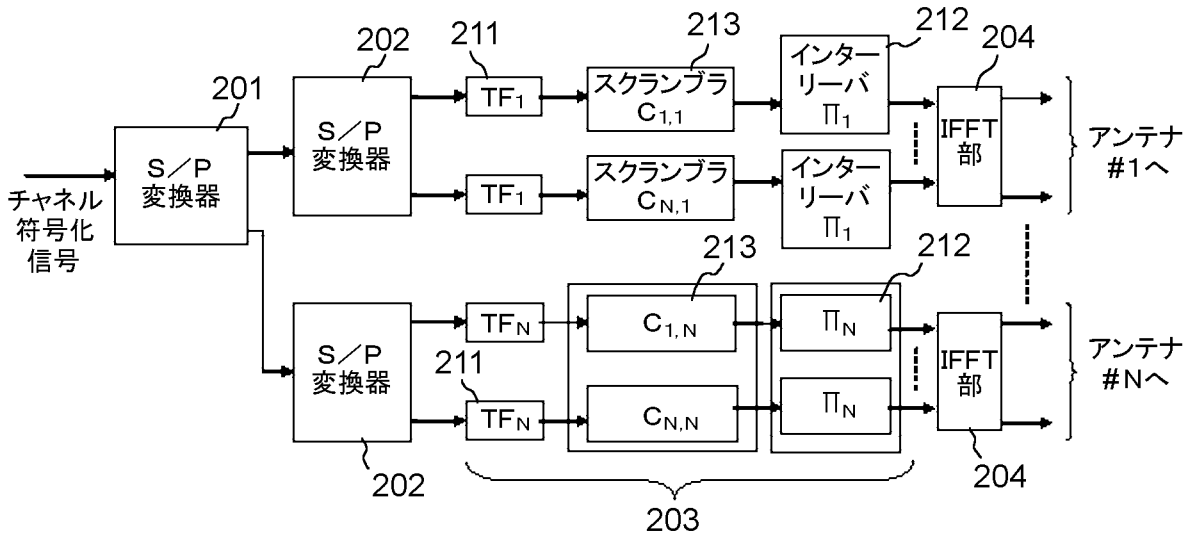
[図19]


入力バイナリ符号
チャネル符号器
261
211
TF1
TFN
インターリーバ Π1
ΠN
212
203
スクランブラ C1,1
スクランブラ CN,1
C1,N
CN,N
213
行列合成部
262
IFFT部
204
送信処理部
263
アンテナ1へ
アンテナNへ
行列合成部
262
GNSC-1
G0
X(TAG)NSC-1
X(TAG)0
X(TAG)NSC-1,G
X(TAG)0,G
x(TAGN)NSC-1
x(TAGN)0
x(TAG1)NSC-1
x(TAG1)0

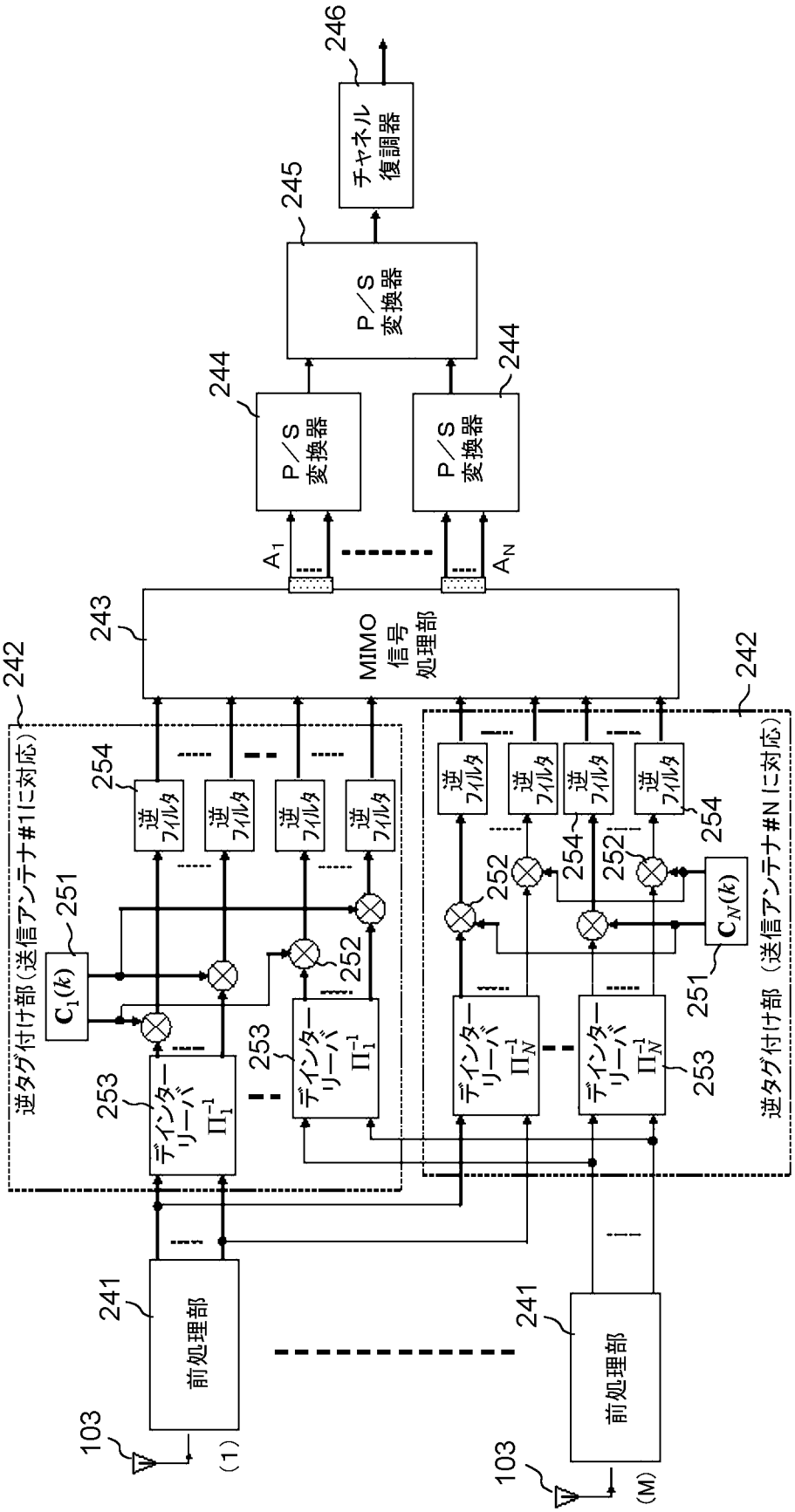
[図20]


送信
アンテナへ
送信処理部
263
IFFT
部
204
213
スクランブラ
$C_{1,1}$
スクランブラ
$C_{N,1}$
212
インター
リーバ
Π_1
インター
リーバ
Π_1
211
TF_1
TF_1
チャネル
符号器
261
入力
バイナリ
符号
ユーザ#1
基地局
302
アンテナ
アンテナ
ユーザ
#2
ユーザ
#1
301
301

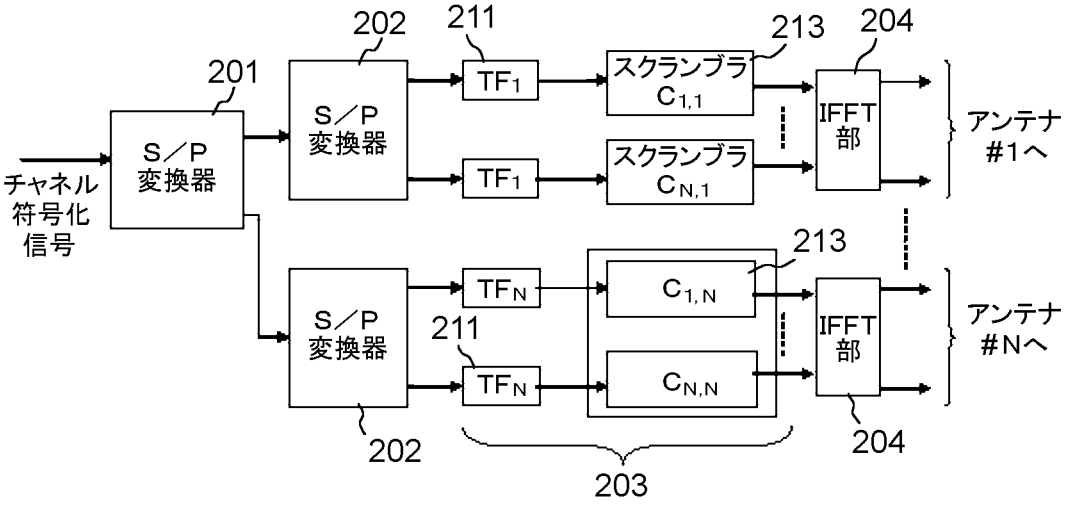
[図21]


チャネル
符号化
信号
S／P
変換器
201
S／P
変換器
202
S／P
変換器
202
211
TF1
TF1
211
TFN
TFN
213
スクランブラ
C1,1
スクランブラ
CN,1
213
C1,N
CN,N
インター
リーバ
Π1
インター
リーバ
Π1
212
ΠN
ΠN
212
IFFT
部
IFFT
部
204
204
アンテナ
#1へ
アンテナ
#Nへ
203

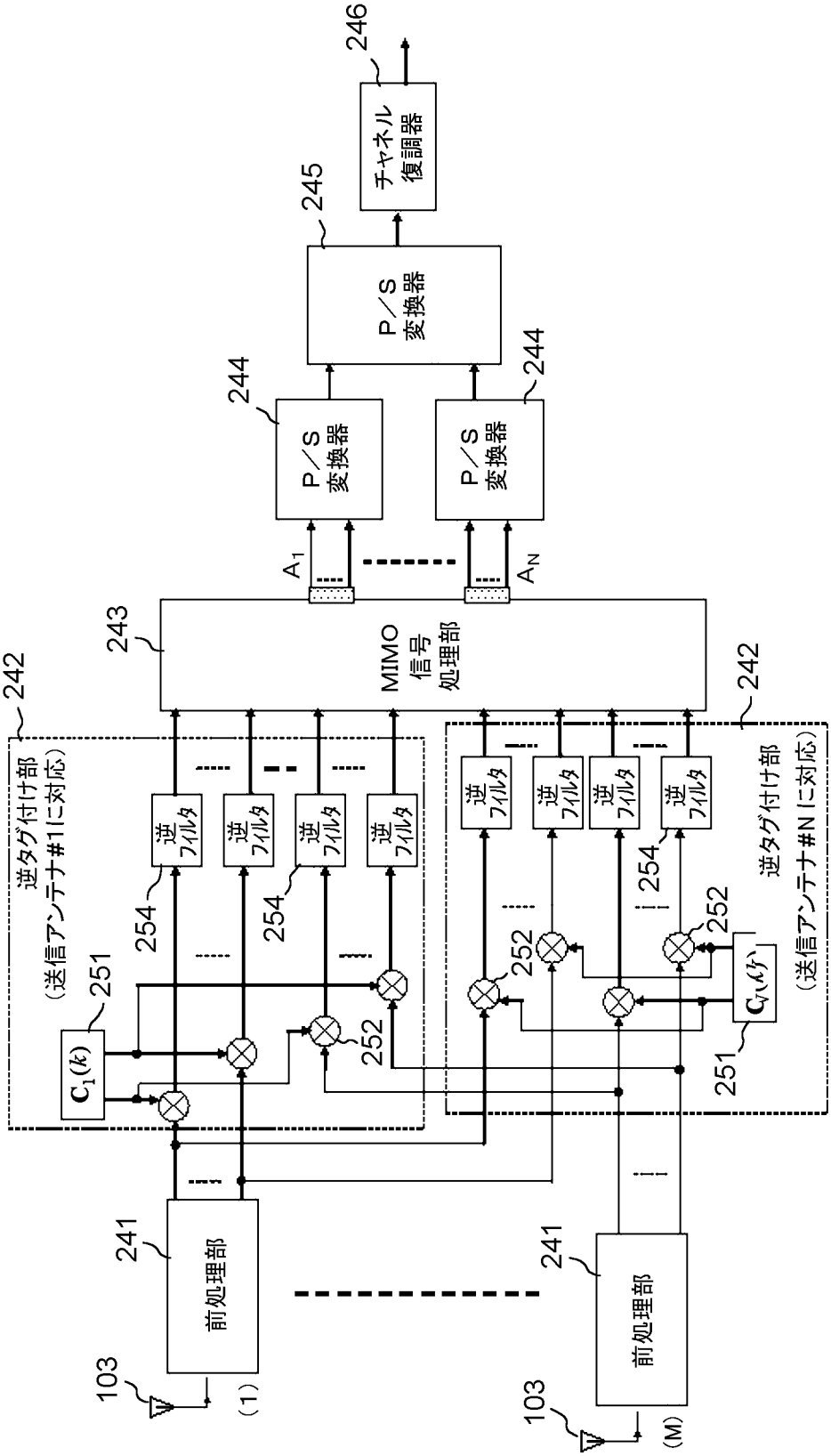
[図22]


246
チャネル復調器
245
P／S変換器
244
P／S変換器
244
P／S変換器
A1
AN
243
MIMO信号処理部
242
逆タグ付け部（送信アンテナ#1に対応）
242
逆タグ付け部（送信アンテナ#Nに対応）
254
逆フィルタ
251
C1(k)
CN(k)
252
253
デインターリーバ Π1-1
デインターリーバ ΠN-1
241
前処理部
103
(1)
(M)

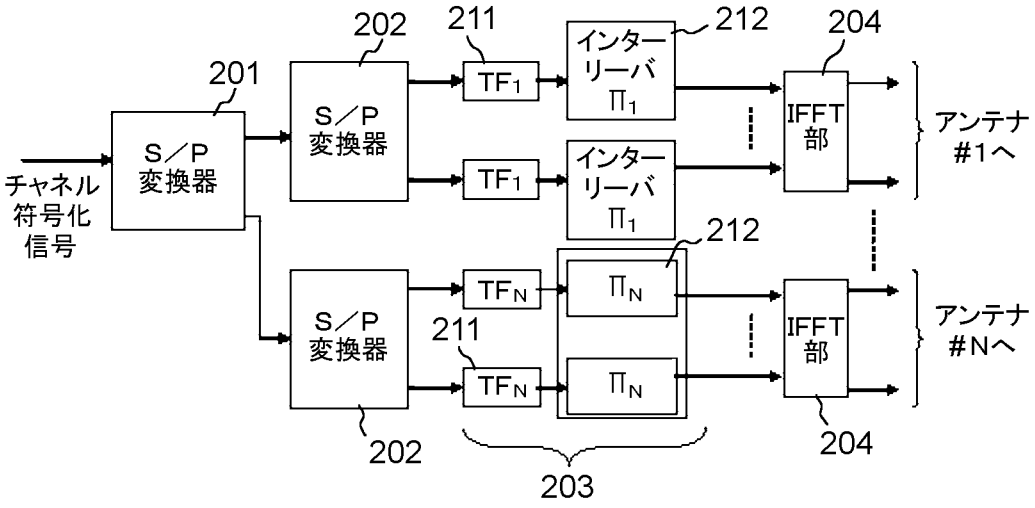
[図23]


チャネル
符号化
信号
S／P
変換器
201
S／P
変換器
202
S／P
変換器
202
211
TF1
TF1
211
TFN
TFN
スクランブラ
C1,1
スクランブラ
CN,1
C1,N
CN,N
213
213
IFFT
部
IFFT
部
204
204
アンテナ
#1へ
アンテナ
#Nへ
203

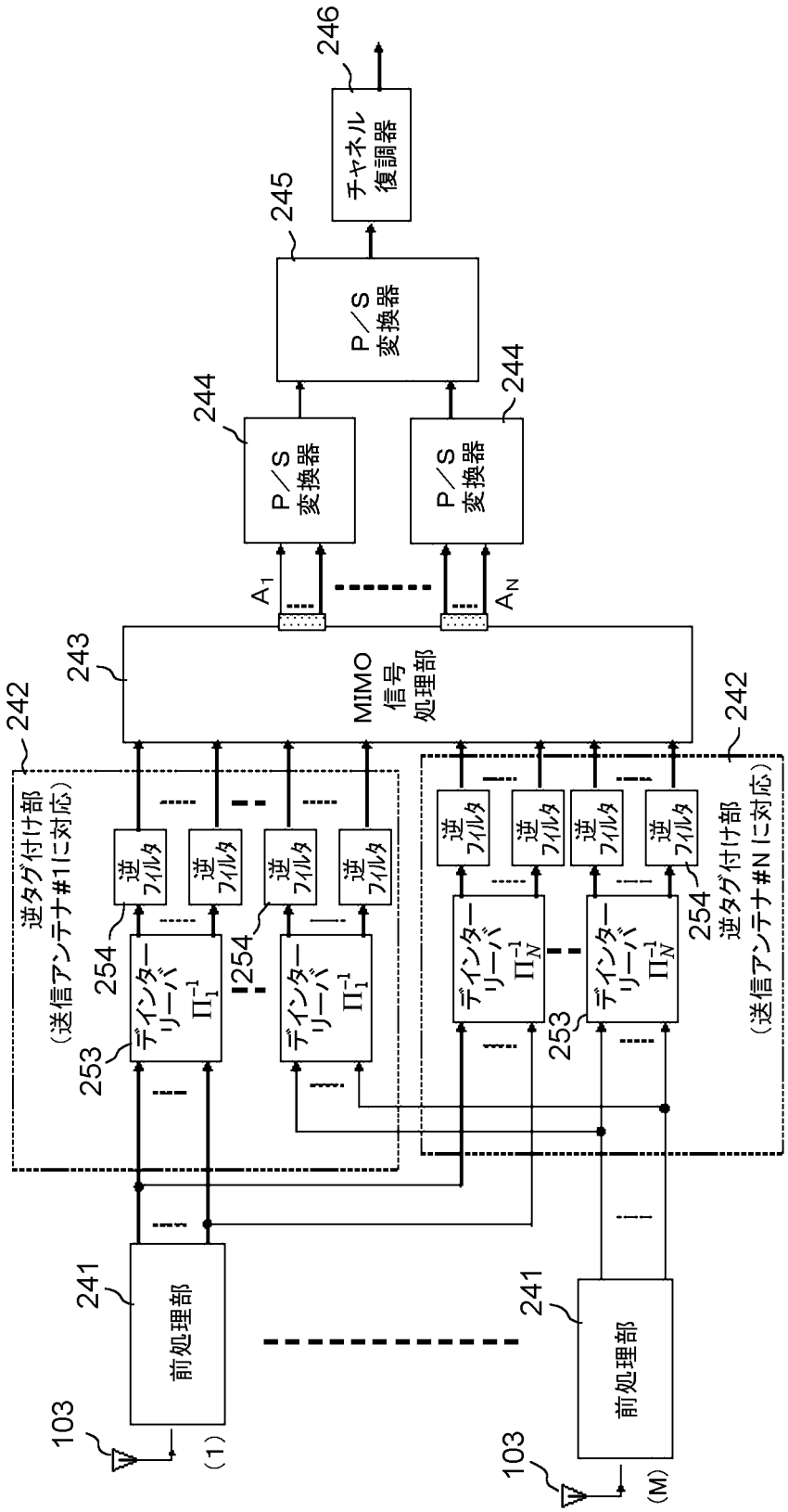
[図24]


246
チャネル復調器
245
P／S変換器
244
P／S変換器
244
P／S変換器
A1
AN
243
MIMO信号処理部
242
逆タグ付け部（送信アンテナ#1に対応）
242
逆タグ付け部（送信アンテナ#Nに対応）
逆フィルタ
254
252
251
C1(k)
CN(k)
241
前処理部
103
(1)
(M)

[図25]


チャネル
符号化
信号
S／P
変換器
201
S／P
変換器
202
S／P
変換器
202
211
TF1
TF1
211
TFN
TFN
インター
リーバ
Π1
インター
リーバ
Π1
212
ΠN
ΠN
212
IFFT
部
IFFT
部
204
204
アンテナ
#1へ
アンテナ
#Nへ
203

[図26]


246
チャネル復調器
245
P／S変換器
244
P／S変換器
244
P／S変換器
A1
AN
243
MIMO信号処理部
242
逆タグ付け部（送信アンテナ#1に対応）
242
逆タグ付け部（送信アンテナ#Nに対応）
逆フィルタ
254
253
デインターリーバ
241
前処理部
103
(1)
(M)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/062111

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04J15/00(2006.01)i, *H04B7/04*(2006.01)i, *H04J11/00*(2006.01)i

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, H04B7/04, H04J11/00

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 1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

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.
Y	James Okello, Masao Ikekawa, Ichiro Kuroda, "MIMO Blind Equalization Based on Independent Space Constraint", 2004.01.08,In:IEICE Technical Report,Vol.103, No.549,pp.121-126,SAT2003-166, RCS2003-264,DSP2003-169	1-28
Y	James Okello, Masao Ikekawa, "Tagging-filter based blind MIMO equalization without signal permutation,"2005.12.02,In:IEEE Globecom 2005, Vol. 4, pp. 2145-2149	1-28
Y	JP 2003-179528 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 June, 2003 (27.06.03), Abstract; Fig. 1; Par. Nos. [0011] to [0015] & CN 1411195 A & US 2003/0072353 A1 & KR 3030909 A & EP 1303052 A1	1-28

☒ 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	Date of mailing of the international search report
13 August, 2007 (13.08.07)	28 August, 2007 (28.08.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/062111

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2004/038987 A2 (Qualcomm Inc.), 06 May, 2004 (06.05.04), Full text; all drawings & EP 1556983 A2 & JP 2006-504366 A & US 7002900 B2	1-28
Y	WO 2005/057810 A1 (LG ELECTRONICS INC.), 23 June, 2005 (23.06.05), Fig. 1 & US 2005/0128965 A1 & KR 5058030 A & EP 1698073 A1 & JP 2007-512731 A	1-28
Y	JP 2006-042342 A (Agere Systems Inc.), 09 February, 2006 (09.02.06), Figs. 1, 2 & US 2006/0018247 A1 & EP 1619800 A1	1-28

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００７／０６２１１１

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)i, H04B7/04(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)i

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, H04B7/04, H04J11/00

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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７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
Y	James Okello, Masao Ikekawa, Ichiro Kuroda,"MIMO Blind Equalization Based on Independent Space Constraint", 2004.01.08, In:電子情報通信学会技術研究報告, Vol.103, No.549, pp.121-126, SAT2003-166, RCS2003-264, DSP2003-169	1-28
Y	James Okello, Masao Ikekawa, "Tagging-filter based blind MIMO equalization without signal permutation,"2005.12.02, In:IEEE Globecom 2005, Vol. 4, pp. 2145-2149	1-28

☑　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の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 １３．０８．２００７	国際調査報告の発送日 ２８．０８．２００７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　５Ｋ　３４６２ 矢頭　尚之 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
Y	JP　2003-179528 A　（松下電器産業株式会社）2003.06.27,要約,図１，段落【0011】-段落【0015】 ＆ CN　1411195 A　＆ US　2003/0072353 A1 ＆ KR　3030909 A　＆ EP　1303052 A1	1-28
Y	WO　2004/038987 A2　(Qualcomm Incorporated) 2004.05.06,全文,全図 ＆ EP　1556983 A2 ＆ JP　2006-504366 A ＆ US　7002900 B2	1-28
Y	WO　2005/057810 A1　(LG ELECTRONICS INC.) 2005.06.23,図１ ＆ US　2005/0128965 A1　＆ KR　5058030 A ＆ EP　1698073 A1　＆ JP　2007-512731 A	1-28
Y	JP　2006-042342 A　（アギアシステムインコーポレーテッド）2006.02.09,図１，２ ＆ US　2006/0018247 A1 ＆ EP　1619800 A1	1-28