

(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2013-236236

(P2013-236236A)

(43) 公開日 平成25年11月21日(2013.11.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4L 27/34 (2006.01)	HO4L 27/00	5J065
HO3M 13/45 (2006.01)	HO3M 13/45	5K004
HO4L 27/00 (2006.01)	HO4L 27/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2012-107126 (P2012-107126)
 (22) 出願日 平成24年5月8日 (2012.5.8)

(71) 出願人 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
 (74) 代理人 100113608
 弁理士 平川 明
 (74) 代理人 100105407
 弁理士 高田 大輔
 (72) 発明者 宮崎 俊治
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
 Fターム(参考) 5J065 AG05 AH21
 5K004 JA02 JA08 JD05 JD07

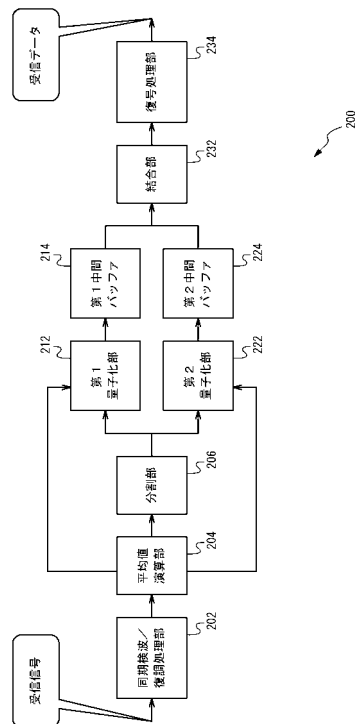
(54) 【発明の名称】 量子化装置

(57) 【要約】

【課題】量子化処理における量子化ビット数を低減することを課題とする。

【解決手段】複数のビットを含むシンボルを受信し、前記シンボルの各ビットの尤度を算出する受信部と、前記シンボルのサブブロック毎に異なる量子化ビット数に基づいて、前記シンボルの各ビットの尤度の量子化を行う量子化部と、を備える量子化装置とする。また、さらに、前記シンボルの各ビットの尤度の平均値に基づいて、前記量子化の最大値を決定する平均値演算部を備える量子化装置とする。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のビットを含むシンボルを受信し、前記シンボルの各ビットの尤度を算出する受信部と、

前記シンボルのサブブロック毎に異なる量子化ビット数に基づいて、前記シンボルの各ビットの尤度の量子化を行う量子化部と、

を備える量子化装置。

【請求項 2】

前記シンボルの各ビットの尤度の平均値に基づいて、前記量子化の最大値を決定する平均値演算部

を備える請求項 1 に記載の量子化装置。

10

【請求項 3】

前記シンボルをサブブロック毎に分割し、分割されたサブブロック毎の各ビットの尤度の平均値に基づいて、前記サブブロック毎に前記量子化の最大値を決定する分割部

を備える請求項 1 に記載の量子化装置。

【請求項 4】

前記量子化部は、前記シンボルを含むデータの符号化率に基づいて、前記量子化ビット数を決定する、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の量子化装置。

【請求項 5】

複数のビットを含む第 1 シンボルを受信し、前記第 1 シンボルの各ビットの尤度を算出し、前記第 1 シンボルに対応する複数のビットを含む第 2 多値変調シンボルを受信し、前記第 2 シンボルの各ビットの尤度を算出する受信部と、

前記第 1 シンボルの各ビットの尤度及び前記第 2 シンボルの各ビットの尤度を、所定の量子化ビット数で量子化する量子化部と、

前記第 1 シンボルのサブブロック毎に異なる量子化ビット数に基づいて、前記第 1 シンボルの各ビットの尤度の量子化を行う再量子化部と、

前記再量子化部において量子化された前記第 1 シンボルの各ビットの尤度のビット数を前記量子化部におけるビット数に揃えるビット調整部と、

前記ビット調整部に調整された前記第 1 シンボルの各ビットの尤度を結合する結合部と

20

30

、
前記結合部に結合された前記第 1 シンボルの各ビットの尤度と、前記第 2 シンボルの各ビットの尤度とを合成する合成部と

を備える量子化装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、量子化装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

デジタル通信システムでは、送信装置はデジタルデータに誤り検出符号化処理や誤り訂正符号化処理を施し、デジタル変調して伝送路に出力する。伝送路では、雑音などの影響を受けて信号に歪が生じる。受信装置は、伝送路からの信号を受信し、受信信号を復調して信号レベルに応じた尤度データを生成し、これを復号して元のデジタルデータを得る。このとき、復号時に入力として与える尤度データとして、0 または 1 の 2 値の表した硬判定データではなく、多段階に表した軟判定データが使用されることがある。軟判定データが使用されることで、復号時の誤り訂正能力が向上し得る。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

50

【特許文献1】特開2008-153751号公報

【特許文献2】特開2010-154144号公報

【特許文献3】特開平4-79647号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

受信装置における復号処理では、受信装置は、受信信号を量子化した量子化データを、一旦、中間バッファに保存する。その後、受信装置は、中間バッファから量子化データを読み出し、復号処理を行う。信号の特性劣化を生じさせないためには、量子化データの量子化ビット数を大きくすることが求められる。しかし、量子化データの量子化ビット数を大きくすると、中間バッファの回路規模が大きくなる。一般に、装置の回路規模は、小さいほうが好ましい。よって、信号の特性劣化を抑えつつ、量子化データの量子化ビット数を小さくすることが求められる。

10

【0005】

本件開示の技術は、量子化処理における量子化ビット数を低減することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

開示の技術は、上記課題を解決するために、以下の手段を採用する。

【0007】

即ち、第1の態様は、

20

複数のビットを含むシンボルを受信し、前記シンボルの各ビットの尤度を算出する受信部と、

前記シンボルのサブブロック毎に異なる量子化ビット数に基づいて、前記シンボルの各ビットの尤度の量子化を行う量子化部と、

を備える量子化装置とする。

【0008】

開示の態様は、プログラムが情報処理装置によって実行されることによって実現されてもよい。即ち、開示の構成は、上記した態様における各手段が実行する処理を、情報処理装置に対して実行させるためのプログラム、或いは当該プログラムを記録した記録媒体として特定することができる。また、開示の構成は、上記した各手段が実行する処理を情報処理装置が実行する方法をもって特定されてもよい。

30

【発明の効果】

【0009】

開示の技術によれば、量子化処理における量子化ビット数を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、多値変調方式の例を示す図である。

【図2】図2は、図1のような16QAMにおける第0ビットの値と、受信シンボルの例を示す図である。

【図3】図3は、図1のような16QAMにおける第2ビットの値と、受信シンボルの例を示す図である。

40

【図4】図4は、実施形態1の通信システムの構成の例を示す図である。

【図5】図5は、実施形態1の送信装置の例を示す図である。

【図6】図6は、実施形態1の受信装置の例を示す図である。

【図7】図7は、送信装置のハードウェア構成例を示す図である。

【図8】図8は、受信装置のハードウェア構成例を示す図である。

【図9】図9は、実施形態1の受信装置の動作フローの例を示す図である

【図10】図10は、64QAMの例を示す図である。

【図11】図11は、実施形態2の受信装置の例を示す図である。

【図12】図12は、量子化ビット数の違いによるBLER (Block Error Rate) を示す

50

図である。

【図 1 3】図 1 3 は、実施形態 3 の受信装置の例を示す図である。

【図 1 4】図 1 4 は、符号化率と信号の劣化量との関係を示す図である。

【図 1 5】図 1 5 は、実施形態 4 の受信装置の例を示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は、実施形態 5 の送信装置の例を示す図である。

【図 1 7】図 1 7 は、実施形態 5 の受信装置の例を示す図である。

【図 1 8】図 1 8 は、実施形態 5 の受信装置の動作フローの例を示す図である。

【図 1 9】図 1 9 は、実施形態 6 の受信装置の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

10

以下、図面を参照して実施形態について説明する。実施形態の構成は例示であり、開示の構成は、開示の実施形態の具体的構成に限定されない。開示の構成の実施にあたって、実施形態に応じた具体的構成が適宜採用されてもよい。

【0012】

ここでは、通信システムとして 3 G P P (3rd Generation Partnership Project) の L T E (Long Term Evolution) のような通信システムを想定する。ここで説明する発明を実施するための形態は、3 G P P の L T E のような通信システムに限定されず、他の通信システムにも適用可能である。

【0013】

(多値変調方式)

20

図 1 は、多値変調方式の例を示す図である。図 1 の例は、16 Q A M (16 Quadrature Amplitude Modulation) の例である。図 1 では、16 Q A M のシンボルは、黒丸で表される。

【0014】

16 Q A M では、4 ビットのデータが位相及び振幅の 16 種類の組み合わせに割り当てられる。これらの組み合わせは、シンボルと呼ばれる。位相及び振幅は、複素平面 (I Q 平面) において I 成分、Q 成分で表される。図 1 の例では、4 ビットデータ「0000」のシンボルの位置は、I Q 平面では、(a、a) となる。ここでは、1 つのシンボルで表される 4 ビットのデータの各ビットを、左側から、第 0 ビット、第 1 ビット、第 2 ビット、第 3 ビットと呼ぶ。送信装置は、図 1 のように、4 ビット毎にデータをシンボルにマッピングし、D / A (Digital to Analog) 変換等の処理を施し、受信装置に対して、信号を送信する。

30

【0015】

(尤度)

ビットの尤度は、例えば、当該ビットが 0 であること (または 1 であること) の尤もらしさを表す尺度である。ビットの尤度は、「その正負の符号ビットが硬判定ビットに対応し、かつ、その振幅の絶対値がその硬判定ビットが実際に送信されたビットである尤もらしさを表す値」として定義される。よって、硬判定が 0 で、振幅の値が小さいことは、「1 の可能性が高いのではなく、依然として 1 である可能性よりは、0 である可能性の方が高いが、0 である可能性も確実ではない」ことを意味する。ビットの尤度は、1 つのシンボルに含まれる各ビットについて求められる。

40

【0016】

受信装置は、受信した信号に、A / D (Digital to Analog) 変換、同期検波等の処理を施し、受信信号の振幅及び位相から、受信シンボルの I Q 平面上の位置を求める。受信シンボルの位置は、理想的には、送信装置におけるシンボルの位置と同じとなる。同期検波は、フェージング等により、送信シンボルの位相が回転したものが受信シンボルとして受信されたものを、位相推定を行うことで、この情報をもとに、回転した位相をもとの位置に戻す役割を持つ。しかし、受信シンボルの位置は、通常、伝搬路上の雑音、受信装置の内部回路による雑音などの影響を受けて、送信装置におけるシンボルの位置と異なる位置になる。

50

【 0 0 1 7 】

ビットの尤度は、例えば、受信シンボルと当該ビットが1であるシンボルとの距離が最短のもの（ X_1 とする）と、受信シンボルと当該ビットが0であるシンボルとの距離が最短のもの（ X_0 とする）との差である。即ち、ビットの尤度は、 $X_1^2 - X_0^2$ である。ここでの距離は、2乗距離である。 X_1 が大きく、かつ、 X_0 が小さいほど、ビットの尤度は大きくなる。また、ビットの尤度は、 $X_1 - X_0$ であってもよい。さらに、ビットの尤度は、 $-(X_1^2 - X_0^2)$ 又は $-(X_1 - X_0)$ とすれば、当該ビットが1であることの尤もらしさを表す尺度となる。

【 0 0 1 8 】

図2は、図1のような16QAMにおける第0ビットの値と、受信シンボルの例を示す図である。図2では、受信シンボルは、 r と表されている。図2では、黒丸で表される各シンボルのそばに、第0ビットの値である「0」または「1」が記載されている。ここで、第0ビットの尤度は、受信シンボル r と第0ビットが1であるシンボルとの距離のうち最短のもの、受信シンボル r と第0ビットが0であるシンボルとの距離のうち最短のものとの差である。即ち、第0ビットの尤度は、受信シンボル r とシンボル s_{11} との距離と、受信シンボル r とシンボル s_1 との距離との差である。図2の例では、第0ビットの0の値のシンボルと1の値のシンボルとの間の平均（2乗）距離と第0ビットの0の値のシンボルと1の値のシンボルとの間の平均（2乗）距離とを比較すると、第0ビットの平均（2乗）距離のほうが大きい。よって、図2の例では、第0ビットの尤度の分布は、第2ビットの尤度の分布と比べて広範囲になる。

10

20

【 0 0 1 9 】

図3は、図1のような16QAMにおける第2ビットの値と、受信シンボルの例を示す図である。図3では、受信シンボルは、 r と表されている。図3では、黒丸で表される各シンボルのそばに、第2ビットの値である「0」または「1」が記載されている。ここで、第2ビットの尤度は、受信シンボル r と第2ビットが1であるシンボルとの距離のうち最短のもの、受信シンボル r と第2ビットが0であるシンボルとの距離のうち最短のものとの差である。即ち、第2ビットの尤度は、受信シンボル r とシンボル s_{11} との距離と、受信シンボル r とシンボル s_9 との距離との差である。図3の例では、第2ビットが「0」であるシンボルの近傍に、第2ビットが「1」であるシンボルが存在する。よって、第2ビットの尤度の分布は、第0ビットの尤度の分布と比べて、狭範囲になると想定される。

30

【 0 0 2 0 】

図1のような、16QAMにおいて、第0ビットと第1ビットとでは、IQ平面における「0」「1」の配置が同様であるため、尤度の分布は同様である。同じように、第2ビットと第3ビットとでも、IQ平面における「0」「1」の配置が同様であるため、尤度の分布は同様である。一方、第0ビットと第2ビットとでは、IQ平面における「0」「1」の配置が異なるため、尤度の分布は異なる。同じように、第1ビットと第3ビットとでは、IQ平面における「0」「1」の配置が異なるため、尤度の分布は異なる。

【 0 0 2 1 】

尤度の分布は、ビットの値が「0」であるシンボルと、ビットの値が「1」であるシンボルとの配置に依存する。図1のような例では、第0ビットの尤度の分布は、第2ビットの尤度の分布と比べて、広範囲である。即ち、第0ビットの尤度の分布のダイナミックレンジは、第2ビットの尤度の分布のダイナミックレンジより大きい。尤度の分布のダイナミックレンジが小さい場合、尤度の量子化ビット数は小さくてもよい。量子化ビット数を同じにすると、尤度の分布のダイナミックレンジが小さいビットの量子化後の値では上位ビットが使用されない（0になる）ことが多い。尤度の分布は、ビット（「0」及び「1」）の配置に依存する。

40

【 0 0 2 2 】

よって、受信装置において、復号処理の精度を維持しつつ、第2ビットの尤度及び第3ビットの尤度の量子化ビット数を、第0ビットの尤度及び第1ビットの尤度の量子化ビッ

50

ト数より小さくすることができる。

【0023】

受信装置は、量子化装置の一例である。

【0024】

〔実施形態1〕

（構成例）

図4は、実施形態1の通信システムの構成の例を示す図である。図4のように、本実施形態の通信システム10は、送信装置100、受信装置200を含む。送信装置100は、伝搬路を介して、受信装置200に、データ送信を行う。データ送信は、所定のデータ長のフレームを単位として行われる。受信装置200は、送信装置200から受信した信号を復号する。

10

【0025】

図5は、実施形態1の送信装置の例を示す図である。送信装置100は、符号化処理部110、変調処理部120を含む。符号化処理部110は、ターボ符号化部112、通信路符号化部114を含む。変調処理部120は、16QAM変調部122、送信電波生成処理部124を含む。

【0026】

符号化処理部110のターボ符号化部112は、送信対象のデータ（送信データ）に対して、ターボ符号化を行う。送信対象のデータは、複数のパケットに分割されてから、ターボ符号化されてもよい。送信対象のデータ（または、1パケット）の大きさがKビットであるとすると、符号化ビットサイズ N_t は、 $N_t = 3 \times K + 12$ ビットとなる。

20

【0027】

符号化処理部110の通信路符号化部114は、ターボ符号化されたデータを、所定の符号長となるように、レートマッチングを行う。所定の符号長を N_d とすると、符号化率 R は、 $R = K / N_d$ となる。所定の符号長単位のデータを、ブロックともいう。また、符号化処理部110は、レートマッチングの前あるいは後において、ビット系列の順番を規定のパターンで置換するインターリーブを行う。

【0028】

変調処理部120の16QAM変調部122は、符号化処理部110の出力に対して、16QAM変調処理を行う。16QAM変調部122は、入力された信号に対して、4ビット毎に1つのシンボルに変換する。図1の例のように、第0ビット及び第2ビットは、I成分にマッピングされる。また、第1ビット及び第3ビットは、Q成分にマッピングされる。

30

【0029】

変調処理部120の送信電波生成処理部124は、16QAM変調部122の出力を、所定の無線周波数に変換し、アンテナ等により、受信装置200に向けて、送信する。

【0030】

図6は、実施形態1の受信装置の例を示す図である。受信装置200は、同期検波/復調処理部202、平均値演算部204、分割部206、第1量子化部212、第1中間バッファ214、第2量子化部222、第2中間バッファ224、結合部232、復号処理部234を含む。

40

【0031】

同期検波/復調処理部202は、アンテナ等により受信された受信信号に対して、同期検波等を行い、受信シンボルをIQ平面上の点として求める。同期検波/復調処理部202は、受信シンボルの各ビットの尤度（軟判定データ）を求める。軟判定データのビット精度は、例えば、32ビットである。各ビットの尤度は、例えば、上記のように、 $-(X_0^2 - X_1^2)$ によって求められる。

【0032】

復調処理における入力データは、同期検波等のデータ受信処理後のシンボルで、チャネルでの雑音付加がない場合には、送信された信号シンボルが振幅の大きさの自由度を除い

50

て、完全に再現されるような複素データである。一般的には、雑音が付加されるため、信号点からずれた1つの複素シンボルとなる。この複素シンボルを用いて、送信シンボルにマッピングされた符号化ビットのそれぞれに対応する軟判定データが生成される。

【0033】

平均値演算部204は、同期検波/復調処理部202で求められた各ビットの尤度の絶対値の平均値を求める。平均値演算部204は、所定の単位ごとに、絶対値の平均値を求める。所定の単位は、例えば、送信装置100で設定される所定の符号長Nd単位(ブロック単位)とする。1つの受信シンボルは、第0ビット及び第1ビットを含むサブブロックSB1と、第2ビット及び第3ビットを含むサブブロックSB2とに分けられる。

【0034】

平均値演算部204は、絶対値の平均値の第1所定数倍(絶対値の平均値×第1所定数)を、サブブロックSB1のビットの尤度の最大値と決定する。また、平均値演算部204は、絶対値の平均値の第2所定数倍(絶対値の平均値×第2所定数)を、サブブロックSB2のビットの尤度の最大値と決定する。また、第1所定数/第2所定数は、2のべき乗(2^n (nは整数))とする。絶対値の平均値をAとし、第1所定数をBとすると、サブブロックSB1のビットの尤度の最大値は $A \times B$ 、サブブロックSB2のビットの尤度の最大値は $A \times B / 2^n$ である。

【0035】

平均値演算部204で決定されたサブブロックSB1のビットの尤度の最大値、サブブロックSB2のビットの尤度の最大値は、それぞれ、第1量子化部212、第2量子化部222に出力される。

【0036】

平均値演算部204は、サブブロックSB1のビットの尤度のうち最も大きいものを、サブブロックSB1のビットの尤度の最大値としてもよい。また、平均値演算部204は、サブブロックSB2のビットの尤度うち最も大きいものを、サブブロックSB2のビットの尤度の最大値としてもよい。また、各サブブロックのビットの尤度の最大値は、サブブロック毎のビットの尤度の分散に基づいて決定されてもよい。

【0037】

分割部206は、各受信シンボルの各ビットの尤度を、サブブロックSB1と、サブブロックSB2とに分割する。分割部206は、サブブロックSB1を第1量子化部212に出力する。分割部206は、サブブロックSB2を第2量子化部222に出力する。

【0038】

第1量子化部212は、同期検波/復調処理部202で求められたサブブロックSB1のビットの尤度を、量子化ビット数mで量子化する。

【0039】

第1中間バッファ214は、第1量子化部212で量子化されたサブブロックSB1のビットの尤度の量子化データを格納する。

【0040】

第2量子化部222は、第1量子化部212と同様にして、サブブロックSB2のビットの尤度を、量子化ビット数m-nで、量子化する。

【0041】

mやnは、例えば、中間バッファの大きさに基づいてあらかじめ決定されて、記憶装置等に格納される。また、mやnは、ビットの尤度の分布に基づいて、決められてもよい。ビットの尤度の分布が小さい場合、量子化データの上位ビットが使用されないことが多い。よって、量子化ビット数が小さくなるようにすることで、中間バッファの大きさを小さくできる。nが0でない場合、第1量子化ビット数と第2量子化ビット数とは、異なる値になる。量子化ビット数は、軟判定データのビット数よりも小さい。

【0042】

第2中間バッファ224は、第2量子化部222で量子化されたサブブロックSB2のビットの尤度の量子化データを格納する。nが0でない場合、第1中間バッファ214の

10

20

30

40

50

大きさは、第2中間バッファ224の大きさと、異なる大きさとなる。nが正である場合、第2中間バッファ224の大きさは、第1中間バッファ214の大きさより、小さくなる。即ち、第2中間バッファ224の大きさは、第1中間バッファ214の大きさの $(m - n) / m$ 倍でよい。なお、第1中間バッファ214と第2中間バッファ224とで、格納されるビットの尤度の数は同じである。

【0043】

結合部232は、第0ビットの尤度及び第1ビットの尤度を第1中間バッファ214から読み出し、第2ビットの尤度及び第3ビットの尤度を第2中間バッファ224から読み出す。結合部232は、読み出したビットの尤度を、第0ビットから第3ビットまでシリアルに結合する。結合部232は、結合する際に、量子化データの表現が同じになるようにビット調整を行う。

10

【0044】

復号処理部234は、結合部232で結合された量子化データを用いて、誤り訂正復号処理を行い、送信データを推定する。

【0045】

サブブロックSB1、サブブロックSB2は、互いに入れ替わってもよい。

【0046】

送信装置100、受信装置200は、専用または汎用のコンピュータ、あるいは、コンピュータを搭載した電子機器を使用して実現可能である。

【0047】

コンピュータ、すなわち、情報処理装置は、プロセッサ、主記憶装置、及び、二次記憶装置や、通信インタフェース装置のような周辺装置とのインタフェース装置を含む。記憶装置（主記憶装置及び二次記憶装置）は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

20

【0048】

コンピュータは、プロセッサが記録媒体に記憶されたプログラムを主記憶装置の作業領域にロードして実行し、プログラムの実行を通じて周辺機器が制御されることによって、所定の目的に合致した機能を実現することができる。

【0049】

プロセッサは、例えば、CPU (Central Processing Unit) やDSP (Data Signal Processor) である。主記憶装置は、例えば、RAM (Random Access Memory) やROM (Read Only Memory) を含む。

30

【0050】

二次記憶装置は、例えば、EPROM (Erasable Programmable ROM)、ハードディスクドライブ (HDD、Hard Disk Drive) である。また、二次記憶装置は、リムーバブルメディア、即ち可搬記録媒体を含むことができる。リムーバブルメディアは、例えば、USB (Universal Serial Bus) メモリ、あるいは、CD (Compact Disk) やDVD (Digital Versatile Disk) のようなディスク記録媒体である。

【0051】

通信インタフェース装置は、例えば、LAN (Local Area Network) インタフェースボードや、無線通信のための無線通信回路である。

40

【0052】

周辺装置は、上記の二次記憶装置や通信インタフェース装置の他、キーボードやポインティングデバイスのような入力装置や、ディスプレイ装置やプリンタのような出力装置を含む。また、入力装置は、カメラのような映像や画像の入力装置や、マイクロフォンのような音声の入力装置を含むことができる。また、出力装置は、スピーカのような音声の出力装置を含むことができる。

【0053】

一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。

【0054】

50

プログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的または個別に実行される処理を含む。

【0055】

図7は、送信装置のハードウェア構成例を示す図である。送信装置100は、プロセッサ182、記憶装置184、ベースバンド処理回路186、無線処理回路188、アンテナ190を含む。プロセッサ182、記憶装置184、ベースバンド処理回路186、無線処理回路188、アンテナ190は、例えば、バスを介して互いに接続される。

【0056】

プロセッサ182は、ターボ符号化部112、通信路符号化部114としての機能を実現しうる。

【0057】

記憶装置184は、プロセッサで実行されるプログラム、プログラムの実行の際に使用されるデータ等が格納される。

【0058】

ベースバンド処理回路186は、16QAM変調部122としての機能を実現しうる。ベースバンド処理回路は、ベースバンド信号を処理する。

【0059】

無線処理回路188は、送信電波生成処理部124としての機能を実現しうる。無線処理回路188は、アンテナ190で送受信される無線信号を処理する。

【0060】

アンテナ190は、無線処理回路188等で処理された送信信号を送信する。

【0061】

図8は、受信装置のハードウェア構成例を示す図である。受信装置200は、プロセッサ282、記憶装置284、ベースバンド処理回路286、無線処理回路288、アンテナ290を含む。プロセッサ282、記憶装置284、ベースバンド処理回路286、無線処理回路288、アンテナ290は、例えば、バスを介して互いに接続される。

【0062】

プロセッサ282は、平均値演算部204、分割部206、第1量子化部212、第2量子化部214、結合部232、復号処理部234としての機能を実現しうる。

【0063】

記憶装置284は、プロセッサで実行されるプログラム、プログラムの実行の際に使用されるデータ等が格納される。記憶装置284として、複数の記憶装置が使用されてもよい。

【0064】

ベースバンド処理回路286は、同期検波/復調処理部202としての機能を実現しうる。ベースバンド処理回路は、ベースバンド信号を処理する。

【0065】

無線処理回路288は、同期検波/復調処理部202としての機能を実現しうる。無線処理回路288は、アンテナ290で送受信される無線信号を処理する。

【0066】

アンテナ290は、他の装置から送信された信号を受信する。

【0067】

平均値演算部204等における処理は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や、FPGA (Field-Programmable Gate Array) などの回路で実装されてもよい。

【0068】

ここでは、符号化方法として、符号化率1/3のターボ符号が使用されるが、他の符号化方法が使用されてもよい。16QAMのシンボルは、シンボル(多値変調シンボル)の一例である。また、ここでは、変調方式は16QAMであるとしているが、変調方式は、

10

20

30

40

50

QPSK、64QAM、256QAM等を含む他の多値変調方式等であってもよい。

【0069】

(動作例)

図9は、本実施形態の受信装置の動作フローの例を示す図である。図9の動作フローは、例えば、受信装置200が信号を受信することにより開始される。

【0070】

同期検波/復調処理部202は、アンテナ等により受信された受信信号に対して、同期検波、復調処理等を行う(S101)。復調処理等により、受信信号に対応する受信シンボルが、IQ平面上の点として求められる。さらに、同期検波/復調処理部202は、すべての受信シンボルの各ビットの尤度(軟判定データ)を求める。軟判定データのビット精度は、例えば、32ビットである。各ビットの尤度は、例えば、上記のように、 $X_0 - X_1$ によって求められる。

10

【0071】

平均値演算部204は、同期検波/復調処理部202で求められた各ビットの尤度の絶対値の平均値を求める(S102)。平均値演算部204は、所定の単位ごとに、絶対値の平均値を求める。所定の単位は、例えば、送信装置100で設定される所定の符号長Nd単位(ブロック単位)とする。

【0072】

平均値演算部204は、絶対値の平均値×第1所定数を、サブブロックSB1のビットの尤度の最大値と決定する。また、平均値演算部204は、絶対値の平均値×第2所定数を、サブブロックSB2のビットの尤度の最大値と決定する。即ち、尤度の絶対値が尤度の最大値を超える場合、当該尤度の絶対値は量子化の際に尤度の最大値に丸められる。また、第1所定数/第2所定数は、2のべき乗(2^n (nは整数))とする。絶対値の平均値をAとし、第1所定数をBとすると、サブブロックSB1のビットの尤度の最大値は $A \times B$ 、サブブロックSB2のビットの尤度の最大値は $A \times B / 2^n$ である。変調方式が16QAMである場合、 $n = 1$ としてもよい。

20

【0073】

分割部206は、各受信シンボルの各ビットの尤度を、サブブロックSB1と、サブブロックSB2とに分割する(S103)。分割部206は、サブブロックSB1を第1量子化部212に出力する。分割部206は、サブブロックSB2を第2量子化部212に出力する。サブブロックSB1は、各受信シンボルのビットのうち第0ビット及び第1ビットを含む。サブブロックSB2は、各受信シンボルのビットのうち第2ビット及び第3ビットを含む。

30

【0074】

第1量子化処理部212、第2量子化処理部は、それぞれ、ビット尤度を、量子化ビット数で量子化する(S104)。第1量子化部212における処理、及び、第2量子化部222における処理は、並行して行われても、順次行われてもよい。

【0075】

第1量子化部212は、同期検波/復調処理部202で求められたサブブロックSB1のビットの尤度を、量子化ビット数mで量子化する。量子化ビット数mには、符号ビットが含まれる。符号ビットは正負を表すビットである。このとき、最大値 $A \times B$ を超えるビットの尤度については、量子化ビット数mによる量子化の最大値 $2^{m-2} - 1$ とする。また、最小値 $-A \times B$ 未満のビットの尤度については、量子化ビット数mによる量子化の最小値 $-(2^{m-2} - 1)$ とする。ビットの尤度が $-A \times B$ 以上 $A \times B$ 以下である場合には、ビットの尤度に $2^{m-2} / (A \times B)$ を掛けた値を量子化後の値とする。このとき、端数は、例えば、切り捨て等により処理をする。量子化後の値が -1 以上 $+1$ 以下の範囲になるように、さらに、 2^{m-2} で割った値を量子化後の値としてもよい。このようにして、サブブロックSB1のすべてのビットの尤度は、量子化ビット数mで量子化される。各ビットの尤度は、他の方法により、量子化ビット数mで量子化されてもよい。第1量子化部212は、例えば、量子化後の値の最小値が0となるようにして、量子化ビット数mで量子化し

40

50

てもよい。

【0076】

第1量子化部212は、量子化したサブブロックSB1のビットの尤度の量子化データを、第1中間バッファ214に格納する。

【0077】

第2量子化部222は、同期検波/復調処理部202で求められたサブブロックSB2のビットの尤度を、平均値演算部204で決定された量子化ビット数 $m-n$ で量子化する。量子化ビット数 $m-n$ には、符号ビットが含まれる。このとき、最大値 $A \times B / 2^n$ を超えるビットの尤度については、量子化ビット数 $m-n$ による量子化の最大値 $2^{m-n-2} - 1$ とする。また、最小値 $-A \times B / 2^n$ 未満のビットの尤度については、量子化ビット数 $m-n$ による量子化の最小値 $-(2^{m-n-2} - 1)$ とする。ビットの尤度が $-A \times B / 2^n$ 以上 $A \times B / 2^n$ 以下である場合には、ビットの尤度に $2^{m-n-2} / (A \times B / 2^n)$ を掛けた値を量子化後の値とする。このとき、端数は、例えば、切り捨て等により処理をする。量子化後の値が -1 以上 $+1$ 以下の範囲になるように、さらに、 2^{m-n-2} で割った値を量子化後の値としてもよい。このようにして、サブブロックSB1のすべてのビットの尤度は、量子化ビット数 $m-n$ で量子化される。各ビットの尤度は、他の方法により、量子化ビット数 $m-n$ で量子化されてもよい。第2量子化部222は、例えば、量子化後の値の最小値が0となるようにして、量子化ビット数 $m-n$ で量子化してもよい。

10

【0078】

第2量子化部222は、量子化したサブブロックSB2のビットの尤度の量子化データを、第2中間バッファ224に格納する。

20

【0079】

結合部232は、第1中間バッファ214及び第2中間バッファ224から量子化されたビットの尤度を読み出し、結合する(S105)。結合部232は、第0ビットの尤度及び第1ビットの尤度を第1中間バッファ214から読み出し、第2ビットの尤度及び第3ビットの尤度を第2中間バッファ224から読み出す。結合部232は、読み出したビットの尤度を、各受信シンボルについて、第0ビットから第3ビットまでシリアルに結合する。また、結合部232は、結合する際に、量子化データの表現が同じになるようにビット調整を行う。ビット調整は、例えば、より少ない量子化ビット数により量子化された量子化データの下位の桁に、より多い量子化ビット数により量子化された量子化データと桁が揃うように、0を挿入することにより行われる。

30

【0080】

復号処理部234は、結合部232で結合された量子化データを用いて、誤り訂正復号処理を行い、送信データを推定する(S106)。

【0081】

量子化方法として、浮動小数点表示による量子化方法が採用されてもよい。浮動小数点表示では、量子化データに、符号部、指数部、仮数部が含まれる。浮動小数点表示による量子化方法が採用される場合、サブブロックに依存して仮数部の量子化ビット数に変更される。

【0082】

(実施形態1の作用、効果)

実施形態1の受信装置200は、16QAMの信号を受信し、受信シンボルのビット毎(サブブロック毎)に異なる量子化ビット数で量子化する。受信装置200は、各ビットの尤度の分布に応じて量子化ビット数を決定することができる。受信装置200によれば、ビットの尤度の分布に応じた量子化ビット数とすることで、量子化データを格納する中間バッファの容量を小さくすることができる。

40

【0083】

〔実施形態2〕

次に実施形態2について説明する。実施形態2の構成は、実施形態1の構成との共通点を有する。従って、主として相違点について説明し、共通点については、説明を省略する

50

。

【 0 0 8 4 】

実施形態 1 では、変調方式として 1 6 Q A M が使用されたが、ここでは、変調方式として 6 4 Q A M が使用される。

【 0 0 8 5 】

図 1 0 は、6 4 Q A M の例を示す図である。図 1 0 では、6 4 Q A M のシンボルは、黒丸で表される。シンボル（黒丸）の近傍に記載される 6 桁の数字は、シンボルに割り当てられる 6 桁のデータである。6 4 Q A M では、6 ビットのデータが位相及び振幅の 6 4 種類の組み合わせ（シンボル）に割り当てられる。ここでは、1 つのシンボルで表される 6 ビットのデータの各ビットを、左側から、第 0 ビット、第 1 ビット、第 2 ビット、第 3 ビット、第 4 ビット、第 5 ビットと呼ぶ。

10

【 0 0 8 6 】

図 1 0 のような、6 4 Q A M において、第 0 ビットと第 1 ビットとでは、I Q 平面における「0」「1」の配置が同様であるため、尤度の分布は同様である。同じように、第 2 ビットと第 3 ビットとでは、I Q 平面における「0」「1」の配置が同様であるため、尤度の分布は同様である。さらに、第 4 ビットと第 5 ビットとでは、I Q 平面における「0」「1」の配置が同様であるため、尤度の分布は同様である。一方、第 0 ビットと第 2 ビットと第 4 ビットでは、I Q 平面における「0」「1」の配置が異なるため、尤度の分布は異なる。同じように、第 1 ビットと第 3 ビットと第 5 ビットでは、I Q 平面における「0」「1」の配置が異なるため、尤度の分布は異なる。6 4 Q A M では、3 種類のビットの尤度の分布が想定される。

20

【 0 0 8 7 】

尤度の分布は、ビットの値が「0」であるシンボルと、ビットの値が「1」であるシンボルとの配置に依存する。図 1 0 のような例では、第 4 ビットの尤度の分布、第 2 ビットの尤度の分布、第 0 ビットの尤度の分布の順に、分布が広範囲になる。即ち、第 0 ビットの尤度のダイナミックレンジは、第 2 ビットの尤度の分布のダイナミックレンジや第 4 ビットの尤度の分布のダイナミックレンジより大きい。尤度の分布のダイナミックレンジが小さい場合、尤度の量子化ビット数は小さくてもよい。

【 0 0 8 8 】

（構成例）

図 1 1 は、実施形態 2 の受信装置の例を示す図である。受信装置 4 0 0 は、同期検波 / 復調処理部 4 0 2、平均値演算部 4 0 4、分割部 4 0 6 を含む。受信装置 4 0 0 は、さらに、第 1 量子化部 4 1 2、第 1 中間バッファ 4 1 4、第 2 量子化部 4 2 2、第 2 中間バッファ 4 2 4、第 3 量子化部 4 3 2、第 3 中間バッファ 4 3 4、結合部 4 5 2、復号処理部 4 5 4 を含む。

30

【 0 0 8 9 】

同期検波 / 復調処理部 4 0 2 は、アンテナ等により受信された受信信号に対して、同期検波等を行い、受信シンボルを I Q 平面上の点として求める。ここで、受信される信号は、送信装置において 6 4 Q A M で変調された信号である。同期検波 / 復調処理部 2 0 2 は、受信シンボルの各ビットの尤度（軟判定データ）を求める。軟判定データのビット精度は、例えば、3 2 ビットである。

40

【 0 0 9 0 】

平均値演算部 4 0 4 は、同期検波 / 復調処理部 4 0 2 で求められた各ビットの尤度の絶対値の平均値を求める。平均値演算部 4 0 4 は、所定の単位ごとに、絶対値の平均値を求める。1 つの受信シンボルは、第 0 ビット及び第 1 ビットを含むサブブロック S B 1 と、第 2 ビット及び第 3 ビットを含むサブブロック S B 2、第 4 ビット及び第 5 ビットを含むサブブロック S B 3 とに分けられる。

【 0 0 9 1 】

平均値演算部 4 0 4 は、絶対値の平均値 × 第 1 所定数を、サブブロック S B 1 のビットの尤度の最大値と決定する。また、平均値演算部 4 0 4 は、絶対値の平均値 × 第 2 所定数

50

を、サブブロック S B 2 のビットの尤度の最大値と決定する。さらに、平均値演算部 4 0 4 は、絶対値の平均値 \times 第 3 所定数を、サブブロック S B 3 のビットの尤度の最大値と決定する。また、第 1 所定数 / 第 2 所定数は、2 のべき乗 (2^n (n は整数)) とする。第 1 所定数 / 第 3 所定数は、2 のべき乗 (2^p (p は整数)) とする。絶対値の平均値を A とし、第 1 所定数を B とすると、サブブロック S B 1 のビットの尤度の最大値は $A \times B$ 、サブブロック S B 2 のビットの尤度の最大値は $A \times B / 2^n$ 、サブブロック S B 3 のビットの尤度の最大値は $A \times B / 2^p$ である。ここでは、例えば、 $n = 1$ 、 $p = 2$ とする。

【0092】

平均値演算部 4 0 4 で決定されたサブブロック S B 1 のビットの尤度の最大値、サブブロック S B 2 のビットの尤度の最大値は、サブブロック S B 2 のビットの尤度の最大値は、それぞれ、第 1 量子化部 4 1 2、第 2 量子化部 4 2 2、第 3 量子化部 4 3 2 に出力される。

10

【0093】

サブブロック S B 1 のビットの尤度の量子化ビット数は、 m である。サブブロック S B 2 のビットの尤度の量子化ビット数は、 $m - n$ である。サブブロック S B 3 のビットの尤度の量子化ビット数は、 $m - p$ である。 m 、 n 、 p は、例えば、中間バッファの大きさに基づいてあらかじめ決定されて、記憶装置等に格納される。また、 m 、 n 、 p は、ビットの尤度の分布に基づいて、決められてもよい。

【0094】

結合部 4 5 2 は、第 1 中間バッファ 4 1 4、第 2 中間バッファ 4 2 4 及び第 3 中間バッファ 4 3 4 から量子化されたビットの尤度を読み出し、結合する。結合部 4 3 2 は、第 0 ビットの尤度及び第 1 ビットの尤度を第 1 中間バッファ 4 1 4 から読み出し、第 2 ビットの尤度及び第 3 ビットの尤度を第 2 中間バッファ 4 2 4 から読み出し、第 4 ビットの尤度及び第 5 ビットの尤度を第 3 中間バッファ 4 3 4 から読み出す。結合部 4 3 2 は、読み出したビットの尤度を、各受信シンボルについて、第 0 ビットから第 5 ビットまでシリアルに結合する。また、結合部 4 5 2 は、結合する際に、量子化データの表現が同じになるようにビット調整を行う。ビット調整は、例えば、より少ない量子化ビット数により量子化された量子化データの下位の桁に、より多い量子化ビット数により量子化された量子化データと桁が揃うように、0 を挿入することにより行われる。

20

【0095】

受信装置 4 0 0 は、図 9 の動作フローの例と同様に動作する。

30

【0096】

(実施形態 2 の作用、効果)

実施形態 2 の受信装置 4 0 0 は、6 4 Q A M の信号を受信し、受信シンボルのビットごとに、異なる量子化ビット数で量子化する。受信装置 4 0 0 は、各ビットの尤度の分布に応じて量子化ビット数を決定することができる。

【0097】

図 1 2 は、量子化ビット数の違いによる B L E R (B L o c k E r r o r R a t e) を示す図である。図 1 2 のグラフは、横軸は、信号対雑音電力比である。縦軸は、B L E R の対数表示である。図 1 2 のグラフでは、B L E R が小さいほど、精度がよいことを示す。

40

【0098】

図 1 2 のグラフでは、量子化をしないもの、すべてのビットに対して同じ量子化ビット数で量子化したもの、ビットごとに異なる量子化ビット数で量子化したものの例を示す。すべてのビットに対して同じ量子化ビット数で量子化したものには、量子化ビット数が 7 のもの ($q = 7$)、量子化ビット数が 5 のもの ($q = 5$)、量子化ビット数が 4 のもの ($q = 4$) がある。また、ビットごとに異なる量子化ビット数で量子化したものには、第 1 量子化ビット数、第 2 量子化ビット数、第 3 量子化ビット数を、それぞれ、7、6、5 としたもの ($q = 7 : 6 : 5$) がある。さらに、ビットごとに異なる量子化ビット数で量子化したものには、第 1 量子化ビット数、第 2 量子化ビット数、第 3 量子化ビット数を、それぞれ、5、4、3 としたもの ($q = 5 : 4 : 3$) がある。量子化ビット数を 7、6、5

50

($q = 7 : 6 : 5$)としたものの中間バッファの大きさは、すべてのビットの量子化ビット数を6としたものの中間バッファの大きさと等しい。また、量子化ビット数を5、4、3 ($q = 5 : 4 : 3$)としたものの中間バッファの大きさは、すべてのビットの量子化ビット数を4としたものの中間バッファの大きさと等しい。量子化ビット数を7、6、5 ($q = 7 : 6 : 5$)としたものと、量子化ビット数を5、4、3 ($q = 5 : 4 : 3$)としたものとは、本実施形態の受信装置400によるものである。

【0099】

図12を参照すると、量子化ビット数を7、6、5 ($q = 7 : 6 : 5$)としたもののBLEERは、すべてのビットの量子化ビット数を7としたもののBLEERと同様である。

【0100】

また、量子化ビット数を5、4、3 ($q = 5 : 4 : 3$)としたもののBLEERは、すべてのビットの量子化ビット数を5としたもののBLEERと同様である。さらに、量子化ビット数を5、4、3 ($q = 5 : 4 : 3$)としたもののBLEERは、すべてのビットの量子化ビット数を4としたものBLEERよりも、良好である。

【0101】

したがって、量子化ビット数を7、6、5 ($q = 7 : 6 : 5$)としたもの中間バッファの大きさは、すべてのビットの量子化ビット数を6としたものの中間バッファと同等であるが、このBLEERは、すべてのビットの量子化ビット数を7としたものBLEERと同様である。即ち、受信装置400によれば、より小さい中間バッファでより精度の高い復号が可能となる。

【0102】

〔実施形態3〕

次に実施形態3について説明する。実施形態3の構成は、実施形態1、実施形態2の構成との共通点を有する。従って、主として相違点について説明し、共通点については、説明を省略する。

【0103】

実施形態3は、主として、実施形態1、実施形態2と、受信装置の平均値演算部が異なる。実施形態3では、受信装置の平均値演算部が存在しない。実施形態3では、平均値演算部における処理に相当する処理は、分割部で行われる。即ち、実施形態3において、平均値演算処理は、分割処理の後に行われる。ここでは、実施形態1のような16QAMを例に挙げて説明するが、実施形態2のような64QAMであっても同様である。

【0104】

図13は、実施形態3の受信装置の例を示す図である。受信装置600は、同期検波/復調処理部602、分割部606、第1量子化部612、第1中間バッファ614、第2量子化部622、第2中間バッファ624、結合部632、復号処理部634を含む。

【0105】

実施形態3における受信装置600では、平均値演算処理は、分割部606において行われる。分割部606は、各受信シンボルの各ビットの尤度を、サブブロックSB1と、サブブロックSB2とに分割する。分割部は、分割されたサブブロック毎に、かつ、所定の単位ごとに、各ビットの尤度の絶対値の平均値を求める。ここでは、サブブロックSB1のビットの尤度の絶対値の平均値をA1、サブブロックSB2のビットの尤度の絶対値の平均値をA2とする。

【0106】

分割部606は、絶対値の平均値A1×第1所定数を、サブブロックSB1のビットの尤度の最大値と決定する。また、分割部は、絶対値の平均値A2×第2所定数を、サブブロックSB2のビットの尤度の最大値と決定する。ここで、例えば、 t 、第1所定数、第2所定数は、 $(A1 \times \text{第1所定数}) / (A2 \times \text{第2所定数}) = 2^t$ (t は整数)を満たすように決定される。

【0107】

また、分割部606は、次のように t を決定してもよい。即ち、分割部606は、絶対

10

20

30

40

50

値の平均値 $A_1 \times$ 所定数を、サブブロック $S B 1$ のビットの尤度の最大値と決定し、絶対値の平均値 $A_1 / 2^t \times$ 所定数を、サブブロック $S B 2$ のビットの尤度の最大値と決定する。ここで、 t は、不等式 $A_2 \leq A_1 / 2^t$ (t は整数) を満たす最小値とする。また、これらの所定数は、共通であり、あらかじめ決められている。

【0108】

分割部 606 は、サブブロック $S B 1$ のビットの尤度の最大値を第 1 量子化部 612 に出力する。分割部 606 は、サブブロック $S B 2$ のビットの尤度の最大値を第 2 量子化部 622 に出力する。分割部 606 は、サブブロック $S B 1$ を第 1 量子化部 612 に出力する。分割部 606 は、サブブロック $S B 2$ を第 2 量子化部 622 に出力する。

【0109】

サブブロック $S B 1$ のビットの尤度の量子化ビット数は、 m である。サブブロック $S B 2$ のビットの尤度の量子化ビット数は、 $m - t$ である。 t が正であれば、第 2 中間バッファ 624 は、第 1 中間バッファ 614 よりも小さくできる。

【0110】

サブブロック $S B 1$ のビットの尤度の量子化ビット数 m は、例えば、中間バッファの大きさに基づいてあらかじめ決定されて、記憶装置等に格納される。また、 m は、ビットの尤度の分布に基づいて、決められてもよい。

【0111】

(実施形態 3 の作用、効果)

実施形態 3 の受信装置 600 によれば、各サブブロックのビットの尤度の絶対値の平均値を使用することにより、より各サブブロックのビットの尤度の分布に合った量子化ビット数を決定することができる。ビットの尤度の分布に合った量子化ビット数とすることで、中間バッファの大きさをより適切な大きさとすることができる。各サブブロックのビットの尤度の絶対値の平均値に基づいて、それぞれのサブブロックのビットの量子化ビット数が決定されることで、サブブロック間でビットの復号の精度のばらつきを抑制することができる。

【0112】

[実施形態 4]

次に実施形態 4 について説明する。実施形態 4 の構成は、実施形態 1、実施形態 2、実施形態 3 の構成との共通点を有する。従って、主として相違点について説明し、共通点については、説明を省略する。

【0113】

実施形態 4 の受信装置は、主として、実施形態 1、実施形態 2、実施形態 3 と、制御情報処理部から各量子化部に符号化率が入力される点で異なる。ここでは、実施形態 2 のような 64 QAM を例に挙げて説明するが、実施形態 1 のような 16 QAM であっても同様である。

【0114】

図 14 は、符号化率と信号の劣化量との関係を示す図である。量子化方法として、浮動小数点表示によるものを採用する。浮動小数点表示では、量子化データに、符号部、指数部、仮数部が含まれる。図 15 では、仮数部の量子化ビット数が一定の例 (仮数部: (4)) と、実施形態 2 の受信装置 400 のようにサブブロックに依存して仮数部の量子化ビット数が変更される例 (仮数部: (4:3:2)) とが比較される。前者の例を B1、後者の例を B2 とする。両者で、符号部及び指数部のビット数は同じである。B1 の例では、仮数部のビット数は 4 ビットである。B2 の例では、仮数部のビット数は、第 1 サブブロックで 4、第 2 サブブロックで 3、第 3 サブブロックで 2 である。符号化率 $1/3$ で比較すると、B1 の例の方が B2 の例よりも、信号の劣化量が大きい。一方、符号化率 $1/2$ 又は $3/4$ で比較すると、B2 の例の方が B1 の例よりも、信号の劣化量が大きい。従って、符号化率が $1/3$ よりも大きい場合、実施形態 2 の受信装置 400 のように、サブブロックに依存して仮数部の量子化ビット数を変更することは、好ましくない。

【0115】

10

20

30

40

50

実施形態 4 の受信装置は、上位装置や送信装置などから、受信信号の符号化率を含む制御信号を受信する。実施形態 4 の受信装置は、受信信号の符号化率によって、量子化ビット数を変更する。

【 0 1 1 6 】

図 1 5 は、実施形態 4 の受信装置の例を示す図である。受信装置 8 0 0 は、実施形態 2 の受信装置 4 0 0 とほぼ同様の構成を含む。受信装置 8 0 0 は、同期検波 / 復調処理部 8 0 2、平均値演算部 8 0 4、分割部 8 0 6 を含む。受信装置 8 0 0 は、さらに、第 1 量子化部 8 1 2、第 1 中間バッファ 8 1 4、第 2 量子化部 8 2 2、第 2 中間バッファ 8 2 4、第 3 量子化部 8 3 2、第 3 中間バッファ 8 3 4、結合部 8 5 2、復号処理部 8 5 4、制御情報処理部 8 6 0 を含む。

【 0 1 1 7 】

制御情報処理部 8 6 0 は、上位装置や送信装置などから、受信信号の符号化率を含む制御信号を受信する。制御情報処理部 8 6 0 は、受信した制御情報から受信信号の符号化率の情報を抽出する。制御情報処理部 8 6 0 は、抽出した符号化率の情報を、第 1 量子化部 8 1 2、第 2 量子化部 8 2 2、第 3 量子化部 8 3 2 に送信する。

【 0 1 1 8 】

実施形態 2 の例と同様に、サブブロック S B 1 のビットの尤度の量子化ビット数は、 m である。サブブロック S B 2 のビットの尤度の量子化ビット数は、 $m - n$ である。サブブロック S B 3 のビットの尤度の量子化ビット数は、 $m - p$ である。

【 0 1 1 9 】

第 1 量子化部 8 1 2 は、制御情報処理部 8 6 0 から受信信号の符号化率の情報を受信する。第 1 量子化部 8 1 2 は、符号化率が $1 / 3$ 以下であっても、 $1 / 3$ よりも大きくても、同期検波 / 復調処理部 8 0 2 で求められたサブブロック S B 1 のビットの尤度を、量子化ビット数 m で量子化する。量子化ビット数 m には、符号ビットが含まれる。このとき、最大値 $A \times B$ を超えるビットの尤度については、量子化ビット数 m による量子化の最大値 $2^{m-2} - 1$ とする。また、最小値 $- A \times B$ 未満のビットの尤度については、量子化ビット数 m による量子化の最小値 $-(2^{m-2} - 1)$ とする。ビットの尤度が $- A \times B$ 以上 $A \times B$ 以下である場合には、ビットの尤度に $2^{m-2} / (A \times B)$ を掛けた値を量子化後の値とする。このとき、端数は、例えば、切り捨て等により処理をする。量子化後の値が $- 1$ 以上 $+ 1$ 以下の範囲になるように、さらに、 2^{m-2} で割った値を量子化後の値としてもよい。このようにして、サブブロック S B 1 のすべてのビットの尤度は、量子化ビット数 m で量子化される。各ビットの尤度は、他の方法により、量子化ビット数 m で量子化されてもよい。第 1 量子化部 2 1 2 は、例えば、量子化後の値の最小値が 0 となるようにして、量子化ビット数 m で量子化してもよい。

【 0 1 2 0 】

第 2 量子化部 8 2 2 は、制御情報処理部 8 6 0 から受信信号の符号化率の情報を受信する。第 2 量子化部 8 2 2 は、符号化率が $1 / 3$ 以下である場合、第 1 量子化部 8 1 2 と同様に、同期検波 / 復調処理部 8 0 2 で求められたサブブロック S B 2 のビットの尤度を、量子化ビット数 m で量子化する。一方、第 2 量子化部 8 2 2 は、符号化率が $1 / 3$ より大きい場合、同期検波 / 復調処理部 8 0 2 で求められたサブブロック S B 2 のビットの尤度を、平均値演算部 8 0 4 で決定された量子化ビット数 $m - n$ で量子化する。量子化ビット数 $m - n$ には、符号ビットが含まれる。このとき、最大値 $A \times B / 2^n$ を超えるビットの尤度については、量子化ビット数 $m - n$ による量子化の最大値 $2^{m-n-2} - 1$ とする。また、最小値 $- A \times B / 2^n$ 未満のビットの尤度については、量子化ビット数 $m - n$ による量子化の最小値 $-(2^{m-n-2} - 1)$ とする。ビットの尤度が $- A \times B / 2^n$ 以上 $A \times B / 2^n$ 以下である場合には、ビットの尤度に $2^{m-n-2} / (A \times B / 2^n)$ を掛けた値を量子化後の値とする。このとき、端数は、例えば、切り捨て等により処理をする。量子化後の値が $- 1$ 以上 $+ 1$ 以下の範囲になるように、さらに、 2^{m-n-2} で割った値を量子化後の値としてもよい。このようにして、サブブロック S B 1 のすべてのビットの尤度は、量子化ビット数 $m - n$ で量子化される。各ビットの尤度は、他の方法により、量子化ビット数 $m - n$ で

10

20

30

40

50

量子化されてもよい。第2量子化部222は、例えば、量子化後の値の最小値が0となるようにして、量子化ビット数 $m - n$ で量子化してもよい。

【0121】

第3量子化部832は、第2量子化部822と同様の構成を有する。即ち、第3量子化部832は、制御情報処理部860から受信信号の符号化率の情報を受信する。第3量子化部832は、符号化率が $1/3$ 以下である場合、第1量子化部812と同様に、同期検波/復調処理部802で求められたサブブロックSB3のビットの尤度を、量子化ビット数 m で量子化する。一方、第3量子化部832は、符号化率が $1/3$ より大きい場合、同期検波/復調処理部802で求められたサブブロックSB3のビットの尤度を、平均値演算部804で決定された量子化ビット数 $m - p$ で量子化する。

10

【0122】

(実施形態4の作用、効果)

受信装置800の制御情報処理部860は、各量子化部に、符号化率の情報を送信する。各量子化部は、符号化率によって、量子化ビット数を変更する。具体的には、受信信号の符号化率が $1/3$ 以下である場合、受信装置800は、ビットの尤度の量子化ビット数を、サブブロックに依存した量子化ビット数とする。また、受信信号の符号化率が $1/3$ より大きい場合、受信装置800は、ビットの尤度の量子化ビット数を、サブブロックに依存せず一定の量子化ビット数とする。

【0123】

受信装置800によれば、受信信号の符号化率によって、量子化ビット数を変更することによって、より劣化量の少ない復号が可能となる。

20

【0124】

(実施形態5)

次に実施形態5について説明する。実施形態5の構成は、実施形態1、実施形態2、実施形態3、実施形態4の構成との共通点を有する。従って、主として相違点について説明し、共通点については、説明を省略する。

【0125】

実施形態5のシステムでは、H - A R Q (Hybrid Auto Repeat Request) が適用される。ここでは、実施形態1のような16QAMを例に挙げて説明するが、実施形態2のような64QAMであっても同様である。

30

【0126】

H - A R Qは、自動再送制御(A R Q : Auto Repeat Request)と誤り訂正符号化とを組み合わせる符号化方式である。

【0127】

(構成例)

図16は、実施形態5の送信装置の例を示す図である。送信装置1100は、符号化処理部1110、変調処理部1120、ACK/NACK信号受信部1132、再送制御部1134を含む。符号化処理部1110は、CRCパリティ付加部1111、ターボ符号化部1112、通信路符号化部1114、パンクチャリング部1116を含む。変調処理部1120は、16QAM変調部1122、送信電波生成処理部1124を含む。

40

【0128】

符号化処理部1110のCRCパリティ付加部1111は、送信対象のデータ(送信データ)に、誤り検出符号としてCRC(Cyclic Redundancy Check)のパリティを付加する。

【0129】

ターボ符号化部1112は、CRCパリティ付加部1111の出力に対して、ターボ符号化を行う。CRCパリティ付加部1111の出力は、複数のパケットに分割されてから、ターボ符号化されてもよい。CRCパリティ付加部1111の出力(または、1パケット)の大きさが K ビットであるとする、符号化ビットサイズ N_t は、 $N_t = 3 \times K + 1$ ビットとなる。

50

【0130】

通信路符号化部1114は、ターボ符号化されたデータを、所定の符号長となるように、レートマッチングを行う。所定の符号長を N_d とすると、符号化率 R は、 $R = K / N_d$ となる。所定の符号長単位のデータを、ブロックともいう。通信路符号化部1114は、レートマッチングの前あるいは後において、ビット系列の順番を規定のパターンで置換するインターリーブを行う。

【0131】

パンクチャリング部1116は、符号化ビット系列をパンクチャリングする。パンクチャリングは、符号化ビット系列のいくつかのビットを所定の規則に従って間引くことである。間引くことで、送信するビット系列のサイズが小さくなる。パンクチャリング部1116は、間引く前の符号化ビット系列を記憶装置に格納する。パンクチャリング部1116は、再送制御部1134から再送の指示を受信すると、再送の指示を受けた符号化ビット系列のいくつかのビットを所定の規則に従って間引く。また、再送制御部1134から削除の指示を受信すると、削除の指示を受けた符号化ビット系列を記憶装置から削除する。パンクチャリング部1116は、通信路符号化部1114に含まれてもよい。

10

【0132】

変調処理部1120の16QAM変調部1122は、符号化処理部1110の出力に対して、16QAM変調処理を行う。16QAM変調部1122は、入力された信号に対して、4ビット毎に1つのシンボルに変換する。図1の例のように、第0ビット及び第2ビットは、I成分にマッピングされる。また、第1ビット及び第3ビットは、Q成分にマッピングされる。

20

【0133】

変調処理部1120の送信電波生成処理部1124は、16QAM変調部1122の出力を、所定の無線周波数に変換し、アンテナ等により、受信装置1200に向けて、送信する。

【0134】

ACK/NACK信号受信部1132は、受信装置1200からACK信号又はNACK信号を受信する。ACK信号は、送信装置1100が送信した信号を、受信装置1200で復号できたことを示す信号である。NACK信号は、送信装置1100が送信した信号を、受信装置1200で復号できなかったことを示す信号である。ACK/NACK信号受信部1132は、受信したACK信号又はNACK信号を再送制御部1134に送信する。

30

【0135】

再送制御部1134は、ACK/NACK信号受信部1132からACK信号又はNACK信号を受信する。再送制御部1134は、ACK信号を受信した場合、ACK信号に対応する符号化ビット系列を削除することを、パンクチャリング部1116に指示する。再送制御部1134は、NACK信号を受信した場合、NACK信号に対応する符号化ビット系列を再送することを指示する。

【0136】

再送時の選択ビットは、最初に送信したビット系列と同じビットの組み合わせとする。この方式は、CC(Chase Combine)方式と呼ばれる。

40

【0137】

図17は、実施形態5の受信装置の例を示す図である。受信装置1200は、同期検波/復調処理部1202、量子化部1204、H-ARQ合成部1206、平均値演算部1208、分割部1210を含む。受信装置1200は、第1再量子化部1212、第1H-ARQバッファ1214、第1ビット調整部1216、第2再量子化部1222、第2中間バッファ1224、第2ビット調整部1226、結合部1240を含む。さらに、受信装置1200は、デパンクチャリング部1242、中間バッファ1244、復号処理部1246、CRCチェック部1248、ACK/NACK送信処理部1250を含む。

【0138】

50

同期検波／復調処理部 1202 は、アンテナ等により受信された受信信号に対して、同期検波等を行い、受信シンボルを I Q 平面上の点として求める。同期検波／復調処理部 1202 は、受信シンボルの各ビットの尤度（軟判定データ）を求める。

【0139】

量子化部 1204 は、受信シンボルの各ビットの尤度を、所定の量子化ビット数で、量子化する。ここでは、量子化部 1204 は、すべてのビットに対して、同じ量子化ビット数で量子化する。量子化部 1204 は、実施形態 1 の受信装置 200 等のように、ビット毎に異なる量子化ビット数で量子化してもよい。

【0140】

H - ARQ 合成部 1206 は、量子化部 1204 から入力されるデータが再送データか否かを判定する。

10

【0141】

H - ARQ 合成部 1206 は、量子化部 1204 から入力されるデータが再送データではない場合、量子化部 1204 から入力されるデータをそのまま、デバଙ୍କチャリング部 1242 に送信する。

【0142】

H - ARQ 合成部 1206 は、量子化部 1204 から入力されるデータが再送データである場合、量子化部 1204 から入力されるデータに対応するデータを、第 1 H - ARQ バッファ 1214、第 2 H - ARQ バッファ 1224 から読み出す。読み出されたデータは、第 1 ビット調整部 1216、第 2 ビット調整部 1226 によって、ビット調整がされる。ビット調整されたデータは、結合部 1240 で、結合される。量子化部 1204 は、結合されたデータを結合部 1240 から受信する。H - ARQ 合成部 1206 は、量子化部 1204 から入力されるデータと、結合部 1240 から入力されるデータとを合成する。H - ARQ 合成部 1206 は、合成したデータを、デバଙ୍କチャリング部 1242 に送信する。再送方式が CC 方式であるため、同じ送信ビットは、変調マッピングの同じビット位置にマッピングされる。

20

【0143】

H - ARQ 合成部 1206 は、デバଙ୍କチャリング部 1242 に送信するデータを、平均値演算部 1208 にも送信する。

【0144】

平均値演算部 1208 には、デバଙ୍କチャリング部 1242 に出力されるデータ（シンボル）と同じデータが入力される。平均値演算部 1208 は、入力されるシンボルの各ビットの尤度の絶対値の平均値を求める。平均値演算部 1208 は、所定の単位ごとに、絶対値の平均値を求める。所定の単位は、例えば、送信装置 1100 で設定される所定の符号長 N_d 単位（ブロック単位）とする。1つのシンボルは、第 0 ビット及び第 1 ビットを含むサブブロック $S B 1$ と、第 2 ビット及び第 3 ビットを含むサブブロック $S B 2$ とに分けられる。

30

【0145】

平均値演算部 1208 は、絶対値の平均値の第 1 所定数倍（絶対値の平均値 \times 第 1 所定数）を、サブブロック $S B 1$ のビットの尤度の最大値と決定する。また、平均値演算部 204 は、絶対値の平均値の第 2 所定数倍（絶対値の平均値 \times 第 2 所定数）を、サブブロック $S B 2$ のビットの尤度の最大値と決定する。また、第 1 所定数 / 第 2 所定数は、2 のべき乗（ 2^n （ n は整数））とする。絶対値の平均値を A とし、第 1 所定数を B とすると、サブブロック $S B 1$ のビットの尤度の最大値は $A \times B$ 、サブブロック $S B 2$ のビットの尤度の最大値は $A \times B / 2^n$ である。

40

【0146】

平均値演算部 1208 で決定されたサブブロック $S B 1$ のビットの尤度の最大値、サブブロック $S B 2$ のビットの尤度の最大値は、それぞれ、第 1 量子化部 1212、第 2 量子化部 1222 に出力される。

【0147】

50

平均値演算部 1208 は、サブブロック SB1 のビットの尤度うち最も大きいものを、サブブロック SB1 のビットの尤度の最大値としてもよい。また、平均値演算部 1208 は、サブブロック SB2 のビットの尤度うち最も大きいものを、サブブロック SB2 のビットの尤度の最大値としてもよい。また、各サブブロックのビットの尤度の最大値は、サブブロック毎のビットの尤度の分散に基づいて決定されてもよい。

【0148】

分割部 1210 は、各シンボルの各ビットの尤度を、サブブロック SB1 と、サブブロック SB2 とに分割する。分割部 1210 は、サブブロック SB1 を第 1 再量子化部 1212 に出力する。分割部 1210 は、サブブロック SB2 を第 2 再量子化部 1222 に出力する。

10

【0149】

第 1 再量子化部 1212 は、サブブロック SB1 のビットの尤度を、量子化ビット数 m で量子化する。

【0150】

第 1 H - ARQ バッファ 1214 は、第 1 再量子化部 1212 で量子化されたサブブロック SB1 のビットの尤度の量子化データを格納する。第 1 H - ARQ バッファ 1214 に格納されるデータは、H - ARQ 合成部 1206 の指示により、第 1 ビット調整部 1216 によって読み出される。

【0151】

第 1 ビット調整部 1216 は、第 1 H - ARQ バッファ 1214 に格納される第 0 ビットの尤度及び第 1 ビットの尤度を読み出し、ビット調整を行う。ビット調整は、例えば、量子化部 1204 における量子化データと桁が揃うように、読み出したデータの下位の桁に、0 を挿入することにより行われる。

20

【0152】

第 2 再量子化部 1222 は、第 1 再量子化部 1212 と同様にして、サブブロック SB2 のビットの尤度を、量子化ビット数 $m - n$ で、量子化する。

【0153】

m や n は、例えば、H - ARQ バッファの大きさに基づいてあらかじめ決定されて、記憶装置等に格納される。また、 m や n は、ビットの尤度の分布に基づいて、決められてもよい。ビットの尤度の分布が小さい場合、量子化データの上位ビットが使用されないことが多い。よって、量子化ビット数が小さくなるようにすることで、H - ARQ バッファの大きさを小さくできる。 n が 0 でない場合、第 1 量子化ビット数と第 2 量子化ビット数とは、異なる値になる。

30

【0154】

第 2 H - ARQ バッファ 1224 は、第 2 再量子化部 1222 で量子化されたサブブロック SB2 のビットの尤度の量子化データを格納する。 n が 0 でない場合、第 1 H - ARQ バッファ 1214 の大きさは、第 2 H - ARQ バッファ 1224 の大きさと、異なる大きさとなる。 n が正である場合、第 2 H - ARQ バッファ 1224 の大きさは、第 1 H - ARQ バッファ 1214 の大きさより、小さくなる。即ち、第 2 H - ARQ バッファ 1224 の大きさは、第 1 H - ARQ バッファ 1214 の大きさの $(m - n) / m$ 倍でよい。なお、第 1 H - ARQ バッファ 1214 と第 2 H - ARQ バッファ 1224 とで、格納されるビットの尤度の数は同じである。第 2 H - ARQ バッファ 1224 に格納されるデータは、H - ARQ 合成部 1206 の指示により、第 2 ビット調整部 1226 によって読み出される。

40

【0155】

第 2 ビット調整部 1226 は、第 2 H - ARQ バッファ 1224 に格納される第 2 ビットの尤度及び第 3 ビットの尤度を読み出し、ビット調整を行う。ビット調整は、例えば、量子化部 1204 における量子化データと桁が揃うように、読み出したデータの下位の桁に、0 を挿入することにより行われる。

【0156】

50

結合部 1 2 4 0 は、第 1 ビット調整部 1 2 1 6 でビット調整された第 0 ビットの尤度及び第 1 ビットの尤度と、第 2 ビット調整部 1 2 2 6 でビット調整された第 2 ビットの尤度及び第 3 ビットの尤度とをシリアルに結合する。

【 0 1 5 7 】

デバンクチャリング部 1 2 4 2 は、入力されるデータに対し、バンクチャリングの逆処理であるデバンクチャリングを行う。デバンクチャリングは、送信装置 1 1 0 0 でバンクチャリングされたビットの位置に、所定の値を挿入することである。所定の値は、例えば、0 である。

【 0 1 5 8 】

中間バッファ 1 2 4 4 は、デバンクチャリング部 1 2 4 2 でデバンクチャリングされたデータを、復号処理部 1 2 4 6 で処理されるまで、格納する。

【 0 1 5 9 】

復号処理部 1 2 4 6 は、中間バッファ 1 2 4 4 に格納される量子化データを用いて、誤り訂正復号処理を行い、送信データを推定する。

【 0 1 6 0 】

CRC チェック部 1 2 4 8 は、復号処理部 1 2 4 6 で復号されたデータを、CRC によって、エラー判定する。CRC チェック部 1 2 4 8 は、エラーフリーである場合、送信装置 1 1 0 0 に ACK を通知するように、ACK / NACK 送信処理部 1 2 5 0 に指示する。CRC チェック部 1 2 4 8 は、エラーである場合、送信装置 1 1 0 0 に NACK を通知するように、ACK / NACK 送信処理部 1 2 5 0 に指示する。

【 0 1 6 1 】

ACK / NACK 送信処理部 1 2 5 0 は、CRC チェック部 1 2 4 8 からの指示に従って、ACK 信号または NACK 信号を送信装置 1 1 0 0 に送信する。

【 0 1 6 2 】

(動作例)

図 1 8 は、実施形態 5 の受信装置の動作フローの例を示す図である。図 1 8 の動作フローは、例えば、受信装置 1 2 0 0 が信号を受信することにより開始される。

【 0 1 6 3 】

同期検波 / 復調処理部 1 2 0 2 は、アンテナ等により受信された受信信号に対して、同期検波、復調処理等を行う (S 5 0 1) 。復調処理等により、受信信号に対応する受信シンボルが、I Q 平面上の点として求められる。さらに、同期検波 / 復調処理部 1 2 0 2 は、すべての受信シンボルの各ビットの尤度 (軟判定データ) を求める。軟判定データのビット精度は、例えば、3 2 ビットである。各ビットの尤度は、例えば、上記のように、X 0 - X 1 によって求められる。

【 0 1 6 4 】

量子化部 1 2 0 4 は、受信シンボルの各ビットの尤度を、所定の量子化ビット数で、量子化する (S 5 0 2) 。ここでは、量子化部 1 2 0 4 は、すべてのビットに対して、同じ量子化ビット数で量子化する。量子化部 1 2 0 4 で量子化されたデータは、H - ARQ 合成部 1 2 0 6 に出力される。

【 0 1 6 5 】

H - ARQ 合成部 1 2 0 6 は、量子化部 1 2 0 4 から入力されるデータが再送データか否かを判定する (S 5 0 3) 。量子化部 1 2 0 4 から入力されるデータが再送データである場合 (S 5 0 3 ; YES) 、処理がステップ S 5 0 4 に進む。量子化部 1 2 0 4 から入力されるデータが再送データでない場合 (S 5 0 3 ; NO) 、H - ARQ 合成部 1 2 0 6 は、量子化部 1 2 0 4 から入力されるデータをそのまま、デバンクチャリング部 1 2 4 2 に送信する。その後、処理がステップ S 5 0 8 に進む。

【 0 1 6 6 】

量子化部 1 2 0 4 から H - ARQ 合成部 1 2 0 6 に入力されるデータが再送データである場合 (S 5 0 3 ; YES) 、量子化部 1 2 0 4 から入力されるデータに対応するデータが、第 1 H - ARQ バッファ 1 2 1 4 、第 2 H - ARQ バッファ 1 2 2 4 から読み出され

10

20

30

40

50

る (S 5 0 4)。

【 0 1 6 7 】

第 1 ビット調整部 1 2 1 6 は、第 1 H - A R Q バッファ 1 2 1 4 から読み出されたデータのビット調整を行う。第 2 ビット調整部 1 2 2 6 は、第 2 H - A R Q バッファ 1 2 2 4 から読み出されたデータのビット調整を行う (S 5 0 5)。ビット調整は、量子化部 1 2 0 4 における量子化データと桁 (ビット数) が揃うように、例えば、読み出したデータの下位の桁に、0 を挿入することにより行われる。

【 0 1 6 8 】

結合部 1 2 4 0 は、第 1 ビット調整部 1 2 1 6 でビット調整されたデータ (第 0 ビットの尤度及び第 1 ビットの尤度) と、第 2 ビット調整部 1 2 2 6 でビット調整されたデータ (第 2 ビットの尤度及び第 3 ビットの尤度) とをシリアルに結合する (S 5 0 6)。結合部 1 2 4 0 は、結合されたデータを H - A R Q 合成部 1 2 0 6 に出力する。

10

【 0 1 6 9 】

H - A R Q 合成部 1 2 0 6 は、量子化部 1 2 0 4 から入力されるデータと、結合部 1 2 4 0 から入力されるデータとを、H - A R Q 合成する (S 5 0 7)。H - A R Q 合成部 1 2 0 6 は、H - A R Q 合成されたデータを、デバークチャリング部 1 2 4 2 に出力する。また、H - A R Q 合成部 1 2 0 6 は、H - A R Q 合成されたデータを、平均値演算部 1 2 0 8 に出力する。

【 0 1 7 0 】

平均値演算処理 (S 5 0 8)、分割処理 (S 5 0 9)、再量子化処理 (S 5 1 0) は、実施形態 1 の図 9 の動作フローの平均値演算処理 (S 1 0 2)、分割処理 (S 1 0 3)、量子化処理 (S 1 0 4) と同様である。ただし、H - A R Q 合成部 1 2 0 6 から平均値演算部 1 2 0 8 に入力されるデータは、既に、量子化されているデータである。

20

【 0 1 7 1 】

第 1 再量子化部 1 2 1 2 は、量子化されたデータを第 1 H - A R Q バッファ 1 2 1 4 に保存する。第 2 再量子化部 1 2 2 2 は、量子化されたデータを第 2 H - A R Q バッファ 1 2 2 4 に保存する (S 5 1 1)。

【 0 1 7 2 】

一方、デバークチャリング部 1 2 4 2 に入力されたデータは、デバークチャリング部 1 2 4 2 によって、デバークチャリングされる (S 5 1 2)。即ち、デバークチャリング部 1 2 4 2 は、送信装置 1 1 0 0 で間引きされたビット位置に、所定の値 (例えば、0) を挿入する。デバークチャリング部 1 2 4 2 で処理されたデータは、一旦、中間バッファ 1 2 4 4 に格納される。

30

【 0 1 7 3 】

復号処理部 1 2 4 6 は、中間バッファ 1 2 4 4 に格納される量子化データを用いて、誤り訂正復号処理を行い、送信データを推定する (S 1 2 4 6)。CRC チェック部 1 2 4 8 は、復号処理部 1 2 4 6 で復号されたデータを、CRC によって、エラー判定する。CRC チェック部 1 2 4 8 は、エラーフリーである場合、送信装置 1 1 0 0 に ACK を通知するように、ACK / NACK 送信処理部 1 2 5 0 に指示する。CRC チェック部 1 2 4 8 は、エラーである場合、送信装置 1 1 0 0 に NACK を通知するように、ACK / NACK 送信処理部 1 2 5 0 に指示する。ACK / NACK 送信処理部 1 2 5 0 は、CRC チェック部 1 2 4 8 からの指示に従って、ACK 信号または NACK 信号を送信装置 1 1 0 0 に送信する。NACK 信号を受信した送信装置 1 1 0 0 は、再送データを受信装置 1 2 0 0 に送信する。

40

【 0 1 7 4 】

(実施形態 5 の作用効果)

受信装置 1 2 0 0 は、H - A R Q を適用される。受信装置 1 2 0 0 は、H - A R Q バッファに格納するデータの再量子化の際、サブブロック毎に異なる量子化ビット数で量子化する。受信装置 1 2 0 0 によれば、サブブロック毎に異なる量子化ビット数とすることで、H - A R Q バッファの容量を低減できる。

50

【 0 1 7 5 】

〔 実施形態 6 〕

次に実施形態 6 について説明する。実施形態 5 の構成は、実施形態 1、実施形態 2、実施形態 3、実施形態 4、実施形態 5 の構成との共通点を有する。従って、主として相違点について説明し、共通点については、説明を省略する。

【 0 1 7 6 】

実施形態 6 のシステムでは、H - A R Q が適用される。また、実施形態 6 では、再送方式を I R (Incremental Redundancy) とする。再送時には前回までに送信された選択ビット系列に対して、一部は同じビット、一部は異なるビットが選択される場合があるものとする。さらに、再送時に、既に送信されたビットでも、送信の順番が異なることで、変調方式のマッピング位置が異なる場合が生じる。よって、同じ情報のビットであっても、送信される毎にビットの尤度の分布が異なることがある。

10

【 0 1 7 7 】

ここでは、実施形態 2 のような 6 4 Q A M を例に挙げて説明するが、実施形態 1 のような 1 6 Q A M であっても同様である。

【 0 1 7 8 】

(構成例)

図 1 9 は、実施形態 6 の受信装置の例を示す図である。受信装置 1 4 0 0 は、実施形態 5 の H - A R Q が適用される受信装置 1 2 0 0 とほぼ同様の構成を含む。受信装置 1 4 0 0 は、同期検波 / 復調処理部 1 4 0 2、量子化部 1 4 0 4、H - A R Q 合成部 1 4 0 6、平均値演算部 1 4 0 8、分割部 1 4 1 0 を含む。受信装置 1 4 0 0 は、第 1 再量子化部 1 4 1 2、第 1 H - A R Q パッファ 1 4 1 4、第 1 ビット調整部 1 4 1 6、第 2 再量子化部 1 4 2 2、第 2 中間パッファ 1 4 2 4、第 2 ビット調整部 1 4 2 6、第 3 再量子化部 1 4 3 2、第 3 中間パッファ 1 4 3 4、第 3 ビット調整部 1 4 3 6、結合部 1 4 4 0 を含む。さらに、受信装置 1 4 0 0 は、デパンクチャリング部 1 4 4 2、中間パッファ 1 4 4 4、復号処理部 1 4 4 6、CRC チェック部 1 4 4 8、ACK / NACK 送信処理部 1 4 5 0 を含む。

20

【 0 1 7 9 】

平均値演算部 1 4 0 8 は、H - A R Q 合成部 1 4 0 6 から入力される各ビットの尤度の絶対値の平均値を求める。平均値演算部 1 4 0 8 は、所定の単位ごとに、絶対値の平均値を求める。1 つの受信シンボルは、第 0 ビット及び第 1 ビットを含むサブブロック S B 1 と、第 2 ビット及び第 3 ビットを含むサブブロック S B 2、第 4 ビット及び第 5 ビットを含むサブブロック S B 3 とに分けられる。

30

【 0 1 8 0 】

平均値演算部 1 4 0 8 は、絶対値の平均値 \times 第 1 所定数を、サブブロック S B 1 のビットの尤度の最大値と決定する。また、平均値演算部 4 0 4 は、絶対値の平均値 \times 第 2 所定数を、サブブロック S B 2 のビットの尤度の最大値と決定する。さらに、平均値演算部 4 0 4 は、絶対値の平均値 \times 第 3 所定数を、サブブロック S B 3 のビットの尤度の最大値と決定する。また、第 1 所定数 / 第 2 所定数は、2 のべき乗 (2^n (n は整数)) とする。第 1 所定数 / 第 3 所定数は、2 のべき乗 (2^p (p は整数)) とする。絶対値の平均値を A とし、第 1 所定数を B とすると、サブブロック S B 1 のビットの尤度の最大値は $A \times B$ 、サブブロック S B 2 のビットの尤度の最大値は $A \times B / 2^n$ 、サブブロック S B 3 のビットの尤度の最大値は $A \times B / 2^p$ である。ここで、 $n = 1$ 、 $p = 2$ とする。

40

【 0 1 8 1 】

平均値演算部 1 4 0 8 で決定されたサブブロック S B 1 のビットの尤度の最大値、サブブロック S B 2 のビットの尤度の最大値は、サブブロック S B 2 のビットの尤度の最大値は、それぞれ、第 1 量子化部 1 4 1 2、第 2 量子化部 1 4 2 2、第 3 量子化部 1 4 3 2 に出力される。

【 0 1 8 2 】

平均値演算部 1 4 0 8 に入力されるデータが再送データを含んでいない場合 (即ち、初

50

回の受信)、サブブロックSB1のビットの尤度の量子化ビット数を m 、サブブロックSB2のビットの尤度の量子化ビット数を $m - n$ 、サブブロックSB3のビットの尤度の量子化ビット数を $m - p$ とする。平均値演算部1408に入力されるデータが再送データを含んでいない場合とは、量子化部1404から入力されるデータが再送データでない場合である。 m 、 n 、 p は、例えば、中間バッファの大きさに基づいてあらかじめ決定されて、記憶装置等に格納される。また、 m 、 n 、 p は、ビットの尤度の分布に基づいて、決められてもよい。

【0183】

さらに、平均値演算部1408に入力されるデータが再送データを含んでいる場合(即ち、2回目以降の受信)、各サブブロックの量子化ビット数を、 $(m + (m - n) + (m - p)) / 3 = (3 \times m - n - p) / 3$ とする。ここで、 $(3 \times m - n - p) / 3$ が整数でない場合、 $(3 \times m - n - p) / 3$ を超えない最大の整数とする。平均値演算部1408に入力されるデータが再送データを含んでいる場合とは、量子化部1404から入力されるデータが再送データである場合である。

10

【0184】

各H-ARQバッファで格納されるデータの和は、再送データを含まないデータを格納する場合と、再送データを含んだデータを格納する場合とで、変わらない。

【0185】

(実施形態6の作用、効果)

受信装置1400は、H-ARQを適用される。また、受信装置1400では、IR (Incremental Redundancy) による再送方式が適用される。IRでは、データの再送信の際、前に送信されたデータと一部重複し、一部重複しないことがある。また、重複するデータのビットにおいて、マッピングの位置が前に送信されたものと異なることがある。受信装置1400は、再送データを含まないデータ(最初に送信されるデータ)の再量子化の際、サブブロック毎に異なる量子化ビット数で量子化する。また、受信装置1400は、再送データを含むデータの再量子化の際、各ビットについて、同じ量子化ビット数で量子化する。受信装置1400によれば、再送データを含まないデータに対して、サブブロック毎に異なる量子化ビット数を適用することで、H-ARQバッファの容量を低減することができる。

20

【0186】

以上の各実施形態は、可能な限りこれらを組み合わせて実施され得る。

30

【符号の説明】

【0187】

100	送信装置
110	符号化処理部
112	ターボ符号化部
114	通信路符号化部
120	変調処理部
122	16QAM変調部
124	送信電波生成処理部
182	プロセッサ
184	記憶装置
186	ベースバンド処理回路
188	無線処理回路
190	アンテナ
200	受信装置
202	同期検波/復調処理部
204	平均値演算部
206	分割部
212	第1量子化部

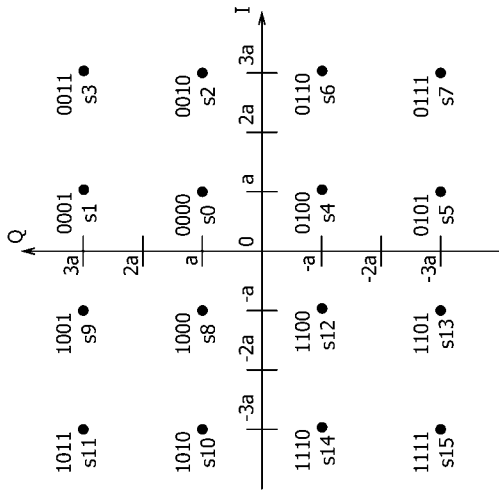
40

50

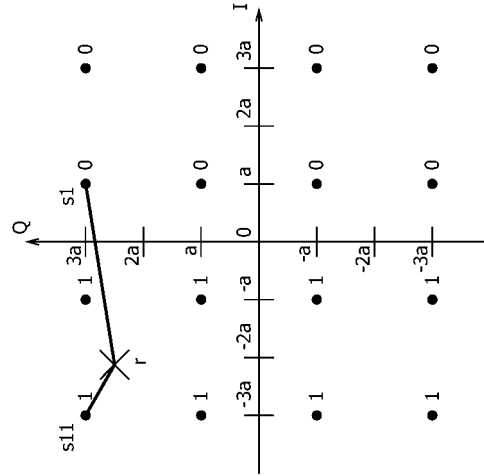
2 1 4	第 1 中間バッファ	
2 2 2	第 2 量子化部	
2 2 4	第 2 中間バッファ	
2 3 2	結合部	
2 3 4	復号処理部	
2 8 2	プロセッサ	
2 8 4	記憶装置	
2 8 6	ベースバンド処理回路	
2 8 8	無線処理回路	
2 9 0	アンテナ	10
4 0 0	受信装置	
4 0 2	同期検波 / 復調処理部	
4 0 4	平均値演算部	
4 0 6	分割部	
4 1 2	第 1 量子化部	
4 1 4	第 1 中間バッファ	
4 2 2	第 2 量子化部	
4 2 4	第 2 中間バッファ	
4 3 2	第 2 量子化部	
4 3 4	第 2 中間バッファ	20
4 5 2	結合部	
4 5 4	復号処理部	
6 0 0	受信装置	
6 0 2	同期検波 / 復調処理部	
6 0 6	分割部	
6 1 2	第 1 量子化部	
6 1 4	第 1 中間バッファ	
6 2 2	第 2 量子化部	
6 2 4	第 2 中間バッファ	
6 3 2	結合部	30
6 3 4	復号処理部	
8 0 0	受信装置	
8 0 2	同期検波 / 復調処理部	
8 0 4	平均値演算部	
8 0 6	分割部	
8 1 2	第 1 量子化部	
8 1 4	第 1 中間バッファ	
8 2 2	第 2 量子化部	
8 2 4	第 2 中間バッファ	
8 3 2	第 2 量子化部	40
8 3 4	第 2 中間バッファ	
8 5 2	結合部	
8 5 4	復号処理部	
8 6 0	制御情報処理部	
1 1 0 0	送信装置	
1 1 1 0	符号化処理部	
1 1 1 1	CRCパリティ付加部	
1 1 1 2	ターボ符号化部	
1 1 1 4	通信路符号化部	
1 1 1 6	パンクチャリング部	50

1 1 2 0	変調処理部	
1 1 2 2	1 6 Q A M 変調部	
1 1 2 4	送信電波生成処理部	
1 1 3 2	A C K / N A C K 信号受信部	
1 1 3 4	再送制御部	
1 2 0 0	受信装置	
1 2 0 2	同期検波 / 復調処理部	
1 2 0 4	量子化部	
1 2 0 6	H - A R Q 合成部	
1 2 0 8	平均値演算部	10
1 2 1 0	分割部	
1 2 1 2	第 1 再量子化部	
1 2 1 4	第 1 H - A R Q バッファ	
1 2 1 6	第 1 ビット調整部	
1 2 2 2	第 2 再量子化部	
1 2 2 4	第 2 H - A R Q バッファ	
1 2 2 6	第 2 ビット調整部	
1 2 4 2	デバンクチャリング部	
1 2 4 4	中間バッファ	
1 2 4 6	復号処理部	20
1 2 4 8	C R C チェック部	
1 2 5 0	A C K / N A C K 送信処理部	
1 4 0 0	受信装置	
1 4 0 2	同期検波 / 復調処理部	
1 4 0 4	量子化部	
1 4 0 6	H - A R Q 合成部	
1 4 0 8	平均値演算部	
1 4 1 0	分割部	
1 4 1 2	第 1 再量子化部	
1 4 1 4	第 1 H - A R Q バッファ	30
1 4 1 6	第 1 ビット調整部	
1 4 2 2	第 2 再量子化部	
1 4 2 4	第 2 H - A R Q バッファ	
1 4 2 6	第 2 ビット調整部	
1 4 3 2	第 3 再量子化部	
1 4 3 4	第 3 H - A R Q バッファ	
1 4 3 6	第 3 ビット調整部	
1 4 4 2	デバンクチャリング部	
1 4 4 4	中間バッファ	
1 4 4 6	復号処理部	40
1 4 4 8	C R C チェック部	
1 4 5 0	A C K / N A C K 送信処理部	

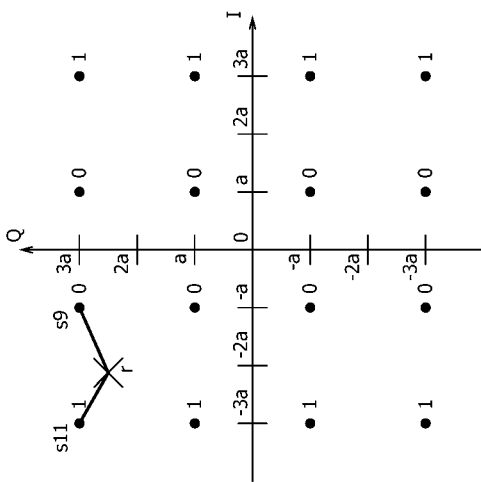
【 図 1 】



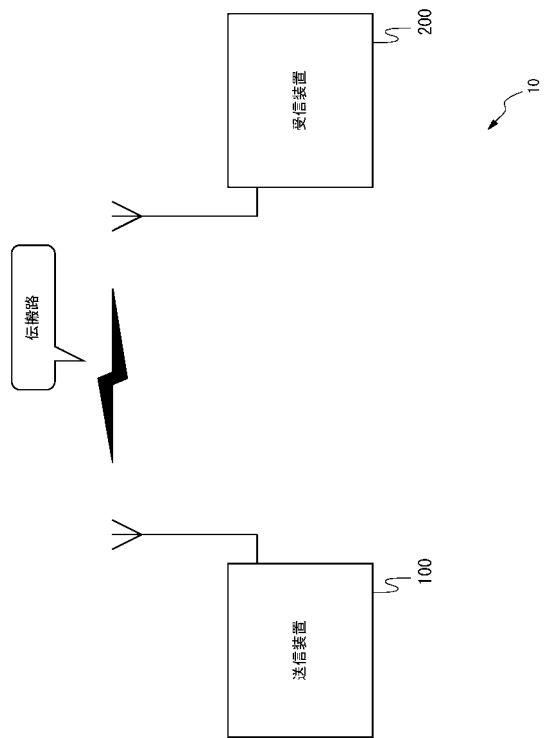
【 図 2 】



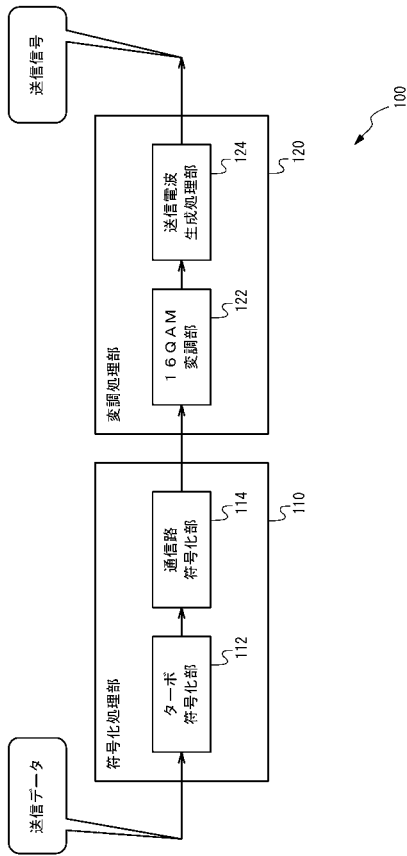
【 図 3 】



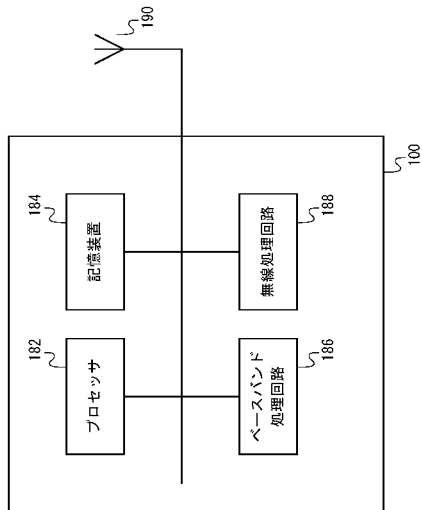
【 図 4 】



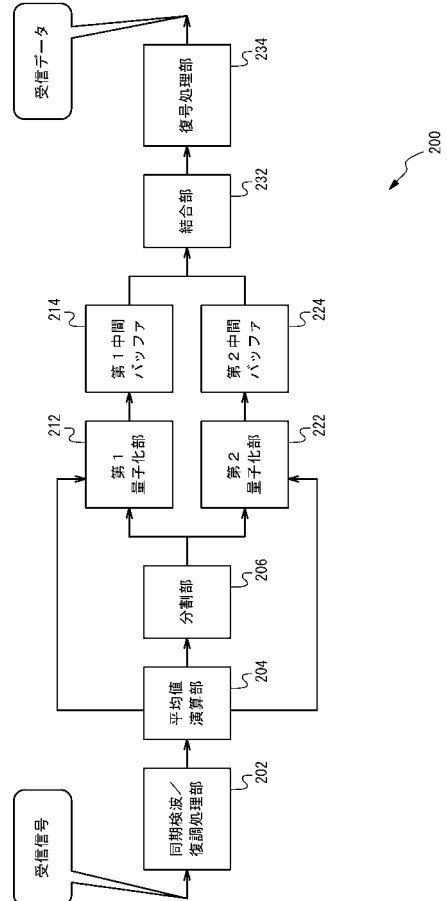
【図5】



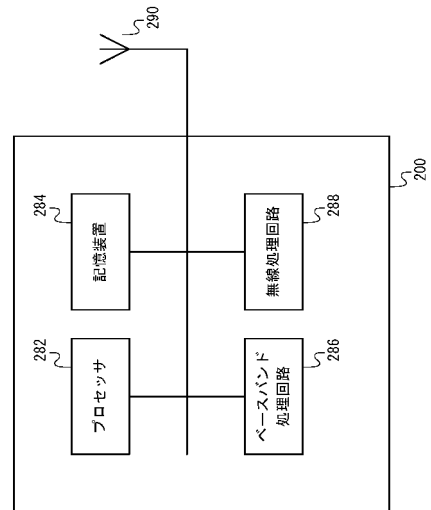
【図7】



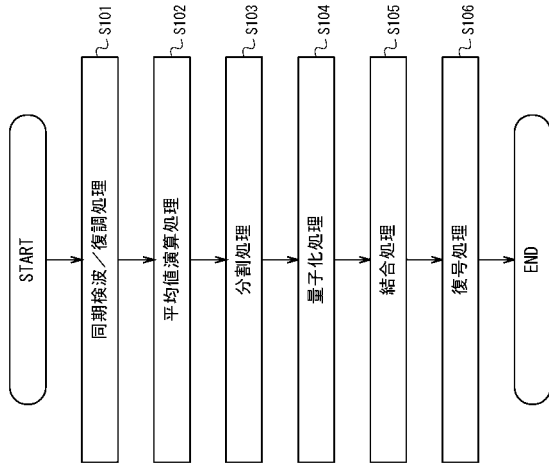
【図6】



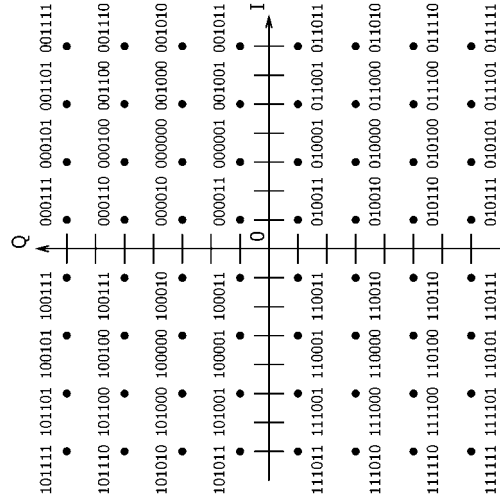
【図8】



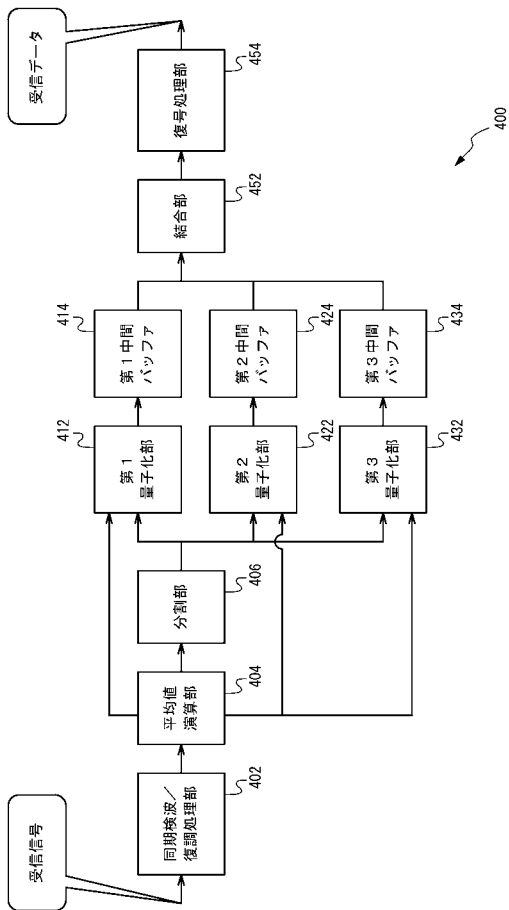
【 図 9 】



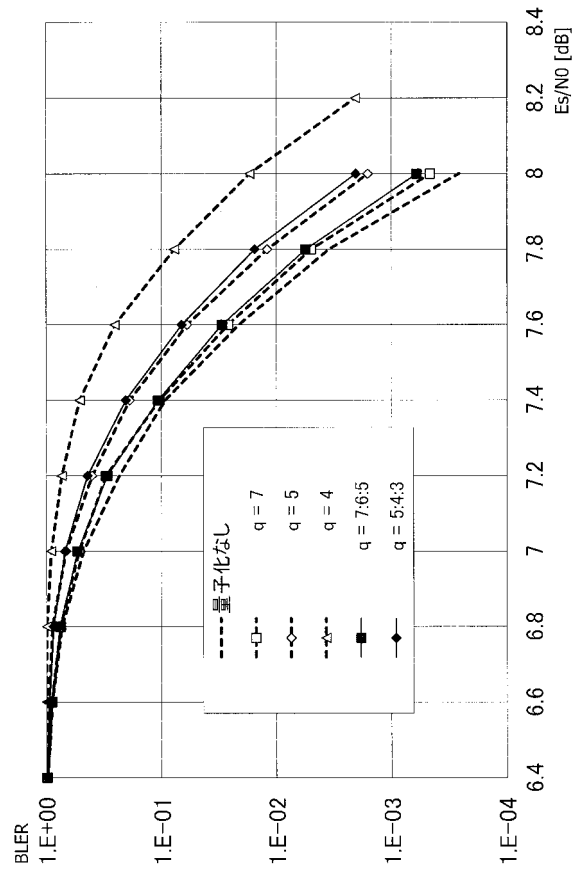
【 図 1 0 】



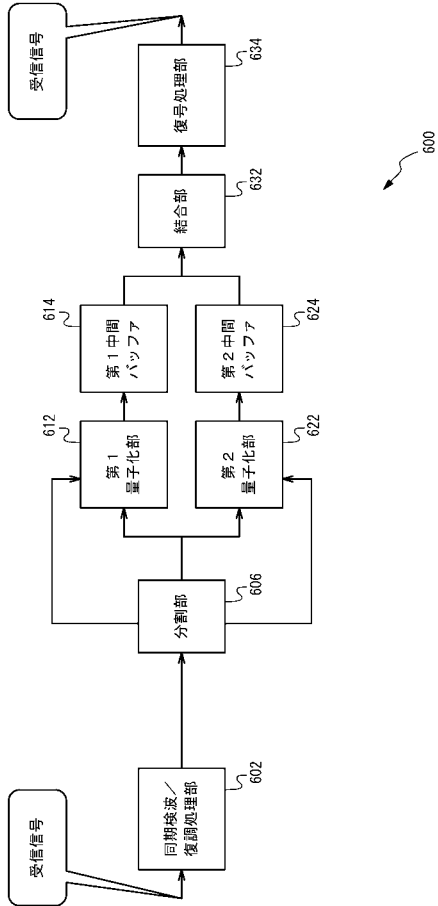
【 図 1 1 】



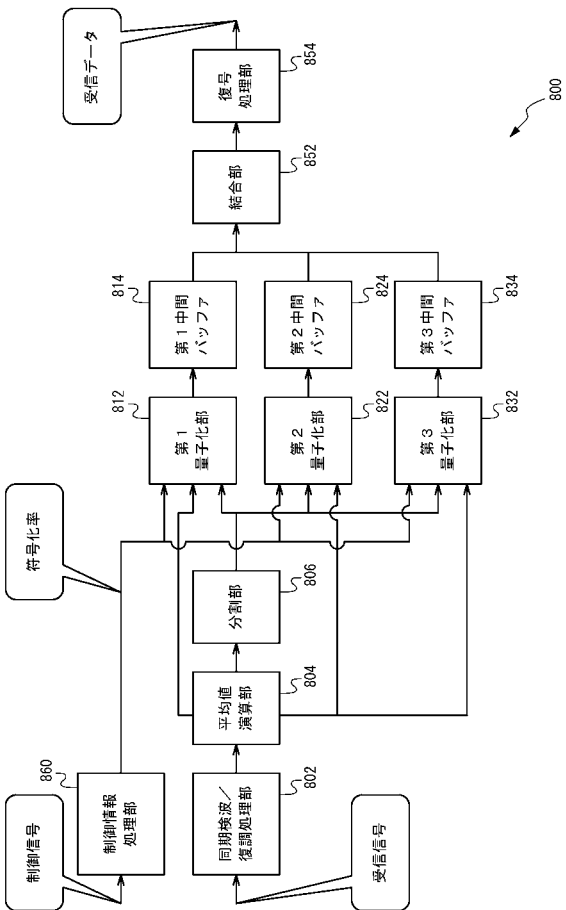
【 図 1 2 】



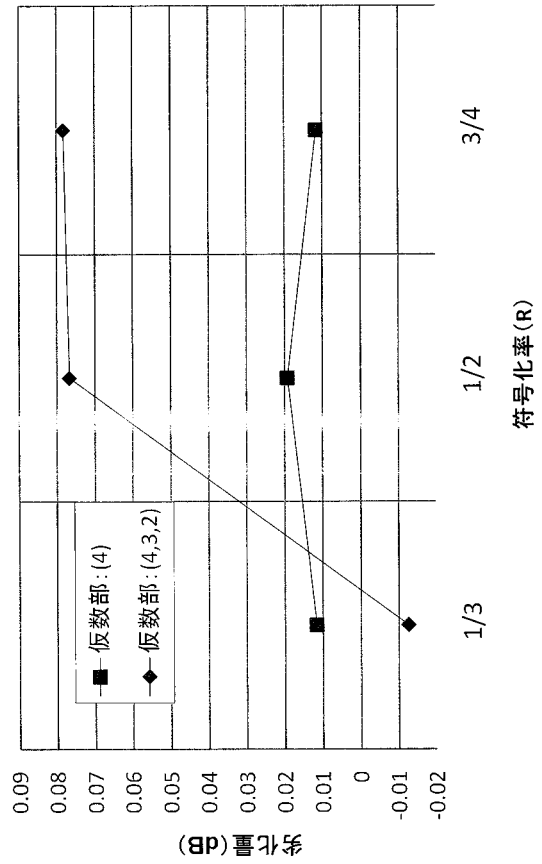
【図 13】



【図 15】



【図 14】



【図 16】

