

(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
2024年11月14日(14.11.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/232012 A1

(51) 国際特許分類:
H04B 10/27 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/017422

(22) 国際出願日: 2023年5月9日(09.05.2023)

(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: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 川井 優季(KAWAI, Yuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 松枝 駿(MATSUEDA,

Shun); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

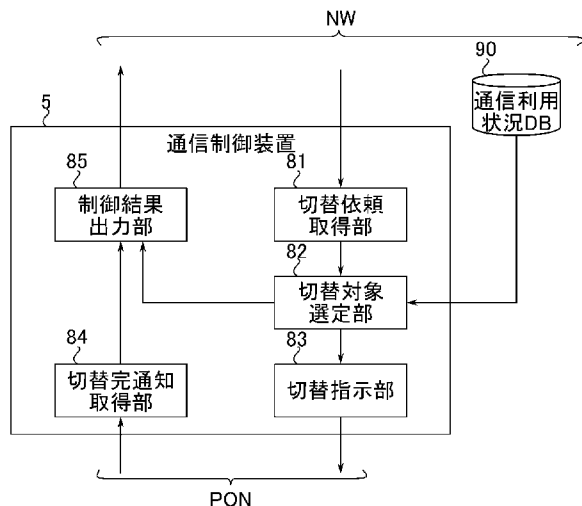
(74) 代理人: 弁理士法人鈴榮特許総合事務所 (SUZUYE & SUZUYE); 〒1050014 東京都港区芝三丁目23番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 Tokyo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) Title: COMMUNICATION CONTROL DEVICE, COMMUNICATION CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 通信制御装置、及び通信制御方法、及びプログラム

[図4]



5... COMMUNICATION CONTROL DEVICE
81... SWITCHING REQUEST ACQUISITION UNIT
82... SWITCHING TARGET SELECTION UNIT
83... SWITCHING INSTRUCTION UNIT
84... SWITCHING COMPLETION NOTIFICATION ACQUISITION UNIT
85... CONTROL RESULT OUTPUT UNIT
90... COMMUNICATION USAGE STATUS DATABASE

(57) Abstract: A communication control device according to one embodiment of the present invention controls communication of an optical communication system. The optical communication system comprises: a first termination device; a second termination device; a first splitter that branches an optical signal from the first termination device; a second splitter that branches an optical signal from the second termination device; a plurality of third termination devices; a switching device that is provided between the plurality of third termination devices and the first and second splitters and that is configured to execute a switching operation for switching communication of at least one third termination device with the first termination device via the first splitter to communication with the second termination device via the second splitter; and a communication control device. The communication control device comprises: an acquisition unit that acquires usage statuses of communication by the plurality of third termination devices via the first splitter and the second splitter;

[続葉有]



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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

a selection unit that selects a switching target from the plurality of third termination devices on the basis of the acquired usage statuses; and an instruction unit that instructs the switching device to execute the switching operation for the selected switching target.

(57) 要約: 一実施形態の通信制御装置は、光通信システムの通信を制御する。光通信システムは、第1終端装置と、第2終端装置と、第1終端装置からの光信号を分岐する第1スプリッタと、第2終端装置からの光信号を分岐する第2スプリッタと、複数の第3終端装置と、第1スプリッタ及び第2スプリッタと複数の第3終端装置との間に設けられ、少なくとも1個の第3終端装置の第1スプリッタを介した第1終端装置との間の通信を第2スプリッタを介した第2終端装置との間の通信に切り替える切替動作を実行するように構成された切替装置と、通信制御装置と、を備える。通信制御装置は、複数の第3終端装置による第1スプリッタ及び第2スプリッタを介した通信の利用状況を取得する取得部と、取得された利用状況に基づき、複数の第3終端装置から切替対象を選定する選定部と、選定された切替対象に対する切替動作の実行を切替装置に指示する指示部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：通信制御装置、及び通信制御方法、及びプログラム
技術分野

[0001] 実施形態は、通信制御装置、通信制御方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 光回線を利用した光通信システムとしてP O N（passive optical network）が知られている。P O Nでは、光－電気間の変換を行わず、低コストの受動素子である光スプリッタを用いて、光信号の分岐及び合流が実現される。P O Nでは、局側の終端装置であるO L T（optical line terminal）と、ユーザ側の終端装置である複数のO N U（optical network unit）との間が、光スプリッタを介して、一心の光ケーブルで接続される。

[0003] 複数のO N Uには、同等の帯域幅が割り当てられることが好ましい。このため、同一のP O Nに属する（収容される）複数のO N Uに対して、同等の帯域幅を割り当てる技術が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2 0 1 2－1 9 3 5 3号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、異なるP O N間では、収容されるO N Uの数が異なり得る。また、複数のO N Uの各々は、互いにトラヒック量が異なり得る。このため、異なるP O N間では、O N Uに割り当てられる帯域幅を平準化することは困難である。

[0006] 本発明は、上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、異なるP O N間でO N Uに割り当てられる帯域幅を平準化する手段を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 一態様の通信制御装置は、光通信システムの通信を制御する。上記光通信システムは、第1終端装置と、第2終端装置と、上記第1終端装置からの光信号を分岐する第1スプリッタと、上記第2終端装置からの光信号を分岐する第2スプリッタと、複数の第3終端装置と、上記第1スプリッタ及び上記第2スプリッタと上記複数の第3終端装置との間に設けられ、上記複数の第3終端装置のうちの少なくとも1個の第3終端装置の上記第1スプリッタを介した上記第1終端装置との間の通信を上記第2スプリッタを介した上記第2終端装置との間の通信に切り替える切替動作を実行するように構成された切替装置と、上記通信制御装置と、を備える。上記通信制御装置は、上記複数の第3終端装置による上記第1スプリッタ及び上記第2スプリッタを介した通信の利用状況を取得する取得部と、上記取得された利用状況に基づき、上記複数の第3終端装置から切替対象を選定する選定部と、上記選定された切替対象に対する上記切替動作の実行を上記切替装置に指示する指示部と、を備える。

発明の効果

[0008] 実施形態によれば、異なるPON間でONUに割り当てられる帯域幅を平準化する手段を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実施形態に係る光通信システムの一例を示すブロック図である。

[図2]図2は、実施形態に係る光通信システムのうち切替装置の一部を含む部分の構成の一例を示すブロック図である。

[図3]図3は、実施形態に係る通信制御装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図4]図4は、実施形態に係る通信制御装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図5]図5は、実施形態に係る光通信システムで用いられる通信利用状況DBのデータ構造の一例を示す図である。

[図6]図6は、実施形態に係る光通信システムにおける切替動作を含む一連の処理の一例を示すフローチャートである。

[図7]図7は、実施形態に係る光通信システムにおける切替動作に含まれる切替対象選定処理の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照して実施形態について説明する。なお、以下の説明において、同一の機能及び構成を有する構成要素については、共通する参照符号を付す。

[0011] 1. 構成

1. 1 光通信システム

まず、実施形態に係る光通信システムの構成について説明する。図1は、実施形態に係る光通信システムの構成の一例を示すブロック図である。光通信システム1は、通信制御装置5、並びに複数のPON（PON1及びPON2）を含む光通信網である。

[0012] 通信制御装置5は、例えば、通信事業者の局内に設けられたサーバである。通信制御装置5は、複数のPONの動作を制御するように構成される。

[0013] PON1及びPON2は、受動光ネットワークである。PON1及びPON2は、ネットワークNWを介して、情報をユーザに提供する。PON1及びPON2の各々が情報を提供するユーザの数は任意であるが、例えば、32である。

[0014] 図1の例では、PON1が、OLT11、SPa21、複数のSPb31、32、33、及び34、複数のONU41<1:N₁>、42<1:N₂>、43<1:N₃>、及び44<1:N₄>、並びに切替装置50の一部を含む（1≤N₁~N₄≤8）。また、図1の例では、PON2は、OLT12、SPa22、複数のSPb35、36、37、及び38、複数のONU45<1:N₅>、46<1:N₆>、47<1:N₇>、及び48<1:N₈>、並びに切替装置50の一部を含む（1≤N₅~N₈≤8）。なお、複数のONU45<1:N_x>は、N_x個のONU45<1>、…、及び45<N_x>

を意味するものとする（ x は整数）。

[0015] OLT 11 及び OLT 12 の各々は、通信事業者の局内に設置された光回線終端装置である。

[0016] OLT 11 は、ネットワーク NW と PON 1 との間の情報の通信を制御する。OLT 11 は、光ケーブルを介して SP a 2 1 と接続される。

[0017] OLT 12 は、ネットワーク NW と PON 2 との間の情報の通信を制御する。OLT 12 は、光ケーブルを介して SP a 2 2 と接続される。

[0018] SP a 2 1 及び SP a 2 2 の各々は、電源を要しない受動素子である。SP a 2 1 及び SP a 2 2 の各々は、例えば、最大 4 分岐の光スプリッタである。

[0019] SP a 2 1 は、OLT 11 から受信した光信号を分岐させる。SP a 2 1 によって分岐された光信号は、互いに異なる 4 本の光ケーブルを介して切替装置 50 に送信される。また、SP a 2 1 は、互いに異なる 4 本の光ケーブルを介して切替装置 50 から送信された 4 種類の光信号を合流させる。SP a 2 1 によって合流された光信号は、1 本の光ケーブルを介して OLT 11 に送信される。

[0020] SP a 2 2 は、OLT 12 から受信した光信号を分岐させる。SP a 2 2 によって分岐された光信号は、互いに異なる 4 本の光ケーブルを介して切替装置 50 に送信される。また、SP a 2 2 は、互いに異なる 4 本の光ケーブルを介して切替装置 50 から送信された 4 種類の光信号を合流させる。SP a 2 2 によって合流された光信号は、1 本の光ケーブルを介して OLT 12 に送信される。なお、SP a 2 2 が分岐及び合流させる光ケーブルの数は、4 本に限らず、2 以上の任意の整数が適用され得る。

[0021] SP b 3 1 ~ 3 8 の各々は、電源を要しない受動素子である。SP b 3 1 ~ 3 8 の各々は、例えば、最大 8 分岐の光スプリッタである。SP b 3 1 ~ 3 8 の各々は、切替装置 50 から受信した光信号を分岐させる。

[0022] SP b 3 1 によって分岐された光信号は、互いに異なる N_1 本の光ケーブルを介して、 $ONU 4 1 < 1 : N_1 >$ にそれぞれ送信される。また、SP b 3 1

は、互いに異なる N_1 本の光ケーブルを介して $ONU41 < 1 : N_1 >$ から送信された N_1 種類の光信号を合流させる。 $SPb31$ によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介して切替装置50に送信される。

[0023] $SPb32$ によって分岐された光信号は、互いに異なる N_2 本の光ケーブルを介して、 $ONU42 < 1 : N_2 >$ にそれぞれ送信される。また、 $SPb32$ は、互いに異なる N_2 本の光ケーブルを介して $ONU42 < 1 : N_2 >$ から送信された N_2 種類の光信号を合流させる。 $SPb32$ によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介して切替装置50に送信される。

[0024] $SPb33$ によって分岐された光信号は、互いに異なる N_3 本の光ケーブルを介して、 $ONU43 < 1 : N_3 >$ にそれぞれ送信される。また、 $SPb33$ は、互いに異なる N_3 本の光ケーブルを介して $ONU43 < 1 : N_3 >$ から送信された N_3 種類の光信号を合流させる。 $SPb33$ によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介して切替装置50に送信される。

[0025] $SPb34$ によって分岐された光信号は、互いに異なる N_4 本の光ケーブルを介して、 $ONU44 < 1 : N_4 >$ にそれぞれ送信される。また、 $SPb34$ は、互いに異なる N_4 本の光ケーブルを介して $ONU44 < 1 : N_4 >$ から送信された N_4 種類の光信号を合流させる。 $SPb34$ によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介して切替装置50に送信される。

[0026] $SPb35$ によって分岐された光信号は、互いに異なる N_5 本の光ケーブルを介して、 $ONU45 < 1 : N_5 >$ にそれぞれ送信される。また、 $SPb35$ は、互いに異なる N_5 本の光ケーブルを介して $ONU45 < 1 : N_5 >$ から送信された N_5 種類の光信号を合流させる。 $SPb35$ によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介して切替装置50に送信される。

[0027] $SPb36$ によって分岐された光信号は、互いに異なる N_6 本の光ケーブルを介して、 $ONU46 < 1 : N_6 >$ にそれぞれ送信される。また、 $SPb36$ は、互いに異なる N_6 本の光ケーブルを介して $ONU46 < 1 : N_6 >$ から送信された N_6 種類の光信号を合流させる。 $SPb36$ によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介して切替装置50に送信される。

- [0028] S P b 3 7 によって分岐された光信号は、互いに異なる N_7 本の光ケーブルを介して、 $ONU 4 7 < 1 : N_7 >$ にそれぞれ送信される。また、S P b 3 7 は、互いに異なる N_7 本の光ケーブルを介して $ONU 4 7 < 1 : N_7 >$ から送信された N_7 種類の光信号を合流させる。S P b 3 7 によって合流された光信号は、1 本の光ケーブルを介して切替装置 5 0 に送信される。
- [0029] S P b 3 8 によって分岐された光信号は、互いに異なる N_8 本の光ケーブルを介して、 $ONU 4 8 < 1 : N_8 >$ にそれぞれ送信される。また、S P b 3 8 は、互いに異なる N_8 本の光ケーブルを介して $ONU 4 8 < 1 : N_8 >$ から送信された N_8 種類の光信号を合流させる。S P b 3 8 によって合流された光信号は、1 本の光ケーブルを介して切替装置 5 0 に送信される。
- [0030] $ONU 4 1 < 1 : N_1 > \sim 4 4 < 1 : N_8 >$ の各々は、通信事業者の局外（ユーザ側）に設置された光回線終端装置である。
- [0031] $ONU 4 1 < 1 : N_1 > \sim 4 4 < 1 : N_4 >$ の各々は、ユーザと P O N 1 との間の情報の通信を制御する。 $ONU 4 1 < 1 : N_1 >$ は、互いに異なる光ケーブルを介して S P b 3 1 と接続される。 $ONU 4 2 < 1 : N_2 >$ は、互いに異なる光ケーブルを介して S P b 3 2 と接続される。 $ONU 4 3 < 1 : N_3 >$ は、互いに異なる光ケーブルを介して S P b 3 3 と接続される。 $ONU 4 4 < 1 : N_4 >$ は、互いに異なる光ケーブルを介して S P b 3 4 と接続される。
- [0032] $ONU 4 5 < 1 : N_5 > \sim 4 8 < 1 : N_8 >$ の各々は、ユーザと P O N 2 との間の情報の通信を制御する。 $ONU 4 5 < 1 : N_5 >$ は、互いに異なる光ケーブルを介して S P b 3 5 と接続される。 $ONU 4 6 < 1 : N_6 >$ は、互いに異なる光ケーブルを介して S P b 3 6 と接続される。 $ONU 4 7 < 1 : N_7 >$ は、互いに異なる光ケーブルを介して S P b 3 7 と接続される。 $ONU 4 8 < 1 : N_8 >$ は、互いに異なる光ケーブルを介して S P b 3 8 と接続される。
- [0033] 切替装置 5 0 は、S P b 3 1 $\sim$ 3 8、及び $ONU 4 1 < 1 : N_1 > \sim 4 8 < 1 : N_8 >$ の收容先を P O N 1 と P O N 2 との間で切り替える装置である。切替装置 5 0 は、S P a 2 1 及び 2 2 と、S P b 3 1 $\sim$ 3 8 と、の間に設けられる。図 1 に示される場合のように、S P b 3 1 $\sim$ 3 4、及び $ONU 4 1 <$

1 : N₁ > ~ 4 4 < 1 : N₄ > が P O N 1 に収容され、S P b 3 5 ~ 3 8、及び O N U 4 5 < 1 : N₅ > ~ 4 8 < 1 : N₈ > が P O N 2 に収容される場合、切替装置 5 0 は、S P a 2 1 と S P b 3 1 ~ 3 4 との間を接続すると共に、S P a 2 2 と S P b 3 5 ~ 3 8 との間を接続する。

[0034] 切替装置 5 0 は、S P a 2 1 と S P b 3 1 との間の接続と、S P a 2 2 と S P b 3 5 ~ 3 8 のうちの 1 個との間の接続とを切り替えることにより、S P a 2 1 と S P b 3 5 ~ 3 8 のうちの 1 個との間を接続すると共に、S P a 2 2 と S P b 3 1 との間を接続することができるように構成される。切替装置 5 0 は、S P a 2 1 と S P b 3 2 との間の接続と、S P a 2 2 と S P b 3 5 ~ 3 8 のうちの 1 個との間の接続とを切り替えることにより、S P a 2 1 と S P b 3 5 ~ 3 8 のうちの 1 個との間を接続すると共に、S P a 2 2 と S P b 3 2 との間を接続することができるように構成される。切替装置 5 0 は、S P a 2 1 と S P b 3 3 との間の接続と、S P a 2 2 と S P b 3 5 ~ 3 8 のうちの 1 個との間の接続とを切り替えることにより、S P a 2 1 と S P b 3 5 ~ 3 8 のうちの 1 個との間を接続すると共に、S P a 2 2 と S P b 3 3 との間を接続することができるように構成される。切替装置 5 0 は、S P a 2 1 と S P b 3 4 との間の接続と、S P a 2 2 と S P b 3 5 ~ 3 8 のうちの 1 個との間の接続とを切り替えることにより、S P a 2 1 と S P b 3 5 ~ 3 8 のうちの 1 個との間を接続すると共に、S P a 2 2 と S P b 3 4 との間を接続することができるように構成される。

[0035] なお、図 1 に示した例では、S P b 3 1 ~ 3 8 の各々に対して少なくとも 1 個の O N U が接続されている場合について説明したが、これに限られない。例えば、S P b 3 1 ~ 3 8 の各々には、O N U が 1 個も接続されていない場合もあり得る。以下では、このような場合を N_x = 0 のケースとして記載する。

[0036] 1. 2 切替装置

次に、図 1 及び図 2 を参照して、実施形態に係る光通信システムに含まれる切替装置の構成について説明する。図 1 に示されるように、切替装置 5 0

は、光スイッチ51、52、53、54、55、56、57、及び58、並びにSPc61、62、63、64、65、66、67、及び68を含む。

[0037] 図2は、実施形態に係る光通信システムのうち切替装置の一部を含む部分の構成の一例を示すブロック図である。図2では、光通信システム1のうち、OLT11及び12、SPa21及び22、SPb31及び35、並びに切替装置50のうちSPa21及び22とSPb31及び35との間の接続を切り替える部分が示される。なお、切替装置50の図示されない部分の構成は、切替装置50のうちSPa21及び22とSPb31及び35との間の接続を切り替える部分と同等である。

[0038] 光スイッチ51～58の各々は、受信した光信号を、あらかじめ指定されたポートに選択的に出力するように構成されたスイッチ機器である。光スイッチ51～58の各々は、OLT11及び12、並びにSPa21及び22と共に、通信事業者の局内に設けられる。

[0039] 光スイッチ51は、下り用の互いに異なる5本の光ケーブルを介して、SPc61、65、66、67、及び68と接続される。光スイッチ51は、上り用の1本の光ケーブルを介して、SPa21と接続される。これにより、光スイッチ51は、通信先のポートとしてSPc61が指定される場合、SPa21とSPc61との間を接続する。この場合、光スイッチ51は、SPa21から受信した光信号をSPc61に転送するが、SPc65～68には転送しない。また、光スイッチ51は、SPc61から受信した光信号をSPa21に転送するが、SPc65～68から受信した光信号はSPa21に転送しない。一方、光スイッチ51は、通信先のポートとしてSPc65～68のいずれかが指定される場合、SPa21とSPc65～68のうち指定されたポートとの間を接続する。この場合、光スイッチ51は、SPa21から受信した光信号をSPc65～68のうち指定されたポートに転送するが、SPc61及びSPc65～68のうち指定されていないポートには転送しない。また、光スイッチ51は、SPc65～68のうち指定されたポートから受信した光信号をSPa21に転送するが、SPc61

及びSPc65～68のうち指定されていないポートから受信した光信号はSPa21に転送しない。

[0040] 光スイッチ52は、下り用の互いに異なる5本の光ケーブルを介して、SPc62、65、66、67、及び68と接続される。光スイッチ52は、上り用の1本の光ケーブルを介して、SPa21と接続される。これにより、光スイッチ52は、通信先のポートとしてSPc62が指定される場合、SPa21とSPc62との間を接続する。この場合、光スイッチ52は、SPa21から受信した光信号をSPc62に転送するが、SPc65～68には転送しない。また、光スイッチ52は、SPc62から受信した光信号をSPa21に転送するが、SPc65～68から受信した光信号はSPa21に転送しない。一方、光スイッチ52は、通信先のポートとしてSPc65～68のいずれかが指定される場合、SPa21とSPc65～68のうち指定されたポートとの間を接続する。この場合、光スイッチ52は、SPa21から受信した光信号をSPc65～68のうち指定されたポートに転送するが、SPc62及びSPc65～68のうち指定されていないポートには転送しない。また、光スイッチ52は、SPc65～68のうち指定されたポートから受信した光信号をSPa21に転送するが、SPc62及びSPc65～68のうち指定されていないポートから受信した光信号はSPa21に転送しない。

[0041] 光スイッチ53は、下り用の互いに異なる5本の光ケーブルを介して、SPc63、65、66、67、及び68と接続される。光スイッチ53は、上り用の1本の光ケーブルを介して、SPa21と接続される。これにより、光スイッチ53は、通信先のポートとしてSPc63が指定される場合、SPa21とSPc63との間を接続する。この場合、光スイッチ53は、SPa21から受信した光信号をSPc63に転送するが、SPc65～68には転送しない。また、光スイッチ53は、SPc63から受信した光信号をSPa21に転送するが、SPc65～68から受信した光信号はSPa21に転送しない。一方、光スイッチ53は、通信先のポートとしてSP

c 6 5 ~ 6 8 のいずれかが指定される場合、S P a 2 1 と S P c 6 5 ~ 6 8 のうち指定されたポートとの間を接続する。この場合、光スイッチ 5 3 は、S P a 2 1 から受信した光信号を S P c 6 5 ~ 6 8 のうち指定されたポートに転送するが、S P c 6 3 及び S P c 6 5 ~ 6 8 のうち指定されていないポートには転送しない。また、光スイッチ 5 3 は、S P c 6 5 ~ 6 8 のうち指定されたポートから受信した光信号を S P a 2 1 に転送するが、S P c 6 3 及び S P c 6 5 ~ 6 8 のうち指定されていないポートから受信した光信号は S P a 2 1 に転送しない。

[0042] 光スイッチ 5 4 は、下り用の互いに異なる 5 本の光ケーブルを介して、S P c 6 4、6 5、6 6、6 7、及び 6 8 と接続される。光スイッチ 5 4 は、上り用の 1 本の光ケーブルを介して、S P a 2 1 と接続される。これにより、光スイッチ 5 4 は、通信先のポートとして S P c 6 4 が指定される場合、S P a 2 1 と S P c 6 4 との間を接続する。この場合、光スイッチ 5 4 は、S P a 2 1 から受信した光信号を S P c 6 4 に転送するが、S P c 6 5 ~ 6 8 には転送しない。また、光スイッチ 5 4 は、S P c 6 4 から受信した光信号を S P a 2 1 に転送するが、S P c 6 5 ~ 6 8 から受信した光信号は S P a 2 1 に転送しない。一方、光スイッチ 5 4 は、通信先のポートとして S P c 6 5 ~ 6 8 のいずれかが指定される場合、S P a 2 1 と S P c 6 5 ~ 6 8 のうち指定されたポートとの間を接続する。この場合、光スイッチ 5 4 は、S P a 2 1 から受信した光信号を S P c 6 5 ~ 6 8 のうち指定されたポートに転送するが、S P c 6 4 及び S P c 6 5 ~ 6 8 のうち指定されていないポートには転送しない。また、光スイッチ 5 4 は、S P c 6 5 ~ 6 8 のうち指定されたポートから受信した光信号を S P a 2 1 に転送するが、S P c 6 4 及び S P c 6 5 ~ 6 8 のうち指定されていないポートから受信した光信号は S P a 2 1 に転送しない。

[0043] 光スイッチ 5 5 は、下り用の互いに異なる 5 本の光ケーブルを介して、S P c 6 5、6 1、6 2、6 3、及び 6 4 と接続される。光スイッチ 5 5 は、上り用の 1 本の光ケーブルを介して、S P a 2 2 と接続される。これにより

、光スイッチ55は、通信先のポートとしてSPc65が指定される場合、SPa22とSPc65との間を接続する。この場合、光スイッチ55は、SPa22から受信した光信号をSPc65に転送するが、SPc61～64には転送しない。また、光スイッチ55は、SPc65から受信した光信号をSPa22に転送するが、SPc61～64から受信した光信号はSPa22に転送しない。一方、光スイッチ55は、通信先のポートとしてSPc61～64のいずれかが指定される場合、SPa22とSPc61～64のうち指定されたポートとの間を接続する。この場合、光スイッチ55は、SPa22から受信した光信号をSPc61～64のうち指定されたポートに転送するが、SPc65及びSPc61～64のうち指定されていないポートには転送しない。また、光スイッチ55は、SPc61～64のうち指定されたポートから受信した光信号をSPa22に転送するが、SPc65及びSPc61～64のうち指定されていないポートから受信した光信号はSPa22に転送しない。

[0044] 光スイッチ56は、下り用の互いに異なる5本の光ケーブルを介して、SPc66、61、62、63、及び64と接続される。光スイッチ56は、上り用の1本の光ケーブルを介して、SPa22と接続される。これにより、光スイッチ56は、通信先のポートとしてSPc66が指定される場合、SPa22とSPc66との間を接続する。この場合、光スイッチ56は、SPa22から受信した光信号をSPc66に転送するが、SPc61～64には転送しない。また、光スイッチ56は、SPc66から受信した光信号をSPa22に転送するが、SPc61～64から受信した光信号はSPa22に転送しない。一方、光スイッチ56は、通信先のポートとしてSPc61～64のいずれかが指定される場合、SPa22とSPc61～64のうち指定されたポートとの間を接続する。この場合、光スイッチ56は、SPa22から受信した光信号をSPc61～64のうち指定されたポートに転送するが、SPc66及びSPc61～64のうち指定されていないポートには転送しない。また、光スイッチ56は、SPc61～64のうち指

定されたポートから受信した光信号を S P a 2 2 に転送するが、S P c 6 6 及び S P c 6 1 ～ 6 4 のうち指定されていないポートから受信した光信号は S P a 2 2 に転送しない。

[0045] 光スイッチ 5 7 は、下り用の互いに異なる 5 本の光ケーブルを介して、S P c 6 7、6 1、6 2、6 3、及び 6 4 と接続される。光スイッチ 5 7 は、上り用の 1 本の光ケーブルを介して、S P a 2 2 と接続される。これにより、光スイッチ 5 7 は、通信先のポートとして S P c 6 7 が指定される場合、S P a 2 2 と S P c 6 7 との間を接続する。この場合、光スイッチ 5 7 は、S P a 2 2 から受信した光信号を S P c 6 7 に転送するが、S P c 6 1 ～ 6 4 には転送しない。また、光スイッチ 5 7 は、S P c 6 7 から受信した光信号を S P a 2 2 に転送するが、S P c 6 1 ～ 6 4 から受信した光信号は S P a 2 2 に転送しない。一方、光スイッチ 5 7 は、通信先のポートとして S P c 6 1 ～ 6 4 のいずれかが指定される場合、S P a 2 2 と S P c 6 1 ～ 6 4 のうち指定されたポートとの間を接続する。この場合、光スイッチ 5 7 は、S P a 2 2 から受信した光信号を S P c 6 1 ～ 6 4 のうち指定されたポートに転送するが、S P c 6 7 及び S P c 6 1 ～ 6 4 のうち指定されていないポートには転送しない。また、光スイッチ 5 7 は、S P c 6 1 ～ 6 4 のうち指定されたポートから受信した光信号を S P a 2 2 に転送するが、S P c 6 7 及び S P c 6 1 ～ 6 4 のうち指定されていないポートから受信した光信号は S P a 2 2 に転送しない。

[0046] 光スイッチ 5 8 は、下り用の互いに異なる 5 本の光ケーブルを介して、S P c 6 8、6 1、6 2、6 3、及び 6 4 と接続される。光スイッチ 5 8 は、上り用の 1 本の光ケーブルを介して、S P a 2 2 と接続される。これにより、光スイッチ 5 8 は、通信先のポートとして S P c 6 8 が指定される場合、S P a 2 2 と S P c 6 8 との間を接続する。この場合、光スイッチ 5 8 は、S P a 2 2 から受信した光信号を S P c 6 8 に転送するが、S P c 6 1 ～ 6 4 には転送しない。また、光スイッチ 5 8 は、S P c 6 8 から受信した光信号を S P a 2 2 に転送するが、S P c 6 1 ～ 6 4 から受信した光信号は S P

a 2 2 に転送しない。一方、光スイッチ 5 8 は、通信先のポートとして S P c 6 1 ~ 6 4 のいずれかが指定される場合、S P a 2 2 と S P c 6 1 ~ 6 4 のうち指定されたポートとの間を接続する。この場合、光スイッチ 5 8 は、S P a 2 2 から受信した光信号を S P c 6 1 ~ 6 4 のうち指定されたポートに転送するが、S P c 6 8 及び S P c 6 1 ~ 6 4 のうち指定されていないポートには転送しない。また、光スイッチ 5 8 は、S P c 6 1 ~ 6 4 のうち指定されたポートから受信した光信号を S P a 2 2 に転送するが、S P c 6 8 及び S P c 6 1 ~ 6 4 のうち指定されていないポートから受信した光信号は S P a 2 2 に転送しない。

[0047] 上述したような切替装置 5 0 による、P O N 1 に收容される O N U と P O N 2 に收容される O N U とを切り替える動作（以下、「切替動作」という。）は、ユーザ側の通信断を抑制する観点から、同期して実行されることが好ましい。

[0048] S P c 6 1 ~ 6 8 の各々は、電源を要しない受動素子である。S P c 6 1 ~ 6 8 の各々は、例えば、最大 5 分岐の光スプリッタである。S P c 6 1 ~ 6 8 は、S P c 3 1 ~ 3 8、及び O N U 4 1 < 1 : N₁ > ~ 4 8 < 1 : N₈ > と共に、通信事業者の局外（すなわち、ユーザ側）に設けられる。

[0049] S P c 6 1 は、S P b 3 1 から受信した光信号を分岐させる。S P c 6 1 によって分岐された光信号は、互いに異なる 5 本の光ケーブルを介して光スイッチ 5 1 及び 5 5 ~ 5 8 に送信される。また、S P c 6 1 は、互いに異なる 5 本の光ケーブルを介して光スイッチ 5 1 及び 5 5 ~ 5 8 から送信された 5 種類の光信号を合流させる。S P c 6 1 によって合流された光信号は、1 本の光ケーブルを介して S P b 3 1 に送信される。

[0050] S P c 6 2 は、S P b 3 2 から受信した光信号を分岐させる。S P c 6 2 によって分岐された光信号は、互いに異なる 5 本の光ケーブルを介して光スイッチ 5 2 及び 5 5 ~ 5 8 に送信される。また、S P c 6 2 は、互いに異なる 5 本の光ケーブルを介して光スイッチ 5 2 及び 5 5 ~ 5 8 から送信された 5 種類の光信号を合流させる。S P c 6 2 によって合流された光信号は、1

本の光ケーブルを介してS P b 3 2に送信される。

[0051] S P c 6 3は、S P b 3 3から受信した光信号を分岐させる。S P c 6 3によって分岐された光信号は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ5 3及び5 5～5 8に送信される。また、S P c 6 3は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ5 3及び5 5～5 8から送信された5種類の光信号を合流させる。S P c 6 3によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介してS P b 3 3に送信される。

[0052] S P c 6 4は、S P b 3 4から受信した光信号を分岐させる。S P c 6 4によって分岐された光信号は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ5 4及び5 5～5 8に送信される。また、S P c 6 4は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ5 4及び5 5～5 8から送信された5種類の光信号を合流させる。S P c 6 4によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介してS P b 3 4に送信される。

[0053] S P c 6 5は、S P b 3 5から受信した光信号を分岐させる。S P c 6 5によって分岐された光信号は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ5 1～5 4及び5 5に送信される。また、S P c 6 5は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ5 1～5 4及び5 5から送信された5種類の光信号を合流させる。S P c 6 5によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介してS P b 3 5に送信される。

[0054] S P c 6 6は、S P b 3 6から受信した光信号を分岐させる。S P c 6 6によって分岐された光信号は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ5 1～5 4及び5 6に送信される。また、S P c 6 6は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ5 1～5 4及び5 6から送信された5種類の光信号を合流させる。S P c 6 6によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介してS P b 3 6に送信される。

[0055] S P c 6 7は、S P b 3 7から受信した光信号を分岐させる。S P c 6 7によって分岐された光信号は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ5 1～5 4及び5 7に送信される。また、S P c 6 7は、互いに異なる

る5本の光ケーブルを介して光スイッチ51～54及び57から送信された5種類の光信号を合流させる。SPc67によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介してSPb37に送信される。

[0056] SPc68は、SPb38から受信した光信号を分岐させる。SPc68によって分岐された光信号は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ51～54及び58に送信される。また、SPc68は、互いに異なる5本の光ケーブルを介して光スイッチ51～54及び58から送信された5種類の光信号を合流させる。SPc68によって合流された光信号は、1本の光ケーブルを介してSPb35に送信される。

[0057] 以上のような構成により、SPc61～68の各々は、下り用の光信号に対して5入力1出力を実現し、上り用の光信号に対して1入力5出力を実現する。

[0058] 1. 3 通信制御装置

次に、実施形態に係る光通信システムに含まれる通信制御装置の構成について説明する。

[0059] 図3は、実施形態に係る通信制御装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。図3に示されるように、通信制御装置5は、制御回路71、上位通信モジュール72、PON通信モジュール73、ユーザインタフェース74、ストレージ75、ドライブ76、及び記憶媒体77を含む。

[0060] 制御回路71は、通信制御装置5の各構成要素を全体的に制御する回路である。制御回路71は、CPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、及びROM (Read Only Memory) 等を含む。制御回路71のROMは、通信制御装置5における各種処理で使用するプログラム等を記憶する。制御回路71のCPUは、制御回路71のROMに記憶されるプログラムにしたがって、通信制御装置5の全体を制御する。制御回路71のRAMは、制御回路71のCPUの作業領域として使用される。

[0061] 上位通信モジュール72は、ネットワークNW（すなわち、PONよりも上位レイヤ）とのデータの通信に使用される回路である。PON通信モジュ

ール 7 3 は、P O N とのデータの通信に使用される回路である。

[0062] ユーザインタフェース 7 4 は、通信事業者と制御回路 7 1 との間の通信を司るインタフェースである。ユーザインタフェース 7 4 は、入力機器及び出力機器を含む。入力機器は、例えば、キーボード、タッチパネル、及び操作ボタン等を含む。出力機器は、例えば、L C D (liquid crystal display) 又は E L (electroluminescence) ディスプレイ等を含む。ユーザインタフェース 7 4 は、通信事業者からの入力を電気信号に変換した後、制御回路 7 1 に送信する。ユーザインタフェース 7 4 は、通信事業者からの入力に基づく実行結果を、通信事業者に出力する。

[0063] ストレージ 7 5 は、例えば、H D D (hard disk drive) 又は S S D (solid state drive) を含む。ストレージ 7 5 は、通信制御装置 5 における各種処理で使用される情報が記憶される。

[0064] ドライブ 7 6 は、記憶媒体 7 7 に記憶されたソフトウェアを読み込むための機器である。ドライブ 7 6 は、例えば、C D (compact disk) ドライブ、及び D V D (digital versatile disk) ドライブ等を含む。

[0065] 記憶媒体 7 7 は、ソフトウェアを、電氣的、磁氣的、光学的、機械的又は化学的作用によって記憶する媒体である。記憶媒体 7 7 は、通信制御装置 5 における各種処理を実行するためのプログラムを記憶してもよい。

[0066] 図 4 は、実施形態に係る通信制御装置の機能構成の一例を示すブロック図である。図 4 に示されるように、制御回路 7 1 の C P U は、制御回路 7 1 の R O M 又は記憶媒体 7 7 に記憶されたプログラムを制御回路 7 1 の R A M に展開する。そして、制御回路 7 1 の C P U は、制御回路 7 1 の R A M に展開されたプログラムを解釈及び実行する。これにより、通信制御装置 5 は、切替依頼取得部 8 1、切替対象選定部 8 2、切替指示部 8 3、切替完了通知取得部 8 4、及び制御結果出力部 8 5 を備えるコンピュータとして機能する。

[0067] 切替依頼取得部 8 1 は、ネットワーク N W を介して上位レイヤから切替依頼を取得する。切替依頼は、切替動作の実行を依頼するコマンドである。切替依頼は、例えば、定期的に発行されてもよい。また、例えば、切替依頼は

、通信状況が不安定なONUを用いて通信を行っているユーザによる通信事業者に対する問い合わせをトリガとして発行されてもよい。切替依頼取得部81は、取得された切替依頼を切替対象選定部82に送信する。

[0068] 切替対象選定部82は、切替依頼を受信すると、例えば、ネットワークNWを介して光通信システム1内の通信利用状況を問い合わせる。切替対象選定部82は、問い合わせ結果として、通信利用状況DB90を取得する。

[0069] 図5は、実施形態に係る光通信システムで用いられる通信利用状況DBのデータ構造の一例を示す図である。図5に示されるように、通信利用状況DB90には、各OLTに收容されるOSW毎の通信利用状況が記憶される。通信利用状況の具体例として、図5には、「緊急呼利用有無」、「現在の利用帯域」、及び「過去の利用帯域」が記憶される例が示される。

[0070] 「緊急呼利用有無」は、対応するOSWを用いて通信しているONU内に、緊急呼を利用しているONUが有るか否かを示す情報である。例えば、「緊急呼利用有無」が“true”である場合、対応するOSWを用いて通信しているONU内に、緊急呼を利用しているONUが有ることを示す。「緊急呼利用有無」が“false”である場合、対応するOSWを用いて通信しているONU内に、緊急呼を利用しているONUが無いことを示す。

[0071] 「現在の利用帯域」は、リアルタイム又は直近の所定期間において、対応するOSWを用いて通信しているONUの合計の利用帯域を示す情報である。「過去の利用帯域」は、「現在の利用帯域」における集計期間よりも過去の所定期間において、対応するOSWを用いて通信しているONUの合計の利用帯域を示す情報である。

[0072] 図5の例では、通信利用状況DB90を参照することにより、OSW53、54、56、及び58で緊急呼が使用されており、OSW51、52、55、及び57では緊急呼が使用されていないことが分かる。また、過去の利用帯域と比較して、OLT11では全体的に現在の利用帯域が増加しているのに対して、OLT12では現在の利用帯域が減少していることが分かる。

[0073] 再び、図4を参照して通信制御装置5の機能構成について説明する。

- [0074] 切替対象選定部 8 2 は、通信利用状況 DB 9 0 に基づき、切替動作を実行するか否かを判定する。具体的には、例えば、切替対象選定部 8 2 は、判定に際して、通信利用状況 DB に記憶される通信利用状況のうちの少なくとも 1 個をパラメタとして決定する。そして、切替対象選定部 8 2 は、決定されたパラメタを予め設定した基準値（閾値）と比較することによって、切替動作を実行するか否かを判定する。
- [0075] 切替動作を実行すると判定された場合、切替対象選定部 8 2 は、切替動作の対象となる光スイッチの組を切替対象として選定する。切替対象となる光スイッチの組は、例えば、PON 1 に收容される OSW 5 1 ～ 5 4 のうちの 1 個の光スイッチと、PON 2 に收容される OSW 5 5 ～ 5 8 のうちの 1 個の光スイッチと、の組である。そして、切替対象選定部 8 2 は、選定された切替対象を切替指示部 8 3 に送信する。一方、切替動作を実行しないと判定された場合、切替対象選定部 8 2 は、切替動作を実行しない旨の判定結果を制御結果出力部 8 5 に送信する。
- [0076] 切替指示部 8 3 は、選定された切替対象を受信すると、当該切替対象（すなわち、PON 1 に收容される OSW 5 1 ～ 5 4 のうちの 1 個の光スイッチと、PON 2 に收容される OSW 5 5 ～ 5 8 のうちの 1 個の光スイッチと）に対して、指定ポートの変更を指示する。当該指示は、例えば、OLT 1 1 及び 1 2 を介して切替装置 5 0 に送信される。
- [0077] 切替完了通知取得部 8 4 は、切替指示部 8 3 による指示に基づいて実行された切替動作の実行結果の完了通知を PON から取得する。完了通知には、例えば、切り替える前の接続状況と、切り替えた後の接続状況と、を示す情報が含まれる。切替完了通知取得部 8 4 は、取得された完了通知を制御結果出力部 8 5 に送信する。
- [0078] 制御結果出力部 8 5 は、切替完了通知取得部 8 4 から切替動作の完了通知を受信すると、当該完了通知を制御結果としてネットワーク NW を介して上位レイヤに出力する。制御結果出力部 8 5 は、切替対象選定部 8 2 から切替動作を実行しない旨の判定結果を受信すると、当該判定結果を制御結果とし

てネットワークNWを介して上位レイヤに出力する。

[0079] 1. 2 動作

次に、実施形態に係る光通信システムにおける動作について説明する。

[0080] 1. 2. 1 切替動作を含む一連の処理

図6は、実施形態に係る光通信システムにおける切替動作を含む一連の処理の一例を示すフローチャートである。

[0081] 一連の処理が開始すると（開始）、通信制御装置5は、切替依頼取得部81が上位レイヤから切替依頼を取得するまで待機する（ST11）。

[0082] 切替依頼が取得されると、切替対象選定部82は、通信利用状況DB90を取得する（ST12）。

[0083] 切替対象選定部82は、ST12の処理で取得された通信利用状況DB90に基づいて、切替対象選定処理を実行する（ST13）。切替対象選定処理の詳細は、後述する。

[0084] 切替対象選定部82は、ST13の切替対象選定処理によって切替対象が選定されたか否かを判定する（ST14）。

[0085] 切替対象が選定された場合（ST14；yes）、切替指示部83は、ST13の切替対象選定処理による選定結果に基づき、切替装置50にOSWの接続の切替を指示する。そして、切替装置50は、切替指示部83から指示された内容に基づき、OSWの接続の切替を実行する（ST15）。

[0086] 切替完了通知取得部84は、ST15の処理による実行結果として、切替装置50から切替動作の完了通知を取得する（ST16）。

[0087] ST16の処理の後、制御結果出力部85は、ST16の処理で取得された切替動作の完了通知を制御結果として上位レイヤに出力する（ST17）。切替対象が選定されなかった場合（ST14；no）、制御結果出力部85は、ST13の切替対象選定処理で切替対象が選定されなかった旨を示す情報を上位レイヤに出力する（ST17）。

[0088] ST17の処理が終了すると、切替動作を含む一連の処理は、終了となる（終了）。

[0089] 1. 2. 2 切替対象選定処理

図7は、実施形態に係る光通信システムにおける切替対象選定処理の一例を示すフローチャートである。図7に示されるST21～ST26の処理は、図6におけるST13の処理に対応する。

[0090] 切替対象選定処理が開始すると（開始）、切替対象選定部82は、通信利用状況DB90を参照して、PON間での現在の利用帯域の差が閾値以上であるか否かを判定する（ST21）。閾値は、例えば、PON間での過去の利用帯域の差の推移に基づいて決定され得る。

[0091] PON間での現在の利用帯域の差が閾値以上である場合（ST21；yes）、切替対象選定部82は、利用帯域が大きいPON内の複数のOSWのうち、緊急呼利用が無いOSWから、最も利用帯域が大きいOSW（以下、便宜的に「OSW-A」と呼ぶ。）を抽出する（ST22）。

[0092] 切替対象選定部82は、利用帯域が小さいPON内の複数のOSWのうち、緊急呼利用が無いOSWから、最も利用帯域が小さいOSW（以下、便宜的に「OSW-B」と呼ぶ。）を抽出する（ST23）。

[0093] 切替対象選定部82は、ST22の処理で抽出されたOSW-Aの利用帯域が、ST23の処理で抽出されたOSW-Bの利用帯域より大きいか否かを判定する（ST24）。

[0094] OSW-Aの利用帯域がOSW-Bの利用帯域より大きい場合（ST24；yes）、切替対象選定部82は、ST22の処理で抽出されたOSW-A及びST23の処理で抽出されたOSW-Bの組を、切替対象に選定する（ST25）。

[0095] PON間での現在の利用帯域の差が閾値未満である場合（ST21；no）、又はOSW-Aの利用帯域がOSW-Bの利用帯域以下である場合（ST24；no）、切替対象選定部82は、切替不要であると判定する（ST26）。

[0096] ST26の処理が終了すると、切替対象選定処理は、終了となる（終了）。

[0097] 1. 3 実施形態に係る効果

実施形態によれば、通信制御装置 5 は、切替依頼取得部 8 1、切替対象選定部 8 2、及び切替指示部 8 3 を含む。切替依頼取得部 8 1 は、 $ONU\ 4\ 1 < 1 : N_1 > \sim 4\ 8 < 1 : N_8 >$ による $SPa\ 2\ 1$ 及び $2\ 2$ を介した通信の利用状況を通信利用状況 $DB\ 9\ 0$ として取得する。切替対象選定部 8 2 は、取得された通信利用状況 $DB\ 9\ 0$ に基づき、 $ONU\ 4\ 1 < 1 : N_1 > \sim 4\ 8 < 1 : N_8 >$ から切替対象を選定する。切替指示部 8 3 は、選定された切替対象に対する切替動作の実行を切替装置 5 0 に指示する。これにより、切替装置 5 0 による切替動作の実行可否を、手動ではなく、通信制御装置 5 からの指示に応じた自動制御によって判定することができる。このため、手動の場合に比べて、切替動作の実行可否を判定するための情報の収集や、判定に要する時間を短縮することができる。すなわち、通信利用状況が常に変動している状況において、切替動作を実行すると判定した際に用いた情報が、切替動作の実行時に既に陳腐化してしまっているといった事態を回避できる。したがって、異なる PON 間で ONU に割り当てられる帯域幅を精度よく平準化することができる。

[0098] また、通信利用状況 $DB\ 9\ 0$ は、 $ONU\ 4\ 1 < 1 : N_1 > \sim 4\ 8 < 1 : N_8 >$ による、 $PON\ 1$ での利用帯域と、 $PON\ 2$ での利用帯域と、を含む。切替対象選定部 8 2 は、各 PON での利用帯域のうち大きい方と小さい方との差が閾値以上であるか否かに基づいて、切替動作の実行可否を判定する。これにより、利用帯域が比較的大きい PON における利用帯域の一部を、利用帯域が比較的小さい PON に切り替えることにより、 PON 間での利用帯域の平準化を促進することができる。

[0099] また、通信利用状況 $DB\ 9\ 0$ は、各 OSW における緊急呼の利用有無を示す情報を含む。切替対象選定部 8 2 は、緊急呼の利用が無い OSW 及び当該 OSW を介して通信を行っている ONU から切替対象を選定する。これにより、切替動作に伴って発生する可能性がある瞬断等の通信障害によって、緊急の通信が切断されることを抑制できる。

[0100] また、切替装置50は、SPb35からの光信号を分岐するSPc65を更に含む。SPc65は、光スイッチ51及び55と、互いに異なる光ケーブルで接続される。通信制御装置5は、ONU41<1:N₁>の收容先のPON1からPON2への切替動作と同期して、ONU45<1:N₅>の收容先のPON2からPON1への切替動作を実行する。これにより、ONU45<1:N₅>が存在する場合に、ONU41<1:N₁>の切替動作によってONU45<1:N₅>の接続が切断されることを回避できる。

[0101] また、切替装置50の光スイッチ51及び55は、通信事業者の局内に設けられる。このため、光スイッチ51及び55の電源確保が容易となる。仮に切替動作が手動で行われる場合でも、容易に切替作業が可能である。

[0102] また、光スイッチ51及び55の信号損失は、例えば、0.5dB程度である。SPc61及び65による信号損失は、下り信号については合波するだけなので影響しない。また、上り信号については、2分岐の光スプリッタを適用することにより、3dB程度に抑えることができる。このため、切替装置50は、光通信のサービス品質にほとんど影響を与えることなく、切替動作を行うことができる。

[0103] 2. 変形例等

上述した実施形態では、SPa21及び22とSPb31~38との間に切替装置50が設けられる場合について説明したが、これに限られない。例えば、切替装置50は、SPb31~38とONU41<1:N₁>~48<1:N₈>との間に設けられてもよい。この場合、切替装置50は、PON間の利用帯域をONU単位で切り替えることができる。これにより、より精度の高い利用帯域の微調整が実行可能となる。

[0104] 上述した実施形態では、PON1とPON2との間で切替動作が実行される場合について説明したが、これに限られない。例えば、切替動作は、3個以上のPON間で実行されてもよい。この場合、切替装置50は、3個以上のPONにまたがるように設けられる。また、通信制御装置5は、3個以上のPONに切替指示を送信できるように構成される。

[0105] 上述した実施形態では、切替動作を実行させるためのプログラムが、光通信システム 1 内の通信制御装置 5 によって実行される場合について説明したが、これに限られない。例えば、切替動作を実行させるためのプログラムは、クラウド上の計算リソースで実行されてもよい。

[0106] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。更に、上記実施形態には種々の発明が含まれており、開示される複数の構成要件から選択された組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、課題が解決でき、効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

符号の説明

- [0107] 1…光通信システム
5…通信制御装置
11, 12…OLT
21, 22…SPa
31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38…SPb
41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48…ONU
50…切替装置
51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58…光スイッチ
61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68…SPc
71…制御回路
72…上位通信モジュール
73…PON通信モジュール
74…ユーザインタフェース
75…ストレージ
76…ドライブ

7 7 …記憶媒体

8 1 …切替依頼取得部

8 2 …切替対象選定部

8 3 …切替指示部

8 4 …切替完了通知取得部

8 5 …制御結果出力部

9 0 …通信利用状況DB

請求の範囲

[請求項1]

光通信システムの通信を制御する通信制御装置であって、
前記光通信システムは、

第1終端装置と、

第2終端装置と、

前記第1終端装置からの光信号を分岐する第1スプリッタと、

前記第2終端装置からの光信号を分岐する第2スプリッタと、

複数の第3終端装置と、

前記第1スプリッタ及び前記第2スプリッタと前記複数の第3終端装置との間に設けられ、前記複数の第3終端装置のうちの少なくとも1個の第3終端装置の前記第1スプリッタを介した前記第1終端装置との間の通信を前記第2スプリッタを介した前記第2終端装置との間の通信に切り替える切替動作を実行するように構成された切替装置と、

前記通信制御装置と、

を備え、

前記通信制御装置は、

前記複数の第3終端装置による前記第1スプリッタ及び前記第2スプリッタを介した通信の利用状況を取得する取得部と、

前記取得された利用状況に基づき、前記複数の第3終端装置から切替対象を選定する選定部と、

前記選定された切替対象に対する前記切替動作の実行を前記切替装置に指示する指示部と、

を備えた、通信制御装置。

[請求項2]

前記利用状況は、前記複数の第3終端装置による前記第1終端装置を介した通信の第1利用帯域、及び前記第2終端装置を介した通信の第2利用帯域を含み、

前記選定部は、前記複数の第3終端装置のうち、前記第2利用帯域

に対して前記第 1 利用帯域が閾値以上である場合、前記切替対象を選定するように構成された、

請求項 1 記載の通信制御装置。

[請求項3] 前記利用状況は、前記複数の第 3 終端装置の各々による緊急呼の利用の有無を示す情報を更に含み、

前記選定部は、前記複数の第 3 終端装置のうち緊急呼の利用が無い第 3 終端装置から前記切替対象を選定するように構成された、

請求項 2 記載の通信制御装置。

[請求項4] 前記切替装置は、

前記第 1 スプリッタに接続される第 1 光スイッチと、

前記第 2 スプリッタに接続される第 2 光スイッチと、

前記第 1 光スイッチ及び前記第 2 光スイッチと互いに異なる光ケーブルで接続され、前記少なくとも 1 個の第 3 終端装置からの光信号を分岐する第 3 スプリッタと、

を含む、

請求項 1 記載の通信制御装置。

[請求項5] 前記指示部は、

前記第 1 終端装置及び前記第 1 スプリッタを介して、前記切替対象の前記第 1 スプリッタを介した前記第 1 終端装置との間の通信の停止を前記第 1 光スイッチに指示し、

前記第 2 終端装置及び前記第 2 スプリッタを介して、前記切替対象の前記第 2 スプリッタを介した前記第 2 終端装置との間の通信の開始を前記第 2 光スイッチに指示する

ように構成された、

請求項 4 記載の通信制御装置。

[請求項6] 前記第 1 終端装置及び前記第 2 終端装置は、O L T (optical line terminal) であり、

前記第 3 終端装置は、O N U (optical network unit) である、

請求項 1 記載の通信制御装置。

[請求項7]

第 1 終端装置と、第 2 終端装置と、前記第 1 終端装置からの光信号を分岐する第 1 スプリッタと、前記第 2 終端装置からの光信号を分岐する第 2 スプリッタと、複数の第 3 終端装置と、前記第 1 スプリッタ及び前記第 2 スプリッタと、前記第 3 終端装置と、前記第 1 スプリッタ及び前記第 2 スプリッタと前記複数の第 3 終端装置との間に設けられ、前記複数の第 3 終端装置のうちの少なくとも 1 個の第 3 終端装置の前記第 1 スプリッタを介した前記第 1 終端装置との間の接続を前記第 2 スプリッタを介した前記第 2 終端装置との間の接続に切り替える切替動作を実行するように構成される切替装置と、通信制御装置と、を備える光通信システムにおける、前記通信制御装置による通信制御方法であって、

前記複数の第 3 終端装置による前記第 1 スプリッタ及び前記第 2 スプリッタを介した通信の利用状況を取得することと、

前記取得された利用状況に基づき、前記複数の第 3 終端装置から切替対象を選定することと、

前記選定された切替対象に対する前記切替動作の実行を前記切替装置に指示することと、

を備えた、通信制御方法。

[請求項8]

第 1 終端装置と、第 2 終端装置と、前記第 1 終端装置からの光信号を分岐する第 1 スプリッタと、前記第 2 終端装置からの光信号を分岐する第 2 スプリッタと、複数の第 3 終端装置と、前記第 1 スプリッタ及び前記第 2 スプリッタと前記複数の第 3 終端装置との間に設けられ、前記複数の第 3 終端装置のうちの少なくとも 1 個の第 3 終端装置の前記第 1 スプリッタを介した前記第 1 終端装置との間の接続を前記第 2 スプリッタを介した前記第 2 終端装置との間の接続に切り替える切替動作を実行するように構成される切替装置と、通信制御装置と、を備える光通信システムにおいて、

前記通信制御装置に、

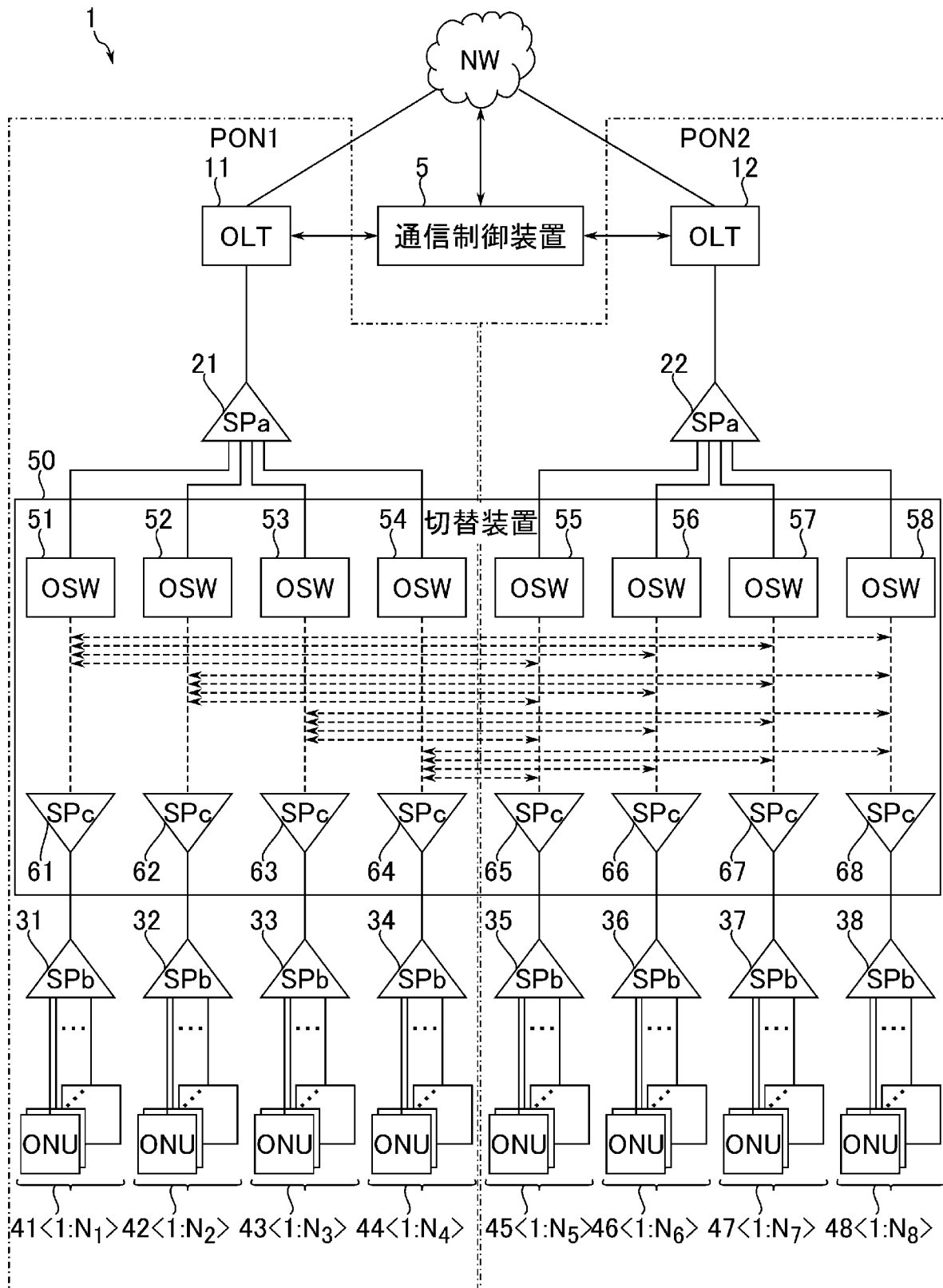
前記複数の第3終端装置による前記第1スプリッタ及び前記第2スプリッタを介した通信の利用状況を取得することと、

前記取得された利用状況に基づき、前記複数の第3終端装置から切替対象を選定することと、

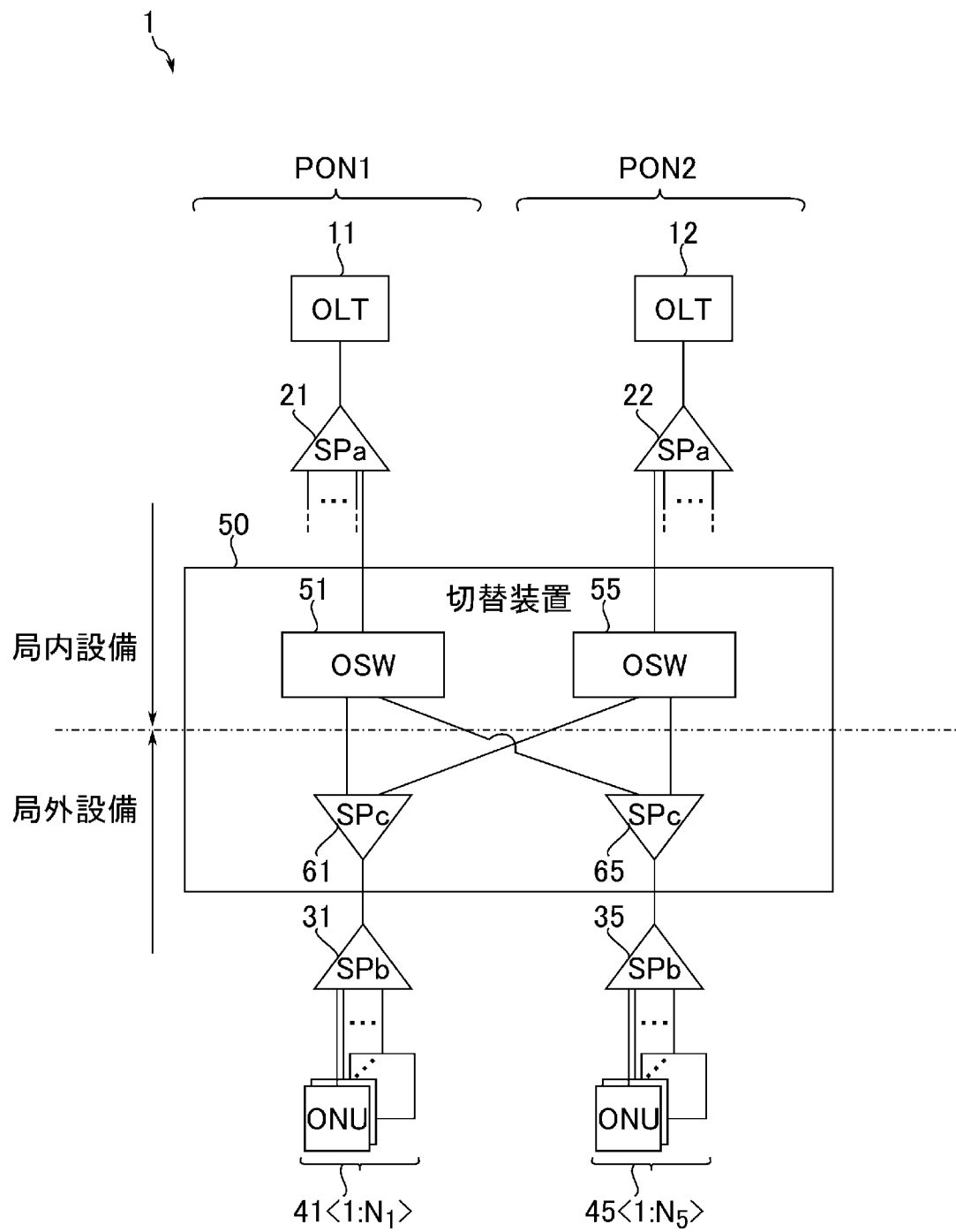
前記選定された切替対象に対する前記切替動作の実行を前記切替装置に指示することと、

を実行させるためのプログラム。

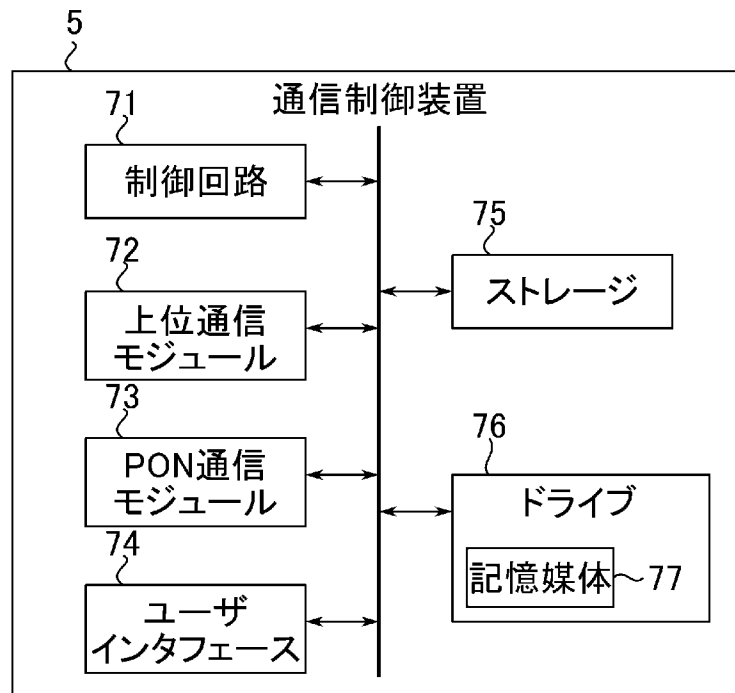
[図1]



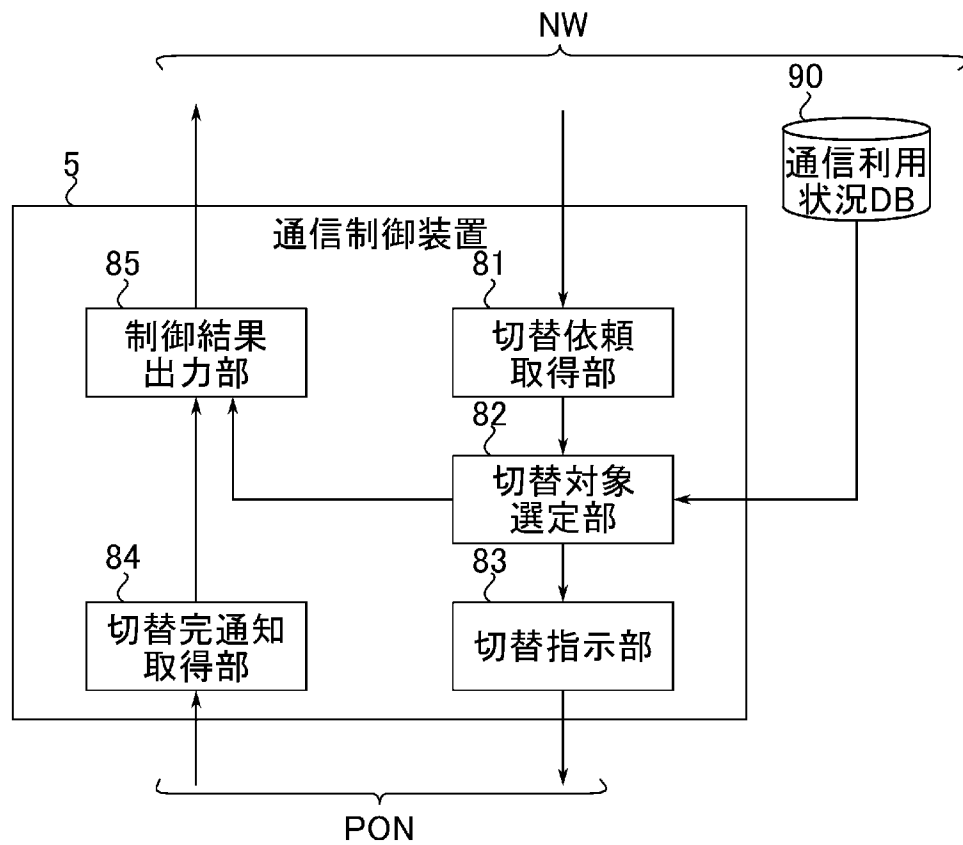
[図2]



[図3]



[図4]

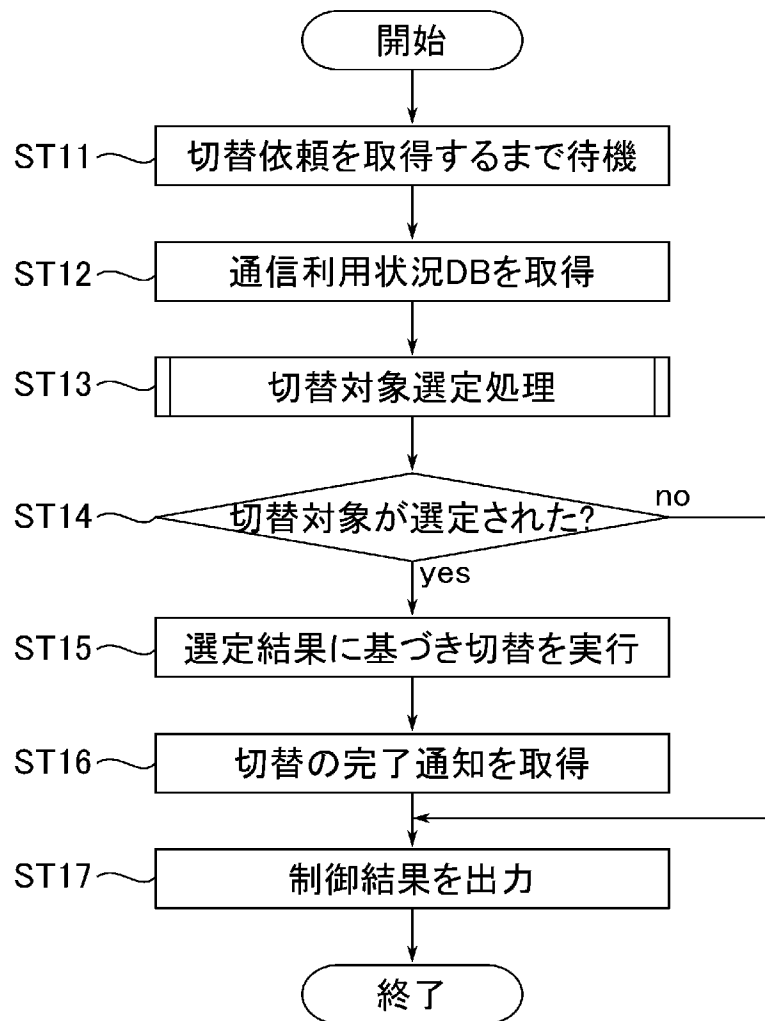


[図5]

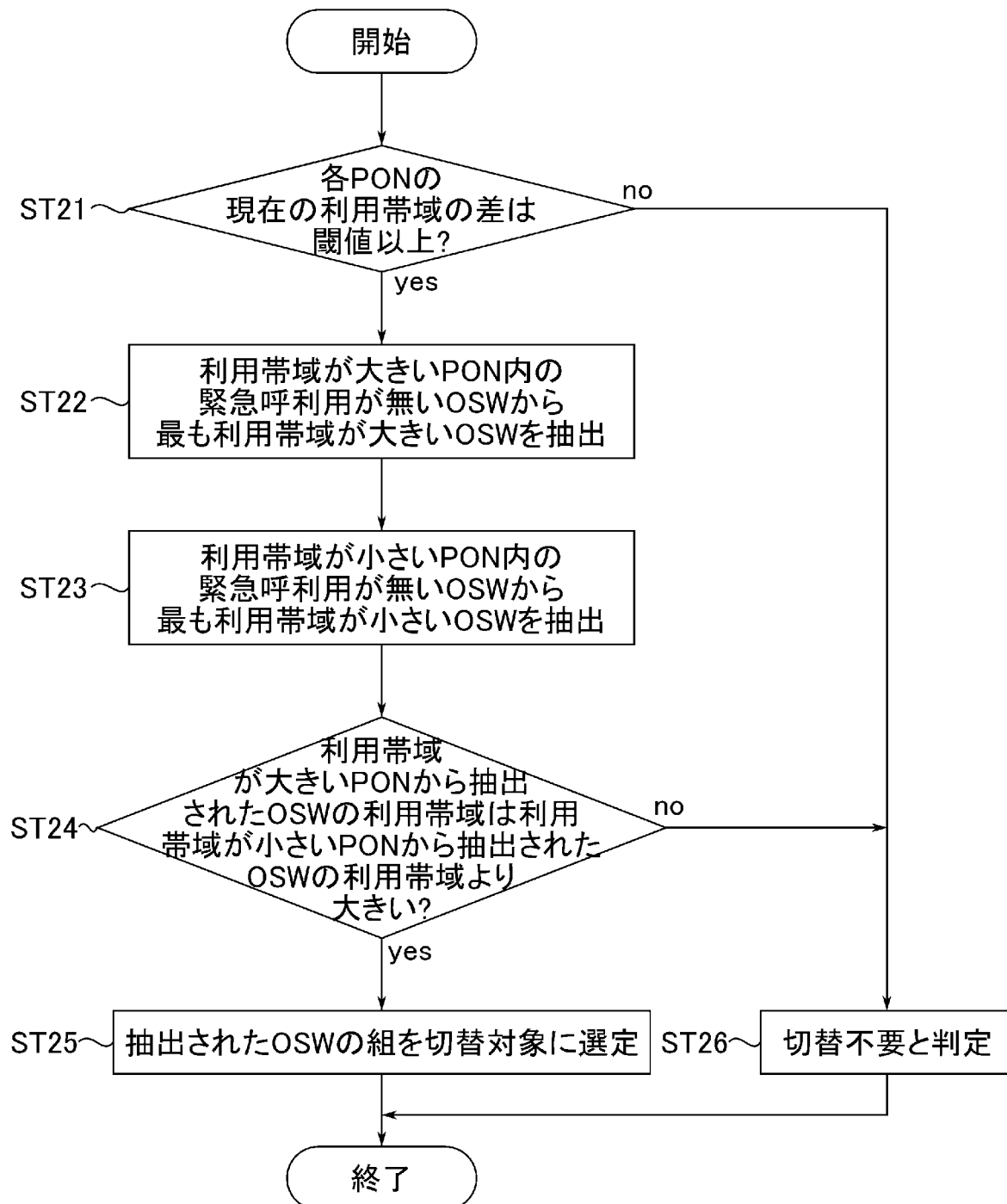
90

OLT	OSW	緊急呼 利用有無	現在の利用 帯域(Mbps)	過去の利用 帯域(Mbps)
11	51	false	250	200
	52	false	200	200
	53	true	230	210
	54	true	220	180
12	55	false	50	150
	56	true	100	160
	57	false	80	100
	58	true	70	70

[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/017422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04B 10/27**(2013.01)i

FI: H04B10/27

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)

H04B10/27

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2021/186714 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 23 September 2021 (2021-09-23) paragraphs [0009], [0015], [0021]-[0023], [0026]-[0027], [0029], [0039]-[0045], fig. 1-3, 6	1, 6-8
Y		4
A		2-3, 5
Y	JP 2012-114640 A (FUJITSU LIMITED) 14 June 2012 (2012-06-14) paragraphs [0105]-[0110], fig. 14-15	4
A		1-3, 5-8
Y	JP 2014-93745 A (FUJITSU LIMITED) 19 May 2014 (2014-05-19) paragraphs [0081]-[0087], fig. 18	4
A		1-3, 5-8



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

10 July 2023

Date of mailing of the international search report

25 July 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/017422

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/186714	A1	23 September 2021	US 2023/0133100 A1 paragraphs [0016], [0022], [0028]-[0030], [0033]-[0034], [0036], [0047]-[0053], fig. 1-3, 6	
JP	2012-114640	A	14 June 2012	US 2012/0128347 A1 paragraphs [0132]-[0137], fig. 14-15	
				EP 2458763 A2	
JP	2014-93745	A	19 May 2014	US 2014/0126903 A1 paragraphs [0104]-[0110], fig. 18	
				EP 2728778 A2	
				CN 103812597 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 10/27(2013.01)i FI: H04B10/27										
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）） H04B10/27 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
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	WO 2021/186714 A1（日本電信電話株式会社）23.09.2021（2021 - 09 - 23） 段落0009、0015、0021 - 0023、0026 - 0027、0029、0039 - 0045、図1 - 3、6	1,6-8								
Y		4								
A		2-3,5								
Y	JP 2012-114640 A（富士通株式会社）14.06.2012（2012 - 06 - 14） 段落0105 - 0110、図14 - 15	4								
A		1-3,5-8								
Y	JP 2014-93745 A（富士通株式会社）19.05.2014（2014 - 05 - 19） 段落0081 - 0087、図18	4								
A		1-3,5-8								
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 10.07.2023		国際調査報告の発送日 25.07.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 対馬 英明 5K 1211 電話番号 03-3581-1101 内線 3556								

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/017422

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2021/186714	A1	23.09.2021	US 2023/0133100 A1 段落 0 0 1 6、0 0 2 2、 0 0 2 8－0 0 3 0、0 0 3 3－0 0 3 4、0 0 3 6、0 0 4 7－0 0 5 3、 図 1－3、6	
JP	2012-114640	A	14.06.2012	US 2012/0128347 A1 段落 0 1 3 2－0 1 3 7、 図 1 4－1 5 EP 2458763 A2	
JP	2014-93745	A	19.05.2014	US 2014/0126903 A1 段落 0 1 0 4－0 1 1 0、 図 1 8 EP 2728778 A2 CN 103812597 A	