

WO 2016/084934 A1



SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： フレーマ、光伝送装置、及びフレーミング方法

技術分野

[0001] 本発明は、フレーマ、光伝送装置、及びフレーミング方法に関する。

本願は、2014年11月28日に出願された特願2014-241493号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 大容量の広域光転送網であるOTN (Optical Transport Network) では、SDH (Synchronous Digital Hierarchy) やイーサネット (登録商標) などの様々な規格によるクライアント信号を収容して転送する。

近年では、クライアント信号のトラヒックの増加が顕著であり、それに伴いOTNも高速化に対応するよう標準化が進められてきた (例えば、非特許文献1参照)。そして現在では、100G超 (B100G、Gはギガビット毎秒) のOTN技術であるOTUC_n (Optical channel Transport Unit-C_n : C_nは100G×*n*を表す。) が検討されている (例えば、非特許文献2参照)。

OTUC_nでは、1光チャネルの伝送容量が、従来のOTUよりも広帯域となる。しかし、光信号の送受信機に用いられる電子回路の動作速度の関係から、これまでのように1光チャネルの帯域においてシングルキャリア伝送を拡張して大容量化を図ることは困難である。そこで、OTUC_nでは、1光チャネルの帯域において複数の光サブキャリアを用いたマルチキャリア伝送によって大容量化を実現する。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1: "Interfaces for the optical transport network", ITU-T G.709/Y.1331, February 2012.

非特許文献2: 大原 拓也, 「OTNインタフェース技術および標準化動向」

， 2014 電子情報通信学会総合大会 通信講演論文集 2， B1-5-1
， SS-47-SS-48， 2014年3月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] OTUC_nで用いられるフレームは、ペイロード容量が $n \times 100\text{G}$ のOTUC_nの電気信号をインタリーブし、ペイロード容量が 100G の平行信号であるOTLC_{n, n} (Optical channel Transport Lane-C_{n, n}) を n 個生成する。

フレームが生成した1光チャネル分の n 個の平行信号は、複数の光サブキャリア送受信機により光信号に変換され、マルチキャリア伝送される。この光サブキャリア送受信機の伝送帯域は 100G に限らず、光サブキャリア送受信機の変復調方式に応じて、 150G や 200G 等の場合がある。 $j \times 100\text{G}$ (j は1以上 n 以下の整数) の光サブキャリア送受信機は、フレームが生成した j 個の 100G の平行信号を、1つの光サブキャリアによって光伝送する。

[0005] 例えば、OTUC₄の場合、フレームは、クライアント信号が設定されたOTUC₄の電気信号から4つのOTLC_{4, 4}の電気信号を生成する。これら4つのOTLC_{4, 4}の電気信号を、OTLC_{4, 4} #1～#4とする。そして、光サブキャリア送受信機の伝送帯域が 200G である場合、1つ目の光サブキャリア送受信機がOTLC_{4, 4} #1及びOTLC_{4, 4} #2を 200G の光サブキャリアにより伝送し、2つ目の光サブキャリア送受信機がOTLC_{4, 4} #3及びOTLC_{4, 4} #4を 200G の光サブキャリアにより伝送する。

このとき、クライアントAの 100G のクライアント信号がOTLC_{4, 4} #1に、クライアントBの 200G のクライアント信号がOTLC_{4, 4} #2及び#3に收容されることがある。その場合、1つ目の光サブキャリア送受信機に障害が発生する等、光波長が使用できない場合に、クライアントAとクライアントBの両者が通信できなくなってしまうため、 300G 分の

帯域に影響が及ぶ。

このように、マルチキャリア伝送を行う光サブキャリアの一部が障害等の場合に、その光サブキャリアの帯域よりも広い帯域のトラヒックが断となる可能性があった。

[0006] 上記事情に鑑み、本発明は、複数のパラレル信号をマルチキャリア伝送する場合に、光サブキャリアの障害によってトラヒック断となる影響範囲を低減することができるフレーム、光伝送装置、及びフレーミング方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、複数のパラレル信号を光サブキャリアによりマルチキャリア伝送する複数の送信機と接続されたフレームであって、

信号フレーム内のタイムスロットと前記タイムスロットに設定されたデータを含んだパラレル信号の伝送に用いられる前記光サブキャリアとの対応を示すタイムスロット情報と、クライアント信号に割当てられたパスと前記信号フレーム内のタイムスロットとの対応を示すパス收容情報とを記憶する記憶部と、

前記パス收容情報によりいずれのパスにも割当てられていないことが示される空きのタイムスロットと、前記タイムスロット情報により示される空きの前記タイムスロットに対応した前記光サブキャリアとに基づいて、收容対象のパスに割当てるタイムスロットを、前記收容対象のパスに割当てた前記タイムスロットに対応する前記光サブキャリアの数が所定条件を満たすように、空きの前記タイムスロットの中から選択し、收容対象の前記パスと選択した前記タイムスロットとの対応を前記パス收容情報に設定する割当処理部と、

受信した1以上のクライアント信号を、前記パス收容情報が示す前記クライアント信号のパスと前記タイムスロットとの対応に従って、前記信号フレーム内のタイムスロットに設定する多重化部と、

前記多重化部により前記クライアント信号が設定された前記信号フレーム

を分割して複数のパラレル信号を生成し、生成した前記パラレル信号を、前記パラレル信号に対応した前記光サブキャリアにより伝送する前記送信機に出力する送信信号生成部と、

を備えるフレームを提供する。

[0008] 好適には、前記所定条件は、前記収容対象のパスに割当てた前記タイムスロットに対応する前記光サブキャリアの数が最小という条件である。

[0009] 典型例として、前記送信機の信号レートと前記光サブキャリアの数の情報を取得する機器情報取得部をさらに備え、前記割当処理部は、前記機器情報取得部が取得した前記情報に基づいて前記タイムスロットと前記光サブキャリアとの対応を判断して前記タイムスロット情報を生成する。

[0010] 本発明はまた、複数のパラレル信号を生成するフレームと、前記フレームが生成した複数の前記パラレル信号を光サブキャリアによりマルチキャリア伝送する複数の送信機とを有する光伝送装置であって、

信号フレーム内のタイムスロットと前記タイムスロットに設定されたデータを含んだパラレル信号の伝送に用いられる前記光サブキャリアとの対応を示すタイムスロット情報と、クライアント信号に割当てられたパスと前記信号フレーム内のタイムスロットとの対応を示すパス収容情報とを記憶する記憶部と、

前記パス収容情報によりいずれのパスにも割当てられていないことが示される空きのタイムスロットと、前記タイムスロット情報により示される空きの前記タイムスロットに対応した前記光サブキャリアとに基づいて、収容対象のパスに割当てるタイムスロットを、前記収容対象のパスに割当てた前記タイムスロットに対応する前記光サブキャリアの数が所定条件を満たすように、空きの前記タイムスロットの中から選択し、収容対象の前記パスと選択した前記タイムスロットとの対応を前記パス収容情報に設定する割当処理部とを備え、

前記フレームは、少なくとも、

受信した1以上のクライアント信号を、前記パス収容情報が示す前記クラ

クライアント信号のパスと前記タイムスロットとの対応に従って、前記信号フレーム内のタイムスロットに設定する多重化部と、

前記多重化部により前記クライアント信号が設定された前記信号フレームを分割して複数のパラレル信号を生成し、生成した前記パラレル信号を、前記パラレル信号に対応した前記光サブキャリアにより伝送する前記送信機に出力する送信信号生成部とを備える、光伝送装置も提供する。

[0011] 本発明はまた、複数のパラレル信号を光サブキャリアによりマルチキャリア伝送する複数の送信機と接続されたフレームが実行するフレーミング方法であって、

前記フレームは、信号フレーム内のタイムスロットと前記タイムスロットに設定されたデータを含んだパラレル信号の伝送に用いられる前記光サブキャリアとの対応を示すタイムスロット情報と、クライアント信号に割当てられたパスと前記信号フレーム内のタイムスロットとの対応を示すパス収容情報とを記憶する記憶部を備えており、

前記フレームが、

前記パス収容情報によりいずれのパスにも割当てられていないことが示される空きのタイムスロットと、前記タイムスロット情報により示される空きの前記タイムスロットに対応した前記光サブキャリアとに基づいて、収容対象のパスに割当てるタイムスロットを、前記収容対象のパスに割当てた前記タイムスロットに対応する前記光サブキャリアの数が所定条件を満たすように、空きの前記タイムスロットの中から選択し、収容対象の前記パスと選択した前記タイムスロットとの対応を前記パス収容情報に設定する割当処理ステップと、

受信した1以上のクライアント信号を、前記パス収容情報が示す前記クライアント信号のパスと前記タイムスロットとの対応に従って、前記信号フレーム内のタイムスロットに設定する多重化ステップと、

前記多重化ステップにより前記クライアント信号が設定された前記信号フレームを分割して複数のパラレル信号を生成し、生成した前記パラレル信号

を、前記パラレル信号に対応した前記光サブキャリアにより伝送する前記送信機に出力する送信信号生成ステップと、

を実行するフレーミング方法も提供する。

発明の効果

[0012] 本発明により、1光チャネルの信号を複数のパラレル信号によりマルチキャリア伝送する場合に、光サブキャリアの障害等によってトラヒック断となる影響範囲を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態を適用可能なフレームの、機能ブロック図である。

[図2]OTUC_nのフレーム構造を示す図である。

[図3]OTLC_nのフレーム構造を示す図である。

[図4]光信号の伝送に用いられる光チャネルを示す図である。

[図5]本発明の一実施形態による光伝送装置の構成例を示す図である。

[図6]NNIカードにおいて送信される信号の帯域を示す図である。

[図7A]ODUC_nへのパスの、従来手法によるマッピング例を示す図である。

[図7B]同実施形態による、ODUC_nへのパスのマッピング例を示す図である。

[図7C]ODUC_{n-M}へのパスの、従来手法によるマッピング例を示す図である。

[図7D]同実施形態による、ODUC_{n-M}へのパスのマッピング例を示す図である。

[図8]NNIカードの構成例を示す機能ブロック図である。

[図9]トランスポンダの構成例を示す機能ブロック図である。

[図10]トランスポンダの他の構成例を示す機能ブロック図である。

[図11]光伝送装置のTS割当処理を示す処理フローである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

図1は、本発明の実施形態を適用可能なOTNフレーム800の機能ブロック図である。同図に示すOTNフレーム800は、100G超（B100G、Gはギガビット毎秒）の伝送を行うためのOTN（Optical Transport Network）の規格であるOTUC_n（C_nは100G×*n*を表す。*n*は2以上の整数。）により通信を行う。同図においては、*n*=4の場合、すなわち、OTNフレーム800がOTUC₄により通信を行う場合の例を示している。

[0015] OTNトランスポート技術では、様々な通信方式によるクライアント信号を收容し、光伝送により転送する。OTNでは、固定フレーム構造を利用し、GbE（ギガビット・イーサネット（登録商標））を收容できる最小単位のODU0（ODU：Optical Channel Data Unit）により、1.25GのTS（Tributary Slot、タイムスロットともいう。）単位で（すなわち、その倍数により）クライアント信号を扱う。

OTNは、SDH（Synchronous Digital Hierarchy）と同様のパス管理、OAM（Operations, Administration, Maintenance）機能、プロテクション機能を提供する。

[0016] OTNフレーム800は、複数のクライアント信号が多重された $n \times 100$ Gの1光チャネルの信号を分離し、*n*個の100Gの平行信号を生成する。これらの*n*個の平行信号は複数の光サブキャリアによりマルチキャリア伝送されるが、物理的には、1つの平行信号が1つの光サブキャリアにより伝送されてもよく、複数の平行信号が1つの光サブキャリアにより伝送されてもよい。

マルチキャリア伝送とは、1チャネルの信号を複数のサブキャリア（搬送波）を使って平行伝送することにより、1チャネルを大容量化する通信方式である。マルチキャリア伝送では、対地（接続先）ごとにサブキャリアを高密度多重し、電氣的に分離する。

1つの平行信号が1つの光サブキャリアにより伝送される場合、その光サブキャリアの帯域は100Gであり、2つの平行信号が1つの光サ

ブキャリアにより伝送される場合、その光サブキャリアの帯域は200Gである。光伝送には、4SC-DP-QPSK (4 Subcarrier-Dual Polarization-Quadrature Phase Shift Keying) や、2SC-DP-16QAM (2 Subcarrier-Dual Polarization-Quadrature Amplitude Modulation) などの変調方式が用いられる。

[0017] 図1に示すように、OTNフレーム800は、送信処理部110と受信処理部150とを備える。

送信処理部110は、クライアント信号受信部120と、多重処理部130と、ライン側送信処理部140とを備える。

[0018] クライアント信号受信部120は、受信部121と、マッピング部122と、OH処理部123とを備える。

受信部121は、クライアント信号を受信する。

マッピング部122は、受信部121が受信した1クライアント信号をLO ODU (Lower Order Optical Channel Data Unit) フレームのペイロードにマッピングする。

OH処理部123は、マッピング部122がクライアント信号を設定したLO ODUフレームにOH (オーバーヘッド) を付加する。

OH処理部123は、LO ODUフレームの電気パス信号を、ODUスイッチ (以下、「ODU-SW」と記載) 210に出力する。

ODU-SW210は、他のOTNフレーム800とも接続されており、電気パス信号のパス交換を行う。

[0019] 多重処理部130は、多重化部131とフレーミング部132とを備える。

多重化部131は、ODU-SW210から受信した電気パス信号を、LO ODUフレームに設定する。多重化部131は、LO ODUフレームを一旦ODTU (Optical Channel Data Tributary Unit) フレームにマッピングした後、複数のODTUフレームを時間多重してHO ODU (Higher Order ODU) であるODUC_nフレームを生成する。

フレーミング部132は、多重化部131が生成したODUC_nフレームにOHとFEC (Forward Error Correction: 前方誤り訂正) を付加してOTUC_nフレームを生成する。フレーミング部132は、OTUC_nフレームの信号をライン側送信処理部140に出力する。

[0020] ライン側送信処理部140は、インタリーブ部141と、OH処理部142-1~142-nと、マルチレーン送信部143-1~143-nとを備える(図1では、上述のように、 $n=4$)。

インタリーブ部141は、多重処理部130からOTUC_nフレームの信号を受信し、受信した $n \times 100\text{G}$ のOTUC_nフレームの信号をバイトインタリーブ(バイト単位でのインタリーブ)して、 n 個のOTLC_n. n フレームの信号を生成する。OTLC_n. n フレームは、 100G の平行信号のフレームである。 i 個目のOTLC_n. n フレームを、OTLC_n. $n\#i$ フレーム(i は1以上 n 以下の整数)と記載する。インタリーブ部141は、生成した n 個のOTLC_n. $n\#i$ フレームを、それぞれOH処理部142- i に出力する。

[0021] OH処理部142-1~142-nは、インタリーブ部141から受信したOTLC_n. n フレームにOHを設定する。OH処理部142- i は、OHを設定したOTLC_n. $n\#i$ フレームを、マルチレーン送信部143- i に出力する。

マルチレーン送信部143-1~143-nは、OH処理部142-1~142-nから受信したOTLC_n. n フレームの平行信号を、送信機220に出力する。例えば、マルチレーン送信部143- i は、4本の28Gの電気配線を使用して、平行にOTLC_n. $n\#i$ フレームの平行信号を送信機220に出力する。

各送信機220は、それぞれ異なる光周波数の光サブキャリアを使用する。送信機220は、受信した平行信号を電気信号から光信号に変換し、マルチキャリア伝送する。

なお、複数のマルチレーン送信部143- i が1つの送信機220に接続

されてもよい。j 個 (j は 2 以上 n 以下) のマルチレーン送信部 143-i が 1 つの送信機 220 に接続される場合、その送信機 220 は、 $j \times 100$ G の光サブキャリアにより j 個の平行信号を伝送する。

[0022] 受信処理部 150 は、ライン側受信処理部 160 と、分離処理部 170 と、クライアント信号送信部 180 とを備える。

[0023] ライン側受信処理部 160 は、マルチレーン受信部 161-1 ~ 161-n と、OH 処理部 162-1 ~ 162-n と、デインタリーブ部 163 とを備える。

マルチレーン受信部 161-1 ~ 161-n は、受信機 230 がマルチキャリア伝送により受信した光信号を受信して、これを電気信号に変換する。受信機 230 は、それぞれ異なる光周波数の光サブキャリアにより光信号を受信する。

マルチレーン受信部 161-i は、例えば 4 本の 28 G の電気配線を使用して受信機 230 から平行に受信した電気信号を、OH 処理部 162-i に出力する。

[0024] OH 処理部 162-1 ~ 162-n は、受信した信号から、OTLCn, n フレームの OH に設定されている FAS (frame alignment signal) や M FAS (multiframe alignment signal) に基づいて、フレームの先頭を認識する。OH 処理部 162-i は、先頭位置を検出することにより、遅延時間差を補償して受信信号から OTLCn, n # i フレームを抽出し、デインタリーブ部 163 に出力する。

デインタリーブ部 163 は、OH 処理部 162-1 ~ 162-n から受信した OTLCn, n # 1 フレーム ~ OTLCn, n # n フレームをデインタリーブし、1 つの OTUCn フレームを生成する。

[0025] 分離処理部 170 は、デフレーミング部 171 及び逆多重化部 172 を備える。

デフレーミング部 171 は、デインタリーブ部 163 が生成した OTUCn フレームの信号を FEC 復号し、復号した OTUCn フレームから LO

ODUフレームが時間多重されたODUC_nフレームを抽出して、逆多重化部172に出力する。

逆多重化部172は、デフレーミング部171が抽出したODUC_nフレームの信号から各クライアント信号が設定されたLO ODUフレームを抽出し、LO ODUフレームの電気パス信号をODU-SW210に出力する。

[0026] クライアント信号送信部180は、OH処理部181と、デマッピング部182と、送信部183とを備える。

OH処理部181は、ODU-SW210から電気パス信号を受信し、受信した電気パス信号からLO ODUフレームを復号する。OH処理部181は、LO ODUフレームに対してOHに関する処理を行い、デマッピング部182に出力する。

デマッピング部182は、OH処理部181からLO ODUフレームの電気パス信号を受信し、受信した電気パス信号からクライアント信号を抽出して送信部183に出力する。

送信部183は、デマッピング部182が抽出したクライアント信号を送信する。

[0027] なお、クライアント信号受信部120と多重処理部130、及び、分離処理部170とクライアント信号送信部180は、それぞれ、ODU-SW210を介さずに接続されてもよい。

[0028] 図2は、OTUC_nのフレーム構造を示す図である。

OTUC_nは、ODUC_nに、FAC_n OH、OTUC_n OH、OPUC_n OH、及び、OTUC_n FECを付加して生成される。OTUC_nは、4行、4080×*n*列で標記される。

OTUC_nの(16×*n*+1)～3824×*n*列目のOPUC_nペイロード(Payload)には、クライアント信号がマッピングされる。

OTUC_nフレームの1～16×*n*列目には、OHが設定される。

1行目の1～7×*n*列目には、FAC_n OHが設定される。FAC_n O

Hは、フレーム同期に必要な情報を含む。

($7 \times n + 1$) ~ $14 \times n$ 列目には、光チャネルのセクション監視情報を収容するOTUCn OHが挿入される。

2 ~ 4 行目の $1 \sim 14 \times n$ 列目には、ODUCn OHが挿入され、光チャネルのパス管理運用情報を収容する。

($14 \times n + 1$) ~ $16 \times n$ 列目には、OPUCn OHが挿入され、クライアント信号のマッピング／デマッピングに必要な情報などが収容される。

$3824 \times n + 1 \sim 4080 \times n$ 列目のOTUCn FECには、FEC用のパリティチェックバイトが付加される。なお、このOTUCnフレームのFECは、省略しても良い。また、OTUCn FEC領域は、 $3824 \times n + 1 \sim 4080 \times n$ 列目の領域に限らず、任意のバイト数からなる領域に変更しても良い。

[0029] 図3は、OTLCn, nのフレーム構造を示す図である。

OTLCn, nは、4行、4080列で表記される。OTLCn, n#1 ~ OTLCn, n#nは、バイトインタリーブによりOTUCnフレームを分割して得られる。

OTUCnのOPUCnペイロードは、OTLCn, n#iの17 ~ 3824列目のOPUCn, n#iペイロードにマッピングされる。

OTLCn, n#iの1 ~ 16列目には、OHが設定される。OTLCn, n#iのOHは、OTUCn OH等に基づいて設定される。

1行目の1 ~ 7列目には、FALCn, n#i OHが設定される。FALCn, n#i OHは、フレーム同期に必要な情報を含む。

8 ~ 14列目には、光チャネルのセクション監視情報を収容するOTLCn, n#i OHが挿入される。

2 ~ 4行目の1 ~ 14列目には、ODLCn, n#i OHが挿入され、光チャネルのパス管理運用情報を収容する。

15 ~ 16列目には、OPLCn, n#i OHが挿入され、クライアン

ト信号のマッピング／デマッピングに必要な情報などが収容される。

3825～4080列目のOTLC_n. n#i FECには、FEC用のパリティチェックバイトが付加される。なお、このOTLC_n. nフレームのFECは、省略しても良い。また、OTLC_n. n#i FEC領域は、3825～4080列目の領域に限らず、任意のバイト数領域に変更しても良い。

[0030] 図4は、光信号の伝送に用いられる光チャネルを示す図である。

図4(a)は、400Gの光信号を1光周波数（シングルキャリア）によりシリアル伝送する場合の光チャネルを示す図であり、図4(b)は、400Gの光信号を4つの光サブキャリアによりパラレル伝送（マルチキャリア伝送）する場合の光チャネルを示す図である。

従来の電子回路では、動作速度の制約から、図4(a)に示すように、1光周波数によりシリアル伝送することができる帯域を、100Gを超えて拡張し続けていくことは困難である。そこでOTUC_nでは、100G超の帯域を複数の光サブキャリアによりパラレル伝送することにより、電子回路の制約を受けずに広帯域伝送を実現する。このパラレル伝送には、偏波多重、多値変調などが用いられる。変調方式によって、光サブキャリアの帯域は異なる。

図4(b)は、400Gの1光チャネルを、100Gの4光サブキャリアによりパラレル伝送した場合の例であり、図4(c)は、400Gの1光チャネルを、200Gの2光サブキャリアによりパラレル伝送した場合の例である。また、nを変化させることにより、図4(d)に示すように、100G単位で伝送帯域を増加させていくことができるフレキシビリティを有する。

[0031] 図5は、本発明の一実施形態による光伝送装置50の構成例を示す図である。

光伝送装置50は、ODUクロスコネクト機能部51、光伝送機能部55、及び、監視制御部60を備える。

ODUクロスコネク機能部51において、1以上のUNI（ユーザーネットワークインタフェース）カード52と、1以上のNNI（ネットワークネットワークインタフェース）カード54とは、ODU-XC（クロスコネク）53により接続される。

UNIカード52は、それぞれの通信規格により、クライアント側の通信機器と接続される。UNIカード52のOTNフレーム521は、図1に示すOTNフレーム800のクライアント信号受信部120及びクライアント信号送信部180の機能を有する。

ODU-XC53は、図1に示すODU-SW210に相当する。

NNIカード54は、OTNフレーム541と光SC（サブキャリア）送受信機542を備える。

OTNフレーム541は、図1に示すOTNフレーム800の多重処理部130、ライン側送信処理部140、ライン側受信処理部160、及び、分離処理部170の機能を有する。

光SC送受信機542は、図1に示す送信機220及び受信機230の機能を有する。光SC送受信機542は、例えば、DSP（Digital Signal Processor）を備えて構成される。

[0032] 光伝送機能部55は、トランスポンダ56と合分波器57を備える。

トランスポンダ56は、OTNフレーム561と光SC送受信機562を備える。OTNフレーム561は、図1に示すOTNフレーム800の機能を有し、光SC送受信機562は、図1に示す送信機220及び受信機230の機能を有する。光SC送受信機562は、例えば、DSPを備えて構成される。

合分波器57は、光信号のWDM（Wavelength Division Multiplexing：波長分割多重）を行う。合分波器57は、NNIカード54の光SC送受信機542及び、トランスポンダ56の光SC送受信機562と接続される。合分波器57は、NNIカード54の光SC送受信機542及びトランスポンダ56の光SC送受信機562から受信した光信号を合波して、受信側の

他の光伝送装置 50 に送信する。また、合分波器 57 は、送信側の他の光伝送装置 50 から受信した光信号を分波して N N I カード 54 の光 S C 送受信機 542 及びトランスポンダ 56 の光 S C 送受信機 562 に出力する。

[0033] 各 N N I カード 54 及び各トランスポンダ 56 は、それぞれ異なる光周波数の光チャネルを使用する。

光 S C 送受信機 542 を 4 台備える N N I カード 54 や、光 S C 送受信機 562 を 4 台備えるトランスポンダ 56 は、1 光チャネルの光信号を 4 光サブキャリアにより送信する。

また、光 S C 送受信機 542 を 2 台備える N N I カード 54 や、光 S C 送受信機 562 を 2 台備えるトランスポンダ 56 は、1 光チャネルの光信号を 2 光サブキャリアにより送信する。

光伝送装置 50 を、O D U クロスコネクタ機能部 51、または、トランスポンダ 56 のいずれかを備えないように構成することもできる。

[0034] また、光 S C 送受信機 542 や光 S C 送受信機 562 の変調方式が可変である場合、その変調方式により光サブキャリアの帯域が変わる。例えば、Q P S K 変調の場合、1 光サブキャリアは 100 G であり、8 Q A M 変調の場合、1 光サブキャリアは 150 G であり、16 Q A M 変調の場合、1 光サブキャリアは 200 G となる。そのため、物理的に N N I カード 54 に n 台の光 S C 送受信機 542 を備えておき、それら光 S C 送受信機 542 の変調方式を変えることにより、動作させる光 S C 送受信機 542 を n 台以下とすることができる。

同様に、物理的にトランスポンダ 56 に n 台の光 S C 送受信機 562 を備えておき、それら光 S C 送受信機 562 の変調方式を変えることにより、動作させる光 S C 送受信機 562 を n 台以下とすることができる。

[0035] 監視制御部 60 は、光伝送装置 50 の各部の監視及び制御を行う。監視制御部 60 は、機器情報取得部 61 を備える。機器情報取得部 61 は、N N I カード 54 が備える光 S C 送受信機 542 のうち動作している光 S C 送受信機 542 の現在の信号レートや現在の光サブキャリア数の情報を取得し、O

TNフレーム541に通知する。また、機器情報取得部61は、トランスポンダ56が備える光SC送受信機562の現在の信号レートや現在の光サブキャリア数の情報を取得し、OTNフレーム561に通知する。

[0036] 図6は、NNIカード54において送信される信号の帯域を示す図である。同図では、NNIカード54が、OTUC4を実現する構成を実装している場合の例を示す。

同図に示すNNIカード54は、OTNフレーム541から出力されたOTLC4.4#1～#4の平行信号を、2台の光SC送受信機542により送信する。2台の光SC送受信機542をそれぞれ、光SC送受信機542-1、542-2と記載する。各平行信号は、100Gである。

光SC送受信機542-1は、OTLC4.4#1及びOTLC4.4#2の平行信号を200Gの光サブキャリアにより送信し、光SC送受信機542-2は、OTLC4.4#3及びOTLC4.4#4の平行信号を200Gの光サブキャリアにより送信する。

光SC送受信機542-1及び光SC送受信機542-2により、400Gの1光チャネルのOTUC4の信号が、200Gの2つの光サブキャリアによりマルチキャリア伝送される。

[0037] 図7A～7Bは、ODUC_nへのパスのマッピングを示す図である。これらの図では、ODUC4へパスがマッピングされ、OTLC4.4#1及びOTLC4.4#2の平行信号が1台の光SC送受信機の光サブキャリアにより、OTLC4.4#3及びOTLC4.4#4の平行信号がもう1台の光SC送受信機の光サブキャリアにより、送信される場合の例を示している。

ODUC4へマッピングされるパスは、クライアント信号に割当てられた論理的なパスであり、1つのLO-ODUフレームや、1つのODTUフレームに対応する。

ODUC4フレーム内の1.25GのTSは、OTLC4.4#1～OTLC4.4#4のいずれにマッピングされるかが予め静的あるいは動的に決

められている。図7A～7Bでは、HO ODUフレームの1行目のTSがOTLC4.4#1に、2行目のTSがOTLC4.4#2に、3行目のTSがOTLC4.4#3に、4行目のTSがOTLC4.4#4にマッピングされる場合を示している。

なお、同図では簡単のため、OTLC4.4#iの100G分のTSを、1行の10個のTSにより表している。以下では、ODUCnにおいてOTLC4.4#iにマッピングされるTS群を、OTLC4.4#iの領域と記載する。

[0038] また、クライアントAの使用帯域が10G、クライアントBの使用帯域が100G、クライアントCの使用帯域が200Gであるとする。

図7Aにおいて、OTNフレームは、入力パスのうち、クライアントAのパスをOTLC4.4#4の領域に、クライアントBのパスをOTLC4.4#1の領域に、クライアントCのパスをOTLC4.4#2及びOTLC4.4#3の領域に収容している。

そのため、OTLC4.4#1及びOTLC4.4#2の平行信号を伝送する光SC送受信機が故障したときには、クライアントBのパスとクライアントCのパスの2つのパスの300G分が障害となってしまう。このように、1つのパスが複数の光サブキャリアの平行信号にまたがって収容されると、何等かの原因で光SC送受信機が送受信を行えなくなった場合、信号断となるパスの影響が広範囲となる場合がある。

[0039] そこで、本実施形態のNNIカード54のOTNフレーム541は、図7Bに示すように、1つのパスを、1つの光サブキャリアにより、つまり、1つの光SC送受信機542により伝送されるようにTSに収容する。

例えば、OTNフレーム541は、クライアントAのパスをOTLC4.4#4の領域に、クライアントBのパスをOTLC4.4#3の領域に、クライアントCのパスをOTLC4.4#1及びOTLC4.4#2の領域に収容する。

このようにパスを収容することにより、OTLC4.4#1及びOTLC

4. 4 # 2 のパラレル信号を伝送する光 S C 送受信機 5 4 2 - 1 が故障したときに、障害はクライアント C のパス 1 つのみ (2 0 0 G 分) に留まり、信号断となるパスが広範囲とならないように抑えることができる。

[0040] また、O T U C n フレームは、上述のように 1 0 0 G 単位で構成されるが、本願発明は、任意の単位で構成されるフレームの光伝送に適用することができる。

例えば、O T U C n からの変更が検討されている O T U C n - M では、1 M = 5 ギガビット毎秒単位での設定が可能であり、M = 6 0 の場合は、「5 × 6 0」で 3 0 0 ギガビット毎秒の伝送レートとなる。

この場合の、上記図 7 A, 7 B に対応するマッピング例を、図 7 C 及び 7 D に示す。ここでは、O T L C 4. 4 # i の 1 0 0 G 分の T S において、使用不可能な領域の設定が行われており (図では、O T L C 4. 4 # 2 及び O T L C 4. 4 # 4 のそれぞれにおいて、右半分の 5 0 G 分) 、クライアント信号のパスの収容は、これらの領域を除いた部分において行われる。

そして、上側 # 1 の光 S C 送受信機は、O T L C 4. 4 # 1 及び O T L C 4. 4 # 2 のパラレル信号を 1 5 0 G の光サブキャリアにより送信し、下側 # 2 の光 S C 送受信機は、O T L C 4. 4 # 3 及び O T L C 4. 4 # 4 のパラレル信号を 1 5 0 G の光サブキャリアにより送信する。

図 7 A 及び 7 B と比較して、クライアント C の信号の容量が 1 5 0 G と少なくなっているが、この場合も、図 7 C に示すように、本願発明を適用しない場合、クライアント C のパスが O T L C 4. 4 # 2 及び O T L C 4. 4 # 3 の領域に収容されることがあり、O T L C 4. 4 # 1 及び O T L C 4. 4 # 2 のパラレル信号を伝送する # 1 の光 S C 送受信機が故障したときには、クライアント B のパスとクライアント C のパスの 2 つのパスの 2 5 0 G 分が障害となってしまう。

これに対し、本願発明を適用した場合には、1 つのパスを 1 つの光サブキャリアにより、つまり、1 つの光 S C 送受信機により伝送されるように T S に収容するので、O T L C 4. 4 # 1 及び O T L C 4. 4 # 2 のパラレル信

号を伝送する#1の光SC送受信機が故障したときに、障害はクライアントCのパス1つのみ(150G分)に留まり、この場合も、信号断となるパスが広範囲とならないように抑えることができる。

なお、上記では、NNIカード54の場合について説明したが、トランスポンダ56の場合も同様である。

[0041] 図8は、光伝送装置50が備えるNNIカード54の詳細な構成を示す機能ブロック図である。同図において、図1に示すOTNフレーム800及び図5に示す光伝送装置50と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。

OTUC_nを実現する構成を実装するNNIカード54は、k台の光SC送受信機542を備える($n \geq k$ 、kは整数)。同図では、 $k = 2$ の場合を例に示している。

各光SC送受信機542は、送信機220及び受信機230を備える。NNIカード54のOTNフレーム541は、割当部70、多重処理部130、ライン側送信処理部140、ライン側受信処理部160、及び、分離処理部170を備える。

[0042] 割当部70は、記憶部71及び割当処理部72を備える。

記憶部71は、タイムスロット情報とパス収容情報を記憶する。タイムスロット情報は、ODUC_nの各TSが対応する光サブキャリア(または光SC送受信機542)を示す。つまり、タイムスロット情報は、信号フレームであるODUC_n内のTSと、そのTSに設定されたクライアント信号のデータを含んだパラレル信号の伝送に用いられる光サブキャリアとの対応を示す。パス収容情報は、各クライアント信号のパスが割当てられているODUC_nのTSを示す。

割当処理部72は、機器情報取得部61から受信した光SC送受信機542の信号レートや光サブキャリア数の情報に基づいて、ODUC_nの・BR>SSがいずれの光サブキャリア(または光SC送受信機542)に対応するかを判断してタイムスロット情報を生成し、記憶部71に書き込む。割当処理

部 7 2 は、オペレータが入力した収容対象のクライアント信号のパスの伝送容量から、割当てが必要な T S 数を算出する。

割当処理部 7 2 は、記憶部 7 1 に記憶されているパス収容情報から、いずれのパスにも割り当てられていない空きの T S の情報を得ると、空きの T S の中から、割当てが必要な T S 数の T S を、収容対象のクライアント信号のパスに割当てる。このとき、割当処理部 7 2 は、タイムスロット情報が示す空きの T S に対応する光サブキャリアに基づいて、割当てが必要な T S 数の T S を割当て可能なパターンの中で、割当てた T S に対応する光サブキャリアの数が所定条件を満たすパターンによって、割当てる T S を決定する。

具体的には、割当処理部 7 2 は、T S を割当て可能なパターンの中で、収容対象のパスに割当てた T S に対応する光サブキャリアの数が最小のパターンによって、割当てる T S を選択する。

[0043] 図 9 は、本実施形態の光伝送装置 5 0 が備えるトランスポンダ 5 6 の詳細な構成を示す機能ブロック図である。同図において、図 1 に示す O T N フレーマ 8 0 0 及び図 5 に示す光伝送装置 5 0 と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。

O T U C n を実現する構成を実装するトランスポンダ 5 6 は、 k 台の光 S C 送受信機 5 6 2 を備える ($n \geq k$ 、 k は整数)。同図では、 $k = 2$ の場合を例に示している。

各光 S C 送受信機 5 6 2 は、送信機 2 2 0 及び受信機 2 3 0 を備える。トランスポンダ 5 6 の O T N フレーマ 5 6 1 は、割当部 7 0、送信処理部 1 1 0、及び、受信処理部 1 5 0 を備える。

O T N フレーマ 5 6 1 が備える割当部 7 0 の機能は、図 8 に示す N N I カード 5 4 の O T N フレーマ 5 4 1 が備える割当部 7 0 と同様である。ただし、トランスポンダ 5 6 の割当部 7 0 は、機器情報取得部 6 1 から、光 S C 送受信機 5 6 2 の信号レートや光サブキャリア数の情報を受信する。そして、割当処理部 7 2 は、機器情報取得部 6 1 から受信した光 S C 送受信機 5 6 2 の信号レートや光サブキャリア数の情報に基づいて、O D U C n の T S がい

ずれの光サブキャリア（または光SC送受信機562）に対応するかを判断してタイムスロット情報を生成し、記憶部71に書き込む。

[0044] なお、機器情報取得部61は、光伝送装置50が備える複数のNNIカード54あるいはトランスポンダ56に共通して設けてもよく、各NNIカード54や各トランスポンダ56に設けてもよい。また、監視制御部60が割当部70を設けるように構成してもよい。

[0045] 図10は、変形例としてのトランスポンダ56aの構成を示す機能ブロック図である。光伝送装置50は、トランスポンダ56に代えて、同図に示すトランスポンダ56aを備えてもよい。トランスポンダ56aは、OTNフレーム541内に機器情報取得部61を設ける。

なお、NNIカード54のOTNフレーム541が、トランスポンダ56aと同様に機器情報取得部61を備えるように構成してもよい。この場合、NNIカード54が備える機器情報取得部61は、そのNNIカード54が備える光SC送受信機542から信号レートや光サブキャリア数の情報を受信する。

[0046] 図11は、光伝送装置50におけるTS割当処理を示す処理フローである。以下では、NNIカード54において収容対象のパスにTS割当てを行う場合を例に説明する。

まず、オペレータによりパス収容先のNNIカード54の情報と、収容対象のクライアント信号のパスの帯域の情報が、光伝送装置50に入力される。

[0047] 機器情報取得部61は、パス収容先のNNIカード54が備える光SC送受信機542の信号レートや光サブキャリア数の情報を取得し、パス収容先のNNIカード54の割当部70に通知する（ステップS10）。

通知する光サブキャリア数は、パス収容先のNNIカード54が備える動作中の光SC送受信機542それぞれが現在使用している光サブキャリア数でもよく、動作中の光SC送受信機542全体で現在使用している合計の光サブキャリアの数でもよい。

光SC送受信機542が1つの変調方式を使用しており、信号レートが可変ではない場合、合計の光サブキャリアの数を、NNIカード54が備える光SC送受信機542の数から得るようにしてもよい。

[0048] 次に、割当処理部72は、機器情報取得部61から受信した情報に基づいて、OTLC_n. n#1～#nと光SC送受信機542との接続関係を判断する(ステップS15)。

例えば、OTUC4を実現する構成が実装されたNNIカード54において2台の光SC送受信機542が動作中であり、機器情報取得部61から受信した情報が、各光SC送受信機542の信号レートは200G、合計の光サブキャリア数は2であることを示すとする。この場合、割当処理部72は、1台目の光SC送受信機542-1がOTLC4. 4#1及びOTLC4. 4#2に対応し、2台目の光SC送受信機542-2がOTLC4. 4#3及びOTLC4. 4#4に対応すると判断する。割当処理部72は、判断した接続関係によってタイムスロット情報を生成して、記憶部71に登録する。

[0049] 次に、割当処理部72は、オペレータの操作により入力されたパスの帯域の情報から、収容対象のパスに割当てが必要なTS数を算出する(ステップS20)。そして、割当処理部72は、記憶部71に記憶されているパス収容情報に基づいてTS収容状況をチェックし、ODUC_nの空きのTSを判断する(ステップS25)。つまり、割当処理部72は、パス収容先のNNIカード54が備える光SC送受信機542それぞれに対応したOTLC_n. nの領域において、いずれのパスにも割当てられていない空きのTSと、その空きのTSの数を得る。

上述した例の場合、割当処理部72は、OTLC4. 4#1の領域内の空きのTSと、OTLC4. 4#2の領域内の空きのTSとを判断し、それらの空きのTSの数を合計して光SC送受信機542-1に対応した空きのTS数を得る。同様に、割当処理部72は、OTLC4. 4#3の領域内の空きのTSと、OTLC4. 4#4の領域内の空きのTSとを判断し、それら

の空きのTSの数を合計して光SC送受信機542-2に対応した空きのTS数を得る。

[0050] 割当処理部72は、1つの光SC送受信機542により送信するOTLC_n、nの領域に、パスを収容可能か否かを判断する（ステップS30）。そのため、割当処理部72は、空きのTS数が、ステップS20において算出した割当てに必要なTS数以上である光SC送受信機542があるか否かを判断する。

[0051] 割当処理部72は、空きのTS数が、割当てに必要なTS数以上の光SC送受信機542があると判断した場合（ステップS30：YES）、その光SC送受信機542に対応したOTLC_n、nの領域内の空きのTSに、収容対象のパスを収容する（ステップS35）。そして、割当処理部72は、記憶部71に記憶されているパス収容情報に、パスの識別情報と、そのパスに割当てたTSの番号とを対応付けた情報を追加する。

[0052] 一方、割当処理部72は、空きのTS数が、割当てに必要なTS数以上である光SC送受信機542がないと判断した場合（ステップS30：NO）、複数の光SC送受信機542に渡るOTLC_n、nの領域内の空きのTSに、収容対象のパスを収容する（ステップS40）。

このとき、割当処理部72は、収容対象のパスが割当てられたTSを含んだOTLC_n、nに対応する光SC送受信機542の数、すなわち、収容対象のパスが割り当てられたTSを伝送する光サブキャリアの数が、最も少なくなるようにTSを割当てる。そして、割当処理部72は、記憶部71に記憶されているパス収容情報に、収容対象のパスの識別情報と、そのパスが収容されるTSの番号とを対応付けた情報を追加する。

[0053] 上述の例（図7A～7D）のように、1台目の光SC送受信機542-1がOTLC4.4#1及びOTLC4.4#2に対応し、2台目の光SC送受信機542-2がOTLC4.4#3及びOTLC4.4#4に対応した接続関係であったとする。

収容対象のパスが200Gである場合（図7BのクライアントC参照）、

割当処理部 72 は、O T L C 4 . 4 # 1 の領域及び O T L C 4 . 4 # 2 の領域の T S が全て空き、または、O T L C 4 . 4 # 3 の領域及び O T L C 4 . 4 # 4 の領域の T S が全て空きの少なくとも一方を満たすときに、ステップ S 30 において Y E S と判断する。割当処理部 72 は、収容対象のパスに、O T L C 4 . 4 # 1 の領域及び O T L C 4 . 4 # 2 の領域の 200 G 分の空きの T S、あるいは、O T L C 4 . 4 # 3 の領域及び O T L C 4 . 4 # 4 の領域の 200 G 分の空きの T S を割当てる。

一方、割当処理部 72 は、O T L C 4 . 4 # 1 の領域と O T L C 4 . 4 # 2 の領域を合わせた領域に他のパスに割当済みの T S があり、かつ、O T L C 4 . 4 # 3 の領域と O T L C 4 . 4 # 4 の領域を合わせた領域にも他のパスに割当て済みの T S があるときには、いずれの光 S C 送受信機 542 により送信する O T L C n . n の領域にも 200 G 分の空きがないため、ステップ S 30 において N O と判断する。割当処理部 72 は、収容対象のパスに、O T L C 4 . 4 # 1 - # 2 の領域と、O T L C 4 . 4 # 3 - # 4 の領域にまたがって 200 G 分の空きの T S を割当てる。

[0054] また、接続関係が同様に上述の例と同じであり、収容対象のパスが 100 G であるとする。割当処理部 72 は、O T L C 4 . 4 # 1 の領域と O T L C 4 . 4 # 2 の領域を合わせた領域と、O T L C 4 . 4 # 3 の領域と O T L C 4 . 4 # 4 の領域を合わせた領域のうち少なくとも一方に 100 G 分以上の空きの T S がある場合、ステップ S 30 において Y E S と判断する。

割当処理部 72 は、収容対象のパスに、O T L C 4 . 4 # 1 の領域と O T L C 4 . 4 # 2 の領域を合わせた領域内の 100 G 分の空きの T S、あるいは、O T L C 4 . 4 # 3 の領域と O T L C 4 . 4 # 4 の領域を合わせた領域内の 100 G 分の空きの T S を割当てる。

一方、割当処理部 72 は、O T L C 4 . 4 # 1 の領域と O T L C 4 . 4 # 2 の領域を合わせた領域にも、O T L C 4 . 4 # 3 の領域と O T L C 4 . 4 # 4 の領域を合わせた領域にも 100 G の空き T S がなければ、ステップ S 30 において N O と判断する。割当処理部 72 は、収容対象のパスに、O T

LC4. 4 # 1 - # 2 の領域と、OTLC4. 4 # 3 - # 4 の領域にまたがって100G分の空きのTSを割当てる。

[0055] また、OTN4を実現する構成を実装したNNIカード54が、100Gの光サブキャリアによりパラレル信号を送信する4台の光SC送受信機542-1~542-4を備えるとする。

割当処理部72は、各光SC送受信機542の信号レートは100G、合計の光サブキャリア数は4であることを示す情報を機器情報取得部61から受信し、光SC送受信機542-iがOTLC4. 4 # iに対応すると判断する。

また、OTLC4. 4 # 1 の領域の空きが20G、OTLC4. 4 # 2 の領域の空きが30G、OTLC4. 4 # 3 の領域の空きが50G、OTLC4. 4 # 4 の領域の空きが100Gであり、収容対象のパスが150Gとする。

この場合、1つの光SC送受信機542に対応したOTLC4. 4 の領域内のTSに収容対象のパスを割当てることはできない。そこで、割当処理部72は、利用する光サブキャリアの数が少なくなるように、OTLC4. 4 # 3 の領域の空きの50GのTSとOTLC4. 4 # 4 の領域の100GのTSとに収容対象のパスを割当てる。

[0056] なお、利用する光サブキャリアの数が最も少なくなるように収容対象のパスを割当てることが可能なパターンが複数ある場合、割当処理部72は、そのパターンの中でも、空きのTSが少ないOTLC4. 4 の領域に優先的に収容対象のパスを割当てる。

例えば、光SC送受信機542-iがOTLC4. 4 # iに対応し、OTLC4. 4 # 1 の領域の空きが150G、OTLC4. 4 # 2 の領域の空きが100G、OTLC4. 4 # 3 の領域の空きが80G、OTLC4. 4 # 4 の領域の空きが50Gであり、収容対象のパスが50Gであるとする。

この場合、OTLC4. 4 # 1 ~ # 4 のいずれに収容したとしても、1つの光SC送受信機542により送信するOTLCn. nの領域にパスを収容

可能であるが、割当処理部 7 2 は、最も空きの T S が少ない O T L C 4 . 4 # 4 の領域に收容対象のパスを收容する。これにより、後から收容するパスがなるべく複数の O T L C 4 . 4 の領域に分散して割当てられることがないように、1 つの O T L C 4 . 4 の領域における空きの T S 数の最大値をなるべく大きく保っておく。

[0057] 多重化部 1 3 1 は、クライアント信号が設定された L O O D U の T S を、記憶部 7 1 に記憶されているパス收容情報が示すクライアント信号のパスと T S との対応に従って、O D U C n の T S にマッピングする。また、逆多重化部 1 7 2 は、記憶部 7 1 に記憶されているパス收容情報に従って、O D U C n の T S から L O O D U を抽出する。

また、機器情報取得部 6 1 が、対向する別の光伝送装置 5 0 に、更新されたパス收容情報を通知するようにしてもよい。この場合、対向する光伝送装置 5 0 において、逆多重化部 1 7 2 は、受信したパス收容情報に従って O D U C n の T S から L O O D U を抽出し、多重化部 1 3 1 は、受信したパス收容情報に従って L O O D U の T S を O D U C n の T S にマッピングする。

また、O T N フレーマ 5 4 1 は、更新されたパス收容情報を、O T L C n . n の O H の空き領域に設定して、対向する光伝送装置 5 0 に通知してもよい。

[0058] なお、光伝送装置 5 0 は、例えば、N N I カード 5 4 が実装されたときや、光 S C 送受信機 5 4 2 が N N I カード 5 4 に実装されたとき、光 S C 送受信機 5 4 2 の実装状態が変更になったときなどに、上記ステップ S 1 0 の処理を行うようにしてもよい。また、オペレータの操作により、予め、O D U C n 内の各 T S がいずれの光 S C 送受信機 5 4 2 に対応するかの情報が入力されてもよい。この場合、ステップ S 1 0 及びステップ S 1 5 の処理を省略することができる。

また、上記では、N N I カード 5 4 がパス收容先である場合を例に説明したが、トランスポンダ 5 6 がパス收容先である場合も同様の処理である。

[0059] なお、本実施形態では、主として1光チャネルが $n \times 100\text{G}$ 、パラレル信号が 100G の場合を例に説明したが、上述のように、1光チャネルの帯域や、パラレル信号の帯域は任意とすることができる。

[0060] 以上説明した実施形態によれば、OTNフレームは、後段に配置された光SC送受信機が収容する信号レートや光サブキャリア数の情報に基づいて、クライアント信号のパスに、パスが収容される光サブキャリアの数が極力少なくなるようにTSを割当てて、これにより、光チャネルをマルチキャリア伝送するときの一部の光サブキャリアの障害時に、パス障害の影響範囲を最小化することが可能となる。

[0061] 上述した実施形態における監視制御部60及び割当部70の機能をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。

また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

[0062] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱し

ない範囲の設計等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0063] 本発明は、大容量光伝送に利用可能である。

符号の説明

- [0064] 5 0 光伝送装置
- 5 1 O D U クロスコネクト機能部
 - 5 2 U N I カード
 - 5 3 O D U - X C
 - 5 4 N N I カード
 - 5 5 光伝送機能部
 - 5 6、5 6 a トランスポンダ
 - 5 7 合分波器
 - 6 0 監視制御部
 - 6 1 機器情報取得部
 - 7 0 割当部
 - 7 1 記憶部
 - 7 2 割当処理部
 - 1 1 0 送信処理部
 - 1 2 0 クライアント信号受信部
 - 1 2 1 受信部
 - 1 2 2 マッピング部
 - 1 2 3 O H 処理部
 - 1 3 0 多重処理部
 - 1 3 1 多重化部
 - 1 3 2 フレーミング部
 - 1 4 0 ライン側送信処理部（送信信号生成部）
 - 1 4 1 インタリーブ部
 - 1 4 2 - 1、1 4 2 - 2、1 4 2 - 3、1 4 2 - 4 O H 処理部

1 4 3 - 1、1 4 3 - 2、1 4 3 - 3、1 4 3 - 4 マルチレーン送信部
1 5 0 受信処理部
1 6 0 ライン側受信処理部
1 6 1 - 1、1 6 1 - 2、1 6 1 - 3、1 6 1 - 4 マルチレーン受信部
1 6 2 - 1、1 6 2 - 2、1 6 2 - 3、1 6 2 - 4 OH処理部
1 6 3 デインタリーブ部
1 7 0 分離処理部
1 7 1 デフレーミング部
1 7 2 逆多重化部
1 8 0 クライアント信号送信部
1 8 1 OH処理部
1 8 2 デマッピング部
1 8 3 送信部
2 1 0 ODU-SW
2 2 0 送信機
2 3 0 受信機
5 2 1 OTNフレーム
5 4 1 OTNフレーム
5 4 2、5 4 2 - 1、5 4 2 - 2 光SC送受信機
5 6 1 OTNフレーム
5 6 2 光SC送受信機
8 0 0 OTNフレーム

請求の範囲

- [請求項1] 複数のパラレル信号を光サブキャリアによりマルチキャリア伝送する複数の送信機と接続されたフレームであって、
- 信号フレーム内のタイムスロットと前記タイムスロットに設定されたデータを含んだパラレル信号の伝送に用いられる前記光サブキャリアとの対応を示すタイムスロット情報と、クライアント信号に割り当てられたパスと前記信号フレーム内のタイムスロットとの対応を示すパス收容情報とを記憶する記憶部と、
- 前記パス收容情報によりいずれのパスにも割り当てられていないことが示される空きのタイムスロットと、前記タイムスロット情報により示される空きの前記タイムスロットに対応した前記光サブキャリアとに基づいて、收容対象のパスに割り当てるタイムスロットを、前記收容対象のパスに割り当てた前記タイムスロットに対応する前記光サブキャリアの数が所定条件を満たすように、空きの前記タイムスロットの中から選択し、收容対象の前記パスと選択した前記タイムスロットとの対応を前記パス收容情報に設定する割当処理部と、
- 受信した1以上のクライアント信号を、前記パス收容情報が示す前記クライアント信号のパスと前記タイムスロットとの対応に従って、前記信号フレーム内のタイムスロットに設定する多重化部と、
- 前記多重化部により前記クライアント信号が設定された前記信号フレームを分割して複数のパラレル信号を生成し、生成した前記パラレル信号を、前記パラレル信号に対応した前記光サブキャリアにより伝送する前記送信機に出力する送信信号生成部と、
- を備えることを特徴とするフレーム。
- [請求項2] 前記所定条件は、前記收容対象のパスに割り当てた前記タイムスロットに対応する前記光サブキャリアの数が最小という条件である、
- ことを特徴とする請求項1に記載のフレーム。
- [請求項3] 前記送信機の信号レートと前記光サブキャリアの数の情報を取得す

る機器情報取得部をさらに備え、

前記割当処理部は、前記機器情報取得部が取得した前記情報に基づいて前記タイムスロットと前記光サブキャリアとの対応を判断して、前記タイムスロット情報を生成する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のフレーム。

[請求項4]

複数のパラレル信号を生成するフレームと、前記フレームが生成した複数の前記パラレル信号を光サブキャリアによりマルチキャリア伝送する複数の送信機とを有する光伝送装置であって、

信号フレーム内のタイムスロットと前記タイムスロットに設定されたデータを含んだパラレル信号の伝送に用いられる前記光サブキャリアとの対応を示すタイムスロット情報と、クライアント信号に割当てられたパスと前記信号フレーム内のタイムスロットとの対応を示すパス收容情報とを記憶する記憶部と、

前記パス收容情報によりいずれのパスにも割当てられていないことが示される空きのタイムスロットと、前記タイムスロット情報により示される空きの前記タイムスロットに対応した前記光サブキャリアとに基づいて、收容対象のパスに割当てるタイムスロットを、前記收容対象のパスに割当てた前記タイムスロットに対応する前記光サブキャリアの数が所定条件を満たすように、空きの前記タイムスロットの中から選択し、收容対象の前記パスと選択した前記タイムスロットとの対応を前記パス收容情報に設定する割当処理部とを備え、

前記フレームは、少なくとも、

受信した 1 以上のクライアント信号を、前記パス收容情報が示す前記クライアント信号のパスと前記タイムスロットとの対応に従って、前記信号フレーム内のタイムスロットに設定する多重化部と、

前記多重化部により前記クライアント信号が設定された前記信号フレームを分割して複数のパラレル信号を生成し、生成した前記パラレル信号を、前記パラレル信号に対応した前記光サブキャリアにより伝

送する前記送信機に出力する送信信号生成部とを備える、
ことを特徴とする。

[請求項5]

複数のパラレル信号を光サブキャリアによりマルチキャリア伝送する複数の送信機と接続されたフレームが実行するフレーミング方法であって、

前記フレームは、信号フレーム内のタイムスロットと前記タイムスロットに設定されたデータを含んだパラレル信号の伝送に用いられる前記光サブキャリアとの対応を示すタイムスロット情報と、クライアント信号に割当てられたパスと前記信号フレーム内のタイムスロットとの対応を示すパス収容情報とを記憶する記憶部を備えており、

前記フレームが、

前記パス収容情報によりいずれのパスにも割当てられていないことが示される空きのタイムスロットと、前記タイムスロット情報により示される空きの前記タイムスロットに対応した前記光サブキャリアとに基づいて、収容対象のパスに割当てるタイムスロットを、前記収容対象のパスに割当てた前記タイムスロットに対応する前記光サブキャリアの数が所定条件を満たすように、空きの前記タイムスロットの中から選択し、収容対象の前記パスと選択した前記タイムスロットとの対応を前記パス収容情報に設定する割当処理ステップと、

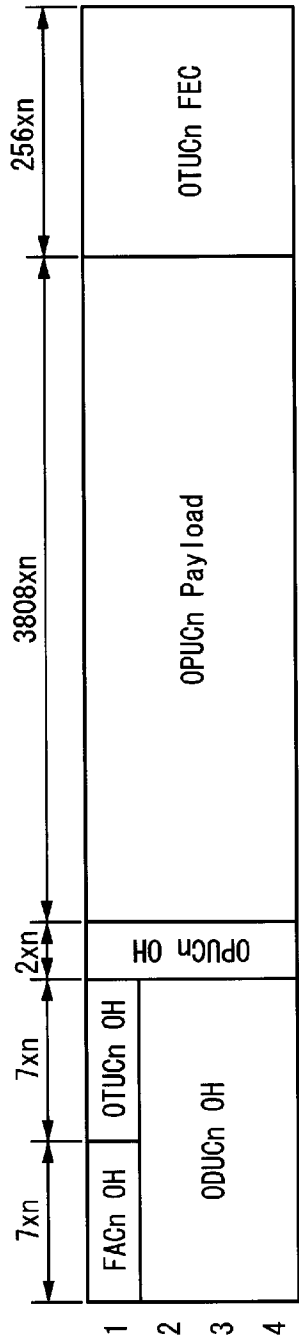
受信した1以上のクライアント信号を、前記パス収容情報が示す前記クライアント信号のパスと前記タイムスロットとの対応に従って、前記信号フレーム内のタイムスロットに設定する多重化ステップと、

前記多重化ステップにより前記クライアント信号が設定された前記信号フレームを分割して複数のパラレル信号を生成し、生成した前記パラレル信号を、前記パラレル信号に対応した前記光サブキャリアにより伝送する前記送信機に出力する送信信号生成ステップと、

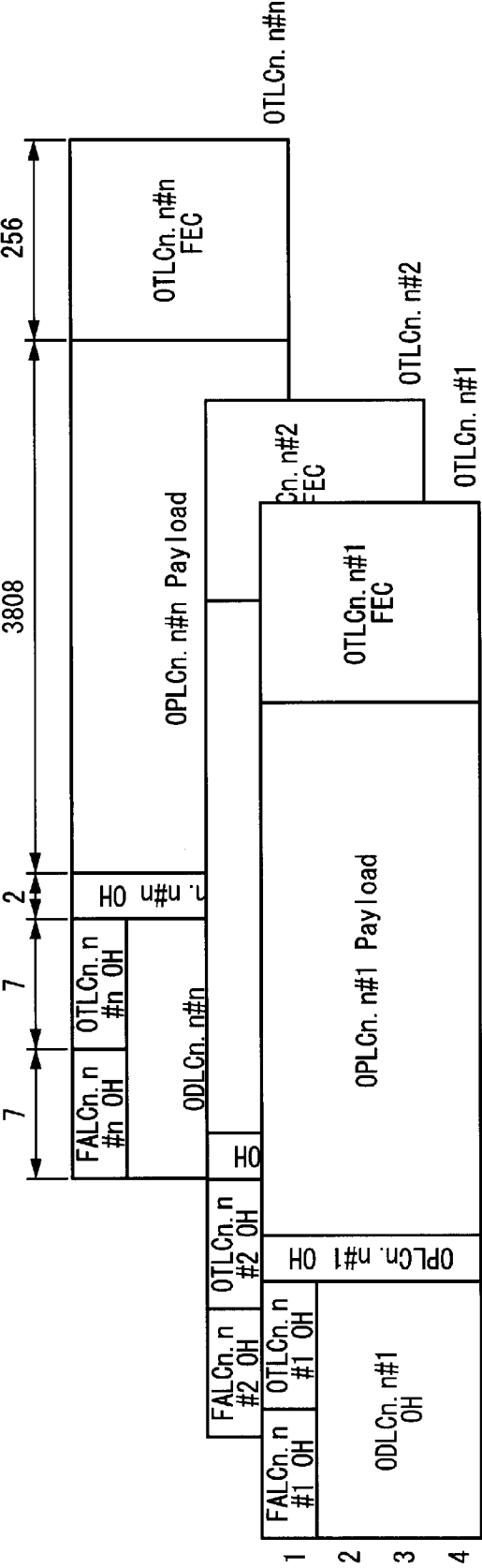
を実行することを特徴とするフレーミング方法。

[illegible]

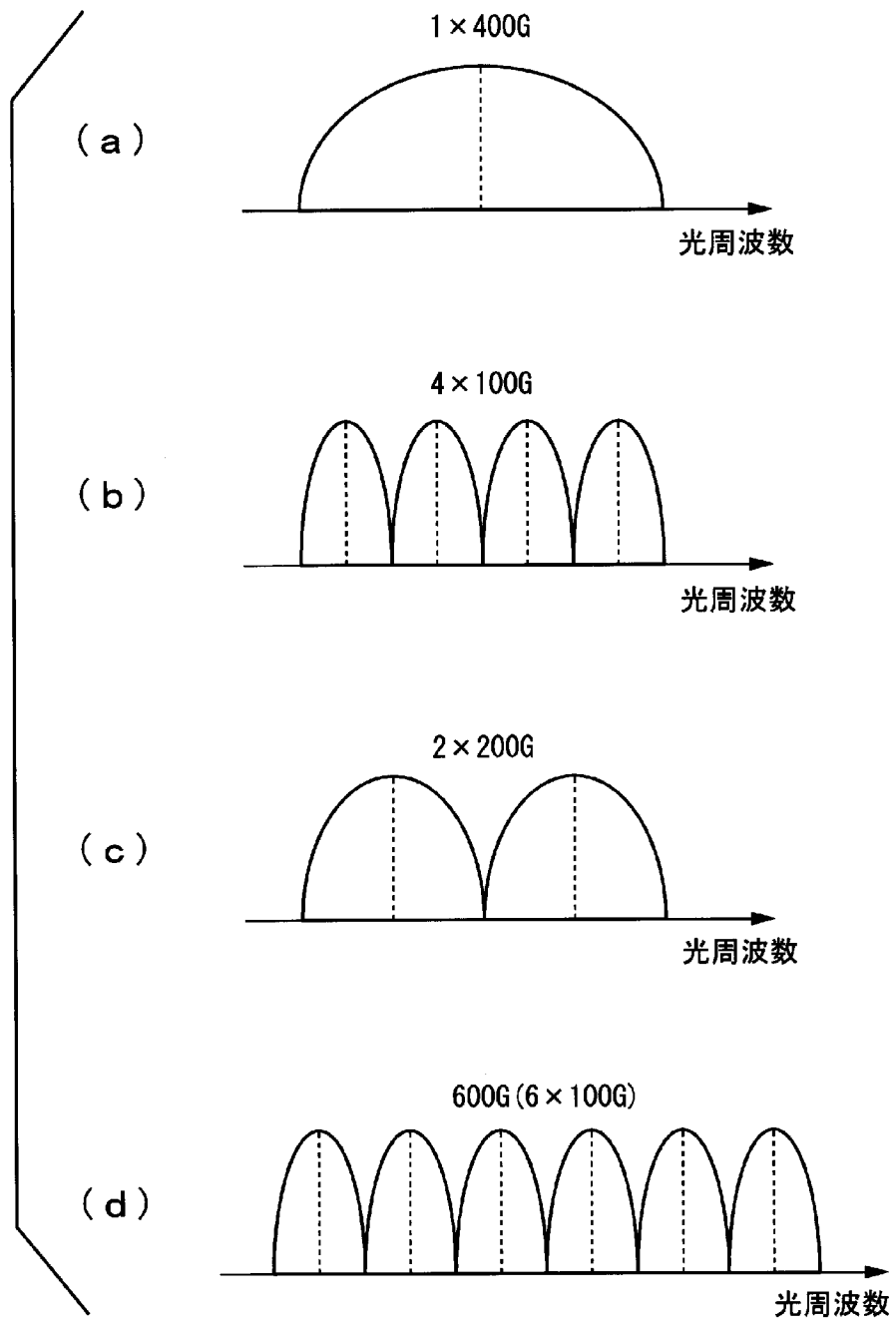
[図2]



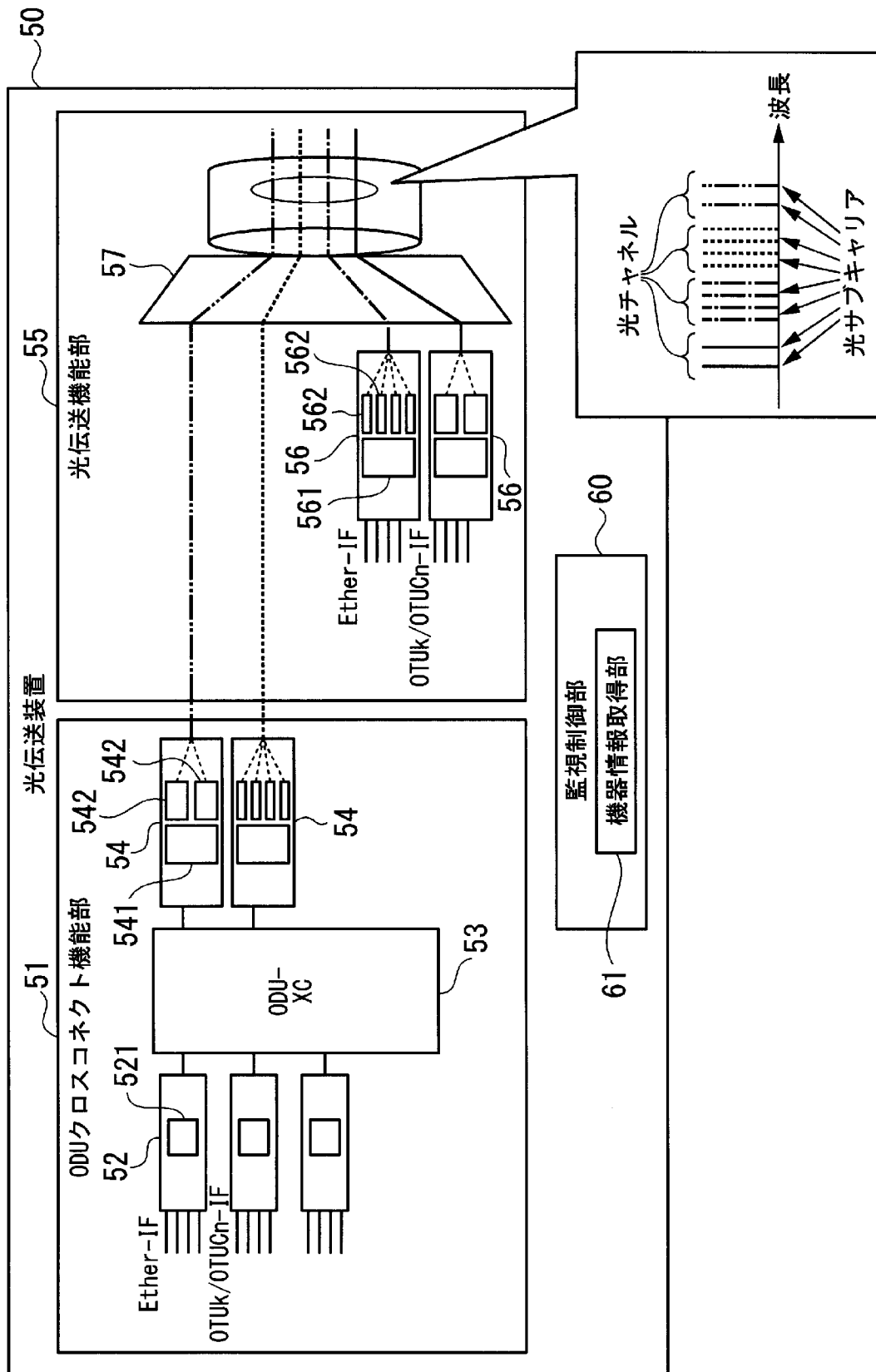
[図3]



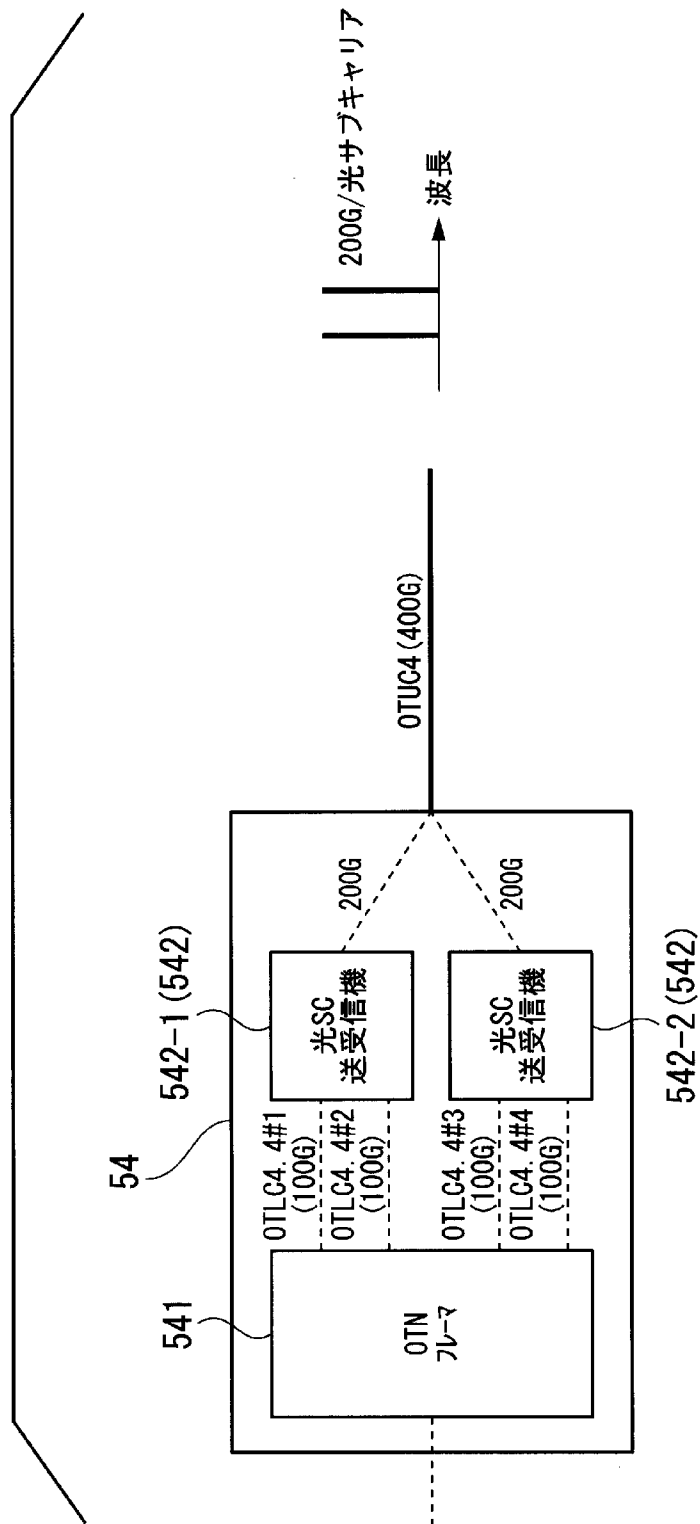
[図4]



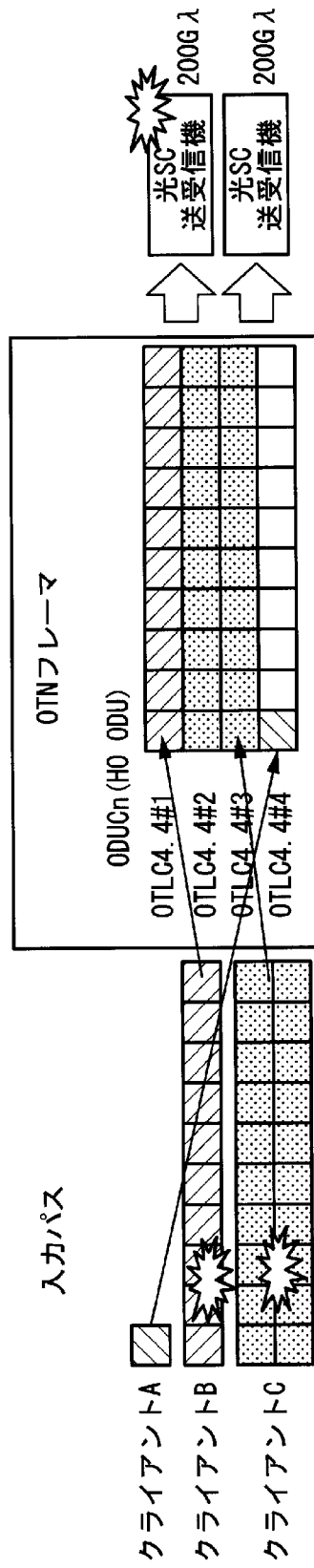
[図5]



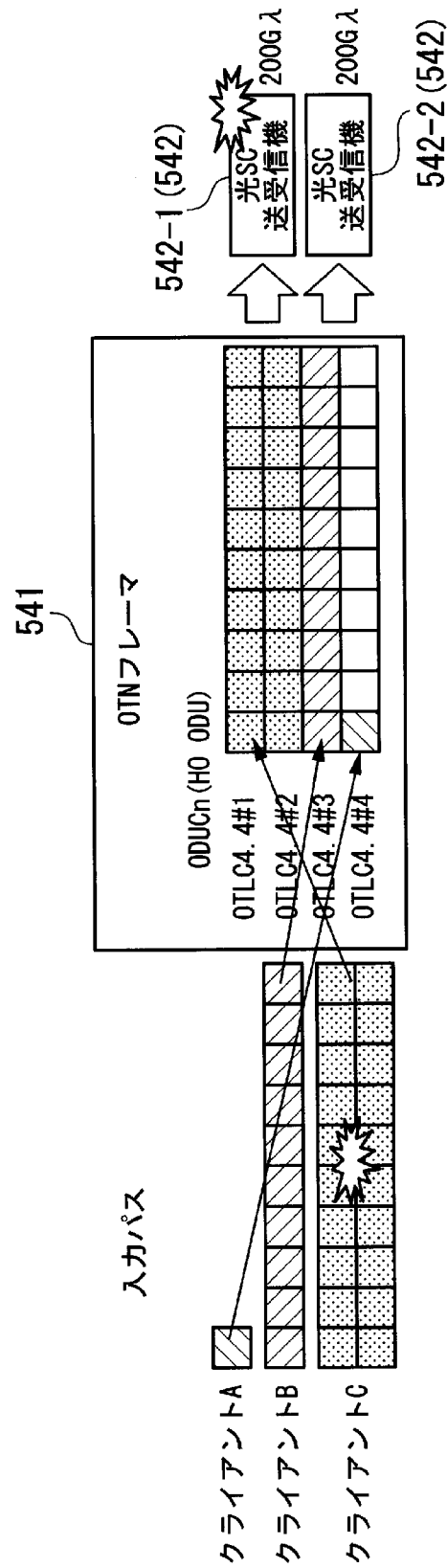
[図6]



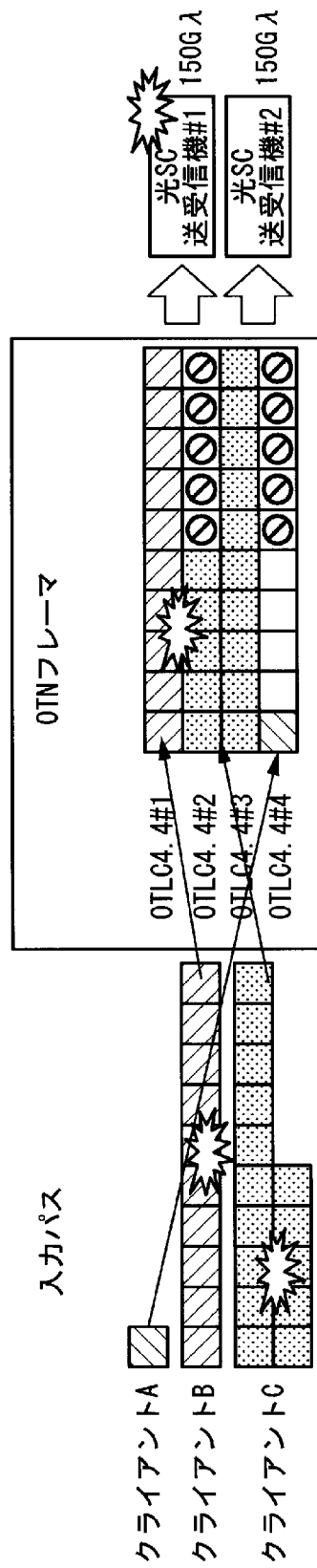
[図7A]



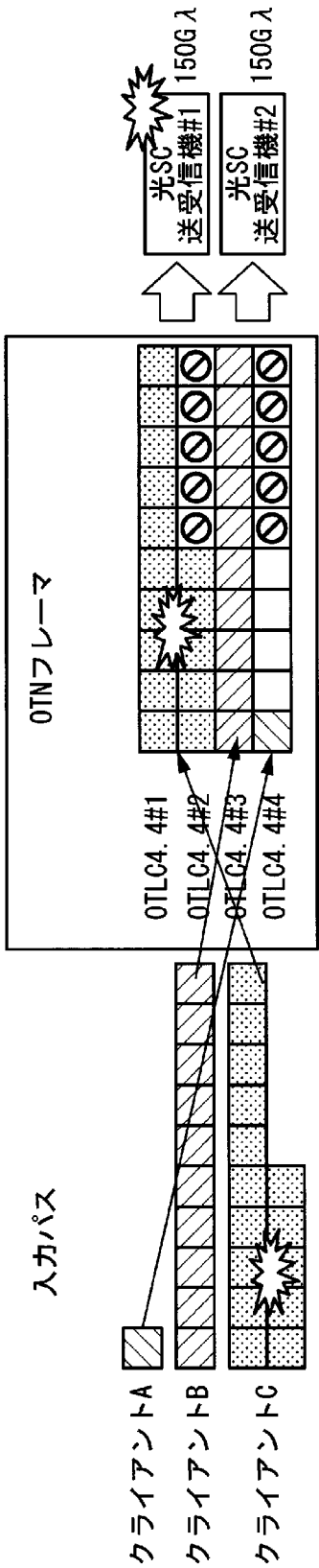
[図7B]



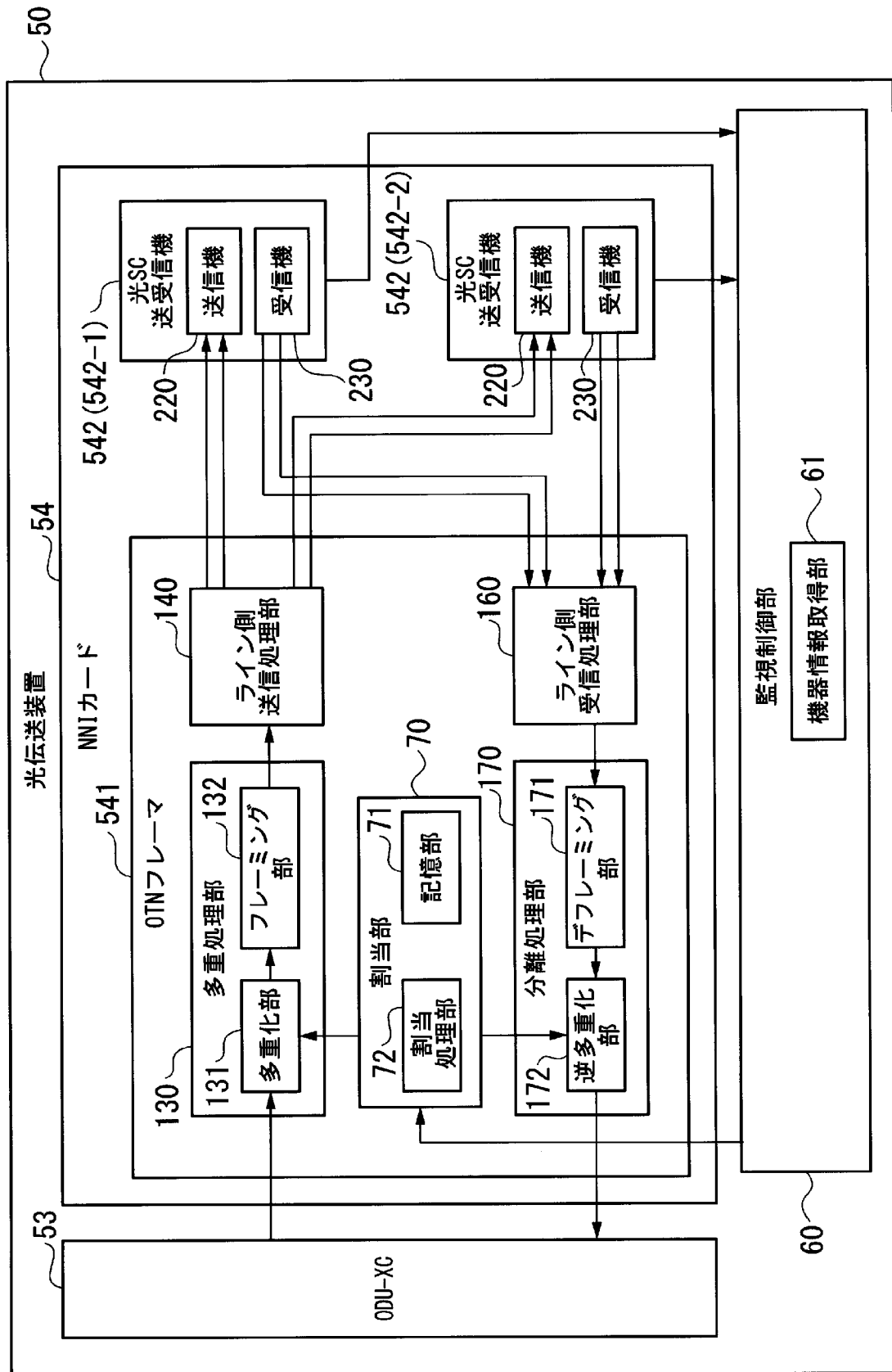
[図7C]



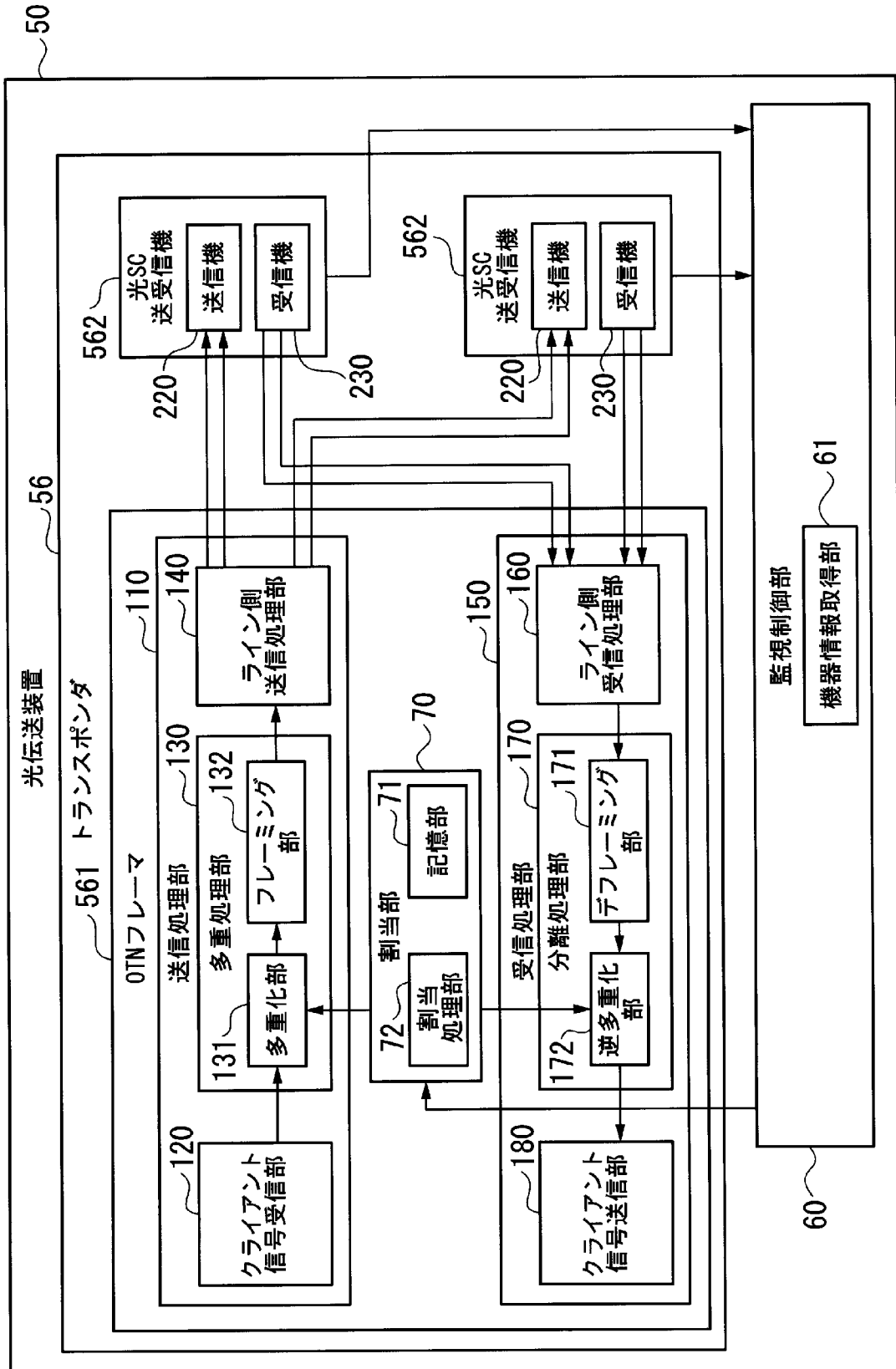
[図7D]



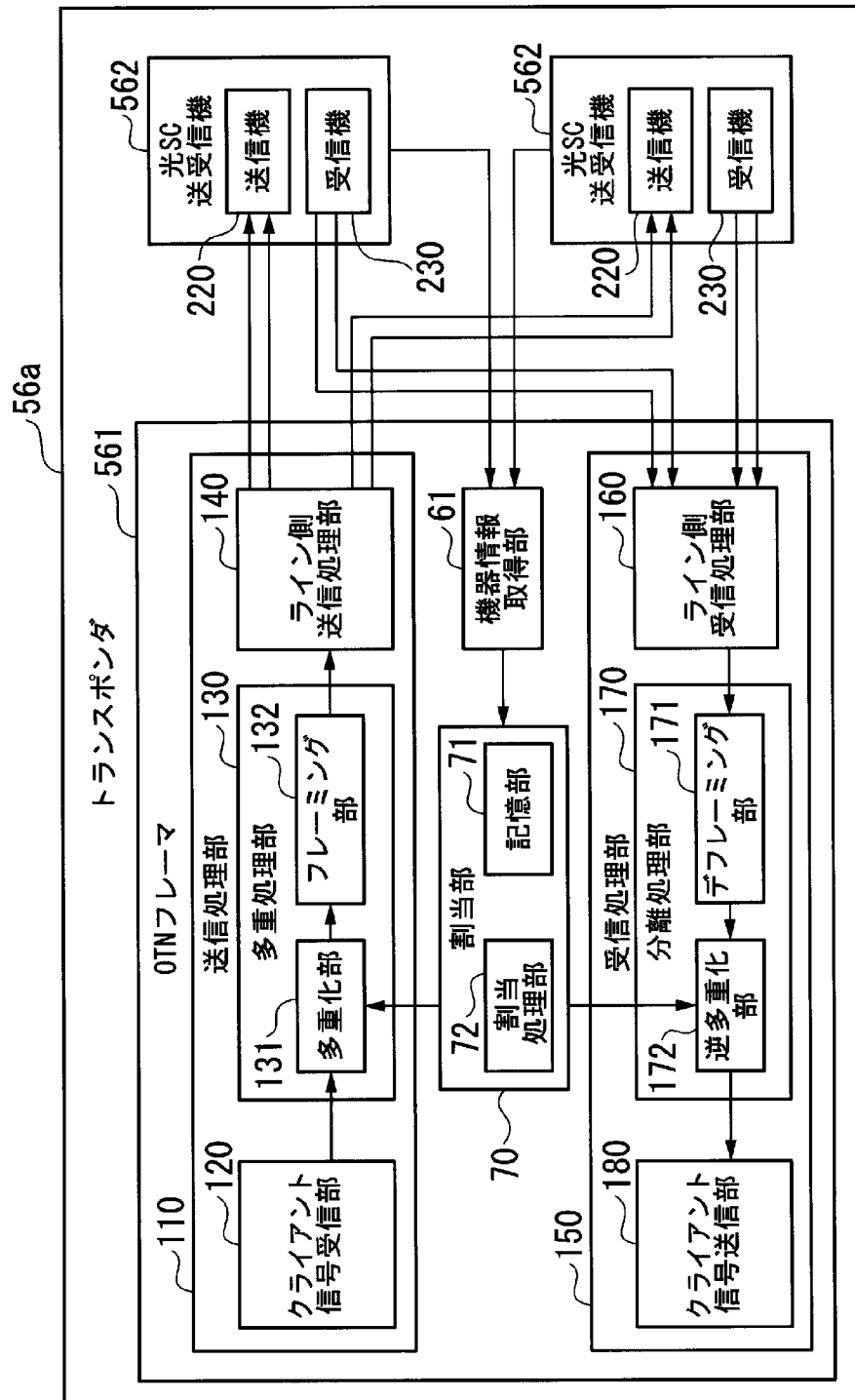
[図8]



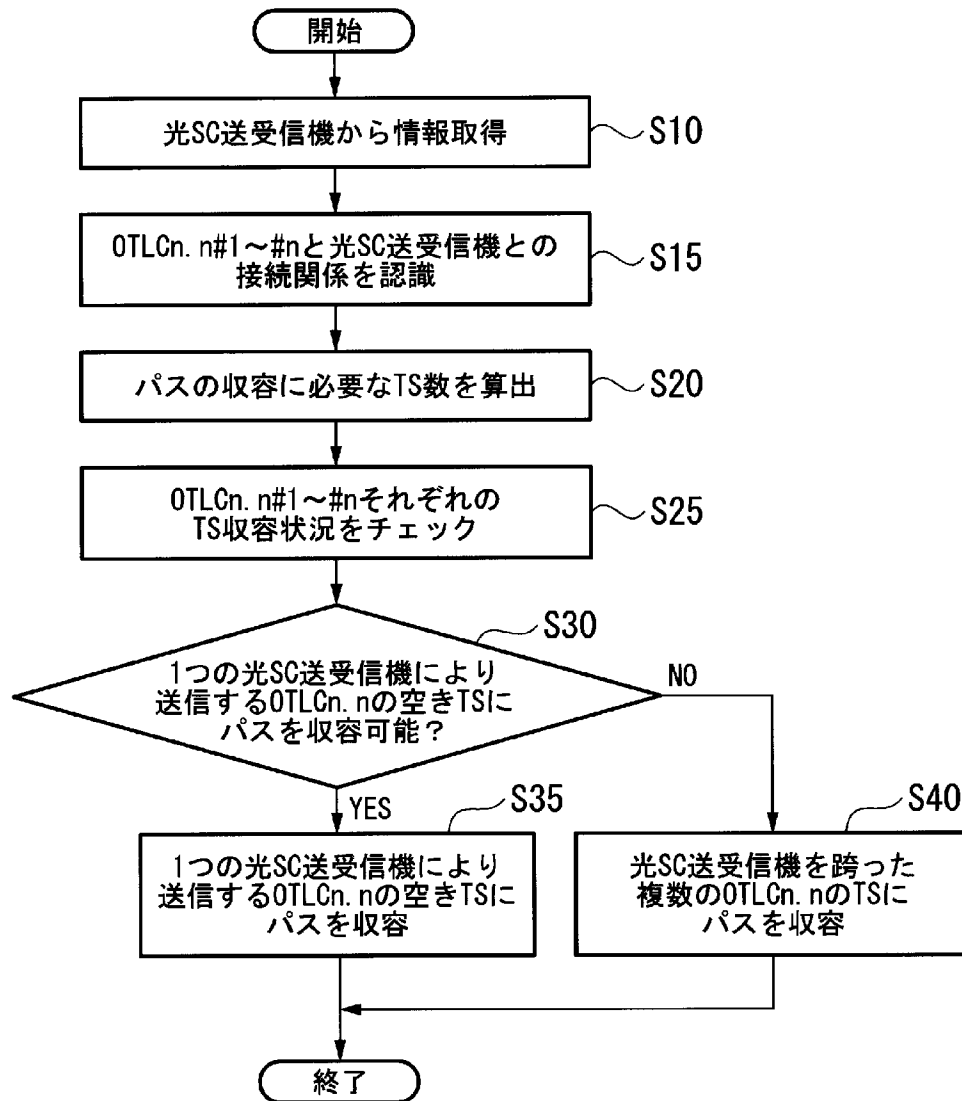
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/083379

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J3/16(2006.01)i, H04B10/03(2013.01)i, H04J3/00(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)

H04J3/16, H04B10/03, H04J3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-4839 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 05 January 2012 (05.01.2012), abstract; paragraphs [0001] to [0010], [0050] to [0092] (Family: none)	1-5
Y	JP 2010-136380 A (Electronics and Telecommunications Research Institute), 17 June 2010 (17.06.2010), abstract; paragraphs [0032] to [0156] & US 2010/0142947 A1 abstract; paragraphs [0058] to [0185] & KR 10-2010-0066358 A	1-5

☒ 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
14 January 2016 (14.01.16)

Date of mailing of the international search report
26 January 2016 (26.01.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/083379

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-119999 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 21 June 2012 (21.06.2012), paragraphs [0031], [0034], [0043], [0044] (Family: none)	1-5
Y	US 2012/0189304 A1 (Huawei Technologies Co., Ltd.), 26 June 2012 (26.06.2012), abstract; fig. 1, 2 & WO 2011/038673 A1 & EP 2472767 A1 & CN 102036132 A	1-5
Y	CN 103533464 A (Huawei Technologies Co., Ltd.), 22 January 2014 (22.01.2014), abstract; paragraphs [0081], [0128] to [0148]; fig. 11, 12 & WO 2015/035883 A1	1-5
Y	JP 2012-209877 A (Fujitsu Telecom Networks Ltd.), 25 October 2012 (25.10.2012), abstract; paragraphs [0070] to [0079], [0086] to [0091], [0097] to [0110] & US 2012/0251109 A1 abstract; paragraphs [0094] to [0103], [0110] to [0115], [0121] to [0136]	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04J3/16(2006.01)i, H04B10/03(2013.01)i, H04J3/00(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. H04J3/16, H04B10/03, H04J3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-4839 A（日本電信電話株式会社）2012.01.05, 要約、段落1-10, 50-92（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2010-136380 A（韓国電子通信研究院）2010.06.17, 要約、段落32-156 & US 2010/0142947 A1, 要約、段落58-185 & KR 10-2010-0066358 A	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

「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

14.01.2016

国際調査報告の発送日

26.01.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

谷岡 佳彦

5 K

3 4 6 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-119999 A (日本電信電話株式会社) 2012.06.21, 段落 3 1, 3 4, 4 3, 4 4 (ファミリーなし)	1-5
Y	US 2012/0189304 A1 (Huawei Technologies Co., Ltd.) 2012.06.26, 要約、図 1, 2 & WO 2011/038673 A1 & EP 2472767 A1 & CN 102036132 A	1-5
Y	CN 103533464 A (Huawei Technologies Co., Ltd.) 2014.01.22, 要約、段落 8 1, 1 2 8 - 1 4 8、図 1 1, 1 2 & WO 2015/035883 A1	1-5
Y	JP 2012-209877 A (富士通テレコムネットワークス株式会社) 2012.10.25, 要約、段落 7 0 - 7 9, 8 6 - 9 1, 9 7 - 1 1 0 & US 2012/0251109 A1, 要約、段落 9 4 - 1 0 3, 1 1 0 - 1 1 5, 1 2 1 - 1 3 6	1-5