

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006 年 12 月 7 日 (07.12.2006)

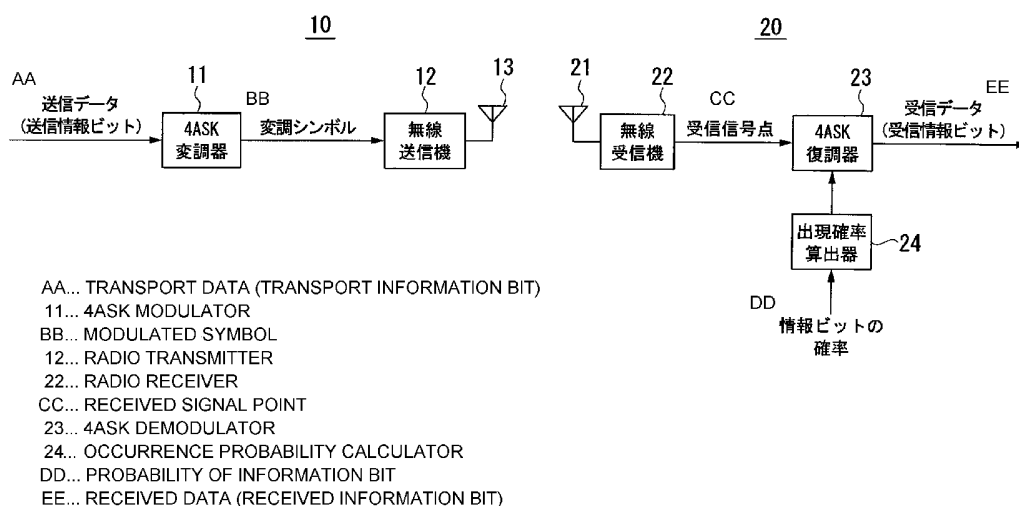
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/129666 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 27/06 (2006.01) H03M 13/45 (2006.01)
H03M 13/29 (2006.01) H04L 27/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/310789
- (22) 国際出願日: 2006 年 5 月 30 日 (30.05.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2005-160328 2005 年 5 月 31 日 (31.05.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): KDD I 株式会社 (KDDI CORPORATION) [JP/JP]; 〒1638003 東京都新宿区西新宿二丁目 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 鈴木 利則 (SUZUKI, Toshinori) [JP/JP]; 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原 2 丁目 1 番 1 5 号 株式会社 KDD I 研究所内 Saitama (JP). 宮 ▲崎 ▼功旭 (MIYAZAKI, Noriaki) [JP/JP]; 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原 2 丁目 1 番 1 5 号 株式会社 KDD I 研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 青山 正和, 外(AOYAMA, Masakazu et al.); 〒1048453 東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: DIGITAL SIGNAL TRANSMITTING SYSTEM, RECEIVING APPARATUS AND RECEIVING METHOD

(54) 発明の名称: デジタル信号伝送システム、受信装置および受信方法



(57) Abstract: A 4ASK demodulator (23) determines a received signal, based on both a received signal point at the time when a signal, which has been modulated by the 4ASK system, is received and a probability of occurrence of a modulated symbol of the 4ASK system.

(57) 要約: 本発明によれば、4ASK復調器23は、4ASK方式で変調された信号が受信されたときの受信信号点と4ASK方式の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する。

WO 2006/129666 A1

明 細 書

デジタル信号伝送システム、受信装置および受信方法

技術分野

[0001] 本発明は、デジタル信号伝送システム、受信装置および受信方法に関する。

本願は、2005年5月31日に日本国特許庁に出願された特願2005-160328号に基づく優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、デジタル変調は、通信や放送などの様々な分野のデジタル信号伝送システムで利用されている。デジタル変調としては、振幅偏移変調(ASK(Amplitude Shift Keying))、位相偏移変調(PSK(Phase Shift Keying))、周波数偏移変調(FSK(Frequency Shift Keying))及び直交振幅変調(QAM(Quadrature Amplitude Modulation))などの各種の変調方式が知られている。

[0003] 例えば、4値のASK(4ASK)では、1変調シンボルにつき2ビットの情報を有する。つまり、変調シンボルは4種類(変調シンボル“00”、“01”、“10”、“11”)である。そして、送信データは、2ビット毎に、その2ビットの情報に対応するいずれか一つの変調シンボルにマッピングされる。

[0004] 図11には、4ASKの信号点配置例が示されている。図11の例では、2値の信号振幅とI軸上の正負の極性とを組み合わせた4通りの信号点101、102、103、104を、4種類の変調シンボル“00”、“01”、“10”、“11”に対応させている。信号点101は変調シンボル“00”、信号点102は変調シンボル“01”、信号点103は変調シンボル“10”、信号点104は変調シンボル“11”にそれぞれ対応する。

[0005] 従来のデジタル信号伝送システムでは、例えば、上述した図11の4ASKを利用する場合、送信装置に備わる変調器は、送信データの2ビット毎の情報から、4つの信号点101、102、103、104のいずれか一つを順次生成する。具体的には、送信データ中の変調対象の2ビットのうち、上位ビットによって信号点の極性を決定し、下位ビットで信号振幅を決定する。

[0006] 一方、受信装置に備わる復調器は、受信信号点から最も確からしい変調時の信号

点を判定する。この判定時には、全ての信号点、すなわち全ての変調シンボルの出現確率は等しいとしている。その全ての変調シンボルの出現確率は等しいという前提の上で、例えば図12に示される受信信号点201が得られた場合には、受信信号点201から最も距離が近い信号点102が、最も確からしい変調時の信号点であると判定する。そして、その信号点102に対応する変調シンボル“01”から受信データの2ビット“01”を出力する。上述した従来の復調器に係る技術は、例えば、Filippo Tosato, et al., “Simplified Soft-Output Demapper for Binary Interleaved COFDM with Application to HIPERLAN/2”, Communications, 2002.ICC 2002.IEEE International Conference on, 28 April 2002, vol.2, p.664-668 (図2、(12)式参照)やHiroyuki Kawai, et al., “Likelihood Function for QRM-MLD Suitable for Soft-Decision Turbo Decoding and Its Performance for OFCDM MIMO Multiplexing in Multipath Fading Channel”, IEICE TRANS.COMMUN., VOL.E88-B, NO.1, January 2005, p.47-57 (図3参照)に記載されている。

[0007] しかし、上述した従来の復調器では、全ての変調シンボルの出現確率は等しいという前提条件の下で、受信信号点から最も距離が近い信号点が最も確からしい変調時の信号点であると判定し、この判定結果から最も確からしい変調シンボルを選択しているが、必ずしも定常的に全ての変調シンボルの出現確率が等しいとは限らず、この点で改良の余地があると考えられる。

発明の開示

[0008] 本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、その目的は、変調シンボルの出現確率を考慮することによって受信性能の向上を図ることのできるデジタル信号伝送システム、受信装置および受信方法を提供することにある。

[0009] 上記の課題を解決するために、本発明に係るデジタル信号伝送システムは、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調を用いたデジタル信号伝送システムにおいて、前記デジタル変調された信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段、を備えたことを特徴とする。

[0010] 本発明に係るデジタル信号伝送システムにおいては、前記出現確率は、前記受信

された信号の受信処理結果に基づくものであることを特徴とする。

[0011] 本発明に係るデジタル信号伝送システムにおいては、前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理の過程で得られる該受信処理結果の確からしさに基づくものであることを特徴とする。

[0012] 本発明に係るデジタル信号伝送システムは、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号とを用いたデジタル信号伝送システムにおいて、前記デジタル変調された信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段と、を備えたことを特徴とする。

[0013] 本発明に係るデジタル信号伝送システムは、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、複数の要素符号から成る伝送用の符号とを用いたデジタル信号伝送システムにおいて、前記デジタル変調された信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、前記要素符号の各々に対応して設けられた復号器を有し、前記復調手段の復調結果を前記復号器に入力して復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率として出力する復号手段と、を備えたことを特徴とする。

[0014] 本発明に係るデジタル信号伝送システムにおいては、一の前記復号器の復号結果の確からしさが反映された前記復調手段の復調結果を、他の前記復号器に用いることを特徴とする。

[0015] 本発明に係るデジタル信号伝送システムにおいては、前記伝送用の符号はターボ符号であり、前記復号結果の確からしさとして、事後値、外部値、或いは、事後値及び外部値の両方の値を加味した値を用いる、ことを特徴とする。

[0016] 本発明に係るデジタル信号伝送システムにおいては、少なくとも一つの要素符号に対応する復号結果から、若しくはその復号結果を得る過程で、該要素符号が付与するパリティビットの確からしさを求める手段と、前記パリティビットの確からしさをを用いて

通信路値を更新する手段と、を備えたことを特徴とする。

- [0017] 本発明に係る受信装置は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調によって変調された信号を受信する受信装置において、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段、を備えたことを特徴とする。
- [0018] 本発明に係る受信装置においては、前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理結果に基づくものであることを特徴とする。
- [0019] 本発明に係る受信装置においては、前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理の過程で得られる該受信処理結果の確からしさに基づくものであることを特徴とする。
- [0020] 本発明に係る受信装置は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信装置において、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段と、を備えたことを特徴とする。
- [0021] 本発明に係る受信装置は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、複数の要素符号から成る伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信装置において、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、前記要素符号の各々に対応して設けられた復号器を有し、前記復調手段の復調結果を前記復号器に入力して復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率として出力する復号手段と、を備えたことを特徴とする。
- [0022] 本発明に係る受信装置においては、一の前記復号器の復号結果の確からしさが反映された前記復調手段の復調結果を、他の前記復号器に用いることを特徴とする。
- [0023] 本発明に係る受信装置においては、前記伝送用の符号はターボ符号であり、前記

復号結果の確からしさとして、事後値、外部値、或いは、事後値及び外部値の両方の値を加味した値を用いる、ことを特徴とする。

[0024] 本発明に係る受信装置においては、少なくとも一つの要素符号に対応する復号結果から、若しくはその復号結果を得る過程で、該要素符号が付与するパリティビットの確からしさを求める手段と、前記パリティビットの確からしさをを用いて通信路値を更新する手段と、を備えたことを特徴とする。

[0025] 本発明に係る受信方法は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調によって変調された信号を受信する受信方法であって、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する、ことを特徴とする。

[0026] 本発明に係る受信方法においては、前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理結果に基づくものであることを特徴とする。

[0027] 本発明に係る受信方法においては、前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理の過程で得られる該受信処理結果の確からしさに基づくものであることを特徴とする。

[0028] 本発明に係る受信方法は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信方法であって、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調過程と、前記復調過程の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号過程と、を含むことを特徴とする。

[0029] 本発明に係る受信方法は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、複数の要素符号から成る伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信方法であって、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調過程と、前記要素符号の各々に対応して復号処理を行い、前記復調過程の復調結果を用いて前記復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前

記出現確率として出力する復号過程と、を含むことを特徴とする。

[0030] 本発明に係る受信方法においては、一の前記復号処理の復号結果の確からしさが反映された前記復調過程の復調結果を、他の前記復号処理に用いることを特徴とする。

[0031] 本発明に係る受信方法においては、前記伝送用の符号はターボ符号であり、前記復号結果の確からしさとして、事後値、外部値、或いは、事後値及び外部値の両方の値を加味した値を用いる、ことを特徴とする。

[0032] 本発明に係る受信方法においては、少なくとも一つの要素符号に対応する復号結果から、若しくはその復号結果を得る過程で、該要素符号が付与するパリティビットの確からしさを求める過程と、前記パリティビットの確からしさをを用いて通信路値を更新する過程と、を含むことを特徴とする。

[0033] 本発明に係るデジタル信号伝送システムは、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号とを用いたデジタル信号伝送システムにおいて、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、

前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、事後値を前記出現確率としてフィードバックする復号手段と、を備えたことを特徴とする。

[0034] 本発明に係るデジタル信号伝送システムは、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号とを用いたデジタル信号伝送システムにおいて、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、

前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段とを備え、前記復調手段は、前記受信信号点の最初の復調時には全てのビットの出現確率が等しいとし、該同一の受信信号点の2回目以降の復調時には前記復号手段からフィードバックされる出現確率を用いることを特徴とする。

[0035] 本発明に係るデジタル信号伝送システムは、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号とを用いたデジタル信号伝送システム

において、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、

前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段とを備え、前記復号手段は、前記受信信号点の最初の復調時かつ最初の復号時には全てのビットの出現確率が等しいとし、それ以降の該同一の受信信号点の復調時及び復号時には復号処理の過程で得られるビットの確からしさをビットの出現確率として用いることを特徴とする。

[0036] 本発明に係るデジタル信号伝送システムにおいては、前記復号手段から前記復調手段にフィードバックされる出現確率は事後値であることを特徴とする。

[0037] 本発明に係る受信装置は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信装置において、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、事後値を前記出現確率としてフィードバックする復号手段と、を備えたことを特徴とする。

[0038] 本発明に係る受信装置は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信装置において、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段とを備え、前記復調手段は、前記受信信号点の最初の復調時には全てのビットの出現確率が等しいとし、該同一の受信信号点の2回目以降の復調時には前記復号手段からフィードバックされる出現確率を用いることを特徴とする。

[0039] 本発明に係る受信装置は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、反復復号が可能な伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信装置において、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変

調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段とを備え、前記復号手段は、前記受信信号点の最初の復調時かつ最初の復号時には全てのビットの出現確率が等しいとし、それ以降の該同一の受信信号点の復調時及び復号時には復号処理の過程で得られるビットの確からしさをビットの出現確率として用いることを特徴とする。

[0040] 本発明に係る受信装置においては、前記復号手段から前記復調手段にフィードバックされる出現確率は事後値であることを特徴とする。

[0041] 本発明に係る受信方法は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信方法であって、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調過程と、前記復調過程の復調結果から前記符号の復号処理を行い、事後値を前記出現確率としてフィードバックする復号過程と、を含むことを特徴とする。

[0042] 本発明に係る受信方法は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信方法であって、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調過程と、前記復調過程の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号過程とを含み、前記復調過程においては、前記受信信号点の最初の復調時には全てのビットの出現確率が等しいとし、該同一の受信信号点の2回目以降の復調時には前記復号過程からフィードバックされる出現確率を用いることを特徴とする。

[0043] 本発明に係る受信方法は、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、反復復号が可能な伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信方法であって、前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調過程と、前記復

調過程の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号過程とを含み、前記復号過程においては、前記受信信号点の最初の復調時かつ最初の復号時には全てのビットの出現確率が等しいとし、それ以降の該同一の受信信号点の復調時及び復号時には復号処理の過程で得られるビットの確からしさをビットの出現確率として用いることを特徴とする。

[0044] 本発明に係る受信方法においては、前記復号過程から前記復調過程にフィードバックされる出現確率は事後値であることを特徴とする。

[0045] 本発明によれば、デジタル変調の復調時に、変調シンボルに対応する信号点と受信信号点との位置関係に加えて、変調シンボルの出現確率も考慮して、送信された信号の判定を行うことができる。これにより、受信性能の向上を図ることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0046] [図1]本発明の一実施形態に係るデジタル信号伝送システムの構成を示すブロック図である。

[図2]本発明に係るデジタル信号伝送システムの実施例1の構成を示すブロック図である。

[図3]ターボ符号化器31の構成例を示すブロック図である。

[図4]8ASKの信号点配置例を示す図である。

[図5]本発明の実施例1に係る特徴的な構成を示すブロック図である。

[図6]本発明の実施例2に係る特徴的な構成を示すブロック図である。

[図7]本発明の実施例3に係る特徴的な構成を示すブロック図である。

[図8]本発明に係るシミュレーション結果のグラフ図である。

[図9]本発明に係るデジタル信号伝送システムの実施例5の構成を示すブロック図である。

[図10]本発明の実施例5に係る特徴的な構成を示すブロック図である。

[図11]4ASKの信号点配置例を示す図である。

[図12]受信信号点の例を示す図である。

[図13]本発明に係るデジタル信号伝送システムの実施例6の構成を示すブロック図

である。

[図14]本発明の実施例6に係る特徴的な構成を示すブロック図である。

[図15]本発明の実施例7に係る特徴的な構成を示すブロック図である。

[図16]本発明に係るデジタル信号伝送システムの実施例8の構成を示すブロック図である。

[図17]本発明の実施例8に係る特徴的な構成を示すブロック図である。

符号の説明

[0047] 20, 40, 70, 401, 701…受信装置、22, 42, 72…無線受信機、23, 73…4ASK復調器、24…出現確率算出器、43, 47…8ASK復調器、44, 441…ターボ復号器、45, 75…ビット判定器、46…逆インタリーバ、74…LDPC復号器、410, 411, 420, 421…スイッチ

発明を実施するための最良の形態

[0048] 以下、図面を参照し、本発明の一実施形態について説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係るデジタル信号伝送システムの構成を示すブロック図である。本実施形態では、無線通信システムに適用した例を挙げて説明する。また、図1のシステムでは、デジタル変調方式の一例として4ASKを利用し、図11に示される4ASKの信号点配置例を便宜的に採用することとする。

[0049] 図1に示す無線通信システムは、送信装置10と受信装置20とを有する。

図1において、送信装置10は、4ASK変調器11と無線送信機12とアンテナ13とを有する。4ASK変調器11には、送信データがシリアルデータ(送信情報ビット)として入力される。

4ASK変調器11は、送信データの2ビット毎に、その2ビットの情報から4つの信号点101、102、103、104(図11参照)のいずれか一つを生成し、生成した信号点に対応する変調シンボルを出力する。信号点101は変調シンボル“00”、信号点102は変調シンボル“01”、信号点103は変調シンボル“10”、信号点104は変調シンボル“11”にそれぞれ対応している。無線送信機12は、4ASK変調器11出力後の変調シンボルをアンテナ13から無線送信する。

[0050] 図1において、受信装置20は、アンテナ21と、無線受信機22と、4ASK復調器23

と、出現確率算出器24とを有する。送信装置10から無線送信された信号は、受信装置20においてアンテナ21を介して無線受信機22で受信される。この受信信号点は、無線受信機22から出力されて4ASK復調器23に入力される。また、4ASK復調器23には、出現確率算出器24から各変調シンボルの出現確率が入力される。

[0051] 4ASK復調器23は、受信信号点および変調シンボルの出現確率に基づき、送信装置10から送信された信号を判定する。そして、その判定結果から受信データの2ビット(受信情報ビット)を出力する。

[0052] 出現確率算出器24には、変調シンボルが有する2ビットの情報のビット毎の確率(情報ビットの確率)が入力される。各情報ビットの確率は、過去の受信データから類似の受信データを得て算出されている。出現確率算出器24は、各情報ビットの確率から各変調シンボルの出現確率を算出する。

[0053] 一般に、上位ビットが“0”である確率を P_{msb} (上位ビットが“1”である確率は $1 - P_{msb}$ となる)、下位ビットが“0”である確率を P_{lsb} (下位ビットが“1”である確率は $1 - P_{lsb}$ となる)とすると、変調シンボル“xy”の出現確率 P_{xy} は、 P_{msb} 及び P_{lsb} を用いて与えられる。

例えば、変調シンボルの上位ビットが“1”である確率が100%である場合には、出現確率算出器24は、変調シンボル“10”及び“11”の出現確率を両方ともに50%、変調シンボル“00”及び“01”の出現確率を両方ともに0%として算出する。

この変調シンボル出現確率の例の場合、4ASK復調器23は、例えば図12に示される受信信号点201が得られたときには、変調シンボル“00”及び“01”の出現確率が共に0%であるので、これら変調シンボル“00”及び“01”を選択候補から除外する。そして、残りの変調シンボル“10”及び“11”の中から、その出現確率及び受信信号点に基づいて最も確からしい変調シンボルを選択する。ここでは、変調シンボル“10”及び“11”の出現確率は共に50%で同じであるので、受信信号点201からの距離が近い方の信号点103に対応する変調シンボル“10”を選択し、受信データの2ビット“10”を出力する。

[0054] ここで、本実施形態に係る復調時における変調シンボルの判定方法を詳細に説明する。

本実施形態では、4ASKにおける4種類の変調シンボル“00”、“01”、“10”、“11”に各々対応する出現確率は P_{00} 、 P_{01} 、 P_{10} 、 P_{11} として出現確率算出器24から与えられる。

[0055] 4ASK復調器23は、受信信号点および変調シンボルの出現確率 P_{00} 、 P_{01} 、 P_{10} 、 P_{11} から、送信装置10の変調時における最も確からしい信号点を判定する。そして、その判定結果の信号点に対応する変調シンボルから受信データの2ビット(受信情報ビット)を出力する。

[0056] より具体的には、4ASK復調器23は、各変調シンボルに対応する信号点と受信信号点との間の二乗距離 d_{00} 、 d_{01} 、 d_{10} 、 d_{11} を計算する。次いで、二乗距離 d_{00} 、 d_{01} 、 d_{10} 、 d_{11} を雑音電力の分散 σ^2 で除した値から事後確率 Q_{00} 、 Q_{01} 、 Q_{10} 、 Q_{11} を算出する。次いで、4つの出現確率 P_{00} 、 P_{01} 、 P_{10} 、 P_{11} と、事後確率 Q_{00} 、 Q_{01} 、 Q_{10} 、 Q_{11} とを用いて、 $P_{00} \times Q_{00}$ 、 $P_{01} \times Q_{01}$ 、 $P_{10} \times Q_{10}$ 、 $P_{11} \times Q_{11}$ の中から最も大きな確率となるものを判定し、この判定結果に対応する変調シンボルを選択する。

[0057] 上述したように本実施形態によれば、デジタル変調の復調時に、変調シンボルに対応する信号点と受信信号点との位置関係に加えて、変調シンボルの出現確率も考慮して、送信装置10から送信された信号の判定を行うことができる。これにより、受信性能の向上を図ることが可能となる。

[0058] なお、受信装置20において、4ASK復調器23の出力の後段に誤り訂正復号器をさらに設けると、4ASK復調器23の出力は軟判定出力として得られる。この場合には、上位ビットが“0”である確率を「 $P_{00} \times Q_{00} + P_{01} \times Q_{01}$ 」、下位ビットが“0”である確率を「 $P_{00} \times Q_{00} + P_{10} \times Q_{10}$ 」として出力する。或いは、近似的に、上位ビットが“0”である確率を「 $\text{Max}(P_{00} \times Q_{00}, P_{01} \times Q_{01})$ 」、下位ビットが“0”である確率を「 $\text{Max}(P_{00} \times Q_{00}, P_{10} \times Q_{10})$ 」として出力してもよい。

このように近似する場合には、確率 Q_{xy} を求める際に、雑音電力の分散 σ^2 を考慮せずに、各変調シンボルに対応する信号点と受信信号点との二乗距離 d_{xy} のみで算出しても、最終的に同一の結果となるため、都合が良い。

[0059] また、出現確率算出器24に入力される情報は、各情報ビットの対数尤度であってもよい。

[0060] なお、上述した実施形態では、ASKの一種である4ASKを用いて説明したが、本発明に係るデジタル変調方式はこれに限定されず、1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調方式であればよい。例えば、PSKやQAMなどにも適用可能である。また、シングルキャリア変調方式あるいはマルチキャリア変調方式のいずれを本発明に適用してもよく、同様の効果を得ることができる。また、複数本の送受信アンテナを用いるMIMO (Multi Input Multi Output) 伝送方式を本発明に適用しても同様の効果を得ることができる。

実施例 1

[0061] 図2は、本発明に係るデジタル信号伝送システムの一実施例である。

実施例1では、ターボ (Turbo) 符号を用いる無線通信システムに適用し、ターボ符号の復号結果の確からしさを変調シンボルの出現確率として利用する。また、図2のシステムでは、デジタル変調方式の一例として8ASK (8値のASK) を利用する。

[0062] 図2に示す無線通信システムは、送信装置30と、受信装置40とを有する。

図2において、送信装置30は、ターボ符号化器31と8ASK変調器32と無線送信機33とアンテナ34とを有する。ターボ符号化器31には、送信データがシリアルデータ (送信情報ビット) として入力される。

[0063] 図3は、ターボ符号化器31の構成例を示している。図3の構成は周知のものである。図3に示すターボ符号化器31は、2つの要素符号器35、36を備え、2つの要素符号によって符号化を行うものである。

図3において、要素符号器35は、送信情報ビットからパリティビットa1を生成する。インタリーバ37は、入力された送信情報ビットの順番を交錯する。要素符号器36は、インタリーバ37出力後の送信情報ビットからパリティビットa2を生成する。これにより、同じ送信情報ビットから、パリティビットa1及びa2が生成される。但し、要素符号器35と36とでは、送信情報ビットの入力順序は交錯されている。

[0064] ターボ符号化器31は、入力された送信情報ビット、パリティビットa1及びa2の合計3ビットを符号化データとして出力する。

[0065] 図2に戻り、8ASK変調器32は、3ビットから成る符号化データを、3ビットの情報を有する変調シンボルへマッピングする。

図4は、8ASKの信号点配置例を示している。図4の例では、4値の信号振幅とI軸上の正負の極性とを組み合わせた8通りの信号点301～308を、4種類の変調シンボル“000”、“001”、“010”、・・・、“111”に対応させている。また、Gray符号化により、隣接する信号点間のハミング距離が1となっている。

[0066] なお、便宜上、実施例1では、符号化データ中の、送信情報ビットを“x”、パリティビットa1を“p1”、パリティビットa2を“p2”と表すと、8ASK変調器32は、変調シンボルの3ビットが“x p1 p2”となるようにマッピングを行うものとする。つまり、変調シンボルの最上位ビットは送信情報ビット、中位ビットはパリティビットa1、最下位ビットはパリティビットa2となるようにマッピングする。

[0067] 無線送信機33は、8ASK変調器32出力後の変調シンボルをアンテナ34から無線送信する。

[0068] 図2において、受信装置40は、アンテナ41と、無線受信機42と、8ASK復調器43と、ターボ復号器44と、ビット判定器45と、逆インタリーバ46とを有する。送信装置30から無線送信された信号は、受信装置40においてアンテナ41を介して無線受信機42で受信される。この受信信号点は、無線受信機42から出力されて8ASK復調器43に入力される。

[0069] 8ASK復調器43には、ターボ復号器44の出力である事後値が逆インタリーバ46で逆交錯された後に入力される。8ASK復調器43は、逆インタリーバ46出力後の事後値と受信信号点とから、最も確からしい変調シンボルを軟判定し、変調シンボルのビット毎の軟判定値を軟判定データとして出力する。軟判定データは、通信路値としてターボ復号器44に入力される。

ターボ復号器44の出力である事後値は、ターボ復号器44の復号結果の確からしさであり、変調シンボルの出現確率として利用する。このために、ターボ復号器44から出力された事後値を逆インタリーバ46を介して8ASK復調器43にフィードバックしている。

[0070] ターボ復号器44は、通信路値を復号処理して事後値を出力する。ビット判定器45は、その事後値をビット判定して受信データ(受信情報ビット)を出力する。

[0071] 図5は、ターボ復号器44の構成及び実施例1の特徴的な構成を示している。以下、

図5を参照して、実施例1に係る特徴的な動作を詳細に説明する。

- [0072] 8ASK復調器43は、変調シンボルのビット毎の軟判定値を軟判定データとして出力する。この軟判定データは、通信路値としてターボ復号器44に入力される。上述したように実施例1では、便宜上、変調シンボルの最上位ビットは送信情報ビット、中位ビットはパリティビットa1、最下位ビットはパリティビットa2となるようにマッピングされている。従って、3ビットから成る通信路値のうち、最上位ビットは送信情報ビットの通信路値、中位ビットはパリティビットa1の通信路値、最下位ビットはパリティビットa2の通信路値である。
- [0073] 図5に示すターボ復号器44は、図3に示すターボ符号化器31に対応する構成となっており、要素符号器35に対応する復号器51と、要素符号器36に対応する復号器52を備える。なお、図5中のターボ復号器44の構成は周知のものである。
- [0074] ターボ復号器44において、まず、復号器51は、送信情報ビット及びパリティビットa1の両方の通信路値を入力する。また、復号器51で最初に復号処理を行う際には、送信情報ビットの事前値を「1/2」（対数尤度で0）とする。この結果、送信情報ビットの外部値と事後値が計算される。但し、一般にこの段階では、外部値のみが次の処理に用いられる。
- [0075] 復号器51出力後の外部値は、インタリーバ53で交錯された後に、事前値として復号器52に入力される。また、送信情報ビット及びパリティビットa2の両方の通信路値を復号器52に入力する。ここで、送信情報ビットの通信路値に関しては、復号器51出力後の外部値と同様に、インタリーバ54で交錯された後に復号器52に入力される。
- [0076] 復号器52は、復号処理の結果として送信情報ビットの外部値と事後値を出力する。復号器52出力後の事後値は、逆インタリーバ46で逆交錯された後に、変調シンボルの出現確率として8ASK復調器43に入力される。また、復号器52出力後の外部値は、逆インタリーバ55で逆交錯された後に、事前値として復号器51に入力される。
- これにより、再度、復号器51から演算処理が実行されるが、このときに使用する軟判定データ（通信路値）は、8ASK復調器43によって変調シンボルの出現確率が反映されて更新されたものであり、前回の軟判定データ（通信路値）よりも精度が向上し

ていると期待できる。従って、この手順によって一連の演算処理を繰り返すことにより、誤り訂正の性能が向上し、伝送誤りの一層の防止を図ることが可能となる。

- [0077] 上記した実施例1では、ターボ符号化器31において、パリティビットをそのまま出力しているが、パリティビットをパンクチャしたり、又は、送信情報ビットとパリティビットに対してチャンネルインタリーブを施したりする等、各種の変形を行うことは可能である。従って、ターボ復号器44の構成をその変形に合わせればよい。

実施例 2

- [0078] 図6は、実施例2に係る特徴的な構成を示すブロック図であって、図2に示す実施例1の無線通信システムに係り、8ASK復調およびターボ復号に係る部分の構成を示している。

実施例2では、図6に示すように、8ASK復調器47を追加している。8ASK復調器47は、復号器51出力後の事後値を変調シンボルの出現確率として利用する。なお、実施例2では、復号器52出力後の事後値を8ASK復調器43にフィードバックするための逆インタリーバ46は、設けていない。

- [0079] 8ASK復調器47は、復号器51出力後の事後値を用いて、復号器52に入力する通信路値を更新する。その更新処理では、上記図1の4ASK復調器23と同様に、各情報ビットの事後確率に基づいて通信路値を更新する。これにより、実施例2では、復号器51で得られた送信情報ビットの確からしさをを用いて、復号器52へ引き渡す通信路値を更新することができ、復号器52に入力する通信路値の精度向上を図ることが可能となる。

- [0080] なお、情報ビットの確率としては、上記した事後確率以外に、外部値あるいは、事後値及び外部値の両方の値を加味した値(例えば平均値)を用いてもよく、同様の効果を得ることができる。

実施例 3

- [0081] 図7は、実施例3に係る特徴的な構成を示すブロック図であって、図2に示す実施例1の無線通信システムに係り、8ASK復調およびターボ復号に係る部分の構成を示している。

実施例3は、上記した実施例1及び2を組み合わせた構成であり、逆インタリーバ46

と8ASK復調器47とを備える。実施例3によれば、復号器51と復号器52とで、交互に通信路値の更新を行うことができ、さらなる性能向上を図ることが可能となる。

- [0082] 上述したように実施例1～3では、ターボ符号の復号処理の過程で得られる符号語の事後値を用いて通信路値を修正し、その結果を次の復号演算に入力する。これにより、復号処理の過程ごとに通信路値の精度が上がるので、ターボ符号の復号能力が向上する。

実施例 4

- [0083] 実施例4では、上記した実施例1～3の更なる変形例として、パリティビットa1、a2の事後確率を求め、通信路値の精度を高める。

ターボ符号の場合、一般に、上記復号器51及び復号器52では送信情報ビットの確からしさを求めるが、パリティビットa1、a2の確からしさは出力されない。パリティビットa1、a2の確からしさを求める方法としては、例えば、以下に示す二通りの方法が考えられる。

- [0084] 一つの方法は、送信情報ビットの対数尤度を、要素符号器を用いて符号化する方法である。ここで用いる要素符号器は、内部で実数演算を行い、出力するパリティ信号がパリティビットの対数尤度とみなすことができるものである。

- [0085] もう一つの方法は、復号器51、52内部の演算を追加してパリティビットa1、a2の尤度を求める方法である。復号器51、52で用いるアルゴリズム(log-MAPやMax-log-MAPが代表的である)において、時刻 $n-1$ の前方向の状態確率 α_{n-1} 、時刻 n の後ろ向きの状態確率 β_n および時刻 n のブランチメトリック γ_n を用いて、パリティビットa1、a2が“0”となる場合の全ての確率和を求める。或いは、確率和を求めなくとも、最も大きい確率の項を選択しても、パリティビットa1、a2の近似的な尤度となる。これにより、パリティビットa1、a2の確からしさが求まる。

- [0086] このような方法により、例えば上記実施例3においては、復号器51からは、送信情報ビット及びパリティビットa1の尤度を用いて、送信情報ビット及びパリティビットa2の通信路値を更新して復号器52に入力することができる。また、復号器52からは、送信情報ビットおよびパリティビットa2の尤度を用いて、送信情報ビットおよびパリティビットa1の通信路値を更新して復号器51に入力することができる。

[0087] このように、複数の要素符号に各々対応する復号器を備え、その復号器から出力される送信情報ビット及びパリティビットの尤度を用いて、次の復号器に引き渡す通信路値の精度を高めることで、伝送誤りをより少なくすることができる。

[0088] なお、復号器で用いられる復号アルゴリズムとしては、log-MAPやMax-log-MAPが代表的なものであるが、本発明では特に限定せず、各種の復号アルゴリズムが適用可能である。

[0089] 図8は、本発明に係るシミュレーション結果のグラフ図である。

図8において、縦軸はフレーム誤り率、横軸は1ビットあたりの受信エネルギー対雑音電力密度である。波形W1は本発明の実施例4のシミュレーション結果、波形2は従来の8ASK復調器およびターボ復号器の構成のシミュレーション結果を表す。なお、復号アルゴリズムはMax-log-MAPを用いている。

[0090] 図8から明らかなように、本発明の方が、従来に比して伝送誤り率が小さい。これは、より少ない受信エネルギーで同一の伝送誤り率を達成できることを表し、本発明により受信性能が向上することを示している。

実施例 5

[0091] 図9は、本発明に係るデジタル信号伝送システムの他の実施例である。

実施例5では、低密度パリティ検査符号(LDPC (Low-Density Parity-Check Code 符号))により誤り訂正を行う無線通信システムに適用し、LDPC符号の復号結果の確からしさを変調シンボルの出現確率として利用する。また、図9のシステムでは、デジタル変調方式の一例として4ASKを利用する。

[0092] 図9に示す無線通信システムは、送信装置60と受信装置70とを有する。

図9において、送信装置60は、LDPC符号化器61と、4ASK変調器62と、無線送信機63と、アンテナ64とを有する。

[0093] LDPC符号化器61には、送信データがシリアルデータ(送信情報ビット)として入力される。LDPC符号化器61出力後の符号化データは、4ASK変調器62で変調シンボルにマッピングされた後に、無線送信機63によりアンテナ64から無線送信される。

[0094] 図9において、受信装置70は、アンテナ71と、無線受信機72と、4ASK復調器73と、LDPC復号器74と、ビット判定器75とを有する。送信装置60から無線送信された

信号は、受信装置70においてアンテナ71を介して無線受信機72で受信される。この受信信号点は、無線受信機72から出力されて4ASK復調器73に入力される。

[0095] また、4ASK復調器73には、LDPC復号器74の出力である事後値が入力される。4ASK復調器73は、そのフィードバックされた事後値と受信信号点とから、最も確からしい変調シンボルを軟判定し、変調シンボルのビット毎の軟判定値を軟判定データとして出力する。軟判定データは、通信路値としてLDPC復号器74に入力される。LDPC復号器74の出力である事後値は、LDPC復号器74の復号結果の確からしさであり、変調シンボルの出現確率として利用する。このために、LDPC復号器74から出力された事後値を4ASK復調器73にフィードバックしている。

[0096] LDPC復号器74は、通信路値を復号処理して事後値を出力する。ビット判定器75は、その事後値をビット判定して、受信データ(受信情報ビット)を出力する。LDPC復号器74には、ビット判定器75の判定結果がフィードバックされる。

[0097] 図10は、実施例5に係る特徴的な構成を示すブロック図である。図10には、LDPC復号器74およびビット判定器75の各構成、並びに実施例5の特徴的な構成が示されている。以下、図10を参照して、実施例5に係る特徴的な動作を詳細に説明する。

[0098] 4ASK復調器73は、変調シンボルのビット毎の軟判定値を軟判定データとして出力する。この軟判定データは、通信路値としてLDPC復号器74に入力される。

[0099] 図10に示すLDPC復号器74は、行方向演算部81と、符号語推定部82と、列方向演算部83とを備える。なお、図10中のLDPC復号器74の構成は周知のものである。

[0100] LDPC復号器74は、上記したターボ符号の場合と同様に、事後値を反復計算する。その復号アルゴリズムとしては、Min SumやSum Productが代表的なものである。その反復計算は、復号結果が正しい符号語になるか、あるいは、規定の反復数に到達するまで行う。

[0101] LDPC復号器74において、まず、行方向演算部81は、入力された通信路値に対して行方向演算を行い、事前値(或いは外部値)を出力する。その行方向演算を行う際には、列方向演算部83から入力される外部値(或いは事前値)を参照する。符号語推定部82は、4ASK復調器73出力後の通信路値および行方向演算部81出力後の事前値(或いは外部値)に基づいて符号語推定を行い、事後値を出力する。列

方向演算部83は、ビット判定部75から入力される判定結果に基づいて行方向演算を行い、外部値(或いは事前値)を出力する。

[0102] 図10に示すビット判定器75は、ビット判定部91と、符号検査部92と、最大反復数判定部93とを備える。なお、図10中のビット判定器75の構成は周知のものである。

[0103] ビット判定器75において、まず、ビット判定部91は、入力された事後値に基づき、ビット判定を行う。符号検査部92は、そのビット判定の結果から、符号検査の可否を判断する。符号検査が合格の場合には、そのビット判定の結果が受信データ(受信情報ビット)として出力される。一方、符号検査が不合格の場合には、最大反復数判定部93は、LDPC復号器74における反復回数が最大反復数に達したか否かを判断する。最大反復数に達した場合には、今回のビット判定の結果が受信データ(受信情報ビット)として出力される。最大反復数に達していない場合には、LDPC復号器74に対して、反復を指示する。

[0104] 上述したように実施例5によれば、LDPC符号の復号処理の過程で得られる符号語の事後値を用いて、上記実施例1と同様に、通信路値を修正し、その結果を次の復号演算にフィードバックする。従来はLDPCの復号処理の過程では、通信路値は反復計算の間中、不変としていた。これに対して、実施例5では、通信路値が反復計算の度に更新されてその精度が上がるので、誤り訂正能力が向上する。

[0105] なお、本実施例5では、反復復号演算の度に軟判定データ(通信路値)を1度更新しているが、上記した実施例3と同様に、通信路値を複数回更新するように構成してもよい。この場合には、行方向演算又は列方向演算の後の確率に基づいて、通信路値を例えば2度更新するように構成する。

[0106] なお、LDPC符号の復号処理の過程で得られる符号語の事後値には、一般に、送信情報ビット及びパリティビットの両方が含まれる。このため、上記実施例4の様なパリティビットの尤度演算は特に必要とはならない。

実施例 6

[0107] 図13及び図14は、実施例6を示す。

図13は、本発明に係るデジタル信号伝送システムの実施例6を示している。実施例6は、図2に示される実施例1の変形例であり、図2の受信装置40が受信装置401に

変更されている。送信装置30は実施例1と同じである。

- [0108] 図13に示す受信装置401では、ターボ復号器441に変更されている。また、スイッチ410が逆インタリーバ46と8ASK復調器43の間に設けられている。受信装置401において、図2の受信装置40からの変更点は、ターボ復号器441とスイッチ410に係る部分であり、それ以外の他の部分については図2の受信装置40と同じである。以下、図2の受信装置40からの変更点についてのみ説明する。
- [0109] 図13において、スイッチ410は、8ASK復調器43へ入力する信号を、逆インタリーバ46の出力信号(ターボ復号器441の出力である事後値が逆インタリーバ46で逆交錯された後の信号)、又は、信号“0”のいずれかに切り替える。信号“0”は、事後値「 $1/2$ 」に対応する対数尤度「0」の信号であり、全てのビットの事後値(出現確率)が等しいことを表す。
- [0110] スイッチ410の切替動作を説明する。ある受信信号点が無線受信機42から8ASK復調器43に入力され、その入力された受信信号点についての最初の復調には、信号“0”を出現確率として用いる。これは、ある受信信号点についての最初の復調時には、まだ、その受信信号点についての事後値が一度も計算されていないためである。従って、スイッチ410は、ある受信信号点についての最初の復調時には、信号“0”を8ASK復調器43に接続する。
- [0111] そして、その受信信号点についての2回目以降の復調には、ターボ復号器441の出力である事後値が逆インタリーバ46で逆交錯された後の信号を出現確率として用いる。従って、スイッチ410は、ある受信信号点についての2回目以降の復調時には、逆インタリーバ46の出力信号を8ASK復調器43に接続する。
- [0112] 図14は、ターボ復号器441の構成および実施例6の特徴的な構成を示している。図14に示すターボ復号器441では、スイッチ411が逆インタリーバ55と復号器51の間に設けられている。ターボ復号器441において、図5のターボ復号器44からの変更点は、スイッチ411に係る部分であり、それ以外の他の部分については図5のターボ復号器44と同じである。以下、図5のターボ復号器44からの変更点についてのみ説明する。
- [0113] 図14において、スイッチ411は、復号器51へ入力する信号を、逆インタリーバ55の

出力信号(復号器52の出力である外部値が逆インタリーバ55で逆交錯された後の信号)、又は、信号“0”のいずれかに切り替える。信号“0”は、事前値「 $1/2$ 」に対応する対数尤度「0」の信号であり、全てのビットの事前値(出現確率)が等しいことを表す。

[0114] スイッチ411の切替動作を説明する。ある受信信号点についての最初の復調結果としての軟判定データ(通信路値)がターボ復号器441に inputs され、その inputs された通信路値についての最初の復号には、信号“0”を出現確率として用いる。これは、ある受信信号点についての最初の復号時には、まだ、事前値が一度も計算されていないためである。従って、スイッチ411は、ある受信信号点についての最初の通信路値の復号時には、信号“0”を復号器51に接続する。

[0115] その inputs された通信路値についての反復復号において、2回目以降の復号には、復号器52の出力である外部値が逆インタリーバ55で逆交錯された後の信号(事前値)を出現確率として用いる。従って、スイッチ411は、ある通信路値についての2回目以降の復号時には、逆インタリーバ55の出力信号を復号器51に接続する。

[0116] 同一の受信信号点については、8ASK復調器43からの通信路値が更新されても、スイッチ411の接続を信号“0”に戻さない。つまり、ある受信信号点については、8ASK復調器43で、ターボ復号器441からフィードバックされる事後値を用いた反復復調が行われ、その復調毎に、通信路値がターボ復号器441に inputs される。

このとき、同一の受信信号点については、最初の復調結果の通信路値についての最初の復号に対してのみ、信号“0”を出現確率に用いて復号を行う。そして、2回目以降の復調結果の通信路値に対しては、最初の復号から、逆インタリーバ55の出力信号(復号器52の出力である外部値が逆インタリーバ55で逆交錯された後の信号(事前値))を出現確率に用いて復号を行う。

[0117] 上述の実施例6によれば、同一の受信信号点についての反復復調、反復復号において、最初の復調と最初の復調であって最初の復号に対してのみ出現確率を等確率とし、それ以降の復調及び復号に対しては復号処理の過程からフィードバックされる出現確率を用いる。これにより、同一の受信信号点についての反復復調、反復復号の状態が途切れず継続されるので、復調及び復号の精度が向上し、受信性能の

向上を図ることができる。

実施例 7

[0118] 図15は、実施例7を示すものであって、ターボ復号器441の構成および実施例7の特徴的な構成を示している。実施例7は、図7に示される実施例3の変形例である。実施例7では、実施例6と同様に、ターボ復号器441に変更するとともに、スイッチ410が逆インタリーバ46と8ASK復調器43の間に設けられている。図15において、図7の構成からの変更点は、ターボ復号器441とスイッチ410に係る部分であり、それ以外の他の部分については図7の構成と同じである。図15において、スイッチ410及びターボ復号器441の動作は実施例6と同じであり、その説明を省略する。

[0119] 実施例7によれば、実施例6と同様に、同一の受信信号点についての反復復調、反復復号において、最初の復調と最初の復調であって最初の復号に対してのみ出現確率を等確率とし、それ以降の復調及び復号に対しては復号処理の過程からフィードバックされる出現確率を用いる。これにより、同一の受信信号点についての反復復調、反復復号の状態が途切れず継続されるので、復調及び復号の精度が向上し、受信性能の向上を図ることができる。

[0120] なお、図6に示される実施例2に対しても、ターボ復号器441に変更することは可能であり、反復復号の精度が向上する効果を得ることができる。

実施例 8

[0121] 図16及び図17は、実施例8を示す。

図16は、本発明に係るデジタル信号伝送システムの実施例8を示している。実施例8は、図9に示される実施例5の変形例である。実施例8では、受信装置701に変更している。送信装置60は実施例5と同じである。

[0122] 図16に示す受信装置701では、LDPC復号器741に変更している。また、スイッチ420がLDPC復号器741の出力と4ASK復調器73の入力の間に設けられている。受信装置701において、図9の受信装置70からの変更点は、LDPC復号器741とスイッチ420に係る部分であり、それ以外の他の部分については図9の受信装置70と同じである。以下、図9の受信装置70からの変更点についてのみ説明する。

[0123] 図16において、スイッチ420は、4ASK復調器73へ入力する信号を、LDPC復号

器741の出力信号(事後値)、又は、信号“0”のいずれかに切り替える。信号“0”は、事後値「 $1/2$ 」に対応する対数尤度「0」の信号であり、全てのビットの事後値(出現確率)が等しいことを表す。

[0124] スイッチ420の切替動作を説明する。ある受信信号点が無線受信機72から4ASK復調器73に入力され、その入力された受信信号点についての最初の復調には、信号“0”を出現確率として用いる。これは、ある受信信号点についての最初の復調時には、まだ、その受信信号点についての事後値が一度も計算されていないためである。従って、スイッチ420は、ある受信信号点についての最初の復調時には、信号“0”を4ASK復調器73に接続する。

[0125] そして、その受信信号点についての2回目以降の復調には、LDPC復号器741の出力である事後値を出現確率として用いる。従って、スイッチ420は、ある受信信号点についての2回目以降の復調時には、LDPC復号器741の出力信号(事後値)を4ASK復調器73に接続する。

[0126] 図17は、LDPC復号器741の構成および実施例8の特徴的な構成を示している。図17に示すLDPC復号器741では、スイッチ421が列方向演算部83と行方向演算部81の間に設けられている。LDPC復号器741において、図10のLDPC復号器74からの変更点は、スイッチ421に係る部分であり、それ以外の他の部分については図10のLDPC復号器74と同じである。以下、図10のLDPC復号器74からの変更点についてのみ説明する。

[0127] 図17において、スイッチ421は、行方向演算部81へ入力する信号を、列方向演算部83の出力信号(外部値あるいは事前値)、又は、信号“0”のいずれかに切り替える。信号“0”は、外部値あるいは事前値「 $1/2$ 」に対応する対数尤度「0」の信号であり、全てのビットの外部値あるいは事前値(出現確率)が等しいことを表す。

[0128] スイッチ421の切替動作を説明する。ある受信信号点についての最初の復調結果としての軟判定データ(通信路値)がLDPC復号器741に入力され、その入力された通信路値についての最初の復号には、信号“0”を出現確率として用いる。これは、ある受信信号点についての最初の復号時には、まだ、事前値が一度も計算されていないためである。従って、スイッチ421は、ある受信信号点についての最初の復号時に

は、信号“0”を行方向演算部81に接続する。

[0129] そして、その入力された通信路値についての反復復号において、2回目以降の復号には、列方向演算部83の出力信号である外部値あるいは事前値を出現確率として用いる。従って、スイッチ421は、ある通信路値についての2回目以降の復号時には、列方向演算部83の出力信号を行方向演算部81に接続する。

[0130] さらに、同一の受信信号点については、4ASK復調器73からの通信路値が更新されても、スイッチ421の接続を信号“0”に戻さない。つまり、ある受信信号点については、4ASK復調器73で、LDPC復号器741からフィードバックされる事後値を用いた反復復調が行われ、その復調毎に、通信路値がLDPC復号器741に入力される。このとき、同一の受信信号点については、最初の復調結果の通信路値についての最初の復号に対してのみ、信号“0”を出現確率に用いて復号を行う。そして、2回目以降の復調結果の通信路値に対しては、最初の復号から、列方向演算部83の出力信号(外部値あるいは事前値)を出現確率に用いて復号を行う。

[0131] 上述の実施例8によれば、同一の受信信号点についての反復復調、反復復号において、最初の復調と最初の復調であって最初の復号に対してのみ出現確率を等確率とし、それ以降の復調及び復号に対しては復号処理の過程からフィードバックされる出現確率を用いる。これにより、同一の受信信号点についての反復復調、反復復号の状態が途切れず継続されるので、復調及び復号の精度が向上し、受信性能の向上を図ることができる。

[0132] 次に、本発明に係る一つの技術的特徴について説明する。

本発明においては、図5、図7、図10、図14、図15、図17などに示されるように、復号結果の事後値(事後確率)を復調器にフィードバックして反復復調を行うことを一つの技術的特徴としている。ここで、特に注目すべき点は、外部値ではなく、事後値をフィードバックする点である。つまり、本発明においては、外部値よりも、事後値をフィードバックして用いたほうが反復復調の性能がよくなることを着想し、事後値をフィードバックするように構成している。その理由を以下に説明する。

[0133] ここでは、送信シンボル x は2ビット(x_0, x_1)で構成されているとする。また、送信装置から送信された送信シンボル x は、受信装置で受信シンボル y として受信されたとする

。このとき、ビット x_0 の通信路値(尤度比)は数1で表される。数1の通信路値は、通常、数2で表される計算方法により算出される。

[0134] [数1]

$$\frac{P(y | x_0 = 0)}{P(y | x_0 = 1)}$$

[0135] [数2]

$$\frac{P(y | x_0 = 0)}{P(y | x_0 = 1)} = \frac{P(y | x_0 = 0, x_1 = 0) + P(y | x_0 = 0, x_1 = 1)}{P(y | x_0 = 1, x_1 = 0) + P(y | x_0 = 1, x_1 = 1)}$$

[0136] 但し、 $P(y | x_0, x_1)$ は、送信ビットが (x_0, x_1) のとき、受信シンボルが y である確率を表し、受信信号点 y と基準信号点 (x_0, x_1) から求められる。また、ビット x_1 の事前尤度比が0($x_1=1$ である確率と $x_1=0$ である確率が共に $1/2$)であることを前提としている。

[0137] 他方、数1の通信路値を復号器の外部値 $P_e(x_1)$ から求める場合の計算方法は、数3で表される。

[0138] [数3]

$$\frac{P(y | x_0 = 0)}{P(y | x_0 = 1)} = \frac{P(y | x_0 = 0, x_1 = 0)P_e(x_1 = 0) + P(y | x_0 = 0, x_1 = 1)P_e(x_1 = 1)}{P(y | x_0 = 1, x_1 = 0)P_e(x_1 = 0) + P(y | x_0 = 1, x_1 = 1)P_e(x_1 = 1)}$$

[0139] 但し、数4であり、 $P_p(x_1)$ は x_1 に関する復号器の事後確率を表し、 $P(y|x_1)$ は x_1 に関する通信路値を表す。

[0140] [数4]

$$P_e(x_1) = \frac{P_p(x_1)}{P(y | x_1)}$$

[0141] ここで、数1の通信路値をベイズの法則を用いて変形すると、数5となる。

[0142] [数5]

$$\frac{P(y | x_0 = 0)}{P(y | x_0 = 1)} = \frac{P(x_0 = 0 | y)}{P(x_0 = 1 | y)} \cdot \frac{P(x_0 = 1)}{P(x_0 = 0)}$$

[0143] さらに、数6であるので、再度、ベイズの法則を用いて変形すると、数7となる。

[0144] [数6]

$$\frac{P(x_0 = 0 | y)}{P(x_0 = 1 | y)} = \frac{P(x_0 = 0, x_1 = 0 | y) + P(x_0 = 0, x_1 = 1 | y)}{P(x_0 = 1, x_1 = 0 | y) + P(x_0 = 1, x_1 = 1 | y)}$$

[0145] [数7]

$$\frac{P(x_0 = 0 | y)}{P(x_0 = 1 | y)} = \frac{\frac{P(y | x_0 = 0, x_1 = 0)P(x_0 = 0, x_1 = 0)}{P(y)} + \frac{P(y | x_0 = 0, x_1 = 1)P(x_0 = 0, x_1 = 1)}{P(y)}}{\frac{P(y | x_0 = 1, x_1 = 0)P(x_0 = 1, x_1 = 0)}{P(y)} + \frac{P(y | x_0 = 1, x_1 = 1)P(x_0 = 1, x_1 = 1)}{P(y)}}$$

[0146] 一般に、 x_0, x_1 が独立であるから、数8が成立し、数9が得られる。

[0147] [数8]

$$P(x_0, x_1) = P(x_0)P(x_1)$$

[0148] [数9]

$$\begin{aligned} \frac{P(x_0 = 0 | y)}{P(x_0 = 1 | y)} &= \frac{\frac{P(y | x_0 = 0, x_1 = 0)P(x_0 = 0)P(x_1 = 0)}{P(y)} + \frac{P(y | x_0 = 0, x_1 = 1)P(x_0 = 0)P(x_1 = 1)}{P(y)}}{\frac{P(y | x_0 = 1, x_1 = 0)P(x_0 = 1)P(x_1 = 0)}{P(y)} + \frac{P(y | x_0 = 1, x_1 = 1)P(x_0 = 1)P(x_1 = 1)}{P(y)}} \\ &= \frac{P(y | x_0 = 0, x_1 = 0)P(x_0 = 0)P(x_1 = 0) + P(y | x_0 = 0, x_1 = 1)P(x_0 = 0)P(x_1 = 1)}{P(y | x_0 = 1, x_1 = 0)P(x_0 = 1)P(x_1 = 0) + P(y | x_0 = 1, x_1 = 1)P(x_0 = 1)P(x_1 = 1)} \\ &= \frac{P(x_0 = 0)}{P(x_0 = 1)} \cdot \frac{P(y | x_0 = 0, x_1 = 0)P(x_1 = 0) + P(y | x_0 = 0, x_1 = 1)P(x_1 = 1)}{P(y | x_0 = 1, x_1 = 0)P(x_1 = 0) + P(y | x_0 = 1, x_1 = 1)P(x_1 = 1)} \end{aligned}$$

[0149] これにより、数1の通信路値は数10で表される。

[0150] [数10]

$$\frac{P(y | x_0 = 0)}{P(y | x_0 = 1)} = \frac{P(y | x_0 = 0, x_1 = 0)P(x_1 = 0) + P(y | x_0 = 0, x_1 = 1)P(x_1 = 1)}{P(y | x_0 = 1, x_1 = 0)P(x_1 = 0) + P(y | x_0 = 1, x_1 = 1)P(x_1 = 1)}$$

[0151] つまり、復調操作によって得られる通信路値と、復号操作によって得られる事前値(外部値)とは、異なる符号系である。従って、反復復調で用いる事前値 $P(x_1)$ としては、復号器で得られる事前値(外部値)ではなく、復号器で得られる事後値(事後確率 $P(p(x_1))$)を用いることが好ましい。

[0152] 上述のように、本発明に係る一つの技術的特徴として、復号結果の事後値を復調器にフィードバックして反復復調を行うことにより、反復復調の性能が向上するという優れた効果が得られる。

[0153] 以上、本発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0154] 本発明は、伝送形態は無線に限らず、光ファイバケーブル等の通信ケーブルを用いた有線のシステムにも同様に適用可能である。また、デジタル放送等の放送システムなど、各種のデジタル信号伝送システムに適用可能である。

請求の範囲

- [1] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調を用いたデジタル信号伝送システムにおいて、
前記デジタル変調された信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段、
を備えたことを特徴とするデジタル信号伝送システム。
- [2] 前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理結果に基づくものであることを特徴とする請求項1に記載のデジタル信号伝送システム。
- [3] 前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理の過程で得られる該受信処理結果の確からしさに基づくものであることを特徴とする請求項1に記載のデジタル信号伝送システム。
- [4] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号とを用いたデジタル信号伝送システムにおいて、
前記デジタル変調された信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、
前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段と、
を備えたことを特徴とするデジタル信号伝送システム。
- [5] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、複数の要素符号から成る伝送用の符号とを用いたデジタル信号伝送システムにおいて、
前記デジタル変調された信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、
前記要素符号の各々に対応して設けられた復号器を有し、前記復調手段の復調結果を前記復号器に入力して復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率として出力する復号手段と、
を備えたことを特徴とするデジタル信号伝送システム。
- [6] 一の前記復号器の復号結果の確からしさが反映された前記復調手段の復調結果

を、他の前記復号器に用いることを特徴とする請求項5に記載のデジタル信号伝送システム。

- [7] 前記伝送用の符号はターボ符号であり、
前記復号結果の確からしさとして、事後値、外部値、或いは、事後値及び外部値の両方の値を加味した値を用いる、
ことを特徴とする請求項5又は6に記載のデジタル信号伝送システム。
- [8] 少なくとも一つの要素符号に対応する復号結果から、若しくはその復号結果を得る過程で、該要素符号が付与するパリティビットの確からしさを求める手段と、
前記パリティビットの確からしさを用いて通信路値を更新する手段と、
を備えたことを特徴とする請求項7に記載のデジタル信号伝送システム。
- [9] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調によって変調された信号を受信する受信装置において、
前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段、
を備えたことを特徴とする受信装置。
- [10] 前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理結果に基づくものであることを特徴とする請求項9に記載の受信装置。
- [11] 前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理の過程で得られる該受信処理結果の確からしさに基づくものであることを特徴とする請求項9に記載の受信装置。
- [12] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信装置において、
前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、
前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段と、
を備えたことを特徴とする受信装置。
- [13] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、複数の要素符

号から成る伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信装置において、
前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、
前記要素符号の各々に対応して設けられた復号器を有し、前記復調手段の復調結果を前記復号器に入力して復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率として出力する復号手段と、
を備えたことを特徴とする受信装置。

[14] 一の前記復号器の復号結果の確からしさが反映された前記復調手段の復調結果を、他の前記復号器に用いることを特徴とする請求項13に記載の受信装置。

[15] 前記伝送用の符号はターボ符号であり、
前記復号結果の確からしさとして、事後値、外部値、或いは、事後値及び外部値の両方の値を加味した値を用いる、
ことを特徴とする請求項13又は14に記載の受信装置。

[16] 少なくとも一つの要素符号に対応する復号結果から、若しくはその復号結果を得る過程で、該要素符号が付与するパリティビットの確からしさを求める手段と、
前記パリティビットの確からしさをを用いて通信路値を更新する手段と、
を備えたことを特徴とする請求項15に記載の受信装置。

[17] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調によって変調された信号を受信する受信方法であって、
前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する、
ことを特徴とする受信方法。

[18] 前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理結果に基づくものであることを特徴とする請求項17に記載の受信方法。

[19] 前記出現確率は、前記受信された信号の受信処理の過程で得られる該受信処理結果の確からしさに基づくものであることを特徴とする請求項17に記載の受信方法。

[20] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信方法であって、

前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調過程と、

前記復調過程の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号過程と、

を含むことを特徴とする受信方法。

- [21] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、複数の要素符号から成る伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信方法であって、

前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調過程と、

前記要素符号の各々に対応して復号処理を行い、前記復調過程の復調結果を用いて前記復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率として出力する復号過程と、

を含むことを特徴とする受信方法。

- [22] 一の前記復号処理の復号結果の確からしさが反映された前記復調過程の復調結果を、他の前記復号処理に用いることを特徴とする請求項21に記載の受信方法。

- [23] 前記伝送用の符号はターボ符号であり、

前記復号結果の確からしさとして、事後値、外部値、或いは、事後値及び外部値の両方の値を加味した値を用いる、

ことを特徴とする請求項21又は22に記載の受信方法。

- [24] 少なくとも一つの要素符号に対応する復号結果から、若しくはその復号結果を得る過程で、該要素符号が付与するパリティビットの確からしさを求める過程と、

前記パリティビットの確からしさを用いて通信路値を更新する過程と、

を含むことを特徴とする請求項23に記載の受信方法。

- [25] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号とを用いたデジタル信号伝送システムにおいて、

前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、

前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、事後値を前記出現確率としてフィードバックする復号手段と、

を備えたことを特徴とするデジタル信号伝送システム。

- [26] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号とを用いたデジタル信号伝送システムにおいて、

前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、

前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段とを備え、

前記復調手段は、

前記受信信号点の最初の復調時には全てのビットの出現確率が等しいとし、該同一の受信信号点の2回目以降の復調時には前記復号手段からフィードバックされる出現確率を用いる、

ことを特徴とするデジタル信号伝送システム。

- [27] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号とを用いたデジタル信号伝送システムにおいて、

前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、

前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段とを備え、

前記復号手段は、

前記受信信号点の最初の復調時かつ最初の復号時には全てのビットの出現確率が等しいとし、それ以降の該同一の受信信号点の復調時及び復号時には復号処理の過程で得られるビットの確からしさをビットの出現確率として用いる、

ことを特徴とするデジタル信号伝送システム。

- [28] 前記復号手段から前記復調手段にフィードバックされる出現確率は事後値であるこ

とを特徴とする請求項27又は28に記載のデジタル信号伝送システム。

- [29] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信装置において、
前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、
前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、事後値を前記出現確率としてフィードバックする復号手段と、
を備えたことを特徴とする受信装置。
- [30] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信装置において、
前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、
前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段とを備え、
前記復調手段は、
前記受信信号点の最初の復調時には全てのビットの出現確率が等しいとし、該同一の受信信号点の2回目以降の復調時には前記復号手段からフィードバックされる出現確率を用いる、
ことを特徴とする受信装置。
- [31] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、反復復号が可能な伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信装置において、
前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調手段と、
前記復調手段の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号手段とを備え、
前記復号手段は、

前記受信信号点の最初の復調時かつ最初の復号時には全てのビットの出現確率が等しいとし、それ以降の該同一の受信信号点の復調時及び復号時には復号処理の過程で得られるビットの確からしさをビットの出現確率として用いる、
ことを特徴とする受信装置。

[32] 前記復号手段から前記復調手段にフィードバックされる出現確率は事後値であることを特徴とする請求項30又は31に記載の受信装置。

[33] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信方法であって、
前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調過程と、
前記復調過程の復調結果から前記符号の復号処理を行い、事後値を前記出現確率としてフィードバックする復号過程と、
を含むことを特徴とする受信方法。

[34] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信方法であって、
前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調過程と、
前記復調過程の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号過程とを含み、
前記復調過程においては、
前記受信信号点の最初の復調時には全てのビットの出現確率が等しいとし、該同一の受信信号点の2回目以降の復調時には前記復号過程からフィードバックされる出現確率を用いる、
ことを特徴とする受信方法。

[35] 1変調シンボルにつき2ビット以上の情報を有するデジタル変調と、反復復号が可能な伝送用の符号の符号化とを施した信号を受信する受信方法であって、
前記信号が受信されたときの受信信号点と前記デジタル変調の変調シンボルの出

現確率とに基づき、送信された信号を判定する復調過程と、

前記復調過程の復調結果から前記符号の復号処理を行い、その復号処理の過程で得られる復号結果の確からしさを前記出現確率としてフィードバックする復号過程とを含み、

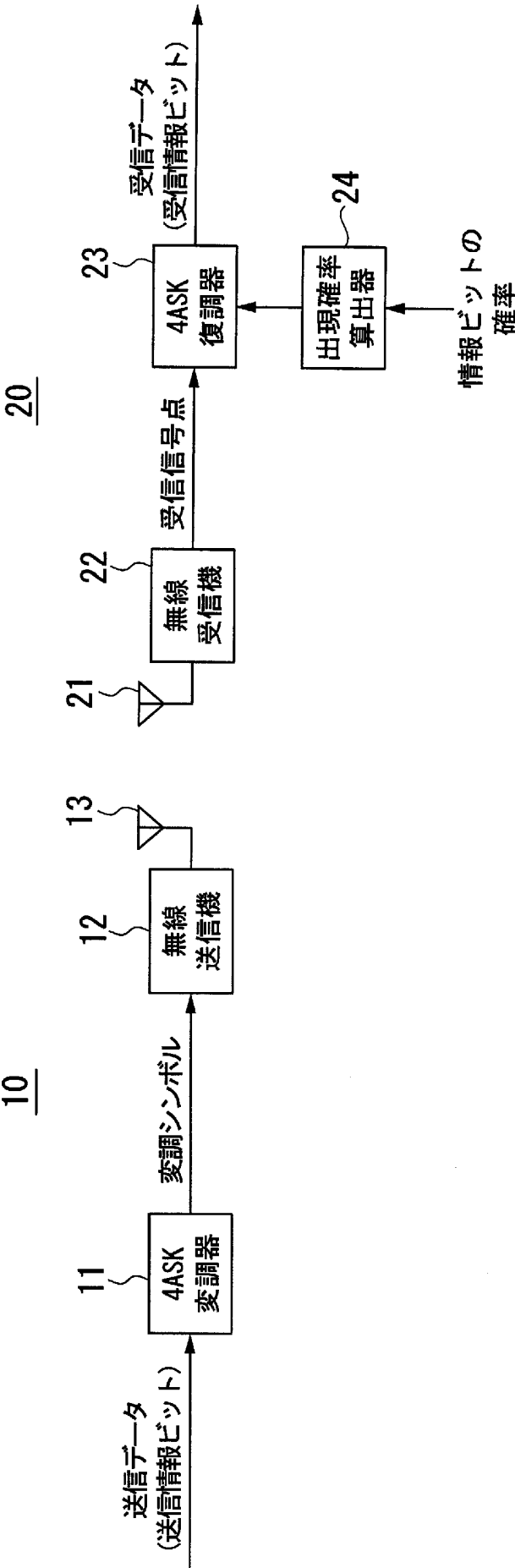
前記復号過程においては、

前記受信信号点の最初の復調時かつ最初の復号時には全てのビットの出現確率が等しいとし、それ以降の該同一の受信信号点の復調時及び復号時には復号処理の過程で得られるビットの確からしさをビットの出現確率として用いる、

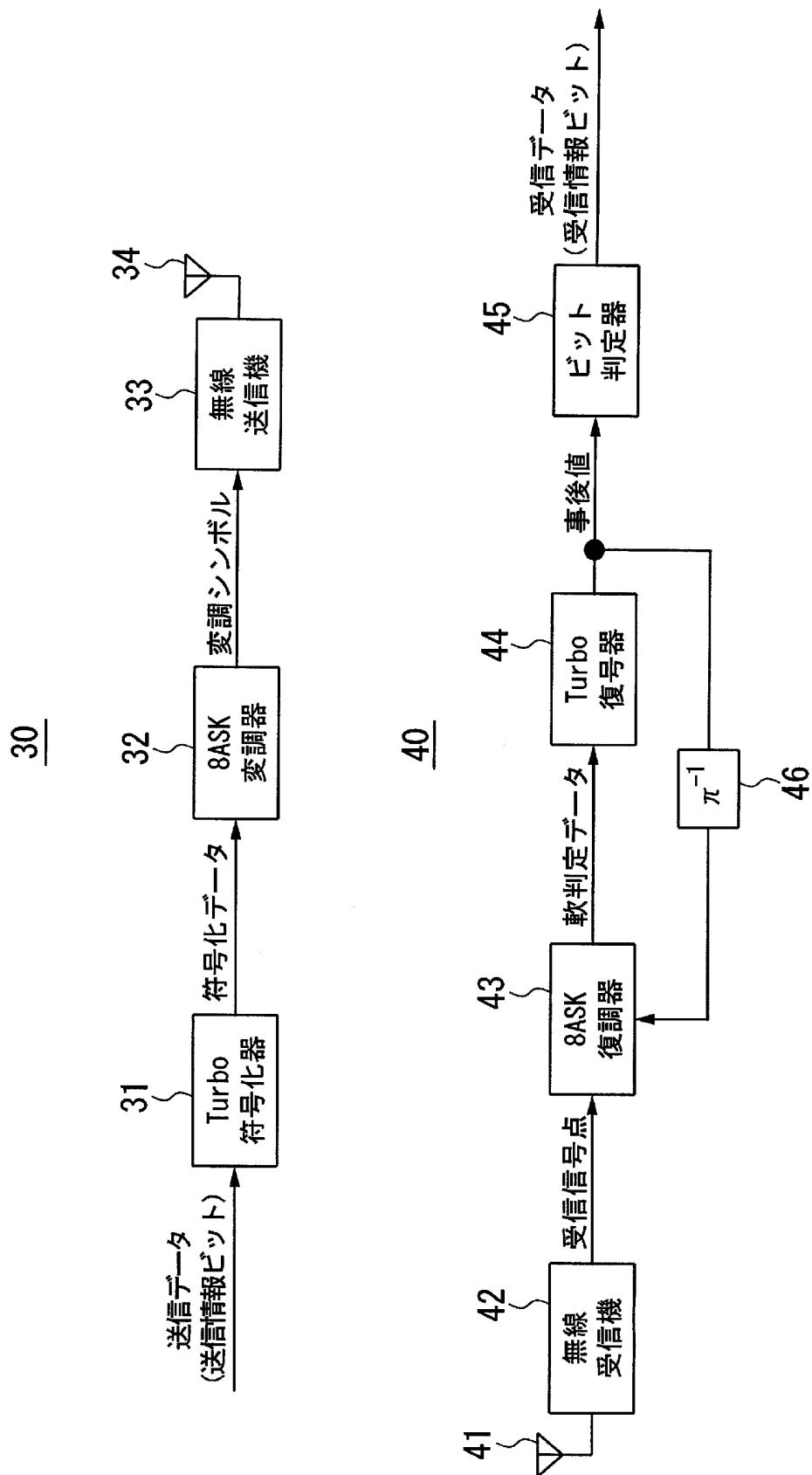
ことを特徴とする受信方法。

- [36] 前記復号過程から前記復調過程にフィードバックされる出現確率は事後値であることを特徴とする請求項34又は35に記載の受信方法。

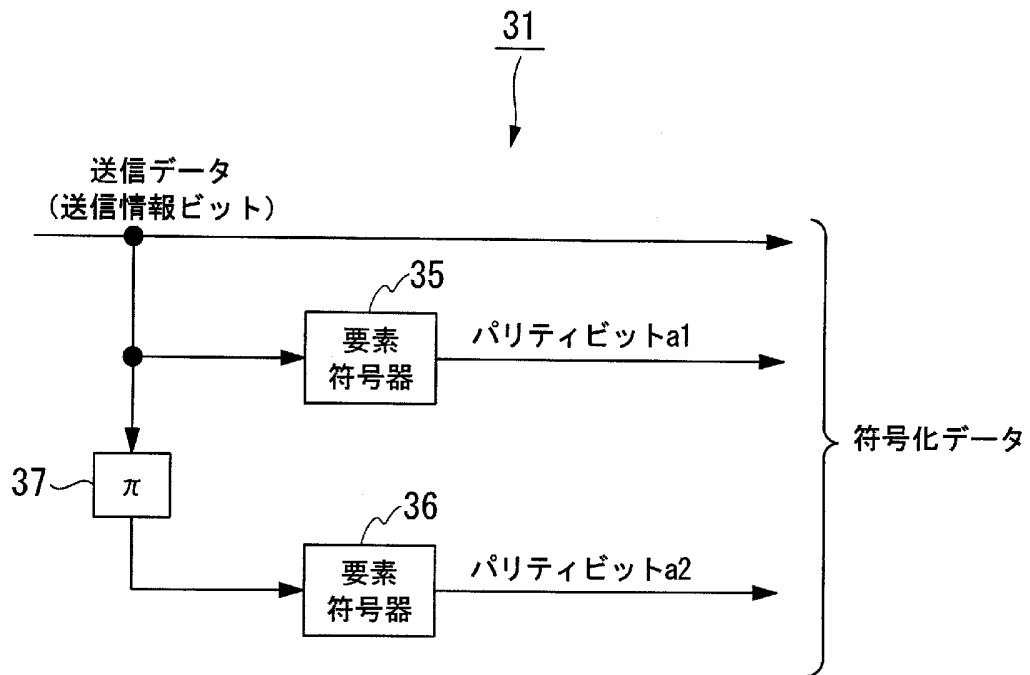
[図1]



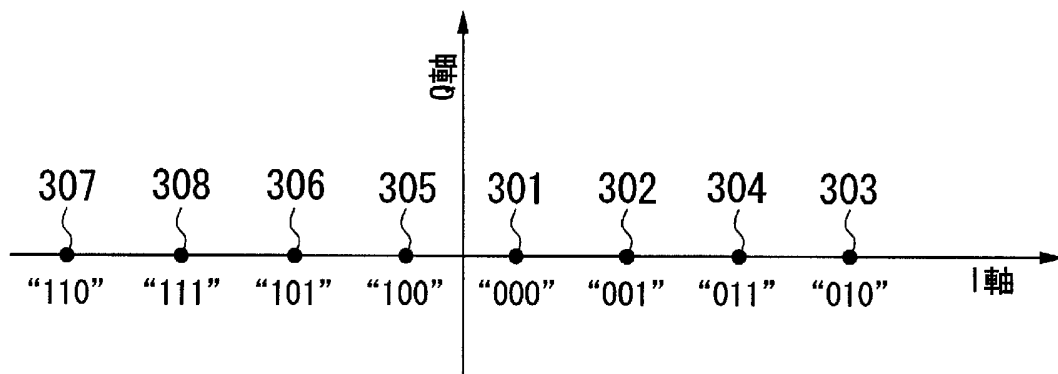
[図2]



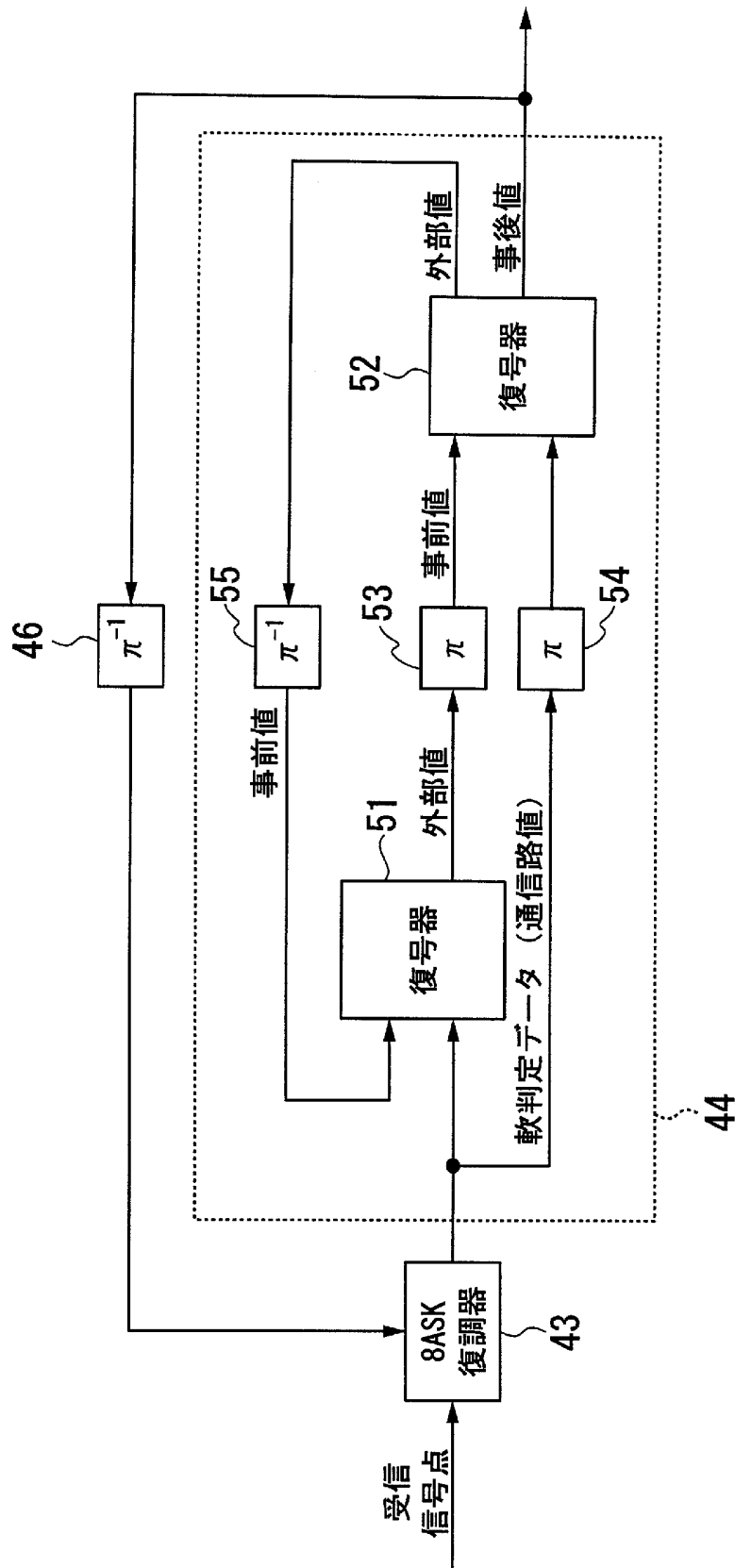
[図3]



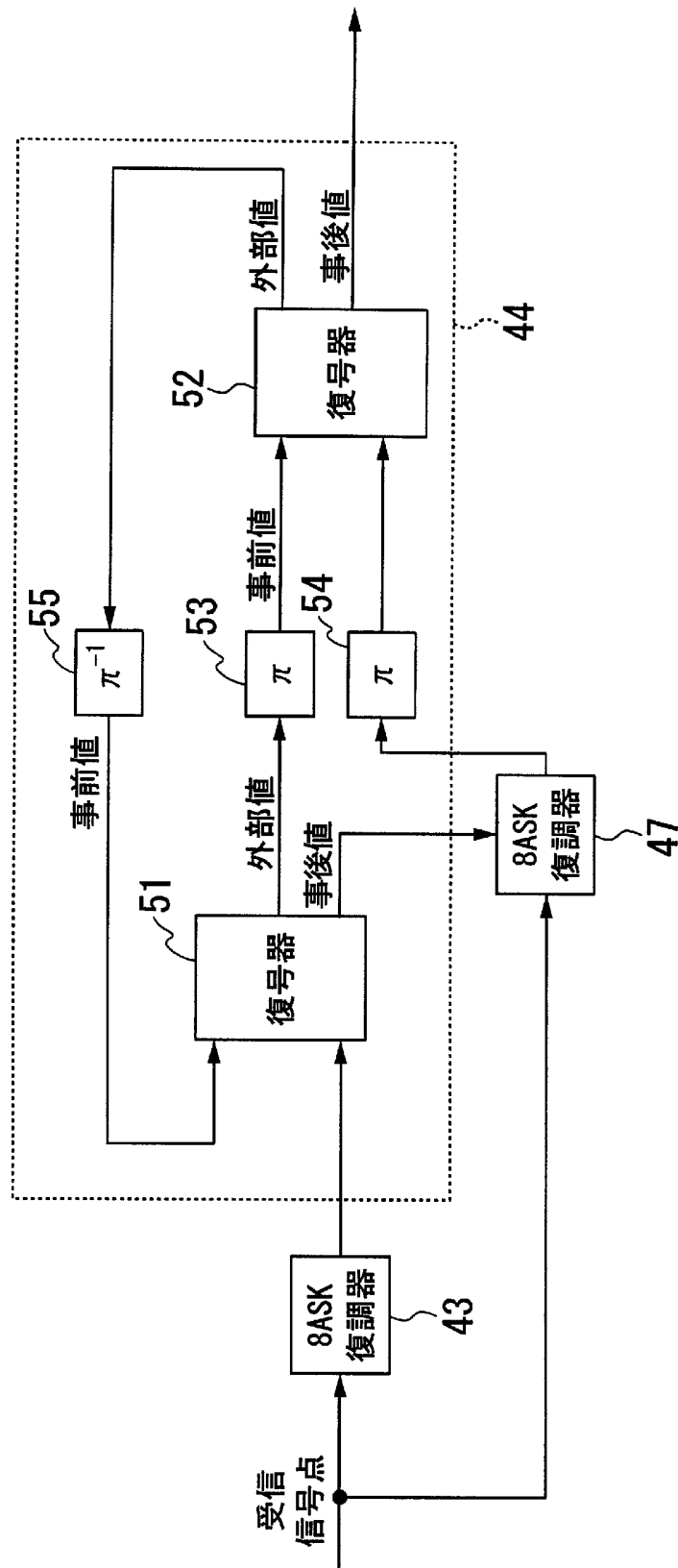
[図4]



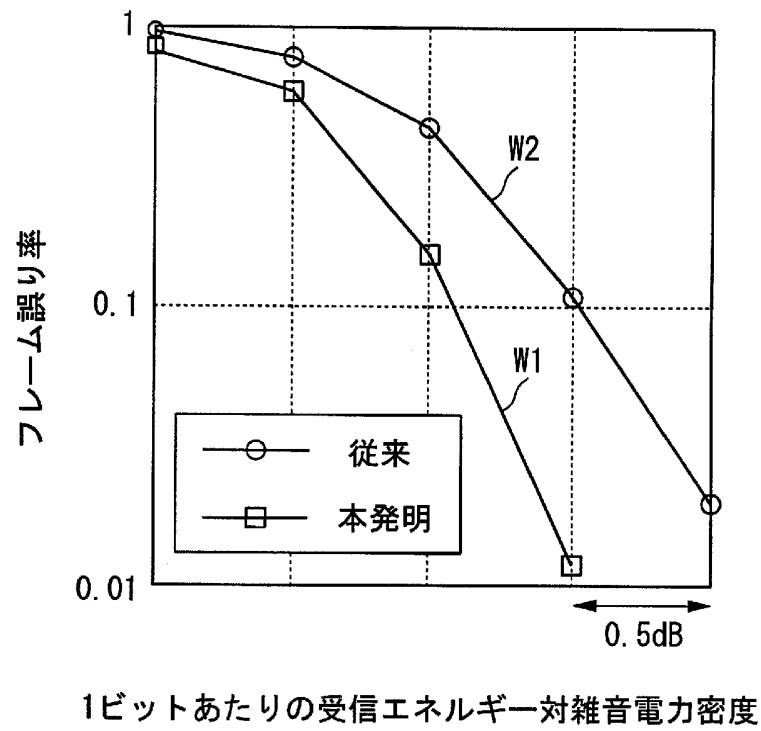
[図5]



[図6]

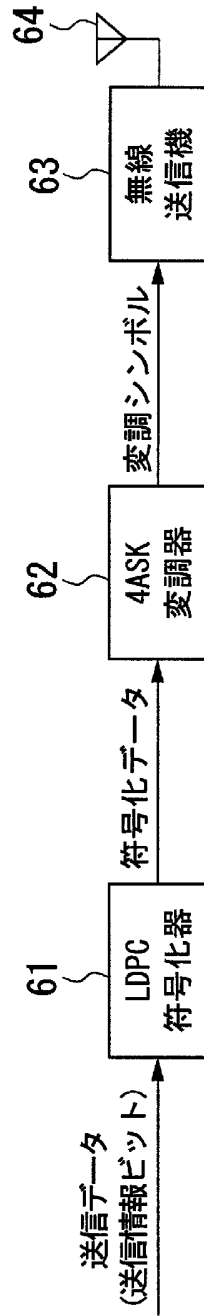


[図8]

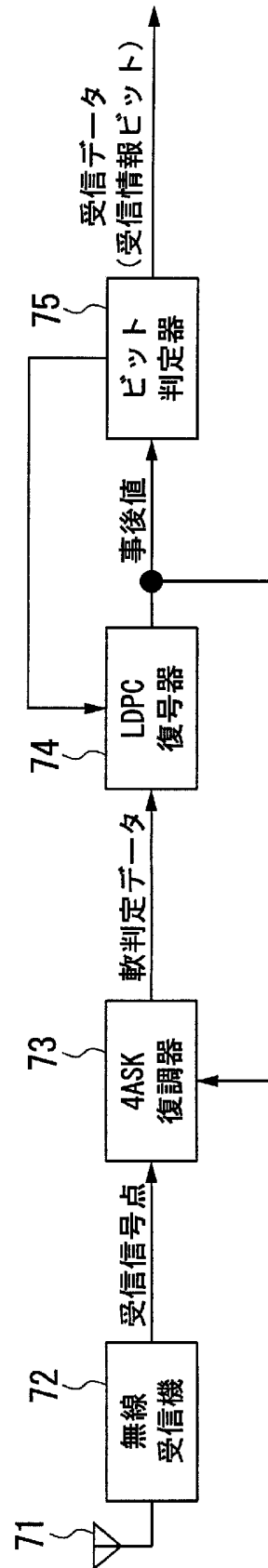


[図9]

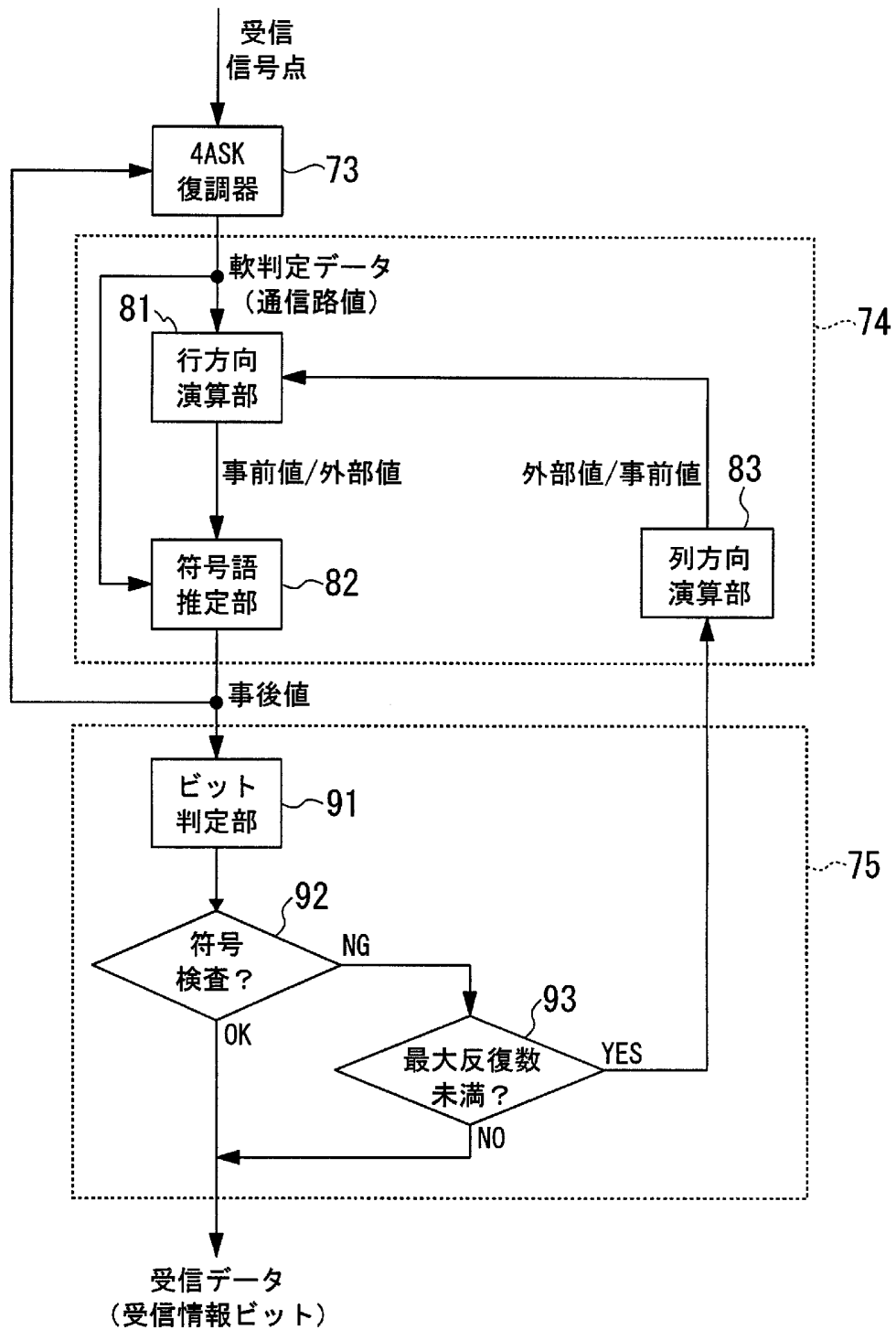
60



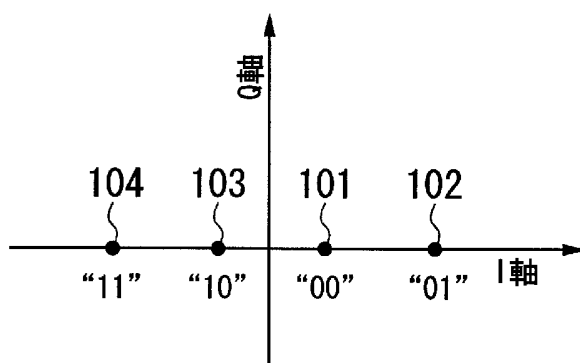
70



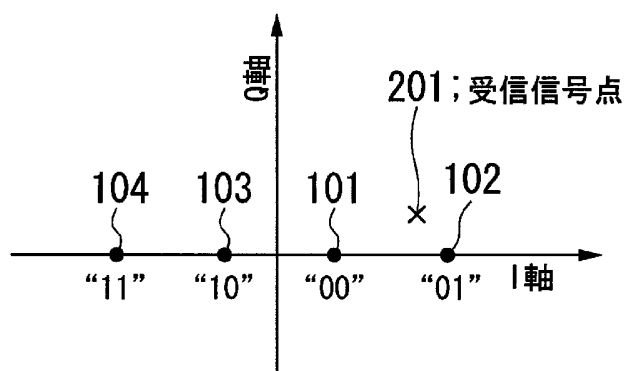
[図10]



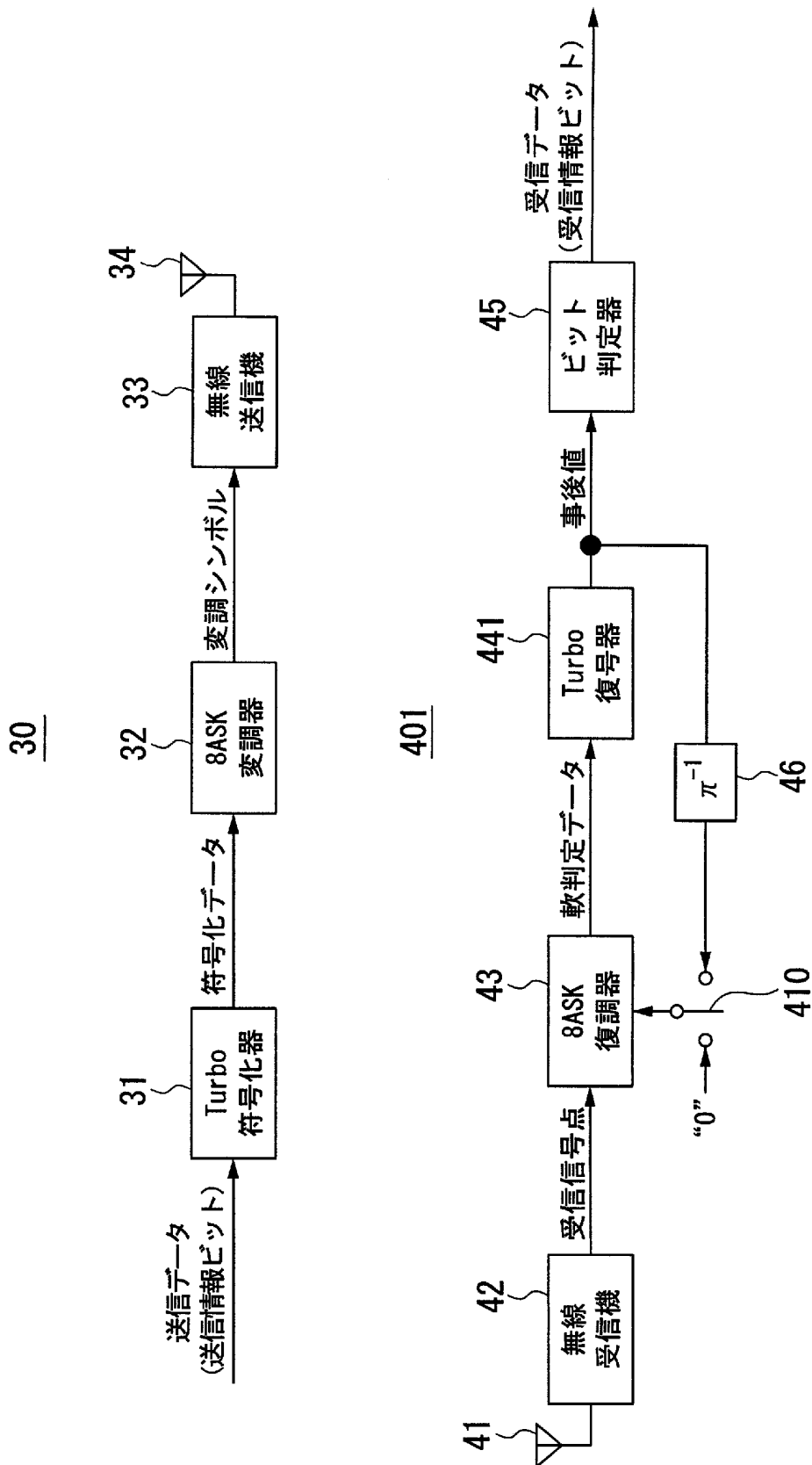
[図11]



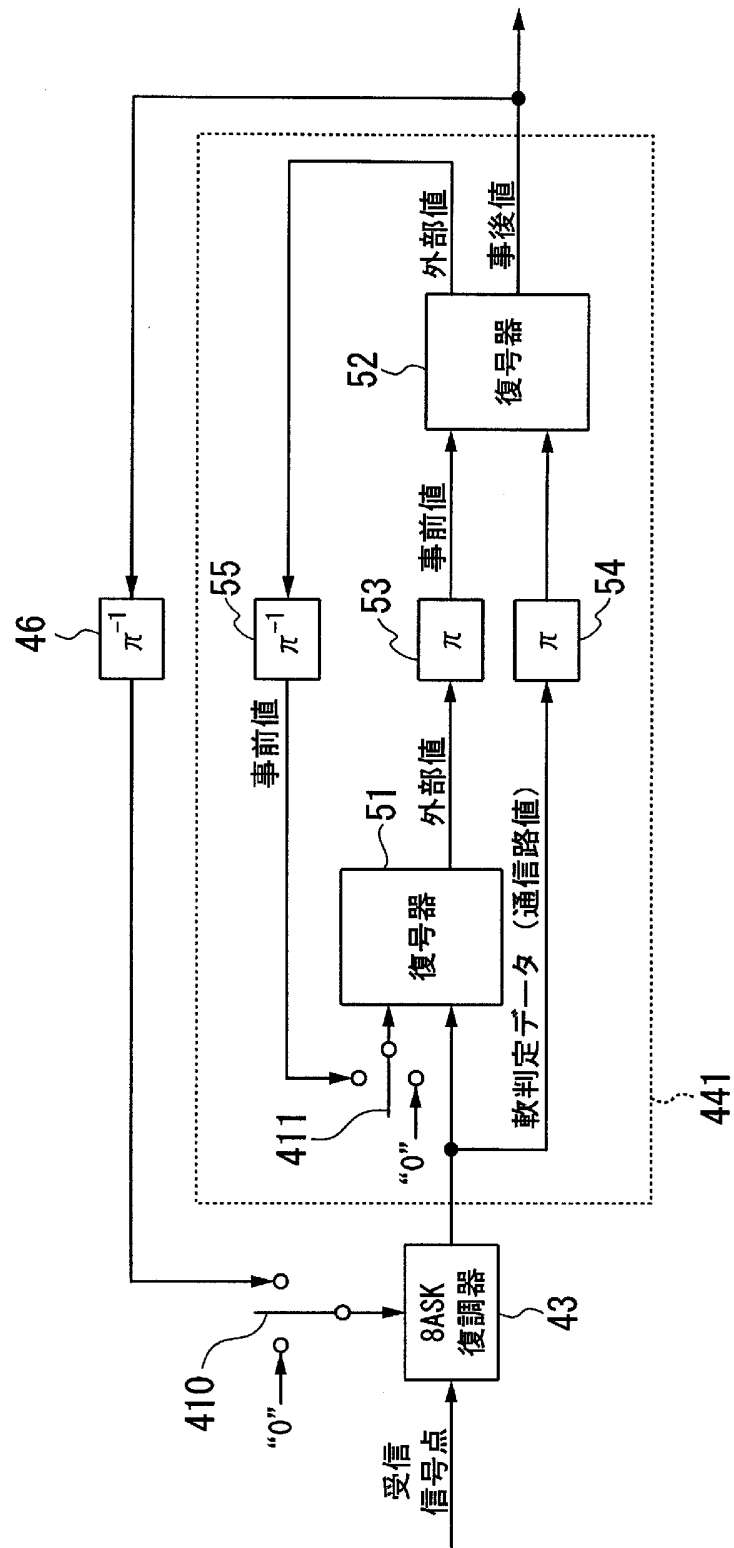
[図12]



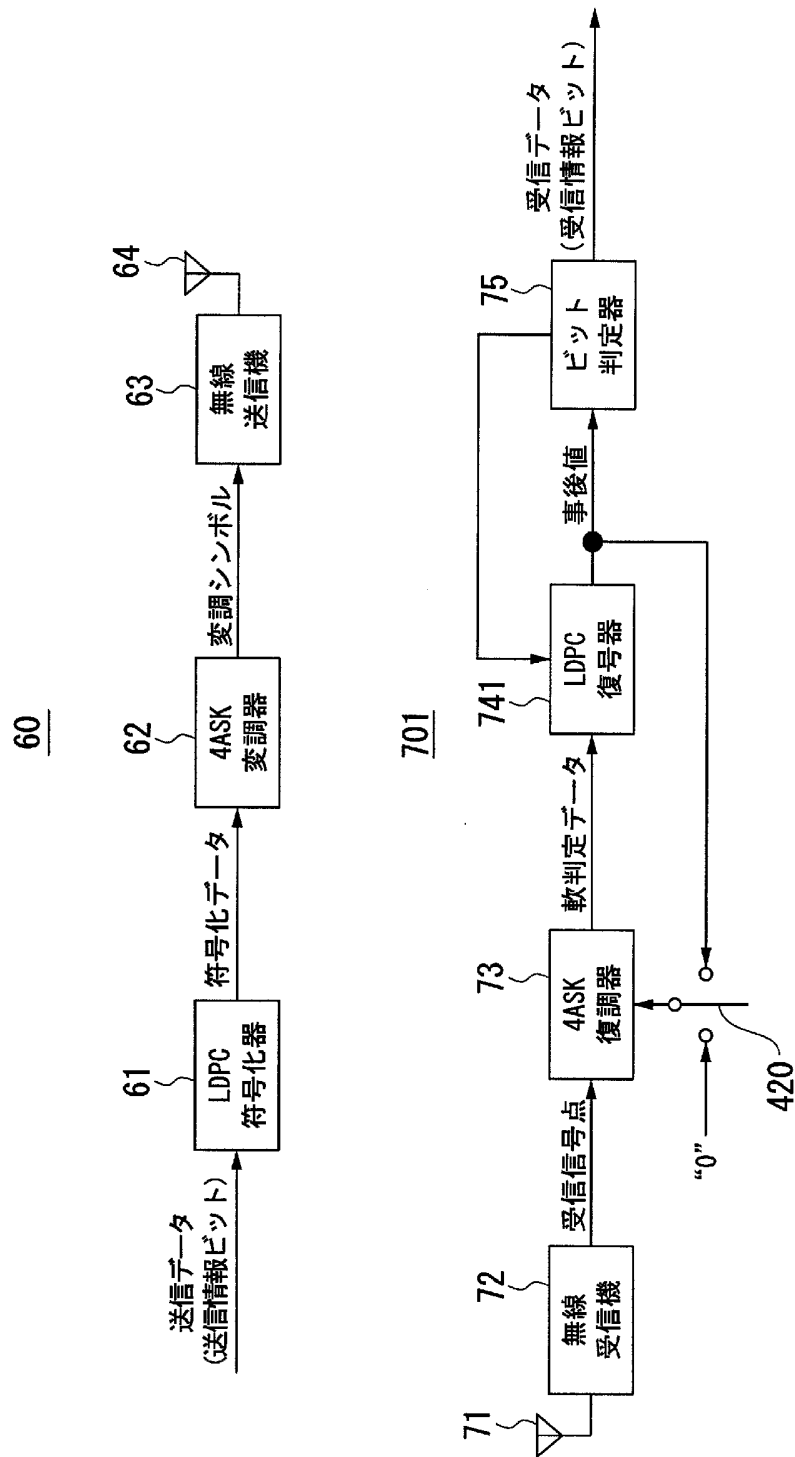
[図13]



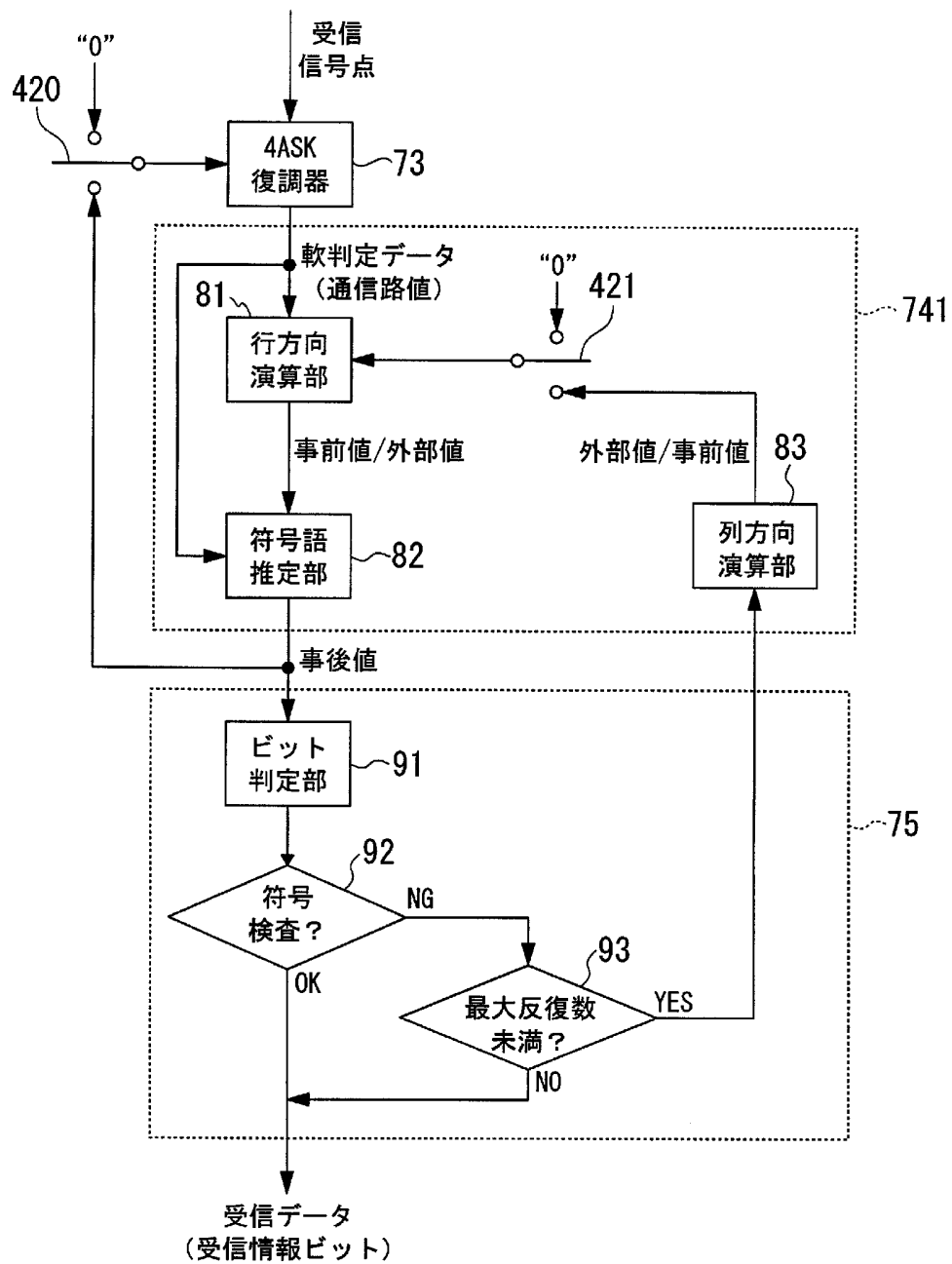
[図14]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/310789

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04L27/06 (2006.01), H03M13/29 (2006.01), H03M13/45 (2006.01), H04L27/22 (2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04L27/06 (2006.01), H03M13/29 (2006.01), H03M13/45 (2006.01), H04L27/22 (2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-249859 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 05 September, 2003 (05.09.03), Figs. 1 to 6; Par. Nos. [0043] to [0048] (Family: none)	1-36
A	JP 1-183245 A (Fujitsu Ltd.), 21 July, 1989 (21.07.89), Full text; all drawings (Family: none)	1-36
A	JP 10-56483 A (Ricoh Co., Ltd.), 24 February, 1998 (24.02.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-36
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 13 July, 2006 (13.07.06)		Date of mailing of the international search report 25 July, 2006 (25.07.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/310789

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-260712 A (Mitsubishi Electric Corp.), 16 September, 2004 (16.09.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-36
A	JP 2002-190744 A (Sony Corp.), 05 July, 2002 (05.07.02), Claim 1; Fig. 3 (Family: none)	26-36

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H04L27/06(2006.01), H03M13/29(2006.01), H03M13/45(2006.01), H04L27/22(2006.01)			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H04L27/06(2006.01), H03M13/29(2006.01), H03M13/45(2006.01), H04L27/22(2006.01)			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1922-1996年 1971-2006年 1996-2006年 1994-2006年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	JP 2003-249859 A（三洋電機株式会社）2003.09.05, 【図1】－【図6】, 【0043】－【0048】（ファミリーなし）	1-36	
A	JP 1-183245 A（富士通株式会社）1989.07.21, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-36	
A	JP 10-56483 A（株式会社リコー）1998.02.24, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-36	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 13.07.2006		国際調査報告の発送日 25.07.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 藤井 浩 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	5K 8625

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2004-260712 A (三菱電機株式会社) 2004. 09. 16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-36
A	JP 2002-190744 A (ソニー株式会社) 2002. 07. 05, 【請求項 1】, 【図 3】 (ファミリーなし)	26-36