

(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
2014年5月22日(22.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/076745 A1

- (51) 国際特許分類:
H03M 13/19 (2006.01) **H03M 13/15** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/079326
- (22) 国際出願日: 2012年11月13日(13.11.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: パイオニア株式会社(PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 高橋 宏二(TAKAHASHI, Koji); 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉1-1 パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 柴田 五雄(SHIBATA, Itsuo); 〒1040031 東京都中央区京橋1丁目19番4号 T A F 京橋ビル5F 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (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, 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: RECEPTION DEVICE AND RECEPTION PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 受信装置及び受信処理方法

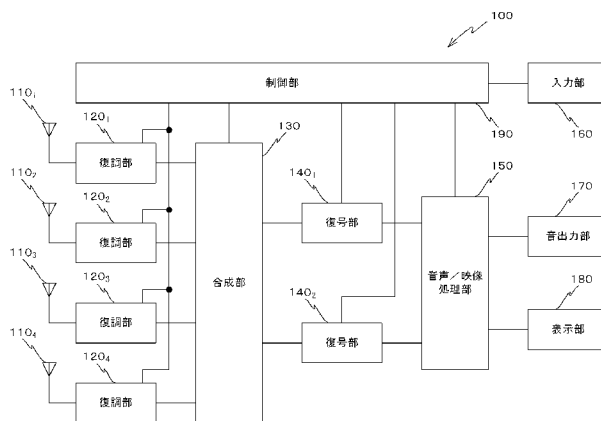


FIG. 7
120₁, 120₂, 120₃, 120₄ Demodulation unit
130 Combining unit
140₁, 140₂ Decoding unit
150 Audio/video processing unit
160 Input unit
170 Sound output unit
180 Display unit
190 Control unit

(57) Abstract: A control unit (190) specifies the positions of signal frames for decoding units (140₁, 140₂) to start decoding with the positions being shifted from each other by one signal frame. Each decoding unit (140₁, 140₂) carries out a parity check of LDPC codes and BCH codes in the respective specified signal frame. Then, the control unit (190) determines that the signal frame specified for a decoding unit with a normal parity check result is a signal frame in which the starting position of data symbols matches the starting position of an LDPC-coded block. In addition, if the parity check results for both of the decoding units (140₁, 140₂) are not normal due to poor received signal quality, the control unit (190) determines a signal frame that matches the starting position of the LDPC-coded block from likelihood information that is used for LDPC decoding processing.

(57) 要約: 制御部(190)は、復号部(140₁, 140₂)に対して、復号を開始すべきシグナルフレームの位置を1シグナルフレーム分ずらして指定する。復号部(140₁, 140₂)のそれぞれは、指定されたシグナルフレームに対してLDPC符号及びBCH符号のパリティチェックを行う。そして、制御部(190)は、パリティチェック結果が正常であった復号部に対して指定したシグナルフレームが、データシンボルの開始位置がLDPC符号化ブロックの開始位置と一致

するシグナルフレームであると判定する。また、制御部(190)は、受信信号の品質が悪く、復号部(140₁, 140₂)の双方のパリティチェック結果が正常でない場合は、LDPC復号処理で用いる尤度情報から、LDPC符号化ブロックの開始位置と一致するシグナルフレームを判定する。

WO 2014/076745 A1

明 細 書

発明の名称：受信装置及び受信処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、受信装置、受信処理方法、受信処理プログラム、及び、当該受信処理プログラムが記録された記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 近年、地上デジタル放送が、世界各国で急速に普及している。こうした地上デジタル放送に関する規格は複数あるが、中国においては、D T M B (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast) 規格が採用されている。このD T M B規格は、マルチキャリア伝送方式と、シングルキャリア伝送方式とを混在させたものであり、中国独自の規格となっている。

[0003] かかるD T M B規格は、キャリア変調方式として、6 4 Q A M (Quadrature Amplitude Moduration) , 3 2 Q A M, 1 6 Q A M, 4 Q A M, 4 Q A M－N Rを採用している。これらのキャリア変調方式のうち、6 4 Q A M, 1 6 Q A M, 4 Q A Mについては、1シグナルフレーム中のL D P C (Low-Density Parity-Check) 符号化ブロックの数は整数となっているが、3 2 Q A M及び4 Q A M－N Rについては、1シグナルフレーム中のL D P C符号化ブロックの数が、半整数となっている。このため、3 2 Q A M及び4 Q A M－N Rのキャリア変調方式では、1つのL D P C符号化ブロックが2つのシグナルフレームにまたがることもある。

[0004] こうしたD T M B規格に準拠した放送波を受信するためには、3 2 Q A M及び4 Q A M－N Rの方式でキャリア変調された放送波を受信したときに、正常な復号処理を行えるL D P C符号化ブロックの位置を検出する必要がある。こうした必要性から、正常な復号処理を行えるL D P C符号化ブロックの位置を検出するための技術が提案されている（特許文献1参照：以下、「従来例」という）。

[0005] この従来例の技術では、1つの復号部を備え、受信した放送波に対して内

符号であるLDPC符号の復号処理、外符号であるBCH符号の復号処理、及び、BCH復号のパリティチェックで誤りが検出されたか否かの判定処理を行う。引き続き、BCH復号のパリティチェックで誤りが検出された場合には、LDPC符号化ブロックの位置を変更して、BCH復号のパリティチェックで誤りが検出されなくなるまで、LDPC符号の復号処理、BCH符号の復号処理、及び、BCH復号のパリティチェックの判定処理を行うようになっている。そして、BCH復号のパリティチェックで誤りが検出されないときのLDPC符号化ブロックの位置が、正常な復号処理を行えるLDPC符号化ブロックの位置であると判定する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：中国特許102201905号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述した従来例の技術では、正常な復号処理を行えるLDPC符号化ブロックの位置が検出されるまで、LDPC符号の復号処理、BCH符号の復号処理、及び、BCH復号のパリティチェックの判定処理を、繰り返し行う。このため、パリティチェックの再判定処理を行うたびにLDPC符号化ブロックの位置を変更するなどの処理が必要となり、制御が複雑化する。また、従来例の技術では、パリティチェックの再判定処理を行った場合には、音声や映像の再生出力までに、少なくとも1シグナルフレーム分の待ち時間が発生する。

[0008] このため、DTMB規格に従った1シグナルフレーム中のLDPC符号化ブロックの数が半整数となるキャリア変調信号を受信した際に、迅速に、正常な復号処理を行えるLDPC符号化ブロックの位置を検出することができる技術が望まれている。かかる要請に応えることが、本発明が解決すべき課題の一つとして挙げられる。

[0009] 本発明は、上記の事情を鑑みてなされたものであり、D T M B規格に従った信号を受信し、適切な信号処理を行うことができる新たな受信装置及び受信処理方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明は、第1の観点からすると、フレーム同期の最小単位としてのシグナルフレームであり、外符号化が行われた外符号データブロックを複数個含み、内符号化が行われた内符号データブロックを半整数個含むシグナルフレームとして、データシンボルブロックの開始位置が前記内符号データブロックの開始位置と一致する第1種のシグナルフレームと、前記データシンボルブロックの開始位置が前記内符号データブロックの開始位置と一致しない第2種のシグナルフレームとを交互に受信する可能性がある情報を担った伝送信号を受信する受信装置であって、復号処理を開始した前記シグナルフレームにおけるデータシンボルブロックの開始位置が前記内符号ブロックの開始位置であるとして、前記内符号データブロックの復号の後に前記外符号データブロックの復号を行う第1復号部及び第2復号部と；前記第1復号部及び前記第2復号部に対して、前記復号を開始すべきシグナルフレームの位置を、1シグナルフレーム分ずらして指定するとともに、前記第1復号部及び前記第2復号部のそれぞれの復号結果における誤り検出結果に基づいて、前記第1種のシグナルフレームから前記復号を開始した復号部の識別の処理を行う制御部と；を備えることを特徴とする受信装置である。

[0011] 本発明は、第2の観点からすると、フレーム同期の最小単位としてのシグナルフレームであり、外符号化が行われた外符号データブロックを複数個含み、内符号化が行われた内符号データブロックを半整数個含むシグナルフレームとして、データシンボルブロックの開始位置が前記内符号データブロックの開始位置と一致する第1種のシグナルフレームと、前記データシンボルブロックの開始位置が前記内符号データブロックの開始位置と一致しない第2種のシグナルフレームとを交互に受信する可能性がある情報を担った伝送信号を受信する受信装置において使用される受信処理方法であって、前記内

符号データブロックの復号の後に前記外符号データブロックの復号を行う第1復号部及び第2復号部に対して、前記復号を開始すべきシグナルフレームの位置を、1シグナルフレーム分ずらして指定する指定工程と；前記第1復号部及び前記第2復号部のそれぞれの復号結果における誤り検出結果に基づいて、前記第1種のシグナルフレームから前記復号を開始した復号部の識別の処理を行う識別処理工程と；を備えることを特徴とする受信処理方法である。

[0012] 本発明は、第3の観点からすると、本発明の受信処理方法を演算部に実行させる、ことを特徴とする受信処理プログラムである。

[0013] 本発明は、第4の観点からすると、本発明の受信処理プログラムが、演算部により読み取り可能に記録されている、ことを特徴とする記録媒体である。

図面の簡単な説明

[0014] [図1] D T M B規格において規定されているフレーム構造を説明するための図である。

[図2] 6 4 Q A Mキャリア変調時のシグナルフレームの構成を説明するための図である。

[図3] 3 2 Q A M方式で変調されたシグナルフレームの構成を説明するための図である。

[図4] 1 6 Q A M方式で変調されたシグナルフレームの構成を説明するための図である。

[図5] 4 Q A M方式で変調されたシグナルフレームの構成を説明するための図である。

[図6] 4 Q A M－N R方式で変調されたシグナルフレームの構成を説明するための図である。

[図7] 本発明の一実施形態に係る受信装置の構成を概略的に示すブロック図である。

[図8] 図7の復号部の構成を示すブロック図である。

[図9]図7の装置によるLDPC符号化ブロックの検出処理を説明するためのフローチャートである。

[図10]復号部140₁, 140₂による復号開始位置を説明するための図である。

[図11]図9のLDPC符号化ブロックの位置検出処理を説明するためのフローチャートである。

符号の説明

- [0015] 100 … 受信装置
 140₁ … 復号部（第1復号部）
 140₂ … 復号部（第2復号部）
 141 … デインターリーブ部（キャリア変調方式検出部）
 143 … LDPC復号化部（第1尤度検出部、第2尤度検出部）
 190 … 制御部

発明を実施するための形態

- [0016] 以下、本発明の一実施形態を、図1～図11を参照して説明する。本実施形態では、DTMB規格に準拠した地上デジタル放送波を受信する受信装置を例示して、説明を行う。なお、以下の説明及び図面においては、同一又は同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

- [0017] [受信信号のフレーム構造]

本実施形態に係る受信装置の構成の説明に先立って、DTMB規格におけるフレームの構造について説明する。図1には、DTMB規格で規定されるフレーム構造が示されている。

- [0018] 図1に示されるように、DTMB規格で規定されるフレーム構造では、1日分のフレームであるデイフレームには、1440（＝24×60）個のミニッツフレームが含まれている。そして、ミニッツフレームのそれぞれには、480個のスーパーフレームが含まれている。さらに、スーパーフレームのそれぞれには、N個のシグナルフレームが含まれている。

- [0019] シグナルフレームは、フレーム同期の最小単位のフレームである。このシ

グナルフレームのそれぞれは、フレームヘッダ（HD）とフレームボディとから構成される。そして、フレームボディは、36シンボルのシステムインフォメーション（SI）と、3744シンボルのデータシンボル（データシンボルブロック）から構成される。このシステムインフォメーションは、伝送パラメータを伝送する。また、データシンボルは、誤り訂正符号化されたペイロードデータを伝送する。

[0020] 図2には、64QAM方式で変調されたシグナルフレームの構成が示され、図3には、32QAM方式で変調されたシグナルフレームの構成が示されている。また、図4には、16QAM方式で変調されたシグナルフレームの構成が示され、図5には、4QAM方式で変調されたシグナルフレームの構成が示されている。さらに、図6には、4QAM-NR方式で変調されたシグナルフレームの構成が示されている。

[0021] ここで、「64QAM」方式で変調された1つのシグナルフレームのデータシンボルは、図2に示されるように、外符号であるBCH符号により符号化された後に、BCH符号化ブロック（BCH BLOCK）（外符号データブロック）に分割され、さらに内符号化が行われたLDPC符号化ブロック（LDPC BLOCK）（内符号データブロック）を3個含んでいる。また、「32QAM」方式で変調された1つのシグナルフレームのデータシンボルは、図3に示されるように、外符号であるBCH符号により符号化された後に、BCH符号化ブロックに分割され、さらに内符号化が行われたLDPC符号化ブロックを半整数個である2.5個含んでいる。

[0022] また、「16QAM」方式で変調された1つのシグナルフレームのデータシンボルは、図4に示されるように、外符号であるBCH符号により符号化された後に、BCH符号化ブロックに分割され、さらに内符号化が行われたLDPC符号化ブロックを2個含んでいる。また、「4QAM」方式で変調された1つのシグナルフレームのデータシンボルは、図5に示されるように、外符号であるBCH符号により符号化された後に、BCH符号化ブロックに分割され、さらに内符号化が行われたLDPC符号化ブロックを1個含ん

でいる。

[0023] さらに、「4 Q A M－N R」方式で変調された1つのシグナルフレームのデータシンボルは、図6に示されるように、外符号であるB C H符号により符号化された後に、B C H符号化ブロックに分割され、さらに内符号化が行われたL D P C符号化ブロックを半整数個である0.5個含んでいる。

[0024] このように、「3 2 Q A M」方式及び「4 Q A M－N R」方式で変調されたシグナルフレームでは、1つのシグナルフレーム中のL D P C符号化ブロックの数が半整数個であるため、データシンボルの開始位置がL D P C符号化ブロックの開始位置と一致するシグナルフレーム（「第1種のシグナルフレーム」とも記す）と、データシンボルの開始位置がL D P C符号化ブロックの開始位置と一致しないシグナルフレーム（以下、「第2種のシグナルフレーム」とも記す）とが、交互に伝送される。

[0025] このため、第1種のシグナルフレームをL D P C復号の開始位置とした場合には、正常な復号処理を行うことができ、第2種のシグナルフレームをL D P C復号の開始位置とした場合には、正常な復号処理を行うことができない。

[0026] [受信装置の構成]

[0027] 次に、本実施形態に係る受信装置100の構成について説明する。なお、本実施形態では、車両に配置された受信信号を例示して説明する。

[0028] 図7には、一実施形態に係る受信装置100の概略的な構成が示されている。図7に示されるように、受信装置100は、4個のアンテナ110₁, 110₂, 110₃, 110₄と、4個の復調部120₁, 120₂, 120₃, 120₄とを備えている。また、受信装置100は、合成部130と、2個の復号部140₁, 140₂と、音声／映像処理部150とを備えている。さらに、受信装置100は、入力部160と、音出力部170と、表示部180と、制御部190とを備えている。

[0029] 上記のアンテナ110₁, 110₂, 110₃, 110₄は、地上デジタル放送波を受信する。アンテナ110_j（j = 1, ..., 4）による受信信号（R F信

号)は、復調部120_jへ送られる。

[0030] 上記の復調部120_j ($j = 1, \dots, 4$)のそれぞれは、4個のアンテナ110_jごとに配置され、アンテナ110_jから送られた受信信号(RF信号)を受ける。そして、復調部120_jは、制御部190から送られた選局指令に従って、選択すべき物理チャネルの信号を受信信号から抽出する選局処理を行う。引き続き、復調部120_jは、当該抽出された信号(IF信号)をデジタル形式の信号に変換し、当該デジタル形式に変換された信号に基づいて、互いに直交するI, Q複素ベースバンド信号を生成する。

[0031] 復調部120_jは、シグナルフレーム同期を確立し、シグナルフレーム毎のI, Q複素ベースバンド信号に対して高速フーリエ変換を行い、周波数領域信号を生成する。こうして生成された周波数領域信号は、合成部130へ送られる。

[0032] 上記の合成部130は、復調部120_j ($j = 1, \dots, 4$)のそれぞれから送られた周波数領域信号(「信号FFD_j」とも記す)を受ける。そして、合成部130は、制御部190による制御のもとで、信号合成処理を行う。引き続き、合成部130は、合成された信号を、復号部140₁, 140₂へ送る。合成部130による信号合成処理の詳細については、後述する。

[0033] 上記の復号部140₁, 140₂のそれぞれは、合成部130から送られた信号(「信号SND₁, SND₂」とも記す)を受ける。そして、復号部140_k ($k = 1, 2$)は、制御部190による制御のもとで、合成部130から送られた信号の復号処理を行い、復号処理結果である復号信号を、音声/映像処理部150へ送る。ここで、復号部140₁が、第1復号部としての機能を果たし、復号部140₂が、第2復号部としての機能を果たすようになっている。復号部140_k ($k = 1, 2$)の詳細な構成については、後述する。

[0034] 上記の音声/映像処理部150は、制御部190による制御のもとで、復号部140₁、又は、復号部140₂から送られた復号信号(以下、「信号DMD₁, DMD₂」とも記す)を受ける。そして、音声/映像処理部150は、復号信号に基づいて、音声に関する復調音声データ、及び、映像に関する復調

映像データを生成する。引き続き、音声／映像処理部 150 は、復調音声データに基づいて音声データを生成するとともに、復調映像データに基づいて映像データを生成する。こうして生成された音声データは、音出力部 170 へ送られる。また、こうして生成された映像データは、表示部 180 へ送られる。

[0035] 上記の入力部 160 は、受信装置 100 の本体部に設けられたキー部、及び／又はキー部を備えるリモート入力装置等により構成される。ここで、本体部に設けられたキー部としては、表示部 180 の表示デバイスに設けられたタッチパネルを用いることができる。また、キー部を有する構成に代えて、又は併用して音声認識技術を利用して音声にて入力する構成を採用することもできる。

[0036] この入力部 160 を利用者が操作することにより、受信装置 100 の動作内容の設定や動作指令の入力が行われる。例えば、選局設定指定等の利用者による入力が、入力部 160 を利用して行われる。入力部 160 への入力内容は、操作入力データとして、制御部 190 へ送られる。

[0037] 上記の音出力部 170 は、(i) 音声／映像処理部 150 から送られた音声データをアナログ信号に変換する D A (Digital to Analogue) 変換器と、(ii) 当該 D A 変換器から出力されたアナログ信号を増幅する増幅器と、(iii) 増幅されたアナログ信号を音声に変換するスピーカとを備えて構成されている。この音出力部 170 は、選局されているチャンネルの放送波に対応する放送音声を再生出力する。

[0038] 上記の表示部 180 は、例えば、(i) 液晶パネル、有機 E L (Electro Luminescence) パネル、P D P (Plasma Display Panel) 等の表示デバイスと、(ii) 音声／映像処理部 150 から送られた映像データに基づいて、当該表示デバイスに画像を表示させる表示制御回路とを備えている。この表示部 180 は、選局されているチャンネルに対応する放送映像を再生表示する。

[0039] 上記の制御部 190 は、受信装置 100 の全体を統括制御する。この制御部 190 が実行する制御処理については、後述する。

[0040] <復号部 140_kの構成>

次に、上述した復号部 140_k ($k = 1, 2$) の構成について説明する。復号部 140_kは、図 8 に示されるように、デインターリーブ部 141 と、デマッピング部 142 と、LDPC 復号化部 143 と、BCH 復号化部 144 とを備えている。

[0041] 上記のデインターリーブ部 141 は、合成部 130 から送られた信号を受ける。そして、デインターリーブ部 141 は、シグナルフレームにおけるフレームヘッダ HD、システムインフォメーション、データシンボルの位置を検出する。また、デインターリーブ部 141 は、システムインフォメーションの位置の検出後に、伝送パラメータを解析して、キャリア変調パラメータを取得する。こうして取得されたキャリア変調パラメータは、制御部 190 へ送られる。すなわち、デインターリーブ部 141 は、キャリア変調方式検出部としての機能を果たすようになっている。

[0042] また、デインターリーブ部 141 は、伝送方式がマルチキャリアの場合は、合成部 130 から送られた信号に対して、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) 復調、並びに、周波数及び時間のデインターリーブを施し、デマッピング部 142 へ送る。また、デインターリーブ部 141 は、伝送方式がシングルキャリアの場合は、合成部 130 から送られた信号に対して、時間のデインターリーブを施し、デマッピング部 142 へ送る。

[0043] 上記のデマッピング部 142 は、デインターリーブ部 141 から送られた信号を受ける。そして、デマッピング部 142 は、変調されたキャリアの振幅及び位相情報に基づいて、判定値および雑音電力を算出する。デマッピング部 142 で算出された判定値および雑音電力は、LDPC 復号化部 143 へ送られる。

[0044] 上記の LDPC 復号化部 143 は、デマッピング部 142 から送られた信号を受ける。そして、LDPC 復号化部 143 は、制御部 190 から送られた復号開始位置指令に従って、当該復号開始位置指令により指定された位置のシグナルフレームから、復号処理を開始する。かかる復号処理に際して、

L D P C復号化部143は、L D P C符号の誤り検出（パリティチェック）を行ったうえで誤り訂正を行い、誤り訂正結果の信号をB C H復号化部144へ送る。また、L D P C復号化部143は、復号処理に際して、尤度情報を求める。こうして求められたパリティチェックの結果、及び、尤度情報は、制御部190へ送られる。

[0045] すなわち、復号部140₁のL D P C復号化部143は、第1尤度検出部としての機能を果たすようになっている。また、復号部140₂のL D P C復号化部143は、第2尤度検出部としての機能を果たすようになっている。

[0046] 本実施形態では、尤度情報は、周知のSum-Productアルゴリズムを用いてL D P C復号し、復号結果として出力される各ビットの事後確率の対数尤度比としているが、尤度情報としては、これに限られるものではない。なお、対数尤度比については、特開2003-244109号公報等に記載されている。

[0047] 上記のB C H復号化部144は、L D P C復号化部143から送られた信号を受ける。そして、B C H復号化部144は、B C H符号のパリティチェックを行ったうえで誤り訂正を行い、誤り訂正結果の信号を音声／映像処理部150へ送る。また、B C H復号化部144は、パリティチェックの結果を制御部190へ送る。

[0048] <動作>

以上のようにして構成された受信装置100の動作について、制御部190による「正常な復号処理を行えるL D P C符号化ブロックの検出処理」に主に着目して説明する。

[0049] かかる検出処理は、利用者による選局設定指定の入力部160への入力に対応して開始される。こうして受信処理が開始されると、図9に示されるように、まず、ステップS11において、制御部190が、合成部130に対して初期信号合成の設定制御を行う。このステップS11における初期信号合成の設定制御では、制御部190は、復調部120₁から出力される信号F F D₁と、復調部120₂から出力される信号F F D₂とを合成して信号S N D₁

を生成し、当該信号を復号部 140₁へ送ることを指定する合成制御指令を、合成部 130へ送る。また、かかる初期信号合成の設定制御では、制御部 190は、復調部 120₃から出力される信号 FFD₃と、復調部 120₄から出力される信号 FFD₄とを合成して信号 SND₂を生成し、当該信号を復号部 140₂へ送ることを指定する合成制御指令を、合成部 130へ送る。

[0050] 初期信号合成の設定が行われると、制御部 190が、選局設定指定に対応する選局指令を生成し、復調部 120₁～120₄へ送る。選局指令を受けた復調部 120_j ($j = 1 \sim 4$) では、受信信号の選局処理、シグナルフレーム同期処理、及び、復調処理が行われ、復調処理結果である信号 FFD_jが合成部 130へ送られる。合成部 130では、信号 FFD₁, FFD₂の2つの信号の合成を行い、合成処理結果である信号 SND₁を復号部 140₁へ送るとともに、信号 FFD₃, FFD₄の2つの信号の合成を行い、合成処理結果である信号 SND₂を復号部 140₂へ送る。

[0051] 復号部 140_k ($k = 1, 2$) では、信号 SND_kを受けると、システムインフォメーションに基づいて伝送パラメータを解析し、キャリア変調パラメータを制御部 190へ送る。

[0052] こうした状況のもとで、ステップ S12において、制御部 190が、キャリア変調パラメータに基づいて、キャリア変調方式が、「32QAM」又は「4QAM-NR」であるか否かを判定する。この判定の結果が否定的であった場合（ステップ S12：N）、すなわち、キャリア変調方式が、「64QAM」、「16QAM」又は「4QAM」の場合は、ステップ S13へ進む。

[0053] ステップ S13では、制御部 190が、第1の設定制御を行う。このステップ S13における第1の設定制御では、制御部 190は、信号 FFD₁～FFD₄の4つの信号を合成して信号 SND₁を生成し、当該信号を復号部 140₁へ送ることを指定する合成制御指令を、合成部 130へ送る。また、かかる第1の設定制御では、制御部 190は、音声／映像処理部 150に対して、復号部 140₁から送られた復号信号に基づいて、音声データ及び映像データ

を生成することを指定する処理制御指令を送る。また、第1の設定制御では、復号部140₂に対して、処理を停止させる指令を発行する。そして、ステップS13の設定制御が終了すると、制御部190による「正常な復号処理を行えるLDPC符号化ブロックの検出処理」が終了する。

[0054] こうした第1の設定が行われると、音声／映像処理部150は、復号部140₁から送られた復号信号に基づいて音声データ及び映像データを生成する。そして、音声／映像処理部150により生成された音声データ及び映像データは、それぞれ、音出力部170及び表示部180へ送られる。この結果、放送音声は音出力部170により再生されるとともに、放送映像が表示部180により再生される。

[0055] 一方、上述したステップS12における判定の結果が肯定的であった場合（ステップS12：Y）には、処理はステップS14へ進む。ステップS14では、制御部190が、復号部140₁及び復号部140₂のLDPC復号化部143に対して、復号を開始すべきシグナルフレームの位置を指定した復号開始位置指令を送る。本実施形態では、図10に示されるように、復号部140₁による復号開始位置が、復号部140₂による復号開始位置よりも、1シグナルフレーム分遅れたシグナルフレームとなっている。

[0056] こうして制御部190により復号開始位置の指定が行われると、復号部140₁、140₂のそれぞれは、指定されたシグナルフレームに対して、デマッピング処理、LDPC復号化処理、BCH復号化処理を行う。そして、復号部140₁、140₂のそれぞれは、LDPC符号のパリティチェックの結果、LDPC符号の尤度情報、BCH符号のパリティチェックの結果を制御部190へ送る。

[0057] 図9に戻り、引き続き、ステップS15において、制御部190が、LDPC符号化ブロックの位置検出処理を行う。かかるステップS15の処理の詳細については、後述する。

[0058] 次に、ステップS16において、制御部190が、第2の設定制御を行

う。この第2の設定制御では、ステップS 15の判定処理により、復号部140₁に対して復号開始位置が指定されたシグナルフレームが、第1種のシグナルフレームであると判定された場合には、制御部190は、信号FFD₁～FFD₄の4つの信号を合成して信号SND₁を生成し、当該信号を復号部140₁へ送ることを指定する合成制御指令を、合成部130へ送る。また、復号部140₁に対して復号開始位置が指定されたシグナルフレームが第1種のシグナルフレームであると判定された場合には、制御部190は、音声／映像処理部150に対して、復号部140₁から送られた復号信号に基づいて、音声データ及び映像データを生成することを指定する処理制御指令を送る。さらに、当該判定結果の場合には、制御部190は、復号部140₂に対して、処理を停止させる指令を発行する。

[0059] この結果、音声／映像処理部150は、復号部140₁から送られた復号信号に基づいて音声データ及び映像データを生成する。そして、音声／映像処理部150により生成された音声データ及び映像データは、それぞれ、音出力部170及び表示部180へ送られる。

[0060] また、この第2の設定制御では、ステップS 15の判定処理により、復号部140₂に対して指定されたシグナルフレームが、第1種のシグナルフレームであると判定された場合には、制御部190は、信号FFD₁～FFD₄の4つの信号を合成して信号SND₂を生成し、当該信号を復号部140₂へ送ることを指定する合成制御指令を、合成部130へ送る。また、復号部140₂に対して指定されたシグナルフレームが第1種のシグナルフレームであると判定された場合には、制御部190は、音声／映像処理部150に対して、復号部140₂から送られた復号信号に基づいて、音声データ及び映像データを生成することを指定する処理制御指令を送る。さらに、当該判定結果の場合には、制御部190は、復号部140₁に対して、処理を停止させる指令を発行する。

[0061] この結果、音声／映像処理部150は、復号部140₂から送られた復号信号に基づいて音声データ及び映像データを生成する。そして、音声／映像処

理部 150 により生成された音声データ及び映像データは、それぞれ、音出力部 170 及び表示部 180 へ送られる。

[0062] <LDPC符号化ブロックの位置検出処理>

次に、上述したステップ S 15 における「LDPC符号化ブロックの位置検出処理」について説明する。

[0063] かかるステップ S 15 における処理は、図 11 に示されるように、ステップ S 21 において、制御部 190 が、復号部 140₁ から、LDPC符号化ブロックのパリティチェックの結果及び BCH符号化ブロックのパリティチェックの結果を取得する。また、制御部 190 は、復号部 140₂ から、LDPC符号化ブロックのパリティチェックの結果及び BCH符号化ブロックのパリティチェックの結果を取得する。

[0064] 引き続き、ステップ S 22 において、制御部 190 が、復号部 140₁ から取得した LDPC符号及び BCH符号のパリティチェックの結果に基づいて、復号部 140₁ のパリティチェックの結果が「OK」、すなわち、誤りが存在しないことを検出したか否かを判定する。この判定の結果が肯定的であった場合（ステップ S 22 : Y）には、制御部 190 は、「復号部 140₁」に対して指定したシグナルフレームが、第 1 種のシグナルフレームであると判定する。こうして第 1 種のシグナルフレームが検出されると、ステップ S 15 の処理が終了し、処理は、上述した図 9 のステップ S 16 へ進む。

[0065] 一方、ステップ S 22 における判定の結果が否定的であった場合（ステップ S 22 : N）には、処理はステップ S 23 へ進む。ステップ S 23 では、制御部 190 が、復号部 140₂ から取得した LDPC符号及び BCH符号のパリティチェックの結果に基づいて、復号部 140₂ のパリティチェックの結果が「OK」、すなわち、誤りが存在しないことを検出したか否かを判定する。この判定の結果が肯定的であった場合（ステップ S 23 : Y）には、制御部 190 は、「復号部 140₂」に対して指定したシグナルフレームが、第 1 種のシグナルフレームであると判定する。こうして第 1 種のシグナルフレームが検出されると、ステップ S 15 の処理が終了し、処理は、上述した図

9のステップS16へ進む。

[0066] 一方、ステップS23における判定の結果が否定的であった場合（ステップS23：N）には、処理はステップS24へ進む。ステップS24では、制御部190が、処理したシグナルフレームの数が所定数であるか否かを判定する。ここで、「所定値」は、尤度情報に基づいて、正常な復号処理を行えるLDPC符号化ブロックの検出する観点から、実験、シミュレーション、経験等に基づいて、予め定められる。

[0067] このステップS24における判定の結果が否定的であった場合（ステップS24：N）には、処理はステップS25へ進む。このステップS25では、制御部190が、復号部140₁、140₂が復号処理した次のシグナルフレームについてのLDPC符号及びBCH符号のパリティチェックの結果を取得する。この後、処理はステップS22へ戻る。

[0068] 一方、上述したステップS24における判定の結果が肯定的であった場合（ステップS24：Y）には、処理はステップS26へ進む。ステップS26では、制御部190が、所定数のシグナルフレームについてのLDPC符号の尤度情報の平均値（以下、「尤度平均」とも記す）の比較に基づいて、LDPC符号化ブロックの位置の判定を行う。

[0069] かかる判定に際して、制御部190は、まず、復号部140₁により求められた尤度情報から尤度平均 LKL_1 を算出するとともに、復号部140₂により求められた尤度情報から LKL_2 を算出する。そして、制御部190は、尤度平均 $LKL_1 \geq$ 尤度平均 LKL_2 の関係が成立する場合には、「復号部140₁」に対して指定されたシグナルフレームが、第1種のシグナルフレームであると判定する。一方、制御部190は、尤度平均 $LKL_1 <$ 尤度平均 LKL_2 の関係が成立する場合には、「復号部140₂」に対して指定されたシグナルフレームが、第1種のシグナルフレームであると判定する。こうして第1種のシグナルフレームが検出されると、ステップS15の処理が終了し、処理は、上述した図9のステップS16へ進む。

[0070] 上記のようにして利用者による選局設定指定の入力部160への入力が行

われるごとに上記の処理が実行され、「正常な復号処理を行えるLDPC符号化ブロックの検出処理」が行われる。

[0071] 以上説明したように、本実施形態では、32QAM及び4QAM-NRの方式でキャリア変調された放送波を受信したときに、制御部190が、復号部140₁及び復号部140₂に対して、復号を開始すべきシグナルフレームの位置を、1シグナルフレーム分ずらして指定する。復号部140₁、140₂のそれぞれは、指定されたシグナルフレームに対して、デマッピング処理、LDPC復号化処理、BCH復号化処理を行い、LDPC符号のパリティチェックの結果、BCH符号のパリティチェックの結果を制御部190へ送る。そして、制御部190は、復号部140₁のパリティチェックの結果が「OK」の場合には、「復号部140₁」に対して指定したシグナルフレームが、データシンボルの開始位置がLDPC符号化ブロックの開始位置と一致するシグナルフレームであると判定する。また、制御部190は、復号部140₂のパリティチェックの結果が「OK」の場合には、「復号部140₂」に対して指定したシグナルフレームが、データシンボルの開始位置がLDPC符号化ブロックの開始位置と一致するシグナルフレームであると判定する。

[0072] したがって、本実施形態によれば、DTMB規格に従った信号を受信し、適切な信号処理を行うことができる。

[0073] また、本実施形態では、LDPC符号及びBCH符号のパリティチェックの結果に基づいて、データシンボルの開始位置がLDPC符号化ブロックの開始位置と一致するシグナルフレームを検出することができない場合には、復号部140₁により求められた尤度情報、及び、復号部140₂により求められた尤度情報に基づいて、データシンボルの開始位置がLDPC符号化ブロックの開始位置と一致するシグナルフレームを検出する。

[0074] このため、車両等の移動体の移動に伴う移動受信等により、パリティチェックで誤りが持続的に発生する環境下においても、正常な復号処理を行えるLDPC符号化ブロックの位置を検出することができる。

[0075] [実施形態の変形]

本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

[0076] 例えば、上記の実施形態の受信装置は、アンテナ及び復調部を4組備えることとしたが、アンテナ及び復調部の組は、1～3組であってもよいし、5組以上であってもよい。なお、アンテナ及び復調部の組を1組とする場合には、1つの復調部による復調結果を、復号部140₁、140₂のそれぞれへ送るようにすればよい。そして、このときには合成部を省略することができる。

[0077] また、上記の実施形態では、LDPC符号及びBCH符号のパリティチェックの結果に基づいて、データシンボルの開始位置がLDPC符号化ブロックの開始位置と一致するシグナルフレームを検出するようにしたが、BCH符号のパリティチェック（誤り検出結果）の間に明らかな差がある場合には、BCH符号のパリティチェックの比較結果を優先して、データシンボルの開始位置がLDPC符号化ブロックの開始位置と一致するシグナルフレームを検出するようにしてもよい。

[0078] また、上記の実施形態では、LDPC符号及びBCH符号のパリティチェックの結果に基づいて、データシンボルの開始位置がLDPC符号化ブロックの開始位置と一致するシグナルフレームを検出することができない場合には、復号部140₁により求められた尤度情報、及び、復号部140₂により求められた尤度情報に基づいて、データシンボルの開始位置がLDPC符号化ブロックの開始位置と一致するシグナルフレームを検出することとしたが、尤度情報に基づく判定処理を省略するようにしてもよい。

[0079] また、上記の実施形態においては、車両に搭載される受信装置に本発明を適用したが、車両以外の他の移動体に配置される受信装置にも本発明を適用することもできるし、スマートフォン等の携帯端末装置に配置される受信装置にも本発明を適用することができる。また、例えば、家庭内等に設置される受信装置に本発明を適用することもできる。

[0080] なお、上記の制御部の一部又は全部を中央処理装置（CPU：Central Pro

cessing Unit)等を備えた演算手段としてのコンピュータとして構成し、予め用意されたプログラムを当該コンピュータで実行することにより、上記の実施形態における制御部の機能を実現するようにしてもよい。このプログラムはハードディスク、CD-ROM、DVD等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、当該コンピュータによって記録媒体から読み出されて実行される。また、このプログラムは、CD-ROM、DVD等の可搬型記録媒体に記録された形態で取得されるようにしてもよいし、インターネットなどのネットワークを介した配信の形態で取得されるようにしてもよい。

請求の範囲

[請求項1]

フレーム同期の最小単位としてのシグナルフレームであり、外符号化が行われた外符号データブロックを複数個含み、内符号化が行われた内符号データブロックを半整数個含むシグナルフレームとして、データシンボルブロックの開始位置が前記内符号データブロックの開始位置と一致する第1種のシグナルフレームと、前記データシンボルブロックの開始位置が前記内符号データブロックの開始位置と一致しない第2種のシグナルフレームとを交互に受信する可能性がある情報を担った伝送信号を受信する受信装置であって、

復号処理を開始した前記シグナルフレームにおけるデータシンボルブロックの開始位置が前記内符号ブロックの開始位置であるとして、前記内符号データブロックの復号の後に前記外符号データブロックの復号を行う第1復号部及び第2復号部と；

前記第1復号部及び前記第2復号部に対して、前記復号を開始すべきシグナルフレームの位置を、1シグナルフレーム分ずらして指定するとともに、前記第1復号部及び前記第2復号部のそれぞれの復号結果における誤り検出結果に基づいて、前記第1種のシグナルフレームから前記復号を開始した復号部の識別の処理を行う制御部と；

を備えることを特徴とする受信装置。

[請求項2]

前記制御部は、前記外符号データブロックにおける誤り検出結果の間に明らかな差がある場合には、前記外符号データブロックにおける誤り検出結果の比較結果を優先して、前記識別の処理を行う、ことを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

[請求項3]

前記第1復号部は、前記内符号データブロックの復号結果の尤度を検出する第1尤度検出部を備え、

前記第2復号部は、前記内符号データブロックの復号結果の尤度を検出する第2尤度検出部を備え、

前記制御部は、前記内符号データブロック及び前記外符号データブ

ロックに関する誤り検出結果の比較では前記識別を行うことができない場合には、前記第1尤度検出部及び前記第2尤度検出部による検出結果の識別結果に基づいて、前記識別を行う、

ことを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

[請求項4]

前記第1種のシグナルフレーム及び前記第2種のシグナルフレームを含むか否かは、前記伝送信号のキャリア変調方式により定まり、

前記伝送信号のキャリア変調方式を検出するキャリア変調方式検出部を更に備え、

前記制御部は、前記キャリア変調方式検出部により検出されたキャリア変調方式が、前記第1種のシグナルフレーム及び前記第2種のシグナルフレームを含むことになる場合に、前記識別の処理を行う、

ことを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

[請求項5]

前記制御部は、前記シグナルフレームにおけるデータシンボルブロックの開始位置が前記内符号ブロックの開始位置と一致する状態で復号を行っていると識別された復号部による復号結果を、再生用の復号結果として選択する、ことを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

[請求項6]

前記制御部は、再生処理を行う場合には、前記識別の処理の場合よりも多い数のアンテナに対応する信号に基づいた復号を、前記識別された復号部に行わせる、ことを特徴とする請求項5に記載の受信装置。

[請求項7]

フレーム同期の最小単位としてのシグナルフレームであり、外符号化が行われた外符号データブロックを複数個含み、内符号化が行われた内符号データブロックを半整数個含むシグナルフレームとして、データシンボルブロックの開始位置が前記内符号データブロックの開始位置と一致する第1種のシグナルフレームと、前記データシンボルブロックの開始位置が前記内符号データブロックの開始位置と一致しない第2種のシグナルフレームとを交互に受信する可能性がある情報を担った伝送信号を受信する受信装置において使用される受信処理方法

であって、

前記内符号データブロックの復号の後に前記外符号データブロックの復号を行う第1復号部及び第2復号部に対して、前記復号を開始すべきシグナルフレームの位置を、1シグナルフレーム分ずらして指定する指定工程と；

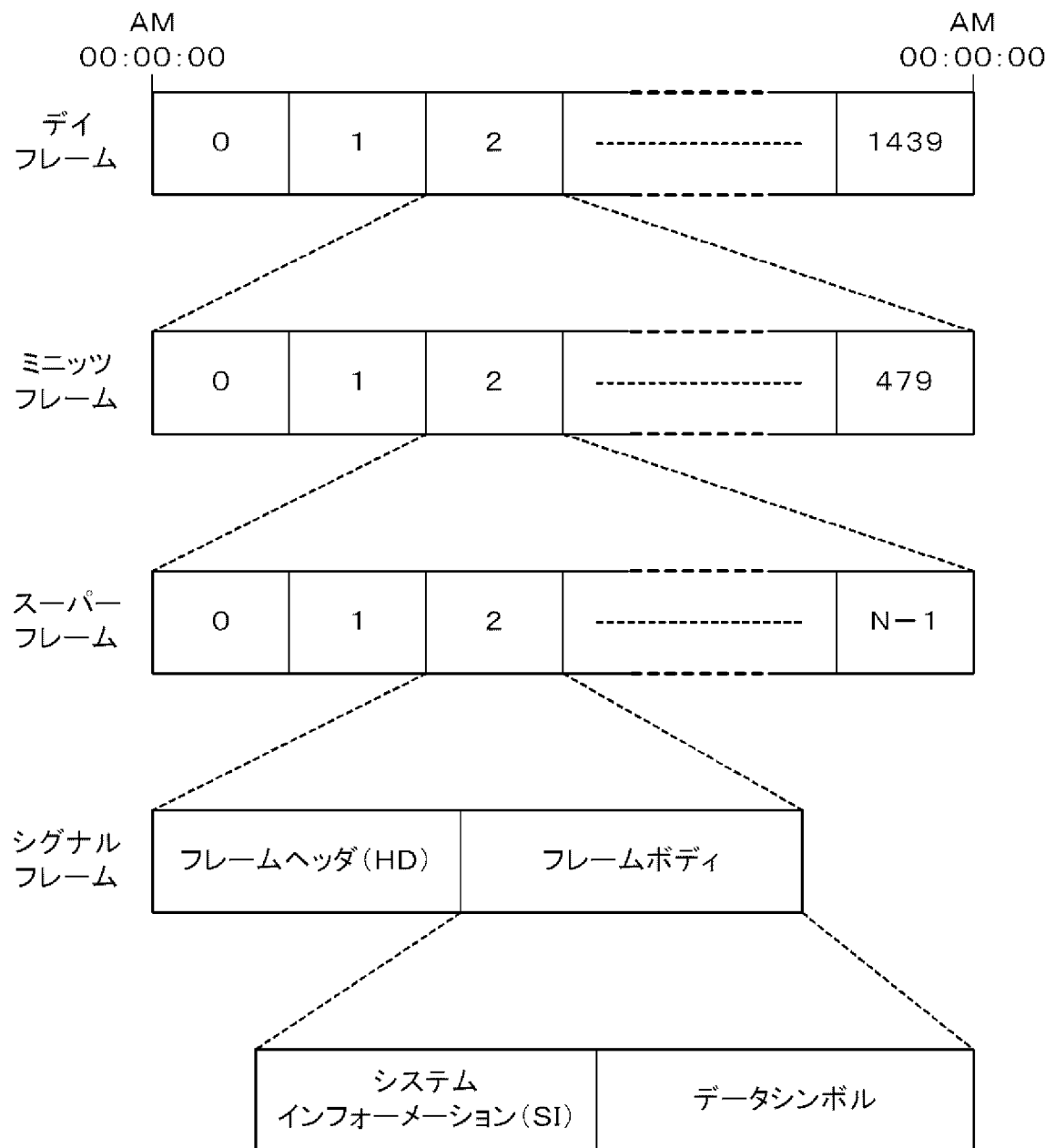
前記第1復号部及び前記第2復号部のそれぞれの復号結果における誤り検出結果に基づいて、前記第1種のシグナルフレームから前記復号を開始した復号部の識別の処理を行う識別処理工程と；

を備えることを特徴とする受信処理方法。

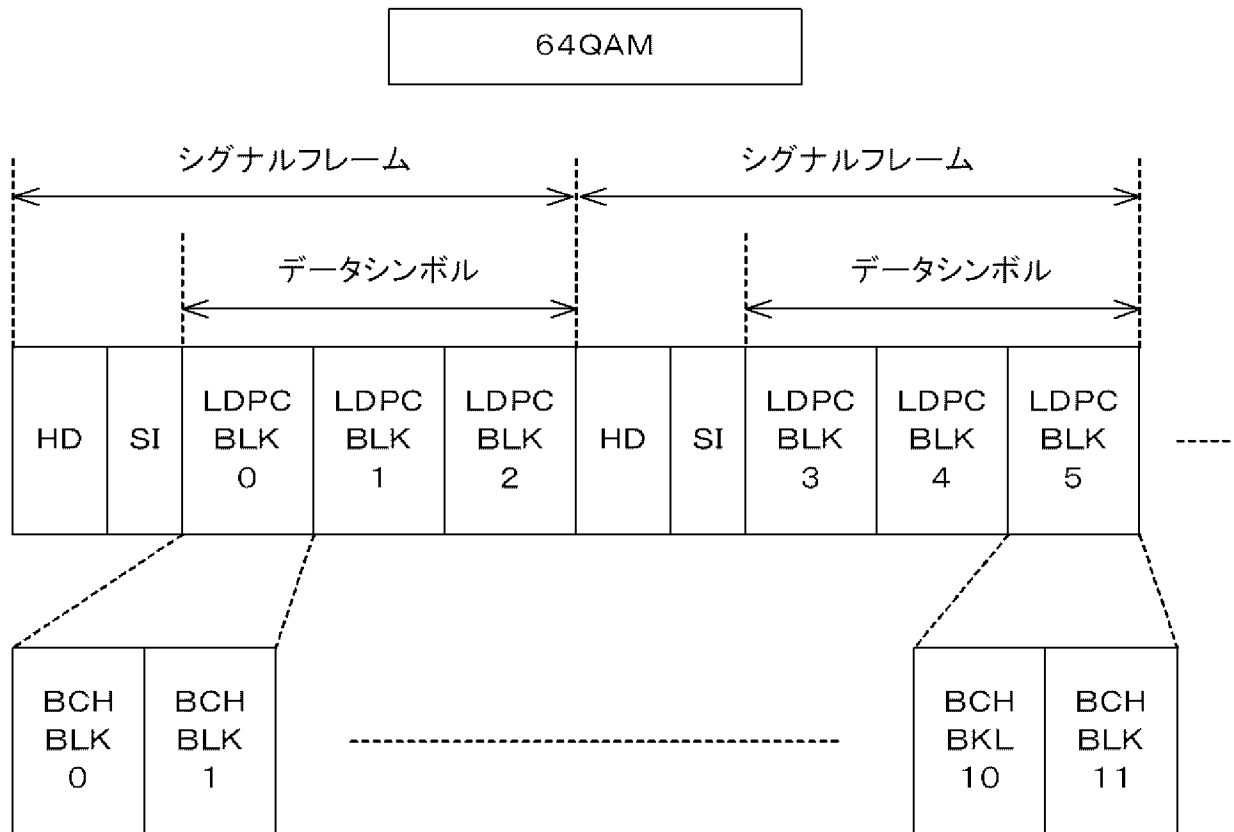
[請求項8] 請求項7に記載の受信処理方法を演算部に実行させる、ことを特徴とする受信処理プログラム。

[請求項9] 請求項8に記載の受信処理プログラムが、演算部により読み取り可能に記録されている、ことを特徴とする記録媒体。

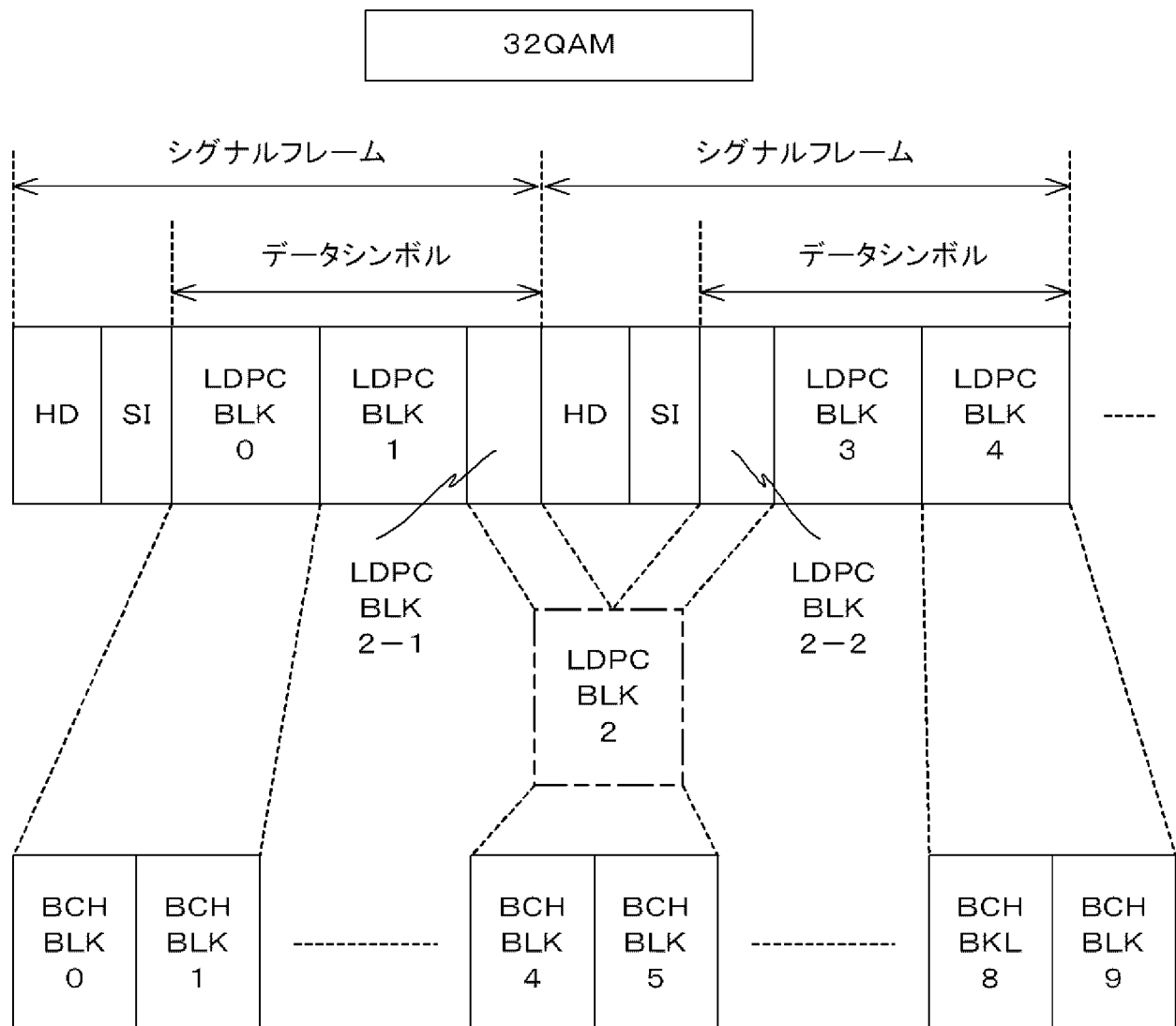
[図1]



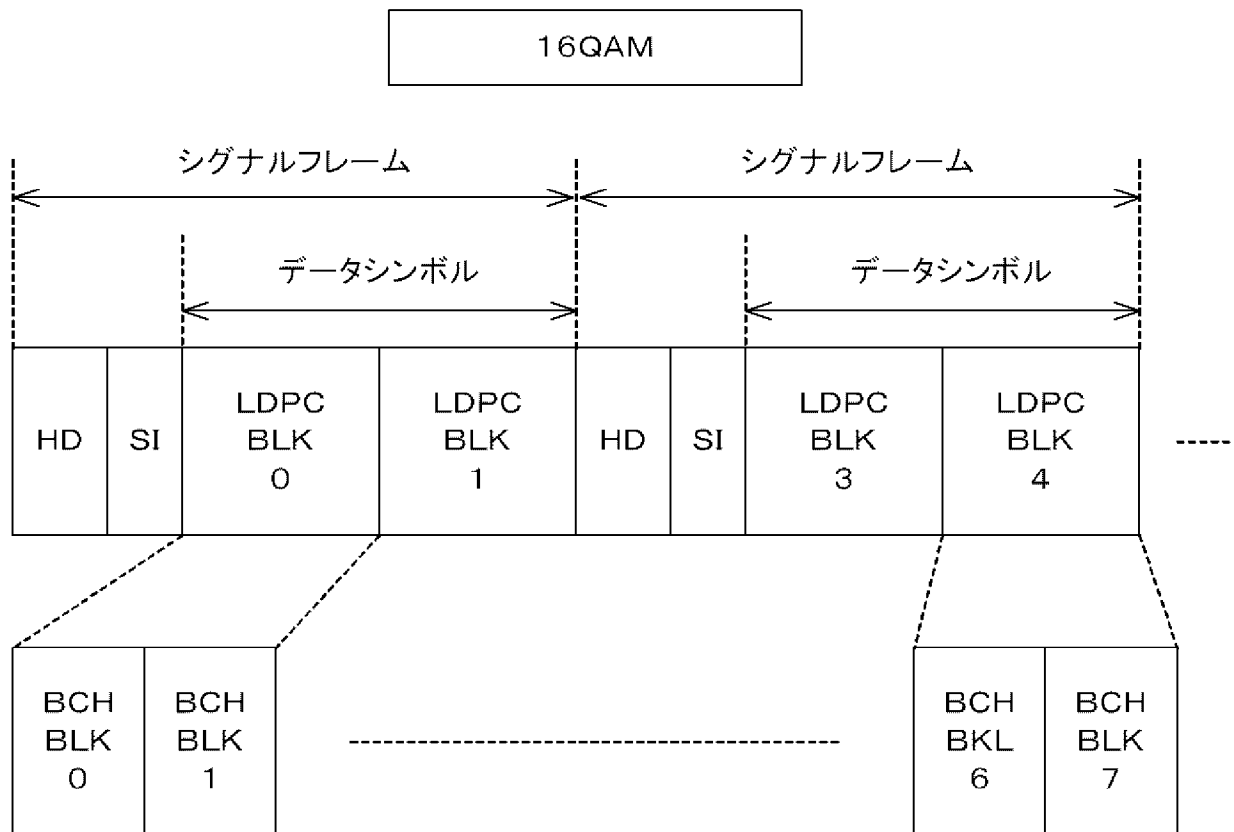
[図2]



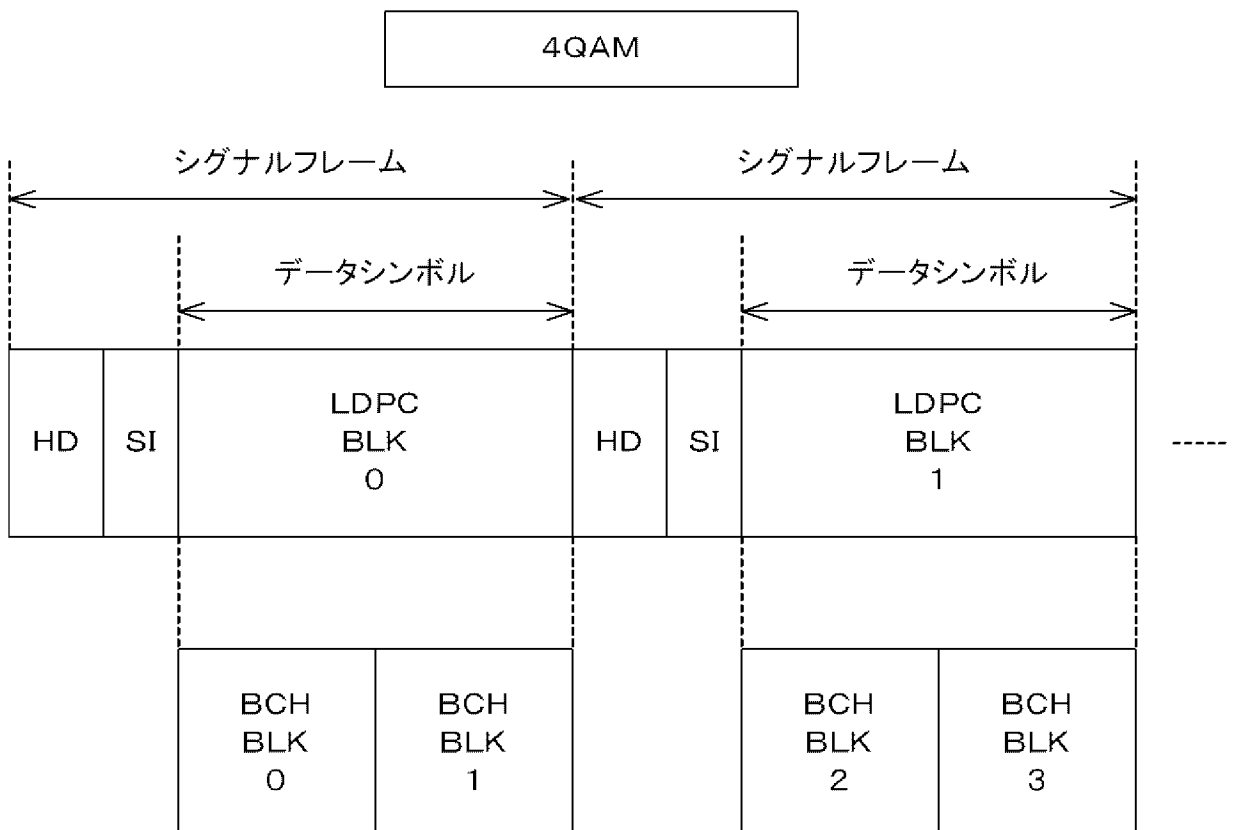
[図3]



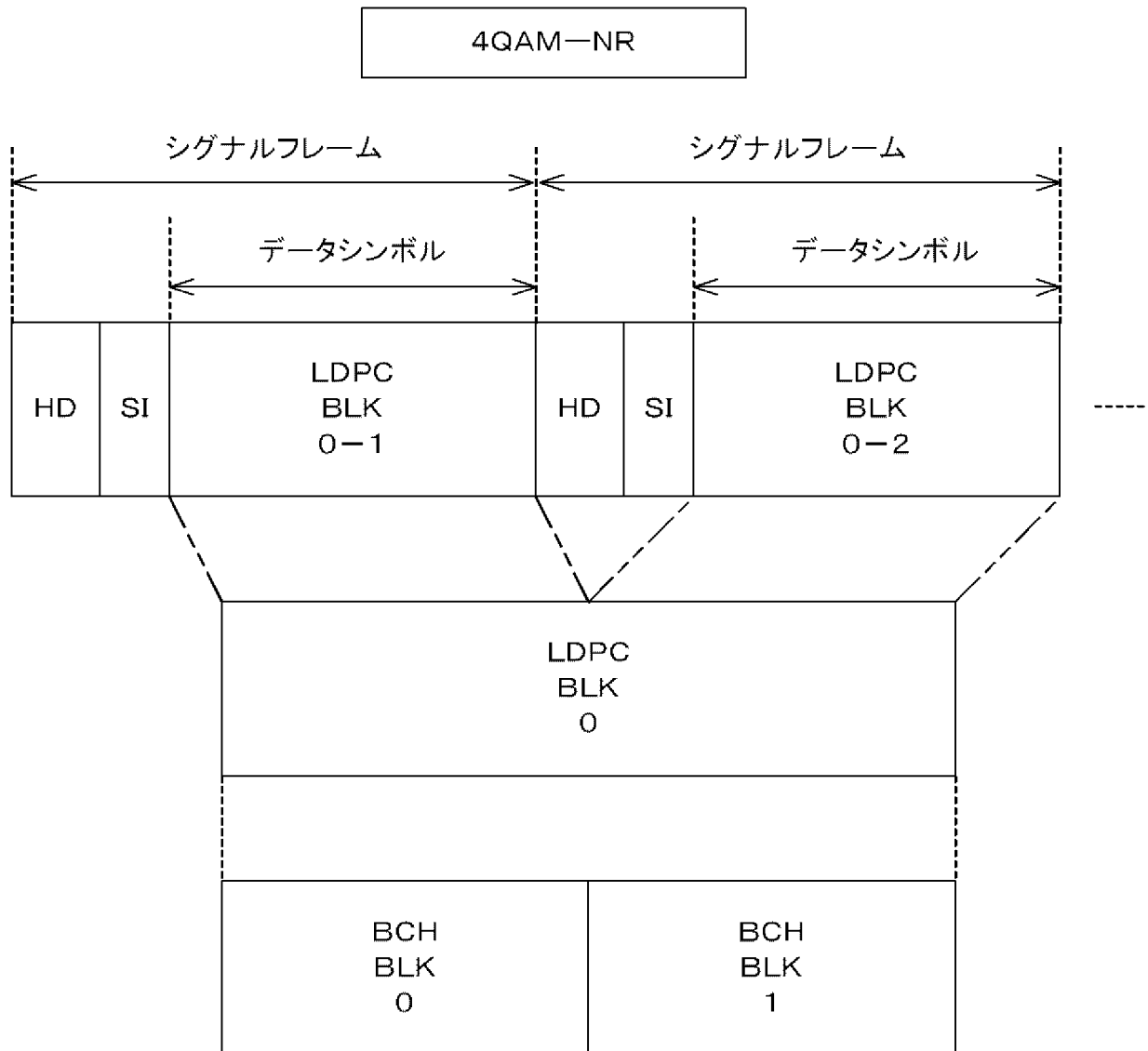
[図4]



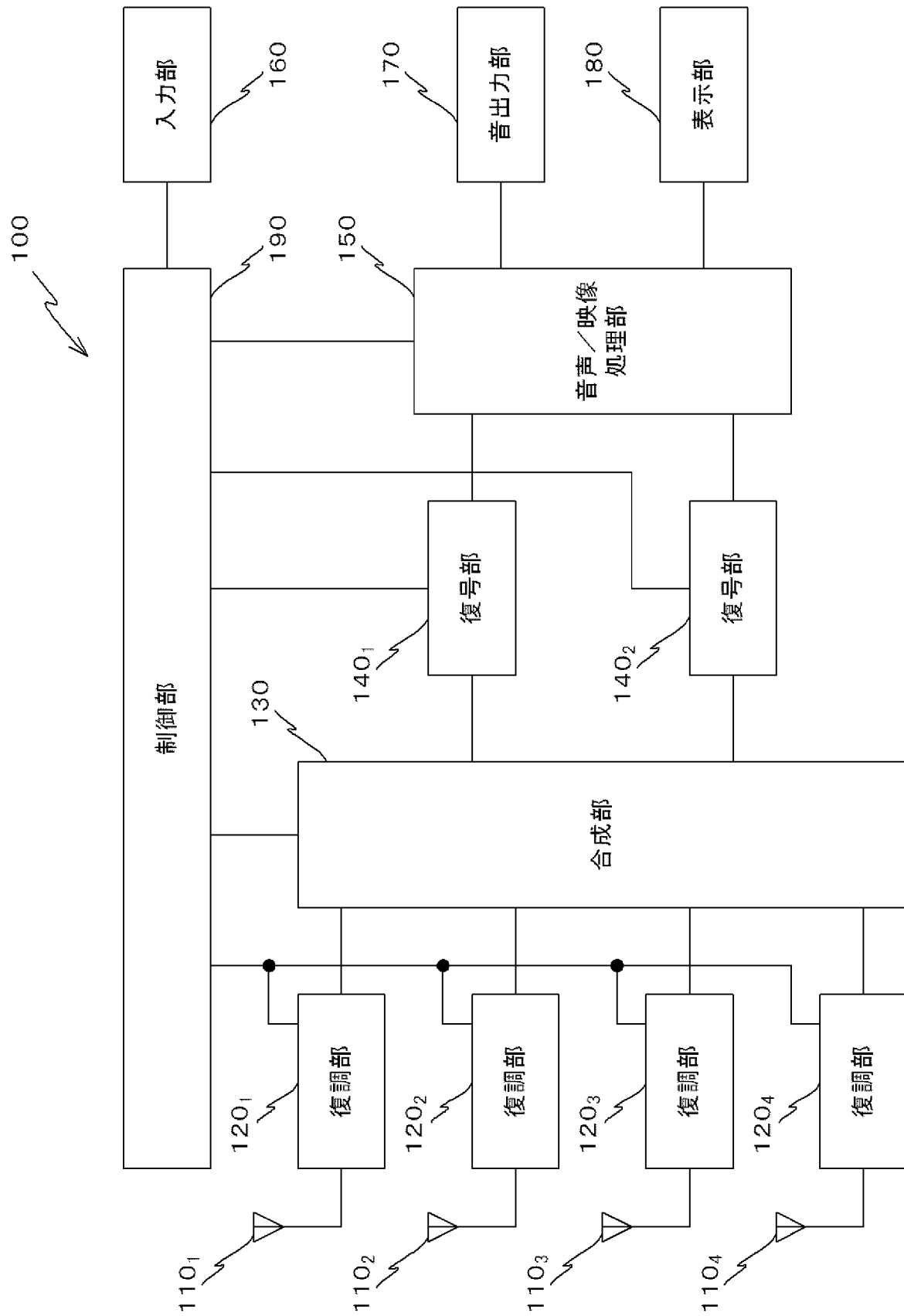
[図5]



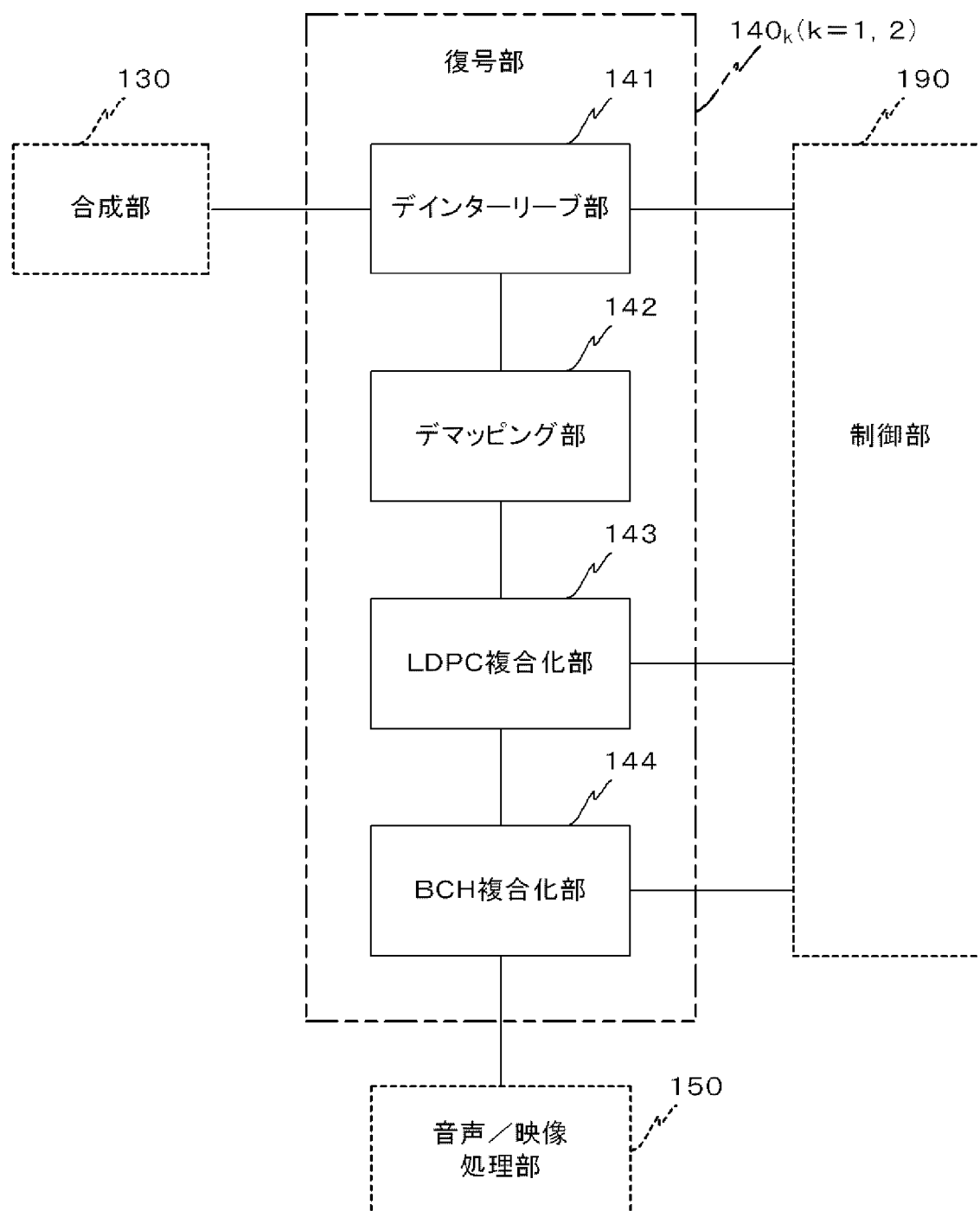
[図6]



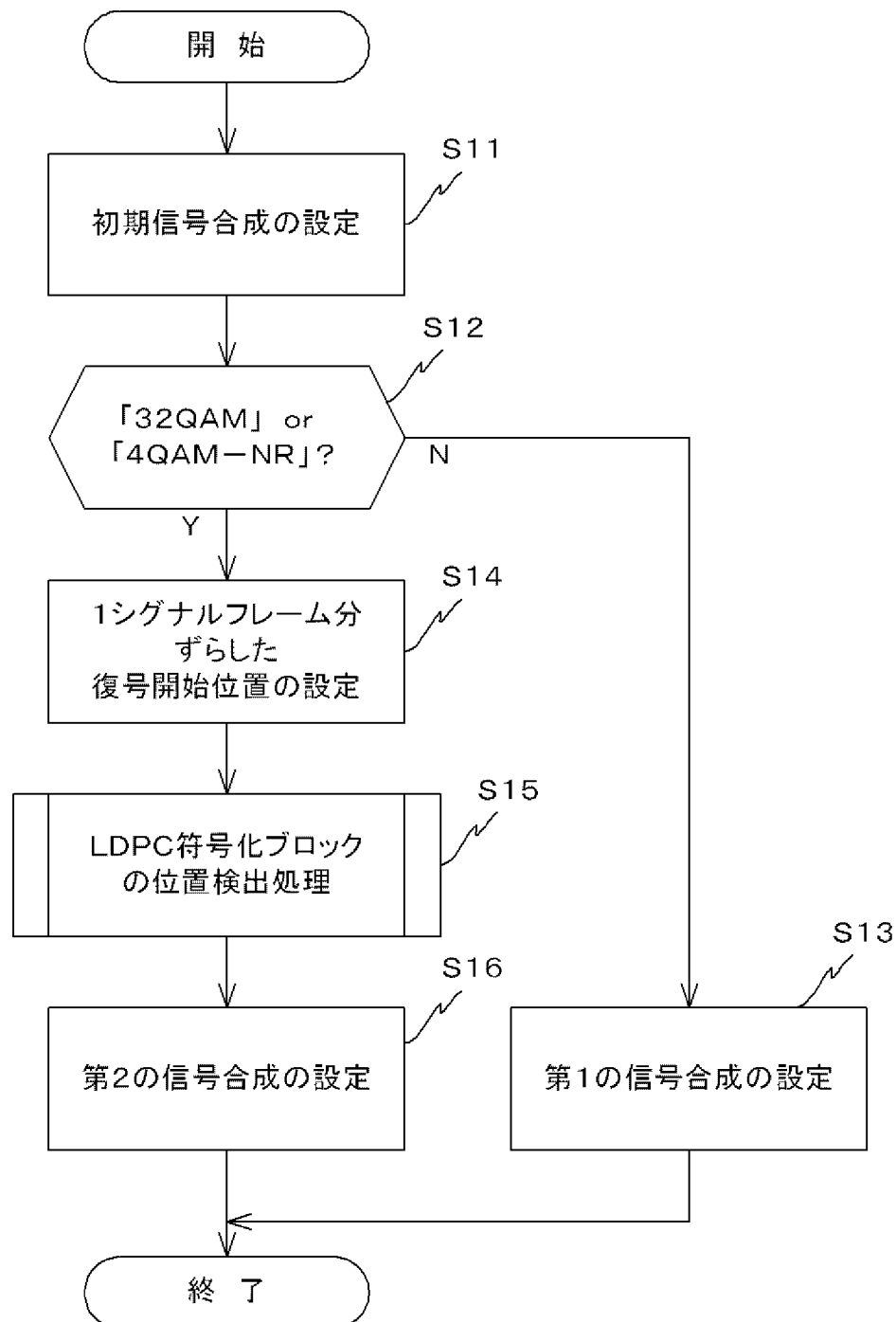
[図7]



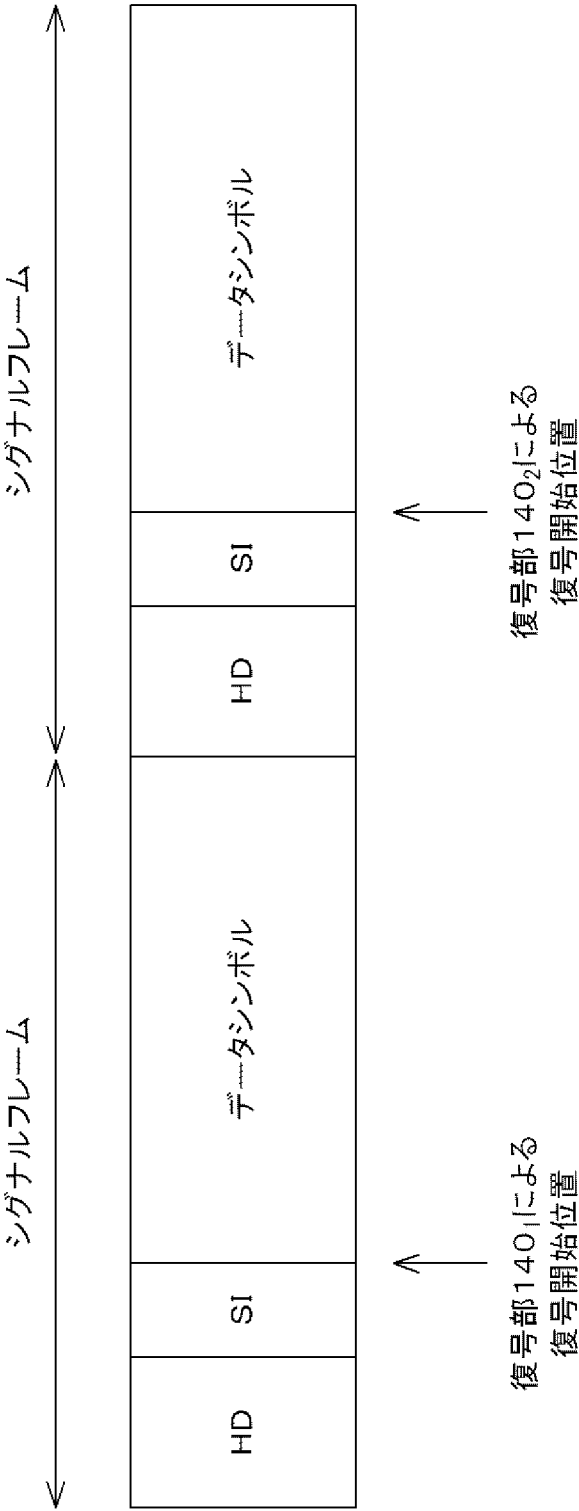
[図8]



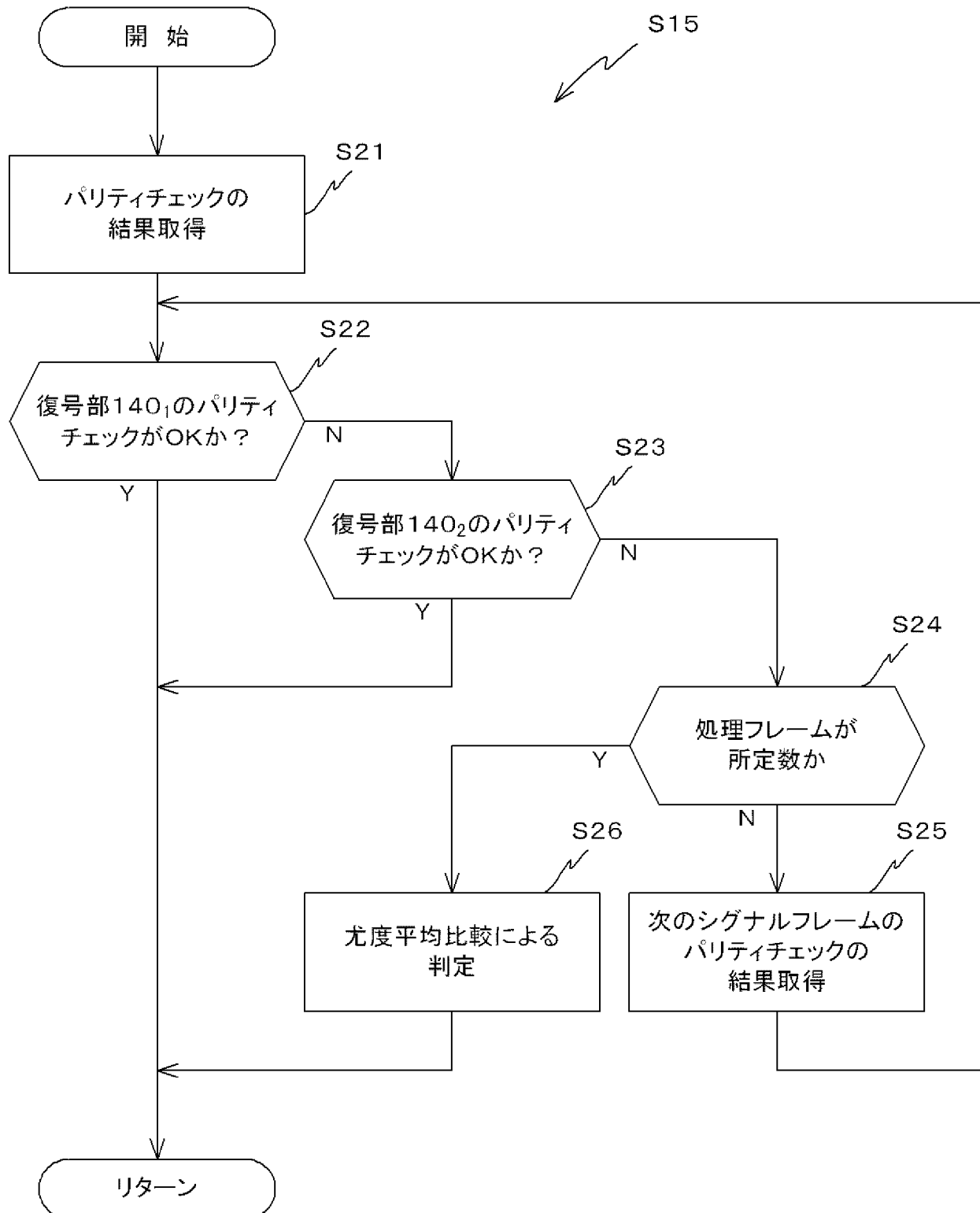
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/079326

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03M13/19(2006.01) i, H03M13/15(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)

H03M13/19, H03M13/15

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	US 2011/0158308 A1 (Hong Kong Applied Science and Technology Research Institute Co. Ltd.), 30 June 2011 (30.06.2011), abstract; fig. 4 to 7 (Family: none)	1-9
A	Yan Zhong et al., A VLSI implementation of a FEC decoding system for DTMB (GB20600-2006) standard, ASIC, 2007. ASICON '07. 7th International Conference on, 2007.10.25, pp.926-929	1-9
A	Linglong Dai et al., Next-generation digital television terrestrial broadcasting systems: Key technologies and research trends, Communications Magazine, IEEE, 2012.06, Vol.50, No.6, pp.150-158	1-9



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

21 January, 2013 (21.01.13)

Date of mailing of the international search report

29 January, 2013 (29.01.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H03M13/19(2006.01)i, H03M13/15(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（I P C））

Int.Cl. H03M13/19, H03M13/15

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
A	US 2011/0158308 A1 (Hong Kong Applied Science and Technology Research Institute Company Limited) 2011.06.30, Abstract, FIG. 4-7（ファミリーなし）	1-9
A	Yan Zhong et al., A VLSI implementation of a FEC decoding system for DTMB (GB20600-2006) standard, ASIC, 2007. ASICON '07. 7th International Conference on, 2007.10.25, pp.926-929	1-9

☒ 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

の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

2 1 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6

5 K

3 2 5 1

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
A	Linglong Dai et al., Next-generation digital television terrestrial broadcasting systems: Key technologies and research trends, Communications Magazine, IEEE, 2012.06, Vol.50, No.6, pp.150-158	1-9