

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-220804

(P2017-220804A)

(43) 公開日 平成29年12月14日(2017.12.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4B 3/06 (2006.01)	HO4B 3/06 D	5K046
HO4B 1/10 (2006.01)	HO4B 1/10 L	5K052
HO4B 10/69 (2013.01)	HO4B 9/00 690	5K102

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-113981 (P2016-113981)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成28年6月8日(2016.6.8)	(74) 代理人	100083840 弁理士 前田 実
		(74) 代理人	100116964 弁理士 山形 洋一
		(74) 代理人	100135921 弁理士 篠原 昌彦
		(72) 発明者	海津 亜希 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	今尾 勝崇 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

最終頁に続く

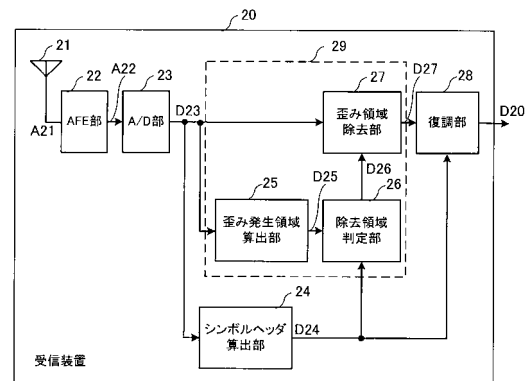
(54) 【発明の名称】 受信装置、受信方法、及び送受信システム

(57) 【要約】

【課題】 計算量の多い演算処理を行わずに受信した信号の歪みの影響を低減することができ、高い復調性能を得ることができる受信装置、受信方法、及び送受信システムを得る。

【解決手段】 受信装置(20)は、受信部(21)によって受信された信号をデジタル信号に変換するA/D部(22)と、デジタル信号に含まれるシンボルのシンボルヘッダを求めるシンボルヘッダ算出部(24)と、シンボルヘッダの情報を基にデジタル信号に対して復調を行う復調部(28)と、デジタル信号の中で、予め決められた値以上の歪みを含む歪み発生領域を算出する処理を行い、算出する処理の結果に基づいて復調部による復調に使用されない不使用領域を決定し、復調部に、不使用領域以外の領域のデジタル信号を用いて復調を実行させる領域決定部(29)とを備えている。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

受信部によって受信された信号をデジタル信号に変換する変換部と、
前記デジタル信号に含まれるシンボルのシンボルヘッダを求めるシンボルヘッダ算出部と、
前記シンボルヘッダの情報を基に前記デジタル信号に対して復調を行う復調部と、
前記デジタル信号の中で、予め決められた値以上の歪みを含む歪み発生領域を算出する処理を行い、前記算出する処理の結果に基づいて前記復調部による復調に使用されない不使用領域を決定し、前記復調部に、前記不使用領域以外の領域のデジタル信号を用いて復調を実行させる領域決定部と
を備えたことを特徴とする受信装置。

10

【請求項 2】

前記領域決定部は、
前記デジタル信号の中で、予め決められた値以上の歪みを含む歪み発生領域を検出する領域検出部と、
前記歪み発生領域が前記不使用領域であるか否かを判定する領域判定部と、
前記不使用領域のデジタル信号を、予め決められた値に変更又は消去する領域除去部と
を有することを特徴とする請求項 1 に記載の受信装置。

20

【請求項 3】

前記領域検出部は、
既知信号を保持する記憶部と、
前記デジタル信号に含まれる既知信号部と、前記記憶部から読み出された既知信号との比較結果に基づいて、前記歪み発生領域を求める比較部と
を有することを特徴とする請求項 2 に記載の受信装置。

【請求項 4】

前記領域検出部は、前記受信部によって受信された信号に施された変調方式に応じた領域内で前記歪み発生領域を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の受信装置。

【請求項 5】

前記領域検出部は、前記変調方式に応じた領域内は、前記シンボルヘッダから予め決められたサンプル数の範囲内であることを特徴とする請求項 4 に記載の受信装置。

30

【請求項 6】

受信部によって受信された信号をデジタル信号に変換する変換部と、
前記デジタル信号に含まれるシンボルのシンボルヘッダを求めるシンボルヘッダ算出部と、
前記シンボルヘッダの情報を基に前記デジタル信号に対して、尤度が最大となるデータを出力する最尤復調を行う復調部と、
前記デジタル信号の中で、予め決められた値以上の歪みを含む歪み発生領域を算出する処理を行い、前記算出する処理の結果に基づいて前記復調部による復調に使用されない不使用領域を決定し、前記復調部に、前記不使用領域以外の領域のデジタル信号を用いて最尤復調を実行させる領域決定部と
を備えたことを特徴とする受信装置。

40

【請求項 7】

信号を送信する送信装置と、
前記送信装置から送信された前記信号を受信する、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の受信装置と、
を備える送受信システム。

【請求項 8】

受信部によって受信された信号をデジタル信号に変換する変換ステップと、
前記デジタル信号に含まれるシンボルのシンボルヘッダを求める算出ステップと、

50

前記シンボルヘッダの情報を基に前記デジタル信号に対して復調を行う復調ステップと

を有し、

前記デジタル信号の中で、予め決められた値以上の歪みを含む歪み発生領域を算出する処理を行い、前記算出する処理の結果に基づいて前記復調ステップにおける復調に使用されない不使用領域を決定し、前記復調ステップにおいて、前記不使用領域以外の領域のデジタル信号を用いて復調を実行させる

ことを特徴とする受信方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、信号を受信する受信装置及び受信方法、並びに、送信装置と受信装置とを含む送受信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信としての可視光通信では、送信装置の送信部のLED（発光ダイオード）から信号光が射出され、受信装置の受信部の受光センサ（PD：フォトダイオード）によって信号光が受信される。送信装置は、LEDを駆動するアナログ回路を備え、受信装置は、PD出力を増幅するアナログ回路を備える。また、PSK（Phase Shift Keying）変調方式を用いて信号を送信する場合、変調後の信号波形は、シンボル境界で高周波成分を持つことが多い。変調後の信号は、LEDを駆動するアナログ回路を通過し、PD出力を増幅するアナログ回路を通過する。アナログ回路に入力される信号波形が高周波成分を持つ場合、信号波形に歪みが生じることがあり、歪みの影響は、高周波成分が増えるほど大きくなる。

20

【0003】

位置情報等のような少量のデータを伝送する低速通信の場合、PSKのシンボル長は長いので、シンボル境界の高周波成分に起因する歪みは、復調性能に影響を与えないほど小さい。しかし、画像及び動画等のような大量のデータを伝送する高速通信の場合、シンボル長は短いので、シンボル境界の高周波成分に起因する歪みが増え、復調性能などの受信品質が低下するおそれがある。

30

【0004】

特許文献1は、アナログ回路で発生した歪みの補償を行う演算部を備えた受信装置を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-250007号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の受信装置は、送信装置で発生した歪みに対する補償を行うための演算として計算量の多い非線形演算を行うので、高い処理能力を持つ演算部が必要であるという課題がある。

【0007】

そこで、本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、計算量の多い演算処理を行わずに、受信した信号の歪みの影響を低減することができ、高い復調性能を得ることができる受信装置、受信方法、及び送受信システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明の一態様に係る受信装置は、受信部によって受信された信号をデジタル信号に変換する変換部と、前記デジタル信号に含まれるシンボルのシンボルヘッダを求めるシンボルヘッダ算出部と、前記シンボルヘッダの情報を基に前記デジタル信号に対して復調を行う復調部と、前記デジタル信号の中で、予め決められた値以上の歪みを含む歪み発生領域を算出する処理を行い、前記算出する処理の結果に基づいて前記復調部による復調に使用されない不使用領域を決定し、前記復調部に、前記不使用領域以外の領域のデジタル信号を用いて復調を実行させる領域決定部とを備えている。

【0009】

本発明の他の態様に係る受信装置は、受信部によって受信された前記信号をデジタル信号に変換する変換部と、前記デジタル信号に含まれるシンボルのシンボルヘッダを求めるシンボルヘッダ算出部と、前記シンボルヘッダの情報を基に前記デジタル信号に対して、尤度が最大となるデータを出力する最尤復調を行う復調部と、前記デジタル信号の中で、予め決められた値以上の歪みを含む歪み発生領域を算出する処理を行い、前記算出する処理の結果に基づいて前記復調部による復調に使用されない不使用領域を決定し、前記復調部に、前記不使用領域以外の領域のデジタル信号を用いて最尤復調を実行させる領域決定部とを備えている。

10

【0010】

本発明の他の態様に係る送受信システムは、信号を送信する送信装置と、前記送信装置から送信された前記信号を受信する上記受信装置とを備えている。

【0011】

本発明の他の態様に係る受信方法は、受信部によって受信された信号をデジタル信号に変換する変換ステップと、前記デジタル信号に含まれるシンボルのシンボルヘッダを求める算出ステップと、前記シンボルヘッダの情報を基に前記デジタル信号に対して復調を行う復調ステップと、を有し、前記デジタル信号の中で、予め決められた値以上の歪みを含む歪み発生領域を算出する処理を行い、前記算出する処理の結果に基づいて前記復調ステップにおける復調に使用されない不使用領域を決定し、前記復調ステップにおいて、前記不使用領域以外の領域のデジタル信号を用いて復調を実行させる。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、受信した信号の内の歪みを多く含む領域以外の領域の信号を用いて復調を行うことによって歪みの影響を低減しているため、計算量の多い演算処理を行わずに受信した信号の歪みの影響を低減することができ、高い復調性能を得ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施の形態1に係る送受信システムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】図1の送受信システムにおける送信装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】図2の送信装置における変調部によって算出される変調結果の一例を示す図である。

【図4】図2の送信装置から送信される送信信号の構成の一例を示す図である。

40

【図5】図1の送受信システムにおける受信装置の概略構成を示すブロック図である。

【図6】図5の受信装置におけるA/D部の出力波形の一例を示す図である。

【図7】図5の受信装置における歪み発生領域算出部の概略構成を示すブロック図である。

【図8】図5の受信装置における歪み発生領域算出部によって算出される歪み発生領域の一例を示す図である。

【図9】図5の受信装置における除去領域判定部によって算出される除去領域の一例を示す図である。

【図10】図5の受信装置における歪み領域除去部による歪み除去後の受信信号の一例を示す図である。

50

【図 1 1】本発明の実施の形態 2 に係る送受信システムにおける受信装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 1 2】図 1 1 の受信装置における歪み発生領域算出部の概略構成を示すブロック図である。

【図 1 3】本発明の実施の形態 3 に係る送受信システムにおける受信装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 1 4】図 1 3 の受信装置における復調部で用いられ変調結果の一例を示す図である。

【図 1 5】実施の形態 1 から 3 に係る受信装置の変形例の概略構成を示すハードウェア構成図である。

【図 1 6】実施の形態 1 から 3 に係る受信装置の他の変形例の概略構成を示すハードウェア構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

《1》実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る送受信システムの概略構成を示すブロック図である。図 1 に示されるように、実施の形態 1 に係る送受信システムは、送信装置 10 と、受信装置 20 とを備える。送信装置 10 は、送信データ D10 を受け取り、受け取った送信データ D10 に対し変調を行い、この変調によって得られた送信信号、すなわち、入力された送信データ D10 に基づく信号 A10 を送信する。送信装置 10 に送信データ D10 を与える装置は、どのような装置でもよい。受信装置 20 は、送信装置 10 から送信された信号 A10 を受信（検出）し、受信された信号に対して復調などの処理を行うことにより受信データ D20 を取得する。送信装置 10 と受信装置 20 との間の通信は、電波又は光を用いて行われ、また、無線通信及び有線通信のいずれであってもよい。

【0015】

図 2 は、図 1 の送受信システムにおける送信装置 10 の概略構成を示すブロック図である。図 2 に示されるように、送信装置 10 は、変調部 11、フレーム生成部 12、変換部としての D/A (Digital to Analog) 部 13、信号強度を調整する調整部としての AFE (Analog Front End) 部 14、信号 A10 を送信するアンテナ部（送信部）15、及びプリアンプ波形と既知信号波形を記憶する記憶部 16 を備える。変調部 11 とフレーム生成部 12 は、デジタル信号処理を行う。D/A 部 13 は、デジタル信号をアナログ信号に変換する。AFE 部 14 とアンテナ部 15 は、アナログ信号処理を行う。

【0016】

変調部 11 には、送信データ D10 が入力される。変調部 11 は、入力された送信データ D10 に対して変調を行い、変調結果として得られたデータ D11 をフレーム生成部 12 に与える。

【0017】

図 3 は、図 2 の送信装置 10 における変調部 11 によって算出される変調結果の一例を示す図である。図 3 は、変調部 11 が 4PSK の変調方式を採用する場合における、変調部 11 に入力される 2 ビットのデータ（図 3 の上側）と変調部 11 から出力される変調結果のデータ（図 3 の下側）との例を示す。すなわち、図 3 には、変調部 11 に入力される 2 ビットのデータ “00”、“01”、“10”、“11” の各々（図 3 の変調部 11 入力）に対応する、変調部 11 から出力される 1 シンボルのデータ（図 3 の変調部 11 出力）が示されている。なお、図 3 における変調部 11 出力では、縦軸がサンプル毎の信号強度であり、横軸が時間軸である。図 3 に示されるように、変調部 11 は、入力された送信データ D10 を 2 ビットのデータ “00”、“01”、“10”、“11” として検出し、検出された 2 ビットのデータに対応する変調結果のデータ D11 を順に出力する。なお、変調部 11 が採用する変調方式は、PSK (Phase Shift Keying)、ASK (Amplitude Shift Keying)、又は PPM (Pulse Shift Modulation) 等のような他の変調方式であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

記憶部 1 6 は、予め決められたプリアンブル波形と予め決められた既知信号波形とを保持する。プリアンブル波形と既知信号波形とは、記憶部 1 6 からフレーム生成部 1 2 に提供される。なお、既知信号波形は、変調結果として得られたデータに示されるシンボル毎の波形（図 3 の変調部 1 1 出力）の組み合わせを含む。

【 0 0 1 9 】

フレーム生成部 1 2 は、変調部 1 1 から受信した変調結果として得られたデータ D 1 1 と、記憶部 1 6 から受信したプリアンブル波形と既知信号波形を基に、送信信号 D 1 2 を生成し、送信信号 D 1 2 を D / A 部 1 3 に与える。

【 0 0 2 0 】

図 4 は、図 2 の送信装置 1 0 におけるフレーム生成部 1 2 によって生成される送信信号 D 1 2 の構成の一例を示す図である。送信信号 D 1 2 は、連続する複数のフレーム 6 0 から構成される。複数のフレーム 6 0 の各々は、プリアンブル部 6 1 と、既知信号部 6 2 と、データ部 6 3 とを含む。

【 0 0 2 1 】

フレーム生成部 1 2 は、記憶部 1 6 から読み出されたプリアンブル波形をプリアンブル部 6 1 に格納し、記憶部 1 6 から読み出された既知信号波形を既知信号部 6 2 に格納し、変調部 1 1 から受信した変調結果をデータ部 6 3 に格納する。フレーム生成部 1 2 は、生成した送信信号 D 1 2 を D / A 部 1 3 に与える。既知信号部 6 2 及びデータ部 6 3 の各々には、複数シンボル分の波形が格納される。

【 0 0 2 2 】

D / A 部 1 3 は、フレーム生成部 1 2 から受け取ったデジタルの送信信号 D 1 2 をアナログの送信信号 A 1 3 に変換し、送信信号 A 1 3 を A F E 部 1 4 に与える。

【 0 0 2 3 】

A F E 部 1 4 は、D / A 部 1 3 から受け取ったアナログの送信信号 A 1 3 を、アンテナ部 1 5 の入力に合わせた電圧及び電流値に線形変換して得られた送信信号 A 1 4 をアンテナ部 1 5 に与える。A F E 部 1 4 は、アナログ回路で構成されるため、高周波成分が減衰する等の回路特性を持つ。そのため、A F E 部 1 4 のアナログ回路に入力される信号波形が高周波成分を持つ場合、信号波形に歪みが生じる。

【 0 0 2 4 】

アンテナ部 1 5 は、A F E 部 1 4 から受信した送信信号 A 1 4 を電波（信号 A 1 0）として送信装置 1 0 の外部へ送信する。実施の形態 1 に係る送受信システムが、光通信システムとしての可視光通信システムである場合には、アンテナ部 1 5 は、信号光（信号 A 1 0）を出力する L E D を備えた送信部である。この場合、A F E 部 1 4 は、アンテナ部 1 5 を構成する L E D の発光輝度（信号光の強度）が D / A 部 1 3 から出力されたアナログ信号に比例した値となるよう、電圧及び電流値を線形変換する。

【 0 0 2 5 】

図 5 は、図 1 の送受信システムにおける受信装置 2 0 の概略構成を示すブロック図である。受信装置 2 0 は、実施の形態 1 に係る受信方法を実施することができる装置である。図 5 に示されるように、受信装置 2 0 は、送信信号 A 1 0 を受信するアンテナ部（受信部）2 1、信号強度を調整する調整部としての A F E 部 2 2、変換部としての A / D（Digital to Analog）部 2 3、シンボルヘッダ算出部（シンボルヘッダ検出部）2 4、歪み発生領域算出部 2 5、除去領域判定部 2 6、歪み領域除去部 2 7、及び復調部 2 8 を備える。歪み発生領域算出部 2 5、除去領域判定部（領域判定部）2 6、及び歪み領域除去部（領域除去部）2 7 は、領域決定部 2 9 を形成する。領域決定部 2 9 は、信号 D 2 3 の中で、予め決められた値以上の歪みを含む歪み発生領域を算出する処理を行い、この処理の結果に基づいて復調部 2 8 による復調に使用されない不使用領域を決定し、復調部 2 8 に、不使用領域以外の領域のデジタル信号を用いて復調を実行させる。アンテナ部 2 1 及び A F E 部 2 2 は、アナログ信号処理を行う。A / D 部 2 3 は、アナログ信号をデジタル信号に変換する。シンボルヘッダ算出部 2 4、歪み発生領域算出部 2 5、除

10

20

30

40

50

去領域判定部 2 6、歪み領域除去部 2 7、及び復調部 2 8 は、デジタル信号処理を行う。

【 0 0 2 6 】

アンテナ部 2 1 は、送信装置 1 0 から送信された送信信号 A 1 0 を受信（検出）し、送信信号 A 1 0 に対応する信号 A 2 1 を A F E 部 2 2 に与える。実施の形態 1 に係る送受信システムが、可視光通信システムである場合には、アンテナ部 2 1 は、信号光の強度を検出する P D 等の光センサを有する受信部である。

【 0 0 2 7 】

A F E 部 2 2 は、アンテナ部 2 1 によって受信された信号 A 2 1 を、A / D 部 2 3 の入力に合わせた電圧及び電流値に線形変換して得られた信号 A 2 2 を、A / D 部 2 3 に与える。一例として、アンテナ部 2 1 が信号光の強度を検出する光センサで構成されている場合には、光センサの出力電圧は A / D 部 2 3 の最大入力電圧規定値と比較して微弱である。そのため、A F E 部 2 2 は、アンプを用い、アンテナ部 2 1 から受け取った信号 A 2 1 の信号振幅を調整（増幅）することによって信号 A 2 3 を生成する。

10

【 0 0 2 8 】

ただし、A F E 部 2 2 は、アナログ回路で構成されるため、高周波成分が減衰する等の回路特性を持つ。そのため、送信装置 1 0 の A F E 部 1 4 と同様に、受信装置 2 0 の A F E 部 2 2 のアナログ回路に入力される信号波形が高周波成分を持つ場合、アナログ回路は、信号波形に歪みを生じさせることがある。

【 0 0 2 9 】

A / D 部 2 3 は、A F E 部 2 2 から受け取ったアナログの信号 A 2 2 をデジタルの信号 D 2 3 に変換し、シンボルヘッダ算出部 2 4、歪み発生領域算出部 2 5、及び歪み領域除去部 2 7 に与える。

20

【 0 0 3 0 】

図 6 は、図 5 の受信装置 2 0 における A / D 部 2 3 の出力波形（信号 D 2 3）の一例を示す図である。図 6 における A / D 部 2 3 の出力では、縦軸が縦線と先端の丸印で示されるサンプル毎の信号強度であり、横軸が時間軸である。図 6 は、変調部 1 1 が 4 P S K 方式で変調を行ったときに A / D 部 2 3 から出力される受信信号 D 2 3 の一例を示す。高周波成分が増大するシンボル境界付近（シンボルヘッダ付近）で、アナログ回路（例えば、送信装置 1 0 の A F E 部 1 4 及び受信装置 2 0 の A F E 部 2 2）の処理に起因する非線形の歪みが現われ易い。

30

【 0 0 3 1 】

シンボルヘッダ算出部 2 4 は、A / D 部 2 3 から出力された信号 D 2 3 を受け取り、信号 D 2 3 に含まれるフレーム位置をプリアンプ部 6 1 に基づき検出し、その後、既知信号部 6 2 とデータ部 6 3 とに含まれるシンボルの開始位置であるシンボルヘッダ 6 4（D 2 4）を算出（検出）し、算出されたシンボルヘッダ 6 4（D 2 4）を除去領域判定部 2 6 と復調部 2 8 に与える。

【 0 0 3 2 】

歪み発生領域算出部 2 5 は、A / D 部 2 3 から受け取った信号 D 2 3 と、シンボルヘッダ算出部 2 4 から受け取ったシンボルヘッダ 6 4 とを基に、受信信号 D 2 3 の中で歪みの影響を強く受けている歪み発生領域 2 1 0（D 2 5）を算出し、除去領域判定部 2 6 に送信する。

40

【 0 0 3 3 】

図 7 は、図 5 の受信装置 2 0 における歪み発生領域算出部 2 5 の概略構成を示すブロック図である。図 7 に示されるように、歪み発生領域算出部 2 5 は、比較部 2 5 2 と、既知信号波形を記憶する記憶部 2 5 1 とを備える。

【 0 0 3 4 】

記憶部 2 5 1 は、図 2 の送信装置 1 0 における記憶部 1 6 に保持された既知信号波形と同じ既知信号波形を保持し、既知信号波形を比較部 2 5 2 に与える。

【 0 0 3 5 】

比較部 2 5 2 は、A / D 部 2 3 から受け取った信号 D 2 3 の既知信号部（図 4 における

50

62) が示す既知信号波形(アナログ回路によって発生する歪み成分を含む波形)と、記憶部251から受信した既知信号波形(歪み成分を含まない基準波形)とを比較することで、歪みの発生した既知信号部の領域(歪み発生領域)210を算出し、歪み発生領域210を示す情報D25を除去領域判定部26に与える。

【0036】

図8は、比較部252から出力される歪み発生領域210の一例を示す図である。比較部252は、A/D部23から出力された信号D23に含まれる既知信号波形と、記憶部251から受け取った既知信号波形を比較し、この比較の結果に基づいてそのサンプル領域が歪み発生領域210であるか否かを判断するための情報を提供する。例えば、比較部252は、A/D部23から出力された信号D23に含まれる既知信号波形と、記憶部251から受け取った既知信号波形を比較し、その差分が一定(基準となる閾値)以上のときに(すなわち、予め決められた値以上の歪みを含む領域であるときに)、そのサンプル領域を歪み発生領域210と判断する。

10

【0037】

除去領域判定部26は、歪み発生領域算出部25から受け取った歪み発生領域210を示す情報D25と、シンボルヘッダ算出部24から受信したシンボルヘッダ64(D24)に基づき、シンボルにおいて、歪みの発生する可能性の高い領域を算出し、算出したシンボル内の領域を除去領域として歪み領域除去部27に送信する。

【0038】

図9は、図5の受信装置20における除去領域判定部26によって算出される除去領域211(D26)の一例を示す図である。高周波成分が多い波形ほど、AFE部14及びAFE部22において多くの歪みが発生する。そのため、送信する信号波形毎に、シンボル内で生じる歪み発生領域210が異なる。

20

【0039】

一例として、除去領域判定部26は、既知信号(図4の62)を構成する複数のシンボル内において、1シンボル当たりの歪み発生領域210の割合が一定以上の領域を除去領域211として出力してもよい。

【0040】

他の例として、除去領域判定部26は、既知信号(図4の62)を構成する複数のシンボル内において、1シンボル当たりの歪み発生領域が最も大きい歪み発生領域210を、除去領域211として出力してもよい。

30

【0041】

歪み領域除去部27は、A/D部23から受け取った信号D23と、除去領域判定部26から受け取った除去領域211(D26)を基に、歪みを含む受信信号D23に対し歪みを取り除く処理を行い、その結果得られた信号D27を復調部28に与える。

【0042】

図10は、図5の受信装置20における歪み領域除去部27による歪み除去後の信号D27の一例を示す図である。図10に示されるように、歪み領域除去部27は、各シンボル内において、除去領域211に存在する受信信号D23のサンプル値を0にするようにサンプル値をクリアする。

40

【0043】

また、一例として、各シンボル内において、除去領域211に存在する受信信号D23のサンプル値を、0にクリアする代わりに、削除してもよい。

【0044】

復調部28は、歪み領域除去部27から受け取った信号D27と、シンボルヘッダ算出部24から受け取ったシンボルヘッダD24(図6における64)に基づき、復調を行い、復調結果であるデータD20を出力する。

【0045】

一例として、送信装置10の変調部11が4PSKの変調方式を採用しているとき、受信装置20の復調部28は、受信信号D23のシンボルのサンプル値と、各データに対応

50

する変調結果 300 との相関をとり、相関値が最大となる変調結果 300 に対応するデータを復調結果として出力する。

【0046】

特許文献 1 に記載の歪み補償技術を用いることで、アナログ回路で受ける歪みの影響が低減され、受信品質が改善するが、送信装置 10 で発生した歪みに対する補償を行うために、高い処理能力を持つ演算部が必要である。

【0047】

これに対し、実施の形態 1 に係る受信装置 20、受信方法、及び送受信システムによれば、受信信号から歪みを受けた信号を削除することにより、歪み補償を行うより少ない計算量で歪みの影響を低減することができるという効果がある。

10

【0048】

また、実施の形態 1 に係る受信装置 40、受信方法、及び送受信システムによれば、歪み発生領域 210 を動的に算出しているため、送信装置 10 が別の送信装置に切り替わり、アナログ回路の処理に起因する歪みが発生する歪み発生領域が変化した場合であっても、歪み発生領域を適切に検出することができる。

【0049】

《2》実施の形態 2 .

図 11 は、本発明の実施の形態 2 に係る送受信システムの受信装置 30 の概略構成を示すブロック図である。受信装置 30 は、実施の形態 2 に係る受信方法を実施することができる装置である。図 11 において、図 5 (実施の形態 1) における構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 5 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 2 における受信装置 30 は、シンボルヘッダ算出部 24 から出力されるシンボルヘッダ 64 (D24) が、除去領域判定部 26 及び復調部 28 だけでなく歪み発生領域算出部 31 にも与えられている点、並びに、歪み発生領域算出部 31 による処理内容の点において、実施の形態 1 における受信装置 20 と相違する。歪み発生領域算出部 31、除去領域判定部 26、及び歪み領域除去部 27 は、領域決定部 29a を形成する。これらの点を除き、実施の形態 2 における受信装置 30 は、実施の形態 1 における受信装置 20 と同じである。

20

【0050】

歪み発生領域算出部 31 は、A/D 部 23 から受信する受信信号 D23 と、シンボルヘッダ算出部 24 から受信するシンボルヘッダ 64 に基づき、受信信号 D23 の中で歪みの影響を強く受けている歪み発生領域 210 (D31) を算出し、除去領域判定部 26 に送信する。

30

【0051】

図 12 は、図 11 の受信装置 30 における歪み発生領域算出部 31 の概略構成を示すブロック図である。図 12 において、図 7 (実施の形態 1) における構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 7 に示される符号と同じ符号が付される。図 12 に示されるように、歪み発生領域算出部 31 は、比較部 311 と、記憶部 251 とを備える。記憶部 251 の構成及び動作は、上記実施の形態 1 における記憶部 251 と同じである。

【0052】

比較部 311 は、A/D 部 23 から受け取った信号 D23 と、記憶部 251 から受け取った既知信号波形と、シンボルヘッダ算出部 24 から受け取ったシンボルヘッダ 64 (D24) とに基づき、歪みの発生した受信信号領域を、実施の形態 1 における比較部 252 より少ない演算量で算出し、除去領域判定部 26 に送信する。

40

【0053】

変調部 11 が 4PSK の変調方式を採用しているとき、送信信号の高周波成分は、シンボルヘッダ 64 で発生する。そのため、歪みは、高周波成分が発生するシンボルヘッダ 64 周辺で多く発生する。

【0054】

比較部 311 は、シンボルヘッダ 64 付近の数サンプルのみに歪みが発生すると仮定し、受信信号 D23 と、記憶部 251 から受信した、対応する既知信号波形のサンプル値の

50

比較を、シンボルヘッダ 6 4 付近の数サンプル（例えば、シンボルヘッダの前の決められた個数のサンプルと、シンボルヘッダの後の決められた個数のサンプル）に対してのみ実施することで、歪みの発生した信号領域を算出し、除去領域判定部 2 6 に送信する。

【 0 0 5 5 】

また、一例として、変調部 1 1 が P P M の変調方式を採用しているとき、送信信号の高周波成分は、スロット開始位置に集中する。そのため、比較部 3 1 1 は、スロット開始位置付近の数サンプル（決められた個数のサンプル）のみに歪みが発生すると仮定し、信号 D 2 3 と、記憶部 2 5 1 から受け取った対応する既知信号波形のサンプル値との比較を、スロット開始位置付近の数サンプルに対してのみ実施することで、歪みの発生した受信信号領域を算出し、除去領域判定部 2 6 に送信する。

10

【 0 0 5 6 】

実施の形態 2 に係る受信装置 3 0、受信方法、及び送受信システムによれば、受信信号から歪みを受けた信号を削除することにより、歪み補償を行うより少ない計算量で歪みの影響を低減することができるという効果がある。また、歪みの発生しやすい領域のみで歪み発生判定を行うことにより、歪み発生領域算出の計算量を一層削減することができる。

【 0 0 5 7 】

また、実施の形態 2 に係る受信装置 3 0、受信方法、及び送受信システムによれば、歪み発生領域 2 1 0 を動的に算出しているため、送信装置 1 0 が別の送信装置に切り替わり、アナログ回路の処理に起因する歪みが発生する歪み発生領域が変化した場合であっても、歪み発生領域を適切に検出することができる。

20

【 0 0 5 8 】

《 3 》実施の形態 3 .

図 1 3、本発明の実施の形態 3 に係る送受信システムの受信装置 4 0 の概略構成を示すブロック図である。受信装置 4 0 は、実施の形態 3 に係る受信方法を実施することができる装置である。図 1 3 において、図 5（実施の形態 1）における構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 5 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 3 に係る送受信システムの受信装置 4 0 は、歪領域除去部（図 5 及び図 1 1 における 2 7）を備えていない点、A / D 部 2 3 から受信信号 D 2 3 が復調部 4 1 に出力される点、除去領域判定部 2 6 が除去領域 2 1 1 を復調部 4 1 に出力する点、及び復調部 4 1 の機能の点において、実施の形態 1 に係る送受信システムの受信装置 2 0 と相違する。これらの相違点を除き、実施の形態 3 における受信装置 4 0 は、実施の形態 1 における受信装置 2 0 と同じである。なお、実施の形態 3 の構成を実施の形態 2 の受信装置 2 0 に適用することも可能である。

30

【 0 0 5 9 】

復調部 4 1 は、A / D 部 2 3 から受け取った信号 D 2 3 と、シンボルヘッダ算出部 2 4 から受け取ったシンボルヘッダ 6 4（D 2 4）と、除去領域判定部 2 6 から受け取った除去領域 2 1 1 とに基づいて、最尤復調に基づく処理を行い、復調結果であるデータを出力する。

【 0 0 6 0 】

尤度を、変調結果 3 0 0 の条件付き受信信号 D 2 3 の生起確率として定義すると、最尤復調を行う復調部 4 1 は、各データに対応する変調結果 3 0 0 の条件付き尤度を算出し、尤度が最大となる変調結果 3 0 0 に対応するデータを復調結果として出力する。すなわち、復調部 4 1 は、除去領域 2 1 1（D 2 6）内に存在する変調結果のサンプルを除去した変調結果を用いて尤度を算出する。

40

【 0 0 6 1 】

図 1 4 は、図 1 3 の受信装置 4 0 における復調部 4 1 で用いられ変調結果の一例を示す図である。除去領域 2 1 1 内に存在する変調結果 D 4 0 のサンプルを除去した変調結果の一例を示す図である。一例として、除去領域 2 1 1 内に存在する変調結果 D 4 0 のサンプル値を、変調結果 D 4 0 の平均値に設定した。これは、歪みの影響を受けた受信信号 D 2 3 のサンプル値は、平均値に近い値となりやすいためである。

50

【 0 0 6 2 】

実施の形態 3 に係る受信装置 4 0、受信方法、及び送受信システムによれば、尤度の条件から歪みを受けた領域の情報を削除することにより、最尤復調を行う受信装置においても、歪み補償を行う従来の受信装置の場合より少ない計算量で、歪みの影響を低減することができる。

【 0 0 6 3 】

また、実施の形態 3 に係る受信装置 4 0、受信方法、及び送受信システムによれば、歪み発生領域 2 1 0 を動的に算出しているため、送信装置 1 0 が別の送信装置に切り替わり、アナログ回路の処理に起因する歪みが発生する歪み発生領域が変化した場合であっても、歪み発生領域を適切に検出することができる。

10

【 0 0 6 4 】

《 4 》変形例。

図 1 5 は、上記実施の形態 1 から 3 に係る受信装置 2 0、3 0、4 0 の変形例の概略構成を示すハードウェア構成図である。実施の形態 1 から 3 に係る受信装置 2 0、3 0、4 0 の構成 2 1 ~ 2 9、2 9 a、2 9 b、3 1 は、専用の処理回路 9 0 としての半導体集積回路によって実現することができる。

【 0 0 6 5 】

図 1 6 は、上記実施の形態 1 から 3 に係る受信装置 2 0、3 0、4 0 の他の変形例の概略構成を示すハードウェア構成図である。実施の形態 1 から 3 に係る受信装置 2 0、3 0、4 0 の構成は、ソフトウェアとしてのプログラムを格納する記憶装置としてのメモリ 9 1 と、メモリ 9 1 に格納されたプログラムを実行する情報処理部としてのプロセッサ 9 2 とを用いて（例えば、コンピュータにより）実現してもよい。或いは、実施の形態 1 から 3 に係る受信装置 2 0、3 0、4 0 の一部（例えば、図 5 における構成 2 4 ~ 2 9、図 1 1 における構成 2 4 ~ 2 8、3 1、2 9 a、図 1 3 における構成 2 4 ~ 2 6、4 1、2 9 b）を、図 1 6 に示されるメモリ 9 1 と、プログラムを実行するプロセッサ 9 2 とによって実現してもよい。

20

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 6 】

本発明は、可視光通信を利用した位置検出機能を有するシステムに適用可能である。例えば、部屋の天井に設置された LED 照明機器（送信装置）から出射される光が、LED 照明機器が設置された位置を示す位置情報を含んでおり、受信装置を携帯した人が LED 照明機器の下を通る際に、受信装置によって位置情報が取得されるシステム等に適用可能である。

30

【 0 0 6 7 】

また、本発明は、LED 照明機器（送信装置）が設置場所に応じた内容の広告情報を送信し、受信装置としての携帯端末が広告情報を受信するシステム（デジタルサイネージシステム）に適用可能である。受信装置は、広告情報を受信した後、受信装置に広告を表示することにより、よりユーザの状況に合わせた広告を提供できる。

【 符号の説明 】

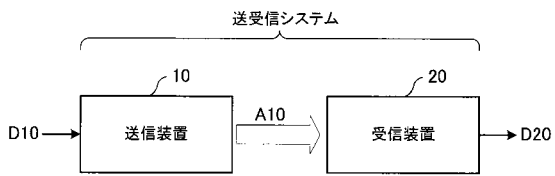
【 0 0 6 8 】

1 0 送信装置、 2 0、3 0、4 0 受信装置、 1 1 変調部、 1 2 フレーム生成部、 1 3 D/A 部、 1 4 AFE 部、 1 5 アンテナ部（送信部）、 1 6 記憶部、 2 1 アンテナ部（受信部）、 2 2 AFE 部、 2 3 A/D 部（変換部）、 2 4 シンボルヘッダ算出部（シンボルヘッダ検出部）、 2 5、3 1 歪み発生領域算出部（領域検出部）、 2 6 除去領域判定部（領域判定部）、 2 7 歪み領域除去部（領域除去部）、 2 8、4 1 復調部、 2 9、2 9 a、2 9 b 領域決定部、 6 0（D12）フレーム、 6 1 プリアンプル部、 6 2 既知信号部、 6 3 データ部、 6 4（D24）シンボルヘッダ、 2 1 0（D25、D31）歪み発生領域、 2 1 1（D26）除去領域、 2 5 1 記憶部、 2 5 2、3 1 1 比較部。

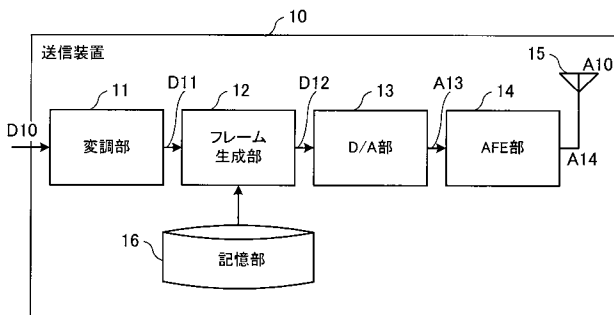
40

50

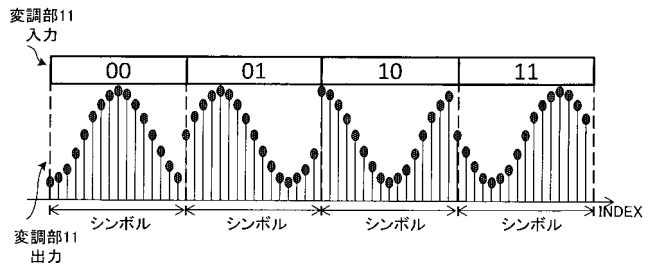
【 図 1 】



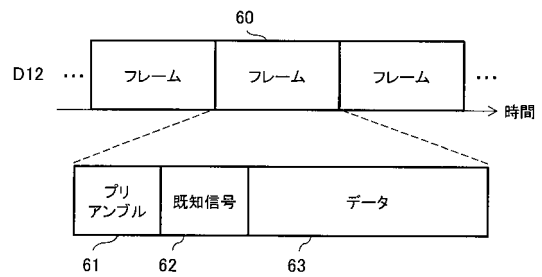
【 図 2 】



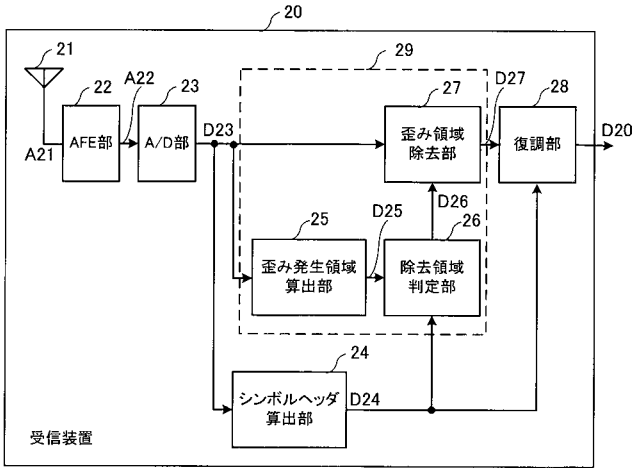
【 図 3 】



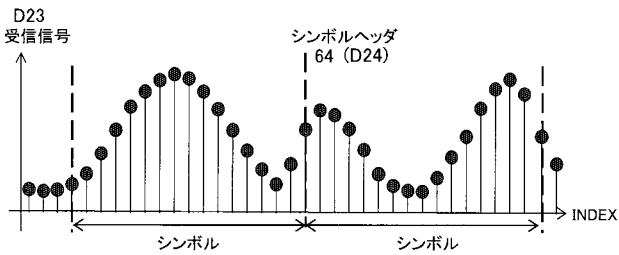
【 図 4 】



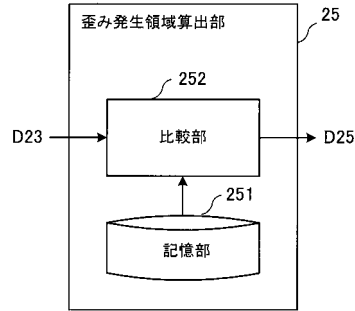
【図5】



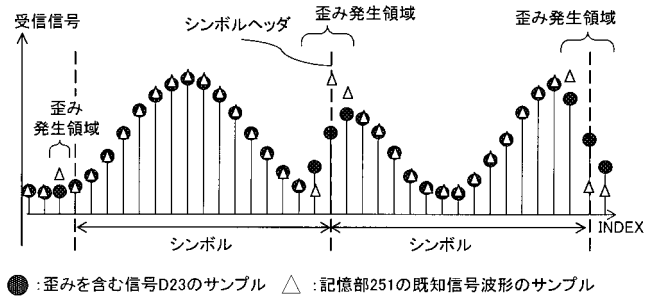
【図6】



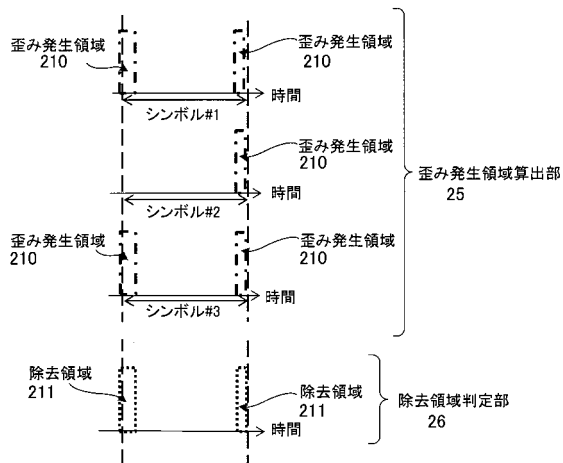
【図7】



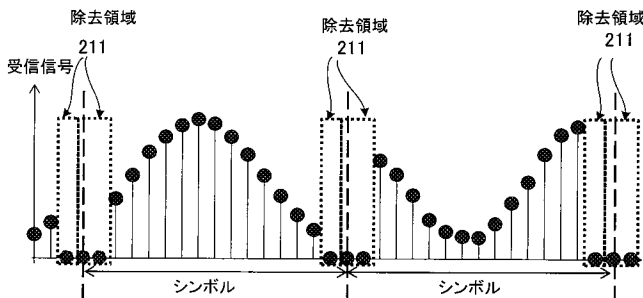
【図8】



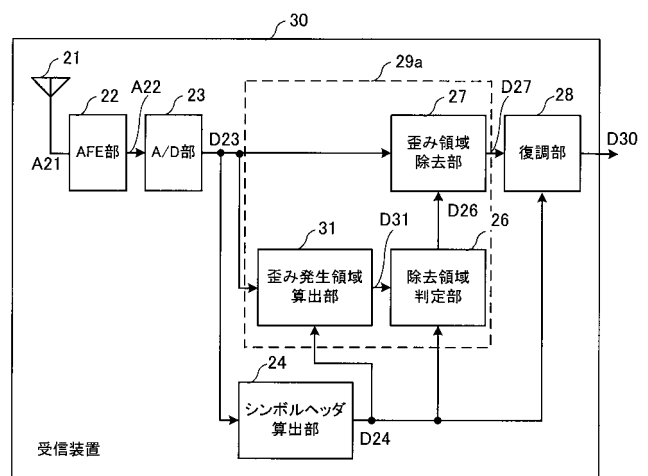
【図9】



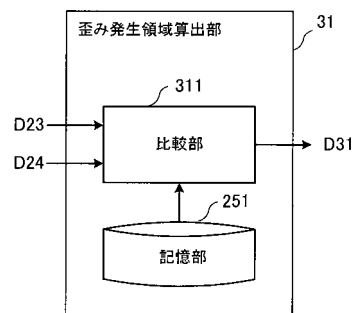
【図10】



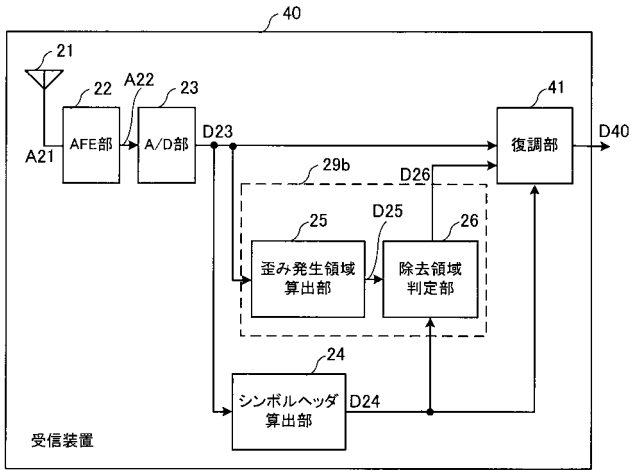
【図11】



【図12】



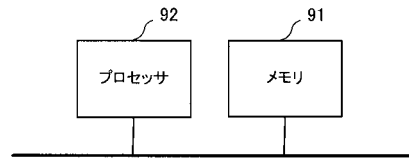
【図13】



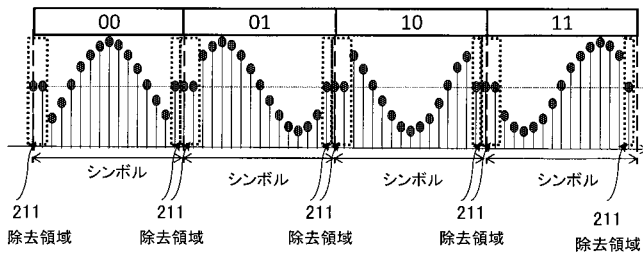
【図15】



【図16】



【図14】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K046 EE06 EE51

5K052 BB01 BB11 DD01 EE11 EE40 FF31 GG48 GG57

5K102 AA01 AA21 AH27 AL21 KA19 KA24 KA39 PB02 PH32 RD00