

(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  
2015年9月3日(03.09.2015)



(10) 国際公開番号  
WO 2015/129290 A1

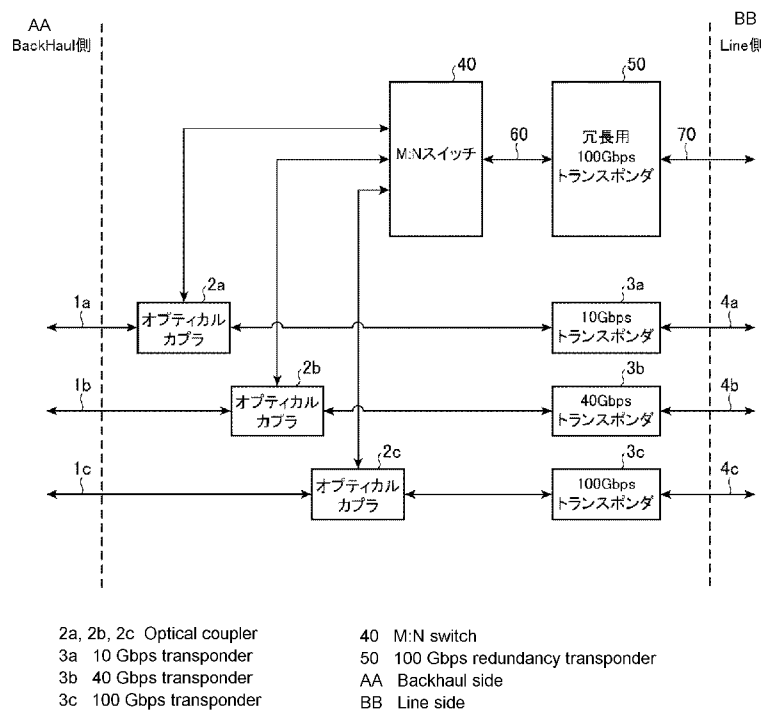
- (51) 国際特許分類:  
H04B 10/032 (2013.01) H04J 14/02 (2006.01)  
H04J 14/00 (2006.01) H04L 29/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050150
- (22) 国際出願日: 2015年1月6日(06.01.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2014-034155 2014年2月25日(25.02.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 前田 賢一(MAEDA, Kenichi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 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, 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, 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: WAVELENGTH REDUNDANCEY DEVICE AND WAVELENGTH REDUNDANCY METHOD

(54) 発明の名称: 波長冗長装置及び波長冗長方法



(57) Abstract: 10 Gbps client signals (1a)-(1c) processed by each of a 10 Gbps transponder (3a), a 40 Gbps transponder (3b), and a 100 Gbps transponder (3c) are branched to an M:N switch (40) by optical couplers (2a)-(2c). The M:N switch (40) selects one from among the branched client signals (1a-1c) that is to be made redundant, and outputs the selected client signal to a 100 Gbps redundancy transponder (50) having a 10-Gbps-based client interface.

(57) 要約: 10 Gbps トランスポンダ (3a)、40 Gbps トランスポンダ (3b)、100 Gbps トランスポンダ (3c) がそれぞれ処理する 10 Gbps のクライアント信号 (1a) ~ (1c) を、光学カプラ (2a) ~ (2c) で M:N スイッチ (40) へ分岐させる。M:N スイッチ (40) は、分岐されたクライアント信号 (1a) ~ (1c) の中から、冗長するクライアント信号を選択して、10 Gbps ベースのクライアントインタ

フェースを有する冗長用 100 Gbps トランスポンダ (50) へ出力する。

WO 2015/129290 A1

## 明 細 書

発明の名称：波長冗長装置及び波長冗長方法

### 技術分野

[0001] この発明は、波長多重光伝送システムにおける波長冗長装置及び波長冗長方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 大容量光伝送を実現するにあたり、波長多重数の増加及び光ファイバ網の新規敷設だけでは需要に十分に応えられず、近年、トランスポンダあたりの伝送速度は、従来の10Gbpsから40Gbps、100Gbps、400Gbpsと急速に開発が進んでいる。海底ケーブルでの通信容量の増加の方法としては、従来の光ファイバを活用し、使用していた10Gbpsの帯域の一部をマイグレーションにより新規40Gbps、100Gbpsによって巻き取ることにより空けて、或いはもともと空けていた帯域を有効活用するような、アップグレード方式が一般的である。

このような技術動向を受け、互いに異なる伝送速度を持つトランスポンダが混在した波長多重光伝送システムが、近年増えつつある。

[0003] ところで、波長多重光伝送システムは、ある単一波長に障害が発生した場合、その波長に載せられて伝送されるクライアント信号を保護するために、冗長系を有して当該冗長系と現用系とを切り替え可能なシステム構成としていた。

[0004] 例えば、特許文献1には、外部装置から受信した $n$ チャンネル分の信号をチャンネルごとにそれぞれ現用系用と予備系用の2方向に分岐する光カップラ11-1～11- $n$ と、光カップラ11-1～11- $n$ で分岐された現用系用の信号を $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換して送出するトランスポンダ12-1～12- $n$ と、光カップラ11-1～11- $n$ で分岐された予備系用の信号から予備系信号を選択して送出する光スイッチ13と、光スイッチ13から送出される予備系信号を $\lambda_{n+1}$ の光信号に変換して送出するトランスポンダ12-( $n+$

1) とを備えた光冗長切替え装置（波長冗長装置）が記載されている（特許文献1の図1参照）。

[0005] トランスポンダ12-1~12-nが送出する $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号のうち、1つの波長に故障が検出されると、光スイッチ13は、当該故障が検出された波長に載せられている信号に対応する予備系用の信号を選択して、トランスポンダ12-(n+1)へ出力する。トランスポンダ12-(n+1)は、出力されたこの信号を、 $\lambda_{n+1}$ を用いて送信する（特許文献1の図4参照）。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開WO2010/044154号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記したような波長冗長装置では、例えば、トランスポンダ12-1が10Gbpsトランスポンダ、トランスポンダ12-2が40Gbpsトランスポンダ、トランスポンダ12-3が100Gbpsトランスポンダであるとする、つまり、100Gbps、40Gbps、10Gbpsのような異なるWDM (Wavelength Division Multiplex) 伝送速度が混在する波長多重光伝送システムに適用するとなると、WDM伝送速度ごとに、波長冗長装置（光プラ11-1~11-n、光スイッチ13、トランスポンダ12-(n+1)等）をそれぞれ設置する必要がある。このため、冗長用に設置する複数のトランスポンダ分の帯域を確保する必要があると共に、波長冗長装置に掛かるコスト及び設置スペース等が増大するという課題があった。

[0008] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、異なるWDM伝送速度が混在する波長多重光伝送システムにおいて、WDM伝送速度ごとにそれぞれ設置する必要のない波長冗長装置を得ることを目的とする

。

### 課題を解決するための手段

[0009] この発明に係る波長冗長装置は、入力されるクライアント信号を処理する複数の現用トランスポンダによって互いに異なる波長のWDMライン信号が出力され、WDMライン信号の伝送速度は複数種類が混在している波長多重光伝送システムにおけるものであって、現用トランスポンダへクライアント信号を出力すると共に、クライアント信号を分岐させた冗長用クライアント信号を出力するオプティカルカップラと、クライアントインタフェースを有し、クライアントインタフェースより入力される信号を処理して冗長用WDMライン信号として出力する冗長用トランスポンダと、オプティカルカップラが出力する冗長用クライアント信号が入力され、冗長用トランスポンダのクライアントインタフェースに適合する伝送速度の信号を選択的に出力する選択切替部とを備え、現用トランスポンダが出力するWDMライン信号の波長に障害が発生すると、選択切替部は、当該障害が発生した波長のWDMライン信号を出力する現用トランスポンダに入力されるクライアント信号の冗長用クライアント信号を選択して、冗長用トランスポンダのクライアントインタフェースに適合する伝送速度の冗長用クライアント信号として出力し、冗長用トランスポンダは、選択切替部が出力するクライアントインタフェースに適合する伝送速度の冗長用クライアント信号を処理して冗長用WDMライン信号を出力することを特徴とするものである。

[0010] また、この発明に係る波長冗長方法は、入力されるクライアント信号を処理する複数の現用トランスポンダによって互いに異なる波長のWDMライン信号が出力され、WDMライン信号の伝送速度は複数種類が混在している波長多重光伝送システムにおいて、現用トランスポンダへクライアント信号を出力すると共に、クライアント信号を分岐させた冗長用クライアント信号を出力するオプティカルカップラと、クライアントインタフェースを有し、クライアントインタフェースより入力される信号を処理して冗長用WDMライン信号として出力する冗長用トランスポンダと、オプティカルカップラが出力す

る冗長用クライアント信号が入力され、冗長用トランスポンダのクライアントインタフェースに適合する伝送速度の信号を選択的に出力する選択切替部とを備える波長冗長装置の波長冗長方法であって、現用トランスポンダが出力するWDMライン信号の波長に障害が発生すると、選択切替部が、当該障害が発生した波長のWDMライン信号を出力する現用トランスポンダに入力されるクライアント信号の冗長用クライアント信号を選択する信号選択ステップと、選択切替部が、信号選択ステップで選択した冗長用クライアント信号を、冗長用トランスポンダのクライアントインタフェースに適合する伝送速度の冗長用クライアント信号として出力する第1の信号出力ステップと、冗長用トランスポンダが、第1の信号出力ステップで出力されたクライアントインタフェースに適合する伝送速度の冗長用クライアント信号を処理して、冗長用WDMライン信号を出力する第2の信号出力ステップとを備えることを特徴とするものである。

### 発明の効果

[0011] この発明によれば、WDM伝送速度ごとに波長冗長装置をそれぞれ設置する必要がなくなり、帯域の有効活用、波長冗長装置に掛かるコスト及び設置スペースの削減が可能である。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]この発明の実施の形態1に係る波長冗長装置を備えた端局装置の構成を示す図である。

[図2]1つの波長を冗長している際の、この発明の実施の形態1に係る波長冗長装置のM：Nスイッチ内の信号の流れを示す図である。

[図3]複数の波長を冗長している際の、この発明の実施の形態1に係る波長冗長装置のM：Nスイッチ内の信号の流れを示す図である。

[図4]図3に示す状態から一部の波長の冗長を止めた際の、この発明の実施の形態1に係る波長冗長装置のM：Nスイッチ内の信号の流れを示す図である。

[図5]この発明の実施の形態1に係る波長冗長装置を備えた端局装置の構成の

変形例を示す図である。

[図6]この発明の実施の形態2に係る波長冗長装置を備えた端局装置の構成を示す図である。

[図7]この発明の実施の形態2に係る波長冗長装置を備えた端局装置の構成の第1変形例を示す図である。

[図8]この発明の実施の形態2に係る波長冗長装置を備えた端局装置の構成の第2変形例を示す図である。

[図9]この発明の実施の形態2に係る波長冗長装置のM:Nスイッチ内の信号の流れを示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0013] 以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態1.

図1に、この発明の実施の形態1に係る波長冗長装置を備えた端局装置の構成例を示す。

端局装置は、バックホール側から伝送されるクライアント信号1a~1cを分岐するオプティカルカップラ2a~2cと、10Gbpsベースのクライアントインタフェースを1個備えた10Gbpsトランスポンダ3a（現用トランスポンダ）と、10Gbpsベースのクライアントインタフェースを4個備えた40Gbpsトランスポンダ3b（現用トランスポンダ）と、10Gbpsベースのクライアントインタフェースを10個備えた100Gbpsトランスポンダ3c（現用トランスポンダ）と、入力された信号を選択的に出力するM:Nスイッチ40（選択切替部）と、10Gbpsベースのクライアントインタフェースを10個備えた冗長用100Gbpsトランスポンダ50とを備えている。なお、図1では、冗長化に関する構成要素のみを図示し、波長多重化、増幅等の処理を行う要素は省略する。

[0014] クライアント信号1aは、10Gbpsトランスポンダ3aに対応する1本の10Gbpsの信号である。クライアント信号1bは、10Gbpsの

信号で、40 Gbps トランスポンダ 3 b に対応しており、4 本伝送される。クライアント信号 1 c は、10 Gbps の信号で、100 Gbps トランスポンダ 3 c に対応しており、10 本伝送される。

[0015] クライアント信号 1 a は、オプティカルカップラ 2 a により、10 Gbps トランスポンダ 3 a 方向と M : N スイッチ 40 方向とに分岐される。同様に、クライアント信号 1 b は、オプティカルカップラ 2 b により、40 Gbps トランスポンダ 3 b 方向と M : N スイッチ 40 方向とに分岐される。クライアント信号 1 c は、オプティカルカップラ 2 c により、100 Gbps トランスポンダ 3 c 方向と M : N スイッチ 40 方向とに分岐される。

オプティカルカップラ 2 a ~ 2 c により 2 方向に分岐されるクライアント信号 1 a ~ 1 c のうち、M : N スイッチ 40 へ向かうものは、冗長用のクライアント信号として分岐される。なお、M : N スイッチ 40 へ向かうものも、10 Gbps トランスポンダ 3 a 又は 40 Gbps トランスポンダ 3 b 又は 100 Gbps トランスポンダ 3 c へ向かうものも、実質的に同じ信号であるので、両者ともクライアント信号 1 a ~ 1 c と記載して説明する。

[0016] 10 Gbps トランスポンダ 3 a は、オプティカルカップラ 2 a を介して入力されるクライアント信号 1 a を、ライン側へ、10 Gbps の WDM ライン信号 4 a として、波長  $\lambda_1$  で出力する。また、40 Gbps トランスポンダ 3 b は、オプティカルカップラ 2 b を介して入力されるクライアント信号 1 b を束ねて、ライン側へ、40 Gbps の WDM ライン信号 4 b として、波長  $\lambda_2$  で出力する。また、100 Gbps トランスポンダ 3 c は、入力されるクライアント信号 1 c を束ねて、ライン側へ、100 Gbps の WDM ライン信号 4 c として、波長  $\lambda_3$  で出力する。

つまり、図 1 に示すのは、WDM ライン信号の伝送速度（WDM 伝送速度）は異なる速度が混在し、クライアント信号の伝送速度は同一のものである。

[0017] M : N スイッチ 40 は、10 Gbps ベースのクライアントインタフェースを 15 個備え、オプティカルカップラ 2 a ~ 2 c を介して入力されるクライ

アント信号1 a ~ 1 c を、選択的に冗長用クライアント信号6 0として、最大1 0本出力する。つまり、M : Nスイッチ4 0は、1 5 : 1 0スイッチである。

[0018] 冗長用1 0 0 G b p s トランスポンダ5 0は、M : Nスイッチ4 0から自身のクライアントインタフェースを介して入力される冗長用クライアント信号6 0を束ねて、ライン側へ、1 0 0 G b p s の冗長用WDMライン信号7 0として、波長 $\lambda_4$ で出力する。

[0019] 続いて、上記のように構成された端局装置の動作について説明する。

正常時においては、1 0 G b p s トランスポンダ3 aが、オプティカルカプラ2 aを介して入力されるクライアント信号1 aを、ライン側へ、1 0 G b p s のWDMライン信号4 aとして、波長 $\lambda_1$ で出力する。同様に、4 0 G b p s トランスポンダ3 bが、オプティカルカプラ2 bを介して入力されるクライアント信号1 bを、ライン側へ、4 0 G b p s のWDMライン信号4 bとして、波長 $\lambda_2$ で出力し、1 0 0 G b p s トランスポンダ3 cが、オプティカルカプラ2 cを介して入力されるクライアント信号1 cを、ライン側へ、1 0 0 G b p s のWDMライン信号4 cとして、波長 $\lambda_3$ で出力する。そして、波長多重化、増幅等の処理が行われて、光伝送路へと出力される。

[0020] なお、上記した流れの動作は、図1に示す端局装置が送信側として機能するときの流れであり、この流れを逆にたどると、図1に示す端局装置は受信側として機能する。波長多重光伝送システムは、複数の端局装置が対向して構築される。

[0021] 次に、波長に障害が発生した場合の動作つまり冗長処理について説明する。

例えば、1 0 G b p s トランスポンダ3 aが出力する1 0 G b p s のWDMライン信号4 aの波長 $\lambda_1$ に関する経路上に、何らかの障害が発生したとする。

この障害は、例えば、対向する他の端局装置により検出されて、通知されるようにすればよい。または、端局装置を含む波長多重光伝送システム全体

を管理する装置（不図示）等により検出され、端局装置へ通知されるようにしてもよい。

[0022] 波長 $\lambda_1$ に関する障害の通知を受け、100Gbpsトランスポンダ3aは、自身が備える制御部（不図示）により、オプティカルカプラ2aを介して入力されるクライアント信号1aをソフトウェアあるいはハードウェアを用いて停止する。

また、波長 $\lambda_1$ に関する障害の通知を受け、スイッチ制御部（M：Nスイッチ40に備えられる。不図示）は、M：Nスイッチ40のスイッチ切替を制御する。

スイッチ制御部に制御されて、M：Nスイッチ40は、オプティカルカプラ2a～2cを介して入力されるクライアント信号1a～1cのうち、クライアント信号1aを選択して、冗長用クライアント信号60として出力する。このとき、冗長用100Gbpsトランスポンダ50の一番低い番号のポート（クライアントインタフェース）へ接続するようにスイッチを切替える。このときのM：Nスイッチ40内の信号の流れを、図2に示す。

[0023] 冗長用100Gbpsトランスポンダ50は、M：Nスイッチ40から入力される冗長用クライアント信号60（実質的にはクライアント信号1a）を、ライン側へ、100Gbpsの冗長用WDMライン信号70として、波長 $\lambda_4$ で出力する。このように、波長 $\lambda_1$ の冗長を行う。

[0024] 波長 $\lambda_1$ に加えて更に、40Gbpsの波長 $\lambda_2$ に関する経路上に何らかの障害が発生した場合、M：Nスイッチ40は、オプティカルカプラ2bを介して入力されるクライアント信号1bを、まだ占有されていない冗長用100Gbpsトランスポンダ50のポートのうち、一番低い番号のポートへ接続する。このときのM：Nスイッチ40内の信号の流れを図3に示す。図3は、波長 $\lambda_1$ 及び波長 $\lambda_2$ に関する障害が同時に発生した場合の、M：Nスイッチ40内の信号の流れでもある。

冗長用100Gbpsトランスポンダ50は、M：Nスイッチ40から入力される冗長用クライアント信号60（実質的にはクライアント信号1aと

クライアント信号1 b) を、ライン側へ、100 Gbpsの冗長用WDMライン信号70として、波長 $\lambda_4$ で出力する。このように、複数の波長 $\lambda_1, \lambda_2$ を同時に冗長することが可能である。

なお、100 Gbpsの波長 $\lambda_3$ に関する経路上に何らかの障害が発生した場合も、上記波長 $\lambda_1, \lambda_2$ のときと同様の冗長処理を行う。

[0025] このように、10 Gbpsトランスポンダ3 a、40 Gbpsトランスポンダ3 b、100 Gbpsトランスポンダ3 cが出力するWDMライン信号4 a~4 cの波長 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ に関する障害が発生した場合、障害が発生した波長に載せられているクライアント信号は、冗長用100 Gbpsトランスポンダ50によって、冗長用WDMライン信号70として出力される。

つまり、10 Gbpsトランスポンダ3 a、40 Gbpsトランスポンダ3 b、100 Gbpsトランスポンダ3 cが現用系、冗長用100 Gbpsトランスポンダ50が冗長系となる。

[0026] オプティカルカプラ2 a~2 c、M:Nスイッチ40、冗長用100 Gbpsトランスポンダ50が、波長冗長装置を構成しており、10 Gbps、40 Gbps、100 Gbpsという異なるWDM伝送速度が混在していても、冗長用に設置するトランスポンダは冗長用100 Gbpsトランスポンダ50だけで済み、冗長用に確保する帯域も、冗長用100 Gbpsトランスポンダ50用だけで済む。従って、WDM伝送速度ごとに波長冗長装置をそれぞれ設置する場合よりも、帯域の有効活用が可能となる。また、WDM伝送速度ごとに波長冗長装置をそれぞれ設置する必要がないために、波長冗長装置に掛かるコスト及び設置スペースの削減が可能である。

[0027] なお、障害が発生して冗長用100 Gbpsトランスポンダ50からのライン側への出力に切替えられていたクライアント信号について、その障害が解消し、再度現用系からのライン側への出力へ戻す際、M:Nスイッチ40からの冗長用100 Gbpsトランスポンダ50のポートへの接続を、低い番号へのポートへと並び替えるとアウトエージが発生するため、並び替えは行わないようにする。

例えば、図3のように一番低い番号のポートを占有しているクライアント信号1aを現用系からのライン側への出力へ戻すと、M:Nスイッチ40から冗長用100Gbpsトランスポンダ50の一番低い番号のポートへの接続に空きが出るが（図4に破線で示す）、図4のように、クライアント信号1bの接続先のポートは変更せずそのままとする。

[0028] また、図5に示すように、出力する波長がそれぞれ異なる10Gbpsトランスポンダ3aをa（aは1以上の整数）枚、40Gbpsトランスポンダ3bをb（bは1以上の整数）枚、100Gbpsトランスポンダ3cをc（cは1以上の整数）枚設けて、a枚の10Gbpsトランスポンダ3a全体で10Gbpsベースのクライアントインタフェースを $1 \times a$ 、b枚の40Gbpsトランスポンダ3b全体で10Gbpsベースのクライアントインタフェースを $4 \times b$ 、c枚の100Gbpsトランスポンダ3c全体で10Gbpsベースのクライアントインタフェースを $10 \times c$ だけ有することができる。

[0029] 図5におけるクライアント信号1aは、a枚の10Gbpsトランスポンダ3aにそれぞれ対応して、合計 $1 \times a$ 本伝送される。同様に、クライアント信号1bは、b枚の40Gbpsトランスポンダ3bにそれぞれ対応して、合計 $4 \times b$ 本伝送される。クライアント信号1cは、c枚の100Gbpsトランスポンダ3cにそれぞれ対応して、合計 $10 \times c$ 本伝送される。

M:Nスイッチ41は、 $(1 \times a + 4 \times b + 10 \times c) : 10$ スイッチであり、障害が発生した波長に載せられているクライアント信号を選択して冗長用クライアント信号60として冗長用100Gbpsトランスポンダ50に出力することにより、図1に示した構成と同様に、冗長処理が可能である。

このように、10Gbpsトランスポンダ3aがa枚、40Gbpsトランスポンダ3bがb枚、100Gbpsトランスポンダ3cがc枚ある場合でも、冗長用のトランスポンダは、100Gbpsトランスポンダ50の1枚で対応できる。

[0030] 図5に示す構成の場合、冗長用100Gbpsトランスポンダ50の10個あるポートの内既に8個が占有されている状態で、更にb枚の40Gbpsトランスポンダ3bの内1枚からの出力を冗長用100Gbpsトランスポンダ50からの出力に切替えようとしても、10Gbpsのクライアント信号はあと2本しか切替えられない。こうした場合は、予め、クライアント信号に優先順位を設定しておき、M:Nスイッチ41がその優先順位に従ってクライアント信号を選択的に出力するようスイッチ制御部で制御して、冗長を行えばよい。

なお、図5において他図と同一又は相当の部分については同一の符号を付し、その説明を省略又は簡略化する。以降の図においても同様である。

[0031] 以上のように、この実施の形態1によれば、複数種類のWDM伝送速度が混在している場合であっても、クライアント信号1a~1cに合わせたクライアントインタフェースを持つ冗長用100Gbpsトランスポンダ50へ、M:Nスイッチ40又はM:Nスイッチ41が、冗長するクライアント信号1a~1cを選択的に出力することで、波長冗長を行うこととした。従って、WDM伝送速度ごとに波長冗長装置をそれぞれ設置する必要がなくなり、帯域の有効活用、波長冗長装置に掛かるコスト及び設置スペースの削減が可能である。

[0032] また、M:Nスイッチ40、41が、クライアント信号の優先度に応じてクライアント信号を選択的に出力することとした。従って、重要なクライアント信号を確実に冗長することが可能である。

[0033] なお、M:Nスイッチ40、M:Nスイッチ41は、上記した15:10スイッチ、 $(1 \times a + 4 \times b + 10 \times c) : 10$ スイッチに限らず、クライアント信号1a~1cの本数、端局装置の構成状況に応じて、K（Kは2以上の整数）:L（Lは1以上の整数）のスイッチとして構成してもよい。

[0034] 実施の形態2.

図6に、この発明の実施の形態2に係る波長冗長装置を備えた端局装置の構成例を示す。

実施の形態1では、異なるWDM伝送速度が混在し、クライアント信号の伝送速度が同一の場合の冗長について示したが、実施の形態2では、異なるWDM伝送速度が混在し、クライアント信号の伝送速度も複数種類が混在している場合の冗長について示す。

[0035] 端局装置は、バックホール側から伝送されるクライアント信号1d, 1eを分岐するオプティカルカップラ2d, 2eと、10Gbpsベースのクライアントインタフェースをそれぞれ1個備えたd (dは1以上の整数) 枚の10Gbpsトランスポンダ3d (現用トランスポンダ) と、100Gbpsベースのクライアントインタフェースをそれぞれ1個備えたe (eは1以上の整数) 枚の100Gbpsトランスポンダ3e (現用トランスポンダ) と、入力された信号を選択的に出力するM:Nスイッチ42, N:1スイッチ43と、10Gbpsベースのクライアントインタフェースを10個備えたマックスポンダ80と、100Gbpsベースのクライアントインタフェースを1個備えた冗長用100Gbpsトランスポンダ51とを備えている。なお、図6では、冗長化に関する構成要素のみを図示し、波長多重化、増幅等の処理を行う要素は省略する。

[0036] クライアント信号1dは、10Gbpsの信号で、d枚の10Gbpsトランスポンダ3dそれぞれに対応しており、合計1×d本伝送される。クライアント信号1eは、100Gbpsの信号で、e枚の100Gbpsトランスポンダ3eそれぞれに対応しており、合計1×e本伝送される。クライアント信号1dは、オプティカルカップラ2dにより、10Gbpsトランスポンダ3d方向とM:Nスイッチ42方向とに分岐される。クライアント信号1eは、オプティカルカップラ2eにより、100Gbpsトランスポンダ3e方向とN:1スイッチ43方向とに分岐される。

オプティカルカップラ2d, 2eにより2方向に分岐されるクライアント信号1d, 1eのうち、M:Nスイッチ42又はN:1スイッチ43へ向かうものは、冗長用のクライアント信号として分岐される。なお、M:Nスイッチ42又はN:1スイッチ43へ向かうものも、10Gbpsトランスポン

ダ3 d又は100 Gbpsトランスポンダ3 eへ向かうものも、実質的に同じ信号であるので、両者ともクライアント信号1 d, 1 eと記載して説明する。

[0037] d枚の10 Gbpsトランスポンダ3 dは、オプティカルカップラ2 dを介してそれぞれ入力されるクライアント信号1 dを、ライン側へ、10 GbpsのWDMライン信号4 dとして、それぞれ異なる波長 $\lambda_{11} \sim \lambda_{1d}$ で出力する。また、e枚の100 Gbpsトランスポンダ3 eは、オプティカルカップラ2 eを介してそれぞれ入力されるクライアント信号1 eを、ライン側へ、100 GbpsのWDMライン信号4 eとして、それぞれ異なる波長 $\lambda_{31} \sim \lambda_{3e}$ で出力する。

[0038] M : Nスイッチ4 2は、10 Gbpsベースのクライアントインタフェースを、クライアント信号1 dの合計本数と同じ $1 \times d$ 個備え、オプティカルカップラ2 dを介して入力されるクライアント信号1 dを、選択的に冗長用クライアント信号6 1として、最大10本出力する。つまり、M : Nスイッチ4 2は、d : 10スイッチである。

[0039] マックスポンダ8 0は、M : Nスイッチ4 2から入力される冗長用クライアント信号6 1を束ねて、100 Gbpsの冗長用クライアント信号6 2として出力する。

N : 1スイッチ4 3は、マックスポンダ8 0から入力される冗長用クライアント信号6 2用とオプティカルカップラ2 eを介して入力されるクライアント信号1 e用に、100 Gbpsベースのクライアントインタフェースを、 $1 + 1 \times e$ 個備える。N : 1スイッチ4 3は、入力される冗長用クライアント信号6 2とクライアント信号1 eを、選択的に冗長用クライアント信号6 3として出力する。つまり、N : 1スイッチ4 3は、 $e + 1 : 1$ スイッチである。

[0040] 冗長用100 Gbpsトランスポンダ5 1は、N : 1スイッチ4 3から自身のクライアントインタフェースを介して入力される冗長用クライアント信号6 3を、ライン側へ、100 Gbpsの冗長用WDMライン信号7 1とし

て、波長 $\lambda_{41}$ で出力する。

[0041] 続いて、上記のように構成された端局装置の動作について説明する。

正常時においては、 $d$ 枚の10Gbpsトランスポンダ3dが、オプティカルカップラ2dを介してそれぞれ入力されるクライアント信号1dを、ライン側へ、10GbpsのWDMライン信号4dとして、それぞれ異なる波長 $\lambda_{11} \sim \lambda_{1d}$ で出力する。同様に、 $e$ 枚の100Gbpsトランスポンダ3eが、オプティカルカップラ2eを介して入力されるクライアント信号1eを、ライン側へ、100GbpsのWDMライン信号4eとして、それぞれ異なる波長 $\lambda_{31} \sim \lambda_{3e}$ で出力する。そして、波長多重化、増幅等の処理が行われて、光伝送路へと出力される。

[0042] なお、上記した流れの動作は、図6に示す端局装置が送信側として機能するときの流れであり、この流れを逆にたどると、図6に示す端局装置は受信側として機能する。波長多重光伝送システムは、複数の端局装置が対向して構築される。

[0043] 次に、波長に障害が発生した場合の動作つまり冗長処理について説明する。

例えば、 $d$ 枚の10Gbpsトランスポンダ3dが出力する10GbpsのWDMライン信号4dの波長 $\lambda_{11} \sim \lambda_{1d}$ のうち、10個以下の波長に関する経路上に何らかの障害が発生し、その旨が端局装置へ通知されたとする。

[0044] 波長に関する障害の通知を受け、障害が発生した波長を出力している10Gbpsトランスポンダ3dは、自身が備える制御部（不図示）により、オプティカルカップラ2dを介して入力されるクライアント信号1dをソフトウェアあるいはハードウェアを用いて停止する。

また、波長に関する障害の通知を受け、スイッチ制御部（不図示）は、M：Nスイッチ42、N：1スイッチ43のスイッチ切替を制御する。

スイッチ制御部に制御されて、M：Nスイッチ42は、オプティカルカップラ2dを介して入力されるクライアント信号1dであって、障害が発生した波長に載せられて10Gbpsトランスポンダ3dから出力されていたクラ

クライアント信号1 dを選択して、冗長用クライアント信号6 1として出力する。

[0045] マックスポンダ8 0は、M : Nスイッチ4 2から入力される冗長用クライアント信号6 1（実質的にはクライアント信号1 d）を束ねて、1 0 0 G b p sの冗長用クライアント信号6 2として出力する。

N : 1スイッチ4 3は、スイッチ制御部に制御されて、マックスポンダ8 0から入力される冗長用クライアント信号6 2を冗長用クライアント信号6 3として選択して出力する。

冗長用1 0 0 G b p sトランスポンダ5 1は、N : 1スイッチ4 3から入力される冗長用クライアント信号6 3を、ライン側へ、1 0 0 G b p sの冗長用WDMライン信号7 1として、波長 $\lambda_{41}$ で出力する。これにより、障害が発生した1 0個以下の複数の波長を同時に冗長することができる。

[0046] あるいは例えば、e枚の1 0 0 G b p sトランスポンダ3 eが出力する1 0 0 G b p sの波長 $\lambda_{31} \sim \lambda_{3e}$ のうち、いずれか1個の波長に関する経路上に何らかの障害が発生したとする。

この場合、N : 1スイッチ4 3は、オプティカルカプラ2 eを介して入力されるクライアント信号1 eであって、障害が発生した波長に載せられて1 0 0 G b p sトランスポンダ3 eから出力されているクライアント信号1 eを、冗長用クライアント信号6 3として選択して出力する。

冗長用1 0 0 G b p sトランスポンダ5 1は、N : 1スイッチ4 3から入力される冗長用クライアント信号6 3（実質的にはクライアント信号1 e）を、ライン側へ、1 0 0 G b p sの冗長用WDMライン信号7 1として、波長 $\lambda_{41}$ で出力する。これにより、障害が発生した波長 $\lambda_{31} \sim \lambda_{3e}$ を冗長することができる。

[0047] このように、d枚の1 0 G b p sトランスポンダ3 d、e枚の1 0 0 G b p sトランスポンダ3 eが現用系、冗長用1 0 0 G b p sトランスポンダ5 1が冗長系のトランスポンダとして機能する。

M : Nスイッチ4 2、N : 1スイッチ4 3、マックスポンダ8 0が、選択

切替部を構成しており、当該選択切替部、オプティカルカップラ2 d, 2 e、冗長用100Gbpsトランスポンダ5 1が波長冗長装置を構成している。10Gbps、100Gbpsという異なるWDM伝送速度が混在していても、冗長用に設置するトランスポンダは冗長用100Gbpsトランスポンダ5 1だけで済み、冗長用に確保する帯域も、冗長用100Gbpsトランスポンダ5 1用だけで済む。従って、WDM伝送速度ごとに波長冗長装置をそれぞれ設置する場合よりも、帯域の有効活用が可能となる。また、WDM伝送速度ごとに波長冗長装置をそれぞれ設置する必要がないために、波長冗長装置に掛かるコスト及び設置スペースの削減が可能である。

[0048] なお、d枚の10Gbpsトランスポンダ3 dが出力する10Gbpsの波長 $\lambda_{11} \sim \lambda_{1d}$ のうち、11個以上の波長に関する障害が発生した場合、または、e枚の100Gbpsトランスポンダ3 eが出力する100Gbpsの波長 $\lambda_{31} \sim \lambda_{3e}$ のうち、2個以上の波長に関する障害が発生した場合は、優先的に冗長するクライアント信号1 d, 1 eの順位を予め設定すること等により、M:Nスイッチ4 2、N:1スイッチ4 3がその優先順位に従ってクライアント信号を選択的に出力するようスイッチ制御部で制御して、対応すればよい。

[0049] 図6では、10Gbpsのクライアント信号1 dがそれぞれ入力されるd枚の10Gbpsトランスポンダ3 dと、100Gbpsのクライアント信号1 eがそれぞれ入力されるe枚の100Gbpsトランスポンダ3 eとが混在している場合の構成について示したが、図7及び図8では、更に、40Gbpsのクライアント信号1 fがそれぞれ入力されるf（fは1以上の整数）枚の40Gbpsトランスポンダ3 f（現用トランスポンダ）も混在する場合の構成を示す。f枚の40Gbpsトランスポンダ3 fは、それぞれ40Gbpsベースのクライアントインタフェースを1個備えており、オプティカルカップラ2 fを介してそれぞれ入力されるクライアント信号1 fを、ライン側へ、40GbpsのWDMライン信号4 fとして、それぞれ異なる波長 $\lambda_{21} \sim \lambda_{2f}$ で出力する。

[0050] このような構成において冗長化を行うには、単純に、図6のオプティカルカプラ2dからM:Nスイッチ42、マックスポンダ80、N:1スイッチ43へと繋がる経路に相当するような、オプティカルカプラ2fからM:Nスイッチ44、マックスポンダ81、N:1スイッチ43へと繋がる経路を追加して構成すればよい。この構成を図7に示す。

M:Nスイッチ44は40Gbpsベースのクライアントインタフェースを、クライアント信号1fの合計本数と同じ $1 \times f$ 個備え、オプティカルカプラ2fを介して入力されるクライアント信号1fを、選択的に冗長用クライアント信号64として出力する。

[0051] マックスポンダ81は、M:Nスイッチ44から入力される冗長用クライアント信号64（実質的にはクライアント信号1f）を束ねて、100Gbpsの冗長用クライアント信号65として出力する。

N:1スイッチ43は、マックスポンダ80から入力される冗長用クライアント信号62と、オプティカルカプラ2eを介して入力されるクライアント信号1eに加え、マックスポンダ81から入力される冗長用クライアント信号65を、選択的に冗長用クライアント信号63として出力する。従って、図7におけるN:1スイッチ43は、100Gbpsベースのクライアントインタフェースを、 $1 + 1 \times e + 1$ 個備えた、 $e + 2 : 1$ スイッチである。

冗長用100Gbpsトランスポンダ51は、N:1スイッチ43から自身のクライアントインタフェースを介して入力される冗長用クライアント信号63を、ライン側へ、100Gbpsの冗長用WDMライン信号71として、波長 $\lambda_{41}$ で出力する。

[0052] 図7においては、M:Nスイッチ42、44、N:1スイッチ43、マックスポンダ80、81が、選択切替部を構成しており、当該選択切替部、オプティカルカプラ2d~2f、冗長用100Gbpsトランスポンダ51が波長冗長装置を構成している。

[0053] 図8は、10Gbpsのクライアント信号1dがそれぞれ入力されるd枚

の10Gbpsトランスポンダ3dと、100Gbpsのクライアント信号1eがそれぞれ入力されるe枚の100Gbpsトランスポンダ3eと、40Gbpsのクライアント信号1fがそれぞれ入力されるf枚の40Gbpsトランスポンダ3fとが混在する構成において冗長を行う際に、上記した図7とは違う構成を採用したものである。

[0054] M:Nスイッチ45は、クライアント信号1d用にd個、クライアント信号1f用にf個、合計d+f個のクライアントインタフェースを備え、オプティカルカップラ2dを介して入力されるクライアント信号1dの内最大2本を、オプティカルカップラ2fを介して入力されるクライアント信号1fの内最大2本を、選択的に冗長用クライアント信号66として出力する。

マックスポンダ82は、10Gbpsベースのクライアントインタフェースを2個、40Gbpsベースのクライアントインタフェースを2個備えており、M:Nスイッチ42から入力される冗長用クライアント信号66（実質的には最大2本のクライアント信号1d及び最大2本のクライアント信号1f）を束ねて、100Gbpsの冗長用クライアント信号67として出力する。

[0055] N:1スイッチ43、冗長用100Gbpsトランスポンダ51の働きは図6を用いて説明したものと同様である。

図8においては、M:Nスイッチ45、N:1スイッチ43、マックスポンダ82が、選択切替部を構成しており、当該選択切替部、オプティカルカップラ2d~2f、冗長用100Gbpsトランスポンダ51が波長冗長装置を構成している。

[0056] 冗長処理を行っている際の、M:Nスイッチ45内の信号の流れをマックスポンダ82と共に図9に示す。M:Nスイッチ45は、オプティカルカップラ2d, 2fを介して入力されるクライアント信号1d, 1fのうち、それぞれ最大で2本を選択して、冗長用クライアント信号66として出力する。

なお、新たにマックスポンダ82へ冗長用クライアント信号66を出力するときは、マックスポンダ82の空いているポート（クライアントインタフ

エース)のうち、一番低い番号のポートへ接続するようにする一方、図4で説明したのと同様に、障害が解消し、再度現用系からのライン側への出力へ戻す際、M:Nスイッチ45からのマックスポンダ82のポートへの接続の並び替えは行わない。

[0057] なお、図8に示すように、マックスポンダ82は、入力される信号の伝送速度が100Gbps以下で、出力する信号の伝送速度が冗長用のトランスポンダに入力可能であれば(図8では冗長用100Gbpsトランスポンダ51のクライアントインタフェースに入力可能であれば)、10Gbpsベースのクライアントインタフェースを2個、40Gbpsベースのクライアントインタフェースを2個のように、自身のクライアントインタフェースの構成を、目的に応じて変更したものを使用してよい。例えば、マックスポンダ82のクライアントインタフェースの構成を、10Gbpsベースのクライアントインタフェースを6個、40Gbpsベースのクライアントインタフェースを1個とすることも考えられる。この場合、M:Nスイッチ45は、オプティカルカップラ2dを介して入力されるクライアント信号1dの内最大6本を、オプティカルカップラ2fを介して入力されるクライアント信号1fの内最大1本を、選択的に冗長用クライアント信号66として出力するように構成する。

[0058] また、図6、図7及び図8では、冗長用100Gbpsトランスポンダ51を構成要素として示したが、これに代えて、例えば、100Gbpsベースのクライアントインタフェースを4個備えた400Gbpsトランスポンダで構成してもよい。この場合、N:1スイッチ43に代えて、M:Nスイッチ(M:4スイッチ)として構成する。これにより、より多くの波長を同時に冗長することができる。なお、当該M:Nスイッチは、端局装置の構成状況に応じて、K(Kは2以上の整数):L(Lは1以上の整数)のスイッチとして構成してもよい。

[0059] また、M:Nスイッチ42, 44, 45についても同様に、上記したd:10スイッチ等に限らず、クライアント信号1d~1fの本数、端局装置の

構成状況に応じて、 $K$  ( $K$ は2以上の整数) :  $L$  ( $L$ は1以上の整数) のスイッチとして構成してもよい。

[0060] 以上のように、この実施の形態2によれば、複数種類のWDM伝送速度が混在している場合であっても、 $M$  :  $N$ スイッチ、 $N$  : 1スイッチが、冗長するクライアント信号1d~1fを選択的に出力すると共に、冗長用100Gbpsトランスポンダ51のクライアントインタフェースに合わない信号を、当該クライアントインタフェースに合った伝送速度の信号に変換するマックスポンダを備えて、波長冗長を行うこととした。従って、WDM伝送速度ごとに波長冗長装置をそれぞれ設置する必要がなくなり、帯域の有効活用、波長冗長装置に掛かるコスト及び設置スペースの削減が可能である。

[0061] また、 $M$  :  $N$ スイッチ、 $N$  : 1スイッチが、クライアント信号の優先度に応じてクライアント信号を選択的に出力することとした。従って、重要なクライアント信号を確実に冗長することが可能である。

[0062] なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態においての任意の構成要素の省略が可能である。

[0063] また、この発明によれば、波長冗長されていない現行のシステムが存在しており、この現行のシステムとは別に、WDMライン信号の伝送速度がより速いシステムを新たに構築する際、新たに構築するシステムと共に、波長冗長されていない現行のシステムもまとめて冗長化することが可能である。

[0064] また、この発明によれば、冗長系として使用するトランスポンダが収容することが可能な範囲で、複数の波長を同時に保護することが可能となる。従って、中継器の出力揺れ、偏波ホールバーニングなどが原因により複数波長に同時に障害が発生しやすい海底ケーブルにおける光通信において、特に大きな効果を発揮する。

[0065] また、上記では、各クライアント信号、各WDMライン信号の伝送速度が、10Gbps、40Gbps、100Gbpsである構成について説明したが、各クライアント信号、各WDMライン信号の伝送速度は、これらに限

るものではない。

### 産業上の利用可能性

[0066] 以上のように、この発明に係る波長冗長装置及び波長冗長方法は、WDM伝送速度ごとに波長冗長装置をそれぞれ設置する必要がなくなり、帯域の有効活用、波長冗長装置に掛かるコスト及び設置スペースの削減が可能であるため、波長多重光伝送システムにおいて波長を冗長するために用いるのに適している。

### 符号の説明

[0067] 1 a～1 f クライアント信号、2 a～2 f オプティカルカプラ、3 a, 3 d 10 Gbps トランスポンダ（現用トランスポンダ）、3 b, 3 f 40 Gbps トランスポンダ（現用トランスポンダ）、3 c, 3 e 100 Gbps トランスポンダ（現用トランスポンダ）、4 a～4 f WDMライン信号、4 0～4 2, 4 4, 4 5 M:N スイッチ、4 3 N:1 スイッチ、5 0, 5 1 冗長用100 Gbps トランスポンダ、6 0～6 7 冗長用クライアント信号、7 0, 7 1 冗長用WDMライン信号、8 0～8 2 マックスポンダ。

## 請求の範囲

[請求項1] 入力されるクライアント信号を処理する複数の現用トランスポンダによって互いに異なる波長のWDM (Wavelength Division Multiplex) ライン信号が出力され、前記WDMライン信号の伝送速度は複数種類が混在している波長多重光伝送システムにおける波長冗長装置であって、

前記現用トランスポンダへ前記クライアント信号を出力すると共に、前記クライアント信号を分岐させた冗長用クライアント信号を出力するオプティカルカプラと、

クライアントインタフェースを有し、前記クライアントインタフェースより入力される信号を処理して冗長用WDMライン信号として出力する冗長用トランスポンダと、

前記オプティカルカプラが出力する前記冗長用クライアント信号が入力され、前記冗長用トランスポンダの前記クライアントインタフェースに適合する伝送速度の信号を選択的に出力する選択切替部とを備え、

前記現用トランスポンダが出力する前記WDMライン信号の波長に障害が発生すると、前記選択切替部は、当該障害が発生した波長の前記WDMライン信号を出力する前記現用トランスポンダに入力される前記クライアント信号の前記冗長用クライアント信号を選択して、前記冗長用トランスポンダの前記クライアントインタフェースに適合する伝送速度の冗長用クライアント信号として出力し、前記冗長用トランスポンダは、前記選択切替部が出力する前記クライアントインタフェースに適合する伝送速度の冗長用クライアント信号を処理して前記冗長用WDMライン信号を出力することを特徴とする波長冗長装置。

[請求項2] 前記クライアント信号の伝送速度は、全て同一であり、

前記冗長用トランスポンダの前記クライアントインタフェースは、前記クライアント信号の伝送速度に適合しており、

前記選択切替部は、前記オプティカルカプラが出力する前記冗長用クライアント信号を選択的に出力するM（Mは2以上の整数）：N（Nは1以上の整数）スイッチで構成されることを特徴とする請求項1記載の波長冗長装置。

[請求項3]

前記クライアント信号の伝送速度は、複数種類が混在しており、  
前記選択切替部は、

前記オプティカルカプラが出力する前記冗長用クライアント信号のうち、前記冗長用トランスポンダの前記クライアントインタフェースに適合しない伝送速度の信号を選択的に出力する第1のM（Mは2以上の整数）：N（Nは1以上の整数）スイッチと、

前記第1のM：Nスイッチが出力する前記冗長用クライアント信号を処理して、前記冗長用トランスポンダの前記クライアントインタフェースに適合する伝送速度の冗長用クライアント信号として出力するマックスポンダと、

前記オプティカルカプラが出力する前記冗長用クライアント信号のうち、前記冗長用トランスポンダの前記クライアントインタフェースに適合する伝送速度の信号、及び、前記マックスポンダが出力する前記冗長用トランスポンダの前記クライアントインタフェースに適合する伝送速度の冗長用クライアント信号を、前記冗長用トランスポンダへ選択的に出力する第2のM（Mは2以上の整数）：N（Nは1以上の整数）スイッチとで構成されることを特徴とする請求項1記載の波長冗長装置。

[請求項4]

前記選択切替部は、前記オプティカルカプラが出力する前記冗長用クライアント信号を優先度に応じて選択して出力することを特徴とする請求項1記載の波長冗長装置。

[請求項5]

入力されるクライアント信号を処理する複数の現用トランスポンダによって互いに異なる波長のWDM（Wavelength Division Multiplex）ライン信号が出力され、前記WD

Mライン信号の伝送速度は複数種類が混在している波長多重光伝送システムにおいて、

前記現用トランスポンダへ前記クライアント信号を出力すると共に、前記クライアント信号を分岐させた冗長用クライアント信号を出力するオプティカルカップラと、

クライアントインタフェースを有し、前記クライアントインタフェースより入力される信号を処理して冗長用WDMライン信号として出力する冗長用トランスポンダと、

前記オプティカルカップラが出力する前記冗長用クライアント信号が入力され、前記冗長用トランスポンダの前記クライアントインタフェースに適合する伝送速度の信号を選択的に出力する選択切替部とを備える波長冗長装置の波長冗長方法であって、

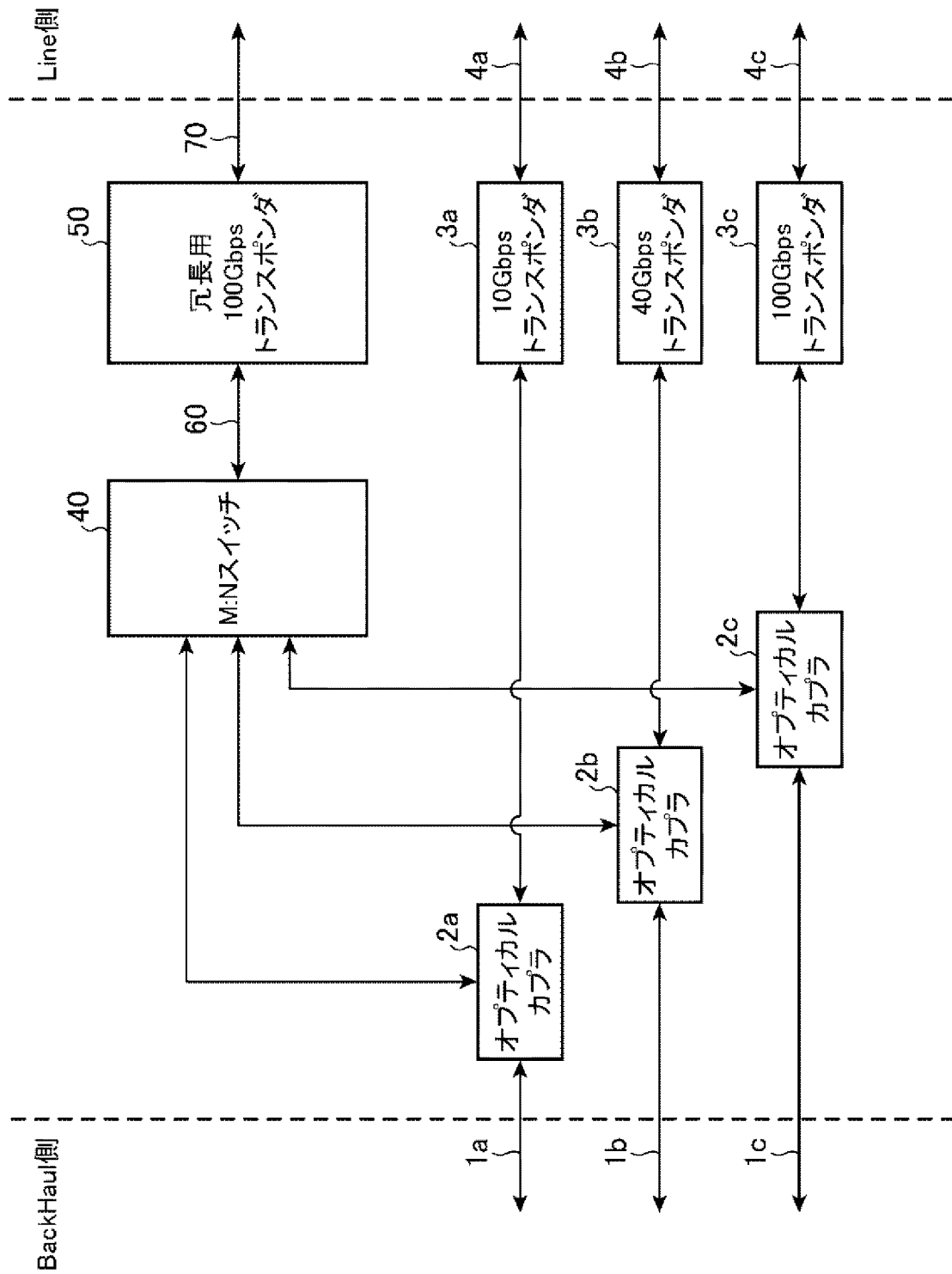
前記現用トランスポンダが出力する前記WDMライン信号の波長に障害が発生すると、前記選択切替部が、当該障害が発生した波長の前記WDMライン信号を出力する前記現用トランスポンダに入力される前記クライアント信号の前記冗長用クライアント信号を選択する信号選択ステップと、

前記選択切替部が、前記信号選択ステップで選択した前記冗長用クライアント信号を、前記冗長用トランスポンダの前記クライアントインタフェースに適合する伝送速度の冗長用クライアント信号として出力する第1の信号出力ステップと、

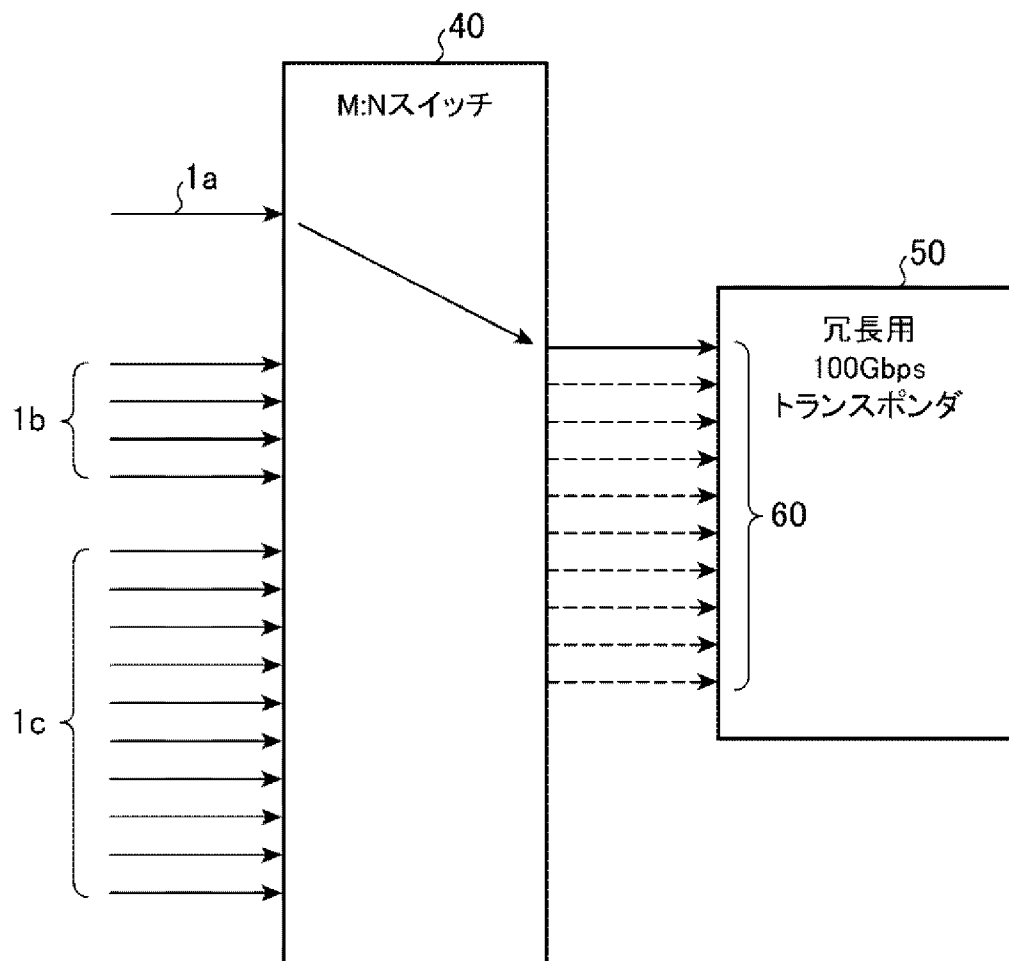
前記冗長用トランスポンダが、前記第1の信号出力ステップで出力された前記クライアントインタフェースに適合する伝送速度の冗長用クライアント信号を処理して、前記冗長用WDMライン信号を出力する第2の信号出力ステップとを備えることを特徴とする波長冗長方法

。

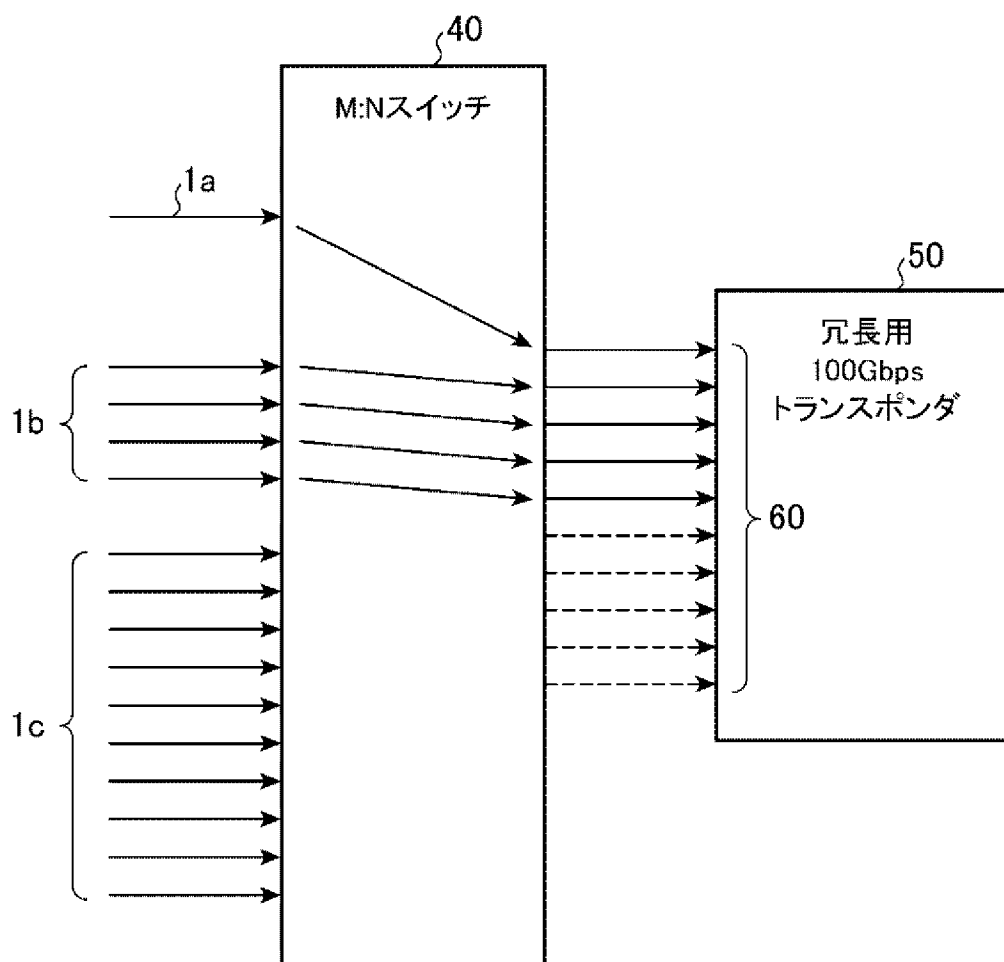
[図1]



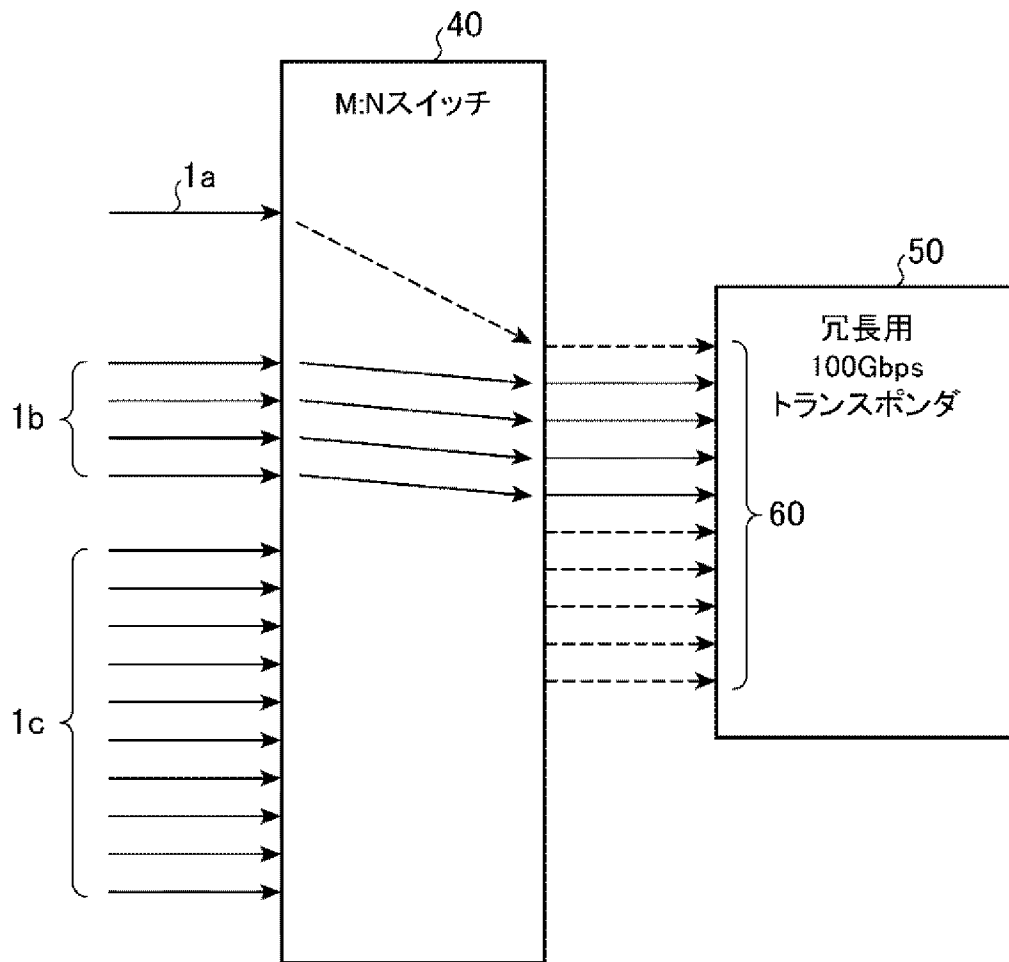
[図2]



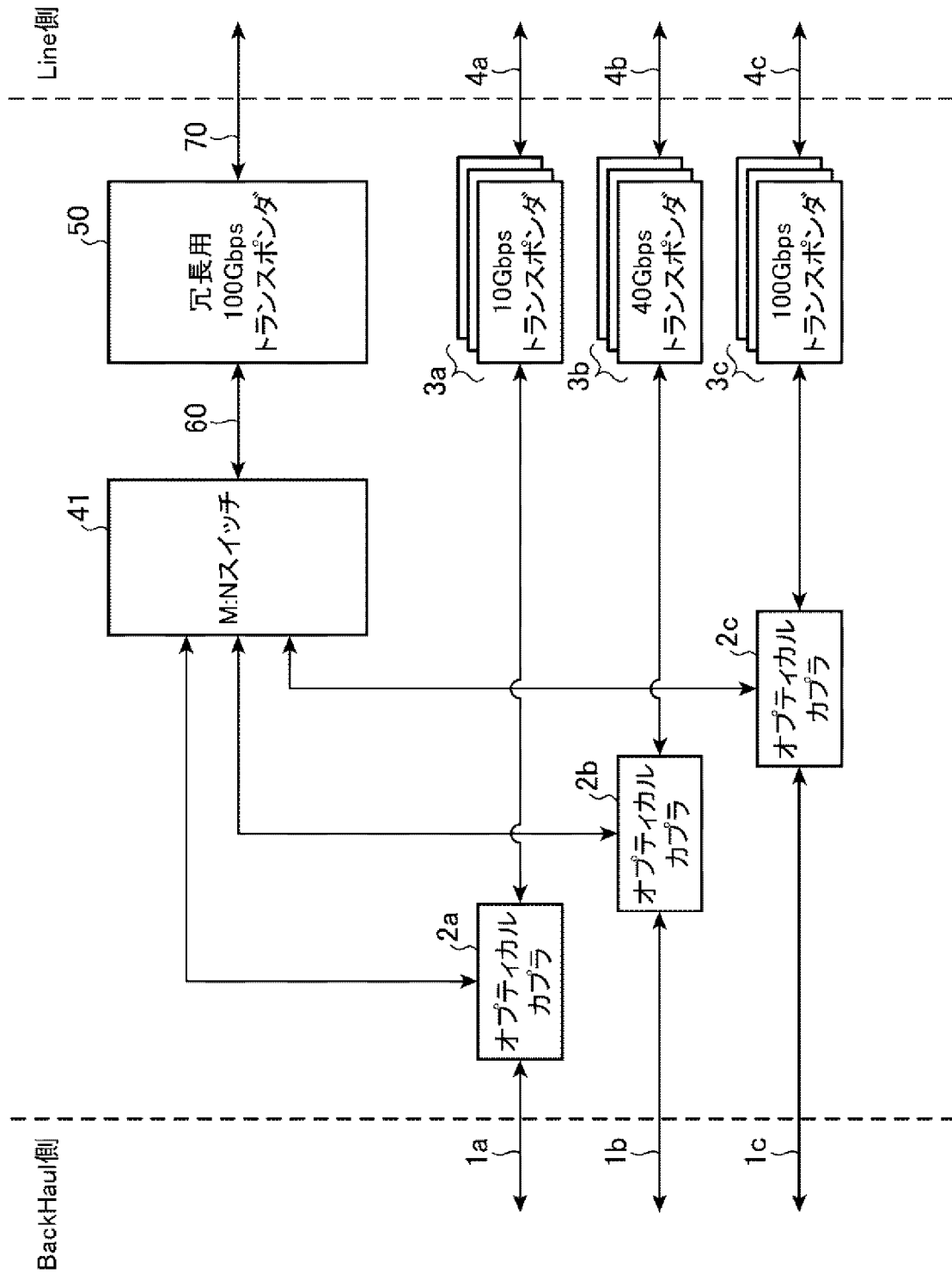
[図3]



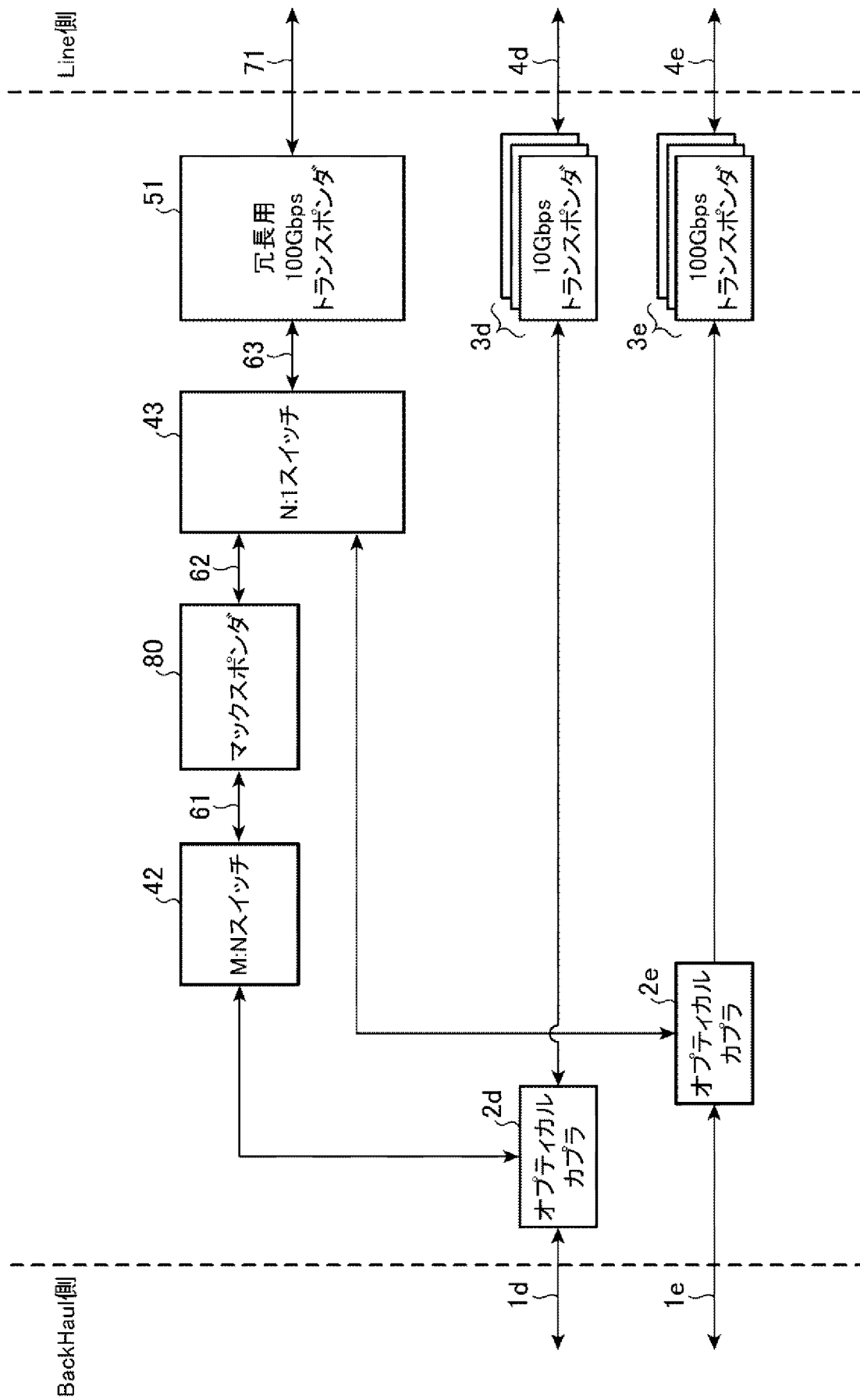
[図4]



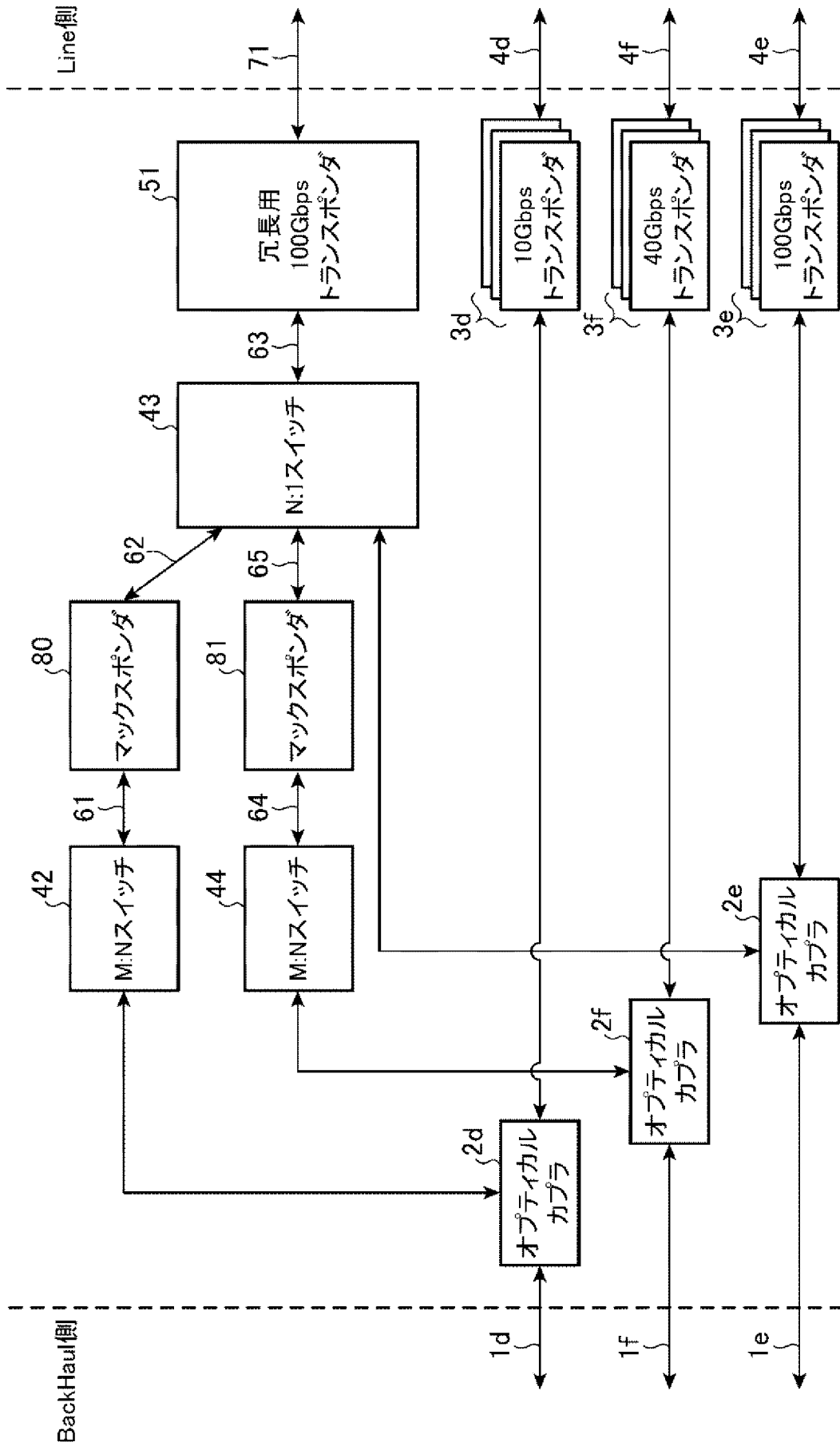
[図5]



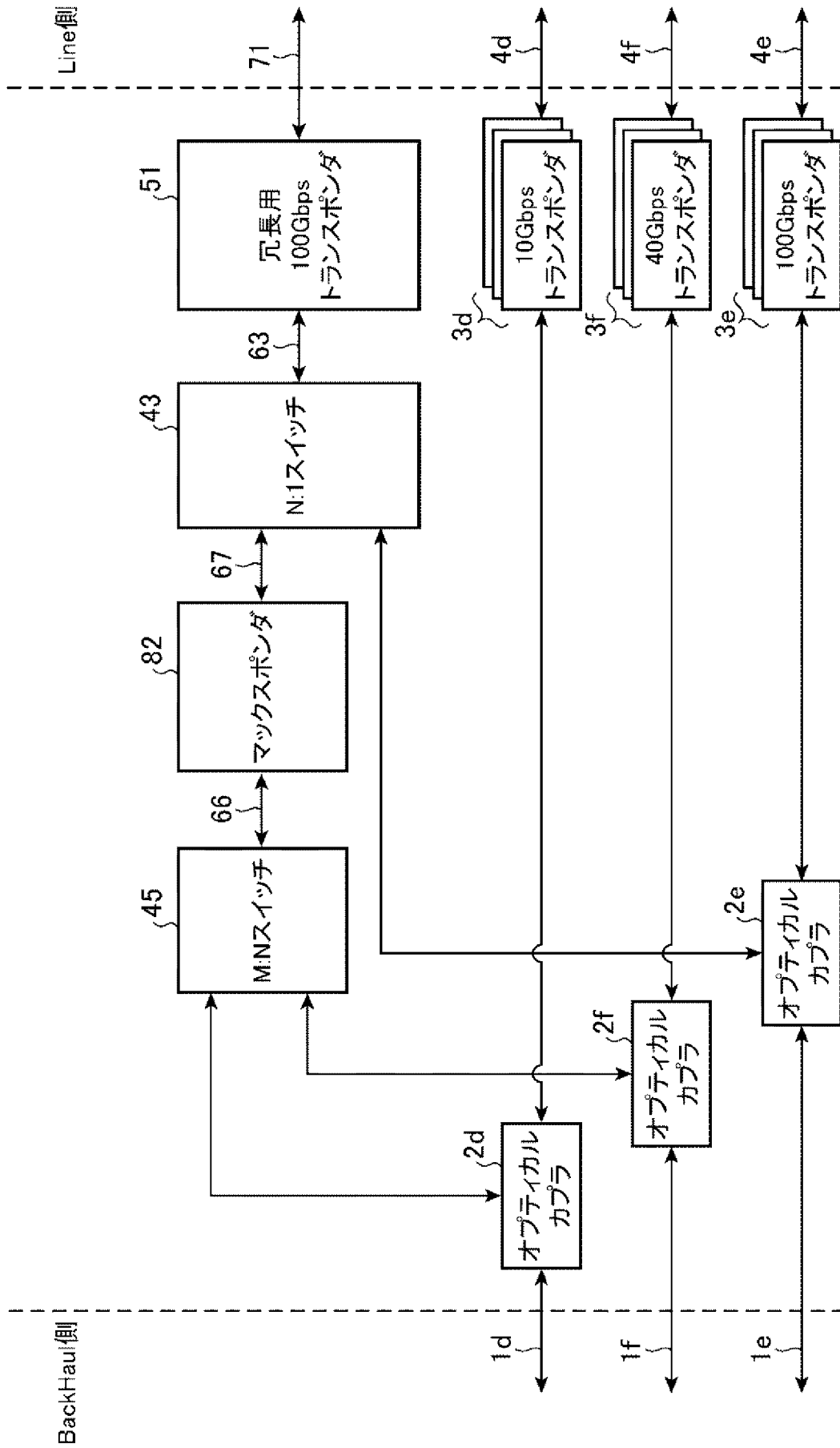
[図6]



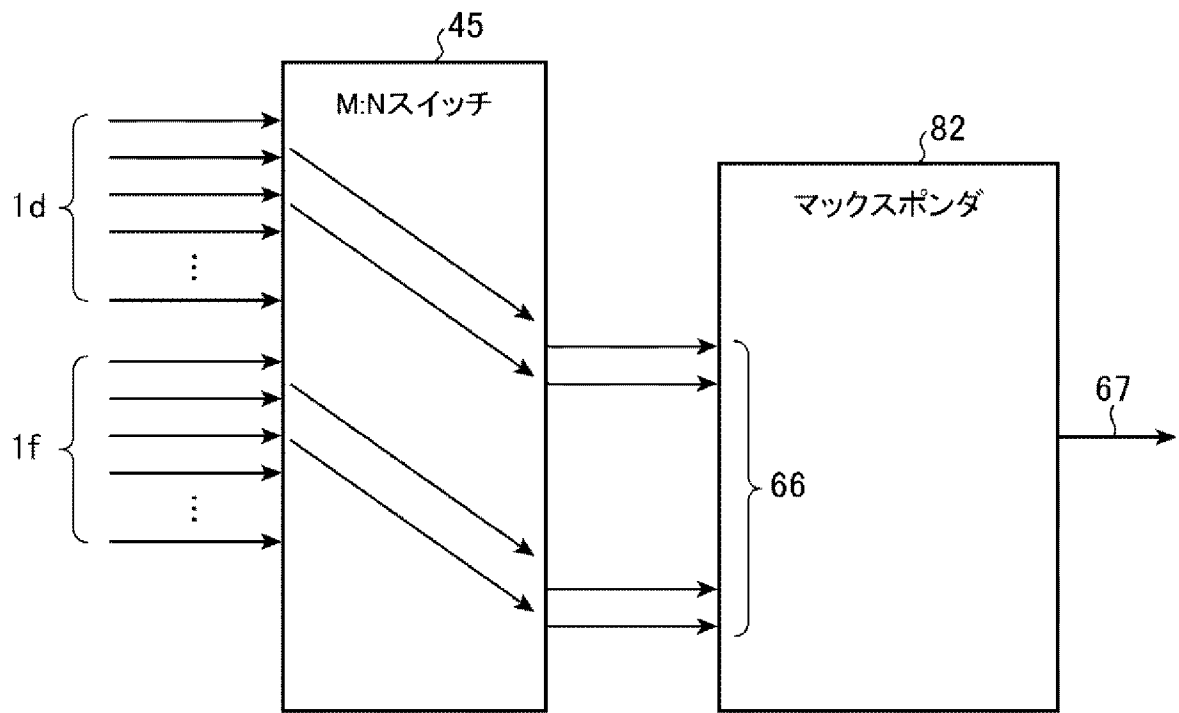
[図7]



[図8]



[図9]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/050150

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H04B10/032(2013.01)i, H04J14/00(2006.01)i, H04J14/02(2006.01)i, H04L29/14(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)  
H04B10/032, H04J14/00, H04J14/02, H04L29/14

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2012-195782 A (Mitsubishi Electric Corp.), 11 October 2012 (11.10.2012), entire text; all drawings & US 8731398 B2 & EP 2501060 A2 & CN 102684811 A	1-5
A	WO 2012/073419 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), entire text; all drawings & US 2013/0195440 A1 & EP 2648350 A1	1-5

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 03 February 2015 (03.02.15)	Date of mailing of the international search report 10 February 2015 (10.02.15)
--	---

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

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. H04B10/032(2013.01)i, H04J14/00(2006.01)i, H04J14/02(2006.01)i, H04L29/14(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（IPC））  
 Int.Cl. H04B10/032, H04J14/00, H04J14/02, H04L29/14

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 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2015年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2015年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2012-195782 A（三菱電機株式会社）2012.10.11, 全文全図 & US 8731398 B2 & EP 2501060 A2 & CN 102684811 A	1-5
A	WO 2012/073419 A1（三菱電機株式会社）2012.06.07, 全文全図 & US 2013/0195440 A1 & EP 2648350 A1	1-5

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 03.02.2015	国際調査報告の発送日 10.02.2015
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） 前田 典之 電話番号 03-3581-1101 内線 3534