

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4810532号
(P4810532)

(45) 発行日 平成23年11月9日(2011.11.9)

(24) 登録日 平成23年8月26日(2011.8.26)

(51) Int.Cl.	F I
HO 4 J 99/00 (2009.01)	HO 4 J 15/00
HO 4 B 7/10 (2006.01)	HO 4 B 7/10 A

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-514719 (P2007-514719)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成18年4月24日 (2006.4.24)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/308571		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02006/118081	(74) 代理人	100105050
(87) 国際公開日	平成18年11月9日 (2006.11.9)		弁理士 鷲田 公一
審査請求日	平成21年1月30日 (2009.1.30)	(72) 発明者	星野 正幸
(31) 優先権主張番号	特願2005-127719 (P2005-127719)		大阪府門真市大字門真1006番地 松下
(32) 優先日	平成17年4月26日 (2005.4.26)		電器産業株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	木村 良平
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	湯田 泰明
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信装置、受信装置及びリンクアダプテーション方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信可能なストリーム数及び変調方式を管理する管理手段と、
 チャンネルの通信容量と各ストリームの受信品質の比率又は順位を示すフィードバック情報を受信する受信手段と、

前記受信手段によって受信されたチャンネルの通信容量と前記管理手段によって管理される送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定し、前記空間多重シンボルの系列長と各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する送信パラメータ決定手段と、

を具備する送信装置。

10

【請求項2】

ダイバーシチ処理を行うダイバーシチ処理手段を具備し、

前記送信パラメータ決定手段は、前記受信手段によって受信されたチャンネルの通信容量と前記管理手段によって管理される送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて求めた符号化率が所定の閾値より低い場合には、ダイバーシチ処理を適用し、再度符号化率を求める請求項1に記載の送信装置。

【請求項3】

前記送信パラメータ決定手段は、所定の変調方式を優先的に適用することを拘束条件として、前記フィードバック情報に基づいて、符号化率及び各ストリームの変調方式を決定する請求項1に記載の送信装置。

20

【請求項 4】

前記送信パラメータ決定手段は、データの許容遅延時間に基づく再送可能な回数である再送回数規定を拘束条件として、前記再送回数規定に応じて符号化率を決定する請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 5】

前記送信パラメータ決定手段における符号化率及び各ストリームの変調方式を決定する際、拘束条件を設けるか否か、また、拘束条件を設ける場合には、所定の変調方式を優先的に適用する拘束条件とするか、再送回数規定を拘束条件とするかを決定する拘束条件決定手段を具備する請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 6】

前記送信パラメータ決定手段は、固有モード伝送用の送信ベクトルと当該送信ベクトルの大きさを示す固有値レベルと、前記管理手段によって管理される送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定し、前記空間多重シンボルの系列長と取得した各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の送信装置を具備する無線通信基地局装置。

【請求項 8】

共通パイロットチャネル信号を用いてチャネル推定を行うチャネル推定手段と、

前記チャネル推定手段によって推定されたチャネル推定値を用いて、チャネルの通信容量を算出する通信容量算出手段と、

前記チャネル推定手段によって推定されたチャネル推定値を用いて、各ストリームの受信品質の比率又は順位を算出するストリーム比率算出手段と、

前記通信容量算出手段によって算出された通信容量及び前記ストリーム比率算出手段によって算出された各ストリームの受信品質の比率又は順位をフィードバック情報としてフィードバックするフィードバック手段と、

を具備する受信装置。

【請求項 9】

符号化率の決定に拘束条件を設けるか否か、また、拘束条件を設ける場合には、所定の変調方式を優先的に適用する拘束条件とするか、データの許容遅延時間に応じて再送可能な回数である再送回数規定を拘束条件とするかを判断する判断手段を具備する請求項 8 に記載の受信装置。

【請求項 10】

前記チャネル推定手段によって推定されたチャネル推定値を特異値分解することにより固有モード伝送用の固有ベクトルと当該固有ベクトルの大きさを示す固有値レベルとを算出し、算出した固有ベクトルと固有値レベルとを送信する特異値分解処理手段を具備する請求項 8 に記載の受信装置。

【請求項 11】

請求項 8 に記載の受信装置を具備する無線通信移動局装置。

【請求項 12】

チャネルの通信容量と各ストリームの受信品質の比率又は順位とを示すフィードバック情報を取得する工程と、

取得したチャネルの通信容量と送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定する工程と、

前記空間多重シンボルの系列長と取得した各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する工程と、

を具備するリンクアダプテーション方法。

【請求項 13】

送信可能なストリーム数及び変調方式を管理する管理手段と、

チャネルの通信容量と前記管理手段によって管理される送信可能なストリーム数及び変

10

20

30

40

50

調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定し、前記空間多重シンボルの系列長と各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する送信パラメータ決定手段と、

前記送信パラメータ決定手段によって決定された符号化率及び変調方式を用いて処理したデータを送信する送信手段と、

を有する送信装置と、

チャネルの通信容量及び各ストリームの受信品質の比率又は順位をフィードバック情報として前記送信装置にフィードバックするフィードバック手段と、

前記送信装置から送信されたデータを受信する受信手段と、

を有する受信装置と、

を具備する無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のアンテナ素子から送信された無線信号を複数のアンテナ素子で受信して無線通信を行うMIMO(Multiple Input Multiple Output)技術を利用した無線通信システムにおいて使用される送信装置、受信装置及びリンクアダプテーション方法に関する。

【背景技術】

【0002】

送信側、受信側双方に複数のアンテナを設け、無線送受信間の空間に複数の電波伝搬路を用意し、各伝搬路を空間的に多重して信号を伝送する技術としてMIMOが知られており、MIMOによれば伝送効率の向上を図ることができる。

【0003】

MIMOの周辺要素技術として、リンクアダプテーション技術がある。リンクアダプテーションは、送受信間の伝搬路環境の変動に応じて変調多値数（伝送レート）、符号化率、送信電力配分等を適応的に制御する技術である。MIMOにリンクアダプテーションを適用し、ストリーム（データを割り当てる送信アンテナ又はビーム）単位で閉じた符号化を施した場合、MIMOチャネルを有効に利用することができる。このような技術として、特許文献1に開示の技術が知られている。

【0004】

図1は、特許文献1に開示されたMIMOシステムの構成を示すブロック図である。このMIMOシステムでは、ストリーム分割後に符号化及び送信電力制御を行うシステムを想定しており、受信器20のチャネル推定器21がチャネル推定を行い、パワー／レート計算器22がチャネル推定値を用いて各ストリームのレート及びパワーを決定する。受信器20は、パワー／レート計算器22によって決定されたレート及びパワーを示すインジケータを送信器10にフィードバックする。送信器10は、受信器20からフィードバックされたインジケータを参照し、各ストリームに適用するレート及びパワーを導出する。これにより、各ストリームの伝搬状況に応じた伝送レートと送信電力を設定することができる。信頼度を確保した高速伝送を実現することができる。

【特許文献1】特開2002-217752号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、複数ストリームにまたがった符号化を適用すると、空間ダイバーシチ効果を得ることができるものの、上述した特許文献1に開示の技術では、フィードバックされるインジケータの情報量が多く、通信容量を圧迫してしまう。

【0006】

本発明の目的は、フィードバック情報量を削減することができる送信装置、受信装置及びリンクアダプテーション方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の送信装置は、送信可能なストリーム数及び変調方式を管理する管理手段と、チャネルの通信容量と各ストリームの受信品質の比率又は順位を示すフィードバック情報を受信する受信手段と、前記受信手段によって受信されたチャネルの通信容量と前記管理手段によって管理される送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定し、前記空間多重シンボルの系列長と各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する送信パラメータ決定手段と、を具備する構成を採る。ここで、空間多重シンボルの系列長とは、MIMO構成により空間的に多重して伝送されるシンボルにおけるビット数を示す。

10

【0008】

本発明の受信装置は、共通パイロットチャネル信号を用いてチャネル推定を行うチャネル推定手段と、前記チャネル推定手段によって推定されたチャネル推定値を用いて、チャネルの通信容量を算出する通信容量算出手段と、前記チャネル推定手段によって推定されたチャネル推定値を用いて、各ストリームの受信品質の比率又は順位を算出するストリーム比率算出手段と、前記通信容量算出手段によって算出された通信容量及び前記ストリーム比率算出手段によって算出された各ストリームの受信品質の比率又は順位をフィードバック情報としてフィードバックするフィードバック手段と、を具備する構成を採る。

【0009】

本発明のリンクアダプテーション方法は、チャネルの通信容量と各ストリームの受信品質の比率又は順位を示すフィードバック情報を取得する工程と、取得したチャネルの通信容量と送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定する工程と、前記空間多重シンボルの系列長と取得した各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する工程と、を具備するようにした。

20

【0010】

本発明の無線通信システムは、送信可能なストリーム数及び変調方式を管理する管理手段と、チャネルの通信容量と前記管理手段によって管理される送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定し、前記空間多重シンボルの系列長と各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する送信パラメータ決定手段と、前記送信パラメータ決定手段によって決定された符号化率及び変調方式を用いて処理したデータを送信する送信手段と、を有する送信装置と、チャネルの通信容量及び各ストリームの受信品質の比率又は順位をフィードバック情報として前記送信装置にフィードバックするフィードバック手段と、前記送信装置から送信されたデータを受信する受信手段と、を有する受信装置と、を具備する構成を採る。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、フィードバック情報量を削減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0012】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。ただし、実施の形態において、同一機能を有する構成には、同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

【0013】

(実施の形態1)

図2は、本発明の実施の形態1に係る受信装置100の構成を示すブロック図である。この図において、受信RF部102は、送信装置からアンテナ101を介して受信した無線周波数帯の搬送波信号をベースバンド信号に変換し、変換したベースバンド信号をチャネル推定部103、制御信号復調部107及びMIMO復調部108に出力する。

50

【0014】

チャンネル推定部103は、受信RF部102から出力されたベースバンド信号から共通パイロット信号を復調し、復調した共通パイロット信号を用いて、送信アンテナと受信アンテナの組合せ全てについてチャンネル推定値（チャンネル行列）を算出し、算出したチャンネル推定値をキャパシティ算出部104、ストリーム比率算出部105及びMIMO復調部108に出力する。

【0015】

キャパシティ算出部104は、チャンネル推定部103から出力されたチャンネル行列のデータミナントを用いて、キャパシティ（通信容量）Cを算出し、算出したキャパシティCをフィードバック情報生成部106に出力する。

10

【0016】

ストリーム比率算出部105は、チャンネル推定部103から出力されたチャンネル行列に基づいて、各ストリームの受信品質（SINR：Signal to Interference and Noise Ratio）の比率rを算出し、算出したストリーム比率rをフィードバック情報生成部106に出力する。

【0017】

フィードバック情報生成部106は、キャパシティ算出部104から出力されたキャパシティCとストリーム比率算出部105から出力されたストリーム比率rとを示すフィードバック情報を生成し、生成したフィードバック情報を送信装置に送信する。

20

【0018】

制御信号復調部107は、受信RF部102から出力されたベースバンド信号から変調情報、MIMO多重情報及び符号化情報を復調し、復調した変調情報及びMIMO多重情報をMIMO復調部108に、符号化情報をデインタリーバ109及びレートデマッチング処理部110に出力する。

【0019】

MIMO復調部108は、チャンネル推定部103から出力されたチャンネル行列と、制御信号復調部107から出力された変調情報及びMIMO多重情報とを用いて、受信RF部102から出力されたベースバンド信号をMIMO復調し、軟判定値の復調結果をデインタリーバ109に出力する。

30

【0020】

デインタリーバ109は、制御信号復調部107から出力された符号化情報に基づいて、MIMO復調部108から出力された軟判定値をデインタリーブし、デインタリーブされた信号は、レートデマッチング処理部110で制御信号復調部107から出力された符号化情報に基づいて、レートデマッチング処理が行われる。

【0021】

レートデマッチング処理が行われた信号は、FEC復号器111でFEC復号され、CRC検査器112でCRC検査が行われ、検査結果が誤りなしと確認されれば、受信データが取り出される。

【0022】

図3は、本発明の実施の形態1に係る送信装置200の構成を示すブロック図である。この図において、ストリーム数・変調方式管理部201は、送信装置200が送信可能なストリーム数及び変調方式を管理し、送信可能なストリーム数及び変調方式を送信パラメータ決定部202に通知する。

40

【0023】

送信パラメータ決定部202は、受信装置100から送信されたフィードバック情報のうち、キャパシティCを用いて符号化率Rを設定し、設定した符号化率R（符号化情報）をレートマッチング処理部205及びインタリーバ206に出力する。また、フィードバック情報のうち、ストリーム比率rを用いて各ストリームの変調方式M1～Mnを決定し、決定した変調方式M1～Mn（変調方式情報）とMIMO多重情報とをビット分配部207に出力する。さらに、上記の変調方式情報、符号化情報及びMIMO多重情報を制御

50

情報生成部 203 に出力する。なお、送信パラメータ決定部 202 における詳細な処理については後述する。

【0024】

制御情報生成部 203 は、送信パラメータ決定部 202 から出力された変調方式情報、符号化情報及び MIMO 多重情報に所定の処理を施すことにより制御情報を生成し、生成した制御情報を送信 RF 部 209 に出力する。

【0025】

FEC 符号器 204 は、送信データに所定の符号化方式で FEC 符号化を施し、FEC 符号化された送信データをレートマッチング処理部 205 に出力する。レートマッチング処理部 205 は、送信パラメータ決定部 202 から出力された符号化率 R となるように、FEC 符号器 204 から出力された送信データにレートマッチング処理を行い、レートマッチング処理が行われた送信データは、インタリーバ 206 で送信パラメータ決定部 202 から出力された符号化情報に基づいて、所定のビットパターンに沿った並び替えが行われ、ビット分配部 207 に出力される。

10

【0026】

ビット分配部 207 は、送信パラメータ決定部 202 から出力された変調情報及び MIMO 多重情報に基づいて、インタリーバ 206 から出力されたビット列を各ストリームへ分配する。

【0027】

変調部 208 は、ビット分配部 207 から出力されたビット列から各ストリームの変調シンボルを生成し、生成された変調シンボルは送信 RF 部 209 で無線周波数帯の搬送波信号にアップコンバートされ、各アンテナ 210 を介して送信される。

20

【0028】

次に、上述した受信装置 100 及び送信装置 200 の動作について図 4 を用いて説明する。図 4 において、ステップ（以下、「ST」と省略する）301 では、送信装置 200 から受信装置 100 にセル共通制御情報が、また、ST 302 では、共通パイロットチャネル信号が送信される。

【0029】

ST 303 では、送信装置 200 から送信された共通パイロットチャネル信号に基づいて、受信装置 100 のチャネル推定部 103 でチャネル推定が行われ、チャネル行列が求められる。

30

【0030】

ST 304 では、キャパシティ算出部 104 において、チャネル行列のデターミナントを用いてキャパシティ C が $x \cdot y$ [bps/Hz] として算出される。また、ST 305 では、ストリーム比率算出部 105 において、チャネル行列に基づいて、各ストリームの受信品質 (SINR) の比率 r が算出される。

【0031】

ST 306 では、ST 304 で算出されたキャパシティ C と ST 305 で算出されたストリーム比率 r とを示すフィードバック情報がフィードバック情報生成部 106 において生成され、ST 307 では、ST 306 で生成されたフィードバック情報が送信装置 200 に送信される。

40

【0032】

ST 308 では、送信装置 200 の送信パラメータ決定部 202 において、受信装置 100 から送信されたフィードバック情報のうち、キャパシティ C を用いて空間多重シンボルの系列長 S (MIMO 構成により空間的に多重して伝送されるシンボルにおけるビット数、すなわち各ストリームで送信される 1 シンボル当たりのビット数をストリーム数分合計した値) と符号化率 R とが算出される。

【0033】

この算出方法について具体的に説明する。送信装置 200 では、送信可能なストリーム数及び変調方式を管理しており、これらを組み合わせることにより空間多重シンボルの系

50

列長の候補 $s_1 \sim s_j$ をテーブルとして保持している。フィードバックされたキャパシティ C を想定した場合の符号化率 R_{est_i} は $R_{est_i} = C / s_j$ と見積もることができるので、ビット数候補 $s_1 \sim s_j$ に基づいて、 R_{est_i} が最も $1/2$ に近くなるビット数候補を選択する。選択したビット数候補を空間多重シンボルの系列長 S として、そのときの R_{est_i} を符号化率 R として設定する。

【0034】

ST309では、送信パラメータ決定部202において、受信装置100から送信されたフィードバック情報のうち、ストリーム比率 r と ST308で算出された空間多重シンボルの系列長 S とに基づいて、各ストリームの変調方式 $M1 \sim Mn$ を決定する。なお、受信品質の良好なストリームから優先的に変調多値数の大きいシンボルを割り当てるものとする。

10

【0035】

ST310では、送信データに所定の符号化方式でFEC符号化を施したデータに対し、ST308で算出した符号化率 R でレートマッチング処理を施し、ST309で決定した変調方式を用いて変調部208で各ストリーム用の変調処理を行う。

【0036】

ST311では、ST310で変調処理が行われたデータを受信装置100に送信すると共に、変調情報、MIMO多重情報及び符号化情報を含む制御信号を受信装置100に送信する。

【0037】

20

ST312では、受信装置100のMIMO復調部108において、制御信号に基づいてデータのMIMO復調が行われ、ST313では、MIMO復調されたデータのFEC復号がFEC復号器111で行われ、ST314では、FEC復号されたデータのCRC検査がCRC検査器112で行われる。

【0038】

ここで、ST308及びST309における送信パターンの設定について具体例を挙げて説明する。フィードバック情報のキャパシティ $C = 2.9 \text{ bps/Hz}$ 、第1ストリームに対する第2ストリームの比率 $r = 1.5$ とし、送信装置200では、送信可能なストリーム数が2ストリーム、変調方式が16QAM及びQPSKであったものとする。

【0039】

30

このとき、空間多重シンボルの系列長候補は、2ストリームが共に16QAMを適用した場合に8ビットとなり、2ストリームがそれぞれ16QAMとQPSKを適用した場合に6ビットとなり、2ストリームが共にQPSKを適用した場合に2ビットとなる。キャパシティ $C = 2.9$ を空間多重シンボルの系列長候補で除算すると、空間多重シンボルの系列長候補6ビットとしたときに $R = 0.48$ となり、最も $1/2$ に近づく。よって、符号化率 R を 0.48 に決定し、変調方式は16QAM及びQPSKに決定する。ただし、ストリーム比率 r が 1.5 であることから、第2ストリームは第1ストリームより品質が良好であるので、第1ストリームに変調多値数の低いQPSKを割り当て、第2ストリームに変調多値数の高い16QAMを割り当てる。

【0040】

40

このように実施の形態1によれば、送信装置がキャパシティ及びストリーム比率を用いて、符号化率及び各ストリームの変調方式を決定することができるので、受信装置から送信装置へのフィードバック情報をキャパシティ及びストリーム比率とすることにより、フィードバック情報量を削減することができる。

【0041】

なお、本実施の形態では、チャネル行列に基づいて、キャパシティ C 及びストリーム比率 r を算出し、算出したこれらの情報をフィードバック情報として送信するものとして説明したが、セル全体に報知されるセル共通制御情報に基づいて、フィードバック情報を取得するようにしてもよい。セル共通制御情報の利用方法としては、例えば既定のテーブルを報知することによりテーブルにおけるインデックス番号をフィードバックする方法など

50

がある。

【0042】

(実施の形態2)

図5は、本発明の実施の形態2に係る送信装置400の構成を示すブロック図である。受信装置から送信されるフィードバック情報には、変調情報、MIMO多重情報及び符号化情報に加え、ダイバーシチ適用情報が含まれる。

【0043】

図5において、最小値指示部401は、ストリーム数・変調方式管理部201が管理する送信可能なストリーム数及び変調方式のうち、最小ストリーム数及び最小変調多値数を送信パラメータ決定部402に指示する。

10

【0044】

送信パラメータ決定部402は、ストリーム数・変調方式管理部201が管理する送信可能なストリーム数及び変調方式と、受信装置から送信されたフィードバック情報のうち、キャパシティCとを用いて空間多重シンボルの系列長S及び符号化率Rを設定する。

【0045】

また、送信パラメータ決定部402は、最小値指示部401から指示された最小ストリーム数及び最小変調多値数を用いて符号化率R'を算出し、符号化率Rが符号化率R'未満となった場合、ダイバーシチを適用することを決定し、空間多重シンボルの系列長S及び符号化率Rを再設定する。ダイバーシチを適用する場合には、ダイバーシチ適用情報をダイバーシチ処理部403に出力する。

20

【0046】

設定又は再設定された符号化率R(符号化情報)は、レートマッチング処理部205及びインタリバ206に出力される。

【0047】

また、送信パラメータ決定部402は、空間多重シンボルの系列長Sと、フィードバック情報のうちストリーム比率rとを用いて各ストリームの変調方式M1~Mnを決定し、決定した変調方式M1~Mn(変調方式情報)とMIMO多重情報をビット分配部207に出力する。さらに、上記の変調方式情報、符号化情報、MIMO多重情報及びダイバーシチ適用情報を制御情報生成部203に出力する。

【0048】

ダイバーシチ処理部403は、送信パラメータ決定部402からダイバーシチ適用情報を取得すると、ビット分配部207から出力されたビット列にダイバーシチ処理を施し、ダイバーシチ処理を施したビット列を変調部208に出力する。なお、ダイバーシチ処理としては、例えば、アンテナ選択、時空間ブロック符号の適用などが考えられる。

30

【0049】

このように実施の形態2によれば、送信装置が送信可能なストリーム数及び変調方式のうち、最小ストリーム数及び最小変調多値数を用いて算出した符号化率に対して、受信装置から送信されたフィードバック情報を用いて算出した符号化率が低い場合には、符号化利得の効果が相対的に小さくなるので、空間ダイバーシチを適用することにより、安定した通信品質を確保することができる。

40

【0050】

(実施の形態3)

図6は、本発明の実施の形態3に係る送信装置500の構成を示すブロック図である。この図において、拘束条件決定部501は、受信装置から送信された拘束条件指示情報に基づいて、送信パラメータの決定に際して拘束する条件を決定し、決定した拘束条件を送信パラメータ決定部502に通知する。ここでは、複数の変調方式のうちQP SKを優先的に適用することを拘束条件とする。

【0051】

送信パラメータ決定部502は、ストリーム数・変調方式管理部201が管理する送信可能なストリーム数と、拘束条件決定部501から通知された拘束条件、すなわち、QP

50

S Kを優先的に適用することと、フィードバック情報のうちキャパシティCとに基づいて、空間多重シンボルの系列長S及び符号化率R ($R = 1/2$)を設定する。

【0052】

また、送信パラメータ決定部502は、フィードバック情報のうちストリーム比率rと、空間多重シンボルの系列長Sと、拘束条件とに基づいて、各ストリームの変調方式M1～Mnを決定する。

【0053】

ここで、送信可能な変調方式がQPSKと16QAMとした場合、拘束条件はストリーム比率の高いストリームであったとしても、QPSKを優先的に適用するように作用する。これにより、干渉耐性の強いQPSKを拘束条件とすることより、他のストリームから受ける干渉を低減することができる。また、誤り耐性の強いQPSKを拘束条件とすることにより、復調精度を向上させることができる。このように、変調方式を拘束条件とする場合には、変調多値数の少ない変調方式が望ましい。

10

【0054】

このように実施の形態3によれば、受信装置から送信された拘束条件が変調方式である場合に、フィードバック情報に基づいて、送信装置において符号化率及び変調方式を決定する際、拘束条件として決定された変調多値数の少ない変調方式を優先的に適用することにより、干渉耐性及び誤り耐性を向上させることができる。

【0055】

(実施の形態4)

20

実施の形態3では、拘束条件を変調方式とした場合について説明したが、本発明の実施の形態4では、拘束条件を再送回数規定(データ許容遅延時間に基づく再送可能な回数)とした場合について説明する。なお、本発明の実施の形態4に係る送信装置の構成は、図6と同様なので図6を援用して説明する。

【0056】

図6において、拘束条件決定部501は、受信装置から送信された拘束条件指示情報に基づいて、送信パラメータの決定に際して拘束する条件をデータの許容遅延量に応じた再送回数規定に決定し、決定した拘束条件(再送回数規定)を送信パラメータ決定部502に通知する。

【0057】

30

送信パラメータ決定部502は、ストリーム数・変調方式管理部201が管理する送信可能なストリーム数及び変調方式と、拘束条件決定部501から通知された拘束条件、すなわち、再送回数規定と、フィードバック情報のうちキャパシティCとに基づいて、空間多重シンボルの系列長S及び符号化率Rを設定する。符号化率Rは再送回数規定に応じた符号化率とし、具体的には、再送回数規定が少なくなるに従って高い符号化率とし、再送回数規定が多くなるに従って低い符号化率とする。最も高い符号化率としては、例えば $R = 1/3$ 、最も低い符号化率としては、例えば $R = 8/9$ などとする。

【0058】

また、送信パラメータ決定部502は、フィードバック情報のうちストリーム比率rと、空間多重シンボルの系列長Sとに基づいて、各ストリームの変調方式M1～Mnを決定する。

40

【0059】

このように実施の形態4によれば、受信装置から送信された拘束条件が再送回数規定である場合に、フィードバック情報に基づいて、送信装置において符号化率及び変調方式を決定する際、拘束条件として決定された再送回数規定に応じた符号化率を設定することにより、通信効率を最大化することができる。

【0060】

なお、拘束条件なしとする実施の形態1、拘束条件を変調方式とする実施の形態3及び拘束条件を再送回数規定とする本実施の形態とを適宜組合せ、拘束条件を選択的に切り替えるようにしてもよい。この切り替えは、受信装置からの拘束条件指示に従ってもよいし

50

、送信装置が有する情報に従ってもよい。

【0061】

(実施の形態5)

図7は、本発明の実施の形態5に係る受信装置600の構成を示すブロック図である。この図において、受信能力記憶部601には、受信装置600が備える変調シンボルの復調性能、再送データ合成用のバッファ量などの受信能力が記憶されている。

【0062】

拘束条件指示部602は、受信能力記憶部601に記憶された受信装置600の受信能力に基づいて、拘束条件として変調方式、再送回数規定又は拘束条件なしのいずれとするかを判断し、拘束条件指示情報として送信装置に送信する。

10

【0063】

このように実施の形態5によれば、受信装置の受信能力に基づいた拘束条件を送信装置に指示することにより、受信装置の受信能力を超える処理が要求されるデータを受信することがなくなり、効率良く受信処理を行うことができる。

【0064】

(実施の形態6)

図8は、本発明の実施の形態6に係る受信装置700の構成を示すブロック図である。この図において、特異値分解処理部701は、チャンネル推定部103から出力されたチャンネル行列(チャンネル推定値)を用いて特異値分解を行うことにより固有値ベクトル(送信ベクトル(送信ウェイト)及び受信ベクトル(受信ウェイト))を算出し、受信ウェイトをMIMO復調部702に出力し、送信ウェイト及び当該送信ウェイトの固有値の大きさ(固有値レベル)を送信装置に送信する。

20

【0065】

MIMO復調部702は、特異値分解処理部701から出力された受信ウェイトを用いてMIMO復調を行う。MIMO復調された信号は、ストリーム毎復号処理部703においてストリーム単位で復号処理が施される。すなわち、デインタリーブ、レートデマッチング処理、FEC復号、CRC検査が行われ、この結果、受信データが取り出される。

【0066】

図9は、本発明の実施の形態6に係る送信装置800の構成を示すブロック図である。この図において、送信パラメータ決定部801は、受信装置700から送信されたフィードバック情報と送信ウェイト及び固有値レベルとを用いて、送信パラメータを決定する。具体的には、ストリーム数・変調方式管理部201が管理する送信(固有モード分割多重)可能なストリーム数及び変調方式と、ストリーム毎の各送信ベクトルに対応した固有値レベル(キャパシティCに相当)とに基づいて、空間多重シンボルの系列長S及びストリーム毎の符号化率R($R = 1/2$)を設定する。設定された符号化率R(符号化情報)は、それぞれのストリーム毎符号化処理部802のレートマッチング処理部205及びインタリーブ部206に出力される。

30

【0067】

また、送信パラメータ決定部801は、フィードバック情報に含まれるストリーム比率rと空間多重シンボルの系列長Sとから各ストリームの変調方式M1~Mnを決定し、決定した変調方式M1~Mn(変調方式情報)をそれぞれのストリーム毎符号化処理部802の変調部208に出力する。

40

【0068】

ストリーム毎符号化処理部802は、送信データにストリーム単位で符号化処理を施す。具体的には、送信パラメータ決定部801から出力された符号化情報及び変調方式情報を用いて、送信データをストリーム毎に符号化及び変調処理を行い、ストリーム毎の変調信号を送信ウェイト乗算部803に出力する。

【0069】

送信ウェイト乗算部803は、ストリーム毎符号化処理部802から出力された変調信号に受信装置から送信された送信ウェイトを乗算し、送信ウェイトを乗算した変調信号を

50

各送信RF部209に出力する。

【0070】

このように実施の形態6によれば、受信装置においてチャネル行列を特異値分解して算出した固有値ベクトルと固有値レベルとを送信装置に送信し、送信装置において受信装置から送信されたフィードバック情報と固有値ベクトル及び固有値レベルとを用いて、符号化率及び変調方式を決定することにより、固有モード伝送における通信品質に応じた符号化利得を確保することができる。

【0071】

なお、上記各実施の形態では、ストリームの受信品質の比率をフィードバック情報として説明したが、本発明これに限らず、ストリームの受信品質の順位をフィードバック情報としてもよい。

10

【0072】

また、上記各実施の形態で説明した受信装置は無線通信移動局装置に適用してもよく、送信装置は無線通信基地局装置に適用してもよい。

【0073】

また、上記各実施の形態では、本発明をハードウェアで構成する場合を例にとって説明したが、本発明はソフトウェアで実現することも可能である。

【0074】

また、上記各実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には集積回路であるLSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部または全てを含むように1チップ化されてもよい。ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

20

【0075】

また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用してよい。

【0076】

さらには、半導体技術の進歩または派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適応等が可能性としてありえる。

30

【0077】

本発明の第1の態様は、送信装置が、送信可能なストリーム数及び変調方式を管理する管理手段と、チャネルの通信容量と各ストリームの受信品質の比率又は順位を示すフィードバック情報を受信する受信手段と、前記受信手段によって受信されたチャネルの通信容量と前記管理手段によって管理される送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定し、前記空間多重シンボルの系列長と各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する送信パラメータ決定手段と、を具備する構成を採る。ここで、空間多重シンボルの系列長とは、MIMO構成により空間的に多重して伝送されるシンボルにおけるビット数を示す。

40

【0078】

この構成によれば、キャパシティ及びストリーム比率をフィードバック情報とすることにより、フィードバック情報量を削減することができる。

【0079】

本発明の第2の態様は、送信装置が、上記構成において、ダイバーシチ処理を行うダイバーシチ処理手段を具備し、前記送信パラメータ決定手段が、前記受信手段によって受信されたチャネルの通信容量と前記管理手段によって管理される送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて求めた符号化率が所定の閾値より低い場合には、ダイバーシチ処理を適用し、再度符号化率を求める構成を採る。

50

【0080】

この構成によれば、求めた符号化率が所定の閾値より低い場合に空間ダイバーシチを適用することにより、安定した通信品質を確保することができる。

【0081】

本発明の第3の態様は、送信装置が、上記構成において、前記送信パラメータ決定手段が、所定の変調方式を優先的に適用することを拘束条件として、前記フィードバック情報に基づいて、符号化率及び各ストリームの変調方式を決定する構成を採る。

【0082】

この構成によれば、所定の変調方式を変調多値数の少ない変調方式、例えば、QPSK等とすれば、この変調方式を優先的に適用することにより、干渉耐性及び誤り耐性を向上させることができる。

10

【0083】

本発明の第4の態様は、送信装置が、上記構成において、前記送信パラメータ決定手段が、データの許容遅延時間に基づく再送可能な回数である再送回数規定を拘束条件として、前記再送回数規定に応じて符号化率を決定する構成を採る。

【0084】

この構成によれば、再送回数規定に応じた符号化率、例えば、再送回数規定が少なくなるに従って高い符号化率を設定し、再送回数規定が多くなるに従って低い符号化率を設定することにより、通信効率を最大化することができる。

【0085】

20

本発明の第5の態様は、送信装置が、上記構成において、前記送信パラメータ決定手段における符号化率及び各ストリームの変調方式を決定する際、拘束条件を設けるか否か、また、拘束条件を設ける場合には、所定の変調方式を優先的に適用する拘束条件とするか、再送回数規定を拘束条件とするかを決定する拘束条件決定手段を具備する構成を採る。

【0086】

この構成によれば、通信相手の受信能力の範囲内の処理を要求するデータを送信することになり、通信相手が効率良く受信処理を行うことができる。

【0087】

本発明の第6の態様は、送信装置が、上記構成において、前記送信パラメータ決定手段が、固有モード伝送用の送信ベクトルと当該送信ベクトルの大きさを示す固有値レベルと、前記管理手段によって管理される送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定し、前記空間多重シンボルの系列長と取得した各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する構成を採る。

30

【0088】

この構成によれば、通信相手から送信された固有モード伝送用の送信ベクトルと固有値レベルとを用いて、符号化率及び各ストリームの変調方式を決定することにより、固有モード伝送における通信品質に応じた符号化利得を確保することができる。

【0089】

本発明の第7の態様は、無線通信基地局装置が、上記いずれかに記載の送信装置を具備する構成を採る。

40

【0090】

この構成によれば、キャパシティ及びストリーム比率をフィードバック情報とすることにより、フィードバック情報量を削減することができる。

【0091】

本発明の第8の態様は、受信装置が、共通パイロットチャネル信号を用いてチャネル推定を行うチャネル推定手段と、前記チャネル推定手段によって推定されたチャネル推定値を用いて、チャネルの通信容量を算出する通信容量算出手段と、前記チャネル推定手段によって推定されたチャネル推定値を用いて、各ストリームの受信品質の比率又は順位を算出するストリーム比率算出手段と、前記通信容量算出手段によって算出された通信容量及

50

び前記ストリーム比率算出手段によって算出された各ストリームの受信品質の比率又は順位をフィードバック情報としてフィードバックするフィードバック手段と、を具備する構成を採る。

【0092】

この構成によれば、キャパシティ及びストリーム比率をフィードバック情報とすることにより、フィードバック情報量を削減することができる。

【0093】

本発明の第9の態様は、受信装置が、上記構成において、符号化率の決定に拘束条件を設けるか否か、また、拘束条件を設ける場合には、所定の変調方式を優先的に適用する拘束条件とするか、データの許容遅延時間に応じて再送可能な回数である再送回数規定を拘束条件とするかを判断する判断手段を具備する構成を採る。

10

【0094】

この構成によれば、受信装置の受信能力の範囲を超えた処理が要求されるデータを受信することがなくなり、効率良く受信処理を行うことができる。

【0095】

本発明の第10の態様は、受信装置が、上記構成において、前記チャネル推定手段によって推定されたチャネル推定値を特異値分解することにより固有モード伝送用の固有ベクトルと当該固有ベクトルの大きさを示す固有値レベルとを算出し、算出した固有ベクトルと固有値レベルとを送信する特異値分解処理手段を具備する構成を採る。

20

【0096】

この構成によれば、固有モード伝送用の固有ベクトルと固有値レベルとを通信相手に送信することにより、通信相手において固有モード伝送用の送信ベクトルと固有値レベルとを用いて、符号化率及び各ストリームの変調方式を決定することができ、固有モード伝送における通信品質に応じた符号化利得を確保することができる。

【0097】

本発明の第11の態様は、無線通信移動局装置が、上記いずれかに記載の受信装置を具備する構成を採る。

【0098】

この構成によれば、キャパシティ及びストリーム比率をフィードバック情報とすることにより、フィードバック情報量を削減することができる。

30

【0099】

本発明の第12の態様は、リンクアダプテーション方法が、チャネルの通信容量と各ストリームの受信品質の比率又は順位とを示すフィードバック情報を取得する工程と、取得したチャネルの通信容量と送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定する工程と、前記空間多重シンボルの系列長と取得した各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する工程と、を具備するようにした。

【0100】

この方法によれば、キャパシティ及びストリーム比率をフィードバック情報とすることにより、フィードバック情報量を削減することができる。

40

【0101】

本発明の第13の態様は、無線通信システムが、送信可能なストリーム数及び変調方式を管理する管理手段と、チャネルの通信容量と前記管理手段によって管理される送信可能なストリーム数及び変調方式とに基づいて、空間多重シンボルの系列長と符号化率とを決定し、前記空間多重シンボルの系列長と各ストリームの受信品質の比率又は順位とに基づいて、各ストリームの変調方式を決定する送信パラメータ決定手段と、前記送信パラメータ決定手段によって決定された符号化率及び変調方式を用いて処理したデータを送信する送信手段と、を有する送信装置と、チャネルの通信容量及び各ストリームの受信品質の比率又は順位をフィードバック情報として前記送信装置にフィードバックするフィードバック手段と、前記送信装置から送信されたデータを受信する受信手段と、を有する受信装置

50

と、を具備する構成を採る。

【0102】

この構成によれば、キャパシティ及びストリーム比率をフィードバック情報とすることにより、フィードバック情報量を削減することができる。

【0103】

本明細書は、2005年4月26日出願の特願2005-127719に基づくものである。この内容は全てここに含めておく。

【産業上の利用可能性】

【0104】

本発明にかかる送信装置、受信装置及びリンクアダプテーション方法は、フィードバック情報量を削減することができるという効果を有し、MIMO送信装置、MIMO受信装置等に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0105】

【図1】 特許文献1に開示されたMIMOシステムの構成を示すブロック図

【図2】 本発明の実施の形態1に係る受信装置の構成を示すブロック図

【図3】 本発明の実施の形態1に係る送信装置の構成を示すブロック図

【図4】 図2に示す受信装置及び図3に示す送信装置の動作を示すシーケンス図

【図5】 本発明の実施の形態2に係る送信装置の構成を示すブロック図

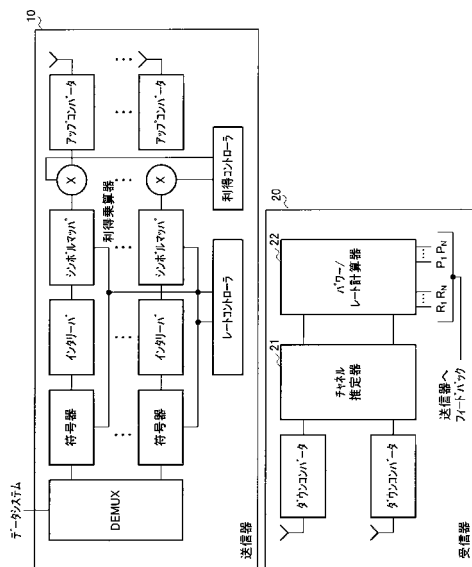
【図6】 本発明の実施の形態3及び4に係る送信装置の構成を示すブロック図

【図7】 本発明の実施の形態5に係る受信装置の構成を示すブロック図

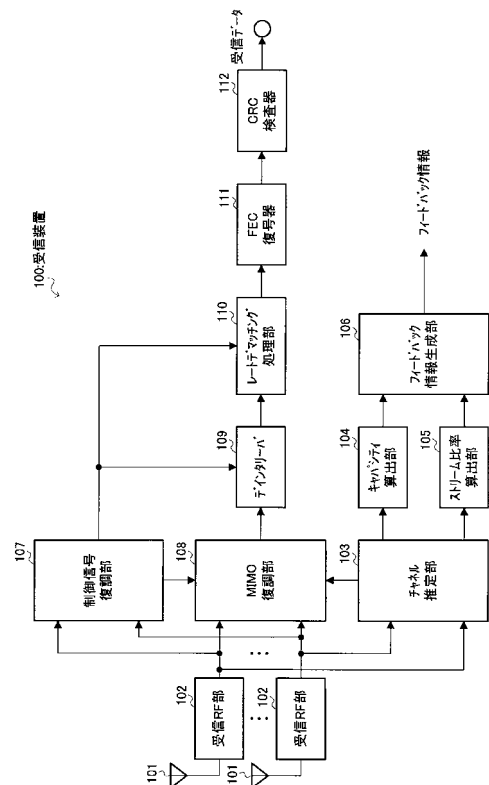
【図8】 本発明の実施の形態6に係る受信装置の構成を示すブロック図

【図9】 本発明の実施の形態6に係る送信装置の構成を示すブロック図

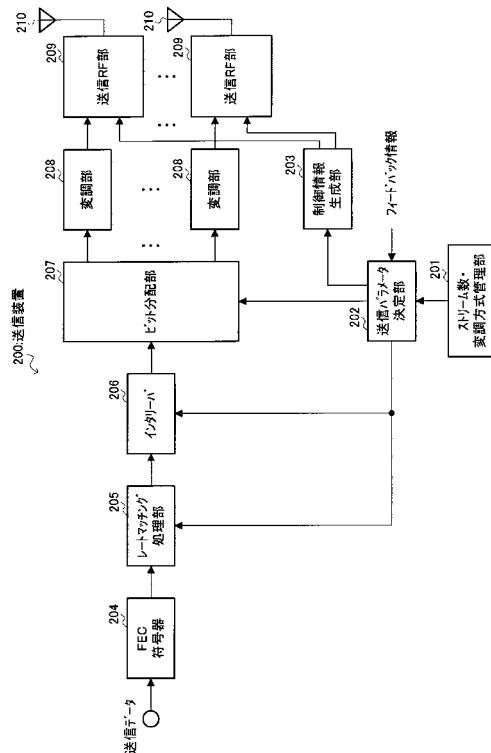
【図1】



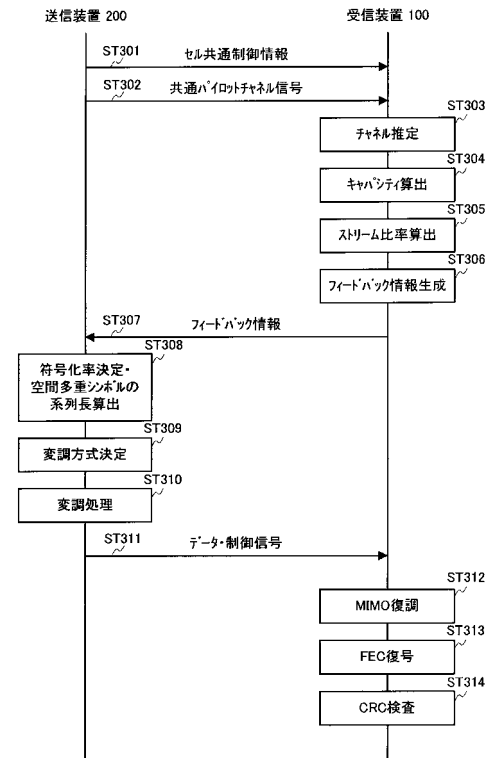
【図2】



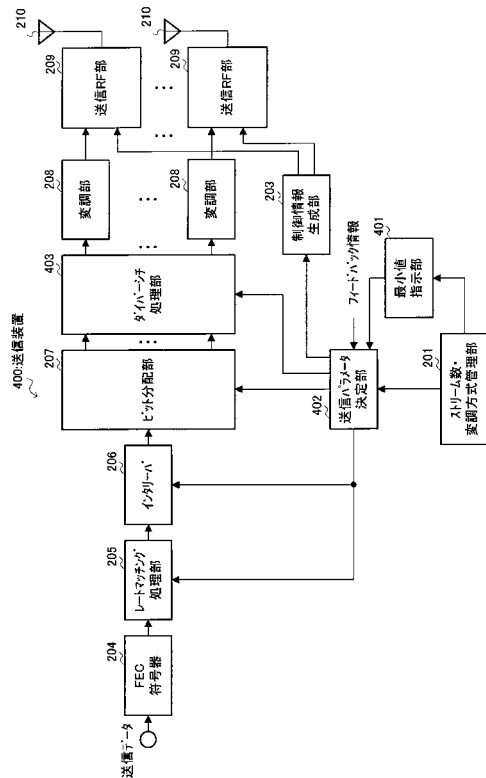
【図 3】



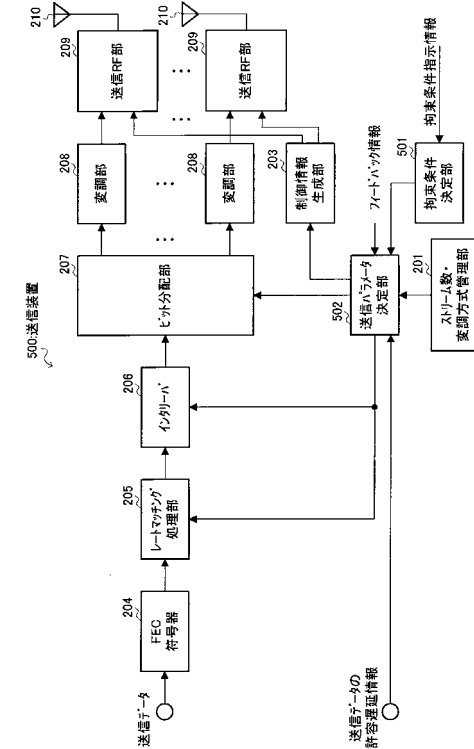
【図 4】



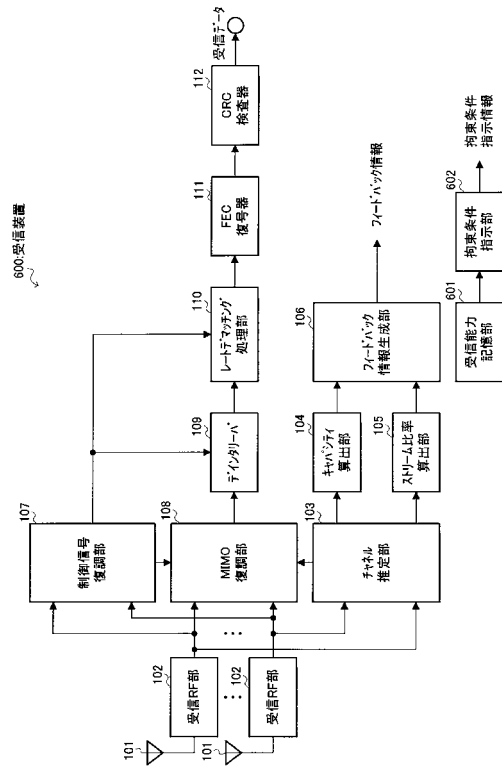
【図 5】



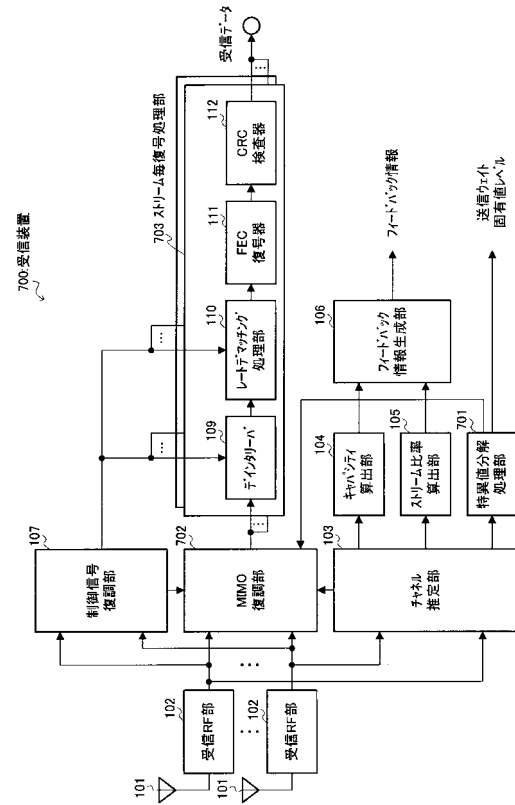
【図 6】



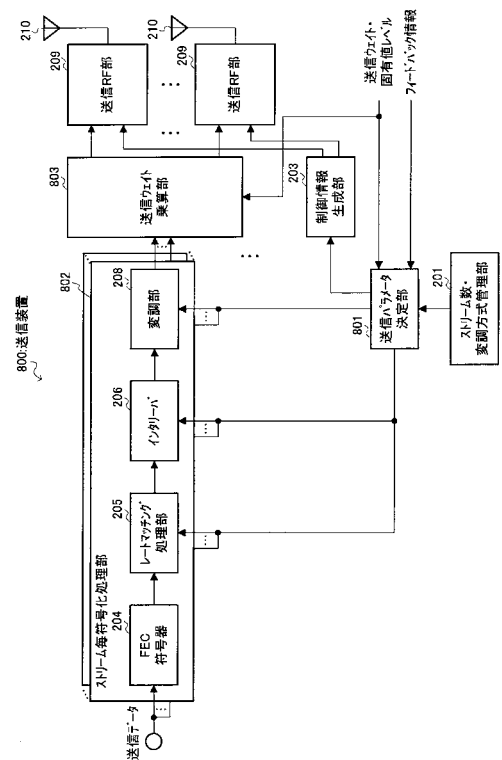
【図 7】



【图 8】



【图 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 今井 友裕
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 三好 憲一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 西尾 昭彦
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

審査官 太田 龍一

- (56)参考文献 特開2004-194262 (JP, A)
特開2004-40232 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H04J | 99/00 |
| H04B | 7/10 |
| H04B | 7/04 |