

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7647900号
(P7647900)

(45)発行日 令和7年3月18日(2025.3.18)

(24)登録日 令和7年3月10日(2025.3.10)

(51)国際特許分類 F I
H 0 4 L 27/36 (2006.01) H 0 4 L 27/36
H 0 4 L 27/38 (2006.01) H 0 4 L 27/38

請求項の数 8 (全13頁)

(21)出願番号	特願2023-544940(P2023-544940)	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(86)(22)出願日	令和3年9月3日(2021.9.3)	(74)代理人	110003199 弁理士法人高田・高橋国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/032459	(72)発明者	福園 隼人 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
(87)国際公開番号	WO2023/032159	(72)発明者	宮城 利文 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
(87)国際公開日	令和5年3月9日(2023.3.9)	(72)発明者	栗山 圭太 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
審査請求日	令和6年1月31日(2024.1.31)	(72)発明者	吉岡 正文

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無線通信システム、無線通信方法、および無線通信用送信装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

直交振幅変調方式を用いて無線通信を行う送信装置と受信装置を含む無線通信システムであって、

前記送信装置は、

送信電力が可変の送信信号増幅器と、

前記送信信号増幅器が用いる送信電力を制御する送信電力制御部と、

前記直交振幅変調の正規コンスタレーションに含まれる信号点の夫々を、既定数の同心円の何れかの上に近似的に配置することで得られる近似コンスタレーションのパターン情報を、前記送信電力に基づいて生成する近似パターン情報通知部と、

前記パターン情報がデータ信号に先立って送信されるように情報ビットを生成する情報ビット生成部と、を備え、

前記受信装置は、前記パターン情報に対応する近似コンスタレーションを用いて、前記データ信号が示す受信点について尤度計算を行う尤度算出部を備える無線通信システム。

【請求項2】

前記近似パターン情報通知部は、

前記送信電力が、前記送信信号増幅器の非線形領域に属する場合に、前記近似コンスタレーションのパターン情報を生成し、

前記送信電力が、前記送信信号増幅器の線形領域に属する場合に、前記送信電力が前記線形領域に属する状態を表す線形情報を生成するように構成されており、

前記情報ビット生成部は、前記パターン情報に代えて前記線形情報が生成された場合は、前記データ信号に先立って前記線形情報が送信されるように情報ビットを生成するように構成されており、

前記尤度算出部は、前記受信装置に向けて前記線形情報が送信されてきた場合は、前記正規コンスタレーションを用いて前記尤度計算を実行するように構成されている請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 3】

前記近似コンスタレーションのパターン情報は、

前記同心円の夫々の半径を表す情報と、

前記信号点の夫々が、前記同心円の何れに配置されているかを表す情報と、

前記信号点の夫々の前記近似コンスタレーション上での位相を表す情報と、

を含む請求項 1 または 2 に記載の無線通信システム。

10

【請求項 4】

前記直交振幅変調は、コンスタレーション上に n 点の信号点が定義される n QAM であり、前記近似コンスタレーションに含まれる同心円の数は、 n 点の信号点に対応する n APSK のコンスタレーションが有する同心円の数と同じである請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の無線通信システム。

【請求項 5】

直交振幅変調方式を用いて無線通信を行う送信装置と受信装置を用いる無線通信方法であって、

前記送信装置は、送信電力が可変の送信信号増幅器を備え、

前記送信信号増幅器が用いる送信電力を制御するステップと、

前記直交振幅変調の正規コンスタレーションに含まれる信号点の夫々を、既定数の同心円の何れかの上に近似的に配置することで得られる近似コンスタレーションのパターン情報を、前記送信電力に基づいて生成する近似パターン情報通知ステップと、

前記パターン情報をデータ信号に先立って前記受信装置に向けて送信するステップと、

前記受信装置が、前記パターン情報に対応する近似コンスタレーションを用いて、前記データ信号が示す受信点について尤度計算を行う尤度算出ステップと、

を含む無線通信方法。

20

【請求項 6】

前記近似パターン情報通知ステップは、

前記送信電力が、前記送信信号増幅器の非線形領域に属する場合に、前記近似コンスタレーションのパターン情報を生成するステップと、

前記送信電力が、前記送信信号増幅器の線形領域に属する場合に、前記送信電力が前記線形領域に属する状態を表す線形情報を生成するステップと、を含み、

前記尤度算出ステップは、前記受信装置に向けて、前記線形情報が送信されてきた場合は、前記正規コンスタレーションを用いて前記尤度計算を実行するステップを更に含む請求項 5 に記載の無線通信方法。

30

【請求項 7】

直交振幅変調方式を用いて受信装置と無線通信を行う無線通信用送信装置であって、

送信電力が可変の送信信号増幅器と、

前記送信信号増幅器が用いる送信電力を制御する送信電力制御部と、

前記直交振幅変調の正規コンスタレーションに含まれる信号点の夫々を、既定数の同心円の何れかの上に近似的に配置することで得られる近似コンスタレーションのパターン情報を、前記送信電力に基づいて生成する近似パターン情報通知部と、

前記パターン情報がデータ信号に先立って送信されるように情報ビットを生成する情報ビット生成部と、

を備える無線通信用送信装置。

40

【請求項 8】

前記近似パターン情報通知部は、

50

前記送信電力が、前記送信信号増幅器の非線形領域に属する場合に、前記近似コンスタレーションのパターン情報を生成し、

前記送信電力が、前記送信信号増幅器の線形領域に属する場合に、前記送信電力が前記線形領域に属する状態を表す線形情報を生成するように構成されており、

前記情報ビット生成部は、前記パターン情報に代えて前記線形情報が生成された場合は、前記データ信号に先立って前記線形情報が送信されるように情報ビットを生成するように構成されている請求項7に記載の無線通信用送信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この開示は、無線通信システム、無線通信方法、および無線通信用送信装置に係り、特に、直交振幅変調方式を用いる無線通信システム、無線通信方法、および無線通信用送信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

下記の非特許文献1には、直交振幅変調(QAM: Quadrature Amplitude Modulation)方式を用いる無線通信システムに関する技術が開示されている。無線通信では、送信電力を上げるほどSNR(Signal to Noise Ratio)を高めることができる。

【0003】

一方で、送信信号の増幅器は、入力電力が小さい領域では線形な入出力特性を示すが、その電力が大きい領域では、非線形な特性を示すのが一般的である。このため、無線通信においては、送信電力が上がるほど、送信信号に歪みが生じ易くなる。

【0004】

QAM方式を用いる無線通信システムでは、送信装置から発せられる送信信号は、歪みを伴わなければ、規則正しく格子状に並ぶコンスタレーションを形成する。そして、受信装置は、受信信号が、そのような規則正しいコンスタレーションを形成するものとして、その信号を識別する。

【0005】

このような前提の下で、送信信号に歪が生じてしまうと、現実に送信されてくる信号と、受信装置が想定しているコンスタレーションとの対応が崩れてしまう。その結果、受信装置においてデータが正しく識別できない事態が生じ得る。

【0006】

上記の非特許文献1は、このような歪みの影響を回避するために、送信電力を、増幅器の線形領域に収める技術を開示している。送信信号が増幅器の線形領域に収まっていれば、送信信号に歪みは重畳しない。このため、上記非特許文献1に記載の技術によれば、受信装置に常に正しく信号を処理させることができ、データの誤認を有効に防ぐことができる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【文献】High-Speed Satellite Mobile Communications: Technologies and Challenges, MOHAMED IBNKAHLA, QUAZI MEHBUBAR RAHMAN, AHMED IYANDA SULYMAN, HISHAM ABDULHUSSEIN AL-ASADY, JUN YUAN, AND AHMED SAFWAT, p312-339, PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 92, NO. 2, 2004年2月

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、非特許文献1の技術は、増幅器の非線形領域の活用を放棄することで歪みの問題を解決している。つまり、この技術では、増幅器に、本来の能力を十分に発揮させることができず、過剰な設備投資をすることなく大きな電力を用いたいという本質的な

10

20

30

40

50

要求に反する事態が生ずる。

【 0 0 0 9 】

本開示は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、QAM方式を用いる無線通信において、増幅器の非線形領域を活用しつつ、データの誤認を有効に防ぐことのできる無線通信システムを提供することを第1の目的とする。

【 0 0 1 0 】

また、本開示は、QAM方式を用いる無線通信において、増幅器の非線形領域を活用しつつ、データの誤認を有効に防ぐための無線通信方法を提供することを第2の目的とする。

【 0 0 1 1 】

また、本開示は、QAM方式を用いる無線通信において、増幅器の非線形領域を活用しつつ、データの誤認を有効に防ぐことのできる無線通信用送信装置を提供することを第3の目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

第1の態様は、上記の目的を達成するため、直交振幅変調方式を用いて無線通信を行う送信装置と受信装置を含む無線通信システムであって、

前記送信装置は、

送信電力が可変の送信信号増幅器と、

前記送信信号増幅器が用いる送信電力を制御する送信電力制御部と、

前記直交振幅変調の正規コンスタレーションに含まれる信号点の夫々を、既定数の同心円の何れかの上に近似的に配置することで得られる近似コンスタレーションのパターン情報を、前記送信電力に基づいて生成する近似パターン情報通知部と、

20

前記パターン情報がデータ信号に先立って送信されるように情報ビットを生成する情報ビット生成部と、を備え、

前記受信装置は、前記パターン情報に対応する近似コンスタレーションを用いて、前記データ信号が示す受信点について尤度計算を行う尤度算出部を備えることが望ましい。

【 0 0 1 3 】

また、第2の態様は、直交振幅変調方式を用いて無線通信を行う送信装置と受信装置を用いる無線通信方法であって、

前記送信装置は、送信電力が可変の送信信号増幅器を備え、

30

前記送信信号増幅器が用いる送信電力を制御するステップと、

前記直交振幅変調の正規コンスタレーションに含まれる信号点の夫々を、既定数の同心円の何れかの上に近似的に配置することで得られる近似コンスタレーションのパターン情報を、前記送信電力に基づいて生成する近似パターン情報通知ステップと、

前記パターン情報をデータ信号に先立って前記受信装置に向けて送信するステップと、

前記受信装置が、前記パターン情報に対応する近似コンスタレーションを用いて、前記データ信号が示す受信点について尤度計算を行う尤度算出ステップと、

を含むことが望ましい。

【 0 0 1 4 】

また、第3の態様は、直交振幅変調方式を用いて受信装置と無線通信を行う無線通信用送信装置であって、

40

送信電力が可変の送信信号増幅器と、

前記送信信号増幅器が用いる送信電力を制御する送信電力制御部と、

前記直交振幅変調の正規コンスタレーションに含まれる信号点の夫々を、既定数の同心円の何れかの上に近似的に配置することで得られる近似コンスタレーションのパターン情報を、前記送信電力に基づいて生成する近似パターン情報通知部と、

前記パターン情報がデータ信号に先立って送信されるように情報ビットを生成する情報ビット生成部と、

を備えることが望ましい。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 5 】

第 1 乃至第 3 の態様によれば、送信装置が備える増幅器の非線形領域を活用しつつ、受信装置においてデータが誤認されてしまうのを、有効に防ぐことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 本開示の実施の形態 1 の無線通信システムの全体構成を説明するための図である。

【 図 2 】 本開示の実施の形態 1 における送信装置と対比される比較対象の送信装置の構成を説明するための図である。

【 図 3 】 送信装置に内蔵される増幅器の入出力特性を示す図である。

【 図 4 】 送信電力の増大に伴ってコンスタレーションに歪みが生ずる様子を示す図である。 10

【 図 5 】 本開示の実施の形態 1 における送信装置の構成を説明するためのブロック図である。

【 図 6 】 歪みコンスタレーションと近似コンスタレーションを対比して表した図である。

【 図 7 】 本開示の実施の形態 1 における受信装置の構成を説明するためのブロック図である。

【 図 8 】 本開示の実施の形態 1 において送信装置の近似パターン情報通知部が実行する処理の流れを説明するためのフローチャートである。

【 図 9 】 本開示の実施の形態 1 において受信装置の尤度算出部が実行する処理の流れを説明するためのフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】 20

【 0 0 1 7 】

実施の形態 1 .

[実施の形態 1 の全体構成]

図 1 は、本開示の実施の形態 1 の無線通信システムの全体構成を示す。図 1 に示すように、本実施形態の無線通信システムは、送信装置 1 0 と受信装置 1 2 を備えている。送信装置 1 0 は、例えば、通信事業者が運営する移動体通信の基地局、或いは WiFi (登録商標) のアクセスポイント等で構成される。また、受信装置 1 2 は、スマートフォンやタブレット端末等の端末局で構成される。

【 0 0 1 8 】

[実施の形態 1 が着目する課題] 30

図 2 は、本実施形態における送信装置 1 0 と対比される比較対象の送信装置 1 4 の構成を説明するためのブロック図である。比較例の送信装置 1 4 は、情報ビット生成部 1 6 を備えている。情報ビット生成部 1 6 は、受信装置 1 2 に伝送したい情報ビットを生成する。情報ビット生成部 1 6 は、誤り訂正符号化機能、或いはインターリーブ機能を備えていてもよい。

【 0 0 1 9 】

情報ビット生成部 1 6 で生成された情報ビットは、データ信号変調部 1 8 に提供される。データ信号変調部 1 8 は、提供された情報ビットをデータ信号に変調する。変調方式としては、直交振幅変調 (QAM) が用いられる。

【 0 0 2 0 】 40

データ信号変調部 1 8 で生成されたデータ信号は、デジタルアナログ変換部 2 0 に提供される。デジタルアナログ変換部 2 0 は、デジタル変調されているデータ信号を、アナログの送信信号に変換する。

【 0 0 2 1 】

デジタルアナログ変換部 2 0 において生成された送信信号は、送信信号増幅器 2 2 に提供される。送信信号増幅器 2 2 は、送信信号を増幅してアンテナ 2 4 に提供する。そして、送信信号は、アンテナ 2 4 から受信装置 1 2 に向けて、無線信号の形態で送信される。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、送信信号増幅器 2 2 の入出力特性を示す。図 3 に示すように、送信信号増幅器 2 2 の出力電力 (縦軸) は、入力電力 (横軸) が P_B より小さい領域では、入力電力に比例 50

する。そして、入力電力が P_B を超える領域では、その比例関係が崩れる。以下、両者が比例関係となる領域を「線形領域」と称し、両者の比例関係が崩れる領域を「非線形領域」と称す。

【 0 0 2 3 】

図 4 は、送信電力の増大に伴って、 $8 \times 8 = 64$ QAM のコンスタレーションに歪みが生ずる様子を示す。64 QAM の変調方式では、互いに独立な二つの搬送波の振幅を変更、調整することにより、格子状に並ぶ六十四のシンボルが定義される。以下、それら六十四のシンボルの夫々が定義されているコンスタレーション座標上の点を「信号点」と称す。また、現実に送信されるデータ信号夫々のコンスタレーション座標上の点を「受信点」と称す。

10

【 0 0 2 4 】

送信信号増幅器 2 2 の線形領域では、図 4 の左側（送信電力 P_1 ）に示すように、受信点が歪みの無いコンスタレーションを形成する。一方、送信信号増幅器 2 2 の非線形領域では、図 4 の右側（送信電力 P_N ）に示すように、受信点のコンスタレーションに歪みが重畳する。以下、歪みのないコンスタレーションを「正規コンスタレーション」と称す。また、歪みを伴うコンスタレーションを「歪みコンスタレーション」と称す。

【 0 0 2 5 】

受信装置 1 2 は、送信信号に含まれる受信点の夫々について、近隣に存在する信号点との尤度計算を行い、その結果に基づいて、受信点の夫々を六十四のシンボルの何れかとして認識する。尚、尤度の計算は、例えば、下記文献に記載されているような手法で実行することができる。

20

【 0 0 2 6 】

On the Optimality of Bit Detection of Certain Digital Modulations, Marvin K. Simon and Ramesh Annavajjala, p299-307, IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, VOL. 53, NO. 2, FEBRUARY 2005

【 0 0 2 7 】

受信装置 1 2 が、正規コンスタレーションの信号点を用いて尤度計算を行う場合、線形領域で生成された受信点は正しく認識される。しかしながら、非線形領域で生成された受信点は、正規の位置からずれている。このため、正規コンスタレーションを用いて尤度を計算する受信装置 1 2 は、非線形領域で生成された受信点について尤度を正しく計算することができない。その結果、受信装置 1 2 においてデータの誤認が生じ得る。

30

【 0 0 2 8 】

比較例の送信装置 1 4 において、送信電力を、送信信号増幅器 2 2 の線形領域に制限すれば、受信点に歪が重畳するのを防ぐことができる。従って、このような制限をかければ、受信装置 1 2 におけるデータの誤認を防ぐことができる。しかし、その場合、送信信号増幅器 2 2 の増幅能力を十分に活用することができない。

【 0 0 2 9 】

図 3 に示すような入出力特性は、送信装置 1 4 において予め把握しておくことができる。そして、入出力特性を予め把握しておけば、コンスタレーションに重畳する歪みを送信電力の関数として推定することができる。このため、送信装置 1 4 においては、通信に用いる送信電力が決まった段階で、その送信電力に対応する歪みコンスタレーションを推定することが可能である。

40

【 0 0 3 0 】

送信信号増幅器 2 2 の非線形領域が用いられる場合に、送信装置 1 4 が、推定した歪みコンスタレーションの情報を受信装置 1 2 に提供すれば、受信装置 1 2 は、その歪みコンスタレーションを用いて、受信点について正しい尤度計算を行うことができる。また、このような処理によれば、送信信号増幅器 2 2 の増幅能力を十分に活用することも可能となる。

【 0 0 3 1 】

しかしながら、歪みコンスタレーションの情報提供には多大な通信量が伴う。例えば、

50

64 QAMの場合には、六十四の信号点について振幅と位相を伝える必要がある。加えて、コンスタレーションの歪み量は送信電力に応じて変わるため、その情報提供は、送信電力が変わる毎に実施する必要がある。このため、歪みコンスタレーションの情報を受信装置12に提供して非線形領域の活用を図ろうとした場合、通信におけるデータレートが大きく低下する事態が生ずる。

【0032】

本実施形態の無線通信システムは、このようなデータレートの低下を抑制するために、歪みコンスタレーションを、より情報量の少ない近似コンスタレーションに置き換えて、受信装置12に提供する。以下、本実施形態のシステムが近似コンスタレーションを用いる手法を詳細に説明する。

【0033】

[実施の形態1の特徴]

【0034】

図5は、本実施形態の送信装置10のブロック図である。尚、図5において、比較例の送信装置14が備える要素(図2参照)と同一の要素については、共通する符号を付してその説明を省略または簡略する。

【0035】

送信装置10は、送信信号増幅器22の前段に送信電力制御部26を備えている。送信電力制御部26は、所望の通信品質が得られるように、送信信号増幅器22が用いる送信電力を制御する。送信電力制御部26の制御指令は、送信信号増幅器22に提供されると共に、近似パターン情報通知部28に提供される。

【0036】

近似パターン情報通知部28は、送信電力が、送信信号増幅器22の線形領域に属している場合は、その旨を情報ビット生成部30に提供する。また、送信電力が送信信号増幅器22の非線形領域に属している場合は、その送信電力に対応する歪みコンスタレーションの近似コンスタレーションを表すパターン情報を生成する。このパターン情報は、情報ビット生成部30に提供される。

【0037】

情報ビット生成部30は、比較例の送信装置14が備える情報ビット生成部16と同じ機能に加えて、近似パターン情報通知部28から提供された情報をビット化する機能を有している。つまり、送信電力が線形領域に属していることを示す情報、および近似コンスタレーションのパターン情報をビット化する機能を有している。以下、これらの情報を「コンスタレーション情報」と称す。

【0038】

コンスタレーション情報は、データ信号に先立って送信される。このため、受信装置12は、データ信号を受信する前に、そのデータ信号の送信電力に対応する近似コンスタレーションの情報を受信することができる。

【0039】

図6は、64 QAMの歪みコンスタレーションと、その近似コンスタレーションを対比して示している。64 QAMの歪みコンスタレーションでは、六十四の信号点が、中央から離れるほど密集する傾向を示す。そして、それらの信号点は、幾つかの同心円の何れかに乗るものとしてグループ分けすることができる。より具体的には、変調方式が64 QAMである場合、歪みコンスタレーションの信号点は、64 APSK (Amplitude Phase Shift Keying) のコンスタレーションと同様に四つの同心円の何れかに乗るものとして近似することができる。

【0040】

図6の右側に示す近似コンスタレーションは、六十四の信号点を、四つの同心円の何れかに乗るものとしてグループ分けした結果得られたものである。歪みコンスタレーションに含まれる信号点の全てを伝達するためには、六十四の信号点の全てについて、半径と位相、或いはX、Y座標を定義する必要がある。これに対して、近似コンスタレーションにつ

10

20

30

40

50

いては、同じ同心円に乗る複数の信号点について、半径の情報を共用することができる。このため、歪みコンスタレーションを表す情報量に比して、近似コンスタレーションを表す情報量は少量となる。

【 0 0 4 1 】

本実施形態において、近似パターン情報通知部 2 8 は、非線形領域に属する送信電力が用いられる場合、まず、その送信電力に基づいて、図 6 左側に示すような歪みコンスタレーションを生成する。次に、歪みコンスタレーションに含まれる信号点を四つの同心円の何れかに属するものとして近似して、近似コンスタレーションを生成する。そして、近似コンスタレーションの情報が、情報ビット生成部 3 0 でビット化された後、受信装置 1 2 に向けて送信される。

10

【 0 0 4 2 】

図 7 は、受信装置 1 2 の構成を説明するためのブロック図である。受信装置 1 2 は、送信装置 1 0 との間で無線信号を授受するためのアンテナ 3 2 を備えている。アンテナ 3 2 で受信された信号は受信信号増幅部 3 4 に提供される。受信信号増幅部 3 4 は、受信した信号を適切なゲインで増幅してアナログデジタル変換部 3 6 に提供する。

【 0 0 4 3 】

アナログデジタル変換部 3 6 は、アナログ形式の受信信号をデジタル信号に復調するためのブロックである。アナログデジタル変換部 3 6 でデジタル化された信号は、データ信号等化部 3 8 に提供される。

【 0 0 4 4 】

データ信号等化部 3 8 は、通信路応答の振幅および位相の情報を逆算して受信信号の推定値を得るブロックである。送信装置 1 0 と受信装置 1 2 との間では、データ信号に先立ってトレーニング信号が授受される。トレーニング信号の内容は、送信装置 1 0 と受信装置 1 2 との間で予め共有されている。このため、受信装置 1 2 は、現実に受信したトレーニング信号に基づいて、通信路に起因する影響を検知することができる。データ信号等化部 3 8 は、具体的には、受信装置 1 2 が受信したデータ信号に、そのトレーニングの結果を反映させることにより、通信路に起因する影響を相殺したデータ信号を生成する。データ信号等化部 3 8 が生成したデータ信号は、尤度算出部 4 0 に提供される。

20

【 0 0 4 5 】

尤度算出部 4 0 は、データ信号が示している受信点と、対比するべきコンスタレーション上の信号点の幾つかとについて尤度計算を行う。そして、最も高い尤度が得られた信号点を、今回の受信点が意図するシンボルとして認識する。尤度算出部 4 0 では、送信電力が線形領域に属する場合は、対比するべきコンスタレーションとして正規コンスタレーションが用いられる。また、送信電力が非線形領域に属する場合は、対比するべきコンスタレーションとして近似コンスタレーションが用いられる。尤度算出部 4 0 でシンボル化された信号は、情報ビット検出部 4 2 に提供される。

30

【 0 0 4 6 】

情報ビット検出部 4 2 は、シンボル化された信号から受信ビットを検出する。情報ビット検出部 4 2 は、必要に応じて、誤り訂正復号機能やインターリーブ機能を備えていてもよい。

40

【 0 0 4 7 】

[送信装置の特徴的処理]

図 8 は、送信装置 1 0 の近似パターン情報通知部 2 8 が実行する処理の流れを説明するためのフローチャートである。図 8 に示すように、このルーチンでは、まず、送信電力制御部 2 6 において設定された送信電力が検知される (ステップ 1 0 0)。

【 0 0 4 8 】

次に、その送信電力が、送信信号増幅器 2 2 の線形領域に属するものであるか否かが判別される (ステップ 1 0 2)。

【 0 0 4 9 】

その結果、線形領域に属すると判別された場合は、送信信号に歪みは重畳しないと判断

50

できる。この場合、送信信号が線形領域に属することが、線形領域下でのコンスタレーション情報として情報ビット生成部 30 に通知される（ステップ 104）。以後、この情報は、データ信号に先立って受信装置 12 に向けて送信される。

【0050】

一方、上記ステップ 102 において、送信電力が線形領域に属しないと判別された場合は、APSKのコンスタレーションを模した近似コンスタレーションが生成される（ステップ 106）。具体的には、まず、送信信号増幅器 22 の仕様に基づいて、送信電力に対応する歪みコンスタレーションが生成される。次に、歪みコンスタレーションに含まれる信号点が、既定数の同心円の何れかに乗るものとして近似される。

【0051】

次に、近似コンスタレーションに含まれる信号点が、同じ同心円に乗るもの同士にグループ分けされる。次いで、各グループに属する信号点に共通する情報として、夫々のグループの同心円の半径が設定される。更に、信号点夫々の情報として位相が設定される（ステップ 108）。

【0052】

上記の処理が終わると、信号点のグループ情報、各グループの半径情報、および信号点夫々の位相情報が、非線形領域下でのコンスタレーション情報として、情報ビット生成部 30 に提供される（ステップ 110）。以後、この情報は、データ信号に先立って受信装置 12 に向けて送信される。

【0053】

[受信装置の特徴的処理]

図 9 は、受信装置 12 の尤度算出部 40 が実行する処理の流れを説明するためのフローチャートである。図 9 に示すように、このルーチンでは、まず、受信信号からコンスタレーション情報が検知される（ステップ 120）。

【0054】

次に、検知したコンスタレーション情報が、線形領域下での情報であるか否かが判別される（ステップ 122）。

【0055】

その結果、コンスタレーション情報が線形領域下の情報であると判別された場合は、受信信号に歪みは重畳していないと判断できる。この場合、尤度計算に際して、受信点と対比すべきコンスタレーションとして、正規コンスタレーションが設定される（ステップ 124）。

【0056】

以後、設定されたコンスタレーションを用いて、受信点に関する尤度計算が実行される（ステップ 126）。受信点に歪が重畳していない状況下では、正規コンスタレーションを用いることで尤度を正しく計算することができる。このため、受信装置 12 は、受信点を正しくシンボル化することができる。

【0057】

非線形領域下でのコンスタレーション情報が受信されている場合は、上記ステップ 122 の判別が否定される。この場合は、受信したコンスタレーション情報に基づいて近似コンスタレーションが生成される。そして、その近似コンスタレーションが、尤度計算に用いるコンスタレーションとして設定される（ステップ 128）。

【0058】

この場合、ステップ 126 では、正規コンスタレーションに代えて近似コンスタレーションに基づく尤度計算が行われる。近似コンスタレーションには、受信点に重畳している歪みが反映されている。このため、受信装置 12 は、受信点に歪みが重畳していても、正しい尤度計算を実行することができる。その受信点を適正にシンボル化することができる。

【0059】

以上説明した通り、本実施形態によれば、送信電力が送信信号増幅器 22 の線形領域に属する場合には、受信装置 12 に、正規コンスタレーションを用いた尤度計算を実行させ

10

20

30

40

50

る。その結果、データ信号の正しい伝達が実現される。

【 0 0 6 0 】

また、本実施形態によれば、送信電力が送信信号増幅器 2 2 の非線形領域に属する場合には、近似コンスタレーションの情報を受信装置 1 2 に提供することができる。近似コンスタレーションには、受信点に重畳する歪みの影響が反映されている。このため、受信点に歪が重畳しているにも関わらず、データ信号の正しい伝達が実現される。

【 0 0 6 1 】

更に、近似コンスタレーションの共有に必要な情報量は、歪みコンスタレーションの共有に必要な情報量より少量である。このため、歪みコンスタレーションそれ自体を受信装置 1 2 に提供する場合に比して、受信装置 1 2 に提供する必要のある情報量を抑えることができる。これにより、本実施形態によれば、送信信号増幅器 2 2 の増幅能力を無駄なく活用しつつ、高いデータレートを維持しながら適正なデータ伝達を達成することが可能となる。

10

【 0 0 6 2 】

[実施の形態 1 の変形例]

ところで、上述した実施の形態 1 では、変調方式が 6 4 QAM である場合を説明したが、本開示はこれに限定されるものではない。即ち、本開示に適用可能な変調方式は 6 4 QAM に限定されるものではなく、2 5 6 QAM 等の他の変調方式を適用することも可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 3 】

- 1 0 送信装置
- 1 2 受信装置
- 2 2 送信信号増幅器
- 2 6 送信電力制御部
- 2 8 近似パターン情報通知部
- 3 0 情報ビット生成部
- 4 0 尤度算出部

20

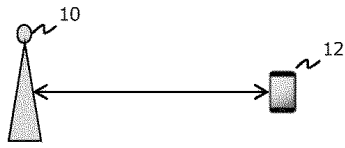
30

40

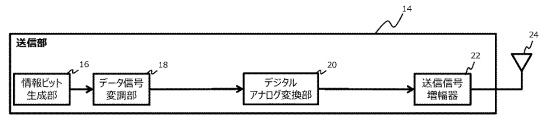
50

【図面】

【図 1】

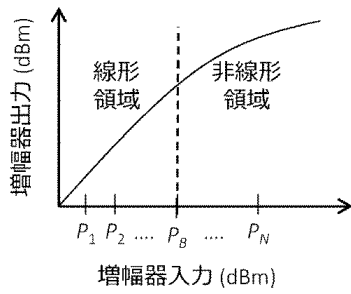


【図 2】

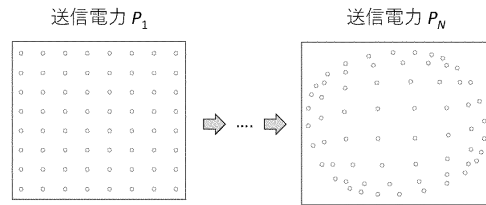


10

【図 3】

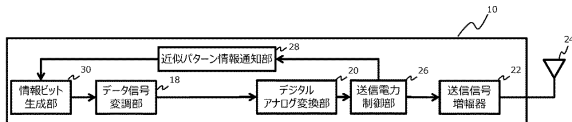


【図 4】

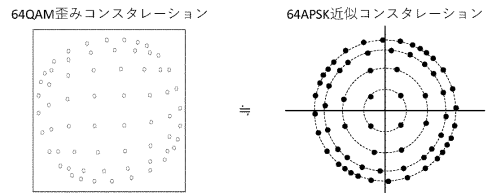


20

【図 5】



【図 6】

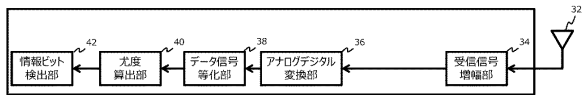


30

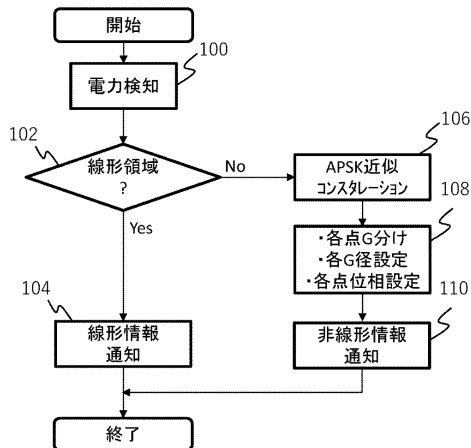
40

50

【 図 7 】

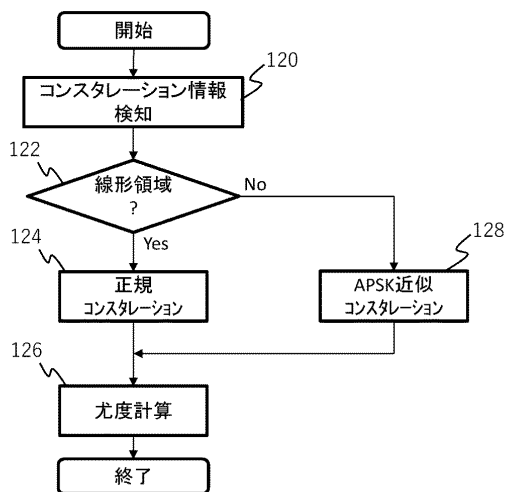


【 図 8 】



10

【 図 9 】



20

30

40

50

フロントページの続き

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 吉江 一明

- (56)参考文献 特開2015-002354(JP,A)
特開2015-076646(JP,A)
米国特許出願公開第2003/0223507(US,A1)
ZHANG Changming et al. , Data-aided distorted constellation estimation and demodulation for 60GHz mmWave WLAN , 2012 IEEE Wireless Communications and Networking , 2012年04月04日 , pp.1158-1162
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , DB名)
H04L 27/36
H04L 27/38
IEEE Explore