

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4616338号
(P4616338)

(45) 発行日 平成23年1月19日(2011.1.19)

(24) 登録日 平成22年10月29日(2010.10.29)

(51) Int.Cl.	F I	
HO4J 99/00 (2009.01)	HO4J 15/00	
HO4B 7/04 (2006.01)	HO4B 7/04	
HO4W 28/18 (2009.01)	HO4Q 7/00	282
HO4L 1/00 (2006.01)	HO4L 1/00	E
HO4L 1/16 (2006.01)	HO4L 1/16	

請求項の数 46 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2007-516380 (P2007-516380)	(73) 特許権者	503447036
(86) (22) 出願日	平成17年6月13日(2005.6.13)		サムスン エレクトロニクス カンパニー リミテッド
(65) 公表番号	特表2008-503144 (P2008-503144A)		大韓民国キョンギード, スウォン-シ, ヨ ントン-ク, マエタン-ドン 416
(43) 公表日	平成20年1月31日(2008.1.31)	(74) 代理人	100089037
(86) 国際出願番号	PCT/KR2005/001779		弁理士 渡邊 隆
(87) 国際公開番号	W02005/122426	(74) 代理人	100110364
(87) 国際公開日	平成17年12月22日(2005.12.22)		弁理士 実広 信哉
審査請求日	平成18年12月14日(2006.12.14)	(72) 発明者	ホン-シル・ジョン
(31) 優先権主張番号	10-2004-0043402		大韓民国・ソウル・グワナク-グ・ナムヒ ョン-ドン・602-149・#205
(32) 優先日	平成16年6月14日(2004.6.14)		
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多重送受信アンテナを使用する移動通信システムにおける送信モードを制御するための装置、システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

多重送受信アンテナを使用する移動通信システムの受信機装置において、
受信データのエラーを検査し、エラー検査結果を出力するエラー検査器と、
前記エラー検査結果に応じて、送信モード決定のためのチャンネル状態値しきい値を適応的に変更し、該変更されたしきい値と測定されたチャンネル状態値とを比較して送信モードを決定して、送信機にフィードバックするフィードバック部と
を備え、

前記フィードバック部は、前記エラー検査結果が成功 (ACK) の場合、該エラー検査結果が失敗 (NACK) になるまで、前記しきい値を段階的に変化させ、

ここで、前記フィードバック部は、歪みの激しいチャンネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として使用し、前記エラー検査結果が成功 (ACK) であり、且つ、既存のしきい値が所定の基準値よりも小さければ、前記既存のしきい値を線形的に減少させ、前記エラー検査結果が成功 (ACK) であり、且つ、前記既存のしきい値が前記所定の基準値以上であれば、前記既存のしきい値を非線形的に減少させ、前記エラー検査結果が失敗 (NACK) であれば、前記既存のしきい値を前記初期しきい値に変更することを特徴とする装置。

【請求項2】

前記エラー検査結果は、CRC (Cyclic Redundancy Check) 検査結果であることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記チャンネル状態値は、信号対雑音比 (S N R : S i g n a l t o N o i s e R a t i o) であることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記送信モードは、前記送信機の符号方式、変調方式及びアンテナ送信方式のうち、少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

受信変調シンボルを復調して、符号シンボルを発生する復調器と、
前記復調器からの符号シンボルを復号化して、前記受信データを発生する復号化器と
をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 6】

前記フィードバック部は、S N R 対スループットカーブに対するデータベースを含み、
前記カーブを複数の領域に分割するためのしきい値を前記エラー検査結果に応じて適応的
に調整し、測定された S N R 値の属する領域に対応する送信モードを前記送信機にフィード
バックすることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

多重送受信アンテナを使用する移動通信システムの送信機装置において、
端末機からフィードバックされるチャンネル状態値及び伝送データのエラー検査結果を受
信する受信部と、

前記エラー検査結果に応じて、送信モード決定のためのチャンネル状態値しきい値を適応
的に変更し、前記変更したしきい値と前記受信されたチャンネル状態値とを比較すること
により、送信モードを決定する制御機と

20

を備え、

前記制御機は、前記エラー検査結果が成功 (A C K) の場合、該エラー検査結果が失敗
(N A C K) になるまで、前記しきい値を段階的に変化させ、

ここで、前記制御機部は、歪みの激しいチャンネル環境から求めたしきい値を初期しきい
値として使用し、前記エラー検査結果が成功 (A C K) であり、且つ、既存のしきい値が
所定の基準値よりも小さければ、前記既存のしきい値を線形的に減少させ、前記エラー検
査結果が成功 (A C K) であり、且つ、前記既存のしきい値が前記所定の基準値以上であ
れば、前記既存のしきい値を非線形的に減少させ、前記エラー検査結果が失敗 (N A C K
) であれば、前記既存のしきい値を前記初期しきい値に変更することを特徴とする装置。

30

【請求項 8】

前記エラー検査結果は、C R C 検査結果であることを特徴とする請求項 7 に記載の装置
。

【請求項 9】

前記チャンネル状態値は、信号対雑音比 (S N R) であることを特徴とする請求項 7 に記
載の装置。

【請求項 10】

前記送信モードは、符号方式、変調方式及びアンテナ送信方式のうち、少なくとも 1 つ
であることを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

40

【請求項 11】

送信データを該当符号率で符号化して出力する符号器と、
前記符号器からのデータを該当変調方式で変調して出力する変調器と、
前記変調器からのデータを該当アンテナの送信方式で符号化して複数のアンテナ信号を
生成する多重送信モード機と

をさらに備え、

前記制御部は、前記決定された送信モードに応じて、前記符号率、前記変調方式及び前
記アンテナ送信方式のうち、少なくとも 1 つを制御することを特徴とする請求項 7 に記載
の装置。

【請求項 12】

50

前記該当アンテナの送信方式は、高伝送率の空間多重化 (SM: Spatial Multiplexing) 方式、高ダイバーシチ利得の時空間ブロック符号 (STBC: Space Time Block Coding) 方式、及び前記2種類の方式を混合したハイブリッド方式のうち、何れかであることを特徴とする請求項11に記載の装置。

【請求項13】

前記制御部は、SNR対スループットカーブに対するデータベースを含み、前記カーブを複数の領域に分割するためのしきい値を前記エラー検査結果に応じて適応的に調整し、前記端末機で測定されたSNR値の属する領域を判断して、前記送信モードを決定することを特徴とする請求項7に記載の装置。

【請求項14】

移動通信システムにおいて、受信機は、
 受信データのエラーを検査し、エラー検査結果を出力するエラー検査器と、
 前記エラー検査結果に応じて、送信モード決定のためのチャンネル状態値しきい値を適応的に変更し、前記変更したしきい値と測定されたチャンネル状態値とを比較して送信モードを決定することにより、送信機にフィードバックするフィードバック部と
 を備え、
 前記送信機は、
 前記フィードバックされる送信モードに応じて、符号方式、変調方式及びアンテナ送信方式のうち、少なくとも1つを制御する制御機を備え、

前記フィードバック部は、前記エラー検査結果が成功 (ACK) の場合、該エラー検査結果が失敗 (NACK) になるまで、前記しきい値を段階的に変化させ、

ここで、前記フィードバック部は、歪みの激しいチャンネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として使用し、前記エラー検査結果が成功 (ACK) であり、且つ、既存のしきい値が所定の基準値よりも小さければ、前記既存のしきい値を線形的に減少させ、前記エラー検査結果が成功 (ACK) であり、且つ、前記既存のしきい値が前記所定の基準値以上であれば、前記既存のしきい値を非線形的に減少させ、前記エラー検査結果が失敗 (NACK) であれば、前記既存のしきい値を前記初期しきい値に変更することを特徴とするシステム。

【請求項15】

前記エラー検査結果は、CRC検査結果であることを特徴とする請求項14に記載のシステム。

【請求項16】

前記チャンネル状態値は、信号対雑音比 (SNR) であることを特徴とする請求項14に記載のシステム。

【請求項17】

前記送信機は、前記送信モードに応じて、高伝送率の空間多重化 (SM) 方式、高ダイバーシチ利得の時空間ブロック符号 (STBC) 方式、及び前記2種類の方式を混合したハイブリッド方式のうち、何れかをアンテナ送信方式として決定することを特徴とする請求項14に記載のシステム。

【請求項18】

移動通信システムにおいて、受信機は、
 受信データのエラーを検査し、エラー検査結果を出力するエラー検査器と、
 前記エラー検査結果及び測定されたチャンネル状態値を送信機にフィードバックするフィードバック部と
 を備え、
 前記送信機は、
 前記フィードバックされたエラー検査結果に応じて、送信モード決定のためのチャンネル状態値しきい値を適応的に変更し、前記変更したしきい値と前記フィードバックされたチャンネル測定値とを比較して、送信モードを決定する制御機を備え、

前記制御機は、前記エラー検査結果が成功 (ACK) の場合、該エラー検査結果が失敗

10

20

30

40

50

(N A C K) になるまで、前記しきい値を段階的に変化させ、
 ここで、前記フィードバック部は、歪みの激しいチャネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として使用し、前記エラー検査結果が成功 (A C K) であり、且つ、既存のしきい値が所定の基準値よりも小さければ、前記既存のしきい値を線形的に減少させ、前記エラー検査結果が成功 (A C K) であり、且つ、前記既存のしきい値が前記所定の基準値以上であれば、前記既存のしきい値を非線形的に減少させ、前記エラー検査結果が失敗 (N A C K) であれば、前記既存のしきい値を前記初期しきい値に変更することを特徴とするシステム。

【請求項 19】

前記エラー検査結果は、CRC 検査結果であることを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。 10

【請求項 20】

前記チャネル状態値は、信号対雑音比 (S N R) であることを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

【請求項 21】

前記送信機は、
 送信データを該当符号率で符号化して出力する符号器と、
 前記符号器からのデータを該当変調方式で変調して出力する変調器と、
 前記変調器からのデータを該当アンテナの送信方式で符号化して、複数のアンテナ信号を生成する多重送信モード機と 20

をさらに備え、

前記制御部は、前記決定された送信モードに応じて、前記符号率、前記変調方式及び前記アンテナ送信方式のうち、少なくとも 1 つを制御することを特徴とする請求項 20 に記載のシステム。

【請求項 22】

前記該当アンテナ送信方式は、高伝送率の空間多重化 (S M) 方式、高ダイバーシチ利得の時空間ブロック符号 (S T B C) 方式、及び前記 2 種類の方式を混合したハイブリッド方式のうち、何れかであることを特徴とする請求項 21 に記載のシステム。

【請求項 23】

送信モード決定のためにチャネル状態値と比較されるしきい値をチャネル状態に応じて 30
 適応的に変更するための方法において、

歪みの激しいチャネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として設定する過程と、
 受信機に受信されたフレームの CRC 検査結果が成功 (A C K) であると、しきい値と予め設定された値とを比較する過程と、

前記予め設定された値より大きいか又は同じであると、前記しきい値を非線形的に減少させる過程と、

前記予め設定された値より小さいと、前記しきい値を線形的に減少させる過程と、

前記 CRC 検査結果が失敗 (N A C K) であると、前記しきい値を前記初期しきい値に変更する過程と

を含むことを特徴とする方法。 40

【請求項 24】

前記送信モードは、送信機の符号方式、変調方式及びアンテナ送信方式のうち、少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

前記チャネル状態値は、信号対雑音比 (S N R) であることを特徴とする請求項 23 に記載の方法。

【請求項 26】

送信モード決定のためにチャネル状態値と比較されるしきい値をチャネル状態に応じて 50
 適応的に変更するための方法において、

平均チャネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として設定する過程と、

受信機に受信されたフレームのCRC検査結果が成功(AACK)であると、しきい値を線形的に減少させる過程と、

前記CRC検査結果が失敗(NACK)であると、前記しきい値を前記初期しきい値に変更する過程と

を含むことを特徴とする方法。

【請求項27】

前記しきい値が前記初期しきい値より大きいか又は同じ状態で前記失敗(NACK)が発生すると、前記しきい値を所定値分増加する過程をさらに含むことを特徴とする請求項26に記載の方法。

【請求項28】

前記送信モードは、送信機の符号方式、変調方式及びアンテナ送信方式のうち、少なくとも1つであることを特徴とする請求項26に記載の方法。

【請求項29】

前記チャンネル状態値は、信号対雑音比(SNR)であることを特徴とする請求項26に記載の方法。

【請求項30】

送信モード決定のためにチャンネル状態値と比較されるしきい値をチャンネル状態に応じて適応的に変更するための方法において、

歪みの激しいチャンネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として設定する過程と、
受信機に受信されたフレームのCRC検査結果が成功(AACK)であると、しきい値を非線形的に減少させる過程と、

前記CRC検査結果が失敗(NACK)であると、以前CRC検査結果が成功(AACK)であるか失敗(NACK)であるかを確認する過程と、

前記以前CRC検査結果が成功(AACK)であると、前記しきい値を予め設定された値に増加し、前記以前CRC検査結果が失敗(NACK)であると、連続的な失敗個数を確認する過程と、

前記失敗(NACK)個数が所定値未満であると、前記しきい値を変更せず、前記所定数以上であると、前記しきい値を前記初期しきい値に変更する過程と、

以後、前記CRC検査結果が成功であると、前記しきい値を線形的に減少させ、前記CRC検査結果が失敗であると、前記しきい値を予め設定された値に変更する過程と

を含むことを特徴とする方法。

【請求項31】

前記送信モードは、送信機の符号方式、変調方式及びアンテナ送信方式のうち、少なくとも1つであることを特徴とする請求項30に記載の方法。

【請求項32】

前記チャンネル状態値は、信号対雑音比(SNR)であることを特徴とする請求項30に記載の方法。

【請求項33】

受信変調シンボルを復調して、符号シンボルを発生する過程と、

前記符号シンボルを復号化して、前記受信データを発生する過程と

をさらに含むことを特徴とする請求項30に記載の方法。

【請求項34】

多重送受信アンテナを使用する移動通信システムにおける受信機のフィードバック方法において、

受信データのエラーを検査する過程と、

前記エラー検査結果に応じて、送信モード決定のためのチャンネル状態値しきい値を適応的に変更する過程と、

前記変更されたしきい値と測定されたチャンネル状態値とを比較して送信モードを決定して、送信機にフィードバックする過程と

を含み、

10

20

30

40

50

前送信モードを記送信機にフィードバックする過程では、前記エラー検査結果が成功（ACK）の場合、該エラー検査結果が失敗（NACK）になるまで、前記しきい値を段階的に変化させ、

ここで、前記しきい値を変化させる過程では、

歪みの激しいチャネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として設定し、

前記エラー検査結果が成功（ACK）であり、且つ、既存のしきい値が所定の基準値よりも小さければ、前記既存のしきい値を線形的に減少させ、

前記既存のしきい値が前記所定の基準値以上であれば、前記既存のしきい値を非線形的に減少させ、

前記エラー検査結果が失敗（NACK）であれば、前記既存のしきい値を前記初期しきい値に変更することを特徴とする方法。

10

【請求項 35】

前記エラー検査結果は、CRC検査結果であることを特徴とする請求項 34 に記載の方法。

【請求項 36】

前記チャネル状態値は、信号対雑音比（SNR）であることを特徴とする請求項 34 に記載の方法。

【請求項 37】

前記送信モードは、前記送信機の符号方式、変調方式及びアンテナ送信方式のうち、何れかであることを特徴とする請求項 34 に記載の方法。

20

【請求項 38】

受信変調シンボルを復調して、符号シンボルを発生する過程と、

前記符号シンボルを復号化して、前記受信データを発生する過程と

をさらに含むことを特徴とする請求項 34 に記載の方法。

【請求項 39】

前記フィードバック過程は、

前記しきい値は、SNR対スループットカーブを送信モードに応じて複数の領域に分割し、測定されたSNR値の属する領域に対応する送信モードを前記送信機にフィードバックすることを特徴とする請求項 34 に記載の方法。

【請求項 40】

30

多重送受信アンテナを使用する移動通信システムにおける送信方法において、

受信機からフィードバックされるチャネル状態値及び伝送データのエラー検査結果を受信する過程と、

前記エラー検査結果に応じて、送信モード決定のためのチャネル状態値しきい値を適応的に変更する過程と、

前記変更されたしきい値と前記受信されたチャネル状態値とを比較して、送信モードを決定する過程と

を含み、

前記チャネル状態値しきい値を適応的に変更する過程では、前記エラー検査結果が成功（ACK）の場合、該エラー検査結果が失敗（NACK）になるまで、前記チャネル状態しきい値を段階的に変化させ、

40

ここで、前記しきい値を変化させる過程では、

歪みの激しいチャネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として設定し、

前記エラー検査結果が成功（ACK）であり、且つ、既存のしきい値が所定の基準値よりも小さければ、前記既存のしきい値を線形的に減少させ、

前記既存のしきい値が前記所定の基準値以上であれば、前記既存のしきい値を非線形的に減少させ、

前記エラー検査結果が失敗（NACK）であれば、前記既存のしきい値を前記初期しきい値に変更することを特徴とする方法。

【請求項 41】

50

前記エラー検査結果は、CRC検査結果であることを特徴とする請求項40に記載の方法。

【請求項42】

前記チャンネル状態値は、信号対雑音比(SNR)であることを特徴とする請求項40に記載の方法。

【請求項43】

前記送信モードは、符号方式、変調方式及びアンテナ送信方式のうち、少なくとも1つであることを特徴とする請求項40に記載の方法。

【請求項44】

前記決定された送信モードに応じて、前記符号率、前記変調方式及び前記アンテナ送信方式のうち、少なくとも1つを制御する過程と、

送信データを該当符号率で符号化する過程と、

前記符号化されたデータを該当変調方式で変調する過程と、

前記変調されたデータを該当アンテナの送信方式で符号化して、複数のアンテナ信号を生成する過程と

をさらに含むことを特徴とする請求項40に記載の方法。

【請求項45】

前記該当アンテナの送信方式は、高伝送率の空間多重化(SM)方式、高ダイバーシチ利得の時空間ブロック符号(STBC)方式、及び前記2種類の方式を混合したハイブリッド方式のうち、何れかであることを特徴とする請求項40に記載の方法。

【請求項46】

前記送信モード決定過程は、

前記しきい値は、SNR対スループットカーブを送信モードに応じて複数の領域に分割し、測定されたSNR値の属する領域を判断して送信モードを決定することを特徴とする請求項40に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動通信システムに関し、特に多重送受信アンテナを使用する移動通信システムにおいて、高いデータ伝送率と高品質の信頼度を保障するための送受信装置、システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

最近、無線通信システムでチャンネル容量(capacity)を増加させるために、適応変調及び符号化(AMC: Adaptive Modulation and Coding)方式に対する研究が盛んである。前記AMCは、1フレーム(frame)が伝送される間、伝送パワー(transmit power)は一定に維持し、現在信号の品質やチャンネル状況に応じて、変調方式と符号率を変化させて伝送率を向上させる方式である。例えば、基地局に近接したユーザは、受信された信号にエラーが発生する確率が小さいため、4個のビット(bit)が1つの信号を構成する16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)のような高い次数(order)の変調方式を使用し、3/4のような高い符号率を使用する。しかしながら、基地局から遠く離れてあるユーザは、受信された信号にエラーが発生する確率が大きいため、基地局から遠く離れるほど、低い次数の変調方式と低い符号率を使用して、受信機がエラー無しに信号を受信するようにする。

【0003】

さらに詳細に説明すると、AMC方式では、複数の符号率と複数の変調方式に対して、SNR(Signal to Noise Ratio)対スループットグラフ(またはカーブ)を利用して、受信機で測定されたSNRがどの領域に属するかに応じて送信方式を選択する。しかしながら、前記SNR対スループットグラフは、特定フェージングチャ

10

20

30

40

50

ネルモデルに関して求めた値であるから、フェージング環境が変わると、特定フェージングチャネルに対するSNR対スループットグラフが適合しないことがある。したがって、伝送方式を選択する新しい方式が必要である。

【0004】

一般に、複数のアンテナを使用する方式は、大きく2種類に分類できる。第1の方式は、データの信頼度を増加させるための方法であり、第2の方法は、データの伝送率を増加させる方法である。したがって、チャネル状況の良い場合には、伝送率を増加させる方式を使用し、チャネル状況のよくない場合には、データの信頼度を増加させる方式を使用することによって、より高い信頼度とデータ伝送率を得ることができる。すなわち、多様なアンテナ方法をチャネルの状況に応じて変動して使用することが、データ伝送率とデータの信頼度を増加させ得る方法であることは自明である。

10

【0005】

したがって、既存のAMC方法と多重送受信アンテナ方式とを結合する方法は、今後の通信システムにとって重要な事項といえる。すなわち、同じ目的を持っているAMC方式と多重アンテナ方式を共に考慮して、チャネル状況に合うように符号率、変調方式、及びアンテナ送信方法を最適化すると、満足すべきデータ伝送率と信頼度を獲得することができる。

【0006】

複数のアンテナを使用する方法は、限定された無線資源(radio resource)を利用して、最大伝送率(data rate)と最小エラー率(error rate)などのような高速の信頼度を有する通信システムを構築するために研究されてきた。このような複数のアンテナを利用する方式を時空間プロセス(space time processing)という。以下、前記時空間プロセスについて説明する。

20

【0007】

前記時空間プロセス方式は、無線環境での信号損失と予測し難いチャネル状態などのような問題を解決するために開発された。1960年代登場したビーム形成アルゴリズムは、現在、システムでもダウンリンク(down link)とアップリンク(up link)でアンテナ利得(antenna gain)を高め、セル容量(cell capacity)を増加させるための目的として盛んに研究されている。一方、1997年Tarokhなどにより提案された時空間符号(STC: Space Time Coding)方式は、送信アンテナ個数と受信アンテナ個数との積に比例するダイバーシチ効果を得ることができる方式として有名である。

30

【0008】

上記のように、複数のアンテナを使用して受信性能を向上させる方法の他に、伝送率を増加させるための研究も盛んに進められている。前記伝送率を増加させる代表的な方法は、空間多重化(spatial multiplexing)方式である。前記空間多重化方式は、複数の送信アンテナを備えて、複数の送信アンテナそれぞれに互いに異なる情報データを送信させる方式である。Telataなどの研究結果、前記空間多重化方式を適用する場合、単一入力単一出力(SISO: Single Input Single Output)方式に比べて、送信アンテナの個数分の容量が増加することが分かる。こ

40

【0009】

上記の時空間符号化方法と空間多重化方式は、それぞれ伝送データのエラー率と伝送率を最大化させようとする。このような2つの目的に符合する方法のうちの1つが、2階層空間多重化(2 layered SM(Spatial Multiplexing、以下、「2 layered SM」と記す)方式である。例えば、4個の送信アンテナを2個の送信アンテナとして結合し使用するシステムにおいて、前記2個の送信アンテナを使用するSTBCブロック2個を連結させた方法が存在する。この場合、4個のアンテナを使用するSTBC方式に比べて伝送率が増加し、4個のアンテナを使用する空間多重化方法に比べて、エラー率が低くなるという長所を有する。

50

【 0 0 1 0 】

以上、説明したように、通信システムの送信アンテナの個数と受信アンテナの個数に応じて、多様なアンテナ組み合わせ（MIMO（Multiple Input Multiple Output）方式）が存在する。したがって、通信システムにおいて、前記多様なアンテナ組み合わせのうち、どんなアンテナ組み合わせを使用してデータを送受信するかは、前記通信システムの容量を決定づける重要な要素として作用する。

【 0 0 1 1 】

したがって、複数の送受信アンテナを使用するシステムにおいて、既存のAMC方式を適用すると同時に、フェージング（fading）チャンネル環境に応じてアンテナ送信方式を決定する方式に対する開発が必要なのが実情である。

10

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

そこで、本発明の目的は、多重送受信アンテナを使用する移動通信システムにおいて、チャンネル状態に応じて符号率と変調方式、そしてアンテナ送信方式を制御するための装置及び方法を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の目的は、多重送受信アンテナを使用する移動通信システムにおいて、チャンネル状態に応じて送信モードを決定するための基準を変更し、変更された基準に応じて符号率と変調方式、そしてアンテナ送信方式を制御するための装置及び方法を提供すること

20

にある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

上記の目的を達成すべく、本発明の一側面によれば、多重送受信アンテナを使用する移動通信システムの受信機装置は、受信データのエラーを検査し、エラー検査結果を出力するエラー検査器と、前記エラー検査結果に応じて、送信モード決定のためのチャンネル状態値しきい値を適応的に変更し、該変更されたしきい値と測定されたチャンネル状態値とを比較して送信モードを決定して、送信機にフィードバックするフィードバック部とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明の他の側面によれば、多重送受信アンテナを使用する移動通信システムの送信機装置は、端末機からフィードバックされるチャンネル状態値及び伝送データのエラー検査結果を受信する受信部と、前記エラー検査結果に応じて、送信モード決定のためのチャンネル状態値しきい値を適応的に変更し、前記変更したしきい値と前記受信されたチャンネル状態値とを比較することにより、送信モードを決定する制御機とを備えることを特徴とする。

30

【 0 0 1 6 】

本発明のさらに他の側面によれば、送信モード決定のためにチャンネル状態値と比較されるしきい値をチャンネル状態に応じて適応的に変更するための方法は、歪みの激しいチャンネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として設定する過程と、受信機に受信されたフレームのCRC検査結果が成功（ACK）であると、しきい値と予め設定された値より小さいかを検査する過程と、前記予め設定された値より大きいか又は同じであると、前記しきい値を非線形的に減少させる過程と、前記予め設定された値より小さいと、前記しきい値を線形的に減少させる過程と、前記CRC検査結果が失敗（NACK）であると、前記しきい値を前記初期しきい値に変更する過程とを含むことを特徴とする。

40

【 0 0 1 7 】

本発明のさらに他の側面によれば、送信モード決定のためにチャンネル状態値と比較されるしきい値をチャンネル状態に応じて適応的に変更するための方法は、平均チャンネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として設定する過程と、受信機に受信されたフレームのCRC検査結果が成功（ACK）であると、しきい値を線形的に減少させる過程と、前記CRC検査結果が失敗（NACK）であると、前記しきい値を前記初期しきい値に変更す

50

る過程とを含むことを特徴とする。

【0018】

本発明のさらに他の側面によれば、送信モード決定のためにチャネル状態値と比較されるしきい値をチャネル状態に応じて適応的に変更するための方法は、歪みの激しいチャネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として設定する過程と、受信機に受信されたフレームのCRC検査結果が成功(ACK)であると、しきい値を非線形的に減少させる過程と、前記CRC検査結果が失敗(NACK)であると、前記しきい値を予め設定された値に増加する過程と、前記失敗(NACK)が連続的に発生するか否かを検査する過程と、前記失敗が連続して発生する場合、前記失敗回数が所定数以上であるか否かを検査する過程と、前記所定数未満であると、前記しきい値を変更せず、前記所定数以上であると、前記しきい値を前記初期しきい値に変更する過程と、以後、前記CRC検査結果が成功であると、前記しきい値を線形的に減少させ、前記CRC検査結果が失敗であると、前記しきい値を予め設定された値に変更する過程とを含むことを特徴とする。

10

【0019】

本発明のさらに他の側面によれば、多重送受信アンテナを使用する移動通信システムにおける受信機のフィードバック方法は、受信データのエラーを検査する過程と、前記エラー検査結果に応じて、送信モード決定のためのチャネル状態値しきい値を適応的に変更する過程と、前記変更されたしきい値と測定されたチャネル状態値とを比較して送信モードを決定して、送信機にフィードバックする過程とを含むことを特徴とする。

20

【0020】

本発明のさらに他の側面によれば、多重送受信アンテナを使用する移動通信システムにおける送信方法は、受信機からフィードバックされるチャネル状態値及び伝送データのエラー検査結果を受信する過程と、前記エラー検査結果に応じて、送信モード決定のためのチャネル状態値しきい値を適応的に変更する過程と、前記変更されたしきい値と前記受信されたチャネル状態値とを比較して、送信モードを決定する過程とを含むことを特徴とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の好ましい実施形態を、添付した図面を参照して詳細に説明する。以下の説明において、関連した公知機能あるいは構成に対する具体的な説明が、本発明の要旨を不要に不明にすることができると判断された場合、その詳細な説明は省略する。

30

【0022】

本発明は、多重送受信アンテナを使用する移動通信システムにおいて、チャネル状態に応じて送信モードを決定するための基準を変更し、変更された基準に応じて符号率と変調方式、そしてアンテナ送信方式を制御するための案を提案する。

【0023】

以下、本発明は、4個の送信アンテナを備えた送信機と2個の受信アンテナを備えた受信機とで構成された通信システム、及び4個の送信アンテナを備えた送信機と4個の受信アンテナを備えた受信機で構成された通信システムを例に挙げて説明する。しかしながら、本発明で説明する方式の他に、多様なアンテナ送信方式(またはMIMO方式)が存在することは自明である。

40

【0024】

また、本発明は、周波数分割多重接続(FDMA: Frequency Division Multiple Access)方式、あるいは、時分割多重接続(TDMA: Time Division Multiple Access)方式、あるいは、符号分割多重接続(CDMA: Code Division Multiple Access)方式、あるいは、直交周波数分割多重(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiple、以下、「OFDM」と記す)方式を使用する通信システムに全て適用可能であるが、以下の説明では、便宜上、OFDM方式を使用する通信システムを例に挙げて説明する。

50

【0025】

図1は、本発明の実施形態に係るOFDMシステムで送信機の構成を示している。

【0026】

同図に示すように、本発明に係る送信機100は、CRC生成器102、符号化器104、変調器106、多重送信モード機108、制御機110、複数のIFFT器112、114、116、118、複数の並列/直列変換器120、122、124、126、複数の無線周波数処理器128、130、132、134、及び複数のアンテナ136、138、140、142を備えて構成される。

【0027】

図1を参照すれば、制御機110は、受信機(端末機)からのフィードバック情報(送信モード情報)に応じて、符号率、変調方式及びアンテナ送信方式を決定して、符号化器104、変調器106及び多重送信モード機108を制御する。

10

【0028】

CRC生成器102は、入力される伝送データに対するCRCを生成し、前記伝送データに生成された前記CRCを付けて出力する。前記符号化器104は、前記CRC生成器102からのデータを前記制御機110の制御に応じて該当符号率で符号化して、符号語を出力する。このとき、前記符号化器104に入力される情報語の長さがkであり、前記制御機110から伝達する符号率がRとすると、前記符号語の長さは、 $n = k / R$ である。例えば、前記符号化器104は、畳み込み符号化器(convolutional coder)、ターボ符号化器(Turbo coder)、LDPC(Low Density Parity Check)符号化器などで構成されることができ

20

【0029】

前記変調器106は、前記符号化器104からのデータを前記制御機110の制御に応じて該当変調方式で変調して出力する。すなわち、前記変調器106は、入力されるデータを前記制御機110から伝達するマッピング方式(または変調次数)に応じる星座(constellation)によって信号マッピング(mapping)して出力する。例えば、前記変調器106は、1個のビット($s = 1$)を1つの複素信号にマッピングするBPSK(Binary Phase Shift Keying)、2個のビット($s = 2$)を1つの複素信号にマッピングするQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)、3個のビット($s = 3$)を1つの複素信号にマッピングする8PSK(8-phase shift keying)、4個のビット($s = 4$)を1つの複素信号にマッピングする16QAMなどを全て支援する。

30

【0030】

多重送信モード機108は、前記変調器106からのデータを前記制御機110の制御に応じて所定規則で符号化して、複数のアンテナ信号を生成し、複数のアンテナ信号のそれぞれを対応するIFFT器に出力する。前記多重送信モード機108の動作は、以後の図2を参照して詳細に説明する。

【0031】

複数のIFFT器112、114、116、118は、それぞれ前記多重送信モード機108からのデータを逆高速フーリエ変換して、対応する並列/直列変換器に出力する。複数の並列/直列変換器120、122、124、126は、それぞれ対応するIFFT器から入力される並列データを直列データに変換して出力する。

40

【0032】

複数の無線周波数処理器128、130、132、134は、それぞれ対応する並列/直列変換器からのデータをアナログ信号に変換し、前記アナログ信号をRF(Radio Frequency)処理して、対応するアンテナに出力する。ここで、前記無線周波数処理器128、130、132、134は、フィルタと前処理器(front end unit)などの構成を備える。

【0033】

複数のアンテナ136、138、140、142は、それぞれ対応する無線周波数処理

50

器からの信号を空气中に輻射 (r a d i a t i o n) させる。すなわち、無線周波数処理器 1 2 8 から出力される信号は、第 1 送信アンテナ 1 3 6 を介して送信され、前記無線周波数処理器 1 3 0 から出力される信号は、第 2 送信アンテナ 1 3 8 を介して送信され、前記無線周波数処理器 1 3 2 から出力される信号は、第 3 送信アンテナ 1 4 0 を介して送信され、前記無線周波数処理器 1 3 4 から出力される信号は、第 4 送信アンテナ 1 4 2 を介して送信される。

【 0 0 3 4 】

図 2 ~ 図 4 は、図 1 の前記多重送信モード機 1 0 8 の動作を説明するための図である。特に、図 2 は、S T B C (S p a c e T i m e B l o c k C o d i n g) 方式を使用する時の多重送信モード機 1 0 8 のブロック図であり、図 3 は、2 階層空間多重化 (2 1 0
l a y e r e d S p a t i a l M u l t i p l e x i n g) 方式を使用する時の多重送信モード機 1 0 8 のブロック図であり、図 4 は、空間多重化 (S p a t i a l M u l t i p l e x i n g) 方式を使用する時の多重送信モード機 1 0 8 のブロック図である。

【 0 0 3 5 】

まず、図 2 を参照すると、多重送信モード機 1 0 8 が S T B C 方式で動作するためには、4 x 4 S T B C 符号化器 2 0 2 が必要である。前記 4 x 4 S T B C 2 0 2 は、前記変調器 1 0 6 から入力される 4 個のデータが 4 個の時間区間 (t i m e i n t e r v a l) の間に 4 個のアンテナに伝送され得るように符号化して出力する。しかしながら、本発明は、O F D M システムを仮定したため、1 つのアンテナ信号を構成する 4 個のシンボルが 4 個の時間区間の間に伝送されるのではなく、所定の 4 個の副搬送波にマッピングされて伝送されるか、2 個の時間区間と 2 個の副搬送波を利用して伝送されることができる。

【 0 0 3 6 】

次に、図 3 を参照すれば、多重送信モード機 1 0 8 が 2 階層空間多重化方式で動作するためには、直列 / 並列変換器 2 0 6 と 2 個の 2 x 2 S T B C 符号化器 2 0 8 、 2 1 0 が必要である。前記直列 / 並列変換器 2 0 6 は、前記図 1 の変調器 1 0 6 からの直列データを並列データに変換して、2 x 2 S T B C 符号化器 2 0 8 、 2 1 0 に出力する。すなわち、変調器 1 0 6 の奇数番目の出力信号は、第 1 番目の 2 x 2 S T B C 符号化器 2 0 8 に出力し、偶数番目の出力信号は、第 2 番目の 2 x 2 S T B C 符号化器 2 1 0 に出力する。すると、前記 2 x 2 S T B C 符号化器 2 0 8 、 2 1 0 は、それぞれ 2 個の入力データが 2 個の時間区間の間に 2 個のアンテナに伝送され得るように符号化して出力する。しかしながら、発明は、O F D M システムを仮定したため、1 つのアンテナ信号を構成する 2 個のシンボルが 2 個の時間区間の間に伝送されるのではなく、所定の 2 個の副搬送波にマッピングされて伝送されるか、又は 2 個の時間区間と 1 個の副搬送波を利用して伝送されることができる。

【 0 0 3 7 】

次に、図 4 を参照すれば、多重送信モード機 1 0 8 が空間多重化 (S M) 方式で動作するためには、直列 / 並列変換器 2 1 4 が必要である。前記直列 / 並列変換器 2 1 4 は、前記図 1 の変調器 1 0 6 からの直列データを並列に変換して、4 個のアンテナに出力する。すなわち、入力される 4 個のデータが 1 個の時間区間の間にそれぞれ互いに異なるアンテナに伝送できるようにする。

【 0 0 3 8 】

すなわち、前記多重送信モード機 1 0 8 は、上述の 3 つの方式を全て支援できるように実現される。上述の 3 つのアンテナ送信方式は 1 つの例であって、上述のように、前記多重送信モード機 1 0 8 で支援できるアンテナ送信方式が上述の 3 つの方式に限定されない。

【 0 0 3 9 】

ここで、送信アンテナの個数を 4 個と仮定するとき、各アンテナ送信方式の特性を説明すると、下記の表 1 の通りである。

【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

50

【表 1】

	STBC方式	2階層空間多重化方式	空間多重化方式
伝送率	1	2	4
ダイバーシチ利得	4	2	無し

【0041】

前記表 1 から分かるように、前記 STBC 方式は、伝送率が他の方式に比べて落ちるが、ダイバーシチ利得が高いことが分かる。これに対して、前記空間多重化方式は、伝送率が他の方式に比べて大きい、ダイバーシチ利得が無いことが分かる。すなわち、チャンネル状態が良いほど、高伝送率のアンテナ送信方式（例：空間多重化方式）を使用し、チャンネル状態が悪いほど、高ダイバーシチ利得のアンテナ送信方式（例：STBC 方式）を使用することが好ましい。

10

【0042】

すると、以下では、前記送信機 100 に対応する受信機の構成を説明する。

【0043】

図 5 は、本発明の実施形態に係る OFDM システムにおける受信機のブロック図である。

【0044】

図 5 を参照すると、本発明に係る受信機は、複数のアンテナ 300 ~ 302、複数の無線周波数処理部 304 ~ 306、複数の直列 / 並列変換器 308 ~ 310、複数の FFT 器 312 ~ 314、時空間処理器 316、並列 / 直列変換器 318、復調器 320、復号化器 322、CRC 検査器 324、及びフィードバック部 326 を備えて構成される。

20

【0045】

図 5 を参照すれば、まず、前記送信機 100 の複数の送信アンテナ 136、138、140、142 を介して送信された信号は、前記複数の受信アンテナ 300 ~ 302 を介して受信され、前記受信された信号は、前記無線周波数処理部 304 ~ 306 に入力される。前記無線周波数処理部 304 ~ 306 は、それぞれ対応する受信アンテナを介して受信された信号を中間周波数（IF: Intermediate Frequency）帯域を経て、ベースバンド（Baseband）信号にダウンコンバート（down converting）し、前記ベースバンドアナログ信号をデジタル信号に変換して、該当直列 / 並列変換器に出力する。

30

【0046】

前記直列 / 並列変換器 308 ~ 310 は、それぞれ対応する無線周波数処理部からの直列データを並列データに変換して、該当 FFT 器に出力する。前記 FFT 器 312 ~ 314 は、それぞれ対応する直列 / 並列変換器からのデータを高速フーリエ変換（FFT: Fast Fourier Transform）して、時空間処理器 316 に出力する。

【0047】

前記時空間処理器 316 は、前記複数の FFT 器 312 ~ 314 からの信号を所定の規則に応じて復号化して、送信機から送信した変調シンボルを並列 / 直列変換器 318 に出力する。すなわち、前記時空間処理器 316 は、前記送信機 100 の多重送信モード機 108 の送信方法に対応する所定規則で多重送信モード機 108 の入力信号を推定して出力する。

40

【0048】

前記並列 / 直列変換器 318 は、前記時空間処理器 316 からの並列データを直列データに変換して、復調器 320 に出力する。前記復調器 320 は、前記並列 / 直列変換器 318 からのデータを復調して、復号化器 322 に出力する。すなわち、前記復調器 320 は、変調された信号を構成するビットを推定して出力する。

【0049】

前記復号化器 322 は、前記復調器 320 からのデータを復号化して、情報語（CRC

50

含む)をCRC検査器324に出力する。すなわち、前記送信機100の符号化器104に入力された情報ビットを判断して出力する。このとき、前記復号化器322の動作方法は、前記符号化器104の動作に応じて異なる。

【0050】

前記CRC検査器324は、前記復号化器322からの所定単位のデータ(フレームデータ)に対して、CRC検査を行う。このように、CRC検査を行うことによって、復号されたデータが送信機100の入力データと一致しているか否かを検査することができる。すなわち、復号化器322の出力データが前記送信機100の入力データと一致する場合、CRCエラーが発生せず、復号化器322の出力データが前記送信機100の入力データと一致しない場合、CRCエラーが発生する。CRC検査器324の検査結果(ACKまたはNACK)は、フィードバック部326に伝達される。このとき、エラーが発生しない場合、復号されたデータは出力される。

10

【0051】

前記フィードバック部326は、前記CRC検査器324の検査結果に基づいて、送信機100に伝達するフィードバック情報(送信モード情報)を決定する。前記フィードバック情報を決定する方式について説明すると、以下の通りである。ここで、前記送信モード情報は、AMCレベル及び/またはアンテナ送信方式を指定するための情報である。

【0052】

図6は、図5のフィードバック部326の詳細ブロック図である。

【0053】

同図に示すように、前記フィードバック部326は、第1送信モード決定器400、第2送信モード決定器402、第3送信モード決定器404、送信モード選択器406を備えて構成される。前記第1~第3送信モード決定器400、402、404の動作は、以後の図7及び図8、図9及び図10、図11及び図12をそれぞれ参照して詳細に説明する。

20

【0054】

簡略に説明すると、前記第1~第3送信モード決定器400、402、404は、前記CRC検査器220からのCRC検査結果をもって、互いに異なる方式によりしきい値をチャンネル適応的に変更し、前記変更したしきい値と測定されたチャンネル状態値(SNR値)とを比較して、送信モードを決定して出力する。上述のように、受信機は、SNR対スループットグラフ(測定SNRと送信モードとの間の対応関係を示すグラフ)を利用して、送信モードを決定する。例えば、前記SNR対スループットグラフに基づいて測定されたSNR値が特定しきい値より小さいと、第1送信モードに決定し、前記特定しきい値より大きいと、第2送信モードに決定する。ここで、SNR対スループットグラフ(またはしきい値)は、特定のチャンネルモデルに限定されたものであって、フェージング環境が変わると、前記グラフは適合しないこともある。したがって、本発明は、受信データのCRC検査結果に応じてしきい値を変更し、変更されたしきい値に基づいて送信モードを決定することを特徴とする。このように、現在のチャンネル状態に応じてSNR対スループットグラフ(またはしきい値)が適応的に変更されるため、さらに信頼性のある送信モードを決定することができる。すなわち、前記送信モード決定器400、402、404は、該

30

40

【0055】

前記送信モード選択器406は、前記第1~第3送信モード決定器224~226からの出力のうち、何れかを選択し、前記選択された送信モード決定器からの送信モード情報を送信機にフィードバックする。上述のように、前記送信モード情報は、符号方式、変調方式及びアンテナ送信方式のうち、少なくとも1つの情報を含む。実際、実現時に、前記3個の送信モード決定器400、402、404が全て受信機に実現されることもでき、前記3個の送信モード決定器400、402、404のうち、少なくとも1つが実現され

50

ることができる。受信機に送信モード決定器が複数実現される場合、前記受信機は、与えられた状況に応じて、特定の1つの送信モード決定器を選択して送信モードを決定する。

【0056】

すると、以下では、前記3個の送信モード決定器400、402、404について詳細に説明する。

【0057】

図7は、第1送信モード決定器400のしきい値決定手順を示すフローチャートである。

【0058】

図7を参照すれば、まず前記第1送信モード決定器400は、500段階で通信を始めるために、インデックス(i ; $index$)を「1」に設定する。最初フレーム(またはフィードバック情報)を送送する場合、歪みの激しいチャネル(例: AWGN (Additive White Gaussian Noise) チャネル)環境から求めた初期しきい値に基づいて送信モードを決定して伝送する。しかしながら、以後のフレームを送送するときは、送信モードを決定するために、下記のような方法を使用してしきい値を決定する。

【0059】

まず、前記第1送信モード決定器400は、まず、前記第1送信モード決定器400は、504段階で前記図3のCRC検査器324の検査結果(ACK/NACK)を検査する。このとき、前記図3のCRC検査器324の検査結果がACKである場合、前記第1送信モード決定器400は、既存のしきい値(しきい値 i_{-1})が予め設定された基準値より小さいか否かを検査する。万一、前記既存のしきい値(しきい値 i_{-1})が前記基準値以上である場合(しきい値 i_{-1} 基準値)、前記第1送信モード決定器400は、506段階で新しいしきい値(しきい値 i)を非線形的に算出した後、514段階に進む。すなわち、既存のしきい値から、予め決められた値()とインデックスとを乗算した値を減算して、新しいしきい値を算出する。前記新しいしきい値(しきい値 i)は、下記の<数1>のように定義される。

【0060】

【数1】

$$\text{しきい値}_i = \text{しきい値}_{i-1} - \Delta \times i$$

【0061】

万一、前記既存のしきい値が前記基準値未満である場合(しきい値 $i_{-1} < \text{基準値}$)、前記第1送信モード決定器400は、508段階で既存のしきい値から予め決められた値()を減算して新しいしきい値を算出した後、前記514段階に進む。前記新しいしきい値(しきい値 i)は、下記の<数2>のように定義される。

【0062】

【数2】

$$\text{しきい値}_i = \text{しきい値}_{i-1} - \Delta$$

【0063】

一方、前記502段階で、前記CRC検査結果、NACKが発生したと判断されると、前記第1送信モード決定器400は510段階に進んで、新しいしきい値(しきい値 i)を最初フレームを送送した時に使用した初期しきい値(しきい値 $_{\text{初期値}}$)として決定する。このようにしきい値を初期化した後、前記第1送信モード決定器400は512段階に進んで、時間インデックス i を「0」に設定した後、前記514段階に進む。前記NACKが発生したときの新しいしきい値は、下記の<数3>の通りに表すことができる。

【0064】

10

20

30

40

【数 3】

$$\text{しきい値}_i = \text{しきい値}_{\text{初期値}}$$

【0065】

一方、前記 5 1 4 段階に進んだ前記第 1 送信モード決定器 4 0 0 は、前記時間インデックス i を「1」分増加した後、前記 5 0 2 段階に戻って、以下のステップを再度行う。

【0066】

図 8 は、第 1 送信モード決定器 4 0 0 の動作に応じるしきい値変化を示すグラフである。

10

【0067】

図 8 を参照すると、歪みの激しいチャネル環境から求めたしきい値（初期しきい値）を利用して通信を始める。以後、受信フレームの CRC 検査結果が ACK であると、現在設定されているしきい値を予め設定された値（ ）と時間インデックス i とを乗算した値分減少させる。引き続き ACK が発生して、しきい値が予め設定された基準値より小さくなると、以後のしきい値は、前記予め設定された値（ ）分減少させる。この過程で、NACK が発生すると、しきい値をまた初期しきい値に変更し、前記初期しきい値を上述の方法でまた減少させる。

【0068】

図 9 は、第 2 送信モード決定器 4 0 2 のしきい値決定手順を示すフローチャートである。前記第 1 送信モード決定器 4 0 0 と異なる点は、一般的な平均チャネルを仮定したため、非線形変化領域を省略し、しきい値を直ちに線形的に減少させるということである。

20

【0069】

図 9 を参照すれば、まず前記第 2 送信モード決定器 4 0 2 は、6 0 0 段階で通信を始めるために、インデックス ($i ; \text{index}$) を「1」に設定する。最初逆方向フレーム（またはフィードバック情報）を伝送する場合、一般的な平均チャネルから求めた初期しきい値に基づいて、送信モードを決定して伝送する。しかしながら、以後のフレームを伝送するときは、送信モードを決定するために、下記のような方法を使用してしきい値を決定する。

【0070】

その後、前記第 2 送信モード決定器 4 0 2 は、6 0 2 段階で前記図 3 の CRC 検査器 3 2 4 の検査結果 (ACK/NACK) が ACK である場合、前記第 2 送信モード決定器 4 0 2 は 6 0 4 段階に進んで、既存のしきい値（しきい値 i_{-1} ）から予め決められた値（ ）を減算して、新しいしきい値（しきい値 i ）を算出した後、6 0 8 段階に進む。前記新しいしきい値（しきい値 i ）は、下記の〈数 4〉のように定義される。すなわち、前記第 1 送信モード決定器 4 0 0 とは異なり、直ちにしきい値を線形的に減少させる。

30

【0071】

【数 4】

$$\text{しきい値}_i = \text{しきい値}_{i-1} - \Delta$$

40

【0072】

万一、CRC 検査結果、NACK が発生すると、前記第 2 送信モード決定器 4 0 2 は 6 0 6 段階に進んで、新しいしきい値（しきい値 i ）を、最初フレームを伝送したときに使用した初期しきい値（しきい値_{初期値}）として設定した後、前記 6 0 8 段階に進む。これを式で表すと、下記の〈数 5〉の通りである。上述のように、第 2 送信モード決定器 4 0 2 の初期しきい値は、一般的な平均チャネル環境から求めた値であって、第 1 送信モード決定器 4 0 0 の初期しきい値と異なる。

【0073】

【数5】

$$\text{しきい値}_i = \text{しきい値}_{\text{初期値}}$$

【0074】

万一、前記既存のしきい値が前記基準値より大きいか又は同じであると、前記第2送信モード決定器402は610段階に進んで、既存のしきい値から予め決められた値()を加算して、新しいしきい値を算出した後、前記612段階に進む。これを式で表すと、下記の<数6>の通りである。

【0075】

10

【数6】

$$\text{しきい値}_i = \text{しきい値}_{i-1} + \Delta$$

【0076】

図10は、第2送信モード決定器402の動作に応じるしきい値変化を示すグラフである。

【0077】

図10を参照すると、一般的な平均チャネル環境から求めたしきい値(初期しきい値)を利用して通信を始める。すなわち、前記第1送信モード決定器400で定義した初期しきい値よりさらに低いしきい値を持って通信を始める。受信フレームのCRC検査結果、ACKであると、現在設定されているしきい値を予め設定された値()分減少させる。反面、受信フレームのCRC検査結果、NACKであると、現在設定されているしきい値(既存のしきい値)をまた初期しきい値に変更し、前記初期しきい値を上述の方法でまた線形的に減少させる。この方式は、前記第1送信モード決定器400とは異なり、平均チャネル環境を仮定したため、最初CRC検査結果でNACKが発生できる。それで、上述のように、既存のしきい値が前記初期しきい値より同じいか又は大きい状態でNACKが発生すると、既存しきい値に予め設定した値を加算して新しいしきい値を算出する。

20

【0078】

図11は、前記第3送信モード決定器404のしきい値決定手順を示すフローチャートである。前記第3送信モード決定器404は、前記第1送信モード決定器400と第2送信モード決定器402とを組み合わせたものである。すなわち、歪みの激しいチャネル環境から求めたしきい値を初期しきい値として使用し、NACKが発生すると、初期しきい値に復帰せず、予め決められた値にしきい値を変換し、またNACKが発生する場合、変換したしきい値を維持する。しかしながら、m回連続してNACKが発生する場合、初期しきい値に変換する。そして、前記第2送信モード決定器402のように動作する。

30

【0079】

図11を参照すると、まず前記第3送信モード決定器404は、700段階で通信を始めるために、インデックス(i; index)を「1」に設定し、動作モードを第1送信モード決定器の動作(第1モードと記す)に初期化する。

40

【0080】

以後、前記第3送信モード決定器404は、702段階で現在設定されている動作モードを検査する。万一、現在設定されている動作モードが第1モードである場合、前記第3送信モード決定器404は704段階に進んで、前記図3のCRC検査器324の検査結果(ACK/NACK)を検査する。万一、前記CRC検査器324の検査結果がACKであると、前記第3送信モード決定器404は706段階に進んで、既存のしきい値(しきい値 $i-1$)を非線形的に減少した後、724段階に進む。すなわち、既存のしきい値から予め決められた値()と時間インデックスiとを乗算した値を減算して、新しいしきい値(しきい値 i)を算出する。これを式で表すと、下記の<数7>の通りである。

【0081】

50

【数 7】

$$\text{しきい値}_i = \text{しきい値}_{i-1} - \Delta \times i$$

【0082】

万一、前記CRC検査器324の検査結果がNACKであると、前記第3送信モード決定器404は708段階に進んで、NACKが連続してm回以上発生したか否かを検査する。万一、NACKが連続的に発生した回数がm回未満であると、前記第3送信モード決定器404は710段階に進んで、新しいしきい値(しきい値 $_i$)を既存のしきい値(しきい値 $_{i-1}$)と同じ値に設定した後、712段階に進む。すなわち、NACKが所定回数未満に発生した場合、以前のしきい値を使用するようにして、直ちにしきい値を变化することを防止する。これを式で表すと、下記の<数8>の通りである。

10

【0083】

【数 8】

$$\text{しきい値}_i = \text{しきい値}_{i-1}$$

【0084】

以後、前記第3送信モード決定器404は、前記716段階で前記時間インデックス i を初期化した後、前記722段階に進む。

20

【0085】

一方、前記712段階でNACKがm回以上発生したと判断されると、前記第3送信モード決定器404は718段階に進んで、新しいしきい値を前記初期しきい値として設定する。この場合、連続してNACKが発生したため、チャンネル状況が悪いものと判定して、新しいしきい値を最も悪いチャンネル状況から求めた初期しきい値として設定する。すなわち、このような連続したNACKにより再度初期値に戻った場合、初期しきい値が現在システムに妥当なものと判定される。

【0086】

このように初期しきい値を設定した後、前記第3送信モード決定器404は720段階に進んで、前記動作モードを第2送信モード決定器の動作(第2モードと称する)として設定した後、前記722段階に進む。一方、前記決定器404は、前記722段階で前記時間インデックス i を「1」分増加した後、前記702段階に戻って、以下のステップを再度行う。

30

【0087】

一方、前記702段階で現在動作モードが第2モードであると判断されると、前記第3送信モード決定器404は724段階に進んで、前記図3のCRC検査器324の検査結果(ACK/NACK)を検査する。万一、前記CRC検査器324の検査結果がACKであると、前記決定器404は、726段階で既存のしきい値を線形的に減少した後、前記722段階に進む。万一、前記CRC検査器324の検査結果がNACKであると、前記第3送信モード決定器404は、728段階で新しいしきい値を予め決定された値に設定した後、前記722段階に進む。

40

【0088】

図12は、第3送信モード決定器404の動作に応じるしきい値変化を示すグラフである。

【0089】

図12を参照すると、歪みの激しいフェージングチャンネル環境から求めたしきい値(初期しきい値)を利用して通信を始める。以後、受信フレームのCRC検査結果がACKであると、しきい値を第1送信モード決定器400の動作に応じて非線形的に減少させる。一方、CRC検査結果、NACKが発生すると、しきい値を予め設定された値に変更する。以後、ACKが発生すると、しきい値を非線形的に減少させ、NACKが連続して所定

50

回数 (m) 発生すると、しきい値を前記初期しきい値に変更した後、第 2 送信モード決定器 4 0 2 の動作でしきい値を変更する。すなわち、CRC 検査結果、ACK が発生すると、しきい値を線形的に減少させ、NACK が発生すると、しきい値を予め設定された値に変換する。

【 0 0 9 0 】

上述の実施形態に基づいた本発明の全般的な動作を要約すると、次の通りである。

【 0 0 9 1 】

まず、送信機は、伝送データに対する CRC を生成する。以後、CRC が添付された伝送データを符号化及び変調し、多重送信モード機 1 0 8 で支援する複数のアンテナ送信方式のうち、指定された 1 つを利用して伝送する。このとき、送信機は、受信機からのフィードバック情報 (送信モード情報) に応じる符号化、変調及びアンテナ送信方式を利用してデータを伝送する。万一、初期伝送であると、予め設定された初期状態に応じる符号化、変調及びアンテナ送信方式を利用してデータを伝送する。

10

【 0 0 9 2 】

一方、受信機は、受信された信号を復元した後、CRC 検査を行う。CRC 検査結果、ACK が発生した場合、しきい値を減少させることによって、さらに良いフェージング状況に合う送信モードを決定するようにする。万一、CRC 検査結果、NACK が発生した場合、限界値の値を増加させることによって、より悪いフェージング状況に合う送信モードを決定するようにする。このとき、しきい値は、上述の 3 つの方法を利用して変更することができる。上述のように、しきい値を調整するという意味は、送信モード決定のための SNR 対スループットグラフを現在のチャネル状態に適應させる過程と言える。

20

【 0 0 9 3 】

上述の実施形態は、受信機 (端末機) で送信モード (符号率、変調方式及びアンテナ送信方式) を決定して、送信機 (基地局) にフィードバックする場合である。本発明の他の実施形態として、受信機 (端末機) は、チャネル情報 (C Q I : Channel Quality Indicator) とフレームのエラー検査結果 (ACK、NACK) をフィードバックし、送信機 (基地局) で前記フィードバックされた情報 (チャネル情報及びエラー検査結果) を利用して、送信モードを決定することができる。

【 0 0 9 4 】

以下、本発明の他の実施形態に係る送信モードの決定方法について説明する。

30

【 0 0 9 5 】

本発明の他の実施形態に係る送信機の構成は、上述の図 1 と同様であり、受信機の構成は、上述の図 5 と同様である。但し、特定構成の動作が異なるという点に差がある。以下、動作が変更される構成を中心に説明すると、次の通りである。

【 0 0 9 6 】

まず、受信機 (図 5) を説明すると、フィードバック部 3 2 6 を除いた全ての構成が同じ動作を行う。しかしながら、本発明の他の実施形態によって前記フィードバック部 3 2 6 は、CRC 検査器 3 2 4 からのエラー検査結果 (ACK、NACK) と通常のチャネル情報 (C Q I : Channel Quality Indicator) を送信機 1 0 0 にフィードバックする。すると、前記送信機 1 0 0 は、前記フィードバックされたフレームエラー検査結果と前記チャネル情報を利用して送信モードを決定する。

40

【 0 0 9 7 】

次に、送信機 (図 1) を説明すると、制御部 1 1 0 を除いた全ての構成が同じ動作を行う。しかしながら、本発明の他の実施形態によって前記制御部 1 1 0 は、前記受信機からフィードバックされた情報 (C Q I、エラー検査結果) を利用して、SNR 対スループットグラフを現在のチャネル状態に合うように変更し、前記変更されたグラフを利用して、送信モード (符号化、変調及びアンテナ送信方式) を決定する。したがって、前記制御部 1 0 0 は、上述の図 6 の構成を備え、図 7、図 9 及び図 1 1 の手順のうちのいずれかを行って送信モードを決定する。送信モード決定手順は、前で詳細に説明したため、ここでは、その説明を省略する。

50

【0098】

上述の本発明の他の実施形態に基づいた本発明の全般的な動作を要約すると、次の通りである。

【0099】

まず、受信機は、送信機から受信されたデータに対してCRC検査を行う。そして、前記CRC検査結果とチャンネル情報を送信機にフィードバックする。

【0100】

前記送信機は、伝送データに対するCRCを生成する。以後、CRCが添付された伝送データを符号化及び変調し、複数のアンテナ送信方式のうち、指定された1つの方式で伝送する。このとき、前記送信機は、前記受信機からのフィードバック情報（CRC検査結果及びチャンネル情報）を利用して、符号化、変調及びアンテナ送信方式を決定し、前記決定された方式に応じて伝送データを伝送する。すなわち、上述の通り、フィードバックされたCRC検査結果がACKである場合、送信モード決定グラフ（例：SNR対スループットグラフ）のしきい値を減少させることによって、より良いフェージング状況に合う送信モードを決定するようにする。仮りに、フィードバックされるCRC検査結果がNACKであると、送信モード決定グラフのしきい値を増加させて、より悪いフェージング状況に合う送信モードを決定するようにする。このとき、しきい値は、上述の3つの方法を利用して変更することができる。

10

【0101】

図13は、本発明の実施形態に係る送信モード決定のためのSNR対スループットグラフの概念図である。送信モードを例えば4種類に分類した場合を示している。

20

【0102】

図13を参照すると、第1送信モードは、SNR値が第1しきい値 t_{h1} より小さな場合であって、送信機は、符号率 $1/2$ 、QPSK、及びSTBC方式を利用してデータを伝送する。第2送信モードは、SNR値が第1しきい値より大きく、第2しきい値より小さな場合であって、送信機は、符号率 $4/3$ 、16QAM2階層空間多重化方式を利用してデータを伝送する。一方、第3送信モードは、SNR値が第2しきい値より大きく、第3しきい値より小さな場合であって、送信機は、符号率 $6/7$ 、16QAM、2階層空間多重化方式を利用してデータを伝送する。また、第4送信モードは、SNR値が第3しきい値より大きい場合であって、送信機は、符号率 $3/4$ 、64QAM、SM方式を利用してデータを伝送する。図示のように、符号率、変調方式及びアンテナ送信方式を共に制御することができる。しかしながら、上述のように、符号率、変調方式及びアンテナ送信方式を全て考慮する必要はない。例えば、同じ符号率を使用する場合、変調方式及びアンテナ送信方式のみを変化させることができる。

30

【0103】

本発明の実施形態によると、前記しきい値 t_{h1} 、 t_{h2} 、 t_{h3} をCRC検査結果に応じて変更することによって、現在のチャンネル状態に合う送信モードを決定するようにする。例えば、CRC検査結果、NACKが発生すると、前記しきい値 t_{h1} 、 t_{h2} 、 t_{h3} を右に移動して、より悪いフェージング状況に合う送信モードを決定できるようにする。反対に、CRC検査結果、ACKが発生すると、前記しきい値 t_{h1} 、 t_{h2} 、 t_{h3} を左に移動して、より良いフェージング状況に合う送信モードを決定できるようにする。

40

【0104】

上述の通り、本発明は、多様な符号率と多様な変調方式を使用して伝送率を極大化させ、最小のエラー確率を有するAMC方法を多重アンテナ技法で拡張して、チャンネル環境に応じて最大の伝送率と最小のエラー率を持つことのできる、より効率的な通信システムを構築できるという利点がある。また、チャンネル環境に応じて最適の送信方法を決定することによって、より信頼度の高い通信システムを構築することができる。また、送信モード決定器をより効率的かつ実際のフェージング環境に適合するように設計することによって、効率的な通信システムを実現することができる。

50

【0105】

一方、本発明の詳細な説明では、具体的な実施形態について説明したが、本発明の範囲から逸脱しない範囲内で、様々な変形が可能なことは勿論である。例えば、上述の実施形態は、フレームのエラーをCRC（またはframe error check：FEC）を利用して検査するが、パリティチェックのような他の方法でフレームのエラーを検査することができる。また、SNRを利用し送信モードを決定するが、他のチャネル状態情報（CQI：Channel Quality Indicator）を利用して送信モードを決定することもできる。たとえば、前記他のチャネル状態情報は、Ec/Io、C/Iなどになり得る。すなわち、送信モード決定グラフでSNR対スループットグラフを例に挙げて説明したが、その他のグラフを利用して送信モードを決定することができる。

10

【0106】

したがって、本発明の範囲は、説明された実施形態に限定されてはならず、後述する特許請求の範囲だけでなく、この特許請求の範囲と均等なものにより定められなければならない。

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図1】本発明の実施形態に係るOFDMシステムにおける送信機のブロック図であ

【図2】図1の多重送信モード機の動作を説明するための図である。

【図3】図1の多重送信モード機の動作を説明するための図である。

20

【図4】図1の多重送信モード機の動作を説明するための図である。

【図5】本発明の実施形態に係るOFDMシステムにおける受信機のブロック図である。

【図6】図5のフィードバック部の詳細ブロック図である。

【図7】図6の第1送信モード決定器のしきい値決定手順を示すフローチャートである。

【図8】本発明の実施形態に係る第1送信モード決定器の動作に応じるしきい値変化を示すグラフである。

【図9】図6の第2送信モード決定器のしきい値決定手順を示すフローチャートである。

【図10】本発明の実施形態に係る第2送信モード決定器の動作に応じるしきい値変化を示すグラフである。

【図11】図6の第3送信モード決定器のしきい値決定手順を示すフローチャートである

30

【図12】本発明の実施形態に係る第3送信モード決定器の動作に応じるしきい値変化を示すグラフである。

【図13】本発明の実施形態に係るSNR対スループットグラフの概念図である。

【符号の説明】

【0108】

102 CRC生成器

104 符号化器

106 変調器

108 多重送信モード機

40

110 制御機

112, 114, 116, 118 IFFT器

120, 122, 124, 126 並列/直列変換器

128, 130, 132, 134 無線周波数処理器

136, 138, 140, 142 アンテナ

202 4×4STBC符号化器

206, 214 直列/並列変換器

208, 210 2×2STBC符号化器

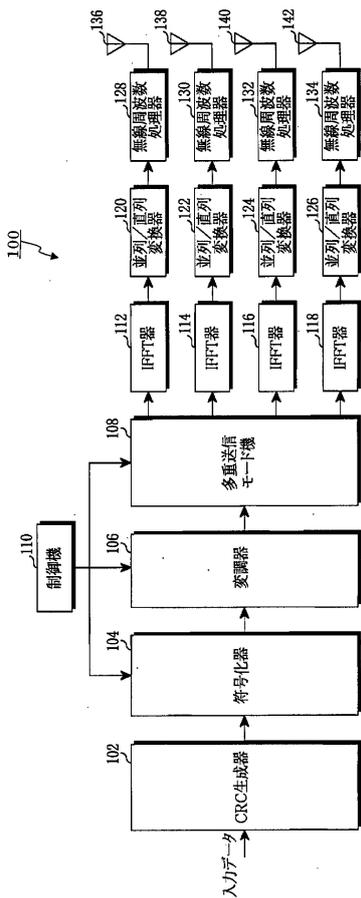
304, 306 無線周波数処理器

308, 310 直列/並列変換器

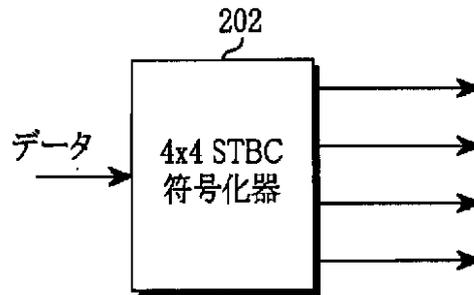
50

- 3 1 2 , 3 1 4 F F T 器
- 3 1 6 時空間処理器
- 3 1 8 並列 / 直列変換器
- 3 2 0 復調器
- 3 2 2 復号化器
- 3 2 4 C R C 検査器
- 3 2 6 フィードバック部
- 4 0 0 , 4 0 2 , 4 0 4 第 1 ~ 第 3 送信モード決定器
- 4 0 6 送信モード選択器

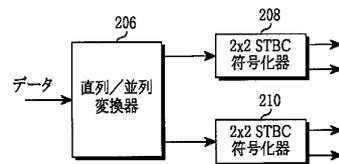
【 図 1 】



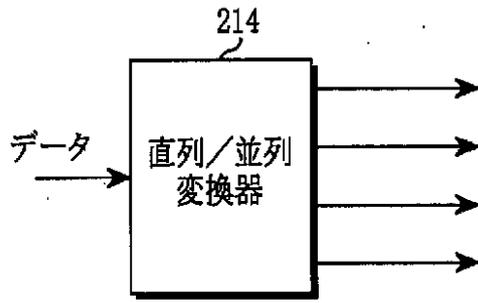
【 図 2 】



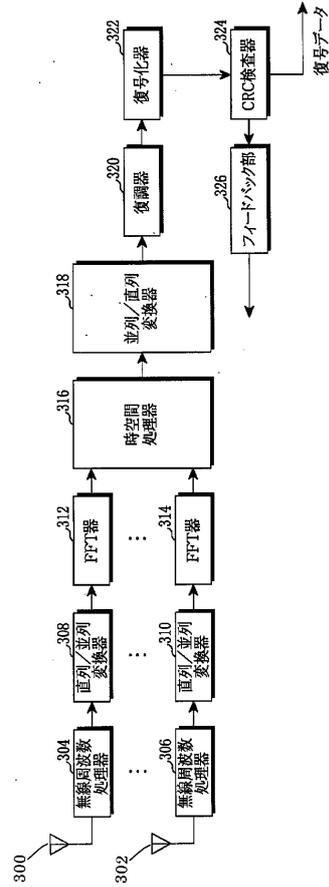
【 図 3 】



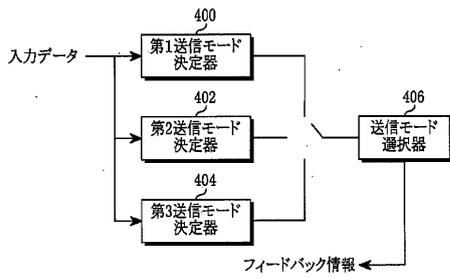
【図4】



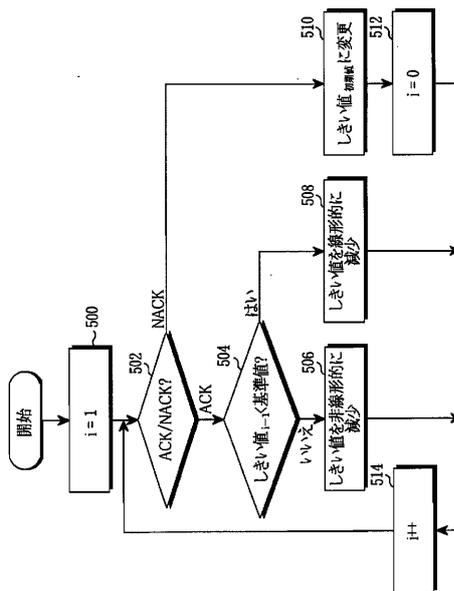
【図5】



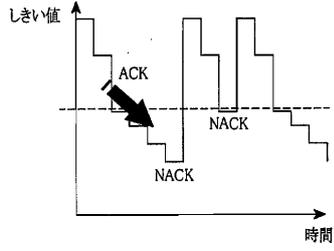
【図6】



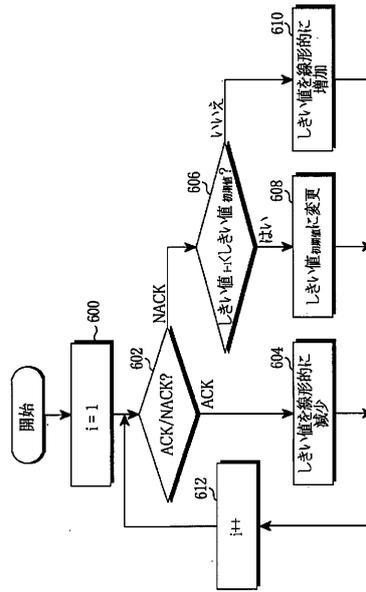
【図7】



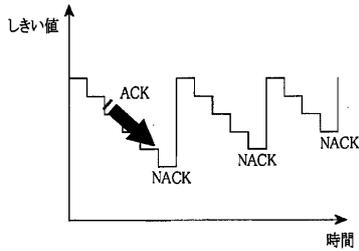
【 図 8 】



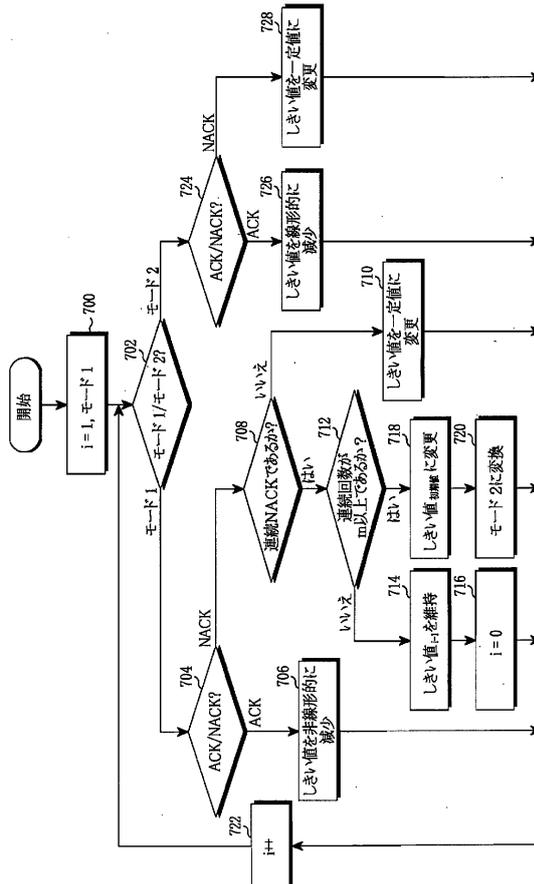
【 図 9 】



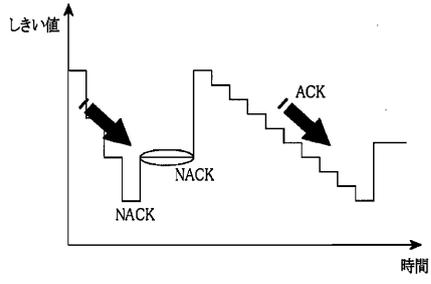
【 図 10 】



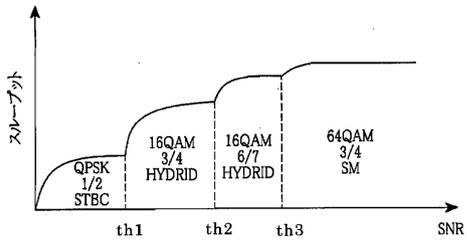
【 図 11 】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 チャン - ビョン・チェ
大韓民国・ソウル・ドンデムン - グ・ジェキ・2 - ドン・(番地なし)・ビュクサン・アパート・
1 0 4 - 1 7 0 1
- (72)発明者 ジェ - ヨル・キム
大韓民国・ギョンギ - ド・スウォン - シ・ヨントン - グ・メタン・4 - ドン・(番地なし)・サム
スン・レミアン・アパート・# 1 6 0 1 - 4 3 5

審査官 菊地 陽一

- (56)参考文献 国際公開第 0 3 / 0 8 5 8 7 6 (W O , A 1)
特開 2 0 0 3 - 3 3 8 8 5 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 9 9 0 3 3 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 3 7 5 5 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04J 99/00
H04B 7/04
H04L 1/00
H04L 1/16
H04W 28/18