(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5037305号
(P5037305)

(45)発行日　平成24年9月26日(2012.9.26)　(24)登録日　平成24年7月13日(2012.7.13)

(51)Int.Cl.		F I		
H04B 7/04	(2006.01)	H04B	7/04	
H04B 7/24	(2006.01)	H04B	7/24	
H04W 16/28	(2009.01)	H04Q	7/00	234

請求項の数 1　(全 25 頁)

(21)出願番号	特願2007-292091 (P2007-292091)
(22)出願日	平成19年11月9日 (2007.11.9)
(62)分割の表示	特願2002-231056 (P2002-231056)の分割
原出願日	平成14年8月8日 (2002.8.8)
(65)公開番号	特開2008-67408 (P2008-67408A)
(43)公開日	平成20年3月21日 (2008.3.21)
審査請求日	平成19年11月9日 (2007.11.9)
審判番号	不服2011-14065 (P2011-14065/J1)
審判請求日	平成23年7月1日 (2011.7.1)

(73)特許権者　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　100110423
弁理士　曾我　道治
(74)代理人　100094695
弁理士　鈴木　憲七
(74)代理人　100111648
弁理士　梶並　順
(74)代理人　100122437
弁理士　大宅　一宏
(74)代理人　100147566
弁理士　上田　俊一
(74)代理人　100161171
弁理士　吉田　潤一郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】無線伝送装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

Ｋ個（Ｋ≧２）の信号をＮ個（Ｎ＝２又は４）の送信アンテナから送信する無線伝送装置であって、

上記Ｋ個の信号それぞれに上記Ｎ個の送信アンテナに対応したＮ個の成分を持ち互いに直交関係にある送信ウエイトを乗じて生成したＫ個の乗算結果を合成して合成信号とし、該合成信号を上記Ｎ個の送信アンテナから送信し、

１の上記送信ウエイトは、所定の値と、該所定の値の正負の符号を反転した値と、を成分として含む

ことを特徴とする無線伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は無線伝送装置に関し、特に、送受信局で複数のアンテナを用いて信号伝送を行う無線伝送装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

無線通信において高速信号伝送を行う信号伝送方法として、近年送受信局で複数のアンテナを用いるＭＩＭＯ（Ｍｕｌｔｉ－Ｉｎｐｕｔ　Ｍｕｌｔｉ－Ｏｕｔｐｕｔ）システムの研究が盛んに行われている。ＭＩＭＯシステムでは、送受信局で複数のアンテナを用い

ることにより、送受信局で１アンテナのみを用いる場合に比べて、高容量が達成可能であることが知られている（例えば、特許文献１および２参照）。

【０００３】

ＭＩＭＯシステムでは、スペースタイムコーディング（Ｓｐａｃｅ－Ｔｉｍｅ　Ｃｏｄｉｎｇ）を用いる手法とビーム形成を用いる手法がある。スペースタイムコーディングを用いる手法では、図１５に示すように送信側で信号の符号化を行ない、各アンテナから無相関の信号を送信する。本構成では、送信局で信号への重み付け乗算を行わないため、重み付け乗算を行う後述の本発明とは構成が大きく異なる。

【０００４】

そこで、スペースタイムコーディングを用いる手法ではなく、従来の技術として、ビーム形成を用いる場合について述べる。ビーム形成を用いる従来例としては、例えば、唐沢、"時空間通信モデリング"、２００１ＳＩＴＡワークショップ、Ｎｏｖ．２００１．に記載されているものがある。図１６に、送受信ビーム形成を行う際の送受信局の構成を示す。図１６において、１０１は送信用ウエイト乗算装置（送信局）、１０２は伝搬路、１０３は受信用ウエイト乗算装置（受信局）である。この方法では、送信局で送信ビーム形成を行い、受信局で受信ビーム形成を行うが、この方法の信号処理構成について以下では説明を行う。ここでは、送信アンテナをＮ本、受信アンテナをＭ本として説明を進める。また、送信アンテナｎから受信アンテナｍへの伝搬係数をh_{mn}とし、送受信局間の伝搬特性を行列Ｈ＝［h_{mn}］と表す。

【０００５】

図１６に示すように、送信局では、送信すべき時間系列のデータＳ（ｔ）に対し、アンテナごとに送信ウエイトW_{1n}を乗じて信号を送信する。送信信号は伝搬路Ｈ（符号１０２）を通って、Ｍ本の受信アンテナで信号受信される。受信局では、Ｍ本のアンテナでの受信信号に対し、アンテナｍでウエイトv_{1m}を乗じた後、信号合成を行なう。

【０００６】

以下では、この一連の課程を数式を用いて表す。受信アンテナｍにおける受信信号をx_m（ｐ）とすると、受信ベクトルｘ（ｐ）＝［x_1（ｐ），・・・，x_M（ｐ）］^{T}は次式で与えられる。

$$x(p)=Hws(p)+z(p)$$

ここで、ｗ＝［w_1，・・・，w_N］^{T}は送信ウエイトベクトル、z_m（ｐ）はアンテナｍでの干渉雑音成分、ｚ（ｐ）＝［z_1（ｐ），・・・，z_M（ｐ）］^{T}は干渉雑音ベクトルを表す。また、受信側でのウエイト乗算、信号合成後の最終出力ｙは次式で与えられる。

$$y(p)=v^T x(p)$$
$$=v^T Hws(p)+v^T z(p)$$

送信ウエイトｗ，受信ウエイトｖにはさまざまな決定方法が考えられるが、なるべく受信信号レベルが高くなるよう送受信ウエイト決定する。

【０００７】

この一連の信号処理は、図１７に示す送受信ビームパターンを用いて説明することもできる。送信側では複数アンテナからの重み付け送信により、方向によって送信信号電力が異なり、送信ビームが形成される。また、受信側でも同様に受信ビームが形成される。このように送受信局がそれぞれビーム形成を行うことにより、高い信号電力での信号受信することが可能となる。なお、図１６の信号処理構成と図１７のビームパターンは同一の現象を異なる説明法で示したのみである。特に、ビームパターンは直観的に理解しやすい利点がある。逆に、信号処理構成は厳密な説明を記述する際に適しており、以下では、信号処理の詳細に重点をおいて説明する。

【０００８】

【特許文献１】特表２００１－５０５７２３号公報

【特許文献２】特開２００１－２３７７５１号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
従来のビーム形成法では、１対１通信において１つの信号を送受信する際に、複数の信号を同時に並列伝送することができなかった。そのため、送信可能な信号の伝送速度には制限が生じていた。このため、さらに高速な無線通信を行いたいというユーザの要求に対して十分対応できないという問題点があった。
【００１０】
この発明はかかる問題点を解決するためになされたものであり、通信を行わない相手に対して送信停止信号を送信して、通信のさらなる安定化を図ることが可能な無線伝送装置を得ることを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
この発明は、Ｋ個（Ｋ≧２）の信号をＮ個（Ｎ＝２又は４）の送信アンテナから送信する無線伝送装置であって、上記Ｋ個の信号それぞれに上記Ｎ個の送信アンテナに対応したＮ個の成分を持ち互いに直交関係にある送信ウエイトを乗じて生成したＫ個の乗算結果を合成して合成信号とし、該合成信号を上記Ｎ個の送信アンテナから送信し、１の上記送信ウエイトは、所定の値と、該所定の値の正負の符号を反転した値と、を成分として含む。
【発明の効果】
【００１２】
この発明は、Ｋ個（Ｋ≧２）の信号をＮ個（Ｎ＝２又は４）の送信アンテナから送信する無線伝送装置であって、上記Ｋ個の信号それぞれに上記Ｎ個の送信アンテナに対応したＮ個の成分を持ち互いに直交関係にある送信ウエイトを乗じて生成したＫ個の乗算結果を合成して合成信号とし、該合成信号を上記Ｎ個の送信アンテナから送信し、１の上記送信ウエイトは、所定の値と、該所定の値の正負の符号を反転した値と、を成分として含む構成にしたため、複数の信号を同時に並列伝送することができるので、無線通信のさらなる高速化を図ることができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１３】
実施の形態１．
本実施の形態は、複数の送受信ビームを用いて伝送する方式に関するものである。図１は、本実施の形態の構成を示す構成図である。図１において、１は送信信号、２は送信アンテナ（アレーアンテナ）、３は受信アンテナ（アレーアンテナ）、４は受信信号、５は送信局（送信用ウエイト乗算装置）、６は伝搬路、７は受信局（受信用ウエイト乗算装置）である。送信用ウエイト乗算装置５内には、図に示すように、送信信号$s_k(t)$をＮ個複写するための信号コピー手段と、当該Ｎ個の送信信号$s_k(t)$に異なるウエイトw_{kn}（ｋ＝１，・・・，Ｋ、ｎ＝１，・・・，Ｎ）を乗ずる乗算器とが設けられている。以下、図１を用いて本発明の概要について説明する。
【００１４】
本実施の形態では、１対１通信において、送受信局がそれぞれ複数のビームを用いて複数の信号を並列伝送する。図１において、送信局では、まず、Ｋ個の信号$1s_1(t)$，・・・，$s_k(t)$，・・・，$s_K(t)$を用意し、それぞれをＮ個ずつ複写して、Ｎ個の信号$s_k(t)$に対してウエイト$w_k=[w_{k1},\cdots,w_{kN}]^T$（ｋ＝１，・・・，Ｋ）のＮ個の成分をそれぞれ乗じた後、Ｋ個ずつ信号合成して、Ｎ個のアンテナ２から信号を送信する。このような構成により、送信局ではＫ個のビーム形成が行われる。
【００１５】
伝搬路６を経た後、受信側ではＭ個のアンテナ３を用いて信号を受信する。従って、受信ベクトルは、Ｍ個の構成要素からなるＫ個の受信ベクトルとなる。すなわち、受信ベクトル$x(p)=[x_1(p),\cdots,x_M(p)]^T$は次式で与えられる。

$$x(p)=\Sigma_{k=1}^{K} H\ w_k\ s_k(p)+z(p)$$

ここで、$z(p)=[z_1,\cdots,z_M]^T$は干渉雑音ベクトルを表す。上式において

、信号ｋの受信ベクトルはHw_kで与えられるが、これは各信号によって異なるものとなる。すなわち、受信局において各信号は異なる受信ベクトルで受け取られ、受信方法によっては相互を分離受信することも可能となる。

【００１６】

また、受信側ではアンテナｍでウエイトv_{km}を乗算し、信号ｋのための信号合成を行う。他の信号に対しても同様であり、受信側ではＫ個のビームが形成される。このように、本実施の形態の送受信局では、送信局及び受信局で複数のビーム形成を行って信号受信する。図２に本実施の形態を用いた場合の送受信ビームの形成の一例を示す。図２において、１は送信信号、２は送信アンテナ、３は受信アンテナ、４は受信信号、５は送信局（送信用ウエイト乗算装置）、６は伝搬路、７は受信局（受信用ウエイト乗算装置）である。図２の構成において、信号ｋに対するウエイト乗算、信号合成後の最終出力４y_k（ｐ）は次式で与えられる。

$$y_k(p) = v_k^T x(p) = \Sigma_{k'=1}^{K} v_k^T Hw_{k'} s_{k'}(p) + v_k^T z(p)$$

送信ウエイトw_k，受信ウエイトv_kにはさまざまな決定方法が考えられるが、なるべく信号ｋの受信レベルが高くなるよう送受信のウエイトを決定する。

【００１７】

以上のように、本実施の形態においては、送受信局で複数のビームを形成することにより、複数の信号を同時に並列伝送することができるので、さらなる高速な無線通信を行いたいというユーザの要求に対して対応できるという効果が得られる。

【００１８】

実施の形態２．

本実施の形態では、上述の実施の形態１の複数の送受信ビームを用いた伝送方法において、特定の受信ウエイトを用いる場合について述べる。

【００１９】

実施の形態１において、複数の送信ウエイトを用いて送信した場合の受信ベクトル$x(p)=[x_1(p),\cdots,x_M(p)]^T$は次式で与えられた。

$$x(p) = \Sigma_{k=1}^{K} H w_k s_k(p) + z(p)$$

ここで、信号ｋの受信ベクトルはHw_kで与えられるが、これは各信号によって異なるものとなる。すなわち、受信局において各信号は異なる受信ベクトルで受け取られ、受信方法によっては複数の信号を相互に分離受信することも可能となる。

【００２０】

そこで、本実施の形態では、受信ベクトルをＭＭＳＥ合成基準に従って決定する。ＭＭＳＥ合成機準では、ＳＭＩアルゴリズム、ＲＬＳアルゴリズム、ＬＭＳアルゴリズム等があるが、ここで用いるアルゴリズムはそのいずれであっても構わない。例えば、信号ｋの信号の受信ウエイトをＳＭＩアルゴリズムを用いて決定する際には、受信ウエイトv_kは次式で与えられる。ここで、Φは相関行列、Φ^{-1}はその逆行列である。

$$v_k = \Phi^{-1} u_k$$
$$\Phi = \Sigma_{p=1}^{p=p_0} x(p) x(p)^H$$
$$u_k = \Sigma_{p=1}^{p=p_0} x(p) s_k(p)^*$$

ここで、ｐ０はウエイト演算サンプル数を表す。この演算アルゴリズム自体は従来方法と同じものを用いており、ＲＬＳアルゴリズム、ＬＭＳアルゴリズムの場合にも同様に演算することができる。図３にＳＭＩアルゴリズムを用いた場合の受信局の構成を示す。図３において、１は送信信号、２は送信アンテナ、３は受信アンテナ、４は受信信号、５は送信局（送信用ウエイト乗算装置）、６は伝搬路、７は受信局（受信用ウエイト乗算装置）である。本実施の形態においては、受信局７が、図に示すように、受信ウエイトを決定するためのＳＭＩアルゴリズム等のＭＭＳＥ基準アルゴリズムを内部に備えている。

【００２１】

本実施の形態では、（１つではなく）複数のビームを用いて１対１通信において送受信を行う際に、複数の受信ウエイトの決定において、ＳＭＩアルゴリズム等のＭＭＳＥ基準

アルゴリズムを用いることに特徴を持つ。なお、図３の例においては、ＳＭＩアルゴリズムを用いる場合が示されているが、この場合に限らず、例えば、ＲＬＳアルゴリズムやＬＭＳアルゴリズム等のＭＭＳＥ基準アルゴリズムを用いるようにしても同様の効果が得られる。

【００２２】

また、ＭＭＳＥ基準型アルゴリズム以外に、最大比合成型ウエイト演算法を用いる方法も可能である。この場合には、受信ウエイトは次式に従い決定する。

$$v_k = u_k$$
$$u_k = \Sigma_{p=1}^{p=p_o} x(p) s_k(p)^*$$

【００２３】

また、ＭＭＳＥ基準型アルゴリズムや最大比合成型以外にも従来型の多くのウエイト演算アルゴリズムが存在し、本発明の複数ビームを用いた１対１通信に適用することが可能である。すなわち、本実施の形態では、受信ウエイトの決定において特定のウエイト演算アルゴリズムを用いて信号受信することで、より効率的な各信号の受信を行う。

【００２４】

以上のように、本実施の形態によれば、受信ウエイトをＭＭＳＥ合成基準または最大比合成法を用いて決定するようにしたので、信号受信にふさわしい受信ビームのウエイト演算法を用いることにより、高品質な信号受信が可能となる。

【００２５】

実施の形態３．

上述の実施の形態２において、受信ウエイトの演算にＳＭＩアルゴリズムを用いる場合には、各受信ビームで相関行列共通化を行うことも可能である。この信号処理方法を図４に示す。図４において、１は送信信号、２は送信アンテナ、３は受信アンテナ、４は受信信号、５は送信局（送信用ウエイト乗算装置）、６は伝搬路、７は受信局（受信用ウエイト乗算装置）、１０は受信アンテナ３によって受信された受信信号$x_m(p)$が入力されて、受信ベクトル$x(p)$から、相関行列$\Phi = \Sigma_{p=1}^{p=p_o} x(p)x(p)^H$およびその逆行列$\Phi^{-1}$を演算する相関行列演算部である。相関行列演算部１０で求められた相関行列Φおよびその逆行列Φ^{-1}は、各受信ウエイトの演算を行う際に、ＳＭＩアルゴリズムにて共通に用いられる。

【００２６】

以上のように、本実施の形態においては、基本構成は実施の形態２と同じであるが、ここでは、相関行列演算部１０を設けたことにより、各ビームで用いる相関行列演算及びその逆行列演算を共通化している。このような構成により受信ウエイトを計算する際の演算量を削減することが可能となる。

【００２７】

実施の形態４．

本実施の形態では、実施の形態１の複数の送受信ビームを用いた伝送方法において、特定の送信ウエイトを用いて信号伝送の効率化を行う方法について述べる。図５に本実施の形態における送受信局の構成を示す。図５において、１は送信信号、２は送信アンテナ、３は受信アンテナ、４は受信信号、５は送信局（送信用ウエイト乗算装置）、６は伝搬路、７は受信局（受信用ウエイト乗算装置）である。上述したように、複数の送信ウエイトを用いて送信した場合の受信ベクトル$x(p) = [x_1(p), \cdots, x_M(p)]^T$は次式で与えられた。

$$x(p) = \Sigma_{k=1}^{K} H w_k s_k(p) + z(p)$$

ここで、信号ｋの受信ベクトルはHw_kで与えられるが、これは各信号によって異なるものとなる。この際、ベクトルHw_kが信号によって大きく異なるほど、受信側で個々の信号に対して独自のビームを形成し、信号分離することが容易となる。

【００２８】

そこで、本実施の形態では、送信ウエイトw_kが相互に直交関係にあるように送信ビーム形成を行う。直交関係は次式で与えられる。

$$w_{k1}{}^{H}\ w_{k2}=0 \qquad k1,\ k2=1,\ \cdots,\ K \qquad (1)$$

送信アンテナがＮ個の場合、このような直交ビームは最大でＮ個作成可能であり、この手法を用いる場合のＫの最大値はＮということになる。このように、直交した送信ウエイトを用いて送信すると、各信号の受信ベクトルHw_kは相互に異なるベクトルとなる可能性が高い。相互のベクトルHw_kが大きく異なる場合には、各信号の離受信が容易となり、並列信号伝送を高品質に行うことが可能となる。

【００２９】

なお、式（１）を満たす直交送信ウエイトを決定する手段としてはさまざまな方法が考えられる。例えば、Ｎが２，４，８，１６，３２，・・・といった２の累乗の場合には、

$$w_k=[w_{k1},\ \cdots,\ w_{kN}]^T$$

の各要素をウォルシュ符号などを用いて表現することにより、ウエイトベクトルの相関が相互に０となる状態を作ることができる。４アンテナの場合には

$$w_1=[\ 1,\ 1,\ 1,\ 1]^T$$
$$w_2=[\ 1,\ 1,\ -1,\ -1]^T$$
$$w_3=[1,\ -1,\ 1,\ -1]^T$$
$$w_4=[1,\ -1,\ -1,\ 1]^T$$

となる。この他にも一般的なＮに対してグラムシュミットの直交化法を用いてウエイトベクトルを決定する方法も可能である。また、その他の手法による直交化ベクトルを用いることによっても、本手法の伝送品質を向上することが可能である。

【００３０】

以上のように、本実施の形態によれば、送信局において相互に直交した送信ウエイトを用いて送信することにより、伝播情報などを用いなくても、相互のチャネルを直交に近い状態とすることが可能となる。

【００３１】

実施の形態５．

本実施の形態では、複数の送受信ビームを用いた伝送方法におけるブロック構成について示す。図１８は、本実施の形態を示すブロック構成図である。図１８において、（ａ）はデータ送信要求局の構成、（ｂ）はデータ受信局の構成を示したものである。

【００３２】

図１８（ａ）において、Ｓ５１は送信信号、５２は、通信を行うことを相手方に要求するための通信要求信号Ｓ５２を生成する通信要求信号生成部、５１は送信信号と通信要求信号とを切り替えるスイッチ、５３はスイッチ５１から出力される送信信号Ｓ５３に、重み付け信号Ｓ５６に基づいて各ビーム毎のウエイトを乗算するウエイト制御部、５５は、各ビーム毎、各アンテナ毎に重み付け合成された情報Ｓ５４を送信するとともに、通信要求信号に対する受信局からの通信要求応答信号を受信するアレーアンテナ、Ｓ５５は受信局からの通信要求応答信号の各アンテナ出力、５４はアンテナ出力Ｓ５５を解析し、使用チャネル毎の重み付け信号Ｓ５６を生成するウエイト解析部である。また、図１８（ｂ）において、５６は受信局側アレーアンテナ、Ｓ５６は送信要求局からの通信要求信号の各アンテナ出力、５７はアンテナ出力Ｓ５６の情報から、各送受信アンテナ間の伝送路応答Ｓ５７を推定する伝送路推定部、５８は伝送路応答Ｓ５７を解析し、各通信チャネルの状態Ｓ５８を出力する通信チャネル検索部、５９は通信チャネルの状態Ｓ５８を元に使用チャネルの選択を行う使用チャネル選択部、６０は使用チャネルに関する情報Ｓ５９を元に各チャネルの電力割り当てを決定する電力配分計算部、６１は各チャネルの電力割り当てを含むチャネル情報Ｓ６０を利用し、各チャネル、各アンテナのウエイトを計算するウエイト計算部、６２は通信要求応答信号Ｓ６２を生成する通信要求応答信号生成部、６３はウエイト情報Ｓ６１に基づいて各アンテナのウエイトを制御し、通信要求応答信号Ｓ６２の重み付け信号Ｓ６３の生成や、アンテナ出力Ｓ６４を重み付け合成して受信信号Ｓ６５を生成するウエイト制御部である。

【００３３】

本実施の形態の動作を説明する。送信要求の発生したデータ送信要求局（以下Ａ局）は

通信要求信号Ｓ５２を生成し、アンテナ５５から送信を行う。この際、ウエイト制御は行わないのが普通である。通信要求信号を受信したデータ受信局（以下Ｂ局）は通信要求信号のアンテナ出力Ｓ５６を用いて送信アンテナ５５と受信アンテナ５６との間の伝送路推定を行い、伝送路応答Ｓ５７を生成する。この伝送路応答Ｓ５７を基に通信チャネル検索部５８では各通信チャネル（ビーム）の状態を調べチャネル状態情報Ｓ５８を生成する。通信チャネルの最大数は送受信アンテナの数によって規定されるが、使用チャネル選択部５９では各チャネルの状態をもとにＡ局・Ｂ局間の通信に使用するチャネルを選択する。さらに、各使用チャネルに関する種々の情報から、最も効率的な通信が可能となるよう、電力配分計算部６０により各チャネルの電力配分を計算し、次に、ウエイト計算部６１により電力割り当てを含むチャネル情報Ｓ６０からデータ送受信時のアンテナウエイトＳ６１を計算する。その後、通信要求応答信号生成部６２により各チャネルで直行する通信要求応答信号Ｓ６２を生成し、計算されたアンテナウエイトＳ６１を用いて重み付け合成を行い、Ａ局に向けて重み付け信号Ｓ６３の送信を行う。Ａ局では、ウエイト解析部５４において、Ｂ局からの通信要求応答信号Ｓ６２を受信した際の各アンテナ出力Ｓ５５を解析することにより、使用通信チャネル（ビーム）を知ることができるため、この情報に基づいて各チャネルのアンテナウエイトＳ５６を決定する。ウエイト制御部５３ではこのウエイト情報Ｓ５６に従って重み付けを行い、データの送信を開始する。Ｂ局ではＡ局からの受信情報Ｓ６４にすでに設定済のウエイトＳ６１で重み付け合成を行い、受信信号Ｓ６５を取り出す。なお、Ａ局において伝送路情報が既知の場合には通信要求応答信号Ｓ６２は各チャネル毎に直交する必要は無い。

【００３４】

以上のように、本実施の形態においては、上記のような構成を取ることで、送受信局間で使用チャネルの同期を取ることが可能であり，複数チャネル（ビーム）を利用した効率的な通信が可能となる。

【００３５】

以下の実施の形態では、本構成を実現する種々の実施例を示す。

【００３６】

実施の形態６．

本実施の形態では、実施の形態５の複数の送受信ビームを用いた伝送方法において、特定の送受信ウエイトを用いて信号伝送の効率化を行う方法について述べる。図６に本実施の形態における送受信局の構成を示す。図６において、５は送信局（送信用ウエイト乗算装置）、６は伝搬路、７は受信局（受信用ウエイト乗算装置）である。

【００３７】

本実施の形態では、行列$H^H H$の固有ベクトルを用いて送信ビーム形成を行う。なお、ここで、行列H^Hとは、行列Ｈの複素共役転置行列である。そこで、行列$H^H H$の性質について以下に概要を示す。行列$H^H H$の固有値をλ_n、固有ベクトルをe_n（ｎ＝１，２，・・・，Ｎ）とし、

$E = [e_1, e_2, \cdots, e_N]$

$\Lambda = diag[\lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_N]$

を定義すると、次式が成り立つ。

$H^H H = E \Lambda E$

ここで、$H^H H$はエルミート行列であり、行列Ｅはユニタリ行列となる。従って、以下の関係を満たす。

$E^H E = E E^H = I$

このような行列の性質を用いて本実施の形態の方法について説明する。

【００３８】

本実施の形態では、ウエイト制御部５３において送信ウエイトを$w_n = e_n$として伝送する。このとき、受信ベクトル$x(p) = [x_1(p), \cdots, x_M(p)]^T$は次式で与えられる。

$$x(p) = \sum_{k=1}^{K} a_k \, s_k(p) + z(p)$$

$$a_k = H\ w_k$$

ここで、a_kは受信局から見た等価的な信号kの伝搬ベクトルである。行列$A=[a_1, \cdots, a_N]$, $W=[w_1, \cdots, w_N]$を定義すると、次式が成り立つ。

$$A^H A = W^H\ H^H H\ W$$
$$= E^H\ H^H H\ E$$
$$= \Lambda$$

この結果より、等価伝搬ベクトルa_kは互いに直交することが分かる。従って、ウエイト制御部６３において受信ウエイト$v_k = a_k^*$を用いてアンテナ間でアレー信号処理を行うと、信号kに対する出力kは

$$y_k(p) = a_k^H x(p)$$
$$= \lambda_k\ s_k(p) + a_k^H\ z(p)$$

となり、他の信号は除去される。このように、ウエイト制御部５３で送信ウエイトを$w_n = e_n$とし、ウエイト制御部６３で受信ウエイトを$v_k = (H\ w_k)^*$とすることにより、K個の送信信号を相互に干渉なく伝送できる。この通信路を以下直交チャネルと呼ぶ。この方法により、通信品質の劣化なく、従来方法よりも高速な伝送に対応可能となる。なお、固有方程式$H^H H w_k = \lambda_k w_k$の左側からHを加えると、$H^* H^T v_k = \lambda_k v_k$の関係が成り立つ。従って、送信ウエイト$v_k$は$H^* H^T$の固有ベクトルとなっている。なお、ここで、$H^*$は、行列Hの共役転置行列であり、$H^T$は、行列Hの転置行列である。

【００３９】

また、ここでは本実施の形態の通信容量を把握するため、シャノン容量の指標に基づいて通信容量を測定する。簡単のため、雑音ベクトルが受信局の各アンテナで無相関である状態、すなわち$E[z\ z^H] = P_z I$の関係を満たす場合を想定する。また、K＝Nとし、各送信ビームに対して同一電力Psの送信電力を用いるものとする。このとき、a_kの間の直交性より、各出力における雑音$a_k^H\ z(p)$は無相関となる。結局、信号kの信号電力は$Ps\lambda_k^2$雑音電力は$P_z\lambda_k$となり、送信ウエイトw_k受信ウエイトv_kで形成されるk番目の直交チャネルのＳＩＮＲは$(Ps/P_z)\lambda_k$で与えられる。送受信局間では等価的にN個の直交チャネルが形成され、通信容量は次式で与えられる。

$$C = \Sigma_{k=1}^{K}\ \log_2(1+(Ps/P_z)\lambda_k)$$

従来のビーム形成では、通信容量はこの１チャネル分であったので、本方法によって通信容量は大きく向上する。

【００４０】

また、スペースタイムコーディングを用いた場合の通信容量は次式で与えられる。

$$C = \log_2 \det(I+(P_s/P_z)H^H H)$$
$$= \Sigma_{k=1}^{N} \log_2 (1+(P_s/P_z)\lambda_k)$$

このように、各ビームへ同一送信電力を割当てた場合には、通信容量はスペースタイムコーディングを用いた場合と一致する。

【００４１】

なお、本実施の形態では伝搬ベクトルHの情報を用いてウエイト決定する。伝搬ベクトルHの推定方法としてこれまでにさまざまな方法が考えられているが、ここでは既存のどのような方法でHを推定しても構わない。また、必ずしも各送信ビームの電力を全て一定としなくても良い。（全送信電力一定のもとで）送信ビームごとの電力を変化させると、さらに全体の通信容量を向上させることも可能である。その際には、スペースタイムコーディングを用いた場合よりもさらに通信容量を向上させることもできる。

【００４２】

このように、本実施の形態の方法を用いると、従来のビーム形成法よりも大きな通信容量が可能である。また、スペースタイムコーディングを用いる手法と比べても同等若しくはそれ以上の通信容量を確保することが可能である。

【００４３】

以上のように、本実施の形態によれば、伝搬路情報を用いて送信ウエイトを決定するこ

とにより、複数の相互に干渉のない直交チャネルを構築することが可能となる。

【００４４】

実施の形態７．

本実施の形態では、上述の実施の形態５の複数の送受信ビームを用いた伝送方式における伝搬路Ｈの推定法の一例について述べる。図７に本実施の形態における送受信局の構成を示す。図７において、６は伝搬路、７は受信局（受信用ウエイト乗算装置）、２０は送信信号に対応する受信フィルタである。

【００４５】

送信局では、伝搬路Ｈを推定するにあたり、通信要求信号生成部５２においてアンテナごとに異なる信号を送信する。この際、送信する信号がサンプル１～サンプルｐ０の範囲内で、直交するように各送信信号を設定する。すなわち、各アンテナに対応する送信信号$s_1(t), \cdots, s_k(t), \cdots, s_N(t)$は次式の関係を満たす。

$$\sum_{p=1}^{p=p_o} s_{k1}(p)\, s_{k2}(p)^* = \begin{cases} p0 & k1=k2 \text{ のとき} \\ 0 & \text{その他のとき} \end{cases}$$

このような直交信号を各アンテナから送信する。この際、各送信信号は同一シンボル時間を有し、同一タイミングでアンテナから送信される。

【００４６】

受信アンテナｍでの受信信号$x_m(p)$は次式で表される。

$$x_m(p) = \sum_{n=1}^{N} h_{mn}\, s_n(p) + z_m(p)$$

各受信アンテナ５６に続く伝搬路推定部５７では各送信信号に対応する整合フィルタが用意されている。受信アンテナｍ、信号ｋに対応する整合フィルタ２０の出力$g(m, k)$は次式で与えられる。

$$g(m,k) = (1/p0)\sum_{p=1}^{p_o} s_k(p)^*\, x_m(p) = h_{mk} + (1/p0)\sum_{p=1}^{p_o} s_k(p)^* z_m(p)$$

第２項は雑音項であり、ｐ０が大きければ大きいほど雑音は小さくなる。

【００４７】

このように、送信側の各アンテナから直交信号を送信することにより、伝搬路推定を行うことができる。

【００４８】

ここでは送信側から信号を送信し、受信側の伝送路推定部５７で伝搬路推定を行う方法について説明した。得られた伝搬路情報に基づき、受信ウエイトを決定することが可能である。ウエイト決定法の一例は実施の形態６に示しているが、それ以外のウエイト決定法にも適用可能である。なお、実施の形態６に基づけば、推定されたＨを用いて、ウエイト計算部６１で行列$H^* H^T$の固有値分解を行い、Ｍ個の固有ベクトルを各ビームの受信ウエイトとする。このウエイト決定方法を図１１に示す。なお、必ずしもＭ個の全てのウエイトを用いる必要はなく、１～Ｍ個の範囲内において受信ビームを形成することが可能となる。

【００４９】

ここまでは、送信側（Ａ局）から直交信号を送信し、受信側（Ｂ局）で伝搬路推定を行った。逆に、同様の制御を受信側（Ｂ局）から送信側（Ａ局）に行うことも可能である。すなわち、Ｂ局の各アンテナから直交信号を送信し、送信側（Ａ局）で伝搬路推定を行う。図８に本制御における送受信局の構成を示す。このように、Ａ，Ｂ局相互で伝搬路推定を行うことが可能となる。

【００５０】

なお、実施の形態６に基づけば、推定されたＨを用いて行列$H^H H$の固有値分解を行い、Ｎ個の固有ベクトルを情報通信時の各ビームの送信ウエイトとする。このウエイト決定方法を図１２に示す。なお、必ずしもＮ個の全てのウエイトを用いる必要はなく、１～Ｎ個の範囲内において送信ビームを形成することが可能となる。

【００５１】

このように、Ａ，Ｂ局相互で伝搬路情報を把握することにより、伝搬路推定結果Ｈを用

いて送受信ウエイトを決定できる。

【００５２】

以上のように、本実施の形態によれば、伝搬路情報を用いて受信ウエイトを決定することにより、複数の相互に干渉のない直交チャネルを構築することが可能となる。

【００５３】

実施の形態８.

本実施の形態では、実施の形態５の複数の送受信ビームを用いた伝送方法において、受信側で干渉信号が存在する場合の効果的な送受信ウエイトの決定法に関するものである。図９に本実施の形態における送受信局の構成を示す。図９において、５は送信局（送信用ウエイト乗算装置）、６は伝搬路、７は受信局（受信用ウエイト乗算装置）である。

【００５４】

本実施の形態では実施の形態１と同様に、受信ベクトルｘ（ｐ）＝［x_1（ｐ），・・・，x_M（ｐ）］^{T}は次式で与えられる。

$$x(p)=\Sigma_{k=1}^{K} H w_k s_k(p)+z(p)$$

ここで、ｚ（ｐ）は干渉雑音ベクトルであり、雑音のみならず干渉成分も含んでいる。また、アンテナ間でも相関が存在し、$R_{IN}=E[z(p)z(p)^H]$の関係を満たす。

【００５５】

本実施の形態では、受信側で$R_{IN}^{-1}*H*H^T$の固有ベクトルを用いて受信ビームを形成する。また、送信側では$H^H R_{IN}^{-1} H$の固有ベクトルを用いて送信ビームを形成する。すなわち、送受信ベクトルはそれぞれ次式を満たす。

$$H^H R_{IN}^{-1} H w_n=\rho_n w_n$$

$$R_{IN}^{-1}*H*H^T v_n=\rho_n v_n$$

ここで、R_{IN}は受信局における干渉雑音行列でありある。また、ρ_nは固有値を表すが、$H^H R_{IN}^{-1} H$と$R_{IN}^{-1}*H*H^T$は同一固有値を持つ。

【００５６】

このようなウエイトを用いると、受信局で干渉信号が存在する場合にも干渉を抑えつつ、所望の送信局からの信号を高品質に受信することが可能となる。なお、受信局においてR_{IN}，Ｈを推定するさまざまな方法が考えられるが、その方法はどのような方法であっても構わない。

【００５７】

また、R_{IN}の代わりに全受信信号の相関行列Ｒ＝Ｅ［ｘ（ｐ）ｘ（ｐ）^{H}］を用いる構成でも良い受信品質が得られる。図１０に本実施の形態における送受信局の構成を示す。この場合には、送受信ウエイトの満たす固有方程式はそれぞれ

$$R^{-1}*H*H^T v_n=\rho_n v_n$$

となる。このような構成によっても、受信局で干渉信号が存在する場合にも干渉を抑えつつ、所望の送信局からの信号を高品質に受信することが可能となる。なお、受信局においてＲ，Ｈを推定するさまざまな方法が考えられるが、その方法はどのような方法であっても構わない。

【００５８】

以上のように、本実施の形態においては、伝搬路情報を用いて送信ウエイトを決定することにより、受信局においてアンテナ間で相関のある干渉成分が存在する場合にも、複数の相互に干渉のない直交チャネルを構築することが可能となる。

【００５９】

実施の形態９.

本実施の形態では、実施の形態８における受信ウエイト形成法のうち、特に高速ウエイト演算を可能とする方法に関するものである。図１３に本実施の形態における送受信局の構成を示す。

【００６０】

本実施の形態では、情報通信開始前に受信ウエイトを決定するにあたり、送信局からア

ンテナごとに異なる信号を送信する。この際、送信信号がサンプル１～サンプルｐ０の範囲内で、直交するように各送信信号を設定する。すなわち、各アンテナに対応する送信信号$s_1(t), \cdots, s_k(t), \cdots, s_K(t)$は次式の関係を満たす。

$$\Sigma_{p=1}^{p=p_0} s_{k1}(p) s_{k2}(p)^* = p_0 \quad k1=k2\text{のとき}$$
$$= 0 \quad \text{その他のとき}$$

このような直交信号を各アンテナから送信する。この際、各送信信号は同一シンボル時間を有し、同一タイミングでアンテナから送信される。

【００６１】

受信アンテナｍでの受信信号$x_m(p)$は次式で表される。

$$x_m(p) = \Sigma_{n=1}^{N} h_{mn} s_n(p) + z_m(p)$$

ここで、$z_m(p)$は干渉雑音成分であり、アンテナ間で相関を有している。

【００６２】

各受信アンテナに後続する伝搬路推定部５７では各送信信号に対応する整合フィルタが用意されている。受信アンテナｍ、信号ｋに対応する整合フィルタの出力$g(m, k)$は次式で与えられる。

$$g(m,k) = (1/p_0) \Sigma_{p=1}^{p_0} s_k(p)^* x_m(p)$$
$$= h_{mk} + (1/p_0) \Sigma_{p=1}^{p_0} s_k(p)^* z_m(p) \quad (2)$$

第２項は干渉雑音項であり、ｐ０が大きければ大きいほど雑音は小さくなる。このように、送信側の各アンテナから直交信号を送信することにより、伝搬路Ｈを推定することができる。

【００６３】

さらに、受信信号の相関行列を次式により推定する。

$$\Phi = \Sigma_{p=1}^{p=p_1} x(p) x(p)^H \quad (3)$$

ここで、式（２）と式（３）のΣの範囲は異なっていても構わない。

【００６４】

ここでは送信側から信号を送信し、受信側の伝送路推定部５７で伝搬路推定を行う方法について説明した。得られた伝搬路情報に基づき、受信ウエイトを決定することが可能である。ウエイト決定法の一例は実施の形態８に示しているが、それ以外のウエイト決定法にも適用可能である。なお、実施の形態８に基づけば、推定されたΦ，Ｈを用いて、ウエイト計算部６１で行列$\Phi^{-1} * H * H^T$の固有値分解を行い、Ｍ個の固有ベクトルを各ビームの受信ウエイトとする。このウエイト決定方法を図１１に示す。なお、必ずしもＭ個の全てのウエイトを用いる必要はなく、１～Ｍ個の範囲内において受信ビームを形成することが可能となる。

【００６５】

以上のように、本実施の形態においては、高精度な伝搬路推定を用いて高精度なウエイトの決定が可能となる。

【００６６】

実施の形態１０．

本実施の形態は、実施の形態８における受信ウエイト形成法のうち、特に高速ウエイト演算を可能とする実施の形態９とは異なる方法に関するものである。具体的には、相関行列演算方法が異なる。図１９に本実施の形態における送受信機の構成を示す。

【００６７】

本実施の形態では、情報通信開始前に受信ウエイトを決定するにあたり、送信機からアンテナごとに異なる送信信号$s_1(t), \cdots, s_k(t), \cdots, s_K(t)$を各アンテナから送信する。この際、各送信信号は同一シンボル時間を有し、同一タイミングでアンテナから送信される。

【００６８】

受信アンテナｍでの受信信号$x_m(p)$は次式で表される。

$$x_m(p) = \Sigma_{n=1}^{N} h_{mn} s_n(p) + z_m(p)$$

ここで、$z_m(p)$は干渉雑音成分であり、アンテナ間で相関を有している。ここで、ｐ

＝１は送信信号s_n（ｐ）の開始サンプルであり、ｐ＝＜０ではs_n（ｐ）＝０である。

【００６９】

各受信アンテナに後続する伝搬路推定部５７（図１８参照）では各送信信号に対応する整合フィルタが用意されている。受信アンテナｍ、信号ｋに対応する整合フィルタの出力ｇ（ｍ，ｋ）は次式で与えられる。

$$g(m,k)=(1/p0)\Sigma_{p=1}^{p0} s_k(p)^* x_m(p)$$
$$=h_{mk}+(\text{雑音干渉項})$$

第２項は干渉雑音項であり、ｐ０が大きければ大きいほど雑音は小さくなる。このように、送信側の各アンテナから信号を送信することにより、伝搬路Ｈの（ｍ，ｋ）要素をｇ（ｍ，ｋ）として推定する。

【００７０】

また、本実施の形態では、受信信号の相関行列を次式により推定する。

$$\Phi_{IN}=\Sigma_{p<=0} x(p)x(p)^H$$

ここでは、ｐ＜＝０の送信信号s_k（ｐ）が存在しない区間を用いて干渉雑音成分のみを推定している。

【００７１】

このように計算した結果から行列$\Phi_{IN}^{-1}{}^*H^*H^T$の固有値分解を行い、Ｍ個の固有ベクトルを各ビームの受信ウエイトとする。このウエイト決定方法を図１１に示す。なお、必ずしもＭ個の全てのウエイトを用いる必要はなく、１～Ｍ個の範囲内において受信ビームを形成することが可能となる。

【００７２】

本実施の形態では、送信信号s_1（ｔ），・・・s_k（ｔ），・・・，s_K（ｔ）の存在しない区間を用いて、あらかじめ干渉雑音成分の相関行列Φ_{IN}を計算する。このように干渉雑音成分の相関行列演算を予め行うことにより、精度のよい相関行列を得ることができる。また、$\Phi_{IN}^{-1}H^*H^T$　の固有値分解の際によい受信ウエイトと固有値を得ることが可能となる。

【００７３】

実施の形態１１．

本実施の形態では、実施の形態５の複数の送受信ビームを用いた伝送方式において、送信ウエイトを決定する一方法に関するものである。本実施の形態では、受信ウエイトv_kを先に決め、その結果を利用して送信ウエイトを決定する。図１４に本実施の形態における送受信局の構成を示す。

【００７４】

Ｂ局の受信ウエイトv_kが決まると受信局では通信要求応答信号生成部６２において送信信号r_k（ｐ）を用意し、ウエイト制御部６３において既に決定したウエイトv_kを乗じた後各アンテナから送信する。Ａ局では信号r_k（ｐ）の整合フィルタを各アンテナに用意し、各アンテナでの検出値q_{kn}をベクトル化（$q_k=[q_{k1}, q_{k2}, \cdots, q_{kN}]^T$）する。また、最終的にウエイト解析部５４において送信ウエイトを$w_k=q_k^*$又は$w_k=q_k^*/|q_k|$として推定する。ここで、|・|はベクトルのノルムを表す。この方法は、受信局におけるv_kの決定方法にかかわらず用いることが可能である。

【００７５】

この関係を数式的に説明すると、以下のようになる。実施の形態５～８では、送信ウエイトw_kと受信ウエイトv_kは以下の関係を満たしている。

$$v_k=(Hw_k)^*$$

つまり、$V=[v_1, \cdots, v_K]$，$W=[w_1, \cdots, w_K]$を用いると、次式に書きなおすこともできる。

$$HW=V^*$$
$$H^HHW=H^HV$$
$$WA=H^HV^*$$
$$W^*\Lambda^*=H^TV$$

この式において、右辺はＢ局からベクトルv_mで信号送信を行った際にＡ局で受け取る受信ベクトルを表している。このように、Ａ局ではＢ局からの信号を用いて送信ウエイトを決定することが可能となる。

【００７６】

以上のように、本実施の形態によれば、受信側のビーム形成に用いる受信ウエイトを最初に決定し、受信ウエイトを用いて受信側から信号を伝送して送信側で該信号を受信し、その受信データをもとに送信ウエイトを決定することで、送信ウエイトを少ない制御量で効率的に決定することができる。

【００７７】

実施の形態１２．

本実施の形態では、実施の形態１１において端末Ｂの各アンテナから送信する信号r_k（ｐ）に関するものである。

【００７８】

本実施の形態では、送信信号r_k（ｐ）として以下に示す時間的に直交した信号を用いる。

$$\Sigma_{p=1}^{p=p_0} r_{k1}(p)\, r_{k2}(p)^* = \begin{cases} p_0 & k1=k2 \text{ のとき} \\ 0 & \text{その他のとき} \end{cases}$$

このような直交信号を用いることにより、Ａ局でのより高精度な伝搬路推定を行う。

【００７９】

以下に、Ａ局での詳細な信号処理を示す。Ａ局では以下に示す信号を受信する。

$$x_A(p) = \Sigma_{n=1}^{N} H^T v_n\, r_n(p) + z_A(p)$$

ここで、z_A（ｐ）は端末Ａにおける雑音成分を表す。Ａ局では信号を受信すると信号r_k（ｐ）に対応した整合フィルタを用いて、次式の相関演算を行う。

$$q_n = (1/p_0)\Sigma_{p=1}^{p_0} r_k(p)^*\, x_A(p)$$
$$= H^T v_n + (\text{雑音成分})$$

実施の形態１１で説明したように、$H^T v_n = \lambda^*_n w_n{}^*$の関係にある。そこで、送信ウエイトを$w_k = q_k{}^*$又は$w_k = q_k{}^* / |q_k|$として推定する。

【００８０】

本実施の形態では、Ｂ局からの送信信号として時間的に直交関係にある信号を複数のビームから同時送信することによって、Ａ局における伝搬路推定ベクトルq_nをよい精度で推定することができる。

【００８１】

実施の形態１３．

本実施の形態では、実施の形態５の複数の送受信ビームを用いた伝送方式において、一部の直交チャネル（ビーム）のみを選定して通信を行う方法に関するものである。

【００８２】

実施の形態７では送信側から信号を送信し、受信側の伝送路推定部５７で伝搬路推定を行う方法について説明した。本実施の形態では、通信チャネル検索部５８において、伝搬路推定部５７からでの推定結果に基づき、行列$H^* H^T$の固有値分解を行い、Ｍ個の固有値λ_kを算出する。

【００８３】

実施の形態６では各直交チャネルのＳＩＮＲは（Ｐｓ／P_z）λ_kで与えられ、行列$H^* H^T$の固有値と大きく関連していることを示したが、ここでは固有値λ_kを用いて該直交チャネルが利用可能であるか否かの判断を行う。すなわち、使用チャネル選択部５９では固有値λ_kの値に応じて利用の可否を決定する。具体的な決定方法の１つとしては固有値λ_kが閾値λ_{th}以上であれば利用し、それ以外の場合には利用しない構成が考えられる。しかし、他の決定方法であっても構わない。

【００８４】

次に、電力配分計算部６０では、選択した固有値λ_kを用いて必要な送信電力値を決定し、直交チャネルで用いる送信電力値を決定する。電力配分計算部６０で特別な処理を行

わない場合には、選択したチャネルに対して均等な電力が配分される。また、直交チャネルごとに変調方式又は符号化方法を変えることも可能である。この場合にも固有値λ_kに基づき、利用する変調方式又は符号化方法を決定する。また、特別な処理を行わない場合には、標準的なＱＰＳＫ信号が選択される。

【００８５】

図２０に送信電力、変調方式及び符号化方法を決定する方法の一例を示す。本図に示すように、Ｂ局は固有値λｋに対応して送信電力、変調方式及び符号化方法を決定するためのテーブルを有している。Ｂ局は固有値λｋを算出すると本図のテーブルに基づき、固有値λｋの大きさに応じて変調方式と符号化方法を決定する。なお、本図では一例として送信電力、変調方式及び符号化方法を同時に決定する場合を示したが、固有値λｋから送信電力、変調方式または符号化方法の一部のみを決定することも可能である。

【００８６】

また、Ｂ局は選択した直交チャネル及びそのチャネルで用いる電力配分、変調方式、符号化法を決定すると、実施の形態７と同じくウエイト計算部６１において受信ウエイトをv_kとする。ここで、受信ウエイトは行列$H^* H^T$の固有ベクトルとして与えられるが、固有ベクトルは、通信チャネル検索部５８において、行列$H^* H^T$の固有値を計算する際に同時に得ることも可能である。ここでは、ウエイト計算部６１において独立に計算を行っても通信チャネル検索部５８での結果を利用しても構わない。

【００８７】

このように、受信ウエイトv_kを決定すると、Ｂ局は実施の形態１１に示す方法により、通信要求応答信号生成部６２において送信信号$r_k(p)$を用意し、ウエイトv_kに対応した送信ビームを用いてＡ局に信号を伝送する。図２１にＢ局からＡ局へ送信する信号フォーマットの一例を示す。本送信信号はでは送信信号$r_k(p)$のあとに、さらに要求送信電力、要求変調方式、要求符号化方法に関するデータが含まれている。実施の形態１１に示すようにＡ局ではＢ局からの信号を受信すると、ウエイト解析部５４において送信ウエイトを$w_k = q_k^*$又は$w_k = q_k^* / |q_k|$として推定する。また、要求送信電力、要求変調方式、要求符号化方法に関するデータを受信することにより、通信時に用いる送信電力、変調方式、符号化方法を決定することができる。なお、図２１の信号フォーマットは一例であり、他のフォーマットでも構わない。

【００８８】

このような一連の操作によって、送受信局では直交チャネルの中からいくつかのチャネルを選択して、通信に利用することができる。なお、ここでは実施の形態７の伝送方式の場合を例に固有値λ_kに応じて、ビームを選定して通信を行う方法を示したが、実施の形態８、９で示す干渉信号が存在する場合には、行列$\Phi^{-1*} H^* H^T$の固有値分解を行い、得られた固有値ρ_nに応じて同様のビーム選定、送信電力、変調方式、符号化法の決定を行う。従って、本実施の形態で述べたビーム選定、送信電力、変調方式、符号化法の決定は行列$\Phi^{-1*} H^* H^T$の固有値分解を行う場合にも適用可能である。

【００８９】

実施の形態１４．

本実施の形態では、実施の形態１３の複数の送受信ビームを用いた伝送方式において、一部の直交チャネル（ビーム）のみを選定して通信を行う際に、基地局が利用する直交チャネルを認識する方法に関するものである。

【００９０】

実施の形態１３において、Ｂ局は使用チャネル検索部において利用するチャネルを決定する。受信ウエイトv_kを決定した後、Ｂ局は通信要求応答信号生成部６２において送信信号$r_k(p)$を用意するが、この際に利用チャネルに対応する受信ウエイトv_kのみを用いてＡ局へ送信信号$r_k(p)$を送信する。

【００９１】

また、Ａ局ではウエイト解析部５４において送信信号$r_k(p)$に対応する整合フィルタを用いて信号受信（実施の形態１１）し、ベクトルq_kを算出するが、検出されるベク

トルq_kは利用チャネルに対応するベクトルのみとなる。これは、利用チャネルに対応する送信信号$r_k(p)$のみをＢ局から送信するためである。従って、Ａ局ではウエイト解析部５４において検出されたベクトルq_kの電力レベルにより、Ｂ局が利用しようとしているチャネルを認識することができる。この場合には、制御情報を送らなくてもＡ局はベクトルq_kの電力レベルにより、利用しようとするチャネルを認識できる。

【００９２】

また、Ａ局は利用チャネルのベクトルq_kから送信ウエイトw_kを決定し、利用チャネルのみを用いてＡ局からＢ局への情報通信を開始することができる。なお、特別な処理を行わない場合にはＡ局は利用する各直交チャネルにおいてあらかじめ決められた同一の電力で信号送信を行う。

【００９３】

以上のように、本実施の形態によれば、制御信号を用いることなく利用するチャネルを他方の局に通知することができる。

【００９４】

実施の形態１５．

本実施の形態では、実施の形態１３の複数の送受信ビームを用いた伝送方式において、一部の直交チャネル（ビーム）のみを選定して通信を行う際に、基地局が利用する直交チャネルと同時に情報通信時の送信電力及び変調方法を認識する方法に関するものである。

【００９５】

実施の形態１３において、Ｂ局は使用チャネル検索部５８において利用するチャネルを決定する。受信ウエイトv_kを決定した後、Ｂ局は通信要求応答信号生成部６２において送信信号$r_k(p)$を用意するが、この際に利用チャネルに対応する受信ウエイトv_kのみを用いてＡ局へ送信信号$r_k(p)$を送信する。この際、Ｂ局からの送信信号$r_k(p)$には情報通信を行う際の要求送信電力及び要求変調方式が含まれる。送信信号$r_k(p)$内での要求送信電力及び要求変調方式の記述方法はあらかじめ決定される方法に従うが、一例としてスペクトル拡散を利用する方法がある。すなわち、Ｂ局の各ビームからの直交した送信信号$r_k(p)$を拡散信号として、その上に要求送信電力及び要求変調方式の情報を乗じて送信する。Ａ局では、ウエイト解析部において、対応する整合フィルタを用いて信号受信することにより逆拡散を行い、要求送信電力及び要求変調方式に関するデータを抽出する。

【００９６】

このような方法により、Ａ局は利用する各直交チャネルにおける要求送信電力及び要求変調方式を把握できる。

【００９７】

実施の形態１６．

本実施の形態は、ＭＩＭＯシステムにおいて送受信ウエイトを決定する制御方法と同時にアクセス制御を行う方法に関するものである。

【００９８】

図２２は本実施の形態の制御方法及びアクセス方法を説明する図であり、送受信を行う端末Ａ，Ｂ以外にも端末Ｃ，Ｄが存在している。以下では、送信局を端末Ａ、受信局を端末Ｂとして本実施の形態のウエイト制御方法及びアクセス方法を説明する。本実施の形態では、端末Ａからの端末Ｂへ要求（ＲＥＱ；ｒｅｑｕｅｓｔ）信号を送信し、端末Ｂから端末Ａへのチャネル通知（ＲＥＰ；ｒｅｐｏｒｔ）信号を返信する。この２段階の信号伝送を用いて送受信ウエイトを決定する。図２３は本実施の形態の制御で用いる信号フォーマットの一例である。図２３（ａ）はＲＥＱ信号の一例、（ｂ）はＲＥＰ信号の一例を表している。図２４、２５、２６はそれぞれ本実施の形態におけるＲＥＱ信号、ＲＥＰ信号、通信信号伝送時の各端末における動作を示している。

【００９９】

以下、本実施の形態について説明する。端末Ａは送信したい情報が発生すると、ＲＥＱ信号を用いて端末Ｂにその旨を通知する。この段階で端末Ａは端末Ｂの正確な位置を把握

しておらず、端末Ａの周辺には端末Ｂ以外にも端末Ｃ，Ｄが存在する。このような状況の中で、ＲＥＱ信号を用いて端末Ｂ，Ｃ，Ｄの中から端末Ｂをサーチし、通信開始要求を行う。

【０１００】

図２３（ａ）に見られるように、ＲＥＱ信号はパイロット信号部と制御信号により構成される。ここで、パイロット信号の一例としては実施の形態９で示した端末Ａから時間的に直交した信号を送信する構成がある。また、制御信号部の一例としては図２３（ａ）に示す送受信端末のユーザＩＤを含む構成がある。ここで、ＲＥＱ信号のパイロット信号部は周辺の端末Ｂ，Ｃ，Ｄに既知の信号系列である。

【０１０１】

端末Ａの周辺に存在する端末Ｂ，Ｃ，ＤはＲＥＱ信号のパイロット信号部を検出すると、ＲＥＱ信号が到来したことを認識する。次に、各端末はＲＥＱ信号の制御信号部を確認する。制御信号のユーザＩＤを確認することにより、ＲＥＱ信号が自端末に対する通信要求か否かを確認できる。

【０１０２】

図２４に示すように端末ＢはＲＥＱ信号が自端末への通信要求であることを確認すると、パイロット信号部を用いて端末Ａ，Ｂ間の伝搬状態を測定する。また、伝搬測定結果に基づき直交チャネルを算出し、各直交チャネルの利用の可否を決定する。具体的な直交チャネルの算出手順としては実施の形態９に述べた例がある。

【０１０３】

一方、端末Ｃ，ＤはＲＥＱ信号が自端末への要求信号でないことを確認すると、以後の処理を行うことなく、待機状態に入る。このように、ＲＥＱ信号の送信により、多くの端末の中から通信の対象である端末Ｂに要求信号を送ることができる。

【０１０４】

端末Ｂは直交チャネルを算出し、要求送信電力または変調方式または符号化方法を決定する。また、必要な情報をＲＥＰ信号を用いて端末Ａへ通知する。ＲＥＰ信号の一例としては、図２３（ｂ）に示すパイロット信号部と制御信号部を有する構成がある。パイロット信号部の一例としては、実施の形態１１で述べた構成が考えられる。また、制御信号部の一例として図２３（ｂ）に示すユーザＩＤと要求送信電力または要求変調方式または要求符号化方法などを含む構成がある。なお、ＲＥＰ信号のパイロット信号部は周辺の端末Ａ，Ｃ，Ｄに既知の信号系列である。

【０１０５】

図２５に示すように端末ＡはＲＥＰ信号を受信すると、その伝搬係数を推定することにより、送信ウエイトを決定する。送信ウエイトの決定方法の一例としては実施の形態１１で述べた方法がある。また、周辺端末Ｃ，Ｄ　もＲＥＰ信号の検出を行い、これから端末Ｂが通信を受信する状態に入ることを認識する。このとき、端末Ｃ，Ｄは端末Ｂの信号受信を妨害しないように新たな送信を控える。すなわち、端末Ｃ，ＤがＲＥＰ信号受信後に新たな送信を控えることで、端末Ｂは妨害を受けることなく安定した通信を行うことが可能となる（図２６）。

【０１０６】

このように、ＲＥＱ信号とＲＥＰ信号を用いた制御により送受信ウエイト制御を行うと同時にアクセス制御を行う。具体的には、ＲＥＱ信号により端末Ａは端末Ｂのサーチを行う。同時に、端末ＢはＲＥＱ信号を利用して伝搬路推定及び直交チャネルの決定を行う。また、ＲＥＰ信号では端末Ｂから端末Ａに通信に必要なデータを通知する。同時に端末Ｃ，Ｄにおける新たな通信の停止を行う。端末Ｃ，Ｄの新たな通信の停止により端末Ａ，Ｂは安定した通信を行うことが可能となる。

【０１０７】

このようにＲＥＱ信号とＲＥＰ信号を用いてウエイト制御と同時にアクセス制御を行うことにより、数多くの端末の中から対象の端末をサーチし、通信時には安定した通信を行うことが可能となる。このような制御により、無線ＬＡＮに見られる分散型のネットワー

ク環境でも安定した通信が可能となる。

【０１０８】

なお、本実施の形態に示すように、端末Ｂは端末ＡへのＲＥＰ信号を送信することにより同時に周辺端末Ｃ，Ｄへ通信停止要求を行う。この際、ＲＥＰ信号は通信に必要な空間チャネルに対してのみ通信停止要求を行うため、利用しない空間チャネルでは他の端末の通信停止は要求されない。従って、必要な空間領域のみでの通信停止を行い、周辺端末の不必要な通信停止を低減する。

【０１０９】

現在、無線ＬＡＮの分野では周辺端末の通信停止を要求する一つの方法として、ＲＴＳ（Request to send）／ＣＴＳ（Clear to send）プロトコルが知られている。そこでは通信を開始するに当たって、受信端末（受信局）は全方向に対して一様にＣＴＳ（Clear to send）信号を送信し、ＣＴＳ信号を受信した周辺端末は一定時間通信を停止する。

【０１１０】

しかし、本実施の形態に見られるように、方向別に必要な空間チャネルのみに対して通信停止要求を行うことにより、不必要な周辺端末の通信停止を低減することができる。この通信停止制御は受信局がビーム形成を行うあらゆる環境で適用可能である。

【０１１１】

本実施の形態では、送信局及び受信局が複数のアンテナを用いる場合に対して、他の端末Ｃ，Ｄの通信停止を行う場合の説明を行ったが、方向別の通信停止制御の利用方法は、その場合に限られるものではない。通信停止の制御方法は、上述の本実施の形態に限らず、送信局及び受信局が単一のアンテナを用いる場合をはじめ、受信局がビーム形成を行うあらゆる環境で適用可能である。

【０１１２】

実施の形態１７．

本実施の形態は、マルチキャリア通信システムにおいてＭＩＭＯシステムを実現する方法に関するものである。

【０１１３】

最近無線通信では、より高速伝送、高速移動の可能なシステムへの要求が高く、無線周波数帯において広帯域な信号の伝送を行う必要が生じている。広帯域信号の伝送に関しては、複数のキャリアを同時に用いて信号の並列伝送を行うマルチキャリア方式が特に注目を集めている。マルチキャリア伝送方式では、低速なデータを周波数上で並列に配置し、異なるキャリアを用いて同時に送信する。信号の並列伝送を行うことによって伝送速度の向上を図っている。

【０１１４】

図２７にマルチキャリア通信システムの基本構成図を示す。図に示すように、信号送信部では複数の信号を異なる複数の周波数に多重し、信号伝送する。また、受信側では異なる複数の周波数に多重した信号を分離し、各キャリアの受信信号とする。図２８は複数キャリアに多重された信号を表した図である。本図に示すように、マルチキャリア信号送信部で多重された信号は複数の周波数に多重されて伝送される。この際、各キャリアで伝送される信号は独立に扱うことができる。すなわち、シングルキャリア伝送の場合と同じく、各キャリアごとに個別に扱うことができる。

【０１１５】

従って、実施の形態１～１６ではシングルキャリア伝送の場合を対象に説明したが、同様の信号処理はマルチキャリア伝送方式でも適用できる。

【０１１６】

図２９にマルチキャリア伝送システムに本発明のＭＩＭＯシステムを適用した信号処理構成を示す。本図に示すように各キャリアごとに実施の形態１～１６に示すＭＩＭＯシステムを構成することにより、マルチキャリア伝送方式に対しても本発明のＭＩＭＯシステムを適用することができる。また、マルチキャリア伝送方式に適用することによって、周波数と空間領域を有効に利用した高速伝送が可能となる。

【０１１７】
この発明は、以上のように構成されているので、下記の効果を奏する。
【０１１８】
この発明は、Ｋ個の送信信号をそれぞれＮ個ずつ複写し、それぞれに対して異なる送信用ウエイトを乗算し、それらをＫ個ずつ信号合成することによりＮ個の送信ビームを形成して送信する１以上の送信局と、送信されたＮ個の前記送信ビームをＭ個の構成要素からなるＫ個の受信ベクトルとして受信し、それぞれに対して異なる受信用ウエイトを乗算し、それらをＭ個ずつ信号合成することによりＫ個の受信ビームを形成する１以上の受信局とを備えた無線伝送装置であるので、複数の送受信ビームを用いることにより、複数の信号を同時に並列伝送することが可能となる。
【０１１９】
また、前記受信局の前記受信用ウエイトは、ＭＭＳＥ合成基準または最大比合成法を用いて決定されるので、信号受信にふさわしい受信ビームのウエイト演算法を用いることにより、高品質な信号受信が可能となる。
【０１２０】
また、前記受信局の個々の前記受信ビームにおける前記受信用ウエイトの乗算演算において、共通の相関行列を用いるので、複数の受信ビーム形成に際してウエイト演算の際の相関行列演算を共通化することにより、演算量の削減が可能となる。
【０１２１】
また、前記送信局において用いられる各前記送信用ウエイトは、相互に直交しているため、送信局において相互に直交した送信用ウエイトを用いて送信することにより、伝播情報等を用いなくとも相互のチャネルを直交に近い状態とすることが可能となる。
【０１２２】
また、前記送信局はＮ本の送信アンテナを有し、前記受信局はＭ本の受信アンテナを有しており、Ｎ本のうちの１つの送信アンテナｎからＭ本のうちの１つの受信アンテナｍへの伝搬係数をh_{mn}、送受信局間の伝搬特性を行列Ｈ＝［h_{mn}］、干渉成分のアンテナ間の相関行列をR_{IN}、全受信信号のアンテナ間の相関行列をＲと表したときに、行列$H^{H}H$、行列$H^{H}R_{IN}^{-1}H$、または、行列$H^{H}R^{-1}H$の複数の固有ベクトルを前記送信用ウエイトとして用いるので、伝搬路情報を用いて送信ウエイト決定することにより、受信局においてアンテナ間で相関のある干渉成分が存在する場合にも、複数の相互に干渉のない直交チャネルを構築することが可能となる。
【０１２３】
また、前記送信局はＮ本の送信アンテナを有し、前記受信局はＭ本の受信アンテナを有しており、Ｎ本のうちの１つの送信アンテナｎからＭ本のうちの１つの受信アンテナｍへの伝搬係数をh_{mn}、送受信局間の伝搬特性を行列Ｈ＝［h_{mn}］、干渉成分のアンテナ間の相関行列をR_{IN}、全受信信号のアンテナ間の相関行列をＲと表したときに、行列$H^{*}H^{T}$、行列$R_{IN}^{-1}{}^{*}H^{*}H^{T}$、または、行列$R^{-1}{}^{*}H^{*}H^{T}$の複数の固有ベクトルを前記送信用ウエイトとして用いるので、伝搬路情報を用いて送信用ウエイトを決定することにより、受信局においてアンテナ間で相関のある干渉成分が存在する場合にも、複数の相互に干渉のない直交チャネルを構築することが可能となる。
【０１２４】
また、前記送信局はＮ本の送信アンテナを有し、前記受信局はＭ本の受信アンテナを有しており、Ｎ本のうちの１つの送信アンテナｎからＭ本のうちの１つの受信アンテナｍへの伝搬係数をh_{mn}、送受信局間の伝搬特性を行列Ｈ＝［h_{mn}］、干渉成分のアンテナ間の相関行列をR_{IN}、全受信信号のアンテナ間の相関行列をＲと表したときに、行列$H^{*}H^{T}$、行列$R_{IN}^{-1}{}^{*}H^{*}H^{T}$、または、行列$R^{-1}{}^{*}H^{*}H^{T}$の複数の固有値を用いて、前記送受信ビーム、変調方式、送信電力および／または符号化方法を決定するので、伝搬路情報を用いて利用すべき直交チャネルを選択することが可能となる。
【０１２５】
また、この発明は、送受信局はそれぞれ複数のアンテナを備え、送受信局の一方からア

ンテナ間で時間的に直交する信号をアンテナごとに個別に送信し、前記送受信局の他方は、送信された信号に対応する整合フィルタをアンテナごとに備え、前記整合フィルタの出力を用いて伝搬路推定を行うので、伝搬路推定を行う際に、アンテナごとに時間的に直交する信号を用いて伝送することにより、高精度な伝搬路推定が可能となる。

【０１２６】

また、前記送受信局はそれぞれ複数のアンテナを備え、送受信局の一方からアンテナ間で時間的に直交する信号をアンテナごとに個別に送信し、前記送受信局の他方は、送信された信号に対応する整合フィルタをアンテナごとに備え、前記整合フィルタの出力を用いて伝搬路推定を行うので、整合フィルタを用いた高精度な伝搬路推定を用いて高精度なウエイト決定が可能となる。

【０１２７】

また、前記受信局で用いる前記受信用ウエイトを最初に決定し、当該受信用ウエイトを用いて前記受信局から信号を伝送して、前記送信局で当該信号を受信し、その受信データをもとに前記送信局で使用する前記送信用ウエイトを決定するので、送信ウエイトを少ない制御量で効率的に決定することができる。

【０１２８】

また、前記受信用ウエイトを用いて前記受信局から信号を伝送する際に、予め選定されたチャネルのみを用いて信号を伝送することにより、使用するチャネルを他方の局に通知するため、制御信号を用いることなく利用するチャネルを他方の局に通知できる。

【０１２９】

また、前記受信用ウエイトを用いて前記受信局から信号を伝送する際に、信号伝送する信号に要求送信電力または要求変調方式を付加することにより、情報通信時の各送受信ビームにおける要求送信電力または要求変調方式を他方の局に通知するため、各直交チャネルにおける要求送信電力、要求変調方式を通知できる。

【０１３０】

また、この発明は、通信を行うことを相手方に要求するための通信要求信号を生成する通信要求信号生成部と、生成された前記通信要求信号を相手方に送信するとともに当該通信要求信号に対する相手方からの通信要求応答信号を受信するアレーアンテナ部と、前記アレーアンテナ部において受信される前記通信要求応答信号を解析して各アンテナの送信用ウエイトを計算するウエイト解析部と、前記ウエイト解析部により計算された前記送信用ウエイトに基づいて、各アンテナの送受信用ウエイトを制御するウエイト制御部とを備えた無線伝送装置であるので、送受信局間で使用チャネルの同期を取ることが可能であり、複数チャネルを利用した効率的な通信が可能となる。

【０１３１】

また、各アンテナの送受信ウエイトを解析して送受信局の有する各アレーアンテナ間の伝送路を推定する伝送路推定部と、推定された前記伝送路から使用可能な通信チャネルを検索する通信チャネル検索部と、検索された使用可能な前記通信チャネルの中から実際の通信に使用するチャネルを選択する使用チャネル選択部と、選択された使用する各チャネルへの信号電力配分を計算する電力配分計算部と、使用チャネル情報と電力配分情報とから各アンテナの受信用ウエイトを計算するウエイト計算部と、計算された前記受信用ウエイトに基づいて、各アンテナの送受信用ウエイトを制御するウエイト制御部と、前記通信要求信号に対する通信要求応答信号を生成する通信要求応答信号生成部とを備えた無線伝送装置であるので、送受信局間で使用チャネルの同期を取ることが可能であり、複数チャネルを利用した効率的な通信が可能となる。

【０１３２】

また、送受信間で用いる複数の空間チャネルに対応する送信ウエイトと受信ウエイトとは、伝搬路に応じて設定されるので、伝搬路に合わせた高精度なウエイト決定が可能となる。

【０１３３】

また、前記送信局から制御信号が送信され、前記受信局はその制御信号を用いて複数の

空間チャネルを設定するので、通信時に安定した通信を行うことができる。

【０１３４】

また、前記受信局は、設定した前記複数の空間チャネルごとに、受信ウエイトと通信品質とを測定するためのパラメータの値を算出し、当該パラメータの値に基づいて、送受信に利用する空間チャネル、変調方式、送信電力、または、符号化方法を選定するので、通信時に安定した通信を行うことができる。

【０１３５】

また、選定された前記空間チャネルを用いて前記受信局が前記送信局へ制御信号を送信することにより、前記送信局における前記送信ウエイトが当該制御信号に基づいて決定されるので、通信時に安定した通信を行うことができる。

【０１３６】

また、送受信間で伝送する制御信号に基づいて、送受信ウエイトの制御とアクセスの制御の双方を行うので、数多くの端末の中から対象の端末をサーチし、通信時には安定した通信を行うことができる。

【０１３７】

また、前記送信局から全方向に信号が伝送されることにより、複数の受信局の中から希望する受信局がサーチされ、サーチされた前記受信局が、利用チャネルを通知する制御信号を指向性アンテナを用いて前記送信局へ送信するので、数多くの端末の中から対象の端末をサーチし、通信時には安定した通信を行うことができる。

【０１３８】

また、前記受信局から送信される前記制御信号は、前記送信局へ前記利用チャネルを通知するとともに、送受信の対象でない他の送受信局に対して送信停止を指令するものであるため、送受信の対象でない端末からの新たな通信の発生を停止することができるため、通信のさらなる安定化を図ることができる。

【０１３９】

また、この発明は、送受信を行うための複数の端末装置を備えた無線伝送装置であって、前記端末装置は、送受信の対象ではない他の端末に対して、利用方向別に、送信停止を指令するための少なくとも１以上の送信停止信号を送信するので、送受信の対象でない端末からの新たな通信の発生を停止することができるため、通信のさらなる安定化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【０１４０】

【図１】本発明の実施の形態１における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

【図２】本発明の実施の形態１における送受信ビーム形勢を表す説明図である。

【図３】本発明の実施の形態２における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

【図４】本発明の実施の形態３における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

【図５】本発明の実施の形態４における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

【図６】本発明の実施の形態６における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

【図７】本発明の実施の形態７における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

【図８】本発明の実施の形態７における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

【図９】本発明の実施の形態８における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

【図１０】本発明の実施の形態９における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

【図１１】本発明の実施の形態７及び９におけるウエイト決定方法を示した説明図である。

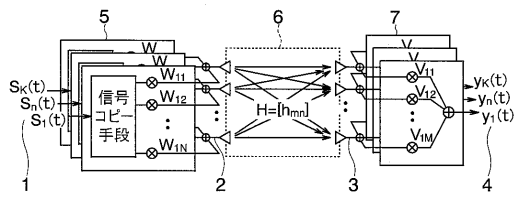
【図１２】本発明の実施の形態７における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

【図１３】本発明の実施の形態９における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。

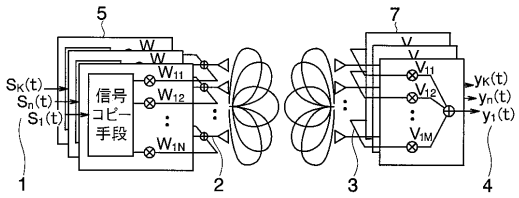
【図１４】本発明の実施の形態１１における無線伝送装置の構成を示したブロック図であ

る。
【図１５】従来技術におけるスペースタイムコーディングを利用した送受信信号処理構成の基本構成図である。
【図１６】従来技術における送受信ビーム形成を用いた送受信信号処理の基本構成図である。
【図１７】従来技術における送受信ビーム形成を用いた送受信信号処理の送受信ビーム形成を示した説明図である。
【図１８】本発明の実施の形態５における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。
【図１９】本発明の実施の形態１０における無線伝送装置の構成を示したブロック図である。
【図２０】本発明の実施の形態１３における無線伝送装置における送信電力、変調方式および符号化方法を決定するためのテーブルを示した説明図である。
【図２１】本発明の実施の形態１３における無線伝送装置における送信信号の信号フォーマットの一例を示した説明図である。
【図２２】本発明の実施の形態１６における無線伝送装置における制御方法及びアクセス方法を示した説明図である。
【図２３】本発明の実施の形態１６における無線伝送装置の制御で用いる信号フォーマットの一例を示した説明図である。
【図２４】本発明の実施の形態１６における無線伝送装置における制御方法及びアクセス方法を示した説明図である。
【図２５】本発明の実施の形態１６における無線伝送装置における制御方法及びアクセス方法を示した説明図である。
【図２６】本発明の実施の形態１６における無線伝送装置における制御方法及びアクセス方法を示した説明図である。
【図２７】マルチキャリア通信システムの基本構成を示した構成図である。
【図２８】複数キャリアに多重された信号を示した説明図である。
【図２９】マルチキャリア伝送システムに本発明の実施の形態１～１６における無線伝送装置を適用した場合の信号処理構成を示した説明図である。
【符号の説明】
【０１４１】
１　送信信号、２　送信アンテナ、３　受信アンテナ、４　受信信号、１０　相関行列演算部、２０，２１　受信フィルタ、３０　伝搬路推定用直交信号、３１　固有ベクトル演算法、３２　相関行列演算部、３３　伝搬行列演算部。

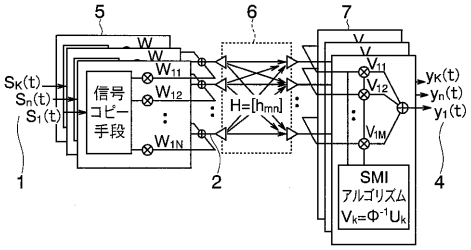
【図１】



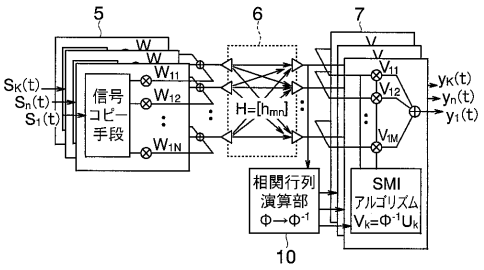
【図２】



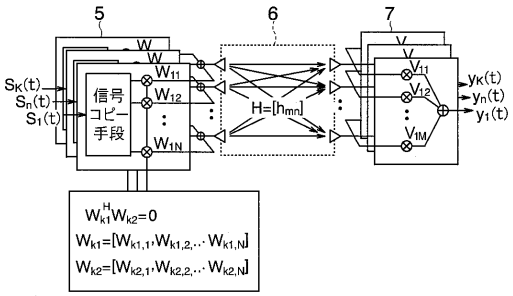
【図３】



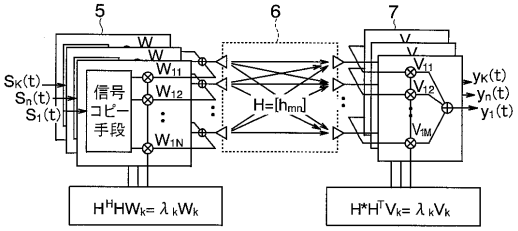
【図４】



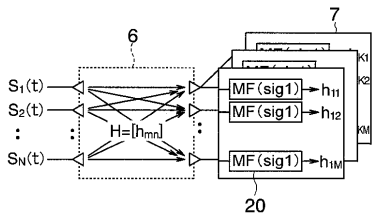
【図５】



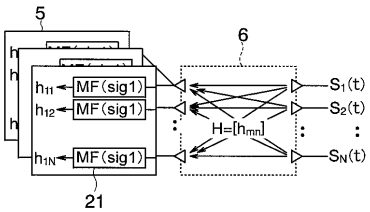
【図６】



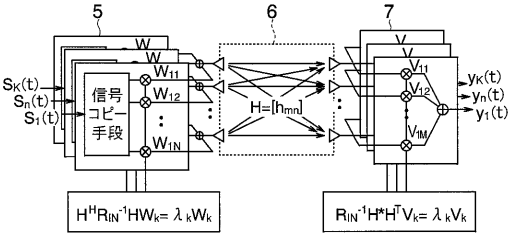
【図７】



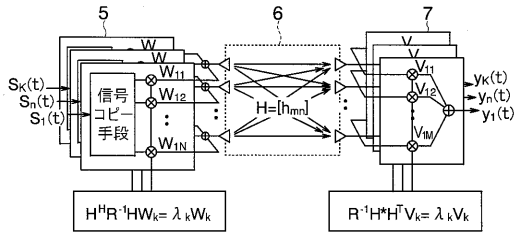
【図８】



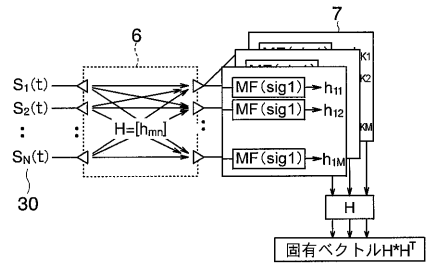
【図９】



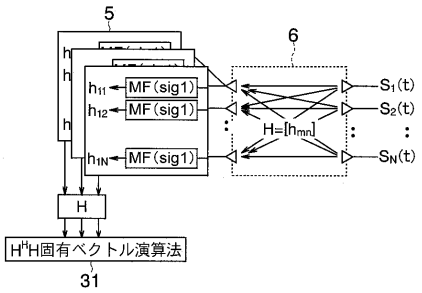
【図１０】



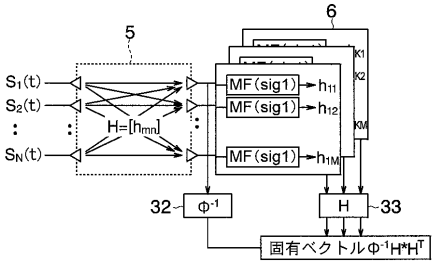
【図１１】



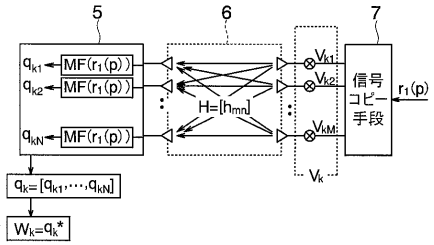
【図１２】



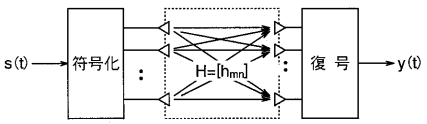
【図１３】



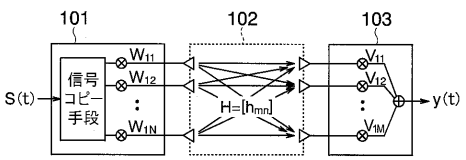
【図１４】



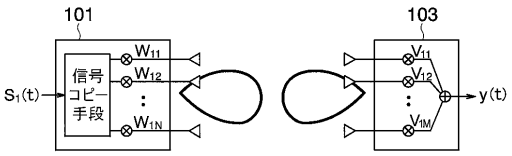
【図１５】



【図１６】

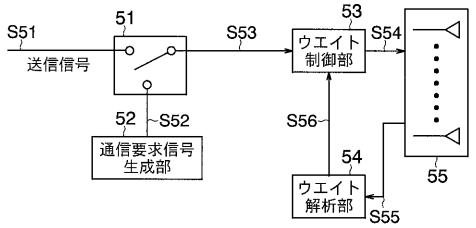


【図１７】

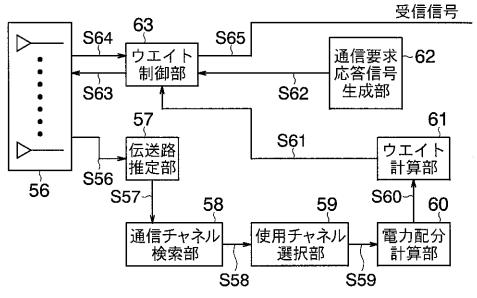


【図１８】

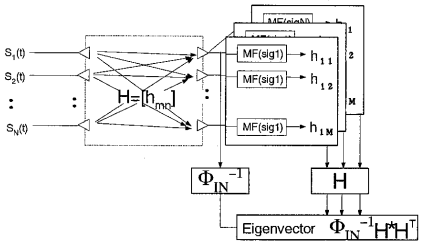
(a)



(b)



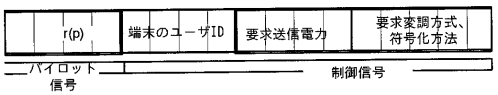
【図１９】



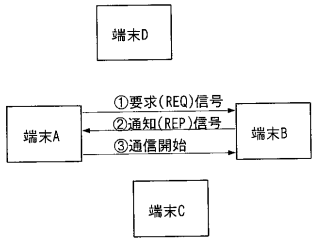
【図２０】

固有値λ$_k$	変調方式	送信電力	符号化法
～3dB	No use	100mW	
3～6dB	QPSK	200mW	畳込符号 r=1/2, K=7
6～9dB	QPSK	300mW	畳込符号 r=3/4, K=7
9～12dB	16QAM	400mW	畳込符号 r=1/2, K=9
12～15dB	16QAM	500mW	畳込符号 r=3/4, K=9
15～18dB	256QAM	600mW	畳込符号 r=1/2, K=7

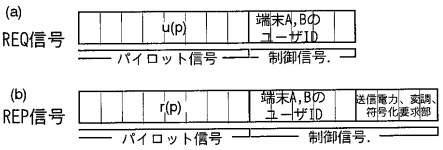
【図２１】



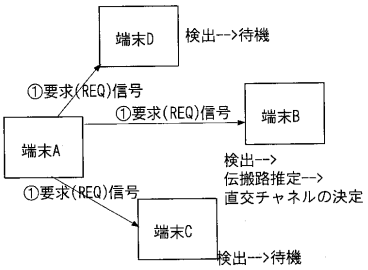
【図２２】



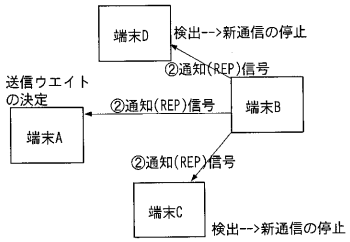
【図２３】



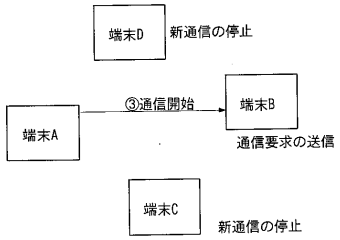
【図２４】



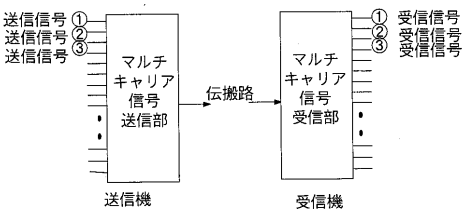
【図２５】



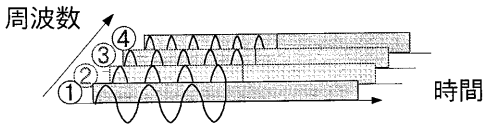
【図２６】



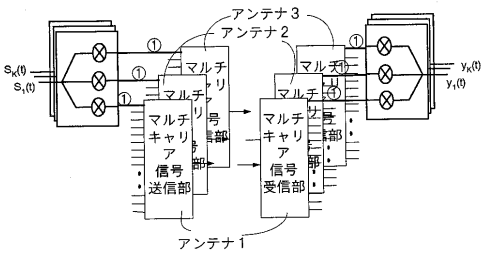
【図２７】



【図２８】



【図２９】



フロントページの続き

(74)代理人 100161115
弁理士 飯野 智史
(72)発明者 原 嘉孝
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内
(72)発明者 平 明徳
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内

合議体
審判長 加藤 恵一
審判官 吉村 博之
審判官 小曳 満昭

(56)参考文献 特開２００１－２３７７５１（ＪＰ，Ａ）
特表２００１－５０５７２３（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２０８８８９（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－７７５４（ＪＰ，Ａ）