

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年8月18日(18.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/129256 A1

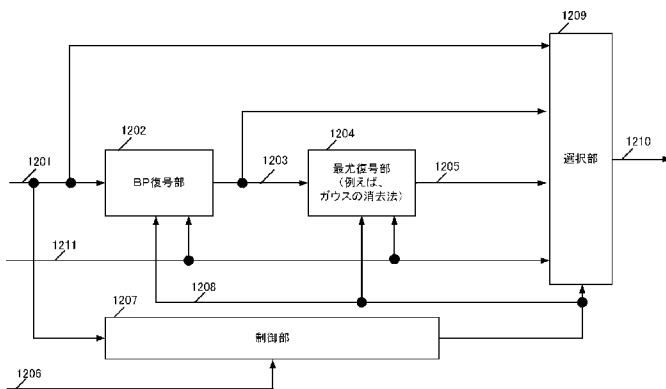
- (51) 国際特許分類:
H03M 13/39 (2006.01) H03M 13/37 (2006.01)
H03M 13/19 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/000574
- (22) 国際出願日: 2016年2月4日(04.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-024242 2015年2月10日(10.02.2015) JP
特願 2015-139840 2015年7月13日(13.07.2015) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 村上 豊(MURAKAMI, Yutaka). 木村 知弘(KIMURA, Tomohiro). 大内 幹博(OUCHI, Mikihiro).
- (74) 代理人: 鎌田 健司, 外(KAMATA, Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号パナソニックIPマネジメント株式会社内 Osaka (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: TRANSMITTING METHOD, TRANSMITTING DEVICE, RECEIVING METHOD AND RECEIVING DEVICE

(54) 発明の名称: 送信方法、送信装置、受信方法、受信装置



1202 BP decoding unit
1204 Maximum likelihood decoding unit (for example, Gaussian elimination)
1207 Control unit
1209 Selecting unit

(57) Abstract: A decoding device includes: a BP decoding unit which subjects an input signal to BP decoding; a maximum likelihood decoding unit which subjects the BP-decoded signal to maximum likelihood decoding; and a selecting unit which selects either the input signal, the BP-decoded signal, or the maximum likelihood-decoded signal. Adopting this configuration makes it possible, by causing the decoding unit to operate as appropriate in accordance with the quality of data, for example, to reduce the scale of computations that are performed, and to reduce power consumption.

(57) 要約: 復号装置は、入力信号に対してBP復号を行うBP復号部と、前記BP復号された信号に対して、最尤復号を行う最尤復号部と、前記入力信号、前記BP復号された信号、前記最尤復号された信号のいずれかを選択する選択部と、を含む。この構成により、データの品質などにより、適宜、復号部を動作させることで、演算規模を削減し、消費電力を低減することができる。



WO 2016/129256 A1

明 細 書

発明の名称：送信方法、送信装置、受信方法、受信装置

技術分野

[0001] 本開示は、例えば、低密度パリティ検査符号（LDPC符号：Low Density Parity Check codes）を用いて、消失訂正符号化を行い、信号を送信する送信方法、送信装置、および、その信号を受信する受信方法、および受信装置に関する。

背景技術

[0002] 動画ストリーミングなどのアプリケーションは、アプリケーションレベルで許容困難なほどの多数のパケットを消失した場合に、アプリケーションレベルでの品質を確保するために、アプリケーションレイヤーレベルで誤り（消失）訂正符号を導入する。例えば、非特許文献1では、アプリケーションは、アプリケーションレイヤーレベルの誤り（消失）訂正符号としてLDPC符号を導入することを想定した検討を行っている。非特許文献1は、受信装置における復号方法として、BP（Belief Propagation）復号とガウス消去法を組み合わせた復号方法を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2013/031556号
特許文献2：特開2012-120140号公報
特許文献3：特開2012-129579号公報

非特許文献

[0004] 非特許文献1：室津邦孝、和田山正、山北次郎、「BPとガウス消去法を組み合わせたLDPC符号の消失誤り訂正法」、The 27th Symposium on Information Theory and Its Applications (SITA 2004), Dec. 14-17, 2004.

発明の概要

[0005] 非特許文献1は、BP復号とガウス消去法を組み合わせた復号方法として

、以下を開示している。

- [0006] (ステップ1) 受信装置は、消失を含むベクトル(受信ベクトル)を生成する。
- [0007] (ステップ2) 受信装置は、BP復号の一つであるsum-product復号法により復号を行う。
- [0008] (ステップ3) 受信装置は、復号不可能の場合に限りガウス消去法に基づく復号法を適用する。
- [0009] (ステップ4) 受信装置は、ガウス消去法に基づく復号法を利用しても復号不可能となったブロックを最終的な復号不可能ブロックとする。
- [0010] そして、受信装置は、各誤り(消失)訂正符号のブロックでは、以上の復号方法を実施する。
- [0011] しかし、受信装置は、上述の復号方法を用いて復号を行った場合、受信装置での演算コストを考慮して、復号の制御を行っていないため、大きい消費電力に対して処理が必要である。
- [0012] 本開示の非限定的な実施例は、受信装置での演算コストを考慮し、より精細な制御を行うことで、演算コストの低い復号を実現し、受信装置の消費電力を小さくすることができる復号装置を提供し、また、送信装置で、消失訂正符号の性質に適した送信方法を適用することで、高いデータの受信品質を実現する柔軟なシステムを提供することである。
- [0013] 本開示の一態様に係る復号装置は、入力信号に対してBP復号を行うBP復号部と、前記BP復号された信号に対して、最尤復号を行う最尤復号部と、前記入力信号、前記BP復号された信号、前記最尤復号された信号のいずれかを選択する選択部と、を含む構成を採る。
- [0014] これらの概括的かつ特定の態様は、システム、装置及び方法の任意の組み合わせにより実現してもよい。
- [0015] 本開示の一態様によれば、受信装置での演算コストを考慮し、より精細な制御を行うことで、演算コストの低い復号を実現し、受信装置の消費電力を小さくすることができる復号装置を提供し、また、送信装置で、消失訂正符

号の性質に適した送信方法を適用することで、高いデータの受信品質を実現する柔軟なシステムを提供することができる。

[0016] 本開示の一態様における更なる利点および効果は、明細書および図面から明らかにされる。かかる利点および／または効果は、いくつかの実施形態並びに明細書および図面に記載された特徴によってそれぞれ提供されるが、1つまたはそれ以上の同一の特徴を得るために必ずしも全てが提供される必要はない。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]送信局と端末の関係の一例を示す図
[図2]送信装置の構成の一例を示す図
[図3]受信装置の構成の一例を示す図
[図4]送信装置の誤り訂正符号化方法に関連する部分の構成の一例を示す図
[図5]送信装置の誤り訂正符号化方法に関連する部分の構成の一例を示す図
[図6]パケットの構成の一例を示す図
[図7]フレームの構成の一例を示す図
[図8]誤り検出符号付加部および制御情報付加部の構成の一例を示す図
[図9]送信局の送信装置が送信する変調信号のフレーム構成の一例を示す図
[図10]パケット（またはフレーム）処理部の構成の一例を示す図
[図11]誤り検出の動作を説明する図
[図12]パケットレベル復号部の構成の一例を示す図
[図13]パケットレベル復号部の基本動作の一例を示すフローチャート
[図14]パケットレベル復号部の動作の一例を示すフローチャート
[図15]パケットレベル復号部の動作の一例を示すフローチャート
[図16]図13、図14、図15の動作の開始前の処理の一例を示すフローチャート
[図17]パケットレベル復号部の動作の一例を示すフローチャート
[図18]端末の画面に表示される設定項目の一例を示す図
[図19]パケットレベルの復号の決定方法の一例を示すフローチャート

- [図20]パケットレベルの復号の決定方法の一例を示すフローチャート
- [図21]パケットレベル復号部の構成の一例を示す図
- [図22]送信装置の誤り訂正符号化方法に関連する部分の構成の一例を示す図
- [図23]送信装置の誤り訂正符号化方法を説明する図
- [図24]パケット（またはフレーム）処理部の構成の一例を示す図
- [図25]パケットレベル復号部の動作の一例を示すフローチャート
- [図26]パケットレベル復号部の動作の一例を示すフローチャート
- [図27]送信装置の構成の一例を示す図
- [図28]図 2 7 の物理層誤り訂正符号化部の入力となるパケットの時間軸におけるパケット構成の一例を示す図
- [図29]図 2 7 の物理層誤り訂正符号化部が出力する誤り訂正符号化後のデータの時間軸における出力の様子を示す図
- [図30]図 2 7 の物理層誤り訂正符号化部が出力する誤り訂正符号化後のデータの時間軸における出力の様子を示す図
- [図31]送信局の送信装置が送信する変調信号のフレーム構成の一例を示す図
- [図32]受信装置の構成の一例を示す図
- [図33]実施の形態 4 におけるシステム構成の例を示す図
- [図34]中継器の構成の一例を示す図
- [図35]図 3 4 の中継器の受信装置の構成の一例を示す図
- [図36]送信装置の誤り訂正符号化方法を説明する図
- [図37]図 3 3 の中継器が図 3 6 の第 k 番目のパケット群を受信した場合の受信状態の一例を示す図
- [図38]図 3 4 の中継器の送信装置の構成の一例を示す図
- [図39]送信局の誤り訂正符号化方法を説明する図
- [図40]図 3 3 の中継器が図 3 9 の第 k 番目のパケット群を受信した場合の受信状態の一例を示す図
- [図41]消失訂正複合の機能を実現したソフトウェアを提供する方法の一例を示す図

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本開示の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

[0019] (B P 復号とガウスの消去法について)

(実施の形態 1)

図 1 は、本実施の形態における送信局と端末の関係の一例を示している。図 1 において、例えば、送信局 101 は、端末 102 A、端末 102 B、
・・・、端末 102 Z に対し、つまり、複数の端末に対し（一つの端末であってもよい。）、同一の情報を含むデータを送信している。

[0020] 図 2 は、図 1 の送信局の送信装置 101 の構成の一例を示す。

[0021] パケット（またはフレーム）処理部 202 は、情報 201 および制御信号 211 を入力とし、情報 201 に対して、制御信号 211 にしたがったパケット（またはフレーム）処理を施し、パケット（またはフレーム）処理後のデータ 203 を出力する。なお、詳細の動作については、後で説明する。

[0022] 物理層誤り訂正符号化部 204 は、パケット（またはフレーム）処理後のデータ 203、および、制御信号 211 を入力とし、データ 203 に対して、制御信号 211 にしたがった誤り訂正符号の方式（具体的な誤り訂正符号、符号化率）の符号化を行い、誤り訂正符号化後のデータ 205 を出力する。

[0023] 変調部 206 は、誤り訂正符号化後のデータ 205、および、制御信号 211 を入力とし、制御信号 211 にしたがった変調方式で変調を行い、ベースバンド信号 207 を出力する。

[0024] 送信部 208 は、ベースバンド信号 207、および、制御信号 211 を入力とし、ベースバンド信号 207 に対して、制御信号 211 にしたがった伝送方法に基づいた信号処理を施し、変調信号 209 を出力し、変調信号 209 はアンテナ 210 から例えば電波として出力する。そして、変調信号 209 で伝送されているデータは、端末に届けられる。

[0025] なお、上述の説明では、送信装置は、一つの変調信号を送信する例で説明しているが、本開示はこれに限ったものではなく、特許文献 1、特許文献 2

などに示されている、複数の変調信号を複数のアンテナを用いて、同一時刻、同一周波数を用いて送信する送信方法を用いてもよい。また、送信装置は、伝送方法として、シングルキャリア方式、OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) 方式などのマルチキャリア方式、スペクトル拡散通信方式などを用いてもよい。加えて、図2では、送信局101は、無線での伝送を例で説明しているが、ケーブル等の有線による伝送方法を用いてもよい。

[0026] 図3は、図1の端末の受信装置の構成例を示す。アンテナ301は送信局101が送信した変調信号を受信し、受信部303に出力する。受信部303は、アンテナ301で受信した受信信号302に対して周波数変換、直交復調等の処理を施し、ベースバンド信号304を出力する。

[0027] 時間及び周波数同期部305は、ベースバンド信号304に含まれる、例えば、プリアンプル、パイロットシンボル、リファレンスシンボルなどを抽出し、時間同期、周波数同期、周波数オフセット推定等を行い、同期信号306を出力する。

[0028] チャンネル推定部307は、ベースバンド信号304に含まれる、例えば、プリアンプル、パイロットシンボル、リファレンスシンボルなどを抽出し、伝搬路の状態の推定（チャンネル推定）を行い、チャンネル推定信号308を出力する。

[0029] 制御情報抽出部309は、ベースバンド信号304に含まれる制御情報シンボルを抽出し、制御情報シンボルの復調、誤り訂正復号等の処理を行い、制御情報信号310を出力する。

[0030] 復調部311は、ベースバンド信号304、同期信号306、チャンネル推定信号308、制御情報信号310を入力とし、制御情報信号310に含まれる変調信号の情報に基づき、ベースバンド信号304を同期信号306、チャンネル推定信号308を利用して復調し、各ビットの対数尤度比を求め、対数尤度比信号312を出力する。なお、復調部311の動作については、特許文献2、特許文献3などに記載されている。

- [0031] 物理層誤り訂正復号部 313 は、対数尤度比信号 312、制御情報信号 310 を入力とし、制御情報信号 310 に含まれる誤り訂正符号に関する情報（例えば、誤り訂正符号の情報、符号長（ブロック長）、符号化率など）に基づき、対数尤度比信号 312 に対して、誤り訂正復号を行い、受信データ 314 を出力する。
- [0032] パケット（またはフレーム）処理部 315 は、物理層誤り訂正復号 313 により処理された受信データ 314、制御情報信号 310、制御信号 322 を入力とし、制御情報信号 310 の情報に基づき、受信データ 314 に対してパケット（またはフレーム）の処理を行い、パケット（またはフレーム）処理後のデータ 316 を出力する。なお、パケット（またはフレーム）処理部 315 は、制御信号 322 に基づき、復号のアルゴリズムを変更してもよい。そして、パケット（またはフレーム）処理部 315 は、誤りの発生状況などの状態情報 317 を出力する。詳細の動作については、後で詳しく説明する。
- [0033] 上述の説明において、無線による伝送を例に説明しているが、本開示はケーブル等の有線による伝送方法を用いてもよい。また、本開示は、一つの変調信号を送信する例で説明しているが、これに限ったものではなく、特許文献 1、特許文献 2 などに示されている、複数の変調信号を複数のアンテナを用いて、同一時刻、同一周波数を用いて送信する送信方法を用いてもよい。また、本開示は、伝送方法として、シングルキャリア方式、OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) 方式などのマルチキャリア方式、スペクトル拡散通信方式などを用いているため、これに対応する処理が、各部で行われる。
- [0034] デコーダ 382 は、データ 316 に対して、映像及びオーディオのデコードを行い、映像信号 383、オーディオ信号 385 を出力する。映像信号 383 は、表示部 384 に出力される、または、外部出力端子から出力される。また、オーディオ信号 385 は、スピーカ 386 から音として出力される、または、外部出力端子から出力される。

- [0035] 解析部318は、状態情報317を入力とし、状態情報の解析を行い、例えば、推奨するパケットレベルの復号方法（パケット（または）フレーム処理部で行う誤り（消失）訂正復号の方法）に関する情報319を出力する。表示部384は、「推奨するパケットレベルの復号方法」を表示する。詳細については後で説明する。
- [0036] また、制御部321は、設定情報320を入力とし、例えば、表示部384を用いて、パケットレベルの復号方法に関する詳細な設定を行う。そして、制御部321は、設定情報320に基づき、制御信号322を生成し、出力する。
- [0037] （パケットまたはフレームレベルの符号化の説明）
図4は、送信局101において、パケットまたはフレーム消失が発生した場合に、パケットまたはフレームを復元するための誤り（消失）訂正符号化方法に関連する送信装置の一部の構成を示す。ここでは、「パケットレベルでの誤り（消失）訂正符号化」と呼ぶ。ただし、呼び方はこれに限ったものではない。なお、図4の構成は、送信局101において、図2に示したパケット（またはフレーム）処理部202に含まれる。
- [0038] パケット生成部402は、情報401、制御情報信号414を入力とし、制御情報信号414に含まれる、パケットサイズ（1パケットを構成するビット数）に関する情報に基づいて、情報パケット403を出力する。なお、図4では、パケット生成部402は、情報パケット#1、情報パケット#2、・・・、情報パケット#(n-1)、情報パケット#n（つまり、情報パケット#k（kは1以上n以下の整数である。（nは2以上の整数とする。）））を生成する。また、情報パケット#1から#nを生成するための情報のビット数が不足した場合、パケット生成部402は、例えば、既知のデータを挿入することにより、情報パケット#1から#nを生成する（なお、情報パケットは複数のビットで構成されている）。
- [0039] 並び替え部404は、情報パケット403、制御情報信号414を入力とし、制御情報信号414に含まれる並び替え方法の情報に基づき、情報パケ

ット403の並び替えを行い、並び替え後のデータ系列405を出力する。
なお、並び替え部404は、必ずしも並び替えを行わなくてもよい。例えば、並び替え部404は、情報パケット#1から#nを入力とし、情報パケット#1から#nを構成するビット系列の範囲内で、並び替えを行う。

[0040] 符号化部406は、並び替え後のデータ系列405、制御情報信号414を入力とし、並び替え後のデータ系列405に対して、制御情報414に含まれる誤り（消失）訂正符号化方式（例えば、使用する誤り（消失）訂正符号化方式の情報、符号長（ブロック長）、符号化率など）に基づいた符号化を行い、パリティパケット407を出力する。なお、図4では、符号化部406は、パリティパケット#1、パリティパケット#2、・・・、パリティパケット#(h-1)、パリティパケット#h（つまり、パリティパケット#k（kは1以上h以下の整数である。（hは1以上の整数である。）））を生成する（なお、パリティパケットは複数のビットで構成されている）。

[0041] 誤り検出符号付加部408は、パリティパケット407を入力とし、パケット単位で誤り検出するために、例えば、CRC（Cyclic Redundancy Check）を付加し、CRC付加後のパリティパケット409を出力する。このため、受信装置は、CRCを付加することで、パケット内のデータが全て正しいか、あるいは、パケットが欠損したかの判断を行うことができる。

[0042] なお、CRCを例に説明したが、誤り検出符号付加部410は、パケット内のデータが全て正しいか、あるいは、パケットが欠損したかの判断ができるブロック符号、検査符号であれば、どのような符号を用いてもよい。

[0043] 図4では、誤り検出符号付加部408は、CRC付加後のパリティパケット#1、CRC付加後のパリティパケット#2、・・・、CRC付加後のパリティパケット#(h-1)、CRC付加後のパリティパケット#h（CRC付加後のパリティパケット#k（kは1以上h以下の整数である。（hは1以上の整数である。）））を生成する。

[0044] 同様に、誤り検出符号付加部410は、情報パケット403を入力とし、パケット単位で誤り検出するために、例えば、CRCを付加し、CRC付加

後の情報パケット411を出力する。このため、受信装置は、CRCを付加することで、パケット内のデータが全て正しいか、あるいは、パケットが欠損したかの判断を行うことができる。

[0045] なお、CRCを例に説明したが、誤り検出符号付加部410は、パケット内のデータが全て正しいか、あるいは、パケットが欠損したかの判断が可能となるブロック符号、検査符号であれば、どのような符号を用いてもよい。

[0046] 図4では、誤り検出符号付加部410は、CRC付加後の情報パケット#1、CRC付加後の情報パケット#2、・・・、CRC付加後の情報パケット#(n-1)、CRC付加後の情報パケット#n(つまり、CRC付加後の情報パケット#k(kは1以上n以下の整数である。(nは2以上の整数である。)))を生成する。

[0047] パケット並び替え部412は、CRC付加後のパリティパケット409、CRC付加後の情報パケット411を入力とし、パケットの並び替えを行い、並び替え後のパケット413を出力する。

[0048] なお、図4における情報401は、制御情報(例えば、情報の種類の情報、映像符号化の符号化方式の情報(フレームレート、圧縮率、圧縮方法)など(ただし、これに限ったものではない。))を含んでもよい。

[0049] 図5は、送信局101において、パケットまたはフレーム損失が発生した場合に、パケットまたはフレームを復元するための誤り(消失)訂正符号化方法に関連する送信装置の一部の、図4とは別の構成を示す。なお、図5の構成は、図2に示した送信装置において、パケット(またはフレーム)処理部202に含まれる。

[0050] 並び替え部502は、情報501、制御情報信号510を入力とし、制御情報信号510に含まれる並び替え方法の情報に基づき、情報501のデータの並び替えを行い、並び替え後の情報503を出力する。

[0051] 符号化部504は、並び替え後の情報503、制御情報信号510を入力とし、並び替え後の情報503に対して、制御情報510に含まれる誤り(消失)訂正符号化方式(例えば、使用する誤り(消失)訂正符号化方式の情

報、符号長（ブロック長）、符号化率など）に基づいた符号化を行い、符号化後のデータ505を出力する。この場合、符号化に使用する符号は、組織符号（符号語に情報系列がそのままの形で含まれる符号）、非組織符号いずれであってもよい。

[0052] パケット生成部506は、符号化後のデータ505、制御情報信号510を入力とし、制御情報信号503に含まれる、パケットサイズ（1パケットを構成するビット数）に関する情報に基づいて、符号化後のデータ505をパケット化し、パケット507を出力とする。なお、図5の例では、パケット生成部506は、パケット#1、パケット#2、・・・、パケット#(m-1)、情報パケット#m（つまり、パケット#k（kは1以上m以下の整数である。（mは2以上の整数である。）））を生成する。また、パケット#1から#mを生成するための情報のビット数が不足していた場合、符号化部504は、例えば既知のデータを挿入することにより、符号化を行う。

[0053] 誤り検出符号付加部508は、パケット507を入力とし、パケット単位で誤り検出するために、例えば、CRCを付加し、CRC付加後のパケット509を出力する。このため、受信装置は、CRCを付加することで、パケット内のデータが全て正しいか、あるいは、パケットが欠損したかの判断を行うことができる。

[0054] なお、CRCを例に説明したが、誤り検出符号付加部508は、パケット内のデータが全て正しいか、あるいは、パケットが欠損したかの判断ができるブロック符号、検査符号であれば、どのような符号を用いてもよい。

[0055] なお、図5では、誤り検出符号付加部508は、CRC付加後のパケット#1、CRC付加後のパケット#2、・・・、CRC付加後のパケット#(m-1)、CRC付加後のパケット#m（CRC付加後のパケット#k（kは1以上m以下の整数である。（mは2以上の整数である。）））を生成する。

[0056] なお、図5における情報501は、制御情報（例えば、情報の種類の情報、映像符号化の符号化方式の情報（フレームレート、圧縮率、圧縮方法）な

ど（ただし、これに限ったものではない。））を含んでもよい。

[0057] （パケットの構成方法の説明）

以下では、上述で記載したパケットの構成方法の例を説明する。

[0058] 図6は、上述で説明したパケットの構成方法の一例を示す。CRC602は、誤りを検出するために使用される。

[0059] データ603は、パケットレベルの符号化によって得られたデータである。

[0060] 制御情報601は、例えば、パケットに付加される情報であり、以下に例示する。

[0061] 「誤り（消失）訂正符号によって得られるパケット数に関する情報」：

図4では、情報パケットの数が n 、パリティパケットの数が h であるので、情報は「 $n+h$ 」である。また、図5では、誤り（消失）訂正符号によって得られるパケット数に関する情報は「 m 」である。

[0062] 「パケットのID（identification）（識別子）の情報」：

図4では、誤り（消失）訂正符号によって得られるパケット数は「 $n+h$ 」である。したがって、各パケットは、ID（identification）（識別子）として、「0」から「 $n+h-1$ 」のいずれかの番号が付与される。

[0063] 図4では、 n 個の情報パケット、 h 個のパリティパケットのそれぞれは、「0」から「 $n+h-1$ 」のIDのいずれかが付与される。図5では、誤り（消失）訂正符号によって得られるパケット数は「 m 」である。したがって、各パケットに「0」から「 $m-1$ 」の識別子のうちのいずれかの番号が付与される。

[0064] 図5では、 m 個のパケットのそれぞれは、「0」から「 $m-1$ 」のIDのいずれかが付与される。

[0065] 「誤り（消失）訂正符号によって得られるパケット数に関する情報」および「パケットのID（identification）（識別子）」以外の制御情報：

例えば、パケットレベルでの誤り（消失）訂正符号化の方式の情報、パケット長が可変である場合、制御情報は、パケット長のビット数（または、

バイト数) などである。

[0066] なお、制御情報の構成はこれに限ったものではない。あくまでも上述の構成は例である。したがって、制御情報は、システムにより、適した情報を付加する（上述で説明した情報を付加しない制御情報の構成も当然考えることができる）。

[0067] 図7は、フレームの構成の一例を示す図である。制御情報は、ある数のパケット単位で、付加されてもよい。図7では、パケット#1(701_1)、パケット#2(701_2)、パケット#3(701_3)、・・・、パケット#m-1(701_{m-1})、パケット#m(701_m)、つまり、m個のパケット701は、1つの制御情報700が付加される。

[0068] 図7の制御情報700は、図6で説明した制御情報に埋め込む情報のうちのいくつかであってもよい。また、制御情報700は、それ以外の制御情報を含めてもよい。

[0069] なお、送信局101は、図6のパケット構成と図7のフレーム構成とを併用して、データを端末に送信してもよいし、図6のパケット構成を採用して（図7のフレーム構成は採用しない）、データを送信してもよいし、図7のフレーム構成を採用して（図6のパケット構成は採用しない）、データを送信してもよい。

[0070] 図6のパケット構成、図7のフレーム構成を採用するために、送信局は、例えば、図4、図5のパケット（またはフレーム）処理部202の誤り検出符号付加部408、508の前段、または、後段に制御情報付加部を付加してもよい。図8の(a)では、送信局は、誤り検出符号付加部804の前段に制御情報付加部802を配置する。

[0071] 制御情報付加部802は、データ801、制御情報899を入力とし、データ801に対して制御情報を付加したデータ803を出力する。そして、誤り検出付加部804は、データ803に対して誤り検出符号を付加したデータ805を出力する。

[0072] 図8の(b)では、送信局101は、誤り検出符号付加部812の後段に

制御情報付加部 814 を配置する。

- [0073] 誤り検出符号付加部 812 は、データ 811 を入力とし、データ 811 に対して誤り検出符号を付加し、誤り検出符号付加後のデータ 813 を出力する。そして、制御情報付加部 814 は、データ 813、制御情報 899 を入力とし、データ 813 に対して制御情報を付加し、制御情報付加後のデータ 815 を出力する。
- [0074] なお、図 8 の (a)、(b) とは異なり、送信局 101 は、誤り検出符号付加部 804 の前段と後段の両者に制御情報付加部を配置してもよい。
- [0075] 以上により、送信局 101 は、図 6、図 7 のパケット構成、フレーム構成を生成できる。
- [0076] 図 9 は、図 1 の送信局 101 の送信装置が送信する変調信号のフレーム構成の一例を示す。図 9 では、横軸は時間、縦軸は周波数を示す。制御情報シンボル 901 は、送信方法、誤り訂正符号に関する情報、変調方式などのデータシンボルを復調するための制御情報を伝送するためのシンボルである（なお、制御情報シンボル 901 は、パケットレベルで使用する誤り（消失）訂正符号に関する情報を含んでもよい）。
- [0077] パイロットシンボル 902 は、例えば、PSK (Phase Shift Keying) のシンボルであり、受信装置において、信号検出、チャネル推定、周波数オフセットの推定などに使用することができる。データシンボル 903 は、データを伝送するために用いる。
- [0078] 以上が、送信装置と受信装置の基本的な動作となる。以下では、本実施の形態における受信装置のパケット（またはフレーム）処理部 315 の動作について説明する。なお、本実施の形態では、パケットレベルで使用する誤り（消失）訂正符号は、組織符号（符号語に情報系列がそのままの形で含まれる符号）である。符号化部は、情報を入力とし、符号化を行うことでパリティを得る。そして、パケット（またはフレーム）処理部 202 は、情報によってパケットを構成する情報パケットと、パリティによってパケットを構成するパリティパケットとを生成する（ただし、上述したように、情報パケッ

トは、誤り検出符号や制御情報を含むこともあり、また、パリティパケットは、誤り検出符号や制御情報を含むことがある。そして、図4は、このような符号化を行うパケット（またはフレーム）処理部202の構成図である。

。

[0079] (図3のパケット（またはフレーム）処理部の動作の説明)

図10は、図3のパケット（またはフレーム）処理部315の構成の一例を示す。誤り検出部1002は、受信データ1001（受信データ314に相当）、制御情報信号1008（制御情報信号310に相当）を入力とし、受信データ1001に対して、制御情報信号1008の情報に基づいて、誤り検出を行う。なお、図10では、図示しないが、パケット（またはフレーム）処理部315は、パケットレベル復号部（消失訂正復号部）1006の後段において、データ1007についての状態情報317を生成する。パケット（またはフレーム）処理部315の動作を、図11を用いて説明する。

[0080] 例えば、図11は、誤り検出部1002の入力となる受信データ1001の構成を示す。

[0081] 図11では、「情報パケット1-#1」は、第1ブロックの情報パケット#1である。

[0082] 同様に、「情報パケット1-#2」は、第1ブロックの情報パケット#2である。

[0083] したがって、「情報パケット1-#i」は、第1ブロックの情報パケット#iである（なお、iは1以上n以下の整数である）。

[0084] 「パリティパケット1-#1」は、第1ブロックのパリティパケット#1である。

[0085] 同様に、「パリティパケット1-#2」は、第1ブロックのパリティパケット#2である。

[0086] したがって、「パリティパケット1-#j」は、第1ブロックのパリティパケット#jである。なお、jは1以上h以下の整数である。この符号化方法は、図4で説明したとおりである。

[0087] このとき、符号化部406は、「情報パケット1-#1」「情報パケット1-#2」・・・「情報パケット1-#(n-1)」「情報パケット1-#n」に対して、ブロック符号化を行うことで、パリティを得るため、得られたパリティから「パリティパケット1-#1」「パリティパケット1-#2」・・・「パリティパケット1-#(h-1)」「パリティパケット1-#h」を得る（よって、符号化部406は、「情報パケットk-#1」「情報パケットk-#2」・・・「情報パケットk-#(n-1)」「情報パケットk-#n」に対して、ブロック符号化を行うことで、パリティを得るため、得られたパリティから「パリティパケットk-#1」「パリティパケットk-#2」・・・「パリティパケットk-#(h-1)」「パリティパケットk-#h」を得る（kは整数である））。

[0088] また、図11は、誤り検出部1002が誤り検出を行った状態の例を示す。なお、ここでは、一例として、1ブロックは、情報パケットの個数がnであり、パリティパケットの個数がhである（nは1以上の整数、hは1以上の整数である）。

[0089] 誤り検出部1002は、「情報パケット1-#1」を誤り検出した結果が「○」であるため、「情報パケット1-#1」のデータに誤りがないと判断する。したがって、「情報パケット1-#1」のデータは正しいデータであると判断される。

[0090] 誤り検出部1002は、「情報パケット1-#2」を誤り検出した結果が「×」であるため、「情報パケット1-#2」のデータに誤りがあると判断する。したがって、「情報パケット1-#2」のデータのうち、誤りがあると判定された部分は、データが不定とされる。

[0091] 誤り検出部1002は、「情報パケット1-#(n-1)」を誤り検出した結果が「○」であるため、「情報パケット1-#(n-1)」のデータに誤りがないと判断する。したがって、「情報パケット1-#(n-1)」のデータは、正しいデータであると判断される。

[0092] 誤り検出部1002は、「情報パケット1-#n」を誤り検出した結果が

「○」であるため、「情報パケット1-#n」のデータに誤りがないと判断する。したがって、「情報パケット1-#n」のデータは、正しいデータであると判断される。

[0093] 誤り検出部1002は、「パリティパケット1-#1」を誤り検出した結果が「×」であるため、「パリティパケット1-#1」のデータに誤りがあると判断する。したがって、「パリティパケット1-#1」のデータのうち、誤りがあると判定された部分は、データが不定とされる。

[0094] 誤り検出部1002は、「パリティパケット1-#2」を誤り検出した結果が「○」であるため、「パリティパケット1-#2」のデータに誤りがないと判断する。したがって、「パリティパケット1-#2」のデータは、正しいデータであると判断される。

[0095] 誤り検出部1002は、「パリティパケット1-#(h-1)」を誤り検出した結果が「×」であるため、「パリティパケット1-#(h-1)」のデータに誤りがあると判断する。したがって、「パリティパケット1-#(h-1)」のデータのうち、誤りがあると判定された部分は、データが不定とされる。

[0096] 誤り検出部1002は、「パリティパケット1-#h」を誤り検出した結果が「○」であるため、「パリティパケット1-#h」のデータに誤りがないと判断する。したがって、「パリティパケット1-#h」のデータは、正しいデータであると判断される。

[0097] なお、誤り検出部1002は、パケットのデータ全体に対し、誤りがあるかを検出してもよいし、別の方法として、パケットのデータをいくつかに分割し、例えば、グループ&1のデータ群、グループ&2のデータ群、・・・を生成し、データ群ごとに誤りを検出してもよい。このとき、誤り検出部1002は、誤りが検出されたデータ群のデータを、不定とする。

[0098] また、誤り検出部1002は、第kブロックの「情報パケットk-#1」「情報パケットk-#2」・・・「情報パケットk-#(n-1)」「情報パケットk-#n」および「パリティパケットk-#1」「パリティパケッ

ト $k - \# 2$ 」・・・「パリティパケット $k - \# (h - 1)$ 」「パリティパケット $k - \# h$ 」についても、同様にして、誤り検出を行う。

[0099] そして、図10の誤り検出部1002は、誤り検出後の各パケット（誤り検出後のパケット1003）を出力する。

[0100] 記憶および並び替え部1004は、誤り検出後のパケット1003、制御情報信号1008を入力とし、制御情報信号1008に基づき、誤り検出後のパケット1003を記憶し、その後、並び替えを行い、並び替え後のデータ1005を出力する。

[0101] 例えば、記憶および並び替え部1004は、誤り検出後の第 k ブロックの「情報パケット $k - \# 1$ 」「情報パケット $k - \# 2$ 」・・・「情報パケット $k - \# (n - 1)$ 」「情報パケット $k - \# n$ 」および「パリティパケット $k - \# 1$ 」「パリティパケット $k - \# 2$ 」・・・「パリティパケット $k - \# (h - 1)$ 」「パリティパケット $k - \# h$ 」を入力とし、並び替えを行い、第 k ブロックのデータを出力する。

[0102] パケットレベル復号部（消失訂正復号部）1006は、並び替え後のデータ1005、制御情報信号1008、制御信号1009（図3の制御信号322に相当）を入力とし、制御情報信号1008、制御信号1009に基づき、並び替え後のデータ1005に対し、誤り訂正（消失訂正）を行い、データ1007（図3のデータ316に相当）を出力する。

[0103] 例えば、パケットレベル復号部（消失訂正復号部）1006は、誤り検出後の第 k ブロックの「情報パケット $k - \# 1$ 」「情報パケット $k - \# 2$ 」・・・「情報パケット $k - \# (n - 1)$ 」「情報パケット $k - \# n$ 」および「パリティパケット $k - \# 1$ 」「パリティパケット $k - \# 2$ 」・・・「パリティパケット $k - \# (h - 1)$ 」「パリティパケット $k - \# h$ 」を入力とし、誤り訂正（消失訂正）を行い、データ1007を出力する。

[0104] （復号に関する説明）

以上が動作の概要となるが、以降では、パケットレベル復号部1006の詳細について説明を行う。

[0105] 図12は、パケットレベル復号部1006の詳細の構成の一例を示す。パケットレベル復号部1006は、パケットレベルの復号において、BP (Belief Propagation) 復号、および／または、最尤復号を行う。以下では、BP復号の一例として、Sum-product復号、最尤復号の一例として、ガウスの消去法 (Gaussian elimination) の概要について説明する。

[0106] <Sum-product復号>

本開示は、パケットレベルの誤り (消失) 訂正符号として、例えば、LDPC (low density parity check) 符号 (例えば、LDPCブロック符号) を用いる。LDPC符号は、2元 $M \times N$ 行列 $H = \{H_{mn}\}$ (M 行 N 列) を復号対象とするLDPC符号のパリティ検査行列を用いる。集合 $[1, N] = \{1, 2, \dots, N\}$ の部分集合 $A(m)$, $B(n)$ を次式のように定義する。

[0107] [数1]

$$A(m) \equiv \{n : H_{mn} = 1\} \dots (1)$$

[0108] [数2]

$$B(n) \equiv \{m : H_{mn} = 1\} \dots (2)$$

[0109] このとき、 $A(m)$ はパリティ検査行列 H の m 行目において、1である列インデックスの集合であり、 $B(n)$ はパリティ検査行列 H の n 行目において1である行インデックスの集合である。そして、パケットレベル復号部1006は、例えば、物理層誤り訂正復号部313により演算された受信データ314に含まれる各ビットの対数尤度比 λ_n を用いる。 $(n$ は1以上 N 以下の整数である)。このとき、Sum-product復号のアルゴリズムは以下のとおりである。

[0110] Step A・1 (初期化) :パケットレベル復号部1006は、 $H_{mn} = 1$ を満たす全ての組 (m, n) に対して、物理層誤り訂正復号部313により演

算された受信データ 3 1 4 に含まれる対数尤度比 β_{mn} を λ_n に設定する。
ループ変数（反復回数） $l_{sum} = 1$ とし、ループ最大回数を $l_{sum, max}$ と設定する。

[0111] Step A・2（行処理）：パケットレベル復号部 1006 は、 $m = 1, 2, \dots, M$ の順に $H_{mn} = 1$ を満たす全ての組 (m, n) に対して、以下の更新式を用いて対数尤度比 Σ_{mn} を更新する。

[0112] [数3]

$$\tau_{mn} = \prod_{n' \in A(m) \setminus n} \tanh(z_{mn'} / 2) \dots (3)$$

[0113] [数4]

$$\varepsilon_{mn} = \log \frac{1 + \tau_{mn}}{1 - \tau_{mn}} \dots (4)$$

[0114] Step A・3（列処理）：パケットレベル復号部 1006 は、 $n = 1, 2, \dots, N$ の順に $H_{mn} = 1$ を満たす全ての組 (m, n) に対して、以下の更新式を用いて対数尤度比 z_{mn} を更新する。

[0115] [数5]

$$z_{mn} = \lambda_n + \sum_{m' \in B(n) \setminus m} \varepsilon_{m'n} \dots (5)$$

[0116] Step A・4（対数尤度比の計算）：パケットレベル復号部 1006 は、 $n \in [1, N]$ について対数尤度比 L_n を与え、以下のように判定を行う。

[0117] [数6]

$$L_n = \lambda_n + \sum_{m' \in B(n)} \varepsilon_{m'n} \dots (6)$$

[0118] $L_n \geq 0$ のとき、「0」、 $L_n < 0$ のとき、「1」と判定する。

[0119] Step A・5 (反復回数のカウント) :パケットレベル復号部1006は、もし $lsum < lsum, max$ ならば $lsum$ をインクリメントして、Step A・2に戻る。パケットレベル復号部1006は、 $lsum = lsum, max$ の場合、この回のSum-product復号は終了する。

[0120] 消失訂正復号では、

〈1〉ビットが0と与えられている場合、対数尤度比 $\lambda_n = +\infty$ (実際には、正の実数を与える)

〈2〉ビットが1と与えられている場合、対数尤度比 $\lambda_n = -\infty$ (実際には、負の実数を与える)

〈3〉ビットが不定、つまり、消失している場合、対数尤度比 $\lambda_n = 0$ を与え、上記のアルゴリズムにより、消失訂正復号が実施されることになる。

[0121] <最尤復号>

受信時の各ビットが y_n である場合について説明する (n は1以上 N 以下の整数である。 (N は2以上の整数である))。ただし、 y_n は0、1、不定のいずれかである。このとき、受信語 $y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_{n-1}, y_n)$ であり、パリティ検査行列が H (M 行 N 列) である場合、 $Hy^T = 0$ が成立する (ただし、「0」は、要素が0で構成されるベクトル (ゼロベクトル) である) (y^T は y の転置ベクトルである)。

[0122] 消失位置がベクトル $l = (i_1, i_2, \dots, i_{p-1}, i_p)$ であり、パリティ検査行列 H の第 i 列ベクトルが h_i である場合、以下の式が成立する。

[0123] [数7]

$$\begin{pmatrix} h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{ip-1} & h_{ip} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_{i1} \\ e_{i2} \\ \vdots \\ e_{ip-1} \\ e_{ip} \end{pmatrix}_n = S \dots (7)$$

[0124] このとき、Sは以下であれわされる。

[0125] [数8]

$$S = \sum_{j \in [1, n] \setminus I} y_j h_j \dots (8)$$

[0126] そして、パケットレベル復号部1006は、式(7)の連立方程式を解くことで最尤復号を実現できる。

[0127] 連立方程式を解くためのアルゴリズムは、いくつかあるが、一例として、ガウスの消去法について説明する。

[0128] ガウスの消去法は、前進消去と後退代入とを行う。以下では、前進消去と後退代入とについて説明する。

[0129] 連立一次方程式は、一般に、以下のようにあらわすことができる。

[0130] [数9]

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix} \dots (9)$$

[0131] このとき、パケットレベル復号部1006は、連立一次方程式により、(x1、x2、・・・、xn)を得る。パケットレベル復号部1006は、式(9)に行操作を適用することにより、次式を得ることができる(前進消去)。

[0132] [数10]

$$\begin{pmatrix} a'_{11} & a'_{12} & \cdots & a'_{1n} \\ 0 & a'_{22} & a'_{23} & a'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & a'_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b'_1 \\ b'_2 \\ \vdots \\ b'_n \end{pmatrix} \dots (10)$$

[0133] パケットレベル復号部1006は、式(9)の最終行から、 x_n を求め、求めた x_n を用いることによって、 x_{n-1} を求めることができる。パケットレベル復号部1006は、同様の操作を実施することで、 x_{n-2} 、 \dots 、 x_2 、 x_1 を求めることができる。これを式であらわすと次式であらわすことができる(後退代入)。

[0134] [数11]

$$x_i = \frac{1}{a_{ii}} \left(b_i - \sum_{j=i+1}^n a_{ij} x_j \right) \dots (11)$$

[0135] パケットレベル復号部1006は、ガウスの消去法を用いて式(7)を解くことで、最尤復号を実現できる。

[0136] (本開示の復号方法の説明)

誤り(消失)訂正能力では、最尤復号を用いたときの特性は、BP復号を用いたときの特性より優れている。一方、演算規模では、BP復号の演算規模は、最尤復号の演算規模より小さい。以上を考慮すると、復号方法は、誤り(消失)訂正能力が高く、演算規模が小さい方法によって実現されることが望まれる。

[0137] 非特許文献1は、BP復号とガウスの消去法とを組み合わせた復号方法を開示する。概要は、上述したとおりである。本開示では、さらなる演算規模の削減を実現する復号方法を提案する。以下では、その説明を行う。

[0138] まず、BP復号と最尤復号を組み合わせた復号方法について、図12を用いて、補足説明を行う。

[0139] $M \times N$ (M 行 N 列(M は1以上の整数、 N は2以上の整数))のパリティ検査行列 H で定義されるLDPC符号に対し、符号化後に得られる符号語(符号化系列)は、 $x = (x_1, x_2, \dots, x_{N-1}, x_N)$ である(x_i において、 i は1以上 N 以下の整数)。そして、受信語(受信系列)は、

$y = (y_1, y_2, \dots, y_{N-1}, y_N)$ である (図 12 のデータ 1201 に相当 (図 10 の並び替え後のデータ 1005 に相当))。なお、 y_i において、 i は 1 以上 N 以下の整数であり、 y_i は、「0」「1」「不定 (消失)」のいずれかである。

[0140] BP 復号と最尤復号の組み合わせた復号方法では、まず、BP 復号部 1202 は、受信語 (受信系列) $y = (y_1, y_2, \dots, y_{N-1}, y_N)$ を入力とし、パリティ検査行列 H を用いて、上で説明した sum-product 復号を行い (図 12 の BP 復号部 1202)、BP 復号後の受信系列 $z = (z_1, z_2, \dots, z_{N-1}, z_N)$ (図 12 の BP 復号後の受信系列 1203) を得る。なお、 z_i において、 i は 1 以上 N 以下の整数であり、 z_i は、「0」「1」「不定 (BP 復号では復元できなかった)」のいずれかである。

[0141] 次に、最尤復号部 1204 は、BP 復号後の受信系列 $z = (z_1, z_2, \dots, z_{N-1}, z_N)$ を入力とし、パリティ検査行列 H と $z = (z_1, z_2, \dots, z_{N-1}, z_N)$ とを用いて、式 (7) に相当する式を生成し、例えば、ガウスの消去法により、連立方程式を解き、最尤復号後の受信系列 $q = (q_1, q_2, \dots, q_{N-1}, q_N)$ を得る (図 12 の最尤復号後の受信系列 1205 に相当する)。なお、 q_i において、 i は 1 以上 N 以下の整数であり、 q_i は、「0」「1」「不定」のいずれかである。

[0142] 次に、図 12 を用いて、図 10 のパケットレベル復号部 1006 の詳細の動作例について説明を行う。

[0143] 制御部 1207 は、データ 1201、制御信号 1206 (図 3 の制御信号 322 に相当)、データの誤り状態に基づいて、各部 (BP 復号部 1202、最尤復号部 1204 及び選択部 1209) の動作を制御するための、動作制御信号 1208 を出力する。なお、動作制御の方法については、後で詳しく説明する。

[0144] BP 復号部 1202 は、データ 1201、動作制御信号 1208、制御情報信号 1211 を入力とし、動作制御信号 1208、制御情報信号 1211

に基づき、データ1201に対してBP復号を行うか否か、を判断し、BP復号を行った場合、BP復号後の受信系列1203を出力する。なお、BP復号を行うか否かの判断方法については、後で詳しく説明する。

[0145] 最尤復号部1204は、BP復号後の受信系列1203に対して、動作制御信号1208、制御情報信号1211に基づき、最尤復号を行うか否か、を判断し、最尤復号を行う場合、BP復号後の受信系列1203に対し、復号の動作を施し、最尤復号後受信系列1205を出力する。なお、最尤復号を行うか否かの判断方法については、後で詳しく説明する。

[0146] また、BP復号部1202、最尤復号部1204は、いずれも制御情報信号1208を入力としており、制御情報信号1211に含まれるパケットレベル用の誤り（消失）訂正符号の情報（符号長、符号化率など）に基づいた復号を実施する。なお、データ1201が、パケットレベルにおいて、誤り（消失）訂正符号化されていない場合、パケットレベル復号部1006は、誤り（消失）訂正復号を行わない。

[0147] 選択部1209は、データ1201、BP復号後の受信系列1203、最尤復号後の受信系列1205、動作制御信号1208、制御情報信号1211を入力とし、動作制御信号1208、制御情報信号1211に基づき、データ1201、BP復号後の受信系列1203、最尤復号後の受信系列1205のいずれかを選択し、選択データ1210を出力する。なお、上述したように、図12では、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号として組織符号を扱っているため、選択データ1210は、情報に関するデータが含まれるとしてもよい。

[0148] 図12のパケットレベル復号部1006の動作のさらなる詳細の動作例について図13を用いて説明する。

[0149] 図13は、本実施の形態におけるパケットレベル復号部1006の基本動作のフローチャートを示す。フローチャートの判断は、例えば、図12の制御部1207により、行われる。例えば、以下のような手順である。

[0150] （ステップ1：S1301）制御部1207は、各部に「復号開始」の指

示を行う（なお、「復号開始」の判断は、例えば、制御情報信号1206により行われる）。

[0151] （ステップ2：S1302）制御部1207は、BP復号用制御信号に基づき、「BP復号を行うか否か」の判断を行う。（なお、BP復号用制御信号は、制御信号1206、制御情報信号1211に含まれる。）BP復号を行わない場合、選択部1209は、データ1201を選択し、選択データとして出力する（S1302：NO）。BP復号を行う場合、BP復号部1202は、データ1201に対し、BP復号を行い、BP復号後の受信系列1203を選択データとして出力する（S1302：YES）。

[0152] （ステップ3：S1303）制御部1207は、ガウスの消去法用の制御信号（最尤復号用の制御信号）に基づき、「ガウスの消去法による復号を行うか否か」の判断を行う（なお、ガウスの消去法用制御信号は、制御信号1206、制御情報信号1211に含まれる。そして、「ガウスの消去法による復号を行うか否か」の判断を行う場合、BP復号が行われたことが前提となる。）（S1303：YES）。

[0153] ガウスの消去法による復号を行わない場合、選択部1209は、データ1201、または、BP復号後の受信系列1203のいずれかを出力する（S1303：NO）。

[0154] ガウスの消去法による復号を行う場合、最尤復号部1204は、BP復号後の受信系列1203に対し、例えば、ガウスの消去法による復号を行い、最尤復号後の受信系列1205を出力する（S1303：YES）。

[0155] パケットレベル復号部1006は、以上のような基本的な復号処理を行う。そして、図12の選択部1209は、制御信号1206、制御情報信号1211に基づき、出力するデータを選択する。

[0156] なお、制御情報信号1211は、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化が行われているか否か、を示す情報を含む。選択部1209は、制御情報信号1211を入力とし、制御情報信号1211が「パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化が行われていない」と示している場合、データ1201

を選択データ1210として出力する(S1302:NO)。

[0157] 図12のパケットレベル復号部1006の動作のさらなる詳細の動作の別の例について図14を用いて説明する。

[0158] 図14は、本実施の形態におけるパケットレベル復号部1006のフローチャートを示す。フローチャートの判断は、例えば、図12の制御部1207、BP復号部1202、最尤復号部1204、選択部1209により、行われる。

[0159] 例えば、パケットレベル復号部1006は、以下の手順を実施する(ただし、図14のフローチャートでは、データ1201は、パケットレベルでの誤り(消失)訂正符号化が施されていることを前提とする)。

[0160] (ステップ1:S1401) 制御部1207は、各部(BP復号部1202、最尤復号部1204及び選択部1209)に「復号開始」の指示を行う(なお、「復号開始」の判断は、例えば、制御情報信号1211により行われる)。

[0161] (ステップ2:S1402) 例えば、制御部1207、または、BP復号部1202は、「全ての情報パケット(または、情報)が得られているか否か」の判断を行う(本実施の形態では、パケットレベルの誤り(消失)訂正符号は、組織符号を用いることが前提条件であるため、データ1201は、情報パケット、または、情報を含む)。

[0162] 全ての情報パケット(または、情報)が得られている場合、BP復号部1202は、誤り(消失)訂正復号は行わない(S1402:YES)。したがって、選択部1209は、データ1201、または、データ1201から抽出した情報を、選択データ1210として出力する。

[0163] 全ての情報パケット(または、情報)が得られていない場合(S1402:YES)、BP復号部1202は、BP復号を開始する(S1403)。

[0164] このように、全ての情報パケット(または、情報)が得られている場合(S1402:YES)、パケットレベル復号部1006は、復号処理を完了することで、復号部(例えば、BP復号部1202及び最尤復号部1204

) の演算規模を削減することができる。これにより、パケットレベル復号部 1006 は、復号部の消費電力を削減することができる。

[0165] (ステップ3 : S1404) BP復号部1202は、BP復号を開始した後、反復回数のカウントを開始する。なお、BP復号部1202は、反復回数の最大値を N_{max} と設定する。

[0166] BP復号部1202は、まず、反復回数 n が N_{max} より小さいか、を確認する (S1404)。BP復号部1202は、反復回数 n が N_{max} より小さい場合、復号処理を行う。

[0167] 次に、BP復号部1202は、復号処理をすることにより得られたデータに対し、「全ての情報パケット (または、情報) が得られているか否か」の判断を行う (S1405)。

[0168] BP復号部1202は、全ての情報パケット (または、情報) が得られている場合、BP復号を完了し、BP復号後の受信系列1203を出力する。そして、選択部1209は、BP復号後の受信系列1203、または、BP復号後の受信系列1203から抽出した情報を、選択データ1210として出力する (S1405 : YES)。

[0169] BP復号部1202は、全ての情報パケット (または、情報) が得られていない場合、 n 回目の反復復号を完了する (S1405 : NO)。

[0170] BP復号部1202は、反復回数 n が N_{max} より小さいか否か、を確認する (S1406)。BP復号部1202は、反復回数 n が N_{max} より小さい場合、 $n + 1$ 回目の復号処理を行う (S1406 : YES)。

[0171] BP復号部1202による反復回数 n が N_{max} となった場合、 N_{max} 回目の反復回数の復号処理を完了し、BP復号後の受信系列を得る (S1406 : NO)。

[0172] BP復号部1202が、全ての情報パケット (または、情報) が得られていないBP復号後の受信系列1203出力するため、最尤復号部1204は、ガウスの消去法による復号を開始する (S1407)。

[0173] このように、パケットレベル復号部1006は、BP復号部1202にお

いて、全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合、復号処理を完了することで、復号部の演算規模を削減することができ、これにより、復号部の消費電力を削減することができるという効果を有する。

[0174] （ステップ4：S1407）最尤復号部1204は、BP復号処理後の受信系列を入力とし、例えば、ガウスの消去法による復号を行い、最尤復号後の受信系列1205を出力する。

[0175] パケットレベル復号部1006の動作のさらなる詳細の動作の図14とは異なる例について図15を用いて説明する。

[0176] 図15は、本実施の形態におけるパケットレベル復号部1006のフローチャートを示す。フローチャートの判断は、例えば、図12の制御部1207、BP復号部1201、最尤復号部1204、選択部1209により、行われる。

[0177] 例えば、パケットレベル復号部1006は、以下の手順を実施する（ただし、図15のフローチャートでは、データ1201は、パケットレベルでの誤り（消失）訂正符号化が施されていることを前提とする）。

[0178] （ステップ1：S1501）制御部1207は、各部（BP復号部1202、最尤復号部1204及び選択部1209）に「復号開始」の指示を行う（なお、「復号開始」の判断は、例えば、制御情報信号1211により行われる）。

[0179] （ステップ2：S1502）例えば、制御部1207、または、BP復号部1202は、「全ての情報パケット（または、情報）が得られているか否か」の判断を行う（本実施の形態では、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号は、組織符号を用いることが前提条件であるため、データ1201は、情報パケット、または、情報を含む）。

[0180] 全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合、BP復号部1202は、誤り（消失）訂正復号は行わない（S1502：YES）。したがって、選択部1209は、データ1201、または、データ1201から抽出した情報を、選択データ1210として出力する。

- [0181] 全ての情報パケット（または、情報）が得られていない場合（S 1 5 0 2 : N O）、B P復号部 1 2 0 2は、データ 1 2 0 1に対して、B P復号を開始する（S 1 5 0 3）。
- [0182] このように、全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合（S 1 5 0 2 : Y E S）、パケットレベル復号部 1 0 0 6は、復号処理を完了することで、復号部パケットレベル復号部 1 0 0 6は、の演算規模を削減することができ、これにより、パケットレベル復号部 1 0 0 6は、復号部の消費電力を削減することができるという効果を有する。
- [0183] （ステップ 3 : S 1 5 0 3）B P復号部 1 2 0 2は、B P復号を開始した後、反復回数のカウントを開始する（S 1 5 0 4）。
- [0184] B P復号部 1 2 0 2は、反復回数 n の復号処理をすることにより得られたデータに対し、「全ての情報パケット（または、情報）が得られているか否か」の判断を行う（S 1 5 0 5）。B P復号部 1 2 0 2は、全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合、B P復号を完了し、B P復号後の受信系列 1 2 0 3を出力する（S 1 5 0 5 : Y E S）。
- [0185] 選択部 1 2 0 9は、B P復号後の受信系列 1 2 0 3を、または、B P復号後の受信系列 1 2 0 3から抽出した情報を、選択データ 1 2 1 0として出力する。
- [0186] B P復号部 1 2 0 2は、全ての情報パケット（または、情報）が得られていない場合、 n 回目の反復復号を完了し、S 1 5 0 6に移行する（S 1 5 0 5 : N O）。
- [0187] このように、パケットレベル復号部 1 0 0 6は、B P復号部 1 2 0 2において、全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合、復号処理を完了することで、復号部の演算規模を削減することができ、これにより、復号部の消費電力を削減することができるという効果を有する。）（なお、ここでは、「反復回数をカウントする」と記載したが、反復回数をカウントしなくてもよい）。
- [0188] （ステップ 4 : S 1 5 0 6）次に、B P復号部 1 2 0 2は、前回（ $n - 1$

回目)の復号処理によって得られたデータと今回(n回目)の復号処理によって得られたデータを比較する。BP復号部1202は、前回の復号処理によって得られたデータと今回の復号処理によって得られたデータが同じであれば、これ以上、反復処理を行っても、誤り(消失)訂正の効果が得られないと判断し、次のステップ(S1507)に移行する(S1506:NO)。

[0189] そして、BP復号部1202は、前回の復号処理によって得られたデータと今回の復号処理によって得られたデータが異なる(今回の復号処理によって誤り(消失)訂正が行われたデータが存在する)と判断した場合、BP復号の次(n+1回目)の反復処理に移行する(S1506:YES)。

[0190] (ステップ5:S1507)最尤復号部1204は、BP復号後の受信系列1203を入力とし、例えば、ガウスの消去法による復号を行い、最尤復号後の受信系列1205を出力する。

[0191] また、パケットレベル復号部1006は、図13、図14、図15の復号処理を開始する前に、図16のような処理を行ってもよい。図16では、パケットレベル復号部1006は、まず、「情報パケットのデータ量より多くのデータ量のパケットが得られているか否か」の判定を行う(S1601)。

[0192] 例えば、受信すべき誤り(消失)訂正符号の構成として、情報のビット数が720ビットであり、パリティのビット数が360ビットであり、受信したデータ1201のビット数が720ビット以下(または、未満)である場合、パケットレベル復号部1006は、いずれの復号処理も行わず、得られたパケットのデータを次のレイヤー(例えば、アプリケーションレイヤー)に引き渡す。パケットレベル復号部1006は、上記した連立方程式が解けないため、情報ビットすべてを得ることは困難であるからである(S1602:NO)。

[0193] 受信したデータのビット数が720ビット以上(または、より多い)の場合(S1602:YES)、パケットレベル復号部1006は、例えば、図

13、図14、図15の復号処理を行う（S1603）。

[0194] 以上のように、パケットレベル復号部1006は、復号処理を省略することで、演算規模が削減できるため、復号部の消費電力が削減できる。

[0195] また、本実施の形態におけるパケットレベル復号部1006の動作は、図17に示す動作であってもよい。図17では、まず、パケットレベル復号部1006は、「パケットレイヤーの誤り訂正符号化が施されているか否か」の判定を行う（S1701）。

[0196] パケットレイヤーの誤り訂正符号化が施されていない場合、パケットレベル復号部1006は、処理を行わない（S1702：NO）。一方、パケットレイヤーの誤り訂正符号化が施されている場合（S1702：YES）、パケットレベル復号部1006は、BP復号、および／または、ガウスの消去法を用いた復号を実施する（S1703）。

[0197] （設定画面についての説明）

また、各受信装置（端末）は、復号に関する設定画面を表示することで、端末個別に復号方法の設定を行えるようにしてもよい。以下では、その設定方法について説明する。

[0198] 図18は、例えば、端末の画面に表示される設定項目の一例を示す。例えば、各受信装置（端末）は、図3に示す表示部384から、設定する項目に関する入力を行う。図18は、設定項目が表示された入力画面の一例を示す。

[0199] 図18では、受信装置（端末）は、「高品質優先」または「低消費電力優先（節約モード）」または「中間モード」を選択できる。受信装置（端末）は、「高品質優先」を選択した場合、高い誤り（消失）訂正を行うことができる復号方法を選択し、「低消費電力優先（節約モード）」を選択した場合、消費電力が少なくなる復号方法を選択し、「中間モード」を選択した場合、データの品質と低消費電力の両立を図るモードとする。なお、詳細の動作については、後で説明する。

[0200] また、例えば、図18では、受信装置（端末）は、バッテリー制御の「O

N」 「OFF」を選択できる。受信装置（端末）は、バッテリー制御「ON」を選択した場合、受信装置（端末）の電池の残量に基づき、適切な信号処理方法を選択し、パケットレベルの復号を行う。そして、受信装置（端末）は、バッテリー制御「OFF」を選択した場合、受信装置（端末）の電池の残力には関係なく、設定されている信号処理方法により、パケットレベルの復号を行う。なお、詳細の動作については、後で説明する。

[0201] そして、例えば、図18では、受信装置（端末）は、処理能力自動検出の「ON」「OFF」を選択できる。受信装置（端末）は、処理能力自動検出「ON」を選択した場合、信号処理能力を自動測定し、測定結果に基づいて、適切な信号処理方法を選択し、パケットレベルの復号を行う。そして、受信装置（端末）は、処理能力自動検出「OFF」を選択した場合、信号処理能力の測定を省略し、設定されている信号処理方法により、パケットレベルの復号を行う。なお、詳細の動作については、後で説明する。

[0202] 受信装置（端末）は、図18での設定に基づき、パケットレベルの復号方法を決定する。図19は、復号方法の決定に関するフローチャートの例を示す。

[0203] 例えば、受信装置（端末）は、図18の設定において、処理能力自動検出で「ON」を選択し、バッテリー制御で「OFF」を選択した場合、図19に示す、以下の手順で制御を行う。

[0204] （ステップ1：S1901）制御部1207は、あるタイミングにおいて（例えば、アプリケーションの動作開始時、電源投入時、アプリケーション起動時など）、パケットレベルの復号方法の設定を開始する。

[0205] （ステップ2：S1902）受信装置（端末）は、受信装置の信号「処理能力は充分か」についての判断を行う。受信装置は、信号処理能力が充分でない（S1902：No）、と判断した場合、BP復号および最尤復号を行わず、データを出力する。これは、受信装置は、受信したデータが組織符号のため、受信したデータについて復号を省略しても、受信したデータのうち、消失が発生しなかった情報（データ）を得ることができる。つまり、選択

部1209は、データ1201を選択データ1210として出力する。受信装置は、信号処理能力が充分である（S1902：Yes）、と判断した場合、次のステップ（S1903）へ進む。

[0206] （ステップ3：S1903）受信装置（端末）は、消費電力の設定を確認する（S1903）。つまり、受信装置（端末）は、図18に示した、「高品質優先」または「低消費電力優先（節約モード）」または「中間モード」のいずれのモードを選択しているか否かを確認する。

[0207] 「高品質優先」モードに設定されている場合（S1903：大）、受信装置（端末）は、「BP復号を行い、その後、ガウスの消去法を用いた復号を行い、パケット（または、データ）を出力」する。

[0208] なお、受信装置（端末）は、BP復号とガウスの消去法を用いた復号の両者を行うということではなく、図14、図15、図16で示したように、ガウスの消去法を用いた復号が必要なケースでは、BP復号及びガウスの消去法を用いた復号を行い、必要がないケースでは、BP復号、および、ガウスの消去法のいずれかを省略した復号を行う、又はBP復号及びガウスの消去法を省略する。

[0209] なお、受信装置（端末）は、図18に示したバッテリー制御が「ON」である場合、電池の残量に基づき、「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力」する。

[0210] なお、受信装置（端末）は、図14、図15、図16、図17に示したように、BP復号が必要のないケースでは、BP復号を省略する、または、「BP復号を行わずにパケット（または、データ）を出力」する（S1402：YES、S1502：YES、S1602：NO、S1702：NO）。なお、受信装置（端末）は、ガウスの消去法を用いた復号も省略してもよい。

[0211] 受信装置は、「中間モード」に設定されている場合（S1903：中）、「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力」する。なお、受信装置（端末）は、図14、図15、図16、図17に示したように、BP復

号が必要のないケースでは、BP復号を省略する（S1402：YES、S1502：YES、S1602：NO、S1702：NO）。

[0212] なお、受信装置は、図18におけるバッテリー制御が「ON」である場合、電池の残量に基づき、「BP復号を省略してパケット（または、データ）を出力」する。このとき、受信装置は、ガウスの消去法を用いた復号を省略してもよい。

[0213] 受信装置は、「低消費電力優先」モードに設定されている場合（S1903：小）、「BP復号を行わずにパケット（または、データ）を出力」する。なお、受信装置（端末）は、ガウスの消去法を用いた復号も省略する。

[0214] 以上より、受信装置（端末）は、データの受信品質の向上と消費電力の低減の両立、電池（バッテリー）の容量に基づいた適切な制御を実現することができる。

[0215] 図20は、パケットレベルの復号方法の決定に関するフローチャートであって、図19とは異なる例を示す。なお、設定画面は、図18のように存在していてもよいし、例えば、アプリケーション起動時に図20の設定手順に基づき、都度、設定されてもよい。

[0216] 以下に、図20の設定手順を示す。

[0217] （ステップ1：S2002）「高品質モード」、「低消費電力モード」のいずれかを選択する（S2002）。

[0218] S2002において「低消費電力モード」を選択した場合：

次に、バッテリーの残量を確認する（S2005）。バッテリーの残量が充分でない場合（S2005：NO）、受信装置（端末）は、「BP復号を行わずパケット（または、データ）を出力」する。バッテリーの残量が充分な場合（S2005：YES）、受信装置（端末）は、「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力」する。受信装置（端末）は、図14、図15、図16、図17に示したように、BP復号が必要のないケースでは、BP復号を省略する。

[0219] なお、受信装置（端末）は、図18におけるバッテリー制御が「ON」で

ある場合、電池の残量に基づき、「BP復号を行わずにパケット（または、データ）を出力」する。なお、受信装置（端末）は、ガウスの消去法を用いた復号も省略してもよい。

[0220] S2002において「高品質モード」を選択した場合：

次に、受信装置（端末）は、（信号）処理能力を確認する（S2003）。例えば、受信装置（端末）は、テストプログラムを実行する。なお、テストプログラムの実行による処理能力の確認は、本明細書のいずれの場合についても実施可能である。

[0221] 「処理能力が低い」と判定された場合（S2003：低）：

受信装置（端末）は、「BP復号を行わずにパケット（または、データ）を出力」する。なお、受信装置（端末）は、ガウスの消去法を用いた復号も省略する。

[0222] 「処理能力が中」と判定された場合（S2003：中）：

受信装置（端末）は、バッテリーの残量を確認する（S2006）。バッテリーの残量が不十分である場合（S2006：NO）、受信装置（端末）は、「BP復号を行わずパケット（または、データ）を出力」する。

[0223] バッテリーの残量が十分な場合（S2006：YES）、受信装置（端末）は、「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力」する。なお、図14、図15、図16、図17に示したように、受信装置（端末）は、BP復号が必要のない場合、BP復号を省略する。

[0224] なお、受信装置（端末）は、図18におけるバッテリー制御が「ON」である場合、電池の残量に基づき、「BP復号を行わずにパケット（または、データ）を出力」する。なお、受信装置（端末）は、ガウスの消去法を用いた復号も省略してもよい。

[0225] 「処理能力が高い」と判定された場合（S2003：高）：

受信装置（端末）は、バッテリーの残量を確認する。バッテリーの残量が少ない場合（S2004：小）、受信装置（端末）は、「BP復号を行わずパケット（または、データ）を出力」する。

[0226] バッテリー残量が中程度の場合（S2004：中）、受信装置（端末）は、「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力」する。なお、図14、図15、図16、図17に示したように、受信装置（端末）は、BP復号が必要のない場合、BP復号を省略する。

[0227] なお、受信装置（端末）は、図18におけるバッテリー制御が「ON」である場合、電池の残量に基づき、「BP復号を行わずにパケット（または、データ）を出力」する。なお、受信装置（端末）は、ガウスの消去法を用いた復号も省略してもよい。

[0228] バッテリー残量が大きい（充分）な場合（S2004：大）、受信装置（端末）は、「BP復号を行い、その後、ガウスの消去法を用いた復号を行い、パケット（または、データ）を出力」する。

[0229] なお、受信装置（端末）は、図14、図15、図16、図17に示すように、ガウスの消去法を用いた復号が必要なケースでは、BP復号とガウスの消去法との両方を用いた復号を行い、ガウスの消去法を用いた復号が必要でない場合、ガウスの消去法を用いた復号を省略してもよい。

[0230] なお、図18におけるバッテリー制御が「ON」である場合、受信装置（端末）は、電池の残量に基づき、「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力」する。なお、図14、図15、図16、図17に示すように、受信装置（端末）は、BP復号及びガウスの消去法を省略してもよいし、BP復号を実施し、ガウスの消去法を省略してもよい。

[0231] （ロスするパケット数について）

ところで、図12の変形例として、図21のように、制御部1207は、データ1201、BP復号後の受信系列1203、最尤復号後の受信系列1205を入力とし、各復号後および消失訂正前のデータの、パケットの誤り（消失）の状態により、復号方法の変更を促すような表示を行ってもよい。

[0232] 例えば、受信装置（端末）が「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力する」（図14、図15、図16、図17に示すように、BP復号は、適宜、省略できる。）に設定され、消失パケットが多い場合、制御部

1207は、表示部384に対し、「高品質な受信方法に設定することが可能です」との表示を指示してもよい。

[0233] そして、受信装置（端末）は、ユーザーが、「高品質な受信方法への設定に同意したか否か」の情報を、制御信号1206により、制御部1207に伝達する。制御部1207は、ユーザーからの情報に基づき、復号方法を変更してもよい。

[0234] ここでは、受信装置（端末）は、「BP復号を行い、その後、ガウスの消去法を用いた復号を行い、パケット（または、データ）を出力する」に変更する。

[0235] なお、図14、図15、図16、図17に示すように、BP復号及びガウスの消去法は、適宜、省略してもよい。

[0236] また、受信装置（端末）が「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力する」（図14、図15、図16、図17に示すように、BP復号は、適宜、省略できる。）に設定され、消失パケットが少ない場合、制御部1207は、表示部384に対し、「消費電力を低減することが可能です」との表示を指示してもよい。

[0237] そして、受信装置（端末）は、ユーザーが、「消費電力の低減に同意したか否か」の情報を、制御信号1206により、制御部1207に伝達する。制御部1207は、ユーザーからの情報に基づき、復号方法を変更してもよい。

[0238] ここでは、受信装置（端末）は、「BP復号を行わずにパケット（または、データ）を出力する」（ガウスの消去法を用いた復号も行わない）に変更する。

[0239] 別の例として、受信装置（端末）が、「BP復号を行わずにパケット（または、データ）を出力する」（ガウスの消去法を用いた復号も行わない）に設定され、消失パケットが多い場合、制御部1207は、表示部384に対し、「高品質な受信方法に設定することが可能です」との表示を指示してもよい。

- [0240] そして、受信装置（端末）は、ユーザーが、「高品質な受信方法への設定に同意したか否か」の情報を、制御信号1206により、制御部1207に伝達する。制御部1207は、ユーザーからの情報に基づき、復号方法を変更してもよい。
- [0241] ここでは、受信装置（端末）は、「BP復号を行い、その後、ガウスの消去法を用いた復号を行い、パケット（または、データ）を出力する」（なお、受信装置（端末）は、BP復号及びガウスの消去法を、図14、図15、図16、図17に示すように、適宜、省略できる）という復号方法、または、「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力する」（なお、受信装置（端末）は、図14、図15、図16に示すように、BP復号を、適宜、省略できる。）という復号方法のいずれかに変更できる。
- [0242] 更に、別の例として、受信装置（端末）が、「BP復号を行い、その後、ガウスの消去法を用いた復号を行い、パケット（または、データ）を出力する」（なお、受信装置（端末）は、BP復号及びガウスの消去法を、図14、図15、図16、図17に示すように、適宜、省略できる。）に設定され、消失パケットが少ない場合、制御部1207は、表示部384に対し、「消費電力を低減することが可能です」との表示を指示してもよい。
- [0243] そして、受信装置（端末）は、ユーザーが、「消費電力の低減に同意したか否か」の情報を、制御信号1206により、制御部1207に伝達する。制御部1207は、ユーザーからの情報に基づき、復号方法を変更してもよい。
- [0244] ここでは、受信装置（端末）は、「BP復号を行わずにパケット（または、データ）を出力する」（ガウスの消去法を用いた復号も行わない）という復号方法、または、「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力する」（なお、受信装置（端末）は、図14、図15、図16、図17に示すように、BP復号を適宜、省略できる。）という復号方法のいずれかに変更できる）。
- [0245] 以上の例のように、受信装置（端末）は、データの誤り（消失）状態によ

り、ユーザーに対し、信号処理方法（復号処理方法）の変更を促す、設定されている内容の変更を促すなど、表示部384に「変更を促す」内容を表示することにより、高いデータの受信品質と消費電力の低減の両立を図ることができる。なお、図18に品質設定画面の例を示しているが、設定される内容は、図18に限ったものではなく、例えば、各復号方法を有効／無効を設定できるようになっていてもよい。

[0246] つまり、受信装置（端末）は、「BP復号を行い、その後、ガウスの消去法を用いた復号を行い、パケット（または、データ）を出力する」（なお、受信装置（端末）は、BP復号及びガウスの消去法を、図14、図15、図16、図17に示すように、適宜、省略できる。）に対し、有効／無効を設定し、また、「BP復号を行い、パケット（または、データ）を出力する」（なお、受信装置（端末）は、図14、図15、図16、図17に示すように、BP復号を、適宜、省略できる。）に対し、有効／無効を設定し、また、「BP復号を行わずにパケット（または、データ）を出力する」（ガウスの消去法を用いた復号も行わない）に対し、有効／無効を設定してもよい。

[0247] そして、なお、受信装置（端末）は、これらの有効／無効を、データの誤り（消失）状態により、ユーザーに対し、変更を促すように、表示部384に「変更を促す」内容を表示してもよい。

[0248] 以上のように、本実施の形態では、BP復号と最尤復号を組み合わせたパケットレベルの復号方法において、復号の制御方法について説明し、本実施の形態のように実施することで、演算規模を少なくすることができ、これにより、復号処理部分における消費電力を削減することができるという効果を得ることができる。

[0249] なお、本実施の形態では、BP復号としてsum-product復号、最尤復号としてガウスの消去法を例に説明したが、本開示はこれに限ったものではなく、BP復号として、min-sum復号などを用いてもよいし、また、最尤復号として、ガウスジョルダン法（Gauss-Jordan elimination）、ガウスザイデル法（Gauss-Seidel method）、LU分解（LU decomposition）などを用いても

よい（最尤復号の場合、連立方程式を解く操作が行われることになる）。

[0250] （実施の形態 2）

本実施の形態では、実施の形態 1 で説明したパケットレベルの符号化とパケットレベルの復号化の変形例について説明する。

[0251] 本実施の形態において、送信局と端末の関係、送信局の送信装置の構成（図 2）、端末の受信装置の構成（図 3）、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行う点は実施の形態 1 と同様である。以下では、特に、実施の形態 1 とは異なるパケットレベルの符号・復号化について説明する。

[0252] 送信局の送信装置の構成は、図 2 に示したとおりであり、実施の形態 1 で説明を行っているため、ここでは説明を省略する。また、端末の受信装置の構成は図 3 に示したとおりであり、実施の形態 1 で説明を行っているため、ここでは説明を省略する。

[0253] 図 2 2 は、図 4 と異なる、送信局 1 0 1 の送信装置のうち、パケットまたはフレーム消失が発生した場合、復元を可能とする誤り（消失）訂正符号化方式に関連する部分の構成を示している。なお、図 2 2 において、図 4 と同様に動作するものについては、同一番号を付しており、説明は省略する。

[0254] パラレルーシリアル変換部 2 2 0 2 は、映像 # 1 のストリームのパケット 2 2 0 1 __ 1、映像 # 2 のストリームのパケット 2 2 0 1 __ 2、・・・、映像 # L のストリームのパケット 2 2 0 1 __ L、制御情報信号 4 1 4 を入力とし、制御情報信号 4 1 4 に含まれるストリーム数に関する情報に基づき、パラレルーシリアル変換を行い、複数ストリームの情報を含んだパケット 4 0 3（1 つ以上のストリームの情報）を出力する。

[0255] なお、映像 # 1 のストリームのパケット 2 2 0 1 __ 1 は、「映像」と記載しているが、音声、音（オーディオ）、字幕、文字情報などを含むこともあり、また、音声、音（オーディオ）、文字情報であることもある。この点については、以下でも同様である。

[0256] なお、図 2 2 では、パラレルーシリアル変換部 2 2 0 2 を記載しているが、入力データが、複数ストリームの情報を含んだ 1 つのパケットである場合

、送信装置は、パラレルーシリアル変換部2202を省略できる。

[0257] 並び替え部404は、複数ストリームの情報を含んだパケット403、制御情報信号414を入力とし、制御情報に含まれる並び替え方法の情報に基づき、パケット403のデータの並び替えを行い、並び替え後のデータ系列405を出力する。なお、送信装置は、必ずしも並び替えを行わなくてもよい。

[0258] 符号化部406は、並び替え後のデータ系列405、制御情報信号414を入力とし、制御情報信号414に含まれる誤り（消失）訂正方式（例えば、使用する誤り（消失）訂正方式の情報、符号長（ブロック長）、符号化率など）、ストリーム数に関する情報に基づき、並び替え後のデータ系列405に対して符号化を行い、パリティパケット407を出力する。

[0259] 誤り検出符号付加部408は、パリティパケット407を入力とし、パケット単位で誤りを検出するために、例えば、CRCを付加し、CRC付加後のパリティパケット409を出力する。受信装置は、誤り検出符号付加部408によりCRCを付加することで、パケット内のデータが全て正しいか、あるいは、パケットが欠損したかの判断を行うことができる。なお、CRCを例に説明しているが、パケット内のデータが全て正しいか、あるいは、パケットが欠損したかの判断が可能となるブロック符号、検査符号であれば、送信装置は、どのような符号を用いてもよい。

[0260] 同様に、誤り検出符号付加部410は、情報パケット403を入力とし、パケット単位で誤り検出するために、例えば、CRCを付加し、CRC付加後の情報パケット411を出力する。受信装置は、誤り検出符号付加部410によりCRCを付加することで、パケット内のデータが全て正しいか、あるいは、パケットが欠損したかの判断を行うことができる。なお、CRCを例に説明しているが、パケット内のデータが全て正しいか、あるいは、パケットが欠損したかの判断が可能となるブロック符号、検査符号であれば、送信装置は、どのような符号を用いてもよい。

[0261] パケット並び替え部412は、CRC付加後のパリティパケット409、

CRC付加後の情報パケット411を入力とし、パケットの並び替えを行い、並び替え後のパケット413を出力する。

[0262] なお、図22における情報414に制御情報（例えば、情報の種類の情報、映像符号化の符号化方式の情報（フレームレート、圧縮率、圧縮方法）など（ただし、これに限ったものではない。））を含んでいてもよい。

[0263] 次に、図23を用いて、図22の動作について説明する。

[0264] 図23（A）は、ストリーム数が1（つまり、図22において、送信装置は、映像#1のストリームのパケット2201__1を送信する。）である情報パケットとパリティパケットとの関係を示す。図22の符号化部406は、情報パケットを入力とし、誤り（消失）訂正符号化を行うことで、パリティパケットを得る。

[0265] 図23（A）において、符号化部406は、映像#1のストリーム情報パケットのうち、「情報パケットS\$1-1」、「情報パケットS\$1-2」、「情報パケットS\$1-3」、・・・、「情報パケットS\$1-(n-1)」、「情報パケットS\$1-n」のn個（nは2以上の整数）の情報パケットに対し、誤り（消失）訂正符号化を施し、「パリティパケット#1」、「パリティパケット#2」、「パリティパケット#3」、・・・、「パリティパケット#(h-1)」、「パリティパケット#h」のh個（hは1以上の整数）のパリティパケットを生成する。つまり、符号化部406は、「映像#1のストリームのn個の情報パケット毎に、h個のパリティパケットを生成する」。

[0266] 図23（B）は、ストリーム数が2（つまり、図22において、送信装置は映像#1のストリームのパケット2201__1、および、映像#2のストリームのパケット2201__2を送信する。）である情報パケットとパリティパケットとの関係を示す。図22の符号化部406は、情報パケットを入力とし、誤り（消失）訂正符号化を行うことで、パリティパケットを得る。

[0267] 図23（B）において、符号化部406は、映像#1のストリームの情報パケットのうち、「情報パケットS\$1-1」、「情報パケットS\$1-2

「情報パケットS \$ 1 - 3」、 \dots 、「情報パケットS \$ 1 - (n - 1)」、「情報パケットS \$ 1 - n」のn個 (nは2以上の整数) の情報パケットと、「情報パケットS \$ 2 - 1」、「情報パケットS \$ 2 - 2」、「情報パケットS \$ 2 - 3」、 \dots 、「情報パケットS \$ 2 - (n - 1)」、「情報パケットS \$ 2 - n」のn個 (nは2以上の整数) の情報パケットと、の計 $2 \times n$ 個の情報パケットに対し、誤り (消失) 訂正符号化を施し、「パリティパケット # 1」、「パリティパケット # 2」、「パリティパケット # 3」、 \dots 、「パリティパケット # (2 × h - 1)」、「パリティパケット # 2 × h」の $2 \times h$ 個 (hは1以上の整数) のパリティパケットを生成する。つまり、符号化部406は、「映像 # 1 のストリームのn個の情報パケットと、映像 # 2 のストリームのn個の情報パケットと、の計 $2 \times n$ 個のパケット毎に、 $2 \times h$ 個のパリティパケットを生成する」。

[0268] 図23 (C) は、ストリーム数u (つまり、図22において、送信装置は、映像 # 1 のストリームのパケット2201__1から映像 # u のストリームのパケット2201__uを送信する。) (uは1以上の整数) の情報パケットとパリティパケットとの関係を示す。図22の符号化部406は、情報パケットを入力とし、誤り (消失) 訂正符号化を行うことで、パリティパケットを得る。

[0269] 図23 (C) において、映像 # 1 のストリームの情報パケットのうち、「情報パケットS \$ 1 - 1」、「情報パケットS \$ 1 - 2」、「情報パケットS \$ 1 - 3」、 \dots 、「情報パケットS \$ 1 - (n - 1)」、「情報パケットS \$ 1 - n」のn個 (nは2以上の整数) の情報パケットと、「情報パケットS \$ 2 - 1」、「情報パケットS \$ 2 - 2」、「情報パケットS \$ 2 - 3」、 \dots 、「情報パケットS \$ 2 - (n - 1)」、「情報パケットS \$ 2 - n」のn個 (nは2以上の整数) の情報パケットと、 \dots 、および、「情報パケットS \$ u - 1」、「情報パケットS \$ u - 2」、「情報パケットS \$ u - 3」、 \dots 、「情報パケットS \$ u - (n - 1)」、「情報パケットS \$ u - n」のn個 (nは2以上の整数) の情報パケット

と、の計 $u \times n$ 個の情報パケットに対し、誤り（消失）訂正符号化を施し、「パリティパケット # 1」、「パリティパケット # 2」、「パリティパケット # 3」、 \dots 、「パリティパケット # $(u \times h - 1)$ 」、「パリティパケット # $u \times h$ 」の $u \times h$ 個（ h は 1 以上の整数）のパリティパケットを生成する。

[0270] つまり、映像 # j のストリームの情報パケットが、「情報パケット $S \$ j - 1$ 」、「情報パケット $S \$ j - 2$ 」、「情報パケット $S \$ j - 3$ 」、 \dots 、「情報パケット $S \$ j - (n - 1)$ 」、「情報パケット $S \$ j - n$ 」の n 個（ n は 2 以上の整数）であり、 j が 1 から u である場合、情報パケットの合計個数は、計 $u \times n$ 個である。

[0271] つまり、符号化部 406 は、「映像 # 1 のストリームの n 個の情報パケットから映像 # u のストリームの n 個の情報パケットまでの計 $u \times n$ 個のパケット毎に、 $u \times h$ 個のパリティパケットを生成する」。

[0272] 符号化率と符号長の関係について記述する。

[0273] 例えば、図 23 (A) では、送信装置は、映像 # 1 のストリームのパケットを送信するために、1440 ビットの情報と 1440 ビットのパリティとにより構成されたブロック長 2880 ビットが、誤り（消失）訂正（ブロック）符号を用いて、消失訂正の符号化を実施する。

[0274] また、図 23 (B) では、送信装置は、映像 # 1 のストリームのパケットと映像 # 2 のストリームのパケットを送信するために、 $1440 \times 2 = 2880$ ビットの情報と $1440 \times 2 = 2880$ ビットのパリティで構成されたブロック長 $2880 \times 2 = 5760$ ビットの誤り（消失）訂正（ブロック）符号を用いて、消失訂正の符号化を実施する。

[0275] そして、図 23 (C) では、送信装置は、映像 # 1 のストリームから映像 # u のストリームのパケットを送信するために、 $1440 \times u$ ビットの情報と $1440 \times u$ ビットのパリティで構成されたブロック長 $2880 \times u$ ビットの誤り（消失）訂正（ブロック）符号を用いて、消失訂正の符号化を実施する。

- [0276] よって、図23(A)では、送信装置は、映像#1のストリームのパケットを送信するために、 a ビットの情報と b ビットのパリティとで構成されたブロック長 $a + b$ ビットの誤り(消失)訂正(ブロック)符号を用いて、消失訂正の符号化を実施する(a は1以上の整数であり、 b は1以上の整数である)。
- [0277] また、図23(B)では、送信装置は、映像#1のストリームのパケットと映像#2のストリームのパケットとを送信するために、 $2 \times a$ ビットの情報と $2 \times b$ ビットのパリティで構成されたブロック長 $2 \times (a + b)$ ビットの誤り(消失)訂正(ブロック)符号を用いて、消失訂正の符号化を実施する。
- [0278] そして、図23(C)では、送信装置は、映像#1のストリームから映像# u のストリームのパケットを送信するために、 $a \times u$ ビットの情報と $b \times u$ ビットのパリティで構成されたブロック長 $(a + b) \times u$ ビットの誤り(消失)訂正(ブロック)符号を用いて、消失訂正の符号化を実施する。
- [0279] 送信装置が送信した信号を受信する受信装置の構成は、図3に示したとおりである。そして、図3のパケット(またはフレーム)処理部315の構成は、図24に示したとおりであり、図10と同様に動作するものについては、同一符号を付した。
- [0280] 誤り検出部1002は、受信データ1001、制御情報信号1008を入力とし、例えば、制御情報信号1008におけるパケットの構成に関する情報(例えば、パケット長の情報、パケットの順番に関する情報など)に基づき、受信データ1001のパケットの構成を知り、知り得た構成に基づき、パケットの誤り検出を行い、誤り検出後のパケット1003を出力する。
- [0281] 記憶および並び替え部1004は、誤り検出後のパケット1003、制御情報信号1008を入力とし、制御情報信号におけるパケットの構成に関する情報(例えば、パケット長の情報、パケットの順番に関する情報、誤り(消失)訂正符号の符号長、誤り(消失)訂正符号の符号化率など)に基づき、誤り検出後のパケット1003を記憶し、更に、並び替えを行い、並び替

え後のデータ1005を出力する。

[0282] パケットレベル復号部（消失訂正復号部）1006は、並び替え後のデータ1005、制御情報信号1008、制御信号1009を入力とし、制御情報信号1008におけるパケット構成に関する情報（例えば、パケット長の情報、パケットの順番に関する情報、誤り（消失）訂正符号の符号長、誤り（消失）訂正符号の符号化率など）に基づき、並び替え後のデータ1005に対してパケットレベルの復号を行う。例えば、図23の（A）、図23（B）、及び、図23（C）のいずれかに対応する復号を行い、データ1007を出力する。

[0283] なお、パケットレベル復号部（消失訂正復号部）1006は、データ1007として、情報パケットを出力してもよいし、情報パケット、パリティパケット両者を出力してもよい。また、パケットレベル復号部（消失訂正復号部）1006は、制御信号100により、パケットレベルの復号を行うか否かの判断を行ってもよい。なお、パケットレベルの復号方法については、例えば、実施の形態1において、図12を用いて説明したとおりである。

[0284] ストリーム選択部2401は、データ1007、制御信号1009を入力とする。データ1007は、図23（A）、図23（B）、及び、図23（C）のいずれかのような、パケット構成である。図23（B）、または、図23（C）のパケット構成の場合、ストリーム選択部2401は、制御信号1009に基づき、データ1007から所望のパケットを抽出し、選択パケット2402を出力する。

[0285] なお、ストリーム選択部2401は、ストリームの選択として、一つに限ったものではなく、2つ以上のストリームを選択してもよい。例えば、ユーザーが受信装置（端末）に対し、映像#1のストリームを所望のストリームと選択した場合、ストリーム選択部2401は、映像#1のストリームのパケットを抽出し、出力する。また、ユーザーが受信装置（端末）に対し、映像#1のストリームと映像#2のストリームを所望のストリームと選択した場合、ストリーム選択部2401は、映像#1のストリームのパケットおよ

び映像#2のストリームのパケットを抽出し、出力する。つまり、ストリーム選択部2401は、2つ以上のストリームを選択してもよい。

- [0286] 図22、図23、図24に示すパケット構成、パケット送信方法、パケット復号方法を用いることによる利点について説明する。
- [0287] 端末において、映像ストリームの遅延（アプリケーション処理に取り掛かるまでの所定時間）は、主に、映像ストリームのコーディングレートおよび誤り（消失）訂正符号の情報長で決定される。したがって、映像ストリームのコーディングレートの決定後、映像ストリームの遅延は、誤り（消失）訂正符号の情報長に依存する。
- [0288] よって、図23（A）に示す符号化を行う場合、送信装置は、符号化条件として、映像#1のストリームで発生する遅延を考慮し、誤り（消失）訂正符号の情報長を決定する。ここで、映像#1のストリームの受信品質を向上させる方法として、送信装置は、誤り（消失）訂正符号のブロック長、つまり、情報長を長くすることが考えられるが、映像ストリームの遅延が長くなるため、対処が要求される。
- [0289] まず、図23（A）では、映像#1のストリームのパケットに対し、符号化を行うが、映像#1のストリームのパケットは、アプリケーション処理に取り掛かるまでの所定時間よりも小さいため、所定の遅延の範囲内に納まる。
- [0290] 次に、送信装置は、上述したように、図23（B）に示す、映像#1のストリームのパケットと映像#2のストリームのパケットとに対して、図23（A）における符号化条件を用いて、パリティパケット1系列を出力する符号化を実施する、つまり、 n 個の情報パケット2系列を連結したパケットに対して、 $2h$ 個のパリティパケット1系列を出力することにより、映像#1のストリームに対する受信装置での遅延、映像#2のストリームに対する受信装置での遅延を、いずれも、図23（A）における受信装置での遅延と同様に、所定の遅延の範囲内に納めることができる。
- [0291] なお、図23（B）では、誤り（消失）訂正符号の符号長（または情報長

) が、各ストリームのパケット長よりも長くなっているので、受信装置は、受信品質を向上することができる。

[0292] なお、図 23 (C) においても同様であり、送信装置は、各映像ストリームの受信装置における遅延を所定の範囲内に収め、更に、消失訂正能力を向上することができる。

[0293] 次に、図 23 の変形例について説明する。

[0294] 例えば、図 23 (A) では、映像 # 1 のストリームのパケットに対して符号化を行うが、受信装置において、映像 # 1 のストリームのパケットは、アプリケーション処理に取り掛かるまでの所定時間よりも小さいため、所定の遅延の範囲内に納まる。

[0295] このとき、使用する誤り (消失) 訂正符号 (ブロック符号である) の情報長を、受信装置において所定の遅延の範囲内におさまる条件として、例えば、1440 ビットと設定する。

[0296] そして、図 23 (B) では、映像 # 1 のストリームのパケットと映像 # 2 のストリームのパケットとを連結して、誤り (消失) 訂正符号化を行う。映像 # 1 のストリームのパケットと映像 # 2 のストリームのパケットの両者のパケットを連結して符号化を行う。

[0297] このとき、使用する誤り (消失) 訂正符号 (ブロック符号である) の情報長を 1440 ビットより大きくし、 $1440 \times 2 = 2880$ ビット以下 (または、2880 ビット未満) とする。このとき、1440 を 2 倍しているのは、ストリーム数が 2 であるからである。

[0298] これにより、映像 # 1 のストリームの受信装置における遅延、映像 # 2 のストリームの受信装置における遅延を小さく設定することができる。

[0299] なお、映像 # 1 のストリームの受信装置における遅延、映像 # 2 のストリームの受信装置における遅延の両者について、より遅延を小さくするためには、映像 # 1 のストリームの情報のビット数を 1440 ビット以下、かつ、映像 # 2 のストリームの情報ビット数を 1440 ビット以下とし、1440 ビット以下の映像 # 1 のストリームの情報と 1440 ビット以下の映像 # 2

のストリームの情報とを連結して誤り（消失）訂正符号化を行うとよい。このとき、消失訂正能力が向上するため、受信装置は、高いデータの受信品質を得ることができる。

[0300] この点を一般化すると以下のようなになる。

[0301] 図23（A）では、映像#1のストリームのパケットに対して符号化を行う。受信装置において、所定の遅延の範囲内におさまる条件として、使用する誤り（消失）訂正符号（ブロック符号である）の情報長を Z ビット（ Z は1以上の整数である）と設定する。

[0302] そして、図23（C）では、映像#1のストリームのパケットから映像# u のストリームのパケットを連結して、誤り（消失）訂正符号化を行う。つまり、映像#1のストリームのパケット、映像#2のストリームのパケット、 \dots 、映像# u のストリームの順に符号化を行う。

[0303] このとき、受信装置において、所定の遅延の範囲内におさまる条件として、使用する誤り（消失）訂正符号（ブロック符号である）の情報長を Z ビットより大きくし、 $Z \times u$ ビット以下（または、 $Z \times u$ ビット未満）とする。このとき、 Z ビットを u 倍しているのは、ストリーム数 u に基づく。これにより、各ストリームの受信装置における遅延を小さく設定することができる。

[0304] なお、各ストリームの受信装置における遅延を小さくするためには、各ストリームの情報のビット数を Z ビット以下とし（全てのストリームの情報のビット数を Z ビット以下とし）、 Z ビット以下のすべてのストリームの情報を連結して誤り（消失）訂正符号化を行うとよい。このとき、消失訂正能力が向上するため、受信装置は、高いデータの受信品質を得ることができる。

[0305] なお、上述のように符号化を行い、受信装置での遅延を小さくすることで、ユーザーが映像ストリームを切り替える場合、切り替え時間が早くなるという利点もある。

[0306] そして、図23（B）及び図23（C）を用いて説明したように、送信装置は、複数の映像ストリームを束ねて、誤り（消失）訂正符号化を行い、受

信装置は、複数の映像ストリームが連結された符号語に対して、消失訂正復号（パケットレベルの復号）を行う。このため、受信装置は、複数の映像ストリームのうち、所望の映像ストリームのパケットを選択することができるため、受信装置での遅延を小さくし、高い消失訂正能力を得ることができる。

- [0307] 図24のパケットレベル復号部（消失訂正復号部）1006は、実施の形態1で説明したように、BP復号後に最尤復号（例えば、ガウスの消去法）を行う。このとき、受信装置は、例えば、図25、または、図26に示すパケットレベルの復号を行う。
- [0308] 図25は、本実施の形態におけるパケットレベル復号部1006の動作のフローチャートの一例を示す。フローチャートの各判断は、例えば、図12の制御部1207、BP復号部1201、最尤復号部1204、選択部1209のいずれかにより、行われる。
- [0309] 手順の一例を以下に示す。ただし、図25のフローチャートでは、受信データは、パケットレベルでの誤り（消失）訂正符号化が施されていることが前提である。
- [0310] （ステップS2501）制御部1207は、各部に「復号開始」の指示を行う。なお、「復号開始」の判断は、例えば、制御情報信号1206により行われる。
- [0311] （ステップS2502）例えば、制御部1207、または、BP復号部1202は、受信データが、図23（B）図23（C）のように符号化が行われている場合、「所望のストリームの情報パケット（または、情報）が得られているか否か」の判断を行う。例えば、端末が、映像#2のストリームの情報を要求する場合、映像#2のストリームの情報パケット（または）情報が得られているか否かを判断する。
- [0312] BP復号部1202は、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合（S2502：YES）、誤り（消失）訂正復号は行わない（復号処理を省略する）。従って、図12の選択部1209は

、受信データ1201、または、受信データ1201から抽出した所望のストリームの情報を、選択データ1210として出力する。

[0313] BP復号部1202は、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られていない場合（S2502：NO）、BP復号を開始する。つまり、図12のBP復号部1202は、受信データ1201に対し、BP復号を開始する。

[0314] このように、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合（S2502：YES）、復号処理を完了し、選択部1209に出力する（復号処理を省略する）ことで、BP復号部1202の演算規模（演算回数）を削減することができ、BP復号部1202の消費電力を削減することができる。

[0315] （ステップS2503）BP復号部1202は、BP復号を開始した後、反復回数のカウントを開始する。反復回数の最大値は N_{max} に設定する。

[0316] （ステップS2504）BP復号部1202は、反復回数 n が N_{max} より小さいか、を確認する。反復回数 n が N_{max} より小さい場合、反復回数 n の復号処理を行う。

[0317] 次に、BP復号部1202は、第 n 回目の反復復号処理をすることにより得られたデータに対し、「所望のストリームの情報パケット（または、情報）が全て得られているか否か」の判断を行う（ステップS2505）。BP復号部1202は、所望のストリームのすべての情報パケット（または、情報）が得られている場合（S2505：YES）、BP復号を完了し、BP復号後の受信系列1203を、選択部1209に出力する。そして、図12の選択部1209は、BP復号後の受信系列1203、または、BP復号後の受信系列1203から抽出した所望のストリームの情報を、選択データ1210として出力する。所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られていない場合（S2505：NO）、第 n 回目の反復復号処理を完了する。

[0318] （ステップS2506）BP復号部1202は、反復回数は N_{max} よ

- り小さいか否かを確認する。反復回数が N_{max} より小さい場合（S2506：YES）、S2503に戻り、第 $n+1$ 回目の復号処理の反復を行う。
- [0319] 反復回数が N_{max} となった場合（S2506：NO）、BP復号部1202は、反復復号処理を完了し、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られていない、BP復号後の受信系列を最尤復号部1204に出力する。
- [0320] （ステップS2507）最尤復号部1204は、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られていない、BP復号後の受信系列を入力とし、例えば、ガウスの消去法による復号を行い、最尤復号後の受信系列1205を選択部1209に出力する。
- [0321] そして、図12の選択部1209は、BP復号後の受信系列1203を、または、BP復号後の受信系列1203から抽出した所望のストリームの情報を、選択データ1210として出力する。所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られていない場合、BP復号後の受信系列1203を出力する。
- [0322] このように、所望のストリームのすべての情報パケット（または、情報）が得られている場合、復号処理を完了（反復復号処理を省略）することで、復号部の演算規模を削減することができ、復号部の消費電力を削減することができる。
- [0323] 図12のパケットレベル復号部1006の動作の図25と異なる例について、図26を用いて説明する。
- [0324] 図26は、本実施の形態におけるパケットレベル復号部1006のフローチャートを示す。フローチャートの各判断は、例えば、図12の制御部1207、BP復号部1201、最尤復号部1204、選択部1209のいずれかより、行われる。
- [0325] 手順の一例を以下に示す。ただし、図26のフローチャートでは、受信データは、パケットレベルでの誤り（消失）訂正符号化が施されていることが前提である。

- [0326] (ステップS2601) 制御部1207は、各部に「復号開始」の指示を行う（なお、「復号開始」の判断は、例えば、制御情報信号1211により行われる）。
- [0327] (ステップS2602) 例えば、制御部1207、または、BP復号部1202は、受信データが、図23(B)図23(C)のように符号化が行われている場合、「所望のストリームのすべての情報パケット（または、情報）が得られているか否か」の判断を行う。
- [0328] BP復号部1202は、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合（S2602：YES）、誤り（消失）訂正復号は行わない（復号処理を省略する）。従って、図12の選択部1209は、受信データ1201を、または、受信データ1201から抽出した所望のストリームの情報を、選択データ1210として出力する。
- [0329] BP復号部1202は、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られていない場合（S2602：NO）、BP復号を開始する。つまり、図12のBP復号部1202は、受信データ1201に対し、BP復号を開始する。
- [0330] このように、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合（S2602：YES）、復号処理を完了し、選択部1209に出力する（復号処理を省略する）ことで、BP復号部1202の演算規模（演算回数）を削減することができ、BP復号部1202の消費電力を削減することができる。
- [0331] (ステップS2603) BP復号部1202は、BP復号を開始した後、反復回数nのカウントを開始する。
- [0332] (ステップS2603) BP復号部1202は、第n回目の反復回数の復号処理を行う。
- [0333] (ステップS2605) BP復号部1202は、第n回目の反復復号処理をすることにより得られたデータに対し、「所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られているか否か」の判断を行う。BP復号

部1202は、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合（S2605：YES）、BP復号を完了し、BP復号後の受信系列1203を、選択部1209に出力する。選択部1209は、BP復号後の受信系列1203から抽出した所望のストリームの情報を、選択データ1210として出力する。

[0334] 所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られていない場合（S2605：No）、第n回目の反復復号を完了する。

[0335] このように、BP復号部1202は、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られている場合、復号処理を完了することで、BP復号部1202の演算規模（演算回数）を削減することができ、BP復号部1202の消費電力を削減することができる。なお、ここでは、「反復回数をカウントする」と記載したが、反復回数をカウントしなくてもよい。

[0336] （ステップS2606）BP復号部1202は、第（n-1）回目の反復復号処理によって得られたデータと第n回目の反復復号処理によって得られたデータを比較する。第（n-1）回目の復号処理によって得られたデータと第n回目の復号処理によって得られたデータが同じである場合（S2606：No）、再度、反復復号処理を行っても、誤り（消失）訂正の効果がないため、反復復号処理を終了し、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られていない、BP復号後の受信系列を最尤復号部1204に出力する。

[0337] そして、第（n-1）回目の復号処理によって得られたデータと第n回目の処理によって得られたデータが異なる（第n回目の復号処理によって、新たに誤り（消失）訂正が行われたデータが存在する）場合（S2606：YES）、第（n+1）回目の反復復号処理を実施する。

[0338] （ステップS2607）最尤復号部1204は、所望のストリームの全ての情報パケット（または、情報）が得られていない、BP復号後の受信系列を入力とし、例えば、ガウスの消去法による復号を行い、最尤復号後の受信系列1205を選択部1209に出力する。

[0339] 以上のように、本実施の形態では、送信装置は、複数の映像ストリームを束ねて、誤り（消失）訂正符号化を行い、受信装置では、消失訂正復号（パケットレベルの復号）を行い、複数の映像ストリームのうち、所望の映像ストリームのパケットを選択するという方法を用いることで、受信装置での遅延を小さくしながら、高い消失訂正能力を得ることができる。

[0340] なお、本実施の形態では、BP復号としてSum-product復号、最尤復号としてガウスの消去法を例に説明したが、本開示はこれに限ったものではなく、BP復号として、min-sum復号などを用いてもよいし、また、最尤復号として、ガウスジョルダン法（Gauss-Jordan elimination）、ガウスザイデル法（Gauss-Seidel method）、LU分解（LU decomposition）などを用いてもよい（最尤復号の場合、連立方程式を解く操作が行われる）。

[0341] また、本実施の形態ではパケットレベルの符号化が施されている場合について説明したが、送信装置は、パケットレベルの符号化を省略し、パケット（データ）を送信するという送信モードが存在してもよい。送信装置は、パケットレベルの符号化を行うモードとパケットレベルの符号化を省略したモードとを切り替えて、データを送信する。

[0342] （実施の形態3）

本実施の形態では、実施の形態1、実施の形態2で説明したパケットレベルの誤り（消失）訂正符号化方法を適用するパケットとパケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を未適用のパケット（または、情報）とが存在する送信方法の例について説明する。

[0343] 図27は、送信局の送信装置の構成の一例を示し、図2と同様に動作するものについては、同一番号を付す。

[0344] 図27について説明する。物理層誤り訂正符号化204は、パケット（または、フレーム）処理後のデータ203、制御信号211、パケット（または、情報）2701、優先制御に関する信号2702を入力とし、制御信号211および優先制御に関する信号2702に基づき、パケット（または、フレーム）処理後のデータ203およびパケット（または、情報）2701

の送出方法を決定し、データ 203 に対し、（物理層用の）誤り訂正符号化を行い、誤り訂正符号化後のデータ 205 を出力する。なお、パケット（または、フレーム）処理後のデータ 203 およびパケット（または、情報）2701 の送出方法の決定方法については、図 28、図 29、図 30 を用いて、以降で、詳しく説明する。

[0345] 図 28 は、図 27 の物理層誤り訂正符号化部の入力となるパケットの時間軸におけるパケット構成の一例を示している（図 28 において、横軸は時間であるものとする）。

[0346] 図 28 のパケット 1-#1 (2801__1)、パケット 1-#2 (2801__2)、・・・、パケット 1-#m (2801__m) およびパケット 2-#1 (2802__1)、パケット 2-#2 (2802__2)、・・・、パケット 2-#m (2802__m) は、図 27 のパケット（または、フレーム）処理後のデータ 203 に相当する。なお、パケット（または、フレーム）処理後のデータ 203 は、パケットレベルでの誤り（消失）訂正符号化が施されている。そして、図 28 のパケット \$1 (28__1)、パケット \$2 (28__2)、・・・、パケット \$n (28__n) は、図 27 のパケット（または、情報）2701 に相当する。なお、パケット（または、情報）2701 は、パケットレベルでの誤り（消失）訂正符号化が施されていてもよいし、パケットレベルでの誤り（消失）訂正符号化が施されていなくてもよい。

[0347] 図 28 に示す、「パケット \$1 (28__1)、パケット \$2 (28__2)、・・・、パケット \$n (28__n)」は、「パケット 1-#1 (2801__1)、パケット 1-#2 (2801__2)、・・・、パケット 1-#m (2801__m) およびパケット 2-#1 (2802__1)、パケット 2-#2 (2802__2)、・・・、パケット 2-#m (2802__m)」より時間的に後に、物理層誤り訂正符号化部 204 に入力が完了する。なお、優先制御に関する信号 2702 は、緊急性の高い（端末に優先的に届けたい）（「パケット \$1 (28__1)、パケット \$2 (28__2)、・・・、パケット \$n (28__n)」）がパケットであるかどうか、を示す情報を含んでい

る。

[0348] 図29は、図27の物理層誤り訂正符号化部204が出力する誤り訂正符号化後のデータの時間軸におけるデータ出力の一例を示す。横軸は時間である。

[0349] 図28に示すデータ入力では、「パケット\$1(28__1)、パケット\$2(28__2)、・・・、パケット\$n(28__n)」が緊急性の高い(端末に優先的に届けたい)パケットであることを示す情報を優先制御に関する信号2702が含んでいる。

[0350] 物理層誤り訂正符号化部204は、図29の(A)に示す第1の方法として、「パケット1-#1(2801__1)、パケット1-#2(2801__2)、・・・、パケット1-#m(2801__m)およびパケット2-#1(2802__1)、パケット2-#2(2802__2)、・・・、パケット2-#m(2802__m)」を出力せずに、「パケット\$1(28__1)、パケット\$2(28__2)、・・・、パケット\$n(28__n)」を出力する。

[0351] 「パケット\$1(28__1)、パケット\$2(28__2)、・・・、パケット\$n(28__n)」は、物理層の誤り訂正符号化後のデータ205である。

[0352] また、図29の(A)では、物理層誤り訂正符号化部204は、制御情報2900を付加するが、制御情報2900には、緊急性の高い(端末に優先的に届けたい)パケットであることを示す情報が含まれる。

[0353] また、図29の(B)に示す第2の方法として、物理層誤り訂正符号化部204は、緊急性の高い(端末に優先的に届けたい)「パケット\$1(28__1)、パケット\$2(28__2)、・・・、パケット\$n(28__n)」を、「パケット1-#1(2801__1)、パケット1-#2(2801__2)、・・・、パケット1-#m(2801__m)およびパケット2-#1(2802__1)、パケット2-#2(2802__2)、・・・、パケット2-#m(2802__m)」より時間的に前に出力する。

- [0354] 「パケット\$ 1 (28__1)、パケット\$ 2 (28__2)、・・・、パケット\$ n (28__n)」は、物理層の誤り訂正符号化後のデータ205である。
- [0355] また、図29の(B)では、物理層誤り訂正符号化部204は、制御情報2900を付加するが、制御情報2900には、緊急性の高い(端末に優先的に届けたい)パケットであることを示す情報が含まれる。
- [0356] これにより、送信装置は、端末装置に対して、緊急性の高い情報を、的確に、送信することができるという利点をもつ。
- [0357] なお、送信装置が送信する変調信号のフレーム構成によっては、送信装置は、図29の(B)以外に、図30に示すように、「パケット\$ 1 (28__1)、パケット\$ 2 (28__2)、・・・、パケット\$ n (28__n)」を、時間的に前に送信しなくてもよい場合もある。なお、図30においても、制御情報2900は、緊急性の高いデータが含まれていることを示す情報を含む。
- [0358] 図31は、送信局の送信装置が送信する変調信号のフレーム構成の一例を示し、横軸は時間、縦軸は周波数であり、例えば、OFDM方式などのマルチキャリア方式を用いたフレーム構成の例である。
- [0359] 図31では、プリアンブル3101は、例えば、端末と送信局とが時間及び周波数同期を調整するためのシンボル、端末が変調信号を検出するためのシンボル、端末がチャネル変動を推定するためのシンボルを含む。
- [0360] 制御情報シンボル3102は、例えば、変調方式の情報、物理層の誤り訂正符号の方式(符号の種類、符号長、符号化率など)の情報、パケットレベルでの誤り(消失)訂正符(符号の種類、符号長、符号化率など)の情報、緊急性の高いデータに関する情報(緊急性の高いデータを含むか否かの情報、緊急性の高いデータの packets を指定する情報)などを含む。
- [0361] データシンボル3103は、情報を伝送するためのシンボルである。なお、図31では、端末がチャネル変動を推定するためのパイロットシンボル(リファレンスシンボル)を記述していないが、プリアンブル3101、制御

情報シンボル 3102、データシンボル 3103 にパイロットシンボルが挿入されていてもよい。

[0362] 図 32 は、端末の受信装置の構成の一例を示し、図 3 と同様に動作するものについては、同一番号を付しており、同様に動作するものについては、説明を省略する。

[0363] パケット（またはフレーム）処理部 315 は、制御情報信号 310 に含まれる「緊急性の高い（端末に優先的に届けたい）情報を含むか否かを示す情報」において、緊急性の高い（端末に優先的に届けたい）情報が含まれていると判断した場合、優先的に、緊急性の高いデータに対して処理を施し、データ 316 として出力する。

[0364] 以上のように、本実施の形態によれば、緊急性の高い（端末に優先的に届けたい）データを扱うことで、送信局は、端末に緊急性の高い情報を、的確に、送信することができるという利点をもつ。

[0365] （実施の形態 4）

本実施の形態では、実施の形態 1、実施の形態 2 で説明したパケットレベルの誤り（消失）訂正符号化方法を、中継器で使用方法の一例について説明する。

[0366] 図 33 は、本実施の形態におけるシステム構成の例を示す。例えば、送信局 3301（図 2 参照）は、映像（例えば、動画、または、静止画）、および／または、オーディオのデータを送信する。

[0367] 中継器 3302 は、送信局 3301 が送信した映像（例えば、動画、または、静止画）、および／または、オーディオのデータを受信し、信号処理を施し、映像（例えば、動画、または、静止画）、および／または、オーディオのデータを送信する。

[0368] 端末 # A（3303__1）、端末 # B（3303__2）は、中継器 3302 が送信した変調信号を受信し、信号処理を施し、映像（例えば、動画、または、静止画）、および／または、オーディオのデータを得る（図 3 参照）。

- [0369] なお、図33では、1つの中継器3302を記載しているが、中継器3302は、複数存在していてもよい。また、端末を2つ記載しているが、1つの端末が存在している場合でもよいし、端末が3つ以上存在していてもよい。
- [0370] 次に、送信局3301、中継器3302、端末#A、#Bの動作について説明する。送信局3301の構成は、例えば、図2に示したとおりであり、また、送信局3301が送信する変調信号のフレーム構成は、例えば、図31のとおりであり、これらについては、すでに説明しているため、ここでは、詳細の説明を省略する。
- [0371] 中継器3302の構成の一例を図34に示す。受信装置3403は、アンテナ3401で受信した受信信号3402を入力とし、信号処理を施したデータ3404、および、データに関する情報3405を出力する。
- [0372] 送信装置3407は、データ3404、データに関する情報3405、制御信号3406を入力とし、信号処理を施した送信信号3408を出力する。送信信号3408は、アンテナ3409から、電波として出力される。
- [0373] 図34の中継器3302における受信装置3403の構成の一例を図35に示す。図35において、図3と同様に動作するものについては同様の番号を付しており、説明は省略する。
- [0374] 例えば、図33の送信局3301の packets に対し、packet レベルの誤り（消失）訂正符号化が施された場合、図35の packet（またはフレーム）処理部315は、packet レベルの誤り（消失）訂正符号の復号化を行い、復号データ316を出力する。加えて、packet（またはフレーム）処理部315は、復号データ316の状態情報3501を出力する。
- [0375] 信号処理部3502は、復号データ316、および、復号データの状態情報3501を入力とし、信号処理を施し、信号処理後のデータ3503、および、信号処理後のデータに関する情報3504を出力する。
- [0376] 次に、図35の中継器3302における受信装置3403の動作例について説明する。図33の送信局3301が、例えば、図36に示す packets を送信する。図36では、第k番目の packet 群の構成の一例を示す（kは、

例えば、0以上の整数である)。第k番目のパケット群は、「情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#n」のn個の情報パケット（nは2以上の整数）と「パリティパケットk-#1」から「パリティパケットk-#h」のh個のパリティパケット（hは1以上の整数）を含む構成である。従って、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化では、「情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#n」のn個の情報パケットを符号化することで、「パリティパケットk-#1」から「パリティパケットk-#h」のh個のパリティパケットを得る。なお、各パケットは、符号化後に誤り検出符号、パケット番号などの制御情報を含んでもよい。

[0377] 図37は、図33の中継器3302が受信した、図36の第k番目のパケット群の受信状態の一例を示す。図37において、「情報パケットk-#1」は、「○」と記載することによって、中継器3302で誤りなく受信されたことを示す。

[0378] 「情報パケットk-#2」は、「×」と記載することによって、中継器3302で誤りが発生し、パケットを得ることができなかった（不定パケット又は欠落パケット）ことを示す。

[0379] 「パリティパケットk-#(h-1)」は、「×」と記載することによって、中継器3302でパケットを得ることができなかった（不定パケット又は欠落パケット）ことを示す。

[0380] 「パリティパケットk-#h」は、「○」と記載することによって、中継器3302で誤りなく受信されたことを示す。

[0381] 図35の中継器3302の受信装置3403におけるパケット（またはフレーム）処理部315は、図37の状態のパケットを入力とし、パケットレベルの誤り（消失）訂正復号を施す。

[0382] （第1の方法）

図35の中継器3302の受信装置3403におけるパケット（またはフレーム）処理部315は、パケットレベルの誤り（消失）訂正復号を施すことによって、図37の「情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#

n」のn個の情報パケットを、データ316として、出力する。ただし、データ316は、パケットレベルの誤り（消失）訂正復号の結果次第では、「情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#n」のn個の情報パケットの中に、不定の情報パケットを含む。つまり、データ316は、消失訂正復号しても得られなかった情報パケットを含む。

[0383] 従って、パケット（またはフレーム）処理部315は、各情報パケットの状態を示す情報（パケットが得られているのか、または、不定のパケットなのか、を示す情報）を、データの状態情報3501として出力する。

[0384] 信号処理部3502は、データ316、データの状態情報3501を入力とし、データ316により得られた情報パケットを信号処理後のデータ3503として出力し、データの状態情報3501をデータに関する情報3504として出力する。

[0385] なお、信号処理部3502は、不定の情報パケットを削除し、削除後の情報を、信号処理後のデータ3503として出力してもよい。別の方法として、信号処理部3502は、不定の情報パケットに対し、ダミーのデータを埋めた仮想的な情報パケットを出力してもよい。なお、ダミーのデータは、ダミーのデータであることがわかるように、規則的なデータであるとよい。

[0386] 別の方法としては、信号処理部3502は、データ316、データの状態情報3501を入力とし、データ316から、情報を作ってもよい。例えば、データ316が、映像（および／または、オーディオ）のストリームの場合、信号処理部3502は、映像の復号および符号化を施し、映像の圧縮方法、および／または、フレームレート、および／または、ビットレート（圧縮率）、および／または、画素数などを変更し、情報を作成し、信号処理後のデータ3503として出力してもよい。

[0387] 図38は、図34の中継器3302の送信装置3407の構成の一例を示しており、図2と同様に動作するものについては、同一番号を付す。

[0388] 図38の中継器3302の送信装置3407は、例えば、図33のように、中継器3302が、複数の端末に対して、（同時に）データを送信する（

例えば、マルチキャリア伝送) 場合に、パケットレベルの誤り (消失) 訂正符号化を行う。

[0389] 図35の中継器3302の受信装置3403が出力する信号処理後のデータ3503は、図38の中継器3302の送信装置3407の情報201に相当し、図35の中継器3302の受信装置3403が出力するデータに関する情報3504は、図38の中継器3302の送信装置3407のデータに関する情報3801に相当する。

[0390] そして、図38のパケット (またはフレーム) 処理部202は、情報201、制御信号211、データに関する情報3801を入力とし、例えば、情報201に対し、パケットレベルの誤り (消失) 訂正符号化を行い、パケット (または、フレーム) 処理後のデータ203を出力する。なお、制御信号211がパケットレベルの誤り (消失) 訂正符号化の省略を示す場合、図38のパケット (またはフレーム) 処理部202は、パケットレベルの誤り (消失) 訂正符号化を省略してデータ203を出力する。

[0391] 次に、第1の方法とは異なる第2の方法について説明する。

[0392] (第2の方法)

図35の中継器3302の受信装置3403におけるパケット (またはフレーム) 処理部315は、パケットレベルの誤り (消失) 訂正復号を施すことによって、図37の「情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#n」のn個の情報パケット、および、「パリティパケットk-#1」から「パリティパケットk-#h」のh個のパリティパケットを、データ316として、出力する。ただし、データ316は、パケットレベルの誤り (消失) 訂正復号の結果次第では、情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#n」のn個の情報パケットの中に、不定の情報パケットが存在することもある。つまり、データ316は、消失訂正復号しても得られなかった情報パケットを含む場合がある。また、「パリティパケットk-#1」から「パリティパケットk-#h」のh個のパリティパケットの中には、不定のパリティパケットが存在することもあるし、消失訂正復号しても得られなかったパ

リティパケットが存在することがある。

[0393] 従って、パケット（またはフレーム）処理部 315 は、各情報パケットの状態、各パリティパケットの状態を示す情報（パケットが得られているのか、または、不定のパケットなのか、を示す情報）を、データの状態情報 3501 として出力する。

[0394] 信号処理部 3502 は、データ 316、データの状態情報 3501 を入力とし、データ 316 により得られた情報パケット、パリティパケットを信号処理後のデータ 3503 として出力し、データの状態情報 3501 をデータに関する情報 3504 として出力する。

[0395] なお、信号処理部 3502 は、不定の情報パケットを削除し、削除後のデータを、信号処理後のデータ 3503 として出力してもよい。別の方法として、信号処理部 3502 は、不定の情報パケットに対し、ダミーのデータを埋めた仮想的な情報パケットを出力してもよいし、また、不定のパリティパケットに対し、ダミーデータを埋めた仮想的なパリティパケットを出力してもよい。なお、ダミーのデータは、ダミーのデータであることがわかるように、規則的なデータであるとよい。

[0396] 図 38 は、図 34 の中継器 3302 の送信装置 3407 の構成の一例を示しており、図 2 と同様に動作するものについては、同一番号を付す。

[0397] 図 38 の中継器 3302 の送信装置 3407 は、例えば、図 33 のように、中継器 3302 が、複数の端末に対して、（同時に）データを送信する（例えば、マルチキャリア伝送）場合に、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行う。

[0398] 図 35 の中継器 3302 の受信装置 3403 が出力する信号処理後のデータ 3503 は、図 38 の中継器 3302 の送信装置 3407 の情報 201 に相当し、図 35 の中継器 3302 の受信装置 3403 が出力するデータに関する情報 3504 は、図 38 の中継器 3302 の送信装置 3407 のデータに関する情報 3801 に相当する。

[0399] そして、図 38 のパケット（またはフレーム）処理部 202 は、情報 20

1、制御信号211、データに関する情報3801を入力とし、例えば、情報201に対し、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行い、パケット（または、フレーム）処理後のデータ203を出力する。なお、制御信号211がパケットレベルの誤り（消失）訂正符号化の省略を示す場合、図38のパケット（またはフレーム）処理部202は、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を省略してデータ203を出力する。

[0400] 次に、第1の方法、第2の方法と異なる第3の方法について説明する。

[0401] （第3の方法）

図35の中継器3302の受信装置3403におけるパケット（またはフレーム）処理部315は、パケットレベルの誤り（消失）訂正復号を省略する。

[0402] よって、パケット（またはフレーム）処理部315は、パケットレベルの誤り（消失）訂正復号を省略し、図37の「情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#n」のn個の情報パケット、および、「パリティパケットk-#1」から「パリティパケットk-#h」のh個のパリティパケットを、データ316として、出力する。従って、「情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#n」のn個の情報パケットの中には、不定の情報パケットが存在することもあり、また、「パリティパケットk-#1」から「パリティパケットk-#h」のh個のパリティパケットの中には、不定のパリティパケットが存在することもある、つまり、消失訂正復号しても得られなかった情報パケット、パリティパケットが存在することがある。

[0403] 従って、パケット（またはフレーム）処理部315は、各情報パケットの状態、各パリティパケットの状態を示す情報（パケットが得られているのか、または、不定のパケットなのか、を示す情報）を、データの状態情報3501として出力する。

[0404] 信号処理部3502は、データ316、データの状態情報3501を入力とし、データ316により得られた情報パケット、パリティパケットを信号処理後のデータ3503として出力し、データの状態情報3501をデータ

に関する情報3504として出力する。

[0405] 信号処理部3502は、不定の情報パケットを削除し、削除後のデータを、信号処理後のデータ3503として出力してもよい。なお、別の方法として、信号処理部3502は、不定の情報パケットに対し、ダミーのデータを埋めた仮想的な情報パケットを出力してもよく、また、不定のパリティパケットに対し、ダミーデータを埋めた仮想的なパリティパケットを出力してもよい。このとき、ダミーのデータは、ダミーのデータであることがわかるように、規則的なデータであるとよい。

[0406] 図38は、図34の中継器3302の送信装置3407の構成の一例を示しており、図2と同様に動作するものについては、同一番号を付す。

[0407] 図38の中継器3302の送信装置3407は、例えば、図33のように、中継器3302が、複数の端末に対して、（同時に）データを送信する（例えば、マルチキャリア伝送）場合に、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行う。

[0408] 図35の中継器3302の受信装置3403が出力する信号処理後のデータ3503は、図38の中継器3302の送信装置3407の情報201に相当し、図35の中継器3302の受信装置3403が出力するデータに関する情報3504は、図38の中継器3302の送信装置3407のデータに関する情報3801に相当する。

[0409] そして、図38のパケット（またはフレーム）処理部202は、情報201、制御信号211、データに関する情報3801を入力とし、例えば、情報201に対し、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行い、パケット（または、フレーム）処理後のデータ203を出力する。

[0410] 以上のように、図33の送信局3301が中継器3302に対してデータを伝送する場合、送信局3301がパケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行うことで、中継器3302が複数存在する環境において、例えば、送信局3301による再送を行わずに、各中継器3302は、送信局3301から中継器3302の通信環境の変動（例えば、電波伝搬環境）に対し、高

いデータの受信品質を得ることができる。また、図 33 の中継器 3302 が端末に対してデータを伝送する場合、中継器 3302 がパケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行うことで、端末 3303 が複数存在する環境において、例えば、中継器 3302 による再送を行わずに、端末 3303 は、中継器 3302 から端末 3303 の通信環境の変動（例えば、電波伝搬環境）に対し、高いデータの受信品質を得ることができる。よって、端末 3303 は、送信局 3301 から中継器 3302 の通信環境、中継器 3302 から端末 3303 の通信環境の影響を受けづらく、これにより、端末 3303 は、高いデータの受信品質を得ることができる。

[0411] なお、本実施の形態において、データを伝送するために、無線によるデータ伝送を例に説明したが、これに限ったものではなく、有線によるデータ伝送であっても、同様に実施することは可能である。また、図 33 において、送信局 3301 は、中継器 3302 を介さずに、直接、端末 3303 にデータを伝送してもよい。そして、送信局 3301 が送信する変調信号が使用する周波数帯と中継器 3302 が送信する変調信号が使用する周波数帯は、同じであってもよいし、異なってもよい。

[0412] （実施の形態 5）

本実施の形態では、実施の形態 1、実施の形態 2 で説明したパケットレベルの誤り（消失）訂正符号化方法を、中継器 3302 で使用する方法について、実施の形態 4 と異なる例について説明する。

[0413] 図 33 は、本実施の形態におけるシステム構成の例を示す。動作については、実施の形態 4 で説明したので、説明は省略する。

[0414] 次に、送信局 3301、中継器 3302、端末 # A、# B の動作について説明する。送信局 3301 の構成は、例えば、図 2 に示したとおりであり、また、送信局 3301 が送信する変調信号のフレーム構成は、例えば、図 31 のとおりであり、これらについては、すでに説明しているため、ここでは、詳細の説明を省略する。

[0415] 中継器 3302 の構成の一例を図 34 に示す。動作については、実施の形

態4で説明したので、ここでは、説明を省略する。

[0416] 図34の中継器3302における受信装置3403の詳細の構成の一例を図35に示す。図35において、図3と同様に動作するものについては同様の番号を付しており、説明は省略する。

[0417] 次に、図35の中継器3302における受信装置3403の動作例について説明する。図33の送信局3301は、例えば、図39の(B)に示すパケットを送信する。図39の(B)では、第k番目のパケット群の構成の一例を示す(kは、例えば、0以上の整数である)。第k番目のパケット群は、「パケットk-#1」から「パケットk-#g」のg個のパケット(gは3以上の整数)を含む構成である。従って、パケットレベルの誤り(消失)訂正符号化では、図39の(A)の「情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#n」のn個の情報パケット(nは2以上の整数)を符号化することで、「パケットk-#1」から「パケットk-#g」のg個のパケットを得る。なお、各パケットは、符号化後に誤り検出符号、パケット番号などの制御情報を含んでもよい。なお、情報パケットとパリティパケットとは、区別されていない。

[0418] 図40は、図33の中継器3302が受信した、図39の第k番目のパケット群の受信状態の一例を示す。

[0419] 図40において、「パケットk-#1」は、「○」と記載することによって、中継器3302で誤りなく受信されたことを示す。

[0420] 「パケットk-#2」は、「×」と記載することによって、中継器3302で誤りが発生し、パケットを得ることができなかった(不定パケット又は欠落パケット)ことを示す。

[0421] 「パケットk-#(g-1)」は、「×」と記載することによって、中継器3302で誤りが発生し、パケットを得ることができなかった(不定パケット又は欠落パケット)ことを示す。

[0422] 「パケットk-#g」は、「○」と記載することによって、中継器3302で誤りなく受信されたことを示す。

[0423] 図35の中継器3302の受信装置3403におけるパケット（またはフレーム）処理部315は、図40の状態のパケットを入力とし、パケットレベルの誤り（消失）訂正復号を施す。

[0424] （第1の方法）

図35の中継器3302の受信装置3403におけるパケット（またはフレーム）処理部315は、パケットレベルの誤り（消失）訂正復号を施すことによって、図39の（B）の「パケットk-#1」から「パケットk-#g」のg個のパケットを得、その後、図39の（A）の「情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#n」のn個の情報パケットを、データ316として、出力する。ただし、データ316は、パケットレベルの誤り（消失）訂正復号の結果次第では、「情報パケットk-#1」から「情報パケットk-#n」のn個の情報パケットの中に、不定の情報パケットを含む。つまり、データ316は、消失訂正復号しても得られなかった情報パケットを含む。

[0425] 従って、パケット（またはフレーム）処理部315は、各情報パケットの状態を示す情報（パケットが得られているのか、または、不定のパケットなのか、を示す情報）を、データの状態情報3501として出力する。

[0426] 信号処理部3502は、データ316、データの状態情報3501を入力とし、データ316により得られた情報パケットを信号処理後のデータ3503として出力し、データの状態情報3501をデータに関する情報3504として出力する。

[0427] なお、信号処理部3502は、不定の情報パケットを削除し、削除後の情報を、信号処理後のデータ3503として出力してもよい。別の方法として、信号処理部3502は、不定の情報パケットに対し、ダミーのデータを埋めた仮想的な情報パケットを出力してもよい。なお、ダミーのデータは、ダミーのデータであることがわかるように、規則的なデータであるとよい。

[0428] 別の方法としては、信号処理部3502は、データ316、データの状態情報3501を入力とし、データ316から、情報を作ってもよい。例えば

、データ 316 が、映像（および／または、オーディオ）のストリームの場合、信号処理部 3502 は、映像の復号および符号化を施し、映像の圧縮方法、および／または、フレームレート、および／または、ビットレート（圧縮率）、および／または、画素数などを変更し、情報を作成し、信号処理後のデータ 3503 として出力してもよい。

[0429] 図 38 は、図 34 の中継器 3302 の送信装置 3407 の構成の一例を示しており、図 2 と同様に動作するものについては、同一番号を付す。

[0430] 図 38 の中継器 3302 の送信装置 3407 は、例えば、図 33 のように、中継器 3302 が、複数の端末に対して、（同時に）データを送信する（例えば、マルチキャリア伝送）場合に、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行う。

[0431] 図 35 の中継器 3302 の受信装置 3403 が出力する信号処理後のデータ 3503 は、図 38 の中継器 3302 の送信装置 3407 の情報 201 に相当し、図 35 の中継器 3302 の受信装置 3403 が出力するデータに関する情報 3504 は、図 38 の中継器 3302 の送信装置 3407 のデータに関する情報 3801 に相当する。

[0432] そして、図 38 のパケット（またはフレーム）処理部 202 は、情報 201、制御信号 211、データに関する情報 3801 を入力とし、例えば、情報 201 に対し、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行い、パケット（または、フレーム）処理後のデータ 203 を出力する。なお、制御信号 211 がパケットレベルの誤り（消失）訂正符号化の省略を示す場合、図 38 のパケット（またはフレーム）処理部 202 は、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を省略してデータ 203 を出力する。

[0433] 次に、第 1 の方法とは異なる第 2 の方法について説明する。

[0434] （第 2 の方法）

図 35 の中継器 3302 の受信装置 3403 におけるパケット（またはフレーム）処理部 315 は、パケットレベルの誤り（消失）訂正復号を施すことによって、図 39 の（B）に示す「パケット k-#1」から「パケット k

−# g」のg個の packets を、データ 316 として、出力する。ただし、データ 316 は、packet レベルの誤り（消失）訂正復号の結果次第では、「packet k −# 1」から「packet k −# g」のg個の packets の中に、不定の packets が存在することもある。つまり、データ 316 は、消失訂正復号しても得られなかった packets を含む場合がある。

[0435] 従って、packet（またはフレーム）処理部 315 は、各 packet の状態を示す情報（packet が得られているのか、または、不定の packet なのか、を示す情報）を、データの state 情報 3501 として出力する。

[0436] 信号処理部 3502 は、データ 316、データの state 情報 3501 を入力とし、データ 316 により得られた packets を信号処理後のデータ 3503 として出力し、データの state 情報 3501 をデータに関する情報 3504 として出力する。

[0437] なお、信号処理部 3502 は、不定の情報 packets を削除し、削除後のデータを、信号処理後のデータ 3503 として出力してもよい。別の方法として、信号処理部 3502 は、不定の packets に対し、ダミーデータを埋めた仮想的な packets を出力してもよい。なお、ダミーのデータは、ダミーのデータであることがわかるように、規則的なデータであるとよい。

[0438] 図 38 は、図 34 の中継器 3302 の送信装置 3407 の構成の一例を示しており、図 2 と同様に動作するものについては、同一番号を付す。

[0439] 図 38 の中継器 3302 の送信装置 3407 は、例えば、図 33 のように、中継器 3302 が、複数の端末に対して、（同時に）データを送信する（例えば、マルチキャリア伝送）場合に、packet レベルの誤り（消失）訂正符号化を行う。

[0440] 図 35 の中継器 3302 の受信装置 3403 が出力する信号処理後のデータ 3503 は、図 38 の中継器 3302 の送信装置 3407 の情報 201 に相当し、図 35 の中継器 3302 の受信装置 3403 が出力するデータに関する情報 3504 は、図 38 の中継器 3302 の送信装置 3407 のデータに関する情報 3801 に相当する。

[0441] そして、図38の packets (またはフレーム) 処理部202は、情報201、制御信号211、データに関する情報3801を入力とし、例えば、情報201に対し、packet レベルの誤り (消失) 訂正符号化を行い、packet (または、フレーム) 処理後のデータ203を出力する。なお、制御信号211が packet レベルの誤り (消失) 訂正符号化の省略を示す場合、図38の packets (またはフレーム) 処理部202は、packet レベルの誤り (消失) 訂正符号化を省略してデータ203を出力する。

[0442] 次に、第1の方法、第2の方法と異なる第3の方法について説明する。

[0443] (第3の方法)

図35の中継器3302の受信装置3403における packets (またはフレーム) 処理部315は、packet レベルの誤り (消失) 訂正復号を省略する。

[0444] よって、packet (またはフレーム) 処理部315は、packet レベルの誤り (消失) 訂正復号を省略し、図39の(B)に示す「packet k-#1」から「packet k-#g」のg個の packets を、データ316として、出力する。従って、「packet k-#1」から「packet k-#g」のg個の packets の中には、不定の packets が存在することもある、つまり、消失訂正復号しても得られなかった packets が存在することがある。

[0445] 従って、packet (またはフレーム) 処理部315は、各 packet の状態を示す情報 (packet が得られているのか、または、不定の packet なのか、を示す情報) を、データの state 情報3501として出力する。

[0446] 信号処理部3502は、データ316、データの state 情報3501を入力とし、データ316により得られた packets を信号処理後のデータ3503として出力し、データの state 情報3501をデータに関する情報3504として出力する。

[0447] 信号処理部3502は、不定の情報 packets を削除し、削除後のデータを、信号処理後のデータ3503として出力してもよい。なお、別の方法として、信号処理部3502は、不定の packets に対し、ダミーのデータを埋め

た仮想的なパケットを出力してもよい。このとき、ダミーのデータは、ダミーのデータであることがわかるように、規則的なデータであるとよい。

[0448] 図38は、図34の中継器3302の送信装置3407の構成の一例を示しており、図2と同様に動作するものについては、同一番号を付す。

[0449] 図38の中継器3302の送信装置3407は、例えば、図33のように、中継器3302が、複数の端末に対して、（同時に）データを送信する（例えば、マルチキャリア伝送）場合に、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行う。

[0450] 図35の中継器3302の受信装置3403が出力する信号処理後のデータ3503は、図38の中継器3302の送信装置3407の情報201に相当し、図35の中継器3302の受信装置3403が出力するデータに関する情報3504は、図38の中継器3302の送信装置3407のデータに関する情報3801に相当する。

[0451] そして、図38のパケット（またはフレーム）処理部202は、情報201、制御信号211、データに関する情報3801を入力とし、例えば、情報201に対し、パケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行い、パケット（または、フレーム）処理後のデータ203を出力する。

[0452] 以上のように、本実施の形態によれば、図33の送信局3301が中継器3302に対してデータを伝送する場合、送信局3301がパケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行うことで、中継器3302が複数存在する環境において、例えば、送信局3301による再送を行わずに、各中継器3302は、送信局3301から中継器3302の通信環境の変動（例えば、電波伝搬環境）に対し、高いデータの受信品質を得ることができる。また、図33の中継器3302が端末に対してデータを伝送する場合、中継器3302がパケットレベルの誤り（消失）訂正符号化を行うことで、端末3303が複数存在する環境において、例えば、中継器3302による再送を行わずに、端末3303は、中継器3302から端末3303の通信環境の変動（例えば、電波伝搬環境）に対し、高いデータの受信品質を得ることができる。

。よって、端末3303は、送信局3301から中継器3302の通信環境、中継器3302から端末3303の通信環境の影響を受けづらく、これにより、端末3303は、高いデータの受信品質を得ることができる。

[0453] なお、本実施の形態において、データを伝送するために、無線によるデータ伝送を例に説明したが、これに限ったものではなく、有線によるデータ伝送であっても、同様に実施することは可能である。また、図33において、送信局3301は、中継器3302を介さずに、直接、端末3303にデータを伝送してもよい。そして、送信局3301が送信する変調信号が使用する周波数帯と中継器3302が送信する変調信号が使用する周波数帯は、同じであってもよいし、異なってもよい。

[0454] (実施の形態6)

本実施の形態では、本明細書に記載した消失訂正復号（パケットレベルでの消失訂正復号器及びアプリケーションレイヤーでの消失訂正復号の少なくとも一方）の機能をソフトウェアで実現した場合、ソフトウェアを提供する方法の例を、図41を用いて説明する。

[0455] 図41では、例えば、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアを、外部サーバー4101にアップロードし、外部サーバー4101は、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアを保持する場合について説明する。

[0456] 外部サーバー4101は、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアを含み、更に、映像の情報に対し、少なくとも、パケットレベルの符号化を行い、映像の情報を含んだデータを含んでもよい。

[0457] 映像（動画）配信サーバー4102は、映像の情報に対し、少なくとも、パケットレベルの符号化を行い、映像の情報を含んだデータを含む。

[0458] なお、外部サーバー4101及び映像（動画）配信サーバー4102は、通信局4110、4103を介して端末4104、4105、4111へデータを送信してもよく、アクセスポイントの機能を含む場合は、通信局4110、4103を介さずに、直接、端末4104、4105、4111にデータを送信してもよい。

- [0459] なお、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアは、外部サーバー4101及び映像（動画）配信サーバー4102の少なくとも一方にアップロードされていればよく、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアは、外部サーバー4101及び映像（動画）配信サーバー4102の少なくとも一方が保持すれば良い。
- [0460] 端末A（4104）は、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアを必要となった場合、通信局4103を介して、外部サーバー4101に対し、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアの送信を要求し、ダウンロードする。その後、例えば、端末A（4104）は、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアをインストールする。
- [0461] 同様に、端末B（4105）は、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアを必要となった場合、通信局4103を介して、外部サーバー4101に対し、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアの送信を要求し、ダウンロードする。その後、例えば、端末B（4105）は、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアをインストールする。
- [0462] なお、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアは、映像（動画）の復号ソフトウェアなどの別の機能を実現したソフトウェアと統合されたソフトウェアであってもよい。なお、「映像（動画）」は、オーディオ、音声、字幕などの情報が含まれていてもよい。
- [0463] 端末A（4104）、および、端末B（4105）は、映像（動画）配信サーバー4102が送信した映像の情報を含んだデータを、通信局4103を介して受信し、ダウンロードしたソフトウェアを用いて、消失訂正復号を行い、例えば、その後、映像（動画）の復号を行う。
- [0464] 端末C（4111）は、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアが必要となった場合、通信局4110を介して、外部サーバー4101に対し、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアの送信を要求し、ダウンロードする。その後、端末C（4111）は、消失訂正復号の機能を実現したソフトウェアをインストールする。

- [0465] なお、通信局4110は、映像（動画）配信サーバー4102に接続されていないため、端末C（4111）は、アクセスポイントの機能を含む映像（動画）配信サーバー4102の無線通信可能エリアに入った後、映像（動画）配信サーバー4102から無線送信した映像の情報を含んだデータを受信し、外部サーバー4101よりダウンロードしたソフトウェアを用いて、消失訂正復号を行い、映像（動画）の復号を行う。
- [0466] 以上より、本明細書に記載した消失訂正復号（パケットレベルでの消失訂正復号器及びアプリケーションレイヤーでの消失訂正復号のすくなくとも一方）の機能は、ソフトウェアによって実現でき、ソフトウェアは、例えば、サーバー（外部サーバー4101及び映像（動画）配信サーバー4102）によって、端末に対し提供してもよい。
- [0467] <補足>
- 当然であるが、本明細書において説明した実施の形態、その他の内容を複数組み合わせ、実施してもよい。
- [0468] また、各実施の形態、その他の内容については、あくまでも例であり、例えば、「変調方式、誤り（消失）訂正符号化方式（使用する誤り訂正符号、符号長、符号化率等）、制御情報など」を例示していても、別の「変調方式、誤り（消失）訂正符号化方式（使用する誤り訂正符号、符号長、符号化率等）、制御情報など」を適用した場合でも同様の構成で実施することが可能である。
- [0469] 変調方式については、本明細書に記載している変調方式以外の変調方式を使用しても、本明細書において説明した実施の形態、その他の内容を実施することが可能である。例えば、A P S K（Amplitude Phase Shift Keying）（例えば、16APSK, 64APSK, 128APSK, 256APSK, 1024APSK, 4096APSKなど）、P A M（Pulse Amplitude Modulation）（例えば、4PAM, 8PAM, 16PAM, 64PAM, 128PAM, 256PAM, 1024PAM, 4096PAMなど）、P S K（Phase Shift Keying）（例えば、BPSK, QPSK, 8PSK, 16PSK, 64PSK, 128PSK, 256PSK, 1024PSK, 4096PSKなど）、Q A M（Quadrature Amplitude Modulation）（例えば、4

QAM, 8QAM, 16QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAMなど)などを適用してもよいし、各変調方式において、均一マッピング、非均一マッピングとしてもよい。また、伝送方法としては、本実施の形態のように、送信装置が一つのアンテナ、受信装置が一つ以上のアンテナで信号を受信する伝送方法(SISO (Single-Input Single-Output) 伝送方法、SIMO (Single-Input Multiple-Output) 伝送方法)であってもよいし、また、送信装置が複数ストリームを送信し、受信装置が1つ以上のアンテナで変調信号を受信する方式(MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 伝送方式、MISO (Multiple-Input Single-Output) 伝送方式)を用いてもよい。また、時空間ブロック符号、時空間トレリス符号を用いてもよい(このとき、OFDMなどのマルチキャリア方式を用いているとき、シンボルを時間軸方向に並べてもよいし、周波数軸方向に並べてもよいし、周波数-時間軸方向に並べてもよい)。

[0470] 本開示は上記の実施の形態で説明した内容に限定されず、本開示とそれに関連又は付随する事項を達成するためのいかなる形態においても実施可能であり、例えば、以下であってもよい。

[0471] (1) 上記の各実施の形態では、主に、符号化器及び送信装置で実現する場合について説明しているが、これに限られるものではなく、例えば、有線による放送、有線通信、電灯線通信、光通信、無線通信装置で実現する場合においても適用可能である。

[0472] (2) 上記の各実施の形態で説明した送信側の通信装置の動作の手順をプログラムに記載し、当該プログラムを予めROM (Read Only Memory) に格納しておき、CPU (Central Processing Unit) がROMに記憶された当該プログラムを読み出して実行するようにしてもよい。また、送信側の通信装置の動作の手順を記載したプログラムをコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に格納し、記憶媒体に格納されたプログラムをコンピュータのRAM (Random Access Memory) に記憶して、コンピュータのCPUがRAMに記憶された当該プログラムを読み出して実行するようにしてもよい。

- [0473] (3) 上記の各実施の形態などの各構成は、典型的には、入力端子および出力端子を有する集積回路であるLSI (Large Scale Integration) として実現されてもよい。これらは、個別に1チップ化されてもよいし、各実施の形態の全ての構成または一部の構成を含むように1チップ化されてもよい。
- [0474] ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC (Integrated Circuit)、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。
- [0475] また、集積回路化の手法はLSIに限られるものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現しても良い。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA (Field Programmable Gate Array) や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なりコンフィギュラブル・プロセッサを利用しても良い。
- [0476] さらに、半導体技術の進歩又は派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行っても良い。バイオ技術の適応等が可能性としてあり得る。
- [0477] (4) 本開示は、無線通信(無線による放送)に限らず、電灯線通信(PLC: Power Line Communication)、可視光通信、光通信などの有線通信および有線による放送においても有用であることは言うまでもない。
- [0478] (5) 上記の各実施の形態では、物理層やアプリケーション層、パケットレベルという用語を用いて説明したが、これは単に定義であって、呼び名はこれに限られるものではない。
- [0479] (6) 物理層の誤り訂正符号のことを一般的にFEC (Forward Error Correction) schemeと呼ばれることがある。
- [0480] (7) パケットレベルの誤り(消失)訂正符号のことをAL (Application Layer) - (Forward Error Correction) schemeと呼ばれることがある。
- [0481] 本明細書において、送信装置を具備しているのは、例えば、放送局、基地局、アクセスポイント、端末、携帯電話(mobile phone)等の通信・放送機器であることが考えられ、このとき、受信装置を具備している

のは、テレビ、ラジオ、端末、パーソナルコンピュータ、携帯電話、アクセスポイント、基地局等の通信機器であることが考えられる。また、本開示における送信装置、受信装置は、通信機能を有している機器であって、その機器が、テレビ、ラジオ、パーソナルコンピュータ、携帯電話等のアプリケーションを実行するための装置に何らかのインターフェースを解して接続できるような形態であることも考えられる。

[0482] また、本実施の形態では、データシンボル以外のシンボル、例えば、パイロットシンボル（プリアンブル、ユニークワード、ポストアンブル、リファレンスシンボル等）、制御情報用のシンボルなどが、フレームにどのように配置されていてもよい。そして、ここでは、パイロットシンボル、制御情報用のシンボルと名付けているが、どのような名付け方を行ってもよく、同じ機能を有するシンボルは、異なる名称であっても、同じシンボルと解釈できる。

[0483] パイロットシンボルは、例えば、送信装置及び受信装置において、PSK変調を用いて変調した既知のシンボル（または、受信装置が同期を調整することによって、受信装置は、送信装置が送信したシンボルを知ることができてもよい。）であればよく、受信装置は、このシンボルを用いて、周波数同期、時間同期、（各変調信号の）チャネル推定（CSI（Channel State Information）の推定）、信号の検出等を行う。

[0484] また、制御情報用のシンボルは、（アプリケーション等の）データ以外の通信を実現するための、通信相手に伝送する必要がある情報（例えば、通信に用いている変調方式、誤り（消失）訂正符号化方式、誤り（消失）訂正符号化方式の符号化率、上位レイヤーでの設定情報等）を伝送するためのシンボルである。

[0485] 送信装置、受信装置に対し、送信方法（MIMO、SISO、時空間ブロック符号、インタリーブ方式）、変調方式、誤り訂正符号化方式、パケットレベルの誤り（消失）訂正方式を通知する必要があるが、実施の形態によってはこの点についての記載を省略している。なお、送信装置が送信するフレ

ームに、これらの情報を伝送するシンボルが存在し、受信装置はシンボルを得ることで、動作を変更する。

[0486] なお、本開示は各実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、各実施の形態では、通信装置として行う場合について説明しているが、これに限られるものではなく、この通信方法をソフトウェアとして行うことも可能である。

産業上の利用可能性

[0487] 本開示は、例えば低密度パリティ検査符号 (LDPC Codes : Low Density Parity Check Codes) などの消失訂正符号を用いて消失データを復元する際に有用である。

符号の説明

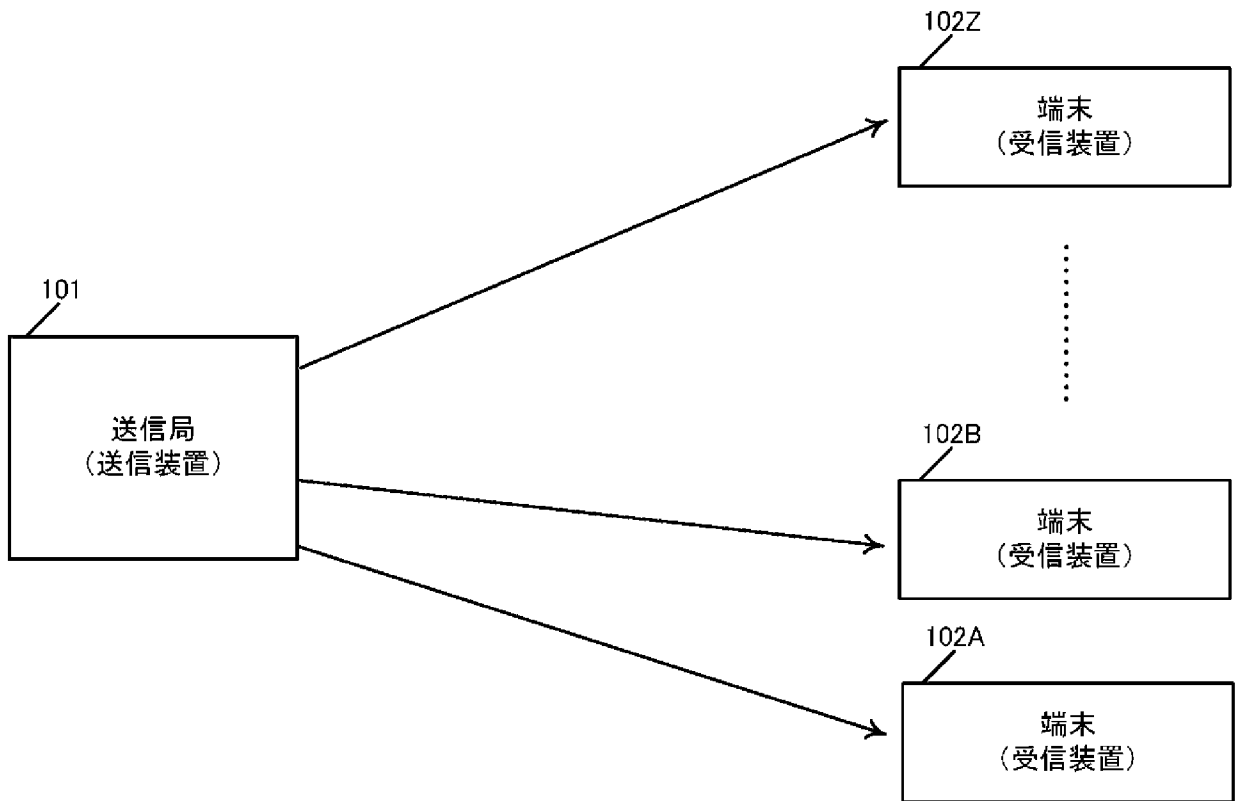
[0488] 101, 3301 送信局
102A, 102B, 102Z, 3303 端末
202, 315 パケット (またはフレーム) 処理部
204 物理層誤り訂正符号化部
206 変調部
208 送信部
210, 301 アンテナ
303 受信部
305 時間及び周波数同期部
307 チャンネル推定部
309 制御情報抽出部
311 復調部
313 物理層誤り訂正復号部
318 解析部
321, 1207 制御部
382 デコーダ
384 表示部

386 スピーカ
402, 506 パケット生成部
404, 503 並び替え部
406, 504 符号化部
408, 410, 508, 804, 812 誤り検出符号付加部
412 パケット並び替え部
802, 814 制御情報付加部
1002 誤り検出部
1004 記憶および並び替え部
1006 パケットレベル復号部
1202 BP復号部
1204 最尤復号部
1209 選択部
2202 パラレルーシリアル変換部
2401 ストリーム選択部
3302 中継器
3403 受信装置
3407 送信装置

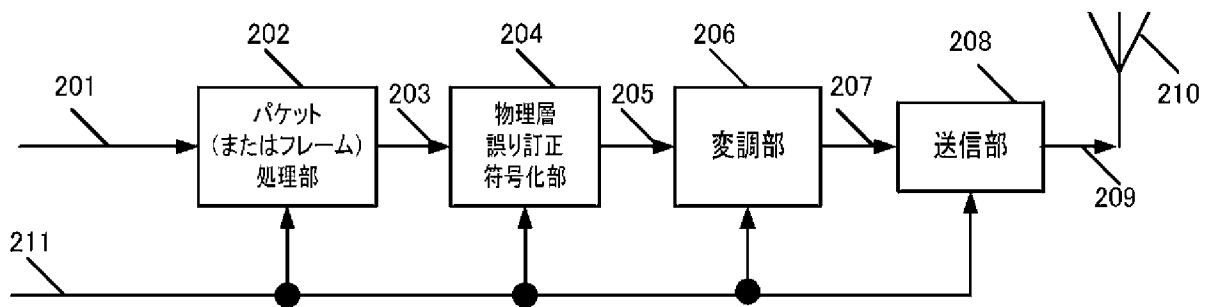
請求の範囲

- [請求項1] 入力信号に対してB P復号を行うB P復号部と、
 前記B P復号された信号に対して、最尤復号を行う最尤復号部と、
 前記入力信号、前記B P復号された信号、前記最尤復号された信号
 のいずれかを選択する選択部と、
 を含む、復号装置。

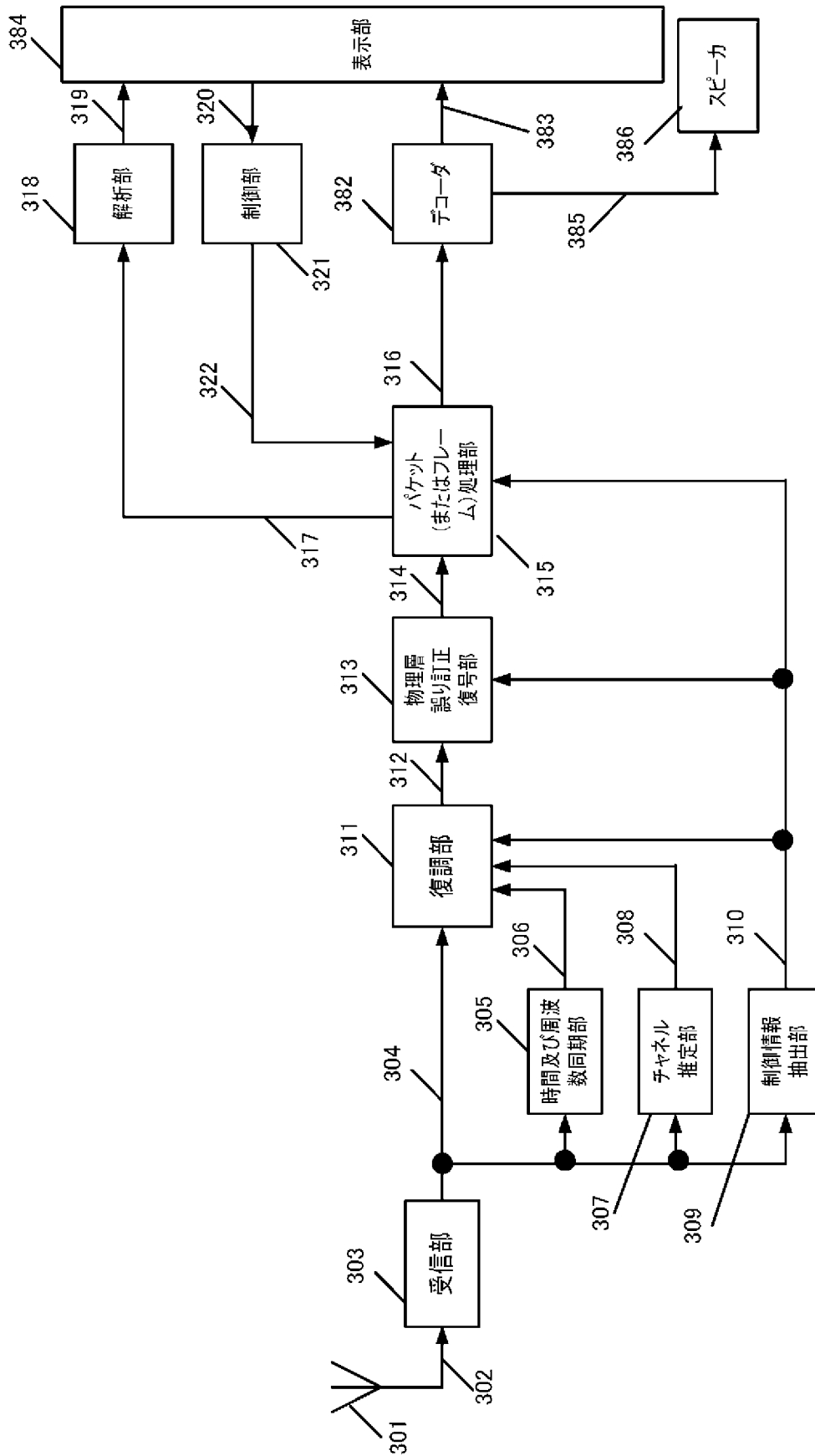
[図1]



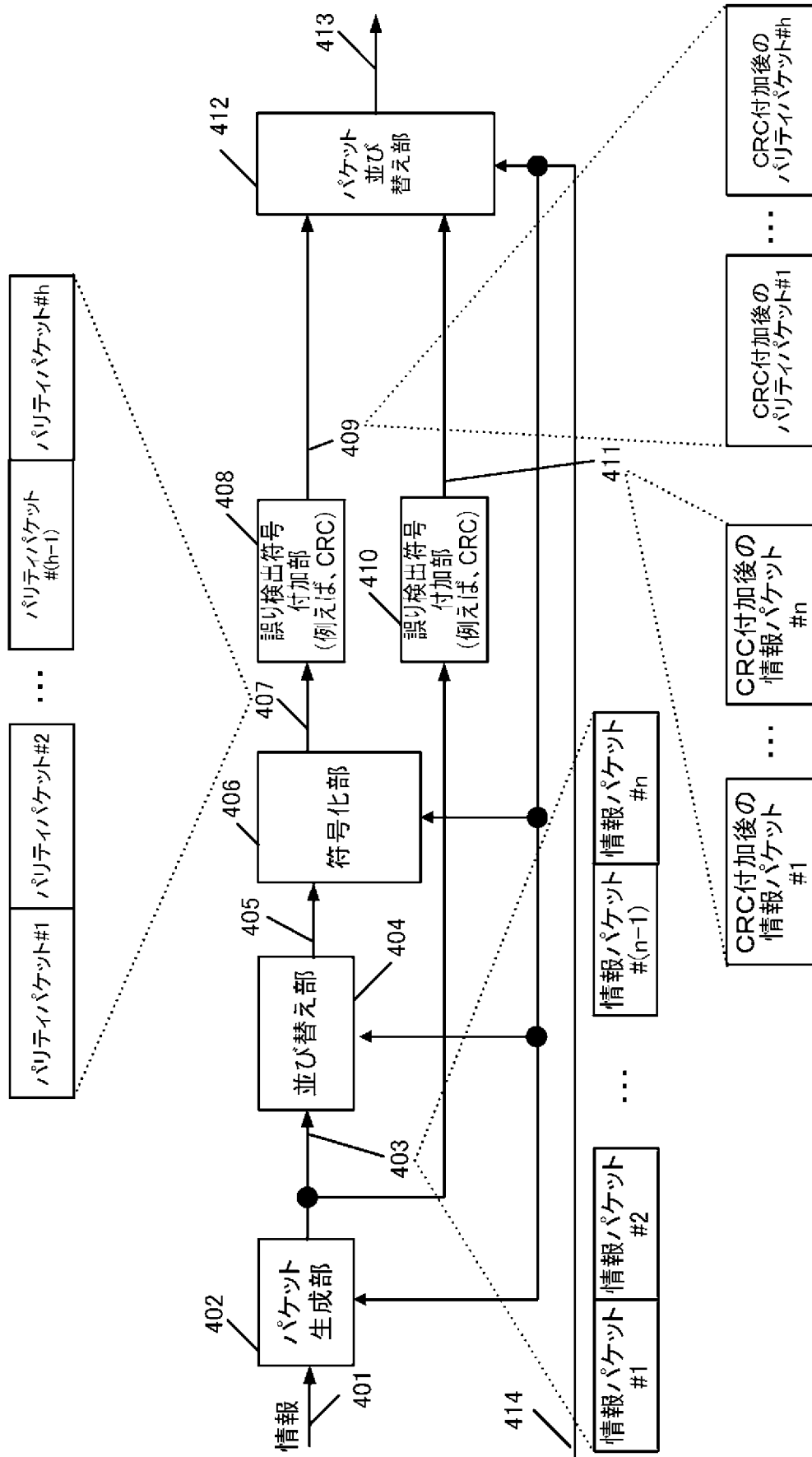
[図2]



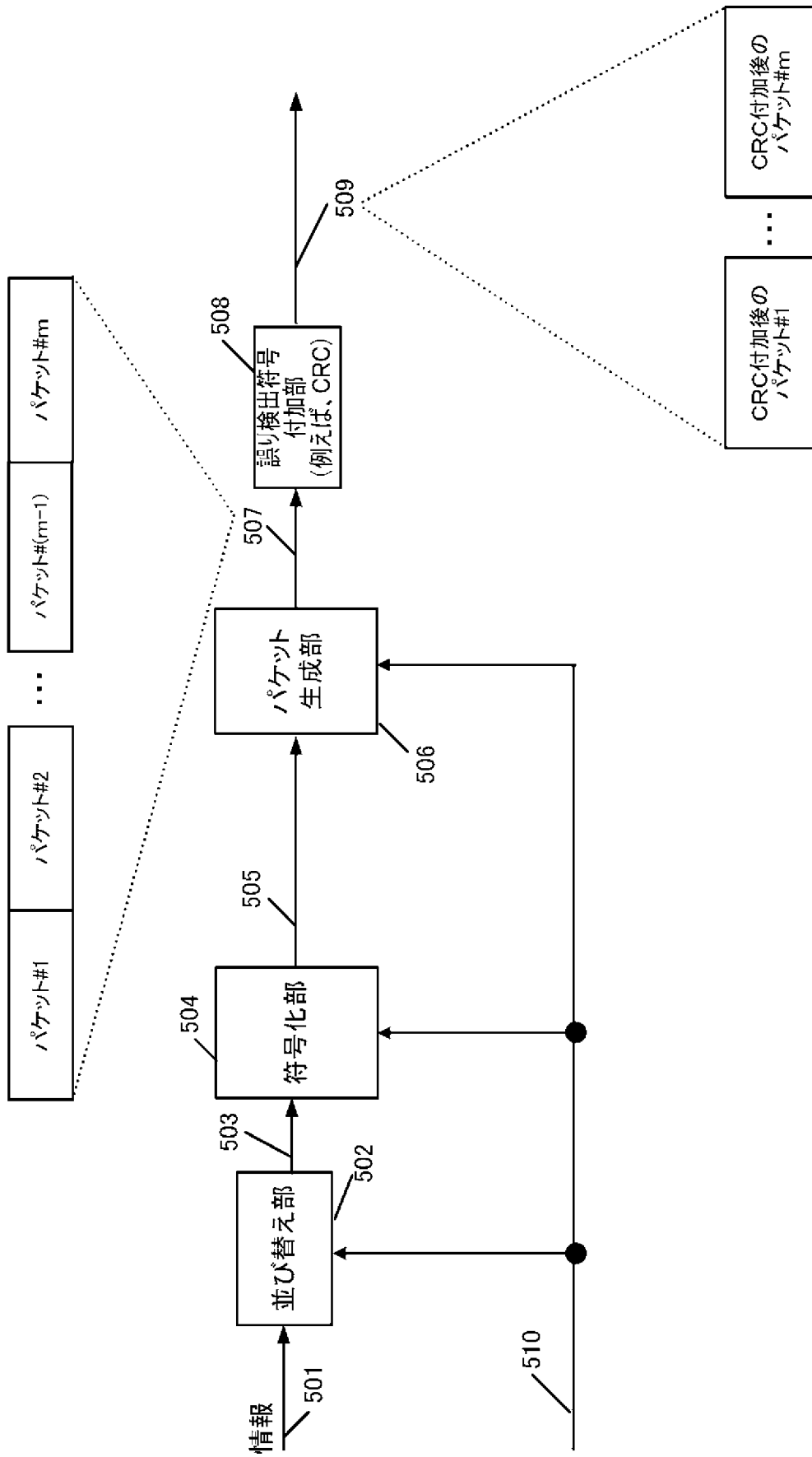
[図3]



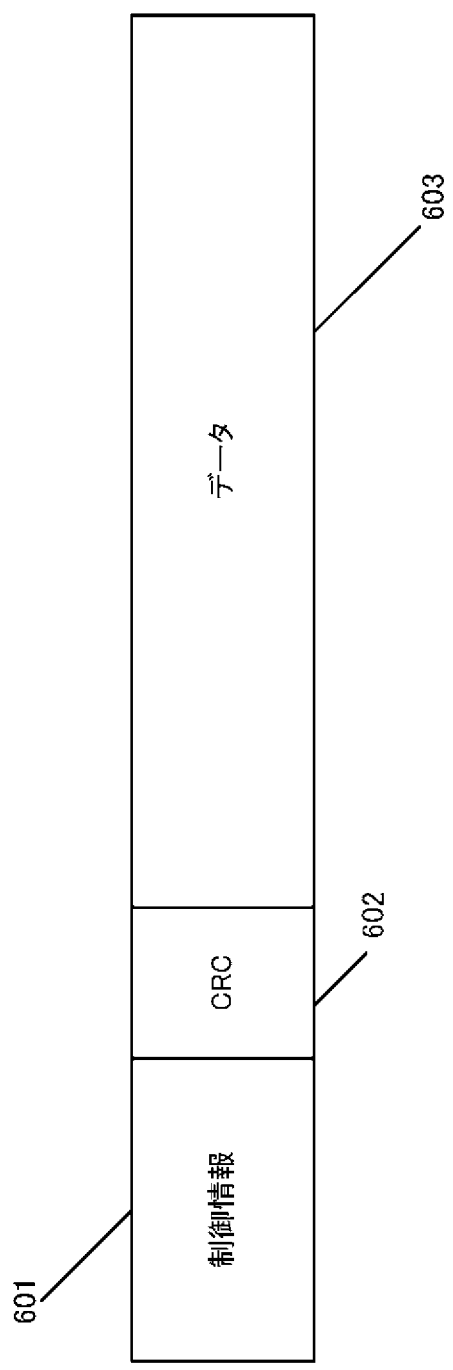
[図4]



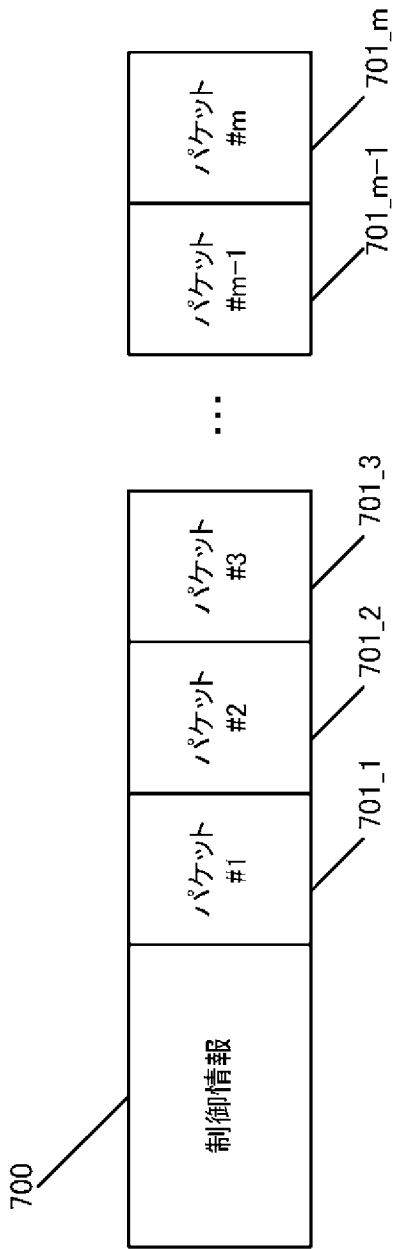
[図5]



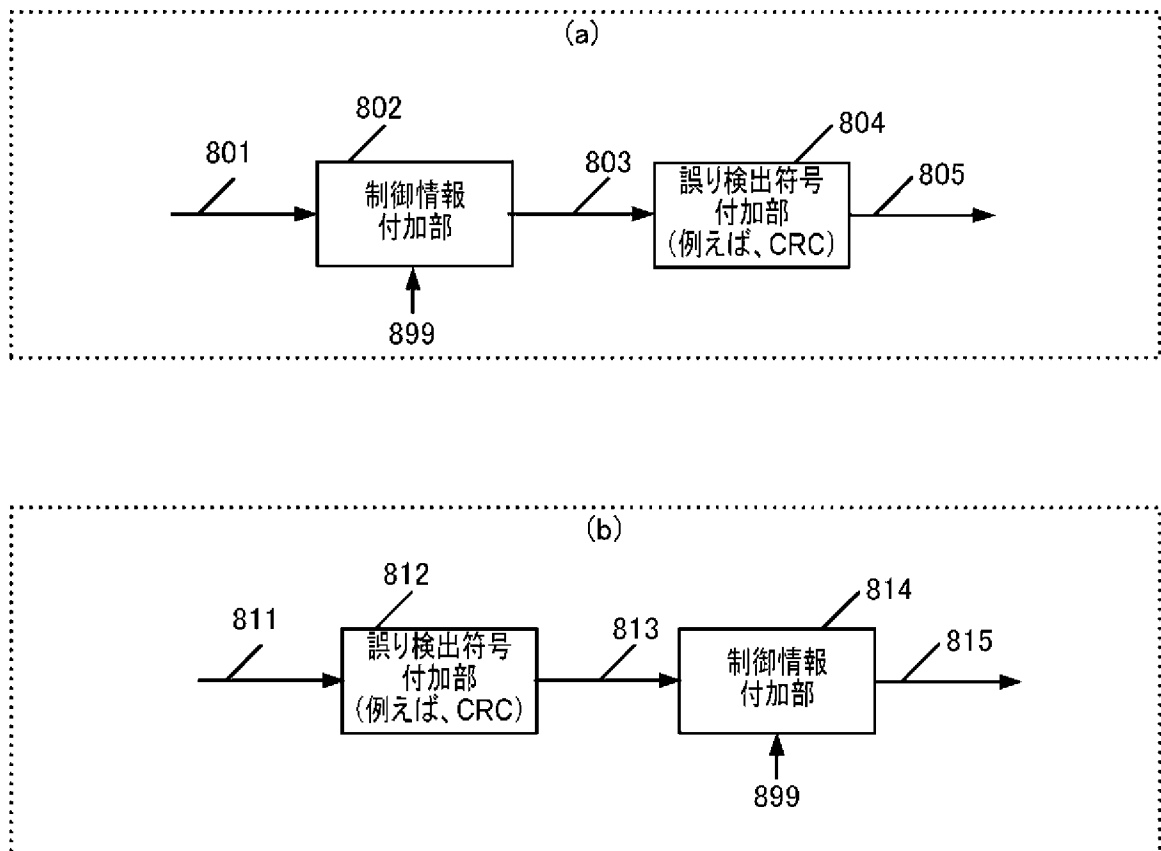
[図6]



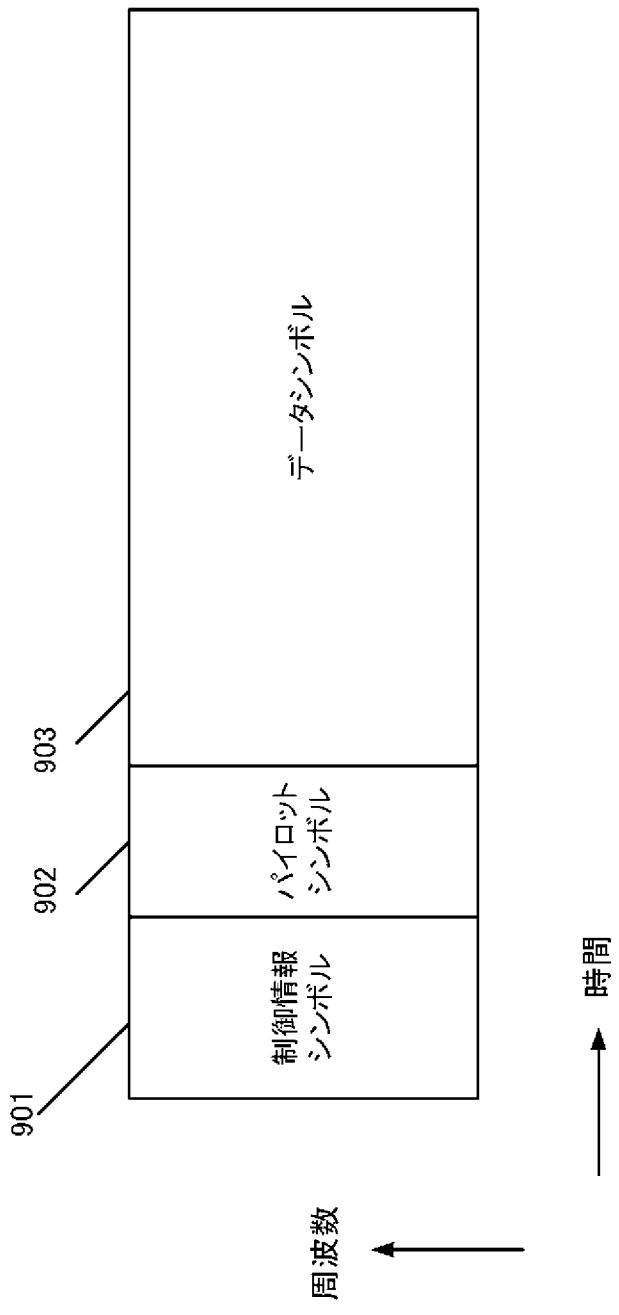
[図7]



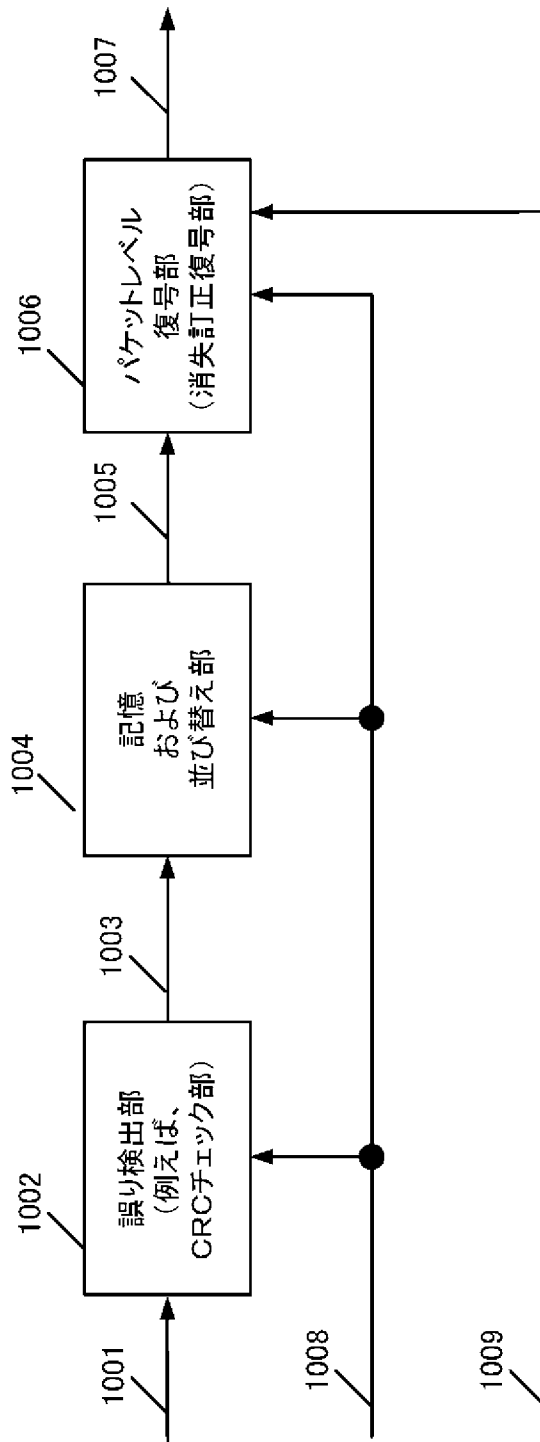
[図8]



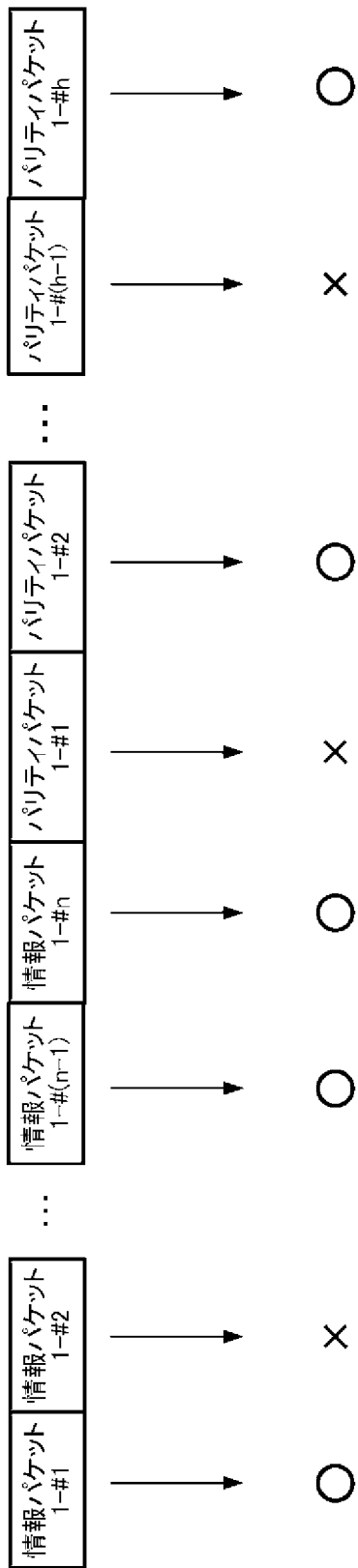
[図9]



[図10]

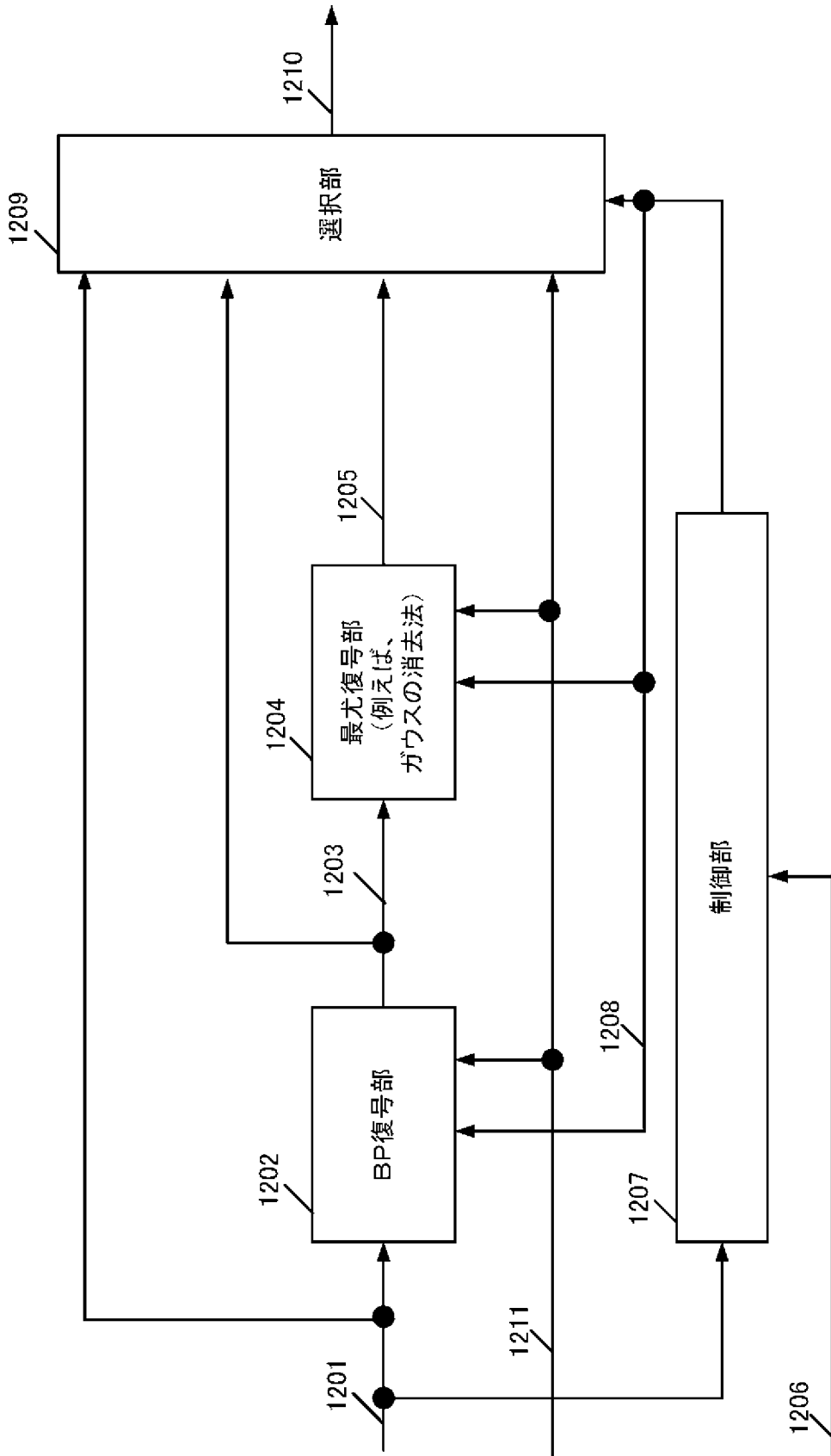


[図11]

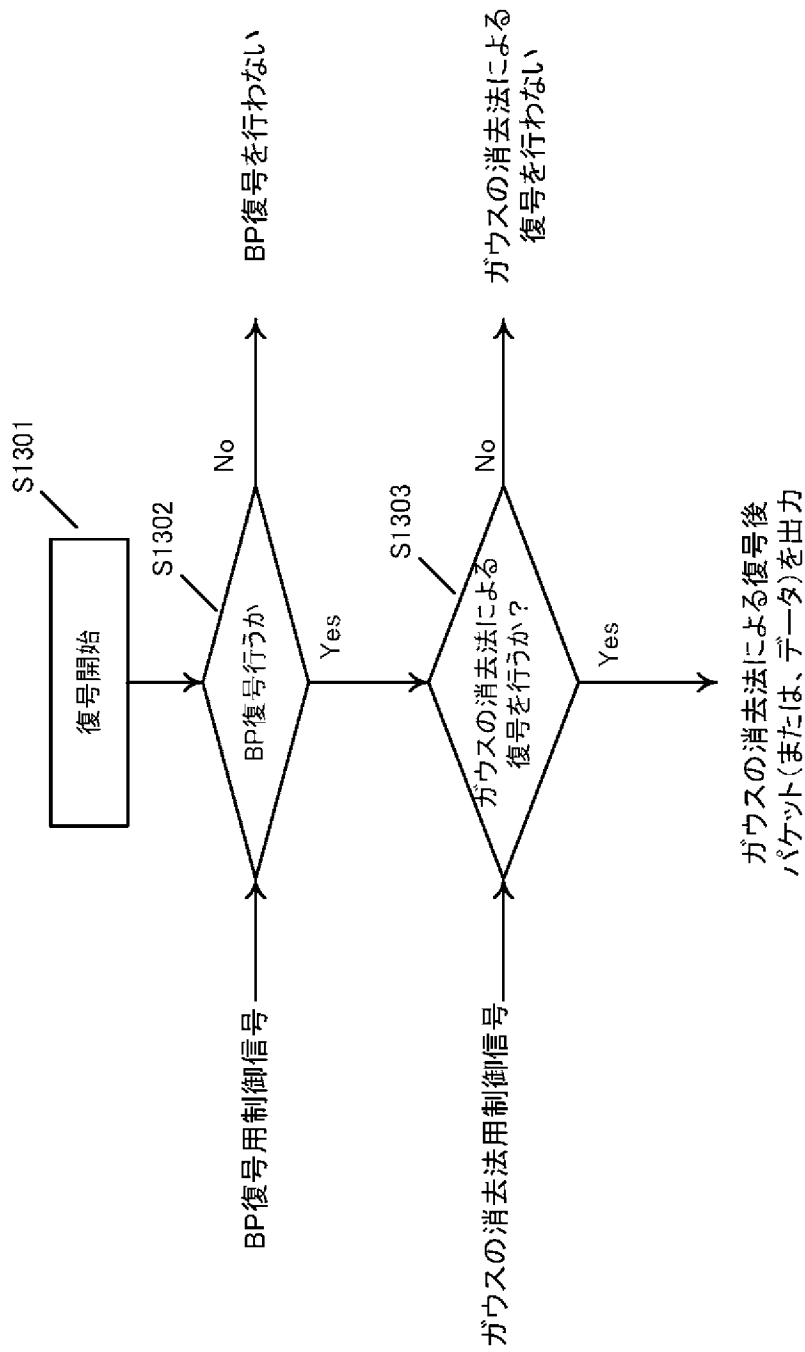


誤り検出

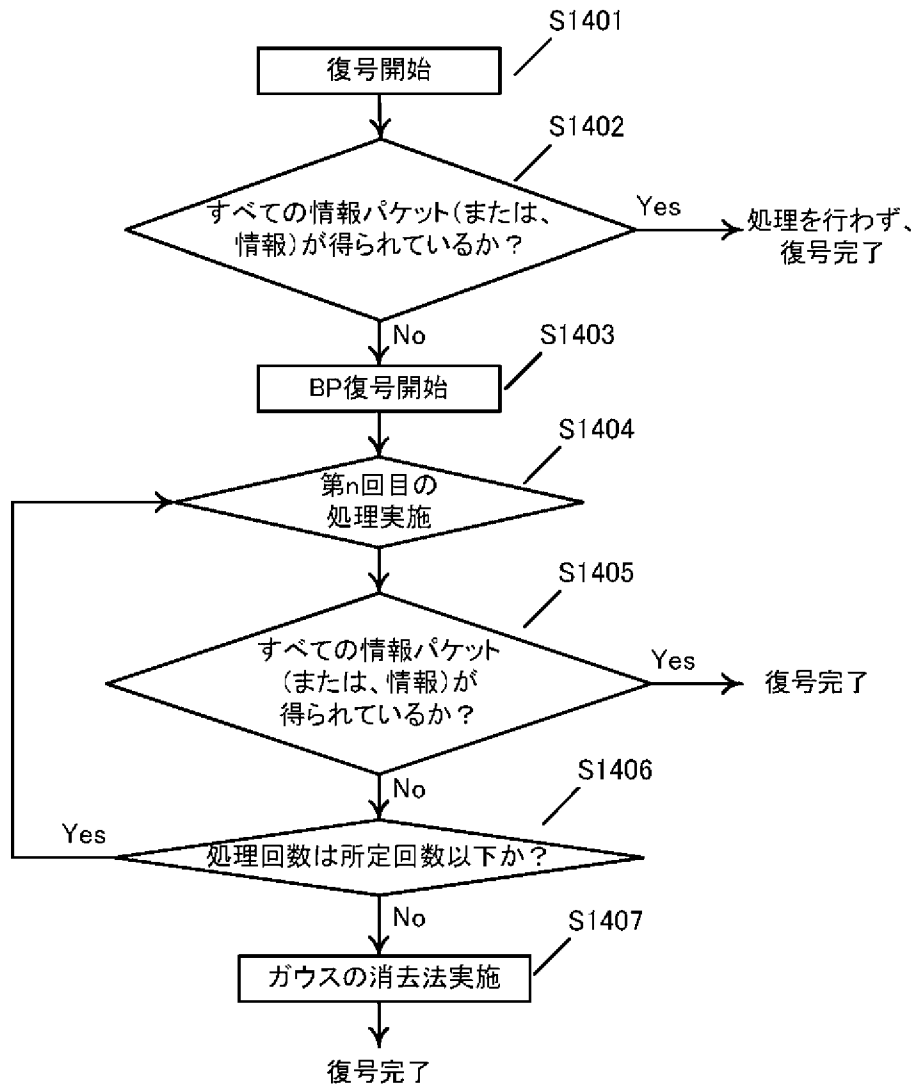
[図12]



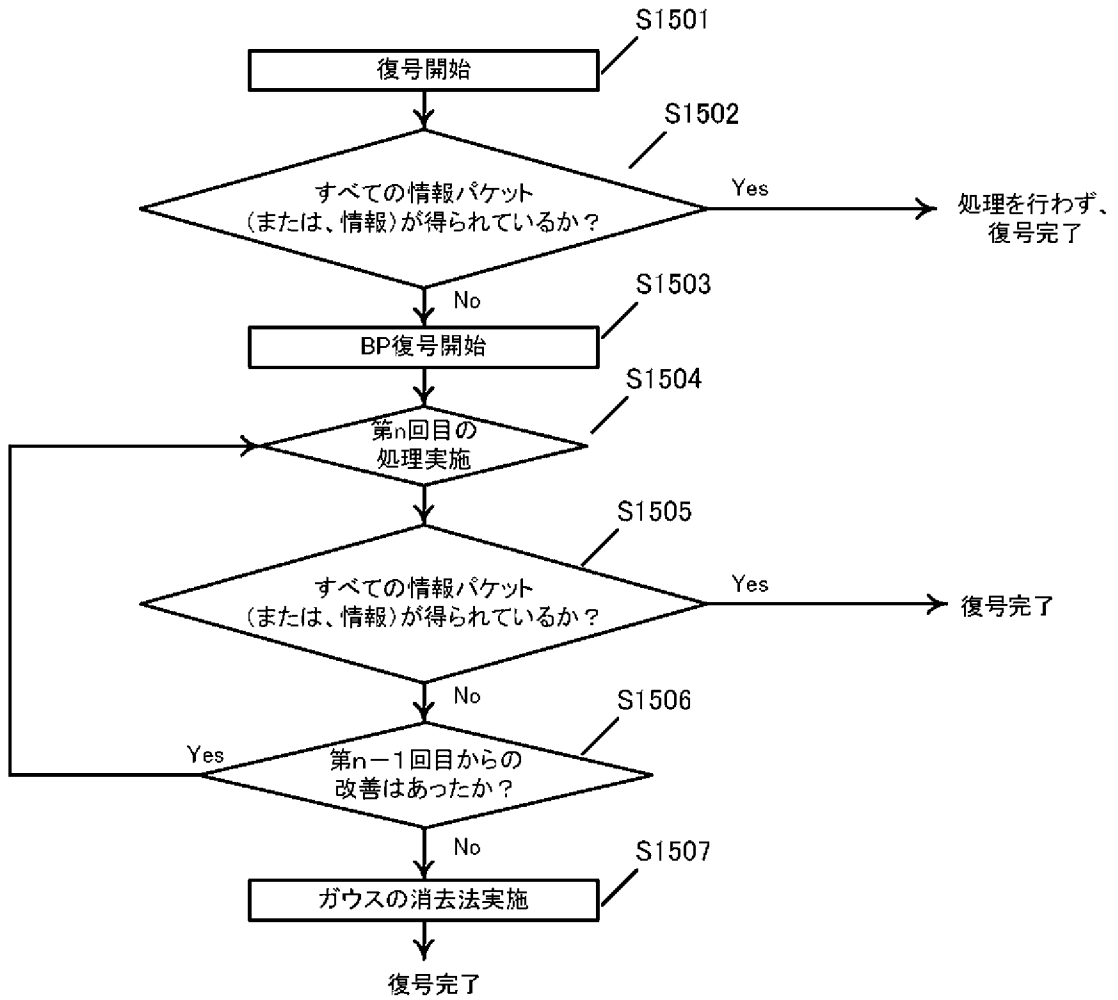
[図13]



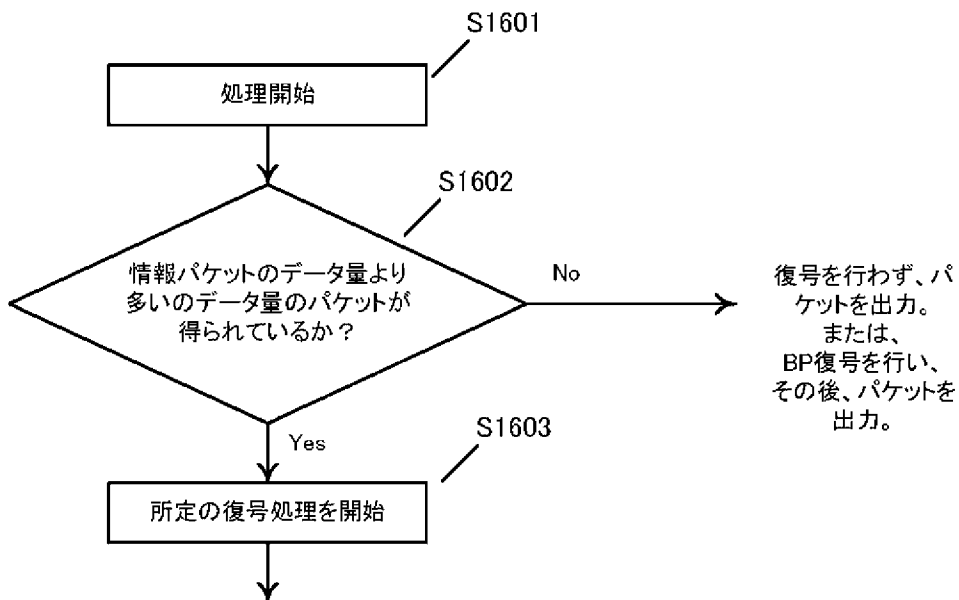
[図14]



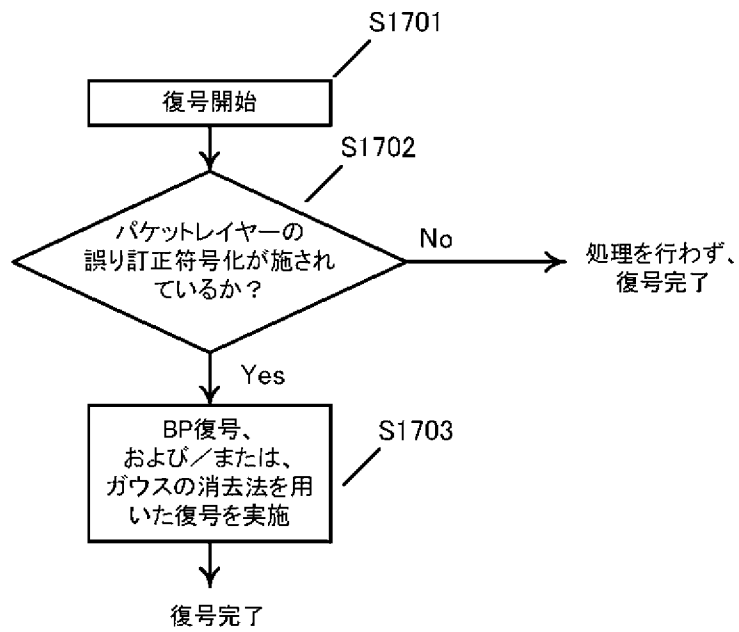
[図15]



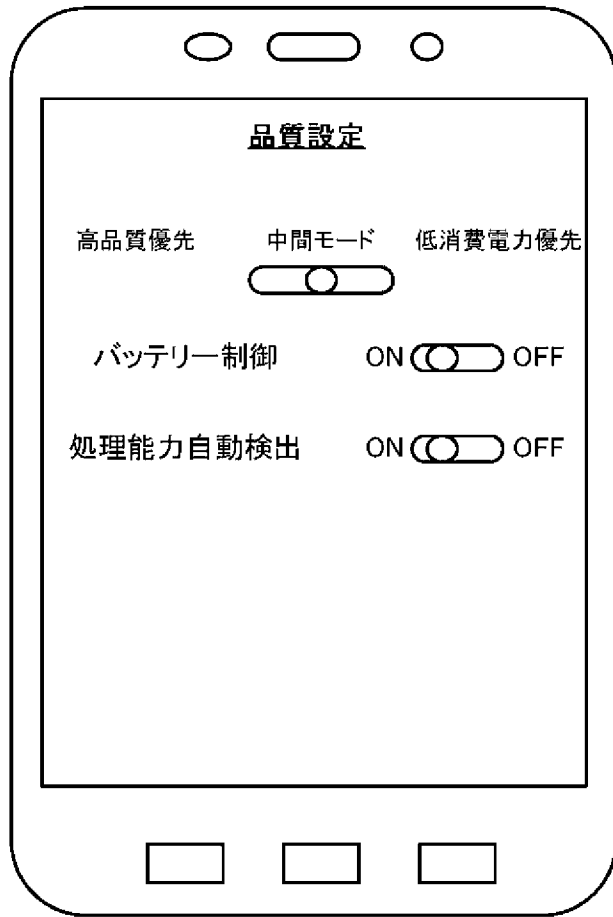
[図16]



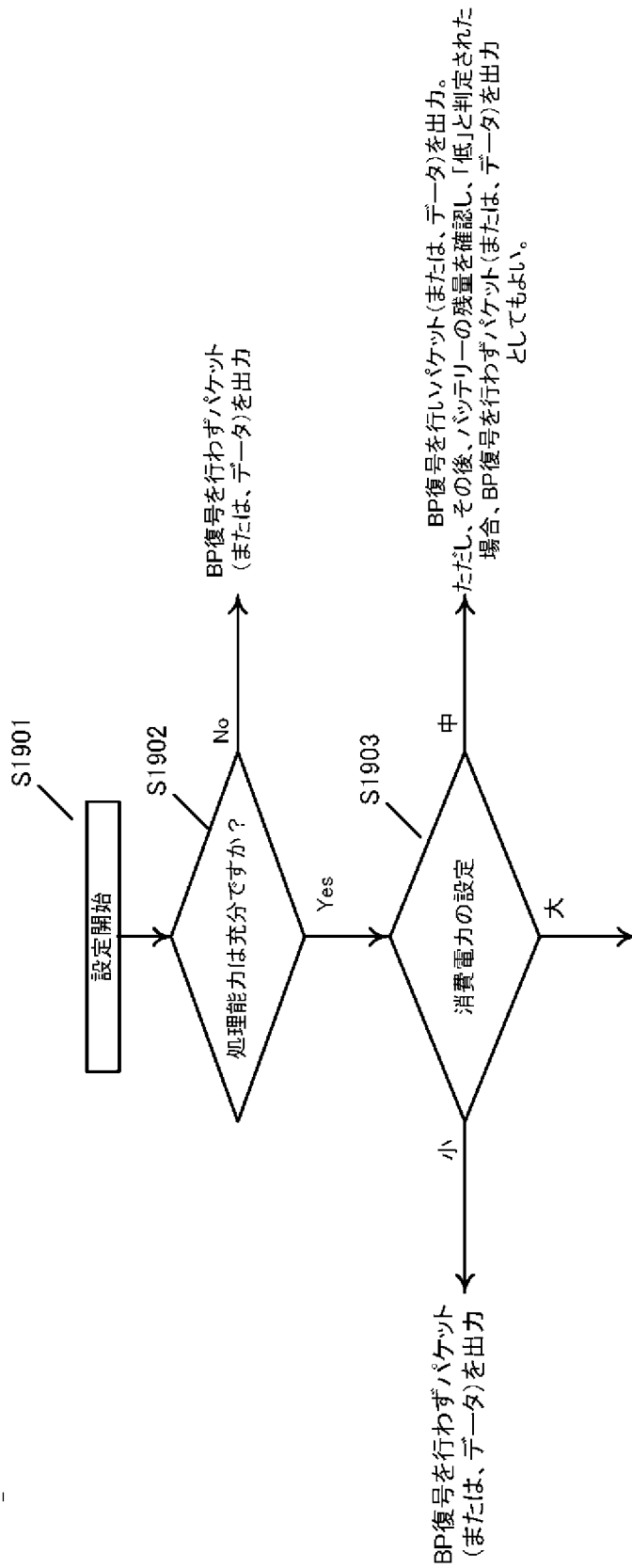
[図17]



[図18]

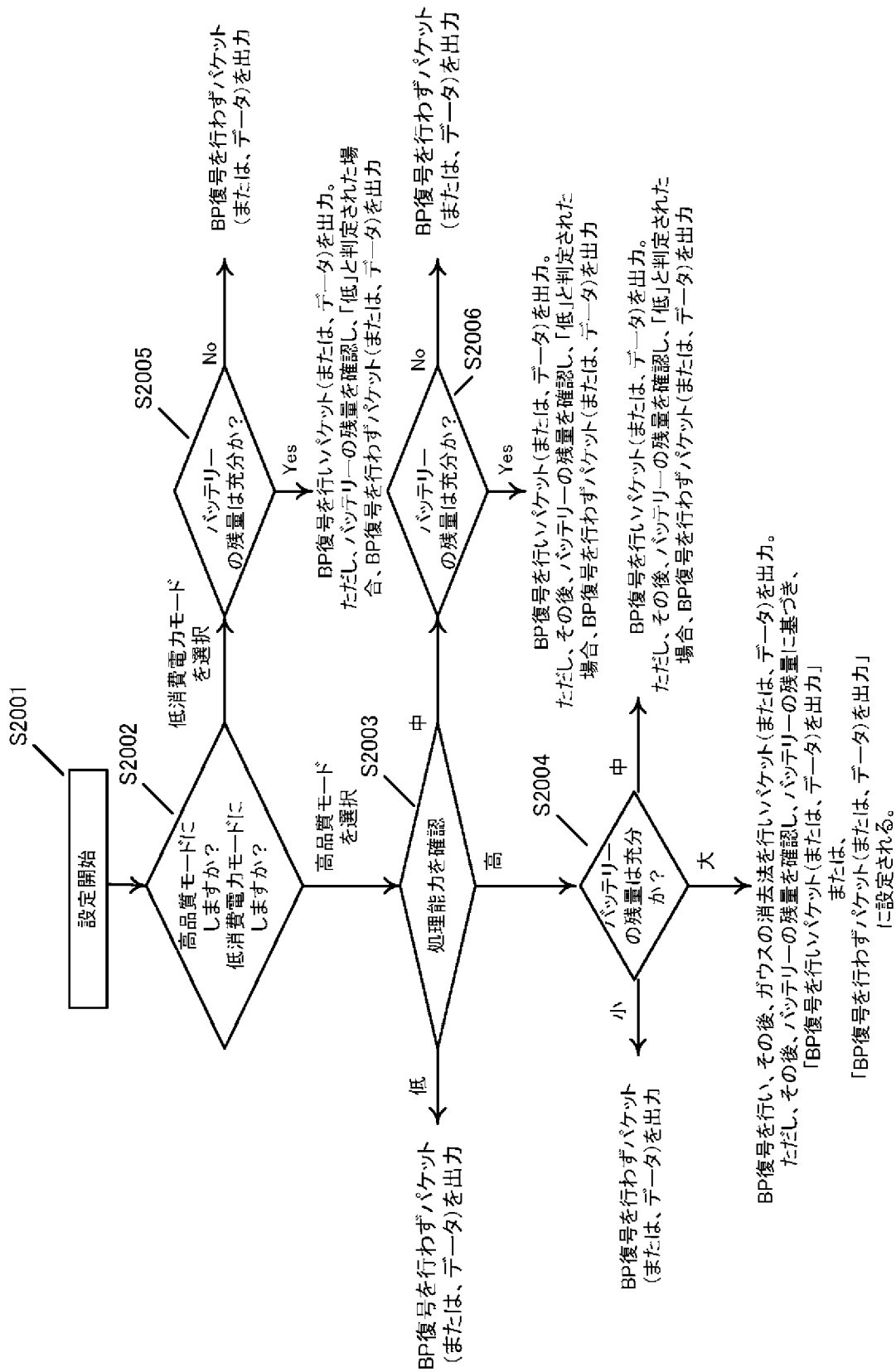


[図19]

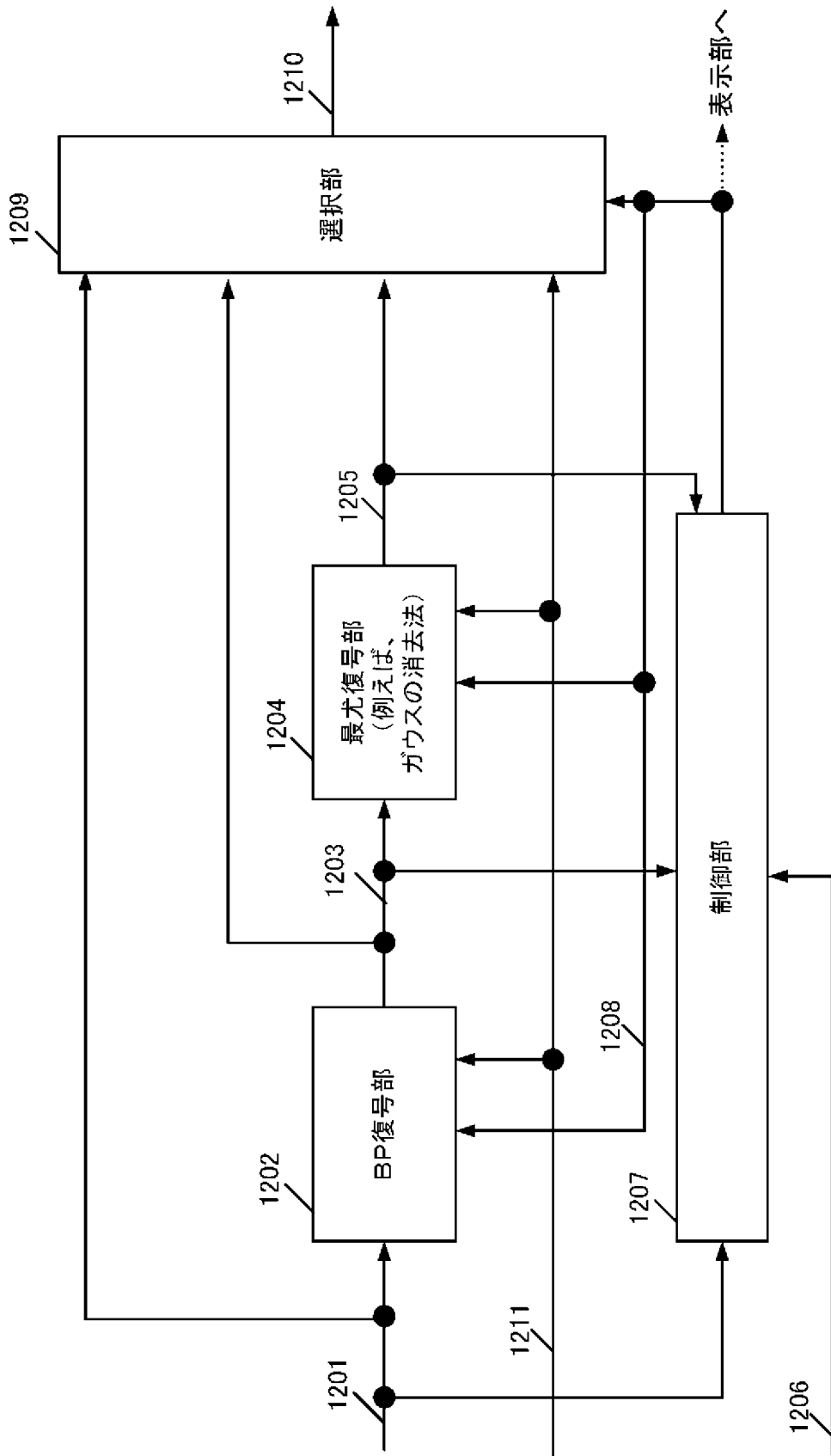


BP復号を行い、その後、ガウスの消去法を用いた復号を行いパケット (または、データ) を出力。ただし、その後、バッテリーの残量を確認し、バッテリーの残量に基づき、「BP復号を行わずパケット (または、データ) を出力」または、「BP復号を行わずパケット (または、データ) を出力」に設定される、としてもよい。

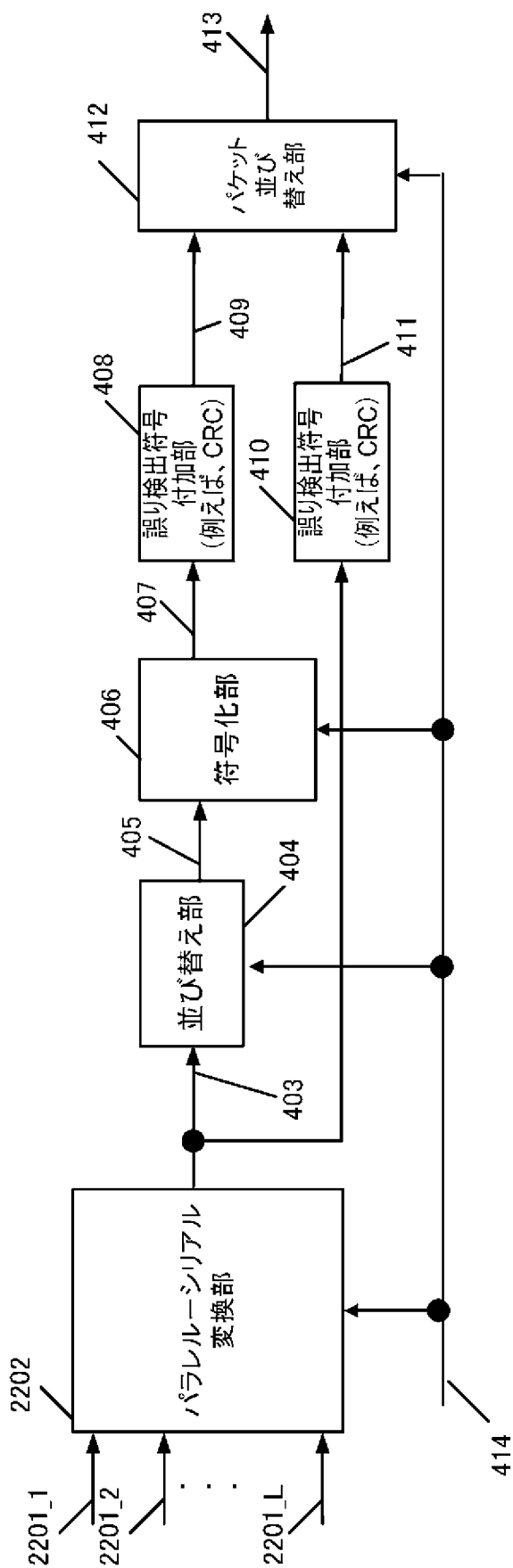
[図20]



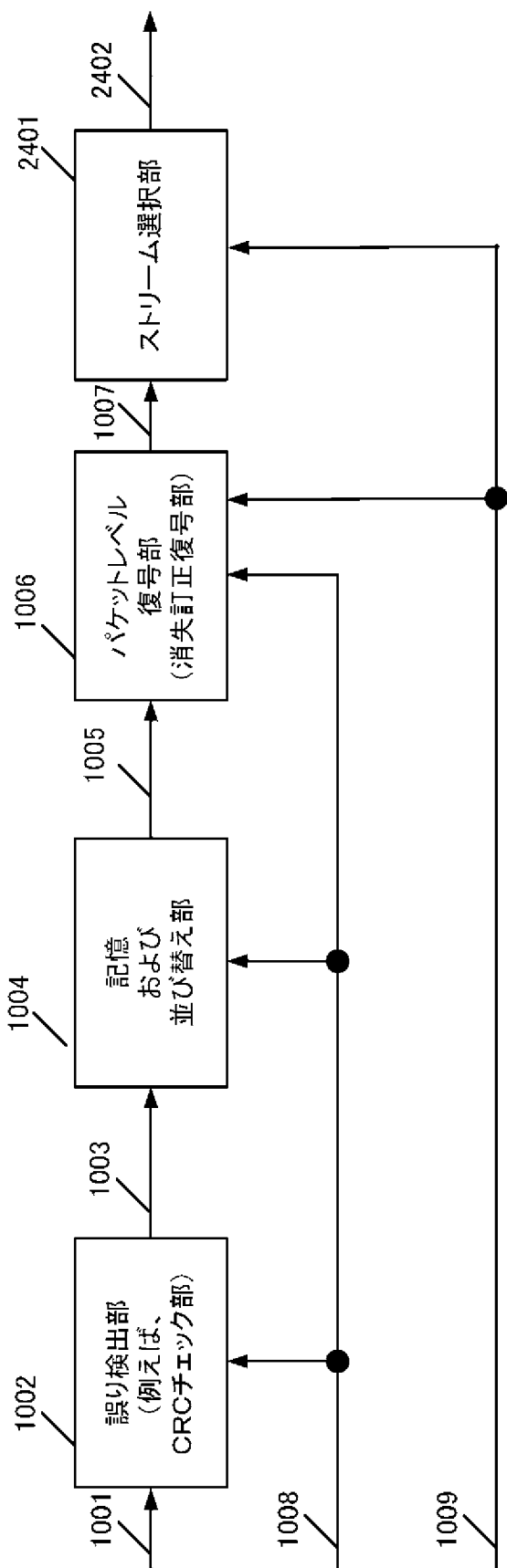
[図21]



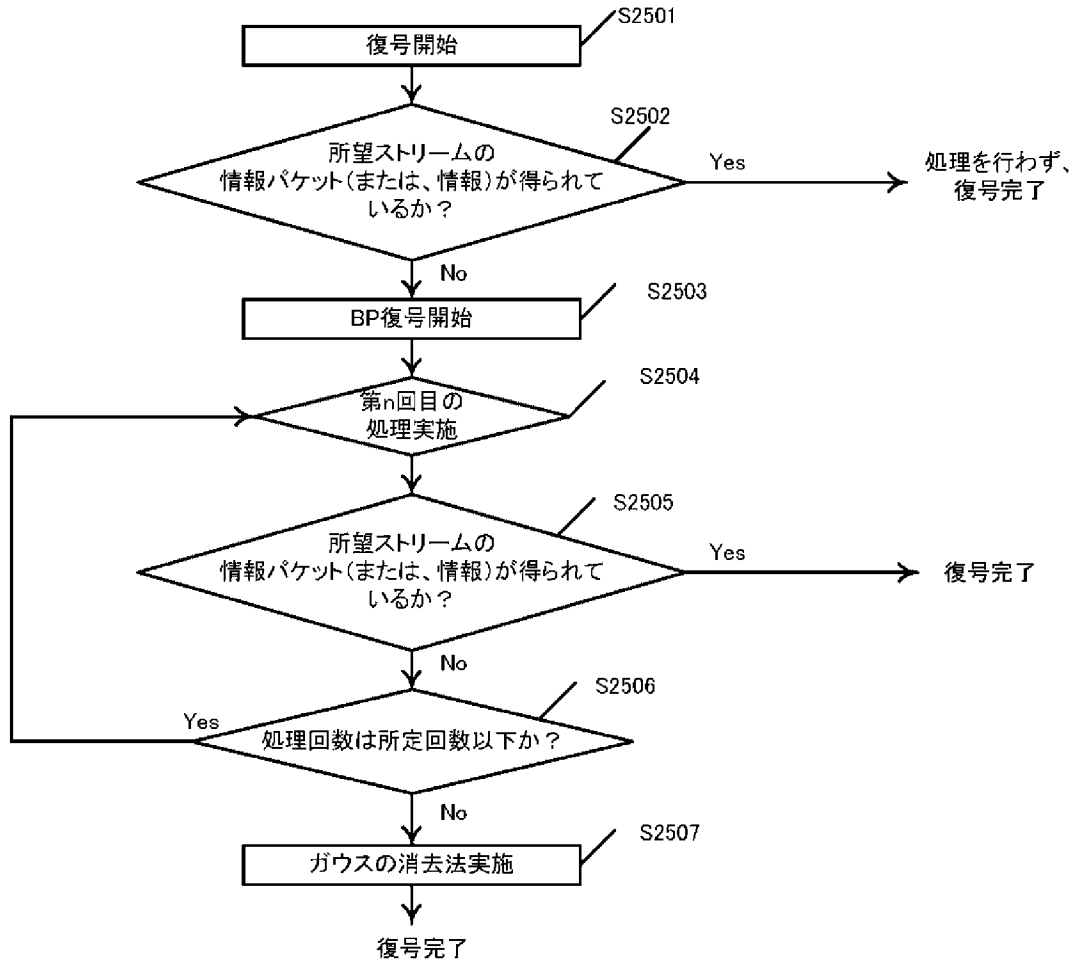
[図22]



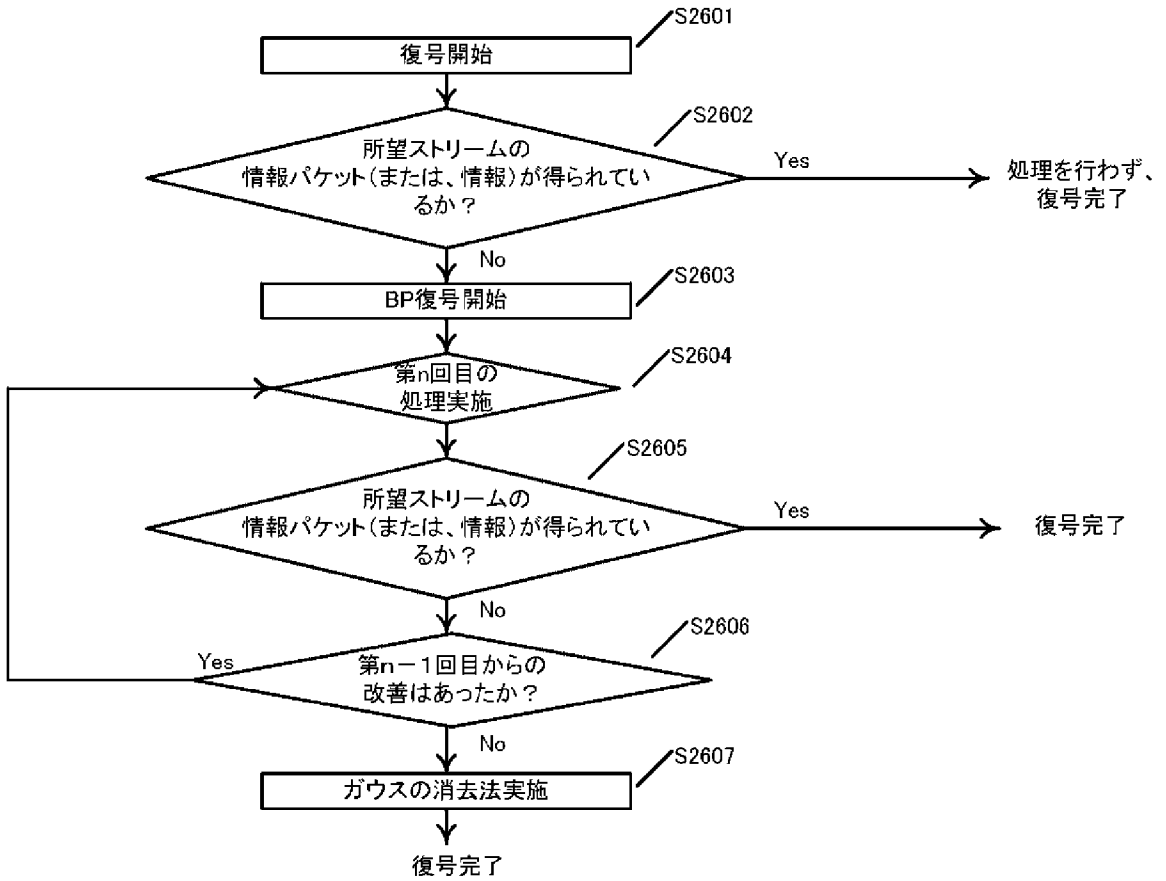
[図24]



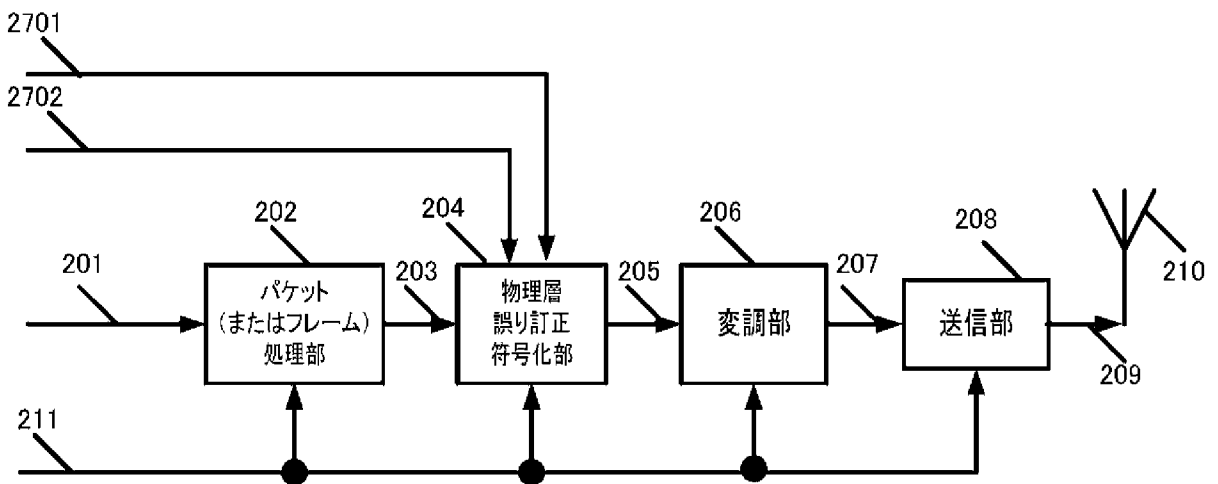
[図25]



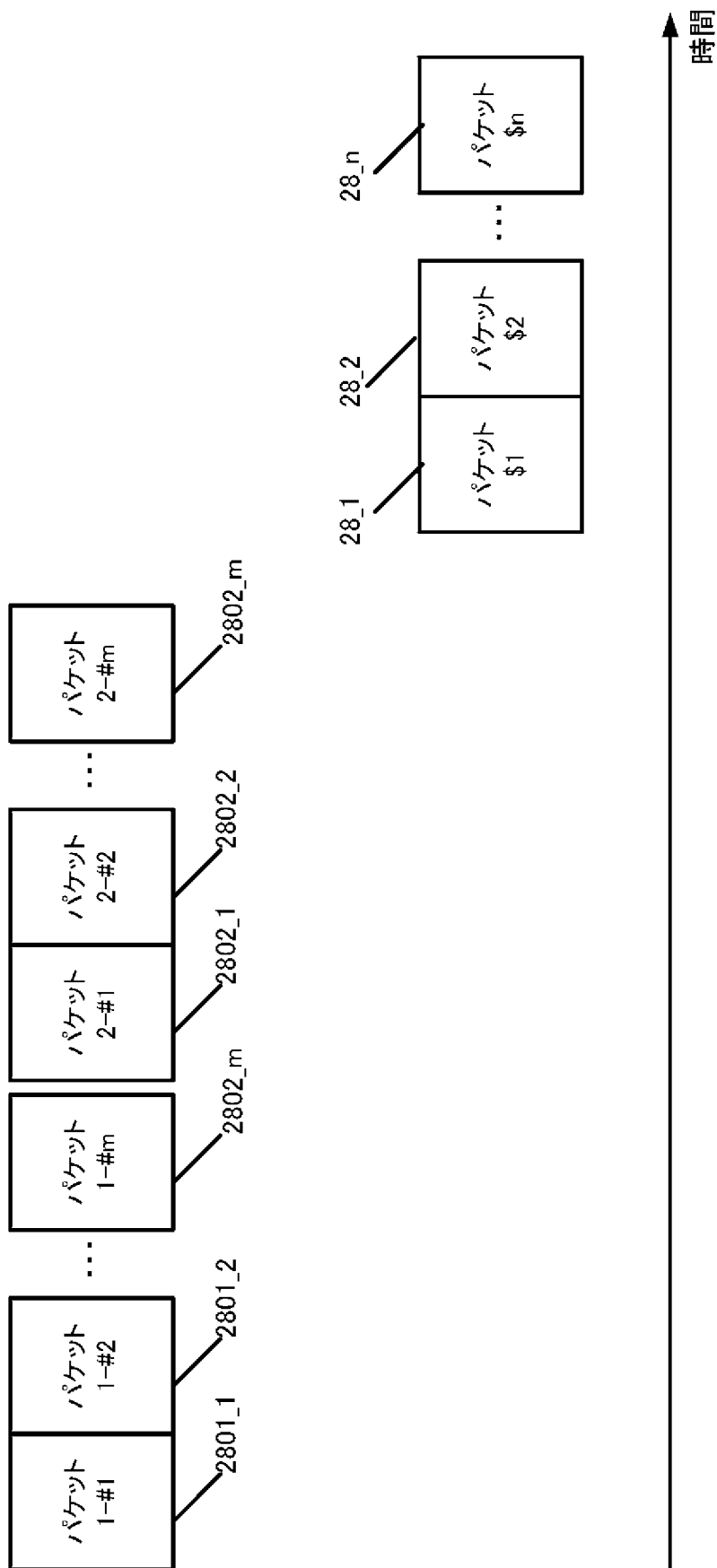
[図26]



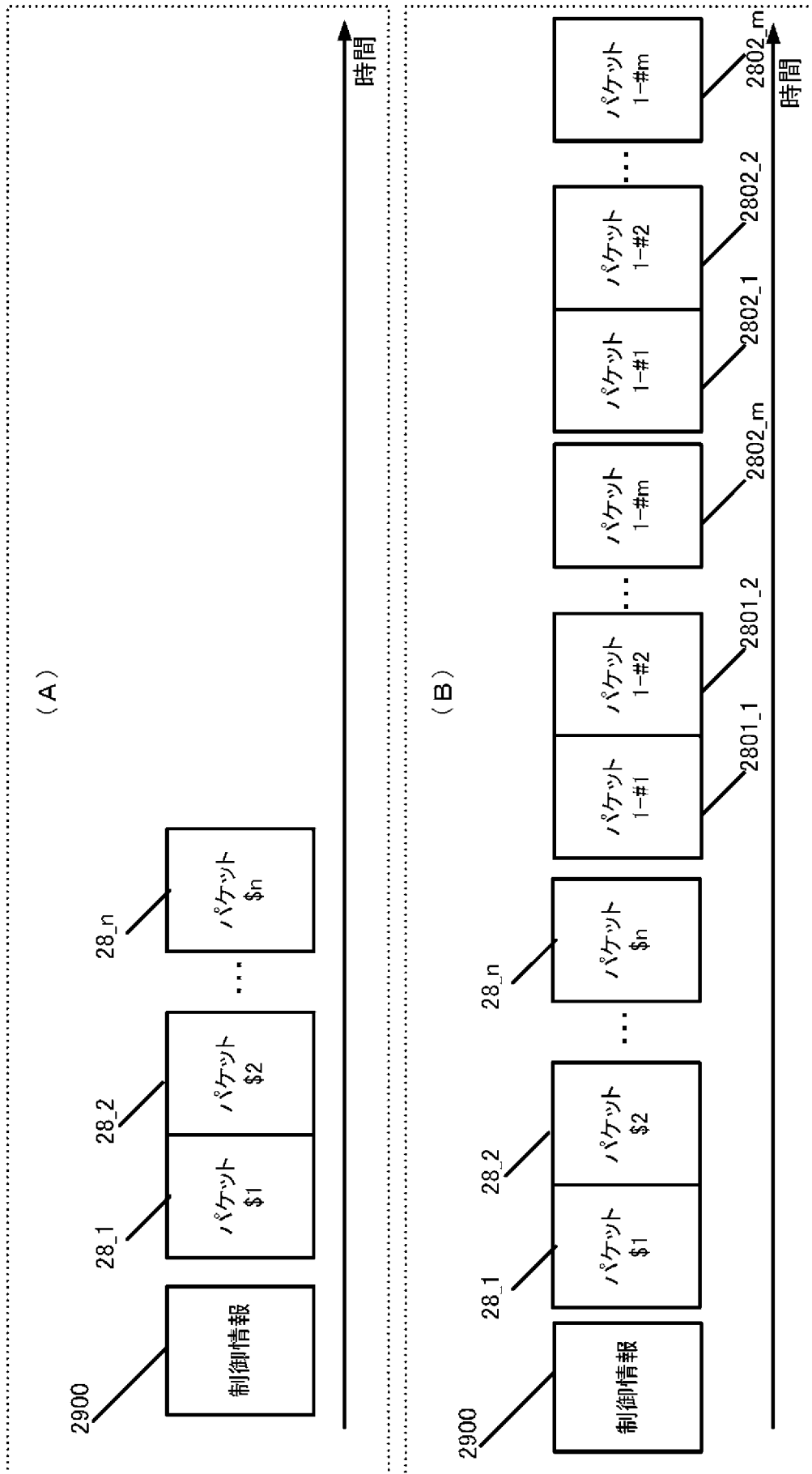
[図27]



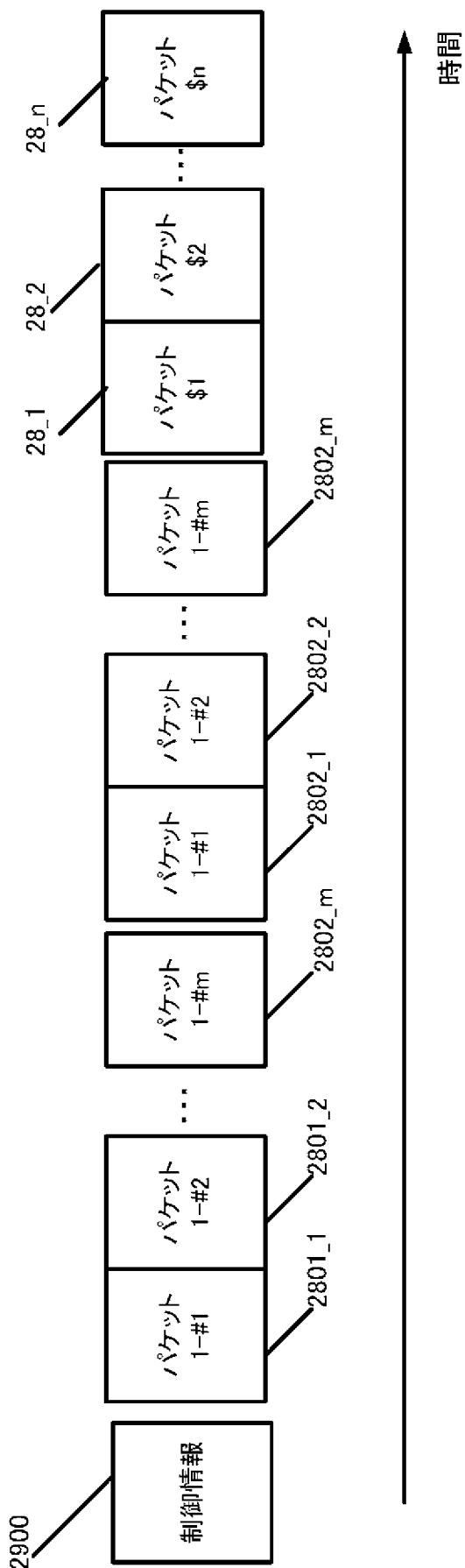
[図28]



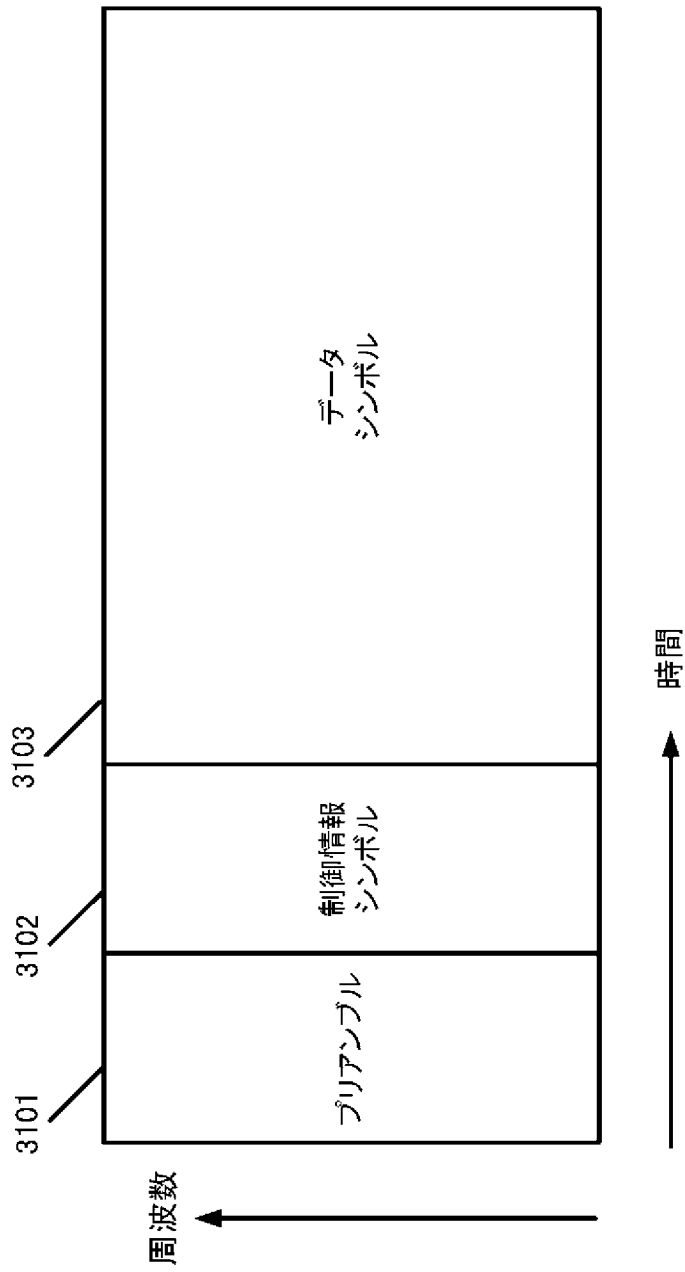
[図29]



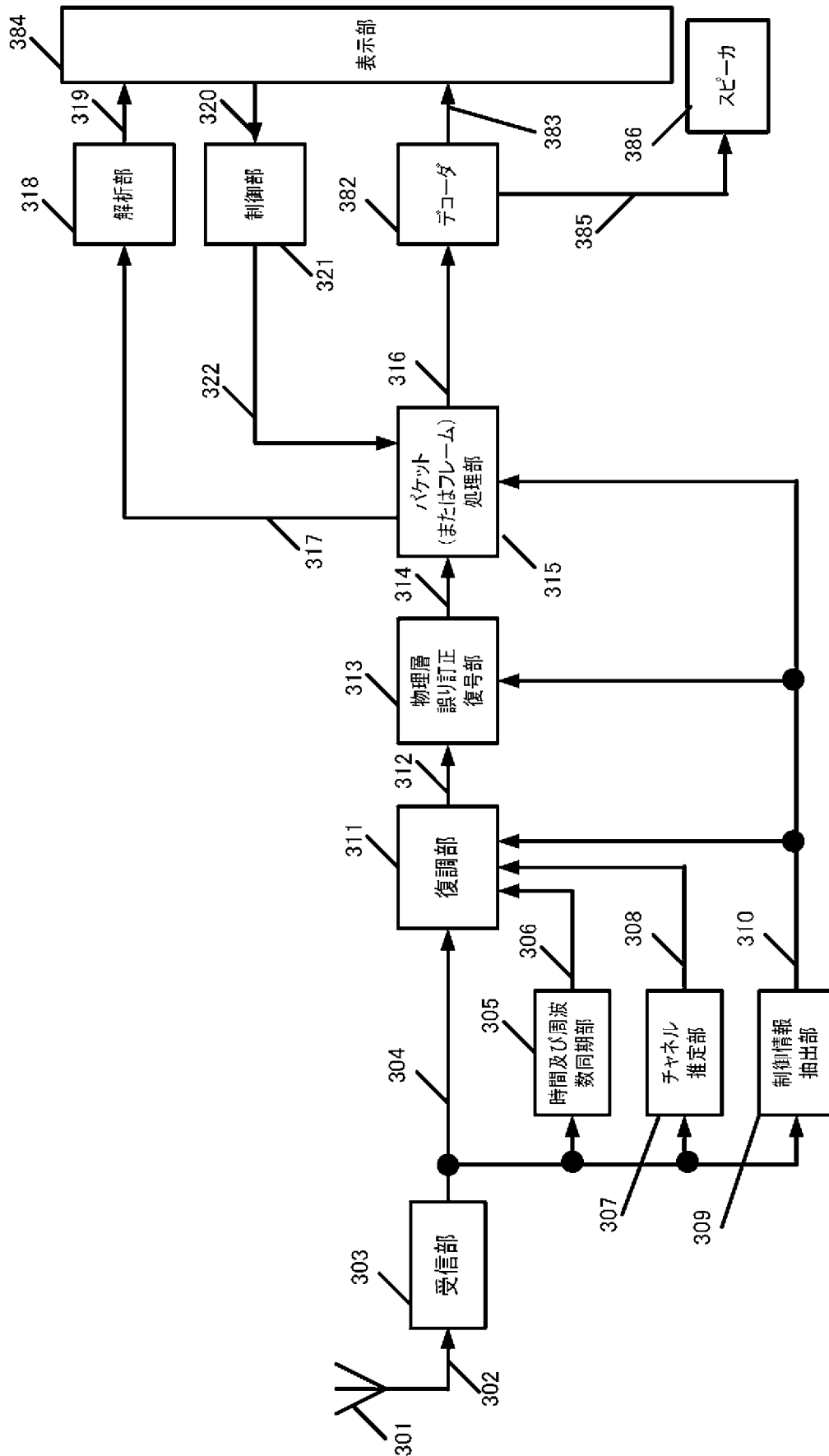
[図30]



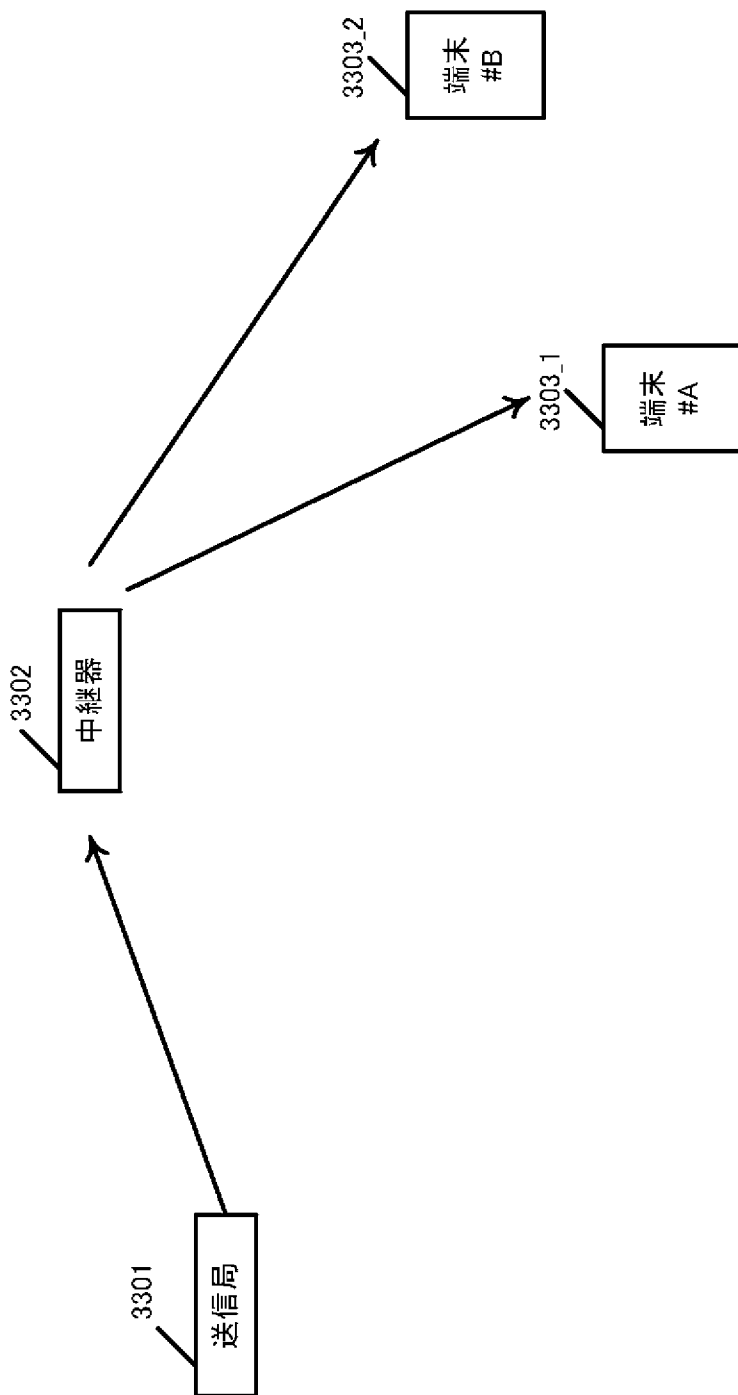
[図31]



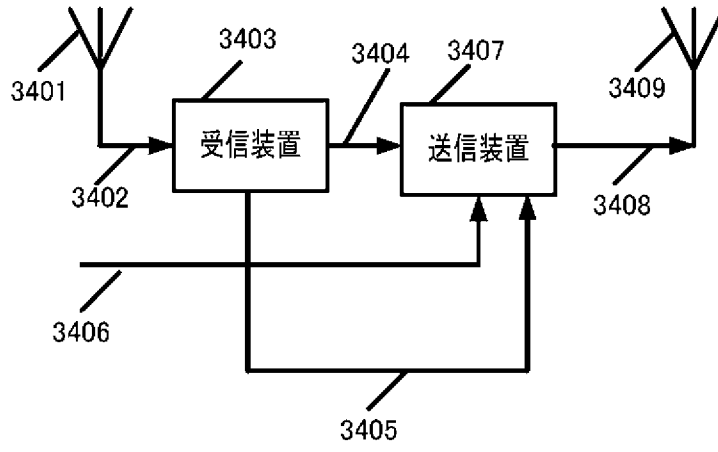
[図32]



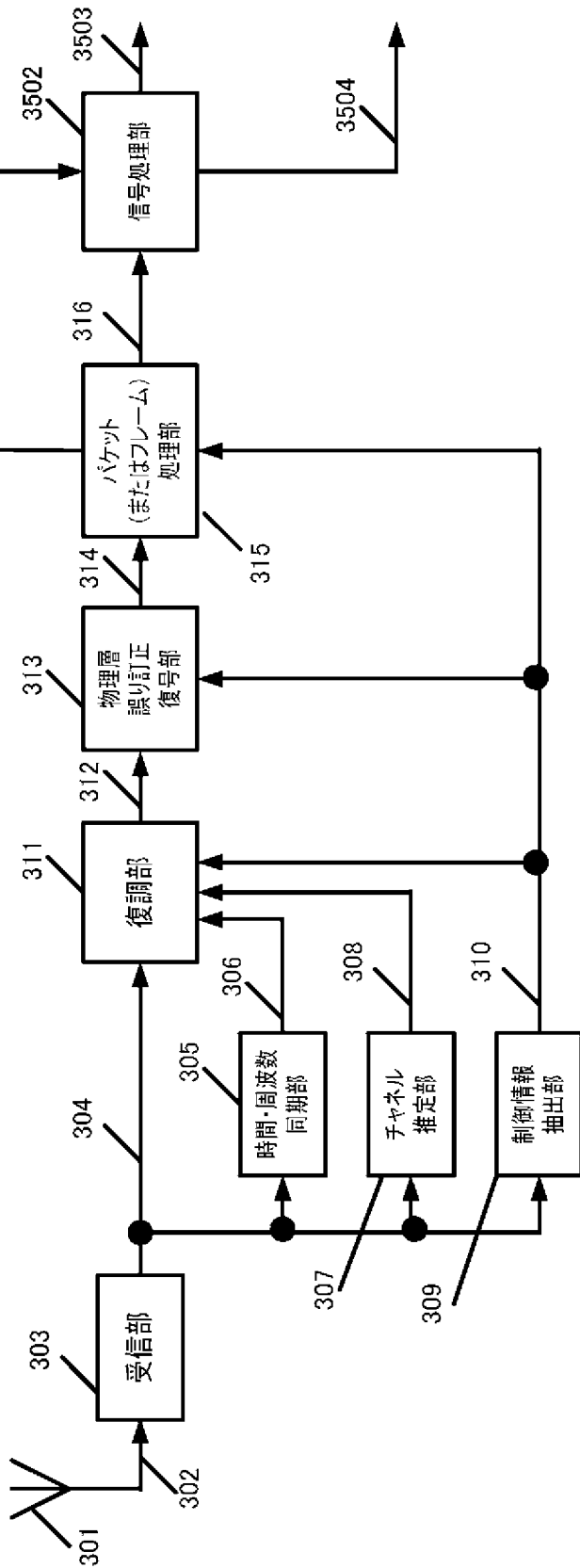
[図33]



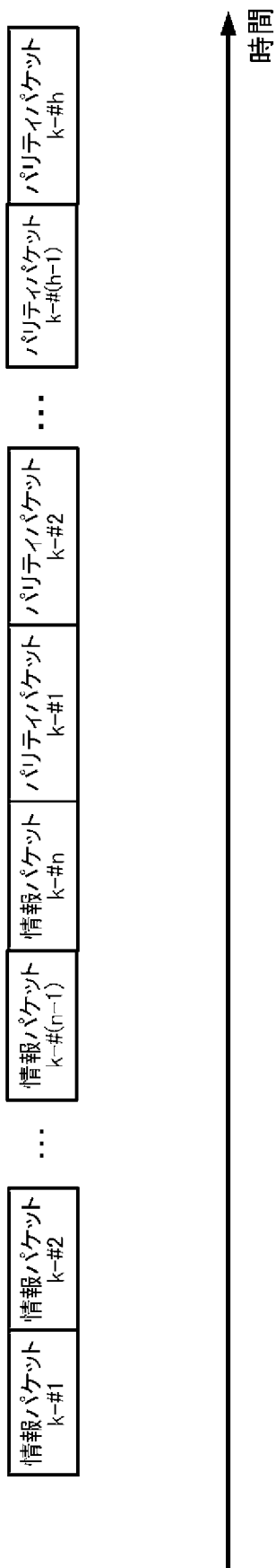
[図34]



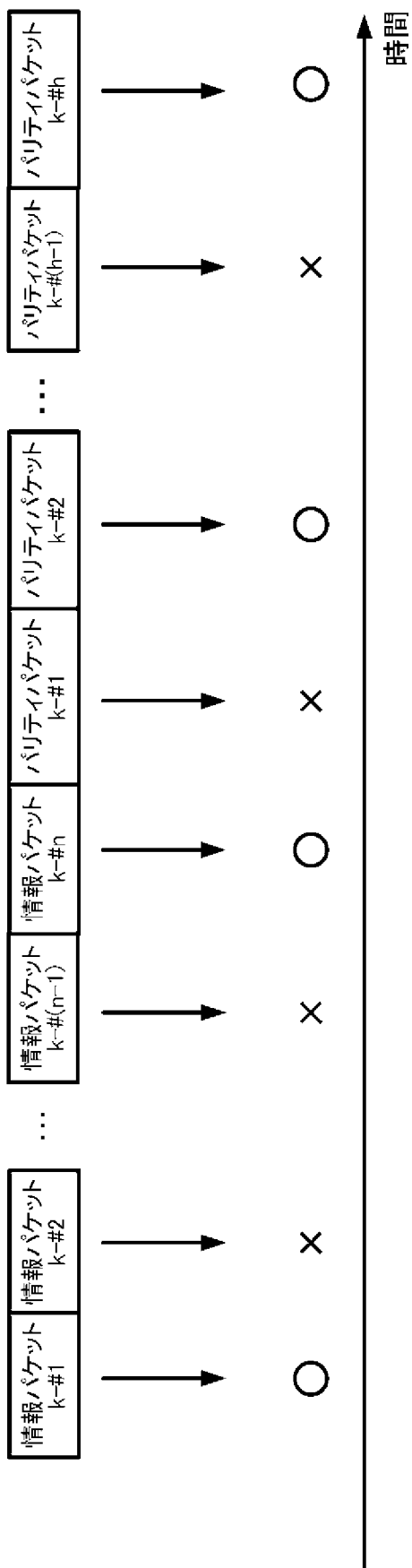
[図35]



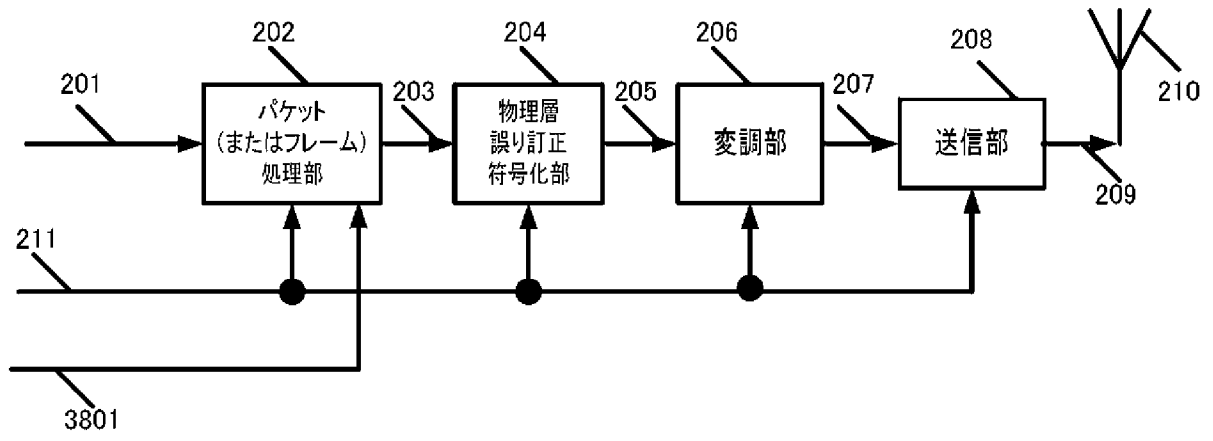
[図36]



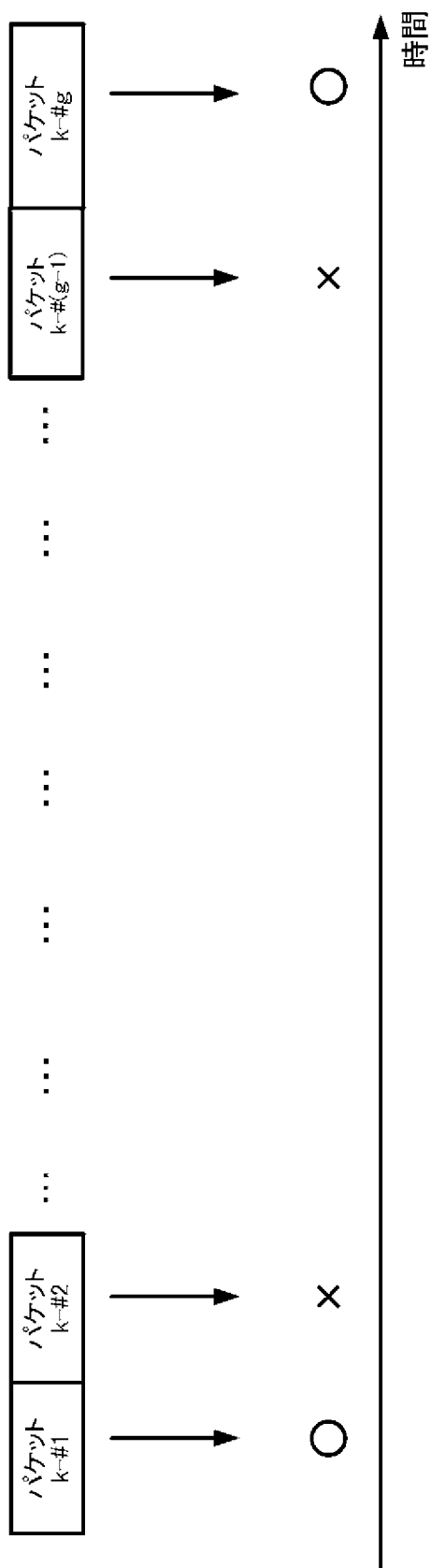
[図37]



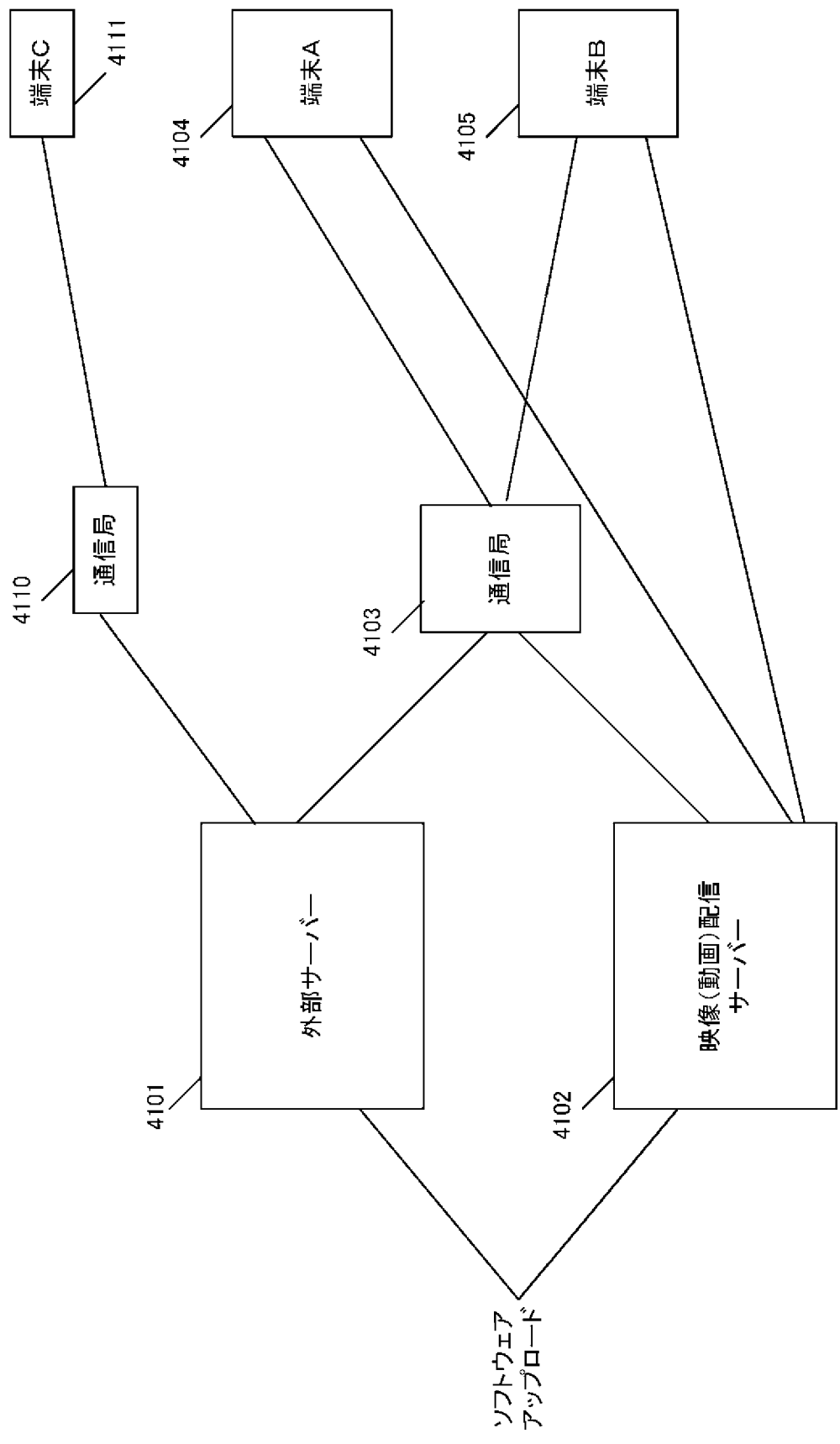
[図38]



[図40]



[図41]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/000574

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H03M13/39(2006.01)i, H03M13/19(2006.01)i, H03M13/37(2006.01)i

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)
H03M13/39, H03M13/19, H03M13/37

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
IEEE Xplore, CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Kunitaka MUROTSU et al., "An Erasure Correction Scheme based on BP and Gaussian Elimination", The 27th Symposium on Information Theory and its Applications Yokoshu, 14 December 2004 (14.12.2004), pages 271 to 274	1
Y	JP 2008-527948 A (Qualcomm Inc.), 24 July 2008 (24.07.2008), paragraphs [0025] to [0105] & US 2006/0195752 A1 paragraphs [0052] to [0131] & WO 2006/078836 A1 & KR 10-2007-0104914 A & CN 101107804 A	1

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 18 February 2016 (18.02.16)	Date of mailing of the international search report 01 March 2016 (01.03.16)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/000574

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-178328 A (Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc.), 12 August 2010 (12.08.2010), claims 1 to 7; paragraphs [0011] to [0098] & US 2010/0192040 A1 claims 1 to 7; paragraphs [0014] to [0085] & CN 101814975 A	1
Y	JP 2012-39450 A (JVC Kenwood Corp.), 23 February 2012 (23.02.2012), claim 1 (Family: none)	1

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H03M13/39(2006.01)i, H03M13/19(2006.01)i, H03M13/37(2006.01)i

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. H03M13/39, H03M13/19, H03M13/37

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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）
 IEEE Xplore, CiNii

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 請求項の番号
Y	室津 邦孝 他, BPとガウス消去法を組み合わせたLDPC符号の消失誤り訂正法, 第27回情報理論とその応用シンポジウム 予稿集, 2004.12.14, pp.271-274	1
Y	JP 2008-527948 A (クォアルコム・インコーポレイテッド) 2008.07.24, 段落 [0025] - [0105] & US 2006/0195752 A1, Paragraphs[0052]-[0131] & WO 2006/078836 A1 & KR 10-2007-0104914 A & CN 101107804 A	1

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 18.02.2016	国際調査報告の発送日 01.03.2016
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 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） 岡 裕之 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	5K	3251
--	--	----	------

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 請求項の番号
Y	JP 2010-178328 A (三菱・エレクトリック・リサーチ・ラボラトリーズ・インコーポレイテッド) 2010.08.12, 請求項1-7, 段落 [0011] - [0098] & US 2010/0192040 A1, Claims 1-7, Paragraphs [0014]-[0085] & CN 101814975 A	1
Y	JP 2012-39450 A (株式会社 JVCケンウッド) 2012.02.23, 請求項1 (ファミリーなし)	1