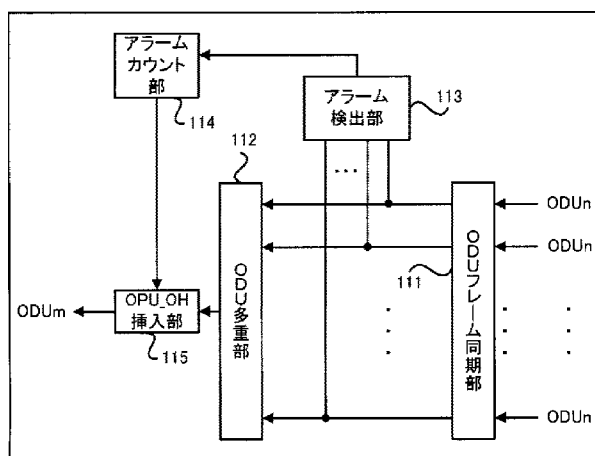


(10) 国際公開番号
WO 2011/121722 A1

- | | | | |
|---|----------------------------|-----------------------------------|---|
| (51) 国際特許分類:
<i>H04J 3/00</i> (2006.01) | <i>H04J 3/14</i> (2006.01) | | オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP). |
| (21) 国際出願番号: | PCT/JP2010/055680 | (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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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. |
| (22) 国際出願日: | 2010年3月30日(30.03.2010) | (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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). |
| (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 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP). | | | |
| (72) 発明者; および | | | |
| (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 瀧 宜孝 (TAKI, Yoshitaka) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 片桐 徹 (KATAGIRI, Toru) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). | | | |
| (74) 代理人: 江上 達夫, 外 (EGAMI, Tatsuo et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 | | | |

(54) 発明の名称：送信装置及び受信装置、並びに送信方法及び受信方法

110



- ```

114 ALARM COUNT UNIT
115 OPU_OH INSERTING UNIT
112 ODU MULTIPLEXING UNIT
113 ALARM DETECTING UNIT
111 ODU FRAME SYNCHRONIZING UNIT

```

**(57) Abstract:** A transmitter apparatus (110) comprises: a generating means (112) for generating a first data unit (ODUn) including a second data unit (ODUk); and an adding means (115) for adding trouble data (138), which indicates a trouble state of the second data unit, to a data part (137) that is different from a data part (133) in which the second data unit included in the first data unit is located. A receiver apparatus (120) comprises: an acquiring means (121) for acquiring the first data unit; and an extracting means (123, 124) for extracting the trouble data from the first data unit.

(57) 要約: 送信装置 (110) は、第2データユニット (ODU<sub>k</sub>) を含む第1データユニット (ODU<sub>n</sub>) を生成する生成手段 (112) と、第2データユニットの障害状態を示す障害データ (138) を、第1データユニットのうち第2データユニットが位置するデータ部分 (133) とは異なるデータ部分 (137) に付加する付加手段 (115) とを備える。受信装置 (120) は、第1データユニットを取得する取得手段 (121) と、第1データユニットから障害データを抽出する抽出手段 (123、124) とを備える。



---

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

送信装置及び受信装置、並びに送信方法及び受信方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、例えばデータの送信や受信を行う送信装置及び受信装置、並びに送信方法及び受信方法に関し、より具体的には例えば基幹伝送路としてのバックボーン回線上でのデータの送信や受信を行う送信装置及び受信装置、並びに送信方法及び受信方法に関する。

### 背景技術

[0002] バックボーン回線等の基幹伝送路又はその他の伝送路等に採用される通信規格として、ＩＴＵ－Ｔ（International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector）勧告のＯＴＮ（Optical Transport Network）が提案されている。ＯＴＮでは、データを送受信する単位であるデータユニット（或いは、データフレーム）の一つとして、ＯＤＵ（Optical channel Data Unit）が定義されている。

[0003] ＩＴＵ－Ｔでは、ＯＤＵの多重化が許可されている。例えば、複数チャンネルの低次のＯＤＵをペイロード部（例えば、ＯＰＵ（Optical channel Payload Unit）ペイロード部）に含む高次のＯＤＵを利用することが許可されている。より具体的には、例えば、複数チャンネルのＯＤＵ<sub>0</sub>をペイロード部に含むＯＤＵ<sub>2</sub>を利用することが許可されている。更には、夫々に低次のＯＤＵが多重化された複数チャンネルの高次のＯＤＵを、更に高次のＯＤＵに多重化することも許可されている。より具体的には、例えば、夫々に複数チャンネルのＯＤＵ<sub>0</sub>が多重化された複数チャンネルのＯＤＵ<sub>2</sub>を、更にＯＤＵ<sub>4</sub>に多重化する（つまり、ＯＤＵ<sub>4</sub>のペイロード部に含める）ことが許可されている。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2004-266480号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] 現在提案されているOTNでは、低次のODUが高次のODUに多重化されている場合には、送信装置や受信装置等の伝送装置は、低次のODUのレベルでの同期を取らなければ低次のODUに生じている障害（言い換えれば、誤りないしはエラー）を認識することができない。つまり、伝送装置は、高次のODUに多重化されている複数チャンネルの低次のODUを分離すると共に当該分離された低次のODUの同期を取ることで初めて低次のODUに生じている障害を認識することができる。このため、ODUが多重されている場合には、多重化されているODUの数に合わせて同期回路を伝送装置内に複数設ける必要が生ずる。従って、伝送装置の回路規模ないしは処理負荷が増大してしまうという技術的な問題点が生ずる。

[0006] また、ODUの多重化に限らず、10GbE（Giga bit Ethernet）やGbEにおけるイーサネット（登録商標）フレームやSDH（Synchronous Digital Hierarchy）におけるSTM（Synchronous Transport Module）フレームやSONET（Synchronous Optical Network）におけるSTS（Synchronous Transport Signal）フレームないしはOC（Optical Carrier）信号をODUのペイロード部にマッピングする場合にも同様のことが言える。具体的には、このようなマッピング処理が行われている場合には、伝送装置は、ODUにマッピングされているフレームをデマッピングすると共に当該デマッピングされたフレームの同期を取らなければ、フレームに生じている障害を認識することができない。従って、場合によっては、フレームに生じている障害を認識するためだけにデマッピング処理や同期処理を行わなければならない。このため、伝送装置の回路規模ないしは処理負荷が増大してしまうという技術的な問題点が生ずる。

[0007] 本発明が解決しようとする課題には上記のようなものが一例として挙げられる。本発明は、例えば回路規模ないしは処理負荷を低減しつつも多重化さ

れた又はマッピングされたデータユニットの障害数を好適に認識することが可能な送信装置及び受信装置、並びに送信方法及び受信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

[0008] 上記課題は、生成手段と付加手段とを備える送信装置によって解決される。生成手段は、第1データユニットを生成する。第1データユニットは、その内部（例えば、ペイロード部）に第2データユニットを含んでいる。付加手段は、第2データユニットの障害状態を示す障害データを、第1データユニットに付加する。このとき、付加手段は、障害データを、第1データユニットのうち第2データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分（例えば、オーバーヘッド部）に付加する。障害データが付加された第1データユニットは、例えば対向側の受信装置に対して送信される。

[0009] 上記課題は、取得手段と抽出手段とを備える受信装置によって解決される。取得手段は、例えば対向側の送信装置から送信される第1データユニットを取得する。第1データユニットは、その内部（例えば、ペイロード部）に第2データユニットを含んでいる。また、第1データユニットは、第2データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分（例えば、オーバーヘッド部）に、第2データユニットの障害状態を示す障害データを含んでいる。抽出手段は、第1データユニットから障害データを抽出する。

[0010] 上記課題は、生成工程と付加工程とを備える送信方法によって解決される。生成工程では、上述した生成手段が行う動作と同様の動作が行われる。付加工程では、上述した付加手段が行う動作と同様の動作が行われる。

[0011] 上記課題は、受信工程と抽出工程とを備える受信方法によって解決される。取得工程では、上述した取得手段が行う動作と同様の動作が行われる。抽出工程では、上述した抽出手段が行う動作と同様の動作が行われる。

### 発明の効果

[0012] 以上説明した送信装置によれば、第1データユニットのうち第2データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分（例えば、オーバーヘッ

ド部)に障害データを付加することができる。従って、障害データが付加された第1データユニットを受信した受信装置は、第1データユニットに含まれる第2データユニットの取得の有無に関わらず、障害データを取得することができる。言い換えれば、受信装置は、第1データユニットの同期を取れば、第2データユニットの同期を取ることなく、障害データを取得することができる。このため、障害データが付加された第1データユニットを受信した受信装置は、第1データユニットに含まれる第2データユニットの取得の有無に関わらず、第2データユニットの障害状態を認識することができる。従って、受信装置は、障害データの取得に伴って従来必要とされた第2データユニットに対する各種処理を行うための回路を備えていなくともよくなる。従って、以上説明した送信装置によれば、受信装置の回路規模ないしは処理負荷を相対的に低減させながらも、第1データユニットに含まれる第2データユニット(例えば、第1データユニットに多重化された又はマッピングされた第2データユニット)の障害状態を受信装置に対して好適に認識させることができる。

[0013] 以上説明した受信装置によれば、第1データユニットから障害データを抽出することができる。つまり、受信装置は、第1データユニットに含まれる第2データユニットの取得の有無に関わらず、障害データを取得することができる。従って、上述したように、受信装置は、その回路規模ないしは処理負荷を相対的に低減しつつも、第1データユニットに含まれる第2データユニット(例えば、第1データユニットに多重化された又はマッピングされた第2データユニット)の障害状態を好適に認識することができる。

[0014] 以上説明した送信方法によれば、上述した送信装置が享受する効果と同様の効果を享受することができる。以上説明した受信方法によれば、上述した受信装置が享受する効果と同様の効果を享受することができる。

## 図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1実施形態の送信装置の構成の一例を示すブロック図である  
[図2]ODUのデータ構造を示すデータ構造図である。

[図3] ODUに含まれるPSIのデータ構造を示すデータ構造図である。

[図4] 障害数データが付加されたODUの具体例を示すデータ構造図である。

[図5] 第1実施形態の受信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図6] 第2実施形態の送信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図7] 第2実施形態の受信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図8] 第3実施形態の送信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図9] 第3実施形態の受信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図10] 第4実施形態の送信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図11] 第5実施形態の送信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図12] 障害数データが付加されたODUの具体例を示すデータ構造図である。

。

[図13] 第5実施形態の受信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図14] 第6実施形態の送信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図15] 障害数データが付加されたODUの具体例を示すデータ構造図である。

。

[図16] 第6実施形態の受信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図17] 第7実施形態の送信装置の構成の一例を示すブロック図である。

### 発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明を実施するための最良の形態を、図面に基づいて説明する。

尚、以下の説明では、ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) 勧告のOTN (Optical Transport Network) に準拠している伝送装置 (具体的には、送信装置及び受信装置) を例にあげて説明を進める。

[0017] (1) 第1実施形態

図1から図5を参照して、第1実施形態について説明する。

[0018] (1-1) 送信装置

図1を参照して、第1実施形態の送信装置110について説明する。ここに、図1は、第1実施形態の送信装置110の構成の一例を示すブロック図

である。

- [0019] 図1に示すように、第1実施形態の送信装置110は、ODU (Optical channel Data Unit) フレーム同期部111と、「生成手段」の一具体例に相当するODU多重部112と、アラーム検出部113と、アラームカウンタ部114と、「付加手段」の一具体例に相当するOPU\_\_OH (Optical channel Payload Unit Overhead) 挿入部115とを備えている。
- [0020] ODUフレーム同期部111には、 $x$  (但し、 $x$ は1以上の整数) チャンネルの低次のODU $_n$  (但し、 $n$ は0以上の整数) が入力される。尚、低次のODU $_n$ は、「第2データユニット」の一具体例に相当する。ODUフレーム同期部111は、 $x$ チャンネルの低次のODU $_n$ の同期を取った上で、 $x$ チャンネルの低次のODU $_n$ をODU多重部112及びアラーム検出部113に対して出力する。
- [0021] ODU多重部112は、 $x$ チャンネルの低次のODU $_n$ を多重化する。具体的には、ODU多重部112は、 $x$ チャンネルの低次のODU $_n$ を高次のODU $_m$  (但し、 $m$ は $m > n$ を満たす整数) のOPUペイロード部133 (図2参照) に多重化する。尚、高次のODU $_m$ は、「第1データユニット」の一具体例に相当する。ODU多重部112は、 $x$ チャンネルの低次のODU $_n$ がOPUペイロード部133に多重化された高次のODU $_m$ を、OPU\_\_OH挿入部115に対して出力する。
- [0022] 一方で、アラーム検出部113は、 $x$ チャンネルの低次のODU $_n$ の夫々における障害の発生の有無を検出する。アラーム検出部113は、障害が発生している (言い換えれば、正しく伝送できない又は正しく読み取ることができない) 低次のODU $_n$ が検出される都度、障害が検出されたことを示すアラームをアラームカウンタ部114に出力する。尚、アラーム検出部113は、ODU $_n$ の単位での障害を検出してもよい。つまり、アラーム検出部113は、障害が発生しているODU $_n$ を検出する都度、障害が検出されたことを示すアラームをアラームカウンタ部114に出力してもよい。
- [0023] アラームカウンタ部114は、アラーム検出部113から出力されるアラ

ームの数をカウントする。アラームカウント部 114 は、ODUn が多重化される周期（言い換えれば、高次の ODUm が生成される周期）に同期して、カウントしたアラームの数を OPU\_\_OH 挿入部 115 に出力する。このとき、アラームカウント部 114 は、カウントしたアラームの数をそのまま OPU\_\_OH 挿入部 115 に出力してもよい。この場合、アラームカウント部 114 から出力されるアラームの数は、障害が発生している ODUn の数と同一となる。或いは、アラームカウント部 114 は、カウントしたアラームの数に対して ODUn を構成するトリビュータリスロットの数を掛け合わせることで得られる数を OPU\_\_OH 挿入部 115 に出力してもよい。この場合、アラームカウント部 114 から出力されるアラームの数は、障害が発生している ODUn を構成するトリビュータリスロットの数と同一となる。尚、トリビュータリスロットは、「細分ユニット」の一具体例に相当する。

[0024] OPU\_\_OH 挿入部 115 は、ODU 多重部 112 より出力される高次の ODUm の OPU オーバーヘッド部 132（図 2 参照）に対して、各種情報を挿入する。第 1 実施形態では、OPU\_\_OH 挿入部 115 は、高次の ODUm の OPU オーバーヘッド部 132 の所定のデータ部分に、アラームカウント部 114 から出力されるアラームの数を示す障害数データ 138（図 2 参照）を挿入する。つまり、OPU\_\_OH 挿入部 115 は、高次の ODUm の OPU オーバーヘッド部 132 の所定のデータ部分に、高次の ODUm に多重化された x チャンネルの低次の ODUn のうちの障害が発生している ODUn の数（或いは、障害が発生している ODUn を構成するトリビュータリスロットの数）を示す障害数データ 138 を挿入する。

[0025] その後、必要に応じて高次の ODUm の OTU（Optical channel Transport Unit）／ODU オーバーヘッド部 131（図 2 参照）に対して各種情報が挿入される。その後、ODUm は、例えば送信装置 110 に対向する受信装置 120（図 5 参照）に対して送信される。

[0026] 続いて、図 2 及び図 3 を参照して、ODU（つまり、ODUn ないしは ODUm）のデータ構造を参照しながら障害数データ 138 の挿入の態様につ

いて説明する。ここに、図2は、ODUのデータ構造を示すデータ構造図であり、図3は、ODUに含まれるPSI 134のデータ構造を示すデータ構造図である。

- [0027] 図2に示すように、ODUは、OTU/ODUオーバーヘッド部131と、OPUオーバーヘッド部132と、OPUペイロード部133とを含んでいる。尚、図1に示すODUは、8ビット×256ビットの大きさのデータ群が3824列×4行集合することによって構成されている。
- [0028] OTU/ODUオーバーヘッド部131は、ODUのうちの第1列から第14列（但し、1列の列方向のサイズは8ビット）且つ第1行から第4行（但し、1行の行方向のサイズは256ビット）に相当するデータ部分を占めている。OTU/ODUオーバーヘッド部131には、ODUを制御及び管理するための各種情報が含まれている。一例として、OTU/ODUオーバーヘッド部131には、PM（Path Monitoring：パスモニタリング）や、TCM（Tandem Connection Monitoring：タンデムコネクションモニタリング）や、FTFL（Fault Type & Fault Location reporting channel：フォールトタイプ&フォールト位置報告チャネル）や、EXP（Experimental：エクスペリメンタル）や、GCC（General Communication Channel：ジェネラルコミュニケーションチャネル）や、APS（Automatic Protection Switching coordination channel：自動保護切替コーディネーションチャネル）や、PCC（Protection Communication Control channel：保護コミュニケーション制御チャネル）や、RES（Reserved：リザーブド）エリアが含まれている。
- [0029] OPUオーバーヘッド部132は、ODUのうちの第15列及び第16列且つ第1行から第4行に相当するデータ部分を占めている。OPUオーバーヘッド部132は、OPUペイロード部133を制御及び管理するための各種情報が含まれている。具体的には、OPUオーバーヘッド部132には、第15列第4行のデータ部分を占めるPSI（Payload Structure Identifier：ペイロード構造識別子）134と、その他のデータ部分を占めるマッピング

グ・連結部 (Mapping & Concat. specific) 135 とが含まれている。

[0030] P S I 134 には更に、第0バイトを占めるP T (Payload Type) 136 と、その他のデータ部分 (つまり、第1バイトから第255バイト) を占めるR E S エリア137 とが含まれている。第1実施形態では、上述した障害数データ138は、P S I 134 が含むR E S エリア137のうちの所定のデータ部分又は任意のデータ部分に含められる。

[0031] 尚、P S I 134 のデータ構造は、当該P S I 134 が含まれるO D U の種類によって変化する。具体的には、P S I 134 がL O O P U のC B R マッピングのためのP S I である場合には、P S I 134 には、図3 (a) に示すように、第0バイトを占めるP T 136 と、第2バイトの第1ビットを占めるO P U - C S F と、その他のデータ部分 (第1バイトから第255バイト: 但し、第2バイトの第1ビットを除く) を占めるR E S エリア137 とが含まれている。同様に、P S I 134 がL O O P U の仮想連結 (Virtual Concatenation) のためのP S I である場合には、P S I 134 には、図3 (b) に示すように、第0バイトを占めるP T 136 と、第1バイトを占めるv c P T (Virtual Concatenated Payload Type) と、第2バイトの第1ビットを占めるO P U - C S F と、その他のデータ部分 (第2バイトから第255バイト: 但し、第2バイトの第1ビットを除く) を占めるR E S エリア137 とが含まれている。同様に、P S I 134 がP T = 20 となるH O O P U 1 のためのP S I である場合には、P S I 134 には、図3 (c) に示すように、第0バイトを占めるP T 136 と、第2バイトから第3バイトを占めるM S I (Multiplex Structure Identifier) と、その他のデータ部分 (第1バイト及び第4バイトから第255バイト) を占めるR E S エリア137 とが含まれている。同様に、P S I 134 がP T = 20 となるH O O P U 2 のためのP S I である場合には、P S I 134 には、図3 (d) に示すように、第0バイトを占めるP T 136 と、第2バイトから第5バイトを占めるM S I と、その他のデータ部分 (第1バイト及び第6バイトから第255バイト) を占めるR E S エリア137 とが含まれている。同様に

、PSI 134がPT=21となるHO OPU2のためのPSIである場合には、PSI 134には、図3（e）に示すように、第0バイトを占めるPT 136と、第2バイトから第9バイトを占めるMSIと、その他のデータ部分（第1バイト及び第10バイトから第255バイト）を占めるRESエリア137とが含まれている。同様に、PSI 134がPT=20となるHO OPU3のためのPSIである場合には、PSI 134には、図3（f）に示すように、第0バイトを占めるPT 136と、第2バイトから第17バイトを占めるMSIと、その他のデータ部分（第1バイト及び第18バイトから第255バイト）を占めるRESエリア137とが含まれている。同様に、PSI 134がPT=21となるHO OPU3のためのPSIである場合には、PSI 134には、図3（g）に示すように、第0バイトを占めるPT 136と、第2バイトから第33バイトを占めるMSIと、その他のデータ部分（第1バイト及び第34バイトから第255バイト）を占めるRESエリア137とが含まれている。同様に、PSI 134がPT=21となるHO OPU4のためのPSIである場合には、PSI 134には、第0バイトを占めるPT 136と、第2バイトから第81バイトを占めるMSIと、図3（h）に示すように、その他のデータ部分（第1バイト及び第82バイトから第255バイト）を占めるRESエリア137とが含まれている。

[0032] 以上説明した図3（a）から図3（h）に示すいずれの例においても、障害数データ138は、PSI 134中のRESエリア137の所定のデータ部分又は任意のデータ部分に挿入されることが好ましい。

[0033] 続いて、図4を参照して、障害数データ138の具体例について説明する。ここに、図4は、障害数データ138が付加されたODUの具体例を示すデータ構造図である。

[0034] 図4（a）に示すように、 $x=8$ チャンネルのODU0（つまり、低次のODU<sub>n</sub>）がODU2（つまり、高次のODU<sub>m</sub>）に多重化される例について説明する。この場合、ODU多重部112は、ODUフレーム同期部11

1より出力される8チャンネルのODU0を、ODU2のOPUペイロード部133に多重化する。ここで、多重化される8チャンネルのODU0のうち3チャンネルのODU0に障害が発生しているとする。この場合、アラーム検出部113は、障害が発生している3チャンネルのODU0の夫々を検出する都度、アラームカウント部114に対してアラームを出力する。従って、アラームカウント部114においてカウントされるアラームの数は「3」となる。このため、図4(a)に示す例では、ODU2のOPUオーバーヘッド部132が含むPSI134中のRESエリア137に挿入される障害数データ138は、「3(ODU)」という情報を含んでいる。

[0035] 一方で、障害数データ138が、ODUnを構成するトリビュータリスロットの単位での障害数を示してもよいことは前述したとおりである。このようなトリビュータリスロットの単位での障害数を示す障害数データ138の例について、図4(b)を参照して説明する。図4(b)に示すように、4チャンネルのODU2(つまり、低次のODU)がODU3(つまり、高次のODU)に多重化される例について説明する。この場合、ODU多重部112は、ODUフレーム同期部111より出力される4チャンネルのODU2を、ODU3のOPUペイロード部133に多重化する。ここで、多重化される4チャンネルのODU2のうちの2チャンネルのODU2に障害が発生しているとする。この場合、アラーム検出部113は、障害が発生しているODU2を検出する都度、アラームカウント部114に対してアラームを出力する。従って、アラームカウント部114においてカウントされるアラームの数は「2」となる。ここで、ITU-T勧告のOTNによれば、ODU2を構成するトリビュータリスロットの数は「8」である。このため、図4(b)に示す例では、ODU2のOPUオーバーヘッド部132が含むPSI134中のRESエリア137に挿入される障害数データ138は、「 $2 \times 8 = 16$ (TS)」という情報を含んでいる。

[0036] (1-2) 受信装置

続いて、図5を参照して、第1実施形態の受信装置120について説明す

る。ここに、図5は、第1実施形態の受信装置120の構成の一例を示すブロック図である。

[0037] 図5に示すように、第1実施形態の受信装置120は、「取得手段」の一具体例に相当するODUフレーム同期部121と、ODU分離部122と、「抽出手段」の一具体例に相当するOPU\_\_OH抽出部123と、「抽出手段」の一具体例に相当する障害数検出部124とを備えている。

[0038] ODUフレーム同期部121には、例えば受信装置120に対向する送信装置110から送信される高次のODUmが入力される。ODUフレーム同期部121は、高次のODUmの同期を取った上で、高次のODUmをODU分離部122及びOPU\_\_OH抽出部123に対して出力する。

[0039] ODU分離部122は、高次のODUmから、xチャンネルの低次のODUnを分離する。言い換えれば、ODU分離部122は、高次のODUmのOPUペイロード部133に多重化されているxチャンネルの低次のODUnを、個々のODUnに分離する。ODU分離部122は、必要に応じて、分離したxチャンネルの低次のODUnを、当該ODUnに対する各種処理を行う処理部へと出力してもよい。

[0040] 一方で、OPU\_\_OH抽出部123は、高次のODUmのOPUオーバーヘッド部132を抽出する。その後、OPU\_\_OH抽出部123は、抽出したOPUオーバーヘッド部132を、障害数検出部124へと出力する。

[0041] 障害数検出部124は、OPU\_\_OH抽出部123によって抽出されたOPUオーバーヘッド部132から、障害数データ138を抽出する。これにより、障害数検出部124は、ODUフレーム同期部121に入力された高次のODUmに多重化されたxチャンネルの低次のODUnを対象として、障害が発生しているODUnないしはトリビュタリスロットの数を認識することができる。その結果、障害数検出部124は、認識した障害状態に基づいて、伝送路の選択動作ないしは切替動作を制御するアラーム通知切替トリガを出力する。例えば、障害数検出部124は、認識した障害状態に基づいて、適切なないしは高品質な伝送路が使用されるような選択動作ないしは

切替動作を行わせしめるアラーム通知切替トリガを出力する。

[0042] 以上説明したように、第1実施形態によれば、送信装置110は、高次のODUmのうち低次のODUnが多重化されるOPUペイロード部133とは異なるOPUオーバーヘッド部132に障害数データ138を挿入することができる。従って、高次のODUmを受信する受信装置120は、高次のODUmに含まれる低次のODUnの同期を取ることなく、高次のODUmから障害数データ138を取得することができる。言い換えれば、受信装置120は、高次のODUmの同期を取れば、多重化された低次のODUnの同期を取ることなく、障害数データ138を取得することができる。このため、受信装置120は、高次のODUmに含まれる低次のODUnの同期を取ることなく、多重化された低次のODUnの障害状態を認識することができる。従って、受信装置120は、多重化された低次のODUnの障害状態を認識するために従来必要とされた複数チャンネルの低次のODUnの夫々の同期を取るための複数の同期回路を備えていなくともよい。従って、第1実施形態の送信装置110によれば、受信装置120の回路規模ないしは処理負荷を相対的に低減させながらも、高次のODUmに含まれる低次のODUnの障害状態を受信装置120に対して好適に認識させることができる。

[0043] また、第1実施形態の受信装置120によれば、高次のODUmから障害数データ138を抽出することができる。つまり、受信装置120は、高次のODUmの同期を取れば、多重化された低次のODUnの同期を取ることなく、障害数データ138を取得することができる。従って、上述したように、受信装置120は、その回路規模ないしは処理負荷を相対的に低減しつつも、高次のODUmに含まれる低次のODUnの障害状態を好適に認識することができる。

[0044] 加えて、第1実施形態によれば、送信装置110は、低次のODUnの単位での障害数を示す障害数データ138を高次のODUmに挿入することができる。このため、受信装置120は、低次のODUnの障害状態を好適に認識することができる。

[0045] 或いは、第1実施形態によれば、送信装置110は、低次のODUnを更に細分化したトリビュータリスロットの単位での障害数を示す障害数データ138を高次のODUmに挿入することができる。このため、受信装置120は、低次のODUnの障害状態をより一層好適に認識することができる。例えば、障害が発生している2チャンネルのODU1を含む4チャンネルのODU1をODU2に多重化する第1例と、障害が発生している2チャンネルのODU2を含む4チャンネルのODU2をODU3に多重化する第2例を用いて説明する。障害数データ138が低次のODUnの単位での障害数を示す場合には、第1例及び第2例の双方共に、障害数データ138は「2」を示す。一方で、障害数データ138が低次のODUnを構成するトリビュータリスロットの単位での障害数を示す場合には、第1例では障害数データ138は「 $2 \times 2 = 4$ 」を示す一方で、第2例では障害数データ138は「 $2 \times 8 = 16$ 」を示す。従って、受信装置120は、第1例と比較して、第2例の方がより障害の程度が大きいと認識することができる。

[0046] 尚、上述の説明では、送信装置110及び受信装置120が夫々別個独立の装置として構成される場合の例について説明している。しかしながら、1つの伝送装置が送信装置110及び受信装置120の双方を備えるように構成してもよい。このように構成しても、伝送装置は、上述した各種効果を享受することができる。

[0047] また、上述の説明では、障害数データ138が、OPUオーバーヘッド部132が含むPSI134中のRESエリア137に挿入される例について説明している。しかしながら、上述した障害数データ138が挿入されるデータ部分は一例であって、PSI134中のRESエリア137以外のデータ部分に挿入されてもよい。但し、高次のODUmに含まれる低次のODUnの同期を取ることなく高次のODUmから障害数データ138を取得するという観点からは、障害数データ138は、高次のODUmのOPUペイロード部133以外のデータ部分に挿入されることが好ましい。或いは、同様の観点からは、障害数データ138は、高次のODUmのOPUペイロード

部 1 3 3 のうち低次の O D U n が多重化されているデータ部分以外のデータ部分に挿入されてもよい。

[0048] また、上述の説明では、低次の O D U n の障害状態を示す障害数データ 1 3 8 として、障害が発生している O D U n 又は障害が発生している O D U n を構成するトリビュータリスロットの数を用いる例について説明している。しかしながら、低次の O D U n の障害状態を示す任意の情報（例えば、障害の程度を示す情報や、障害の発生箇所を示す情報や、障害の訂正可能性を示す情報等）を障害数データ 1 3 8 として利用してもよい。

[0049] （２）第２実施形態

続いて、図 6 及び図 7 を参照して、第 2 実施形態の送信装置 2 1 0 及び受信装置 2 2 0 について説明する。ここに、図 6 は、第 2 実施形態の送信装置 2 1 0 の構成の一例を示すブロック図であり、図 7 は、第 2 実施形態の受信装置 2 2 0 の構成の一例を示すブロック図である。尚、上述した第 1 実施形態の送信装置 1 1 0 及び受信装置 1 2 0 が備える各種構成と同一の構成については、同一の参照符号を付してその詳細な説明については省略する。

[0050] 図 6 に示すように、第 2 実施形態の送信装置 2 1 0 は、「生成手段」の一具体例に相当する O D U マッピング部 2 1 1 と、アラーム検出部 1 1 3 と、アラームカウント部 1 1 4 と、O P U \_ O H 挿入部 1 1 5 とを備えている。

[0051] O D U マッピング部 2 1 1 には、O T N に準拠したデータユニット（つまり、O D U ）以外のデータユニット（以降“非 O T N データユニット”と称する）が入力される。非

O T N データユニットとして、例えば、1 0 G b E（Giga bit Ethernet）や G b E におけるイーサネット（登録商標）フレームや S D H（Synchronous Digital Hierarchy）における S T M（Synchronous Transport Module）フレームや S O N E T（Synchronous Optical Network）における S T S（Synchronous Transport Signal）フレームないしは O C（Optical Carrier）信号等が一例としてあげられる。尚、非 O T N データユニットは、「第 2 データユニット」の一具体例に相当する。O D U マッピング部 2 1 1 は、非 O T N デ

ータユニットを、OTN準拠のデータユニットであるODUmのOPUペイロード部133にマッピングする。ODUマッピング部211は、非OTNデータユニットがマッピングされたODUmを、OPU\_\_OH挿入部115に対して出力する。

[0052] 一方で、アラーム検出部113は、非OTNデータユニットにおける障害の発生の有無を検出する。第2実施形態では、アラーム検出部113は、非OTNデータユニットに障害が発生している場合には、障害が検出されたことを示すアラームをアラームカウント部114に出力する。一方で、アラーム検出部113は、非OTNデータユニットに障害が発生していない場合には、障害が検出されたことを示すアラームをアラームカウント部114に出力しない。

[0053] アラームカウント部114は、アラーム検出部113から出力されるアラームの数をカウントする。アラームカウント部114は、非OTNデータユニットがマッピングされる周期（言い換えれば、ODUmが生成される周期）に同期して、カウントしたアラームの数をOPU\_\_OH挿入部115に出力する。

[0054] OPU\_\_OH挿入部115は、ODUmのOPUオーバーヘッド部132の所定のデータ部分（例えば、上述したPSI134中のRESエリア137）に、アラームカウント部114から出力されるアラームの数を示す障害数データ138を挿入する。つまり、OPU\_\_OH挿入部115は、ODUmのOPUオーバーヘッド部132の所定のデータ部分に、ODUmにマッピングされた非OTNデータユニットに障害が発生しているか否かを示す障害数データ138を挿入する。尚、第2実施形態においては、非OTNデータユニットに障害が発生している場合には、障害数データ138は「1」を示す。一方で、非OTNデータユニットに障害が発生していない場合には、障害数データ138は「0」を示す。

[0055] 図7に示すように、第2実施形態の受信装置220は、「取得手段」の一具体例に相当するODUフレーム同期部121と、ODUデマッピング部2

21と、「抽出手段」の一具体例に相当するOPU\_\_OH抽出部123と、「抽出手段」の一具体例に相当する障害数検出部124とを備えている。

[0056] ODUフレーム同期部121には、例えば受信装置220に対向する送信装置210から送信されるODUmが入力される。ODUフレーム同期部121は、ODUmの同期を取った上で、ODUmをODUデマッピング部221及びOPU\_\_OH抽出部123に対して出力する。

[0057] ODUデマッピング部221は、ODUmから、非OTNデータユニットを抽出する。ODUデマッピング部221は、必要に応じて、抽出した非OTNデータユニットを、当該非OTNデータユニットに対する各種処理を行う処理部へと出力してもよい。

[0058] 尚、OPU\_\_OH抽出部123及び障害数検出部124は、第1実施形態と同様の動作を行う。つまり、OPU\_\_OH抽出部123は、ODUmのOPUオーバーヘッド部132を抽出し、障害数検出部124は、OPU\_\_OH抽出部123によって抽出されたOPUオーバーヘッド部132から、障害数データ138を抽出する。

[0059] 以上説明したように、第2実施形態によれば、OTNに準拠したデータユニット以外の非OTNデータユニットをOTNに準拠したデータユニットであるODUmにマッピングする場合であっても、上述した第1実施形態の送信装置110又は受信装置120が享受する各種効果と同様の効果を享受することができる。つまり、受信装置220は、ODUmに含まれる非OTNデータユニットの同期を取ることなく、ODUmから障害数データ138を取得することができる。従って、受信装置220は、マッピングされた非OTNデータユニットの障害状態を認識するために従来必要とされた非OTNデータユニットの同期を取るための同期回路を備えていなくともよい。従って、第2実施形態によれば、第1実施形態と同様に、受信装置220の回路規模ないしは処理負荷を相対的に低減させながらも、ODUmにマッピングされた非OTNデータユニットの障害状態を受信装置220に対して好適に認識させることができる。

[0060] (3) 第3実施形態

続いて、図8及び図9を参照して、第3実施形態の送信装置310及び受信装置320について説明する。ここに、図8は、第3実施形態の送信装置310の構成の一例を示すブロック図であり、図9は、第3実施形態の受信装置320の構成の一例を示すブロック図である。尚、上述した第1実施形態の送信装置110及び受信装置120並びに第2実施形態の送信装置210及び受信装置220が備える各種構成と同一の構成については、同一の参照符号を付してその詳細な説明については省略する。

[0061] 図8に示すように、第3実施形態の送信装置310は、1チャンネルの非OTNデータユニットをODUmにマッピングする第2実施形態の送信装置210と比較して、xチャンネルの非OTNデータユニットをODUmにマッピングするという点で異なっている。具体的には、第3実施形態の送信装置310は、「生成手段」の一具体例に相当するx個のODUマッピング部211と、x個のOPU\_\_OH挿入部115\_\_1と、「生成手段」の一具体例に相当するODU多重部112と、アラーム検出部113と、アラームカウンタ部114と、「付加手段」の一具体例に相当するOPU\_\_OH挿入部115\_\_2とを備えている。

[0062] x個のODUマッピング部211の夫々には、xチャンネルの非OTNデータユニットのうちの対応する一チャンネルの非OTNデータユニットが入力される。x個のODUマッピング部211の夫々は、対応する一チャンネルの非OTNデータユニットを、OTN準拠のデータユニットであるODUnのOPUペイロード部133にマッピングする。x個のODUマッピング部211の夫々は、対応する一チャンネルの非OTNデータユニットがマッピングされたODUnを、x個のOPU\_\_OH挿入部115\_\_1のうちの対応する一つのOPU\_\_OH挿入部115\_\_1に対して出力する。

[0063] x個のOPU\_\_OH挿入部115\_\_1の夫々は、対応する一つのODUマッピング部211より出力されるODUnのOPUオーバーヘッド部132に対して、各種情報を挿入する。その後、x個のOPU\_\_OH挿入部115

\_\_1の夫々は、OPUオーバーヘッド部132に各種情報が挿入されたODUnを、ODU多重部112に対して出力する。従って、ODU多重部112には、xチャンネルのODUnが入力される。

[0064] ODU多重部112は、xチャンネルの低次のODUnを多重化する。具体的には、ODU多重部112は、xチャンネルの低次のODUnを高次のODUmのOPUペイロード部133に多重化する。ODU多重部112は、xチャンネルの低次のODUnがOPUペイロード部133に多重化された高次のODUmを、OPU\_\_OH挿入部115に対して出力する。

[0065] 一方で、アラーム検出部113には、xチャンネルの非OTNデータユニットが入力される。アラーム検出部113は、非OTNデータユニットにおける障害の発生の有無を検出する。第3実施形態では、アラーム検出部113は、障害が発生している非OTNデータユニットが検出される都度、障害が検出されたことを示すアラームをアラームカウント部114に出力する。

[0066] アラームカウント部114は、アラーム検出部113から出力されるアラームの数をカウントする。アラームカウント部114は、xチャンネルの非OTNデータユニットがマッピングされる周期（言い換えれば、ODUmが生成される周期）に同期して、カウントしたアラームの数をOPU\_\_OH挿入部115\_\_2に出力する。

[0067] OPU\_\_OH挿入部115\_\_2は、ODUmのOPUオーバーヘッド部132の所定のデータ部分（例えば、上述したPSI134中のRESエリア137）に、アラームカウント部114から出力されるアラームの数を示す障害数データ138を挿入する。つまり、OPU\_\_OH挿入部115\_\_2は、ODUmのOPUオーバーヘッド部132の所定のデータ部分に、ODUmにマッピングされたxチャンネルの非OTNデータユニットのうちの障害が発生している非OTNデータユニットの数を示す障害数データ138を挿入する。

[0068] 図9に示すように、第3実施形態の受信装置320は、ODUmにマッピングされた1チャンネルの非OTNデータユニットを取得する第2実施形態

の受信装置 220 と比較して、ODUm にマッピングされた x チャンネルの非 OTN データユニットを取得するという点で異なっている。具体的には、第 3 実施形態の受信装置 320 は、「取得手段」の一具体例に相当する ODU フレーム同期部 121 と、ODU 分離部 122 と、x 個の OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_2 と、ODU デマッピング部 221 と、「取得手段」の一具体例に相当する OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_1 と、「取得手段」の一具体例に相当する障害数検出部 124 とを備えている。

[0069] ODU フレーム同期部 121 には、例えば受信装置 320 に対向する送信装置 310 から送信される ODUm が入力される。ODU フレーム同期部 121 は、ODUm の同期を取った上で、ODUm を ODU 分離部 122 及び OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_1 に対して出力する。

[0070] ODU 分離部 122 は、高次の ODUm から、x チャンネルの低次の ODUn を分離する。その後、ODU 分離部 122 は、x チャンネルの低次の ODUn の夫々を、x 個の OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_2 のうちの対応する一つの OPU\_\_OH 抽出部 123 に対して出力する。

[0071] x 個の OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_2 の夫々は、x チャンネルの低次の ODUn のうち対応する一チャンネルの ODUn から OPU オーバーヘッド部 132 を抽出する。その後、x 個の OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_2 の夫々は、x チャンネルの低次の ODUn のうち対応する一チャンネルの ODUn を ODU デマッピング部 221 に対して出力する。

[0072] ODU デマッピング部 221 は、x チャンネルの ODUn の夫々から、非 OTN データユニットを抽出する。つまり、ODU デマッピング部 221 は、x チャンネルの ODUn から、x チャンネルの非 OTN データユニットを抽出する。ODU デマッピング部 221 は、必要に応じて、抽出した非 OTN データユニットを、当該非 OTN データユニットに対する各種処理を行う処理部へと出力してもよい。

[0073] 尚、OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_1 及び障害数検出部 124 は、第 1 実施形態と同様の動作を行う。つまり、OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_1 は、OD

U<sub>m</sub>のOPUオーバーヘッド部132を抽出し、障害数検出部124は、OPU\_\_OH抽出部123\_\_1によって抽出されたOPUオーバーヘッド部132から、障害数データ138を抽出する。

[0074] 以上説明したように、第3実施形態によれば、複数チャンネルの非OTNデータユニットをODU<sub>m</sub>にマッピングする場合であっても、上述した第1実施形態の送信装置110又は受信装置120が享受する各種効果と同様の効果を享受することができる。つまり、受信装置320は、ODU<sub>m</sub>に含まれる複数チャンネルの非OTNデータユニットの夫々の同期を取ることなく、ODU<sub>m</sub>から障害数データ138を取得することができる。このため、受信装置320は、ODU<sub>m</sub>に含まれる複数の非OTNデータユニットの同期を取ることなく、マッピングされた複数チャンネルの非OTNデータユニットの障害状態を認識することができる。従って、受信装置320は、マッピングされた複数チャンネルの非OTNデータユニットの障害状態を認識するために従来必要とされた複数チャンネルの非OTNデータユニットの同期を取るための複数の同期回路を備えていなくともよい。従って、第3実施形態によれば、第1実施形態と同様に、受信装置320の回路規模ないしは処理負荷を相対的に低減させながらも、ODU<sub>m</sub>にマッピングされた複数チャンネルの非OTNデータユニットの障害状態を受信装置320に対して好適に認識させることができる。

[0075] (4) 第4実施形態

続いて、図10を参照して、第4実施形態の送信装置410について説明する。ここに、図10は、第4実施形態の送信装置410の構成の一例を示すブロック図である。尚、上述した第1実施形態の送信装置110及び受信装置120から第3実施形態の送信装置310及び受信装置320が備える各種構成と同一の構成については、同一の参照符号を付してその詳細な説明については省略する。

[0076] 図10に示すように、第4実施形態の送信装置410は、非OTNデータユニットを低次のODU<sub>n</sub>にマッピングする前に検出されたアラームに基づ

いて高次のODUmに障害数データ138を挿入する第3実施形態の送信装置310と比較して、非OTNデータユニットを低次のODUnへマッピングした後に当該低次のODUnから抽出されるOPUオーバーヘッド部132に基づいて高次のODUmに障害数データ138を挿入するという点で異なっている。具体的には、第4実施形態の送信装置410は、「生成手段」の一具体例に相当するx個のODUマッピング部211と、x個のOPU\_\_OH挿入部115\_\_1と、「生成手段」の一具体例に相当するODU多重部112と、アラーム検出部113と、OPU\_\_OH抽出部123と、アラームカウント部114と、「付加手段」の一具体例に相当するOPU\_\_OH挿入部115\_\_2とを備えている。

[0077] x個のODUマッピング部211の夫々は、対応する一チャンネルの非OTNデータユニットを、OTN準拠のデータユニットであるODUnのOPUペイロード部133にマッピングすると共に、対応する一つのOPU\_\_OH挿入部115\_\_1に対して出力する。

[0078] 一方で、アラーム検出部113は、非OTNデータユニットにおける障害の発生の有無を検出する。第4実施形態では、アラーム検出部113は、障害が発生している非OTNデータユニットが検出される都度、障害が検出されたことを示すアラームを、x個のOPU\_\_OH挿入部115\_\_1のうちの対応する一つのOPU\_\_OH挿入部115\_\_1に対して出力する。

[0079] x個のOPU\_\_OH挿入部115\_\_1の夫々は、アラーム検出部113から出力されるアラームに基づいて、対応する一チャンネルの非OTNデータユニットに障害が発生しているか否かを示す障害数データ138を対応する一チャンネルのODUnのOPUオーバーヘッド部132に挿入する。その後、x個のOPU\_\_OH挿入部115\_\_1の夫々は、OPUオーバーヘッド部132に各種情報が挿入されたODUnを、ODU多重部112及びOPU\_\_OH抽出部123に対して出力する。

[0080] ODU多重部112は、xチャンネルの低次のODUnを多重化する。ODU多重部112は、xチャンネルの低次のODUnがOPUペイロード部

1 3 3に多重化された高次のODUmを、OPU\_\_OH挿入部1 1 5\_\_2に対して出力する。

[0081] 一方で、OPU\_\_OH抽出部1 2 3は、xチャンネルの低次のODUnの夫々からOPUオーバーヘッド部1 3 2を抽出する。その後、OPU\_\_OH抽出部1 2 3は、抽出したx個のOPUオーバーヘッド部1 3 2をアラームカウンタ部1 1 4に対して出力する。

[0082] アラームカウンタ部1 1 4は、OPU\_\_OH抽出部1 2 3から出力されるx個のOPUオーバーヘッド部1 3 2に基づいて、xチャンネルの非OTNデータユニットのうちの障害が発生している非OTNデータユニットの数をOPU\_\_OH挿入部1 1 5\_\_2に対して出力する。

[0083] OPU\_\_OH挿入部1 1 5\_\_2は、ODUmのOPUオーバーヘッド部1 3 2の所定のデータ部分（例えば、上述したPSI 1 3 4中のRESエリア1 3 7）に、アラームカウンタ部1 1 4から出力される障害の数を示す障害数データ1 3 8を挿入する。つまり、OPU\_\_OH挿入部1 1 5\_\_2は、ODUmのOPUオーバーヘッド部1 3 2の所定のデータ部分に、ODUmにマッピングされたxチャンネルの非OTNデータユニットのうちの障害が発生している非OTNデータユニットの数を示す障害数データ1 3 8を挿入する。この結果、第4実施形態の送信装置4 1 0は、第3実施形態の送信装置3 1 0が生成するODUmと同様のODUmを生成することができる。

[0084] 以上説明したように、第4実施形態の送信装置4 1 0によれば、第3実施形態の送信装置3 1 0が享受する各種効果と同様の効果を好適に享受することができる。加えて、第4実施形態の送信装置4 1 0によれば、x個のODUマッピング部2 1 1、x個のOPU\_\_OH挿入部1 1 5\_\_1及びアラーム検出部1 1 3を含む処理ブロックと、ODU多重部1 1 2、OPU\_\_OH抽出部1 2 3、アラームカウンタ部1 1 4及びOPU\_\_OH挿入部1 1 5\_\_2を含む処理ブロックとが物理的に又は論理的に分離されている場合であっても、上述した各種効果を享受することができる。

[0085] （5）第5実施形態

続いて、図 1 1 から図 1 3 を参照して、第 5 実施形態の送信装置 5 1 0 及び受信装置 5 2 0 について説明する。ここに、図 1 1 は、第 5 実施形態の送信装置 5 1 0 の構成の一例を示すブロック図であり、図 1 2 は、障害数データ 1 3 8 が付加された O D U の具体例を示すデータ構造図であり、図 1 3 は、第 5 実施形態の受信装置 5 2 0 の構成の一例を示すブロック図である。尚、上述した第 1 実施形態の送信装置 1 1 0 及び受信装置 1 2 0 から第 4 実施形態の送信装置 4 1 0 及び受信装置 4 2 0 が備える各種構成と同一の構成については、同一の参照符号を付してその詳細な説明については省略する。

[0086] 図 1 1 に示すように、第 5 実施形態の送信装置 5 1 0 は、O D U の 1 段の多重化を行う第 1 実施形態の送信装置 1 1 0 と比較して、O D U の 2 段の（或いは、3 段以上の複数段の）多重化を行うという点で異なっている。具体的には、第 5 実施形態の送信装置 5 1 0 は、O D U フレーム同期部 1 1 1 と、「生成手段」の一具体例に相当する O D U 多重部 1 1 2 \_\_ 1 と、アラーム検出部 1 1 3 と、アラームカウント部 1 1 4 \_\_ 1 と、「付加手段」の一具体例に相当する O P U \_\_ O H 挿入部 1 1 5 \_\_ 1 とを夫々が備える x 個の送信処理ブロック 5 1 1 を備えている。また、第 5 実施形態の送信装置 5 1 0 は更に、「生成手段」の一具体例に相当する O D U 多重部 1 1 2 \_\_ 2 と、アラームカウント部 1 1 4 \_\_ 2 と、「付加手段」の一具体例に相当する O P U \_\_ O H 挿入部 1 1 5 \_\_ 2 とを備えている。

[0087] x 個の送信処理ブロック 5 1 1 の夫々は、第 1 実施形態の送信装置 1 1 0 と同様の構成を有している。

[0088] 具体的には、x 個の送信処理ブロック 5 1 1 の夫々が備える O D U フレーム同期部 1 1 1 には、y（但し、y は 1 以上の整数）チャンネルの低次の O D U  $k$ （但し、 $k$  は  $k < n$  を満たす整数）が入力される。尚、低次の O D U  $k$  は、「第 3 データユニット」の一具体例に相当する。O D U フレーム同期部 1 1 1 は、y チャンネルの低次の O D U  $k$  の同期を取った上で、y チャンネルの低次の O D U  $k$  を O D U 多重部 1 1 2 \_\_ 1 及びアラーム検出部 1 1 3 に対して出力する。

- [0089]  $x$  個の送信処理ブロック 5 1 1 の夫々が備える ODU 多重部 1 1 2\_\_1 は、 $y$  チャンネルの低次の ODU $k$  を多重化する。具体的には、ODU 多重部 1 1 2\_\_1 は、 $y$  チャンネルの低次の ODU $k$  を、ODU $k$  よりも高次の ODU $n$  の OPU ペイロード部 1 3 3 に多重化する。ODU 多重部 1 1 2\_\_1 は、 $y$  チャンネルの低次の ODU $k$  が OPU ペイロード部 1 3 3 に多重化された高次の ODU $n$  を、OPU\_\_OH 挿入部 1 1 5\_\_1 に対して出力する。
- [0090] 一方で、 $x$  個の送信処理ブロック 5 1 1 の夫々が備えるアラーム検出部 1 1 3 は、 $y$  チャンネルの低次の ODU $k$  の夫々における障害の発生の有無を検出する。アラーム検出部 1 1 3 は、障害が発生している低次の ODU $k$  が検出される都度、障害が検出されたことを示すアラームをアラームカウント部 1 1 4\_\_1 に出力する。
- [0091]  $x$  個の送信処理ブロック 5 1 1 の夫々が備えるアラームカウント部 1 1 4\_\_1 は、アラーム検出部 1 1 3 から出力されるアラームの数をカウントする。アラームカウント部 1 1 4\_\_1 は、ODU $k$  が多重化される周期（言い換えれば、高次の ODU $n$  が生成される周期）に同期して、カウントしたアラームの数を OPU\_\_OH 挿入部 1 1 5\_\_1 及びアラームカウント部 1 1 4\_\_2 に出力する。
- [0092]  $x$  個の送信処理ブロック 5 1 1 の夫々が備える OPU\_\_OH 挿入部 1 1 5\_\_1 は、ODU 多重部 1 1 2\_\_1 より出力される高次の ODU $n$  の OPU オーバーヘッド部 1 3 2 に対して、各種情報を挿入する。第 5 実施形態では、OPU\_\_OH 挿入部 1 1 5\_\_1 は、高次の ODU $n$  の OPU オーバーヘッド部 1 3 2 の所定のデータ部分（例えば、上述した PSI 1 3 4 中の RES エリア 1 3 7）に、アラームカウント部 1 1 4\_\_1 から出力されるアラームの数を示す障害数データ 1 3 8 を挿入する。つまり、OPU\_\_OH 挿入部 1 1 5\_\_1 は、高次の ODU $n$  の OPU オーバーヘッド部 1 3 2 の所定のデータ部分に、高次の ODU $n$  に多重化された  $y$  チャンネルの低次の ODU $k$  のうちの障害が発生している ODU $k$  の数（或いは、障害が発生している ODU $k$  を構成するトリビュータリスロットの数）を示す障害数データ 1 3 8 を挿

入する。その後、OPU\_\_OH挿入部115\_\_1は、高次のODUnをODU多重部112\_\_2に対して出力する。従って、ODU多重部112\_\_2には、nチャンネルの高次のODUnが入力される。

[0093] ODU多重部112\_\_2は、xチャンネルの高次のODUnを多重化する。具体的には、ODU多重部112\_\_2は、xチャンネルの高次のODUnを更に高次のODUmのOPUペイロード部133に多重化する。ODU多重部112\_\_2は、xチャンネルの高次のODUnがOPUペイロード部133に多重化されたより高次のODUmを、OPU\_\_OH挿入部115\_\_2に対して出力する。

[0094] 一方で、アラームカウント部114\_\_2は、アラームカウント部114\_\_1から出力されるアラームの数の総数をOPU\_\_OH挿入部115\_\_2に出力する。つまり、アラームカウント部114\_\_2は、x個の送信処理ブロック511が備えるx個のアラームカウント部114によりカウントされたアラームの数の総数をOPU\_\_OH挿入部115\_\_2に出力する。

[0095] OPU\_\_OH挿入部115\_\_2は、ODU多重部112\_\_2より出力されるより高次のODUmのOPUオーバーヘッド部132の所定のデータ部分（例えば、上述したPSI134中のRESエリア137）に対して、アラームカウント部114\_\_2から出力されるアラームの数を示す障害数データ138を挿入する。つまり、OPU\_\_OH挿入部115\_\_2は、より高次のODUmのOPUオーバーヘッド部132の所定のデータ部分に、より高次のODUmに多重化されたxチャンネルの高次のODUnに更に多重化されているx×yチャンネルの低次のODUkのうちの障害が発生しているODUkの数（或いは、障害が発生しているODUkを構成するトリビュータリスロットの数）を示す障害数データ138を挿入する。

[0096] 第5実施形態の障害数データ138の具体例について図12を参照して説明する。図12に示すように、y=8チャンネルのODU0（つまり、低次のODUk）がODU2（つまり、高次のODUn）に多重化され且つx=2チャンネルのODU2がODU4（つまり、より高次のODUm）に多重

化される例について説明する。この場合、2つの送信処理ブロック511の夫々が備えるODU多重部112\_\_1は、ODUフレーム同期部111より出力される8チャンネルのODU0を、ODU2のパイロード部133に多重化する。ここで、図12の相対的に左側に示す第1のODU2に多重化される8チャンネルのODU0のうち4チャンネルのODU0に障害が発生しており且つ図12の相対的に右側に示す第2のODU2に多重化される8チャンネルのODU0のうち2チャンネルのODU0に障害が発生しているとする。この場合、第1のODU2を生成するための送信処理ブロック511が備えるアラーム検出部113は、障害が発生している4チャンネルのODU0の夫々を検出する都度、アラームカウント部114\_\_1に対してアラームを出力する。従って、第1のODU2を生成するための送信処理ブロック511が備えるアラームカウント部114\_\_1においてカウントされるアラームの数は「4」となる。このため、図12に示す例では、第1のODU2のOPUオーバーヘッド部132が含むPSI134中のRESエリア137に挿入される障害数データ138は、「4（ODU）」という情報を含んでいる。同様に、第2のODU2を生成するための送信処理ブロック511が備えるアラーム検出部113は、障害が発生している2チャンネルのODU0の夫々を検出する都度、アラームカウント部114\_\_1に対してアラームを出力する。従って、第2のODU2を生成するための送信処理ブロック511が備えるアラームカウント部114\_\_1においてカウントされるアラームの数は「2」となる。このため、図12に示す例では、第2のODU2のOPUオーバーヘッド部132が含むPSI134中のRESエリア137に挿入される障害数データ138は、「2（ODU）」という情報を含んでいる。

[0097] 加えて、第5実施形態では、従って、第1のODU2を生成するための送信処理ブロック511が備えるアラームカウント部114\_\_1によりカウントされるアラームの数「4」と第2のODU2を生成するための送信処理ブロック511が備えるアラームカウント部114\_\_1によりカウントされる

アラームの数「2」は、更にアラームカウント部114\_\_2に対して出力される。従って、アラームカウント部114\_\_2においてカウントされるアラームの数の総数は「6」となる。このため、図12に示す例では、ODU4のOPUオーバーヘッド部132が含むPSI134中のRESエリア137に挿入される障害数データ138は、「6(ODU)」という情報を含んでいる。

[0098] 続いて、第5実施形態の受信装置520について説明する。図13に示すように、第5実施形態の受信装置520は、1段の多重化が行われたODUの分離を行う第1実施形態の受信装置120と比較して、2段の（或いは、3段以上の複数段の）多重化が行われたODUの分離を行うという点で異なっている。具体的には、第5実施形態の受信装置520は、「取得手段」の一具体例に相当するODUフレーム同期部121\_\_1と、「抽出手段」の一具体例に相当するOPU\_\_OH抽出部123\_\_1と、「抽出手段」の一具体例に相当する障害数検出部124\_\_1と、ODU分離部122\_\_1と、x個の受信処理ブロック521とを備えている。x個の受信ブロック521の夫々は、「取得手段」の一具体例に相当するODUフレーム同期部121\_\_2と、ODU分離部122\_\_2と、「抽出手段」の一具体例に相当するOPU\_\_OH抽出部123\_\_2と、「抽出手段」の一具体例に相当する障害数検出部124\_\_2とを備えている。

[0099] ODUフレーム同期部121\_\_1には、例えば受信装置520に対向する送信装置510から送信される高次のODU<sub>m</sub>が入力される。ODUフレーム同期部121\_\_1は、高次のODU<sub>m</sub>の同期を取った上で、高次のODU<sub>m</sub>をODU分離部122\_\_1及びOPU\_\_OH抽出部123\_\_1に対して出力する。

[0100] OPU\_\_OH抽出部123\_\_1は、高次のODU<sub>m</sub>のOPUオーバーヘッド部132を抽出する。その後、OPU\_\_OH抽出部123\_\_1は、抽出したOPUオーバーヘッド部132を、障害数検出部124\_\_1へと出力する。

- [0101] 障害数検出部 124\_\_1 は、OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_1 によって抽出された OPU オーバーヘッド部 132 から、障害数データ 138 を抽出する。これにより、障害数検出部 124\_\_1 は、ODU フレーム同期部 121 に入力された高次の ODU<sub>m</sub> に多重化された x チャンネルの低次の ODU<sub>n</sub> に更に多重化されている x × y チャンネルのより低次の ODU<sub>k</sub> を対象として、障害が発生している ODU<sub>k</sub> ないしはトリビュータリスロットの数を認識することができる。その結果、障害数検出部 124\_\_1 は、認識した障害状態に基づいて、伝送路の選択動作ないしは切替動作を制御するアラーム通知切替トリガを出力する。
- [0102] 一方で、ODU 分離部 122 は、高次の ODU<sub>m</sub> から、x チャンネルの低次の ODU<sub>n</sub> を分離する。その後、ODU 分離部 122 は、分離した x チャンネルの低次の ODU<sub>n</sub> の夫々を、x 個の受信処理ブロック 521 のうちの対応する一つの受信処理ブロック 521 が備える ODU フレーム同期部 121\_\_2 に対して出力してもよい。
- [0103] x 個の受信処理ブロック 521 の夫々が備える ODU フレーム同期部 121\_\_2 には、x チャンネルの低次の ODU<sub>n</sub> のうちの対応する一チャンネルの ODU<sub>n</sub> が入力される。ODU フレーム同期部 121\_\_2 は、低次の ODU<sub>n</sub> の同期を取った上で、低次の ODU<sub>n</sub> を ODU 分離部 122\_\_2 及び OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_2 に対して出力する。
- [0104] x 個の受信処理ブロック 521 の夫々が備える ODU 分離部 122\_\_2 は、低次の ODU<sub>n</sub> から、y チャンネルのより低次の ODU<sub>k</sub> を分離する。ODU 分離部 122\_\_2 は、必要に応じて、分離した y チャンネルのより低次の ODU<sub>k</sub> を、当該 ODU<sub>k</sub> に対する各種処理を行う処理部へと出力してもよい。
- [0105] 一方で、x 個の受信処理ブロック 521 の夫々が備える OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_2 は、低次の ODU<sub>n</sub> の OPU オーバーヘッド部 132 を抽出する。その後、OPU\_\_OH 抽出部 123\_\_2 は、抽出した OPU オーバーヘッド部 132 を、障害数検出部 124\_\_2 へと出力する。

- [0106]  $x$  個の受信処理ブロック 5 2 1 の夫々が備える障害数検出部 1 2 4\_\_2 は、OPU\_\_OH 抽出部 1 2 3\_\_2 によって抽出された OPU オーバーヘッド部 1 3 2 から、障害数データ 1 3 8 を抽出する。これにより、障害数検出部 1 2 4\_\_2 は、 $x$  チャンネルの低次の ODU<sub>n</sub> のうちの対応する一チャンネルの ODU<sub>n</sub> に多重化された  $y$  チャンネルのより低次の ODU<sub>k</sub> を対象として、障害が発生している ODU<sub>k</sub> ないしはトリビュータスロットの数を認識することができる。その結果、障害数検出部 1 2 4 は、認識した障害状態に基づいて、伝送路の選択動作ないしは切替動作を制御するアラーム通知切替トリガを出力する。
- [0107] 以上、説明したように、第 5 実施形態によれば、ODU の複数段の多重化が行われている場合であっても、最も高次の ODU<sub>m</sub> の同期をとれば、当該 ODU<sub>m</sub> に多重化されている最も低次の ODU<sub>k</sub> の障害状態を認識することができる。従って、第 5 実施形態によれば、上述した各種効果を好適に享受することができる。
- [0108] 尚、図 1 1 から図 1 3 に示す例では、ODU の 2 段の多重化が行われる例について説明している。しかしながら、ODU の 3 段以上の多重化が行われる場合であっても、送信処理ブロック 5 1 1 ないしは受信処理ブロック 5 2 1 を多段に接続することで、上述した各種効果を好適に享受することができる。具体的には、送信装置 5 1 0 であれば、OPU\_\_OH 挿入部 1 1 5\_\_1 から出力される ODU<sub>n</sub> ないしは OPU\_\_OH 挿入部 1 1 5\_\_2 から出力される ODU<sub>m</sub> が、ODU の多重化の数に応じて新たに設けられる多段の送信処理ブロック 5 1 1 に順次入力されるように構成すれば、上述した動作と同様の動作を行うことができると共に上述した各種効果を享受することができる。同様に、受信装置 5 2 0 であれば、ODU 分離部 1 2 2\_\_1 から出力される ODU<sub>n</sub> ないしは ODU 分離部 1 2 2\_\_2 から出力される ODU<sub>k</sub> の夫々が、ODU の多重化の数に応じて新たに設けられる多段の受信処理ブロック 5 2 1 に順次入力されるように構成すれば、上述した動作と同様の動作を行うことができると共に上述した各種効果を享受することができる。

[0109] (6) 第6実施形態

続いて、図14から図16を参照して、第6実施形態の送信装置610及び受信装置620について説明する。ここに、図14は、第6実施形態の送信装置610の構成の一例を示すブロック図であり、図15は、障害数データ138が付加されたODUの具体例を示すデータ構造図であり、図16は、第6実施形態の受信装置620の構成の一例を示すブロック図である。尚、上述した第1実施形態の送信装置110及び受信装置120から第5実施形態の送信装置510及び受信装置520が備える各種構成と同一の構成については、同一の参照符号を付してその詳細な説明については省略する。

[0110] 図14に示すように、第6実施形態の送信装置610は、ODU<sub>k</sub>が多重化されたODU<sub>n</sub>を更にODU<sub>m</sub>に多重化する第5実施形態の送信装置510と比較して、ODU<sub>k</sub>が多重化されたODU<sub>n</sub>及びODU<sub>k</sub>が多重化されていないODU<sub>n</sub>を更にODU<sub>m</sub>に多重化するという点で異なっている。具体的には、第6実施形態の送信装置610は、第5実施形態の送信装置510と比較して、 $x$ 個の送信処理ブロック511のうちの $z$ （但し、 $z$ は $1 \leq z \leq x$ を満たす整数）個の送信処理ブロック511が、ODUフレーム同期部111及びアラーム検出部を夫々が備える $z$ 個の送信処理ブロック611に置き換えられているという点で異なっている。

[0111]  $z$ 個の送信処理ブロック611の夫々が備えるODUフレーム同期部111には、 $y$ チャンネルの低次のODU<sub>k</sub>に代えて、ODU<sub>n</sub>が直接入力される。ODUフレーム同期部111は、ODU<sub>n</sub>の同期を取った上で、ODU<sub>n</sub>をODU多重部112\_\_2及びアラーム検出部113に対して出力する。

[0112]  $z$ 個の送信処理ブロック611の夫々が備えるアラーム検出部113は、 $y$ チャンネルの低次のODU<sub>k</sub>に換えて、ODU<sub>n</sub>における障害の発生の有無を検出する。アラーム検出部113は、障害が発生しているODU<sub>n</sub>が検出される都度、障害が検出されたことを示すアラームをアラームカウント部114\_\_2に出力する。

[0113] 一方で、 $x - z$ 個の送信処理ブロック511は、第5実施形態と同様の動

作を行う。その結果、ODU多重部112\_\_2には、 $x - z$ 個の送信処理ブロック511から出力される $x - z$ チャンネルのODU $n$ （つまり、夫々に $y$ チャンネルのODU $k$ が多重化された $x - z$ チャンネルのODU $n$ ）及び $z$ 個の送信処理ブロック611から出力される $z$ チャンネルのODU $n$ が入力される。以降の動作（つまり、ODU多重部112\_\_2、アラームカウンタ部114\_\_2及びOPU\_\_OH挿入部115\_\_2の夫々の動作）は、第5実施形態と同様に行われる。

[0114] 第6実施形態の障害数データ138の具体例について図15を参照して説明する。図15に示すように、 $y = 8$ チャンネルのODU0が多重化された1チャンネルの第1のODU2及びODU0が多重化されていない $z = 4$ チャンネルの第1のODU2を含む $x = 5$ チャンネルのODU2がODU4に多重化される例について説明する。この場合、1つの送信処理ブロック511が備えるODU多重部112\_\_1は、ODUフレーム同期部111より出力される8チャンネルのODU0を、第1のODU2のOPUペイロード部133に多重化する。ここで、第1のODU2に多重化される8チャンネルのODU0のうち4チャンネルのODU0に障害が発生しているとする。この場合、第1のODU2を生成するための送信処理ブロック511が備えるアラーム検出部113は、障害が発生している4チャンネルのODU0の夫々を検出する都度、アラームカウンタ部114\_\_1に対してアラームを出力する。従って、第1のODU2を生成するための送信処理ブロック511が備えるアラームカウンタ部114\_\_1においてカウントされるアラームの数は「4」となる。このため、図15に示す例では、第1のODU2のOPUオーバーヘッド部132が含むPSI134中のRESエリア137に挿入される障害数データ138は、「4（ODU）」という情報を含んでいる。

[0115] 一方で、4チャンネルの第2のODU2のうち2チャンネルのODU2に障害が発生しているとする。この場合、4チャンネルの第2のODU2に対応する4つの送信処理ブロック611のうちの2つの送信処理ブロック611が備えるアラーム検出部113が、アラームカウンタ部114\_\_2に対し

てアラームを出力する。従って、アラームカウンタ部 114\_\_2 には、第 1 の ODU 2 を生成するための送信処理ブロック 511 が備えるアラームカウンタ部 114\_\_1 によりカウントされるアラームの数「4」と、4 チャンネルの第 2 の ODU 2 に対応する 4 つの送信処理ブロック 611 のうちの 2 つの送信処理ブロック 611 が備えるアラーム検出部 113 によりカウントされるアラームの数「2」が出力される。このため、図 15 に示す例では、ODU 4 の OPU オーバーヘッド部 132 が含む PSI 134 中の RES エリア 137 に挿入される障害数データ 138 は、「6 (ODU)」という情報を含んでいる。

[0116] 続いて、第 6 実施形態の受信装置 620 について説明する。図 16 に示すように、第 6 実施形態の受信装置 620 は、ODU<sub>k</sub> が多重化された ODU<sub>n</sub> を更に多重化することで生成される ODU<sub>m</sub> の分離を行う第 5 実施形態の受信装置 520 と比較して、ODU<sub>k</sub> が多重化された ODU<sub>n</sub> 及び ODU<sub>k</sub> が多重化されていない ODU<sub>n</sub> を更に多重化することで生成される ODU<sub>m</sub> の分離を行うという点で異なっている。具体的には、第 6 実施形態の受信装置 620 は、第 5 実施形態の受信装置 520 と比較して、 $x$  個の受信処理ブロック 521 のうちの  $z$  (但し、 $z$  は  $1 \leq z \leq x$  を満たす整数) 個の受信処理ブロック 521 が省略されているという点で異なっている。つまり、第 6 実施形態の受信装置 620 では、ODU 分離部 122\_\_1 から出力される  $x$  チャンネルの ODU<sub>n</sub> のうち、(i)  $y$  チャンネルの ODU<sub>k</sub> が多重化されている  $x - z$  チャンネルの ODU<sub>k</sub> が  $x - z$  個の受信処理ブロック 521 に出力される一方で、(ii)  $y$  チャンネルの ODU<sub>k</sub> が多重化されていない  $z$  チャンネルの ODU<sub>k</sub> がそのまま各種処理部へと出力される。尚、その他の構成及び動作は、第 5 実施形態の受信装置 520 と同様である。

[0117] 以上、説明したように、第 6 実施形態によれば、ODU の複数段の多重化が行われている場合であっても、上述した各種効果を好適に享受することができる。

[0118] (7) 第 7 実施形態

続いて、図 17 を参照して、第 7 実施形態の送信装置 710 について説明する。ここに、図 17 は、第 7 実施形態の送信装置 710 の構成の一例を示すブロック図である。尚、上述した第 1 実施形態の送信装置 110 及び受信装置 120 から第 6 実施形態の送信装置 610 及び受信装置 620 が備える各種構成と同一の構成については、同一の参照符号を付してその詳細な説明については省略する。

[0119] 図 17 に示すように、第 7 実施形態の送信装置 710 は、第 5 実施形態の送信装置 510 に対して第 4 実施形態の送信装置 410 の構成を適用することで得られる送信装置に相当する。具体的には、第 7 実施形態の送信装置 710 は、 $x$  個の送信処理ブロック 511 の夫々が備えるアラームカウント部 114\_\_1 からアラームカウント部 114\_\_2 に対してアラームの数が出力される第 5 実施形態の送信装置 510 と比較して、 $x$  個の送信処理ブロック 511 の夫々より出力される ODU<sub>n</sub> から抽出される OPU オーバーヘッド部 132 がアラームカウント部 114\_\_2 に対して出力されるという点で行っている。

[0120] 具体的には、第 7 実施形態の送信装置 710 は、第 5 実施形態の送信装置 510 と比較して、アラームカウント部 114\_\_1 が、カウントしたアラームの数を OPU\_\_OH 挿入部 115\_\_1 のみに出力するという点で異なっている。また、第 7 実施形態の送信装置 710 は、第 5 実施形態の送信装置 510 と比較して、OPU\_\_OH 抽出部 123 を更に備えている。OPU\_\_OH 抽出部 123 は、 $x$  個の送信処理ブロック 511 の夫々から出力される ODU<sub>n</sub> から、OPU オーバーヘッド部 132 を抽出する。OPU\_\_OH 抽出部 123 は、抽出した  $x$  個の OPU オーバーヘッド部 132 をアラームカウント部 114\_\_2 に対して出力する。

[0121] アラームカウント部 114\_\_2 は、第 4 実施形態のアラームカウント部 114 と同様に、OPU\_\_OH 抽出部 123 から出力される  $x$  個の OPU オーバーヘッド部 132 に基づいて、 $x$  個の送信処理ブロック 511 が備える  $x$  個のアラームカウント部 114 によりカウントされたアラームの数の総数を

OPU\_\_OH挿入部115\_\_2に出力する。その結果、OPU\_\_OH挿入部115\_\_2は、ODU多重部112\_\_2より出力されるより高次のODUmのOPUオーバーヘッド部132の所定のデータ部分（例えば、上述したPSI134中のRESエリア137）に対して、アラームカウント部114\_\_2から出力されるアラームの数を示す障害数データ138を挿入する。

[0122] 以上説明したように、第7実施形態の送信装置710によれば、第5実施形態の送信装置510が享受する各種効果と同様の効果を好適に享受することができる。また、第7実施形態の送信装置710によれば、x個の送信処理ブロック511を含む処理ブロックと、ODU多重部112\_\_2、OPU\_\_OH抽出部123、アラームカウント部114\_\_2及びOPU\_\_OH挿入部115\_\_2を含む処理ブロックとが物理的に又は論理的に分離されている場合であっても、上述した各種効果を享受することができる。

### 符号の説明

- [0123] 110、210、310、410、510、610、710 送信装置
- 111 ODUフレーム同期部
- 112 ODU多重部
- 113 アラーム検出部
- 114 アラームカウント部
- 115 OPU\_\_OH挿入部
- 211 ODUマッピング部
- 120、220、320、520、620、 受信装置
- 121 ODUフレーム同期部
- 122 ODU分離部
- 123 OPU\_\_OH抽出部
- 124 障害数検出部
- 221 ODUデマッピング部
- 132 OPUオーバーヘッド部
- 133 OPUペイロード部

1 3 4 P S I

1 3 7 R E S エリア

1 3 8 障害数データ

## 請求の範囲

- [請求項1]           第2データユニットを含む第1データユニットを生成する生成手段と、
- 前記第2データユニットの障害状態を示す障害データを、前記第1データユニットのうち前記第2データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分に付加する付加手段と
- を備えることを特徴とする送信装置。
- [請求項2]           前記第2データユニットは、第3データユニットを更に含み、
- 前記付加手段は、前記第3データユニットの障害状態を示す障害データを、前記第1データユニットのうち前記第2データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分及び前記第2データユニットのうち前記第3データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分の少なくとも一方に付加することを特徴とする請求項1に記載の送信装置。
- [請求項3]           前記障害データは、前記第2データユニットの単位での障害発生数及び前記第2データユニットよりも細分化された細分ユニットの単位の障害発生数を示すことを特徴とする請求項1に記載の送信装置。
- [請求項4]           前記生成手段は、前記第2データユニットをペイロード部分に含む第1データユニットを生成し、
- 前記付加手段は、前記障害データを、前記第1データユニットのオーバーヘッド部分に付加することを特徴とする請求項1に記載の送信装置。
- [請求項5]           前記生成手段は、複数の前記第2データユニットを含む前記第1データユニットを生成し、
- 前記付加手段は、前記複数の第2データユニットの障害状態を示す前記障害データを、前記第1データユニットのうち前記複数の第2データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分に付加することを特徴とする請求項1に記載の送信装置。

- [請求項6] 前記第1データユニット及び前記第2データユニットは、I T U-T勧告のO T N準拠の光データユニットであることを特徴とする請求項1に記載の送信装置。
- [請求項7] 前記第1データユニットは、I T U-T勧告のO T N準拠の光データユニットであり、前記第2データユニットは、前記O T N準拠の光データユニット以外のデータユニットであることを特徴とする請求項1に記載の送信装置。
- [請求項8] 前記第1データユニットを取得する取得手段と、  
前記第1データユニットから前記障害データを抽出する抽出手段とを更に備えることを特徴とする請求項1に記載の送信装置。
- [請求項9] 第2データユニットを含む第1データユニットであって、且つ前記第2データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分に、前記第2データユニットの障害状態を示す障害データが付加された第1データユニットを取得する取得手段と、  
前記第1データユニットから前記障害データを抽出する抽出手段とを備えることを特徴とする受信装置。
- [請求項10] 前記第2データユニットは、第3データユニットを更に含み、  
前記障害データは、前記第3データユニットの障害状態を更に示し、  
且つ前記第1データユニットのうち前記第2データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分及び前記第2データユニットのうち前記第3データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分の少なくとも一方に付加されていることを特徴とする請求項9に記載の受信装置。
- [請求項11] 前記障害データは、前記第2データユニットの単位での障害発生数及び前記第2データユニットよりも細分化された細分ユニットの単位での障害発生数を示すことを特徴とする請求項9に記載の受信装置。
- [請求項12] 前記第2データユニットは、前記第1データユニットのペイロード部分に含まれており、

前記障害データは、前記第 1 データユニットのオーバーヘッド部分に付加されていることを特徴とする請求項 9 に記載の受信装置。

[請求項13] 前記第 1 データユニットは、複数の前記第 2 データユニットを含み、

前記障害データは、前記複数の第 2 データユニットの障害状態を示すことを特徴とする請求項 9 に記載の受信装置。

[請求項14] 前記第 1 データユニット及び前記第 2 データユニットは、ITU-T 勧告の OTN 準拠の光データユニットであることを特徴とする請求項 9 に記載の受信装置。

[請求項15] 前記第 1 データユニットは、ITU-T 勧告の OTN 準拠の光データユニットであり、前記第 2 データユニットは、前記 OTN 準拠の光データユニット以外のデータユニットであることを特徴とする請求項 9 に記載の受信装置。

[請求項16] 前記第 1 データユニットを生成する生成手段と、  
前記障害データを、前記第 1 データユニットのうち前記第 2 データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分に付加する付加手段と  
を更に備えることを特徴とする請求項 9 に記載の受信装置。

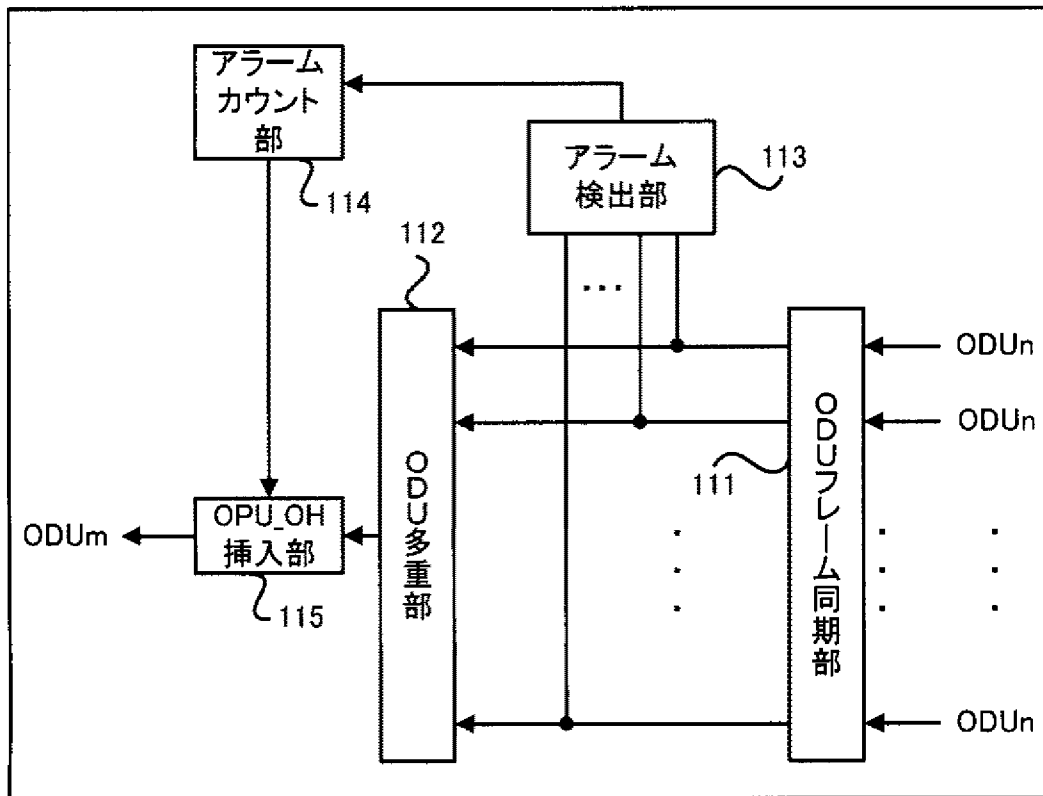
[請求項17] 第 2 データユニットを含む第 1 データユニットを生成する生成工程と、  
前記第 2 データユニットの障害状態を示す障害データを、前記第 1 データユニットのうち前記第 2 データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分に付加する付加工程と  
を備えることを特徴とする送信方法。

[請求項18] 第 2 データユニットを含む第 1 データユニットであって、且つ前記第 2 データユニットが位置するデータ部分とは異なるデータ部分に、前記第 2 データユニットの障害状態を示す障害データが付加された第 1 データユニットを取得する取得工程と、

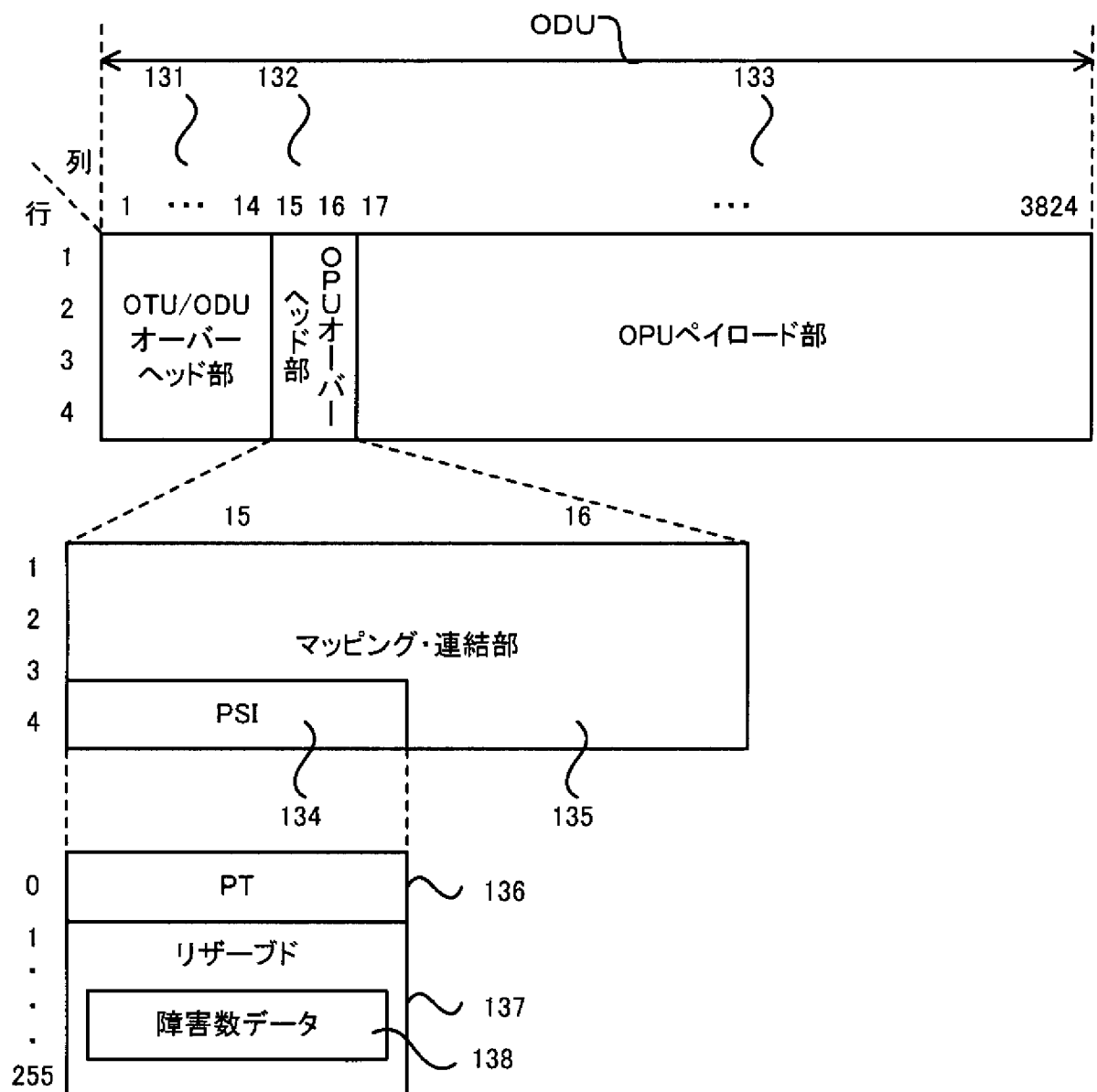
前記第 1 データユニットから前記障害データを抽出する抽出工程と  
を備えることを特徴とする受信方法。

[図1]

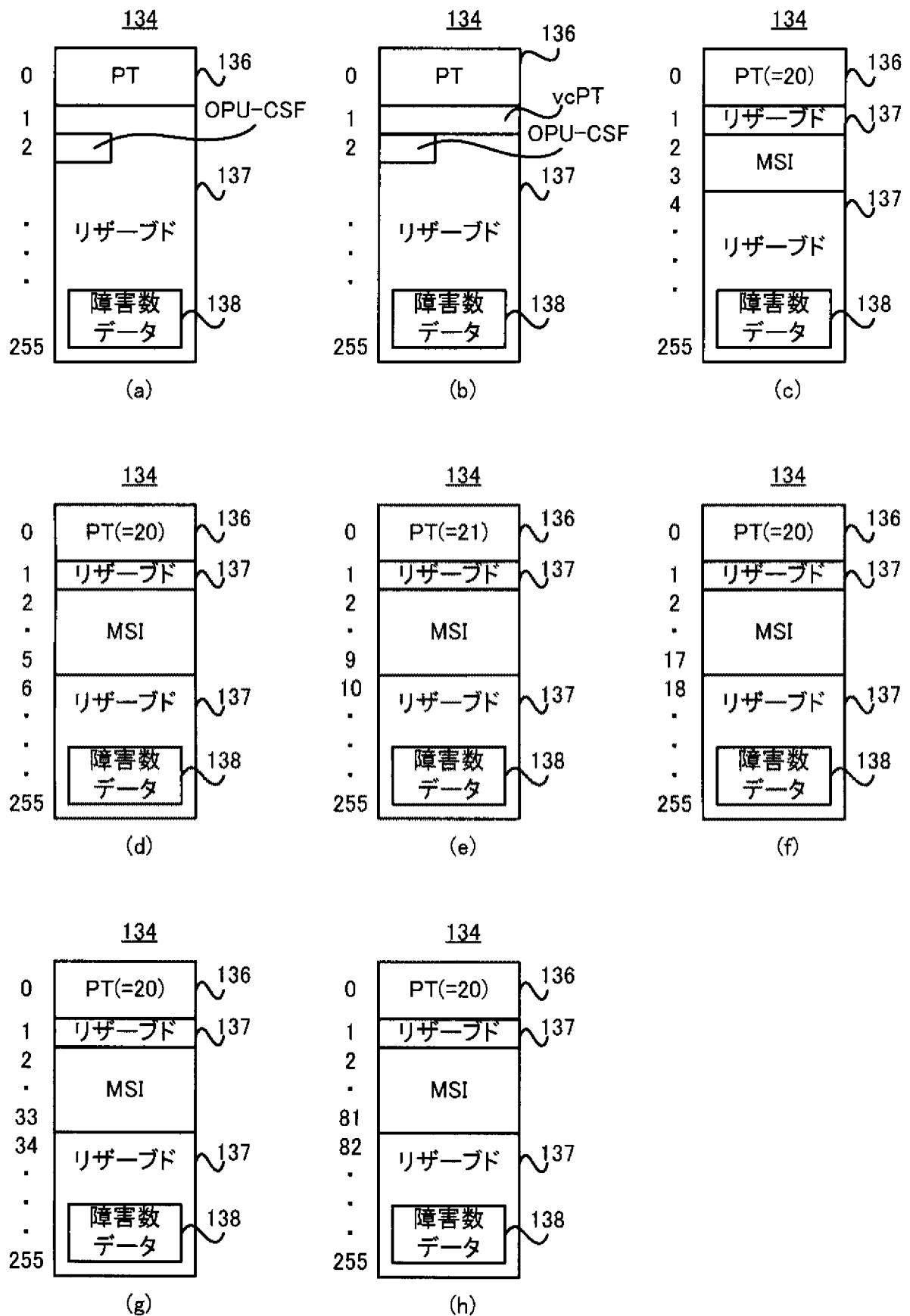
110



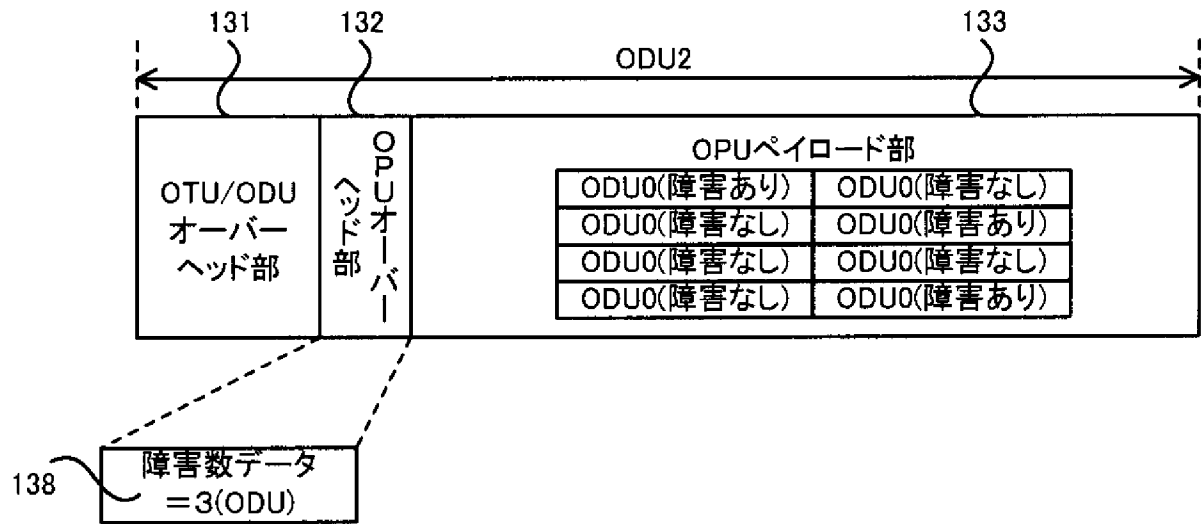
[図2]



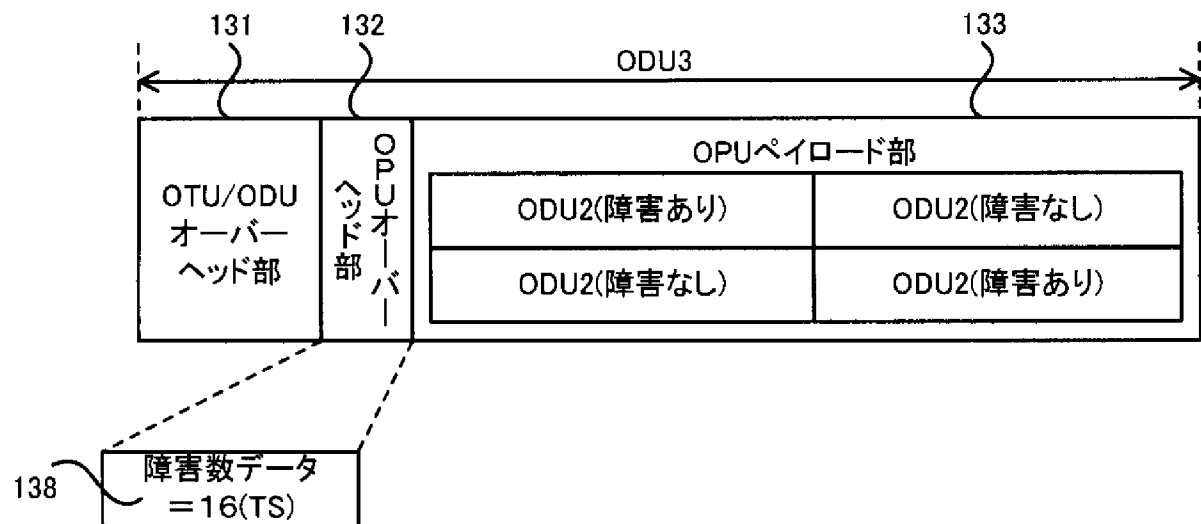
[図3]



[図4]

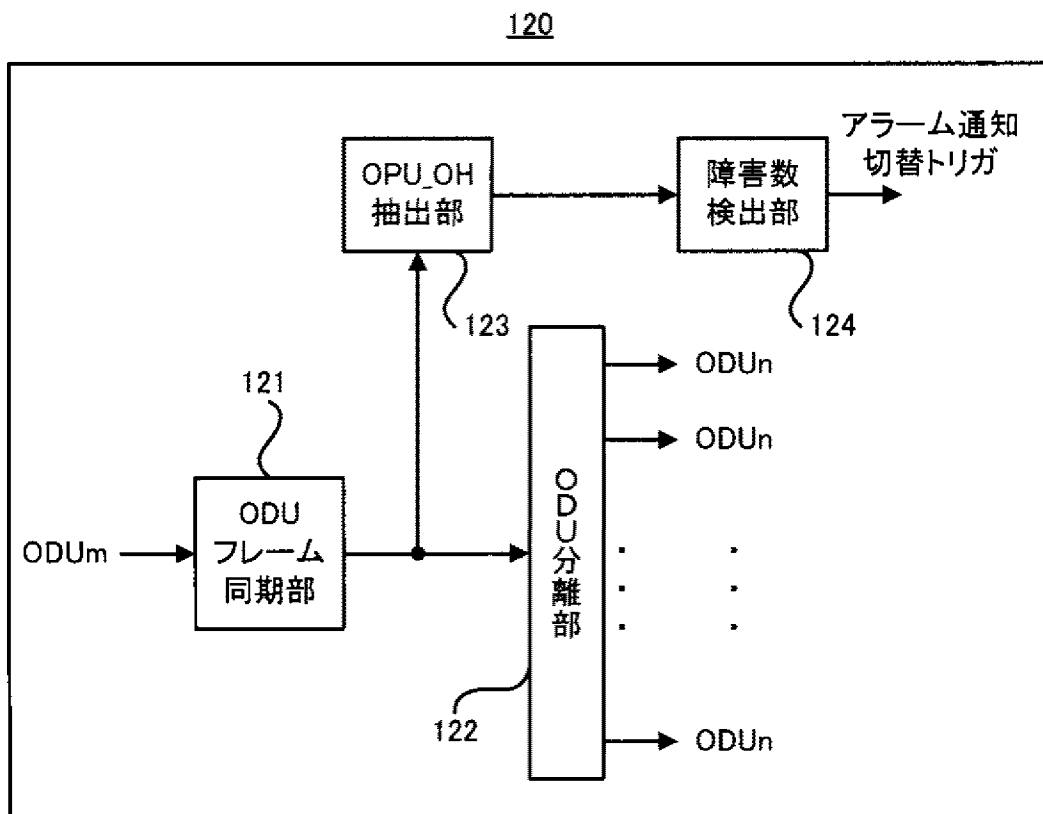


(a)

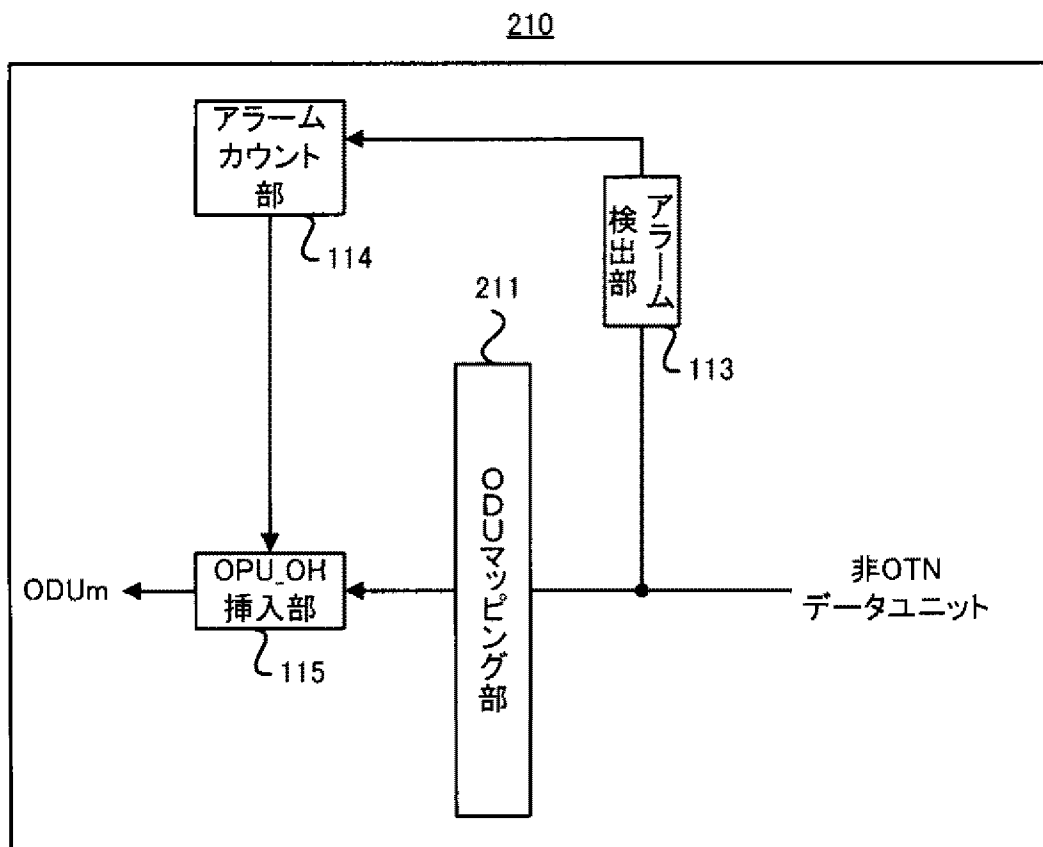


(b)

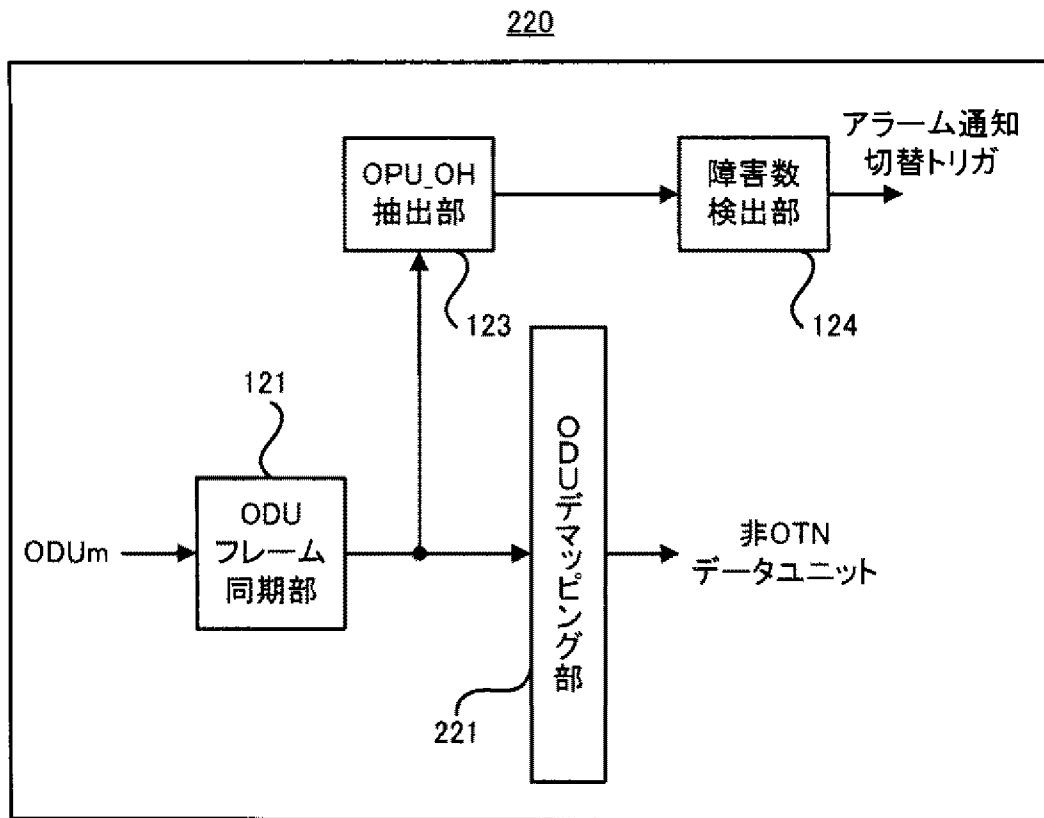
[図5]



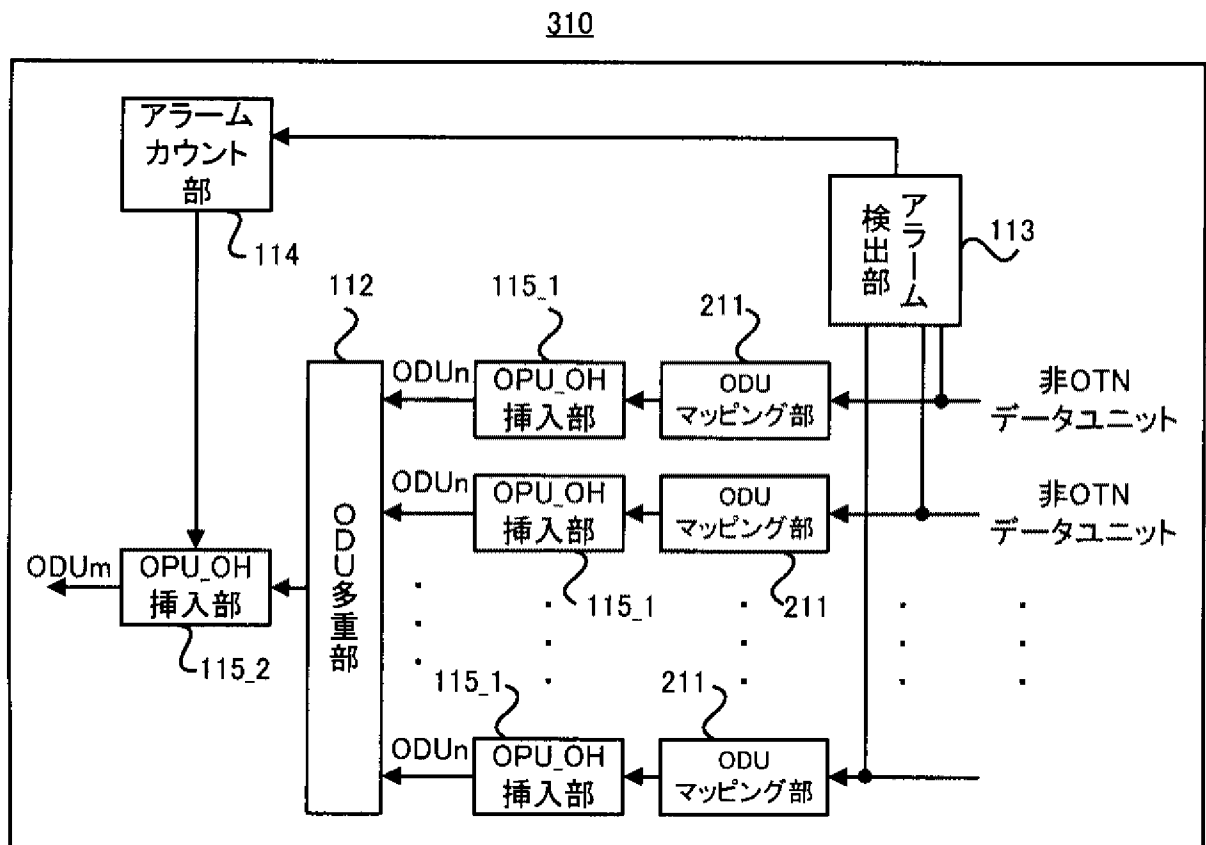
[図6]



[図7]

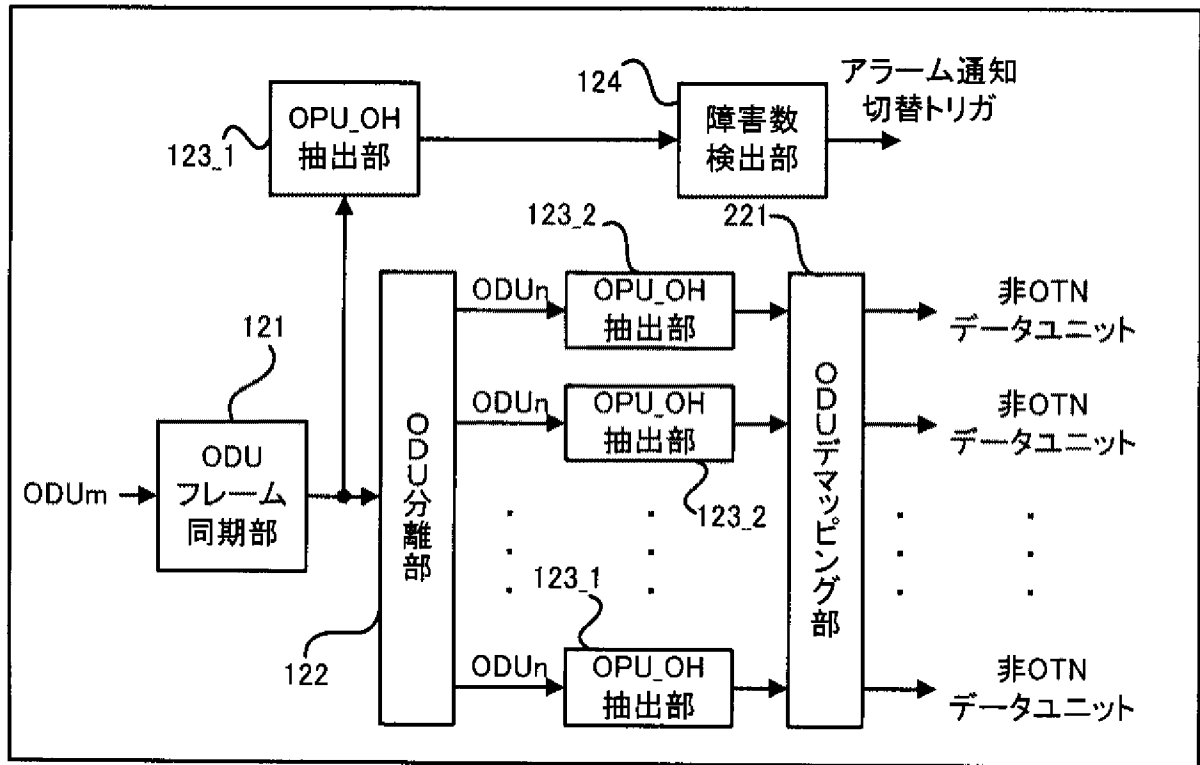


[図8]



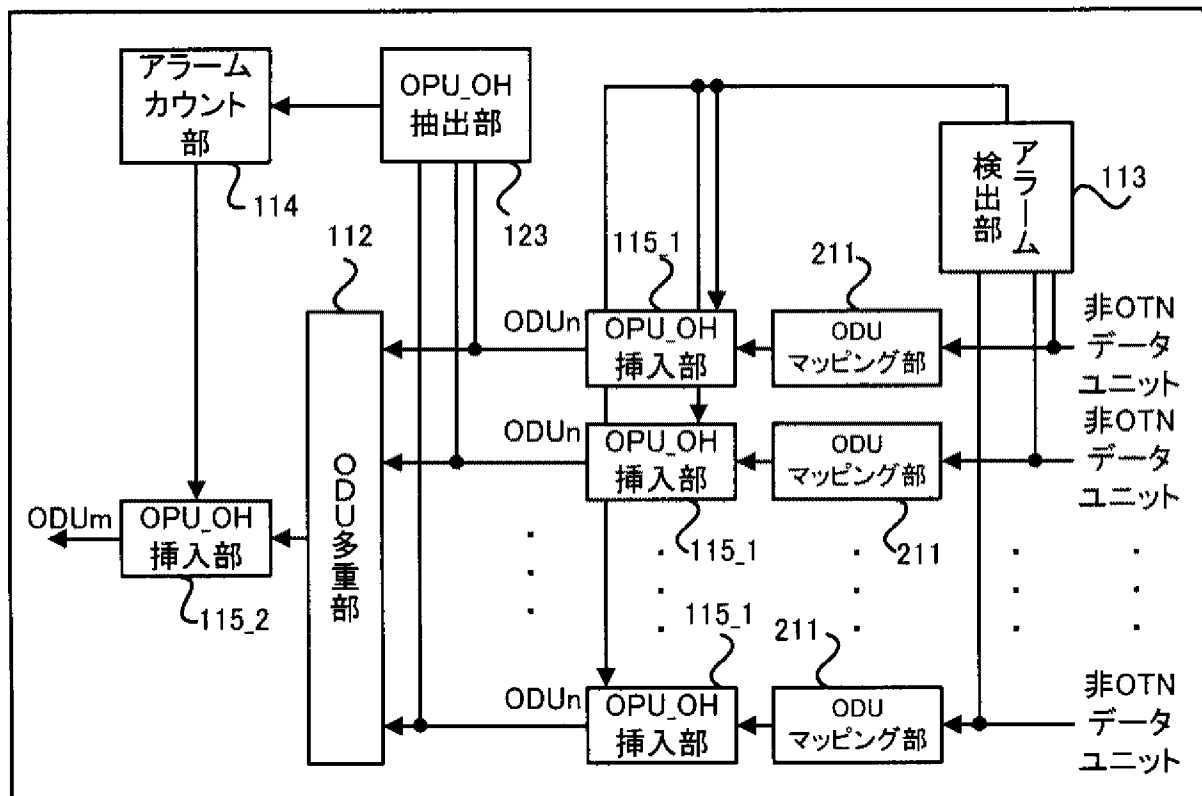
[図9]

320

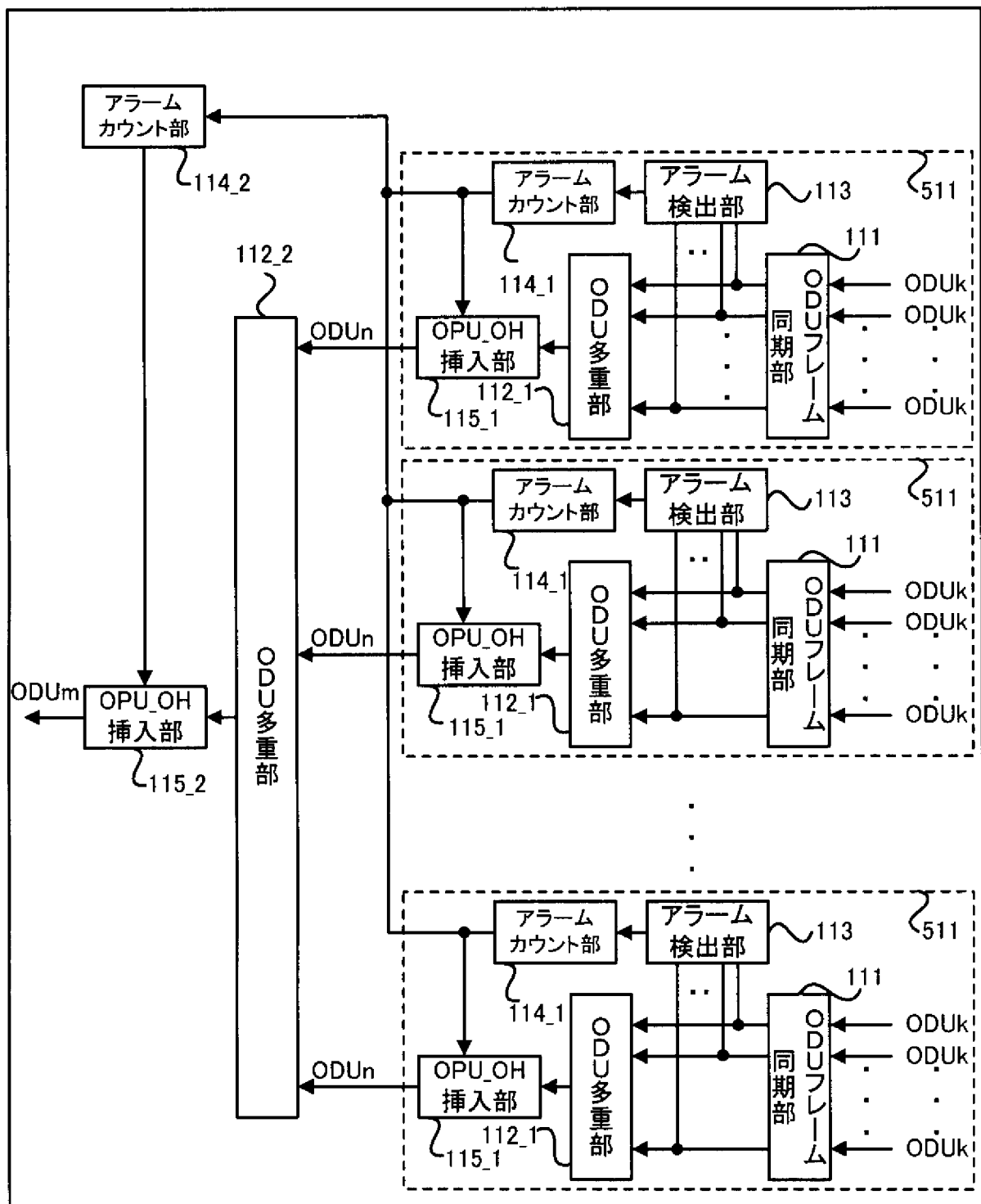


[図10]

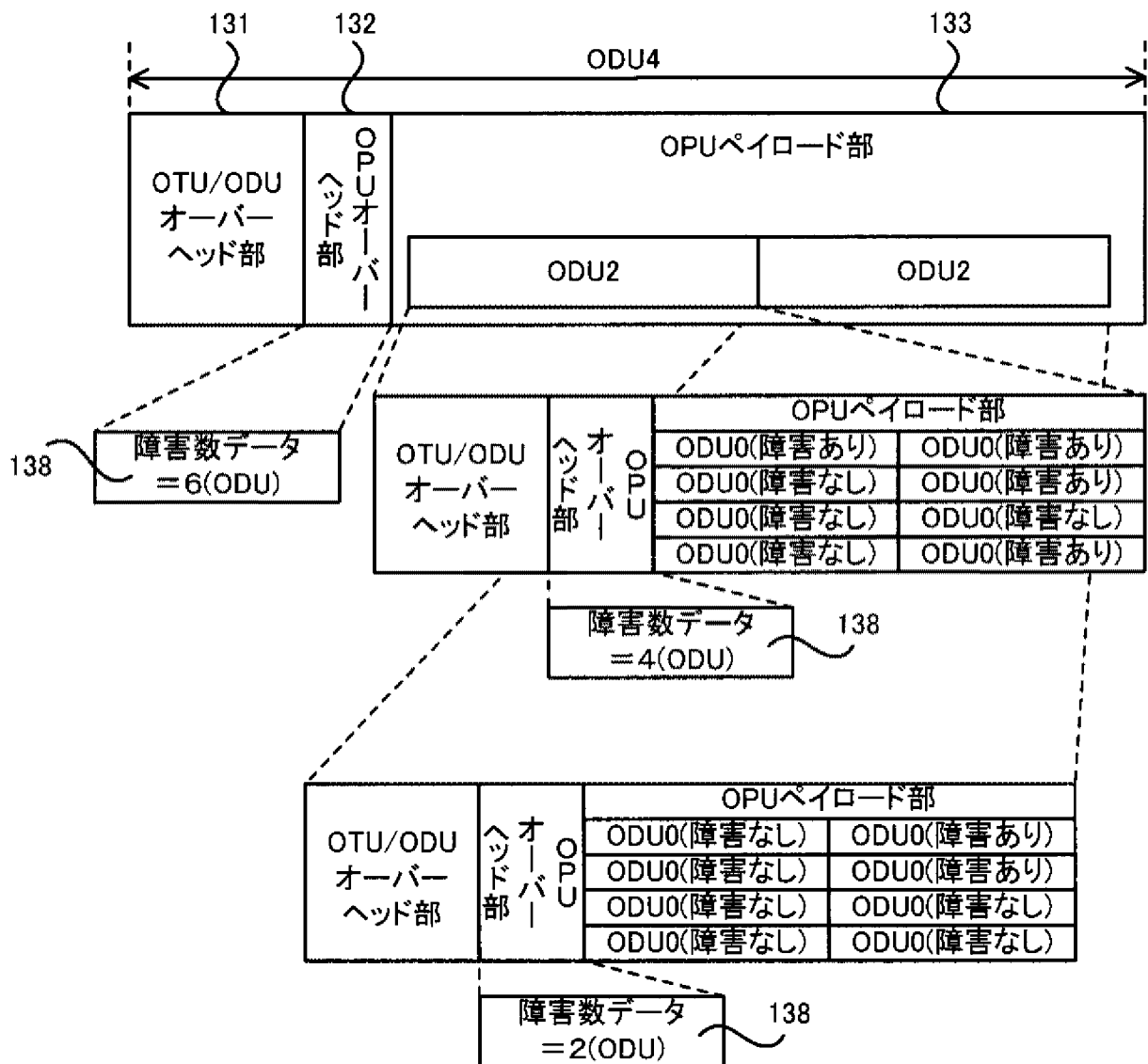
410



510

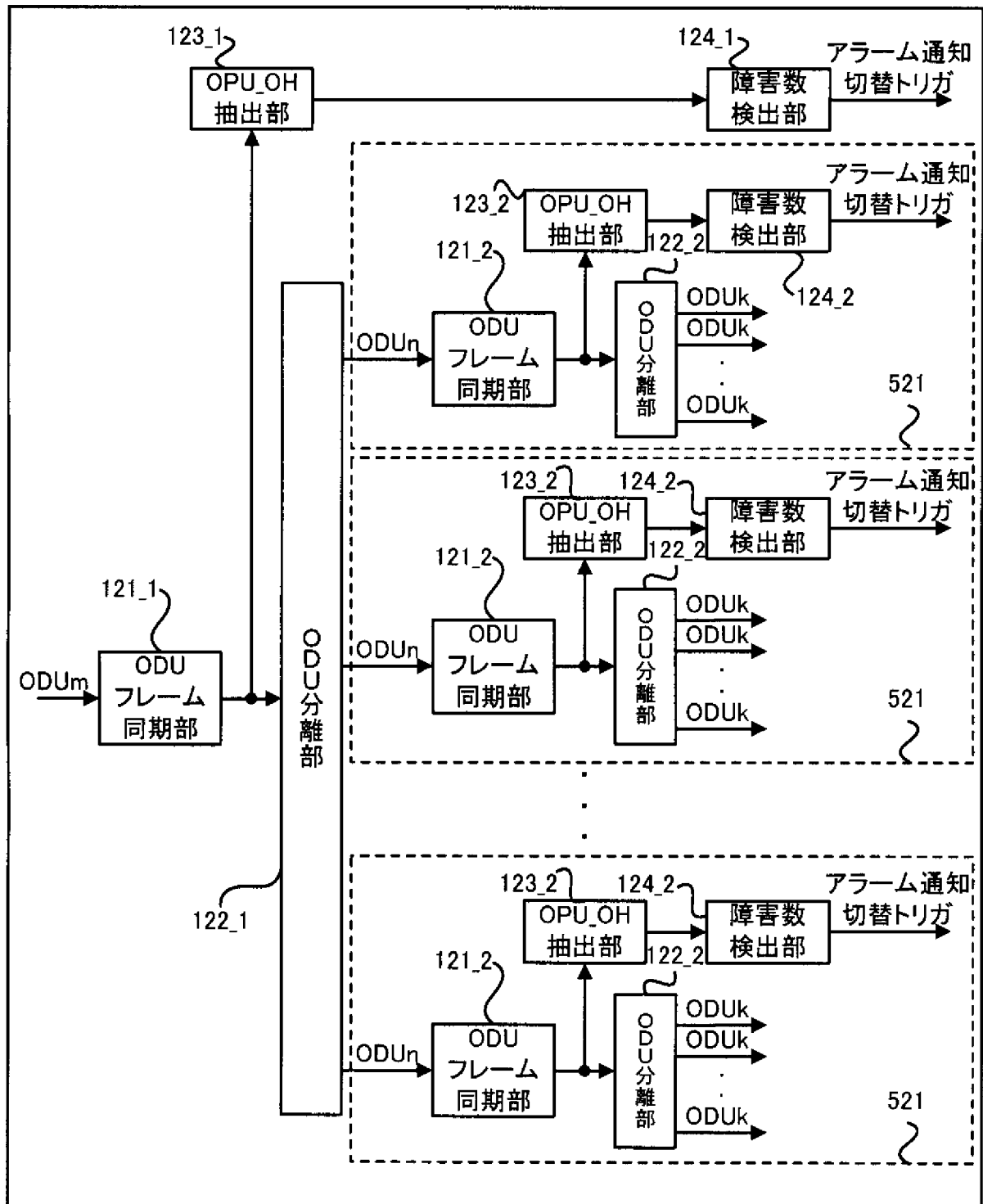


[図12]



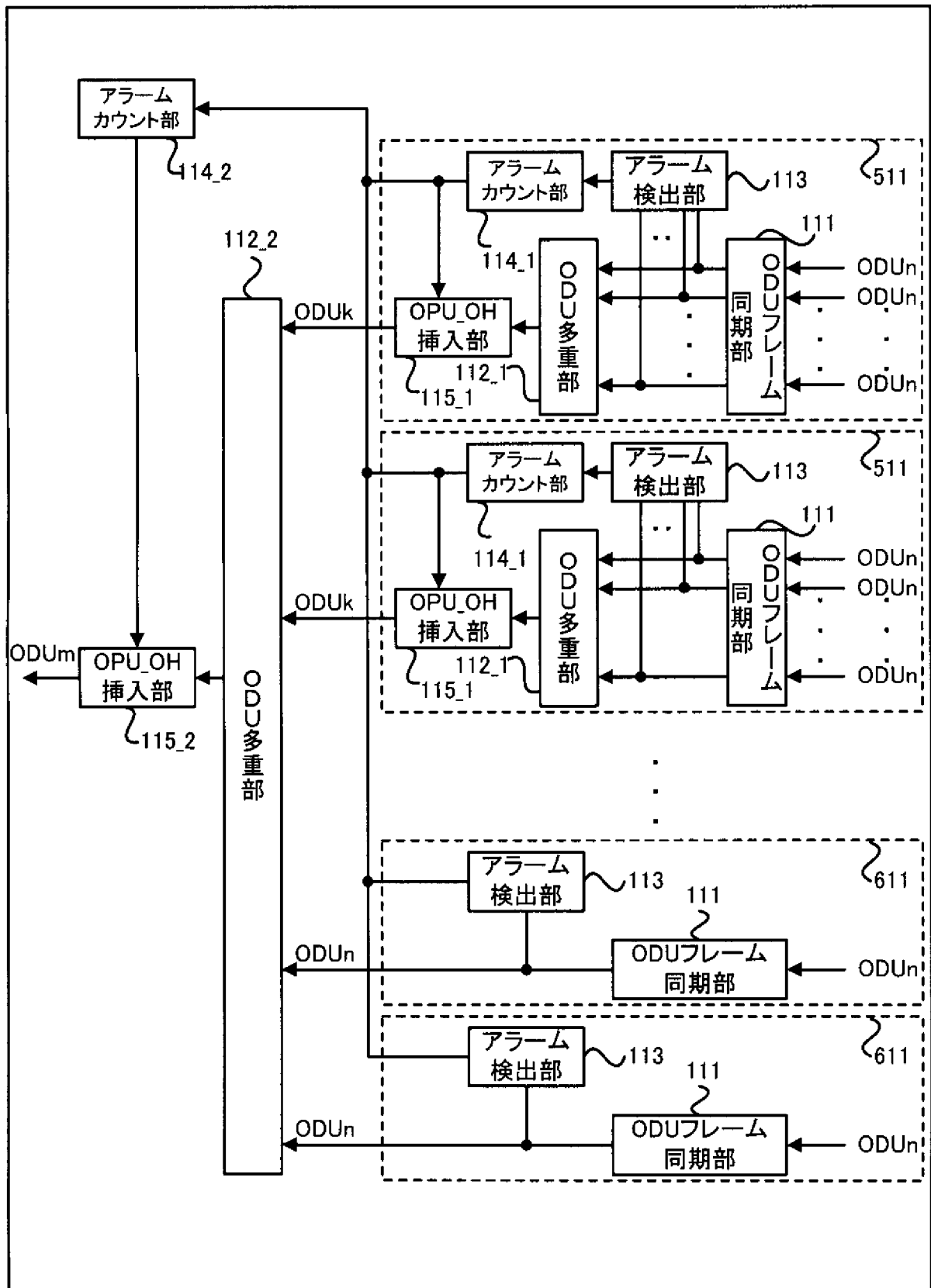
[図13]

520

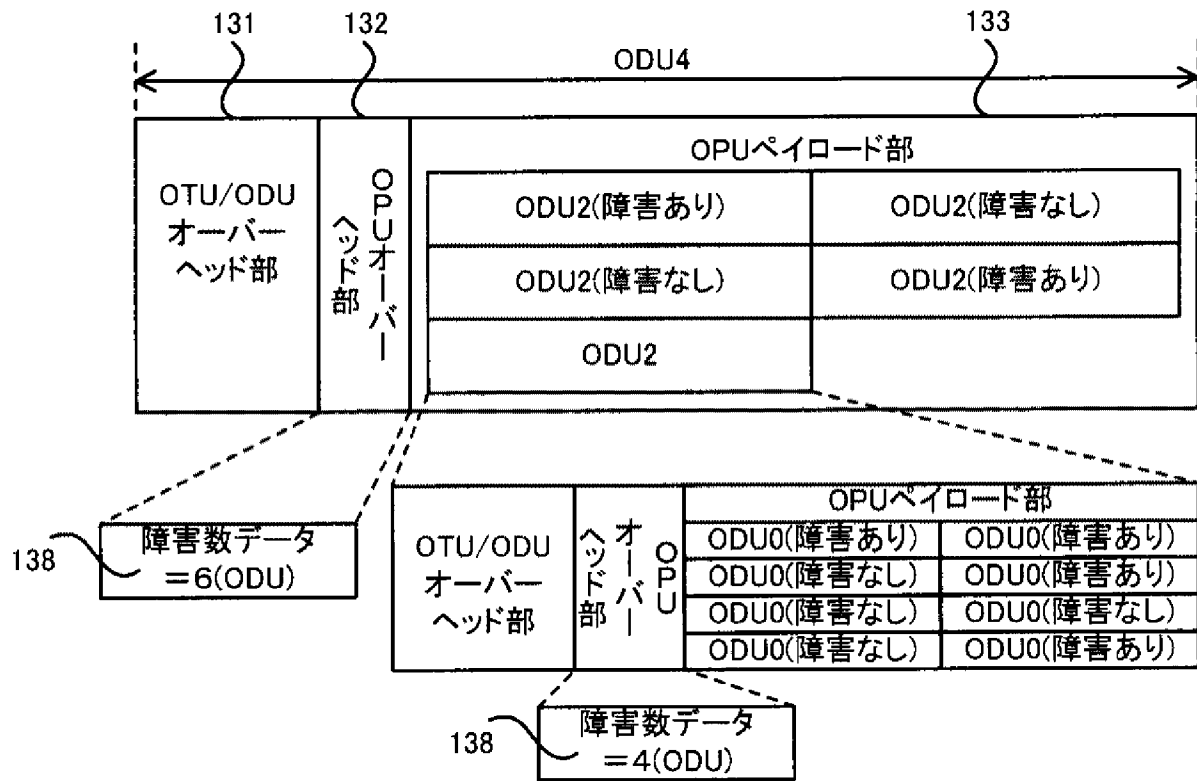


[図14]

610

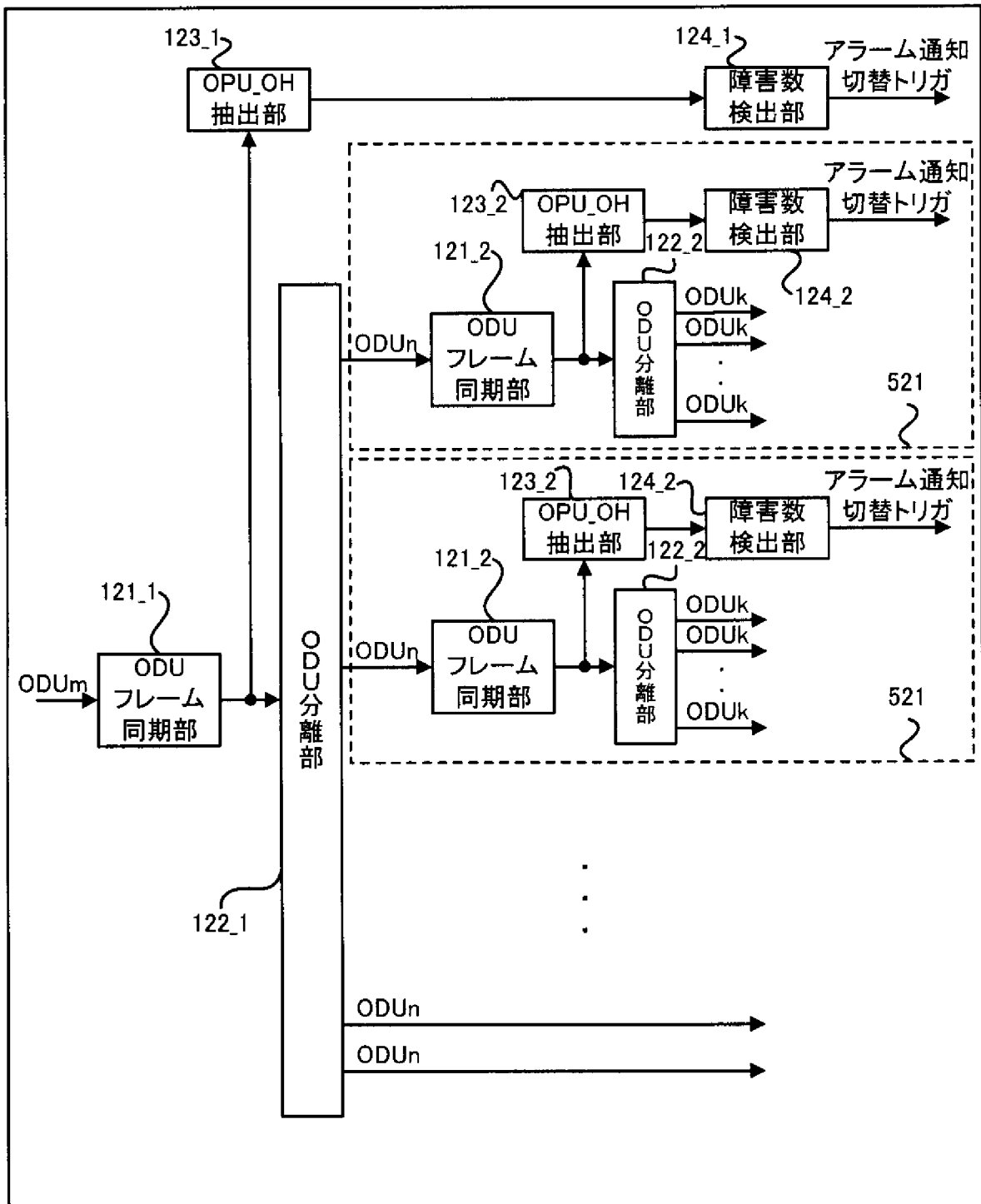


[図15]



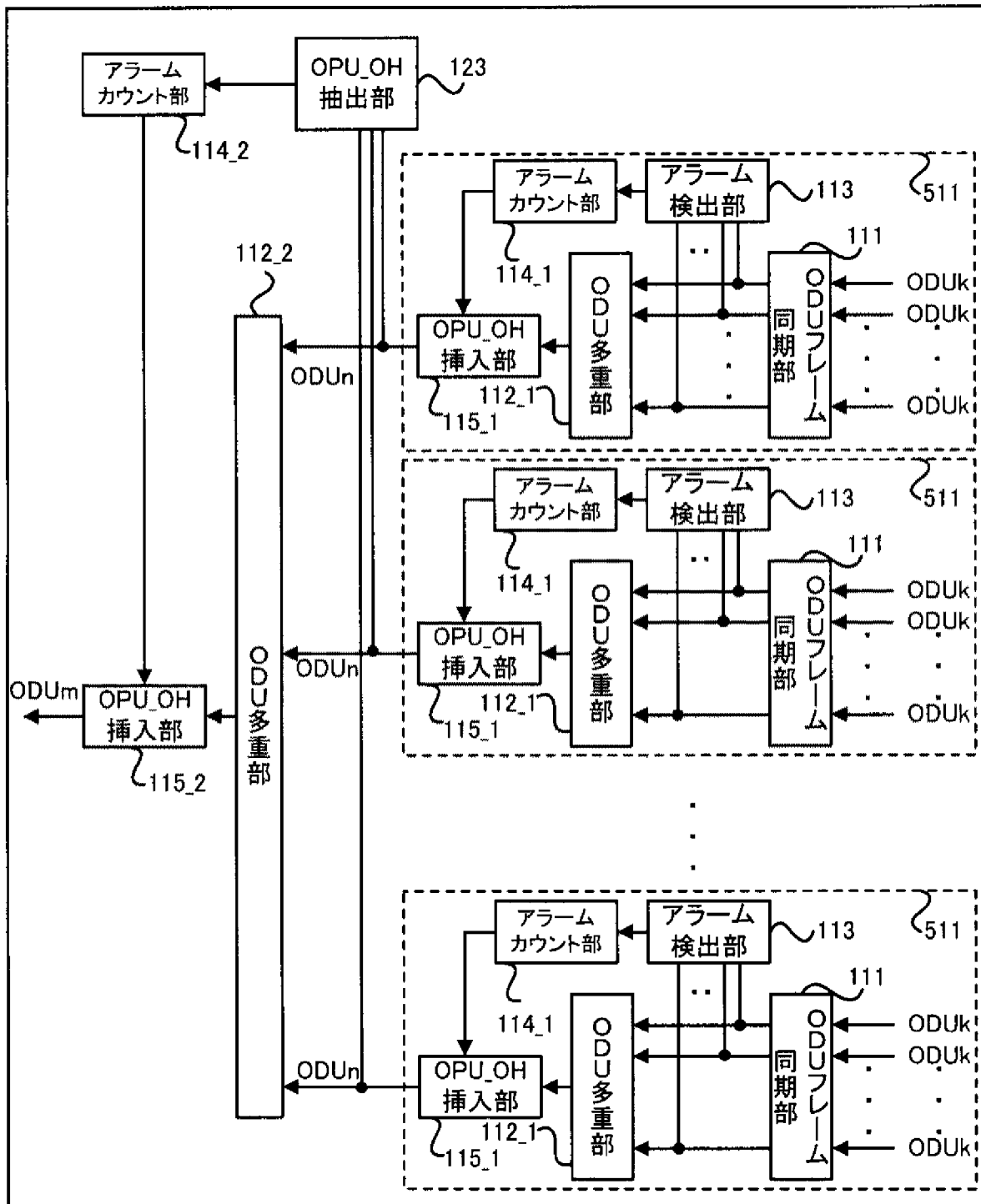
[図16]

620



[図17]

710



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/055680

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J3/00(2006.01) i, H04J3/14(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)

H04J3/00, H04J3/14

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                  | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2005-223933 A (Hitachi Communication Technology Co., Ltd.),                                      | 1-5, 8-13,            |
| Y         | 18 August 2005 (18.08.2005),<br>claims 1, 2<br>(Family: none)                                       | 16-18<br>6, 7, 14, 15 |
| Y         | WO 2009/090777 A1 (Fujitsu Ltd.),<br>23 July 2009 (23.07.2009),<br>fig. 1, 2<br>& WO 2009/090742 A1 | 6, 7, 14, 15          |
| A         | WO 2004/088889 A1 (Fujitsu Ltd.),<br>14 October 2004 (14.10.2004),<br>entire text<br>(Family: none) | 1-18                  |

☒ 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17 June, 2010 (17.06.10)Date of mailing of the international search report  
29 June, 2010 (29.06.10)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/055680

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2010-62682 A (Fujitsu Ltd.) ,<br>18 March 2010 (18.03.2010) ,<br>entire text<br>(Family: none) | 1-18                  |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04J3/00(2006.01)i, H04J3/14(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. H04J3/00, H04J3/14

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 0 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 0 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 0 年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号      |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| X               | JP 2005-223933 A (株式会社日立コミュニケーションテクノロジー)<br>2005.08.18, 請求項 1, 2 (ファミリーなし) | 1-5, 8-13,<br>16-18 |
| Y               |                                                                            | 6, 7, 14, 15        |
| Y               | WO 2009/090777 A1 (富士通株式会社) 2009.07.23, 第 1, 2 図 & WO<br>2009/090742 A1    | 6, 7, 14, 15        |

☒ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 7 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 6 . 2 0 1 0

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)

阿部 弘

5 K

9 3 8 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                        |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | WO 2004/088889 A1 (富士通株式会社) 2004. 10. 14, 全文 (ファミリーなし) | 1-18           |
| A                     | JP 2010-62682 A (富士通株式会社) 2010. 03. 18, 全文 (ファミリーなし)   | 1-18           |