(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
2016 年 11 月 17 日(17.11.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/181668 A1

(51) 国際特許分類:
H04B 10/29 (2013.01) *H04L 12/44* (2006.01)
H04B 10/272 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052130

(22) 国際出願日: 2016 年 1 月 26 日(26.01.2016)

(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 2015-097868 2015 年 5 月 13 日(13.05.2015) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 滝澤 康裕 (TAKIZAWA, Yasuhiro); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka (JP). 後藤 慎也 (GOTO, Shinya); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka (JP). 河本 一貴 (KAWAMOTO, Kazutaka); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目２番７号 中之島セントラルタワー Osaka (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, 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.

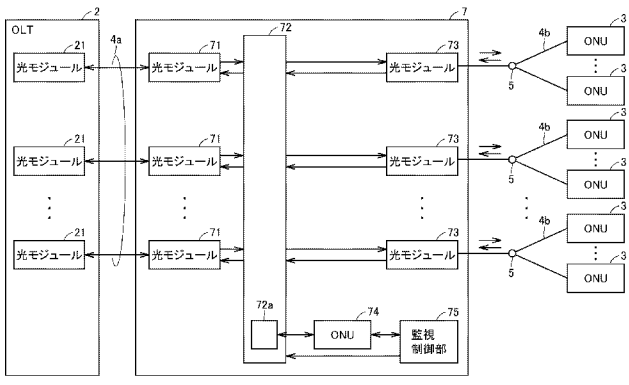
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: OPTICAL SIGNAL RELAY DEVICE, OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM AND OPTICAL SIGNAL RELAY METHOD

(54) 発明の名称 : 光信号中継装置、光通信システムおよび光信号中継方法

FIG.2



21, 71, 73 Optical module
75 Monitoring control unit

(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide an optical signal relay device, an optical communication system, and an optical signal relay method which enable a reduction in a difference in transmission time due to a difference in the transmission distance of an optical signal between an optical line terminal and a plurality of optical network units connected to split communication paths. An optical signal relay device 7 is an optical signal relay device for relaying an optical signal to be transmitted between an optical line terminal (OLT (2)) and a plurality of optical network units (ONU (3, 74)) connected to split communication paths. The optical signal relay device (7) is provided with a delay element (72a). The delay element (72a) is provided between the ONU (74) connected to the OLT (2) by the shortest communication path among the split communication paths and the OLT (2), and delays the transmission of the optical signal to be transmitted through the shortest communication path.

(57) 要約: 局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間での光信号の伝送距離の差による伝送時間の差を縮めることが可能な光信号中継装置、光通信システム、および光信号中継装方法を提供する。光信号中継装置７は、局側装置（ＯＬＴ（２））と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置（ＯＮＵ（３，７４））との間で伝送される光信号を中継するための光信号中継装置である。光信号中継装置（７）は、遅延要素（７２ａ）を備える。遅延要素（７２ａ）は、分岐された通信経路のうち最短の通信経路でＯＬＴ（２）に接続されるＯＮＵ（７４）と、ＯＬＴ（２）との間に設けられて、最短の通信経路を伝送する光信号の伝送を遅延させる。

WO 2016/181668 A1

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 ：

光信号中継装置、光通信システムおよび光信号中継方法

技術分野

[0001] 本発明は、光信号中継装置、光通信システム、および光信号中継方法に関する。

背景技術

[0002] ＰＯＮ（Ｐａｓｓｉｖｅ　Ｏｐｔｉｃａｌ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）システムは、光通信システムの一種である。ＰＯＮシステムは、局側装置（Ｏｐｔｉｃａｌ　Ｌｉｎｅ　Ｔｅｒｍｉｎａｌ：ＯＬＴ）と、１以上の宅側装置（Ｏｐｔｉｃａｌ　Ｎｅｔｗｏｒｋ　Ｕｎｉｔ：ＯＮＵ）と、光信号を伝送する光ファイバと、光ファイバを分岐する光スプリッタとを有する。ＯＬＴは、光ファイバおよび光スプリッタによってＯＮＵに接続される。ＯＬＴとＯＮＵとの間に光スプリッタが設置される。これによって、１つのＯＬＴに複数のＯＮＵを接続することができる。

[0003] ＯＬＴとＯＮＵとの間の伝送距離が長い場合には、ＯＬＴとＯＮＵとの間の光ファイバ回線に光信号中継装置が配置され得る。光信号中継装置を含むＰＯＮシステムの構成例は、たとえば特開２００８－１７３２３号公報（特許文献１）に開示される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００８－１７３２３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 分岐された通信経路に複数のＯＮＵが接続される場合、分岐された通信経路の間では伝送距離が異なりうる。伝送距離の差のために、分岐された通信経路の間では、信号の伝送時間がある範囲にわたる。この範囲が大きい場合

には、たとえば以下のような課題が生じうる。

[0006] ＯＬＴは、ＰＯＮ回線上のＯＮＵをＯＬＴに接続するためにディスカバリ処理を実行する。ＯＬＴがディスカバリ機能を実行する際には、ＯＬＴからディスカバリゲート（Ｄｉｓｃｏｖｅｒｙ　Ｇａｔｅ）と呼ばれる制御フレームをブロードキャストで送信する。ディスカバリゲートを受信したＯＮＵは、ランダムな遅延時間（Ｒａｎｄｏｍ　ｄｅｌａｙ）の後に、登録要求フレーム（Ｒｅｇｉｓｔｅｒ　Ｒｅｑｕｅｓｔ）を送信する。

[0007] ＯＬＴは、ＯＮＵの検出および登録のために、ディスカバリウィンドウ（Ｄｉｓｃｏｖｅｒｙ　Ｗｉｎｄｏｗ）と呼ばれるタイムウィンドウを設定する。ＯＬＴは、登録要求フレームをタイムウィンドウ内に受信すると、その登録要求フレームを送信したＯＮＵを、ＯＬＴの内部に登録する。これにより、そのＯＮＵはＯＬＴに接続する（リンクアップする）ことができる。

[0008] ディスカバリウィンドウの幅は、ＯＬＴから各ＯＮＵまでの伝送距離を考慮して設定しなければならない。しかしながらＯＬＴから最も近いＯＮＵと、ＯＬＴから最も遠いＯＮＵとの両方からの登録要求フレームを、１つのディスカバリウィンドウ内でＯＬＴが受信する場合、ディスカバリウィンドウの幅が大きくなりうる。ディスカバリウィンドウの幅が大きい場合、ＯＬＴは、より広い帯域を使用しなければならない。ディスカバリウィンドウに広い帯域を割り当てることによって、たとえばＯＬＴにおけるデータのスループットが低下するといった課題が発生しうる。

[0009] 本発明の目的は、局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間での光信号の伝送距離の差による伝送時間の差を縮めることが可能な光信号中継装置、光通信システム、および光信号中継装方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一態様に係る光信号中継装置は、局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間で伝送される光信号を中継するための光信号中継装置である。光信号中継装置は、遅延要素を備える。遅延要素は

、分岐された通信経路のうち最短の通信経路で局側装置に接続される宅側装置と、局側装置との間に設けられて、最短の通信経路を伝送する光信号の伝送を遅延させる。

発明の効果

[0011] 上記によれば、局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間での光信号の伝送距離の差による伝送時間の差を縮めることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の第１の実施形態に係る光通信システムの構成例を示す概略図である。

[図2]図１に示されたＯＬＴおよび光信号中継装置の各々の構成の一例を示したブロック図である。

[図3]光信号中継装置の内部において光信号の伝送の遅延を設定しない場合におけるＯＬＴのディスカバリ処理を説明するシーケンス図である。

[図4]光信号中継装置の内部において光信号の伝送の遅延を設定した場合におけるＯＬＴのディスカバリ処理を説明するシーケンス図である。

[図5]実施の形態１に係る光信号中継装置の中の遅延要素の処理を示したフローチャートである。

[図6]本発明の第２の実施形態に係る光通信システムの構成例を示す概略図である。

[図7]実施の形態２に係る光信号中継装置の構成の一例を示したブロック図である。

発明を実施するための形態

[0013] [本発明の実施形態の説明]

最初に本発明の実施態様を列記して説明する。

[0014] （１）本発明の一態様に係る光信号中継装置は、局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間で伝送される光信号を中継するための光信号中継装置である。光信号中継装置は、遅延要素を備える。遅延

要素は、分岐された通信経路のうち最短の通信経路で局側装置に接続される宅側装置と、局側装置との間に設けられて、最短の通信経路を伝送する光信号の伝送を遅延させる。

[0015] 上記によれば、局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間での光信号の伝送距離の差による伝送時間の差を縮めることができる。分岐された通信経路のうち光信号の伝送時間が最も短いのは、局側装置からの伝送距離が最短の通信経路である。この通信経路の長さと、他の通信経路（たとえば最長の通信経路）の長さとの差が大きい場合、光信号の伝送時間の差が大きい。遅延要素によって、最短の通信経路を伝送する光信号の伝送時間を長くすることができる。したがって、光信号の伝送距離の差による伝送時間の差を縮めることができる。

[0016] 遅延時間は、固定されてもよく、可変でもよい。また、遅延の対象となる信号は、局側装置から送られる信号、宅側装置から送られる信号、およびその両方のいずれであってもよい。また、遅延の対象となる信号は、特定の種類の信号であってもよく、その種類を限定しなくてもよい。

[0017] （２）好ましくは、複数の宅側装置のうち、最短の通信経路に接続された宅側装置は、光信号中継装置に含まれる。

[0018] 上記によれば、宅側装置を内蔵した光信号中継装置において、光信号の伝送時間の差を縮めることができる。

[0019] （３）好ましくは、遅延要素は、局側装置がディスカバリ処理を実行するときに局側装置と複数の宅側装置との間で伝送される光信号の伝送を遅延させる。

[0020] 上記によれば、局側装置において設定されるディスカバリウィンドウの幅（帯域）を小さくすることができる。

[0021] （４）本発明の一態様に係る光通信システムは、局側装置と、分岐された通信経路と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置と、局側装置と複数の宅側装置の各々との間で伝送される光信号を中継するための光信号中継装置とを備える。光信号中継装置は、分岐された通信経路のうち最短の

通信経路で局側装置に接続される宅側装置と、局側装置との間を伝送する光信号の伝送を遅延させる。

[0022] 上記によれば、局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間での光信号の伝送距離の差による伝送時間の差を縮めることができる。

[0023] （５）本発明の一態様に係る光信号中継方法は、局側装置と、分岐された通信経路を介して局側装置に接続された複数の宅側装置との間で光信号を中継するための光信号中継方法である。光信号中継方法は、分岐された通信経路のうち最短の通信経路で局側装置に接続される宅側装置と、局側装置との間を伝送する光信号の伝送を遅延させるステップを備える。

[0024] 上記によれば、局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間での光信号の伝送距離の差による伝送時間の差を縮めることができる。

[0025] [本発明の実施形態の詳細]

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0026] ＜実施の形態１＞

図１は、本発明の第１の実施形態に係る光通信システム１０１の構成例を示す概略図である。図１を参照して、光通信システム１０１は、局側装置２と、複数の宅側装置３ａ，３ｂ，３ｃと、幹線光ファイバ４ａと、複数の支線光ファイバ４ｂと、光スプリッタ５と、光信号中継装置７とを備える。局側装置を以下「ＯＬＴ」と称し、宅側装置を以下「ＯＮＵ」と称する。なお、図が複雑になるのを避けるために、図１では、代表的に３台のＯＮＵ３ａ，３ｂ，３ｃが示されている。しかしながら、光通信システム１０１に含まれるＯＮＵの台数は限定されるものではない。

[0027] 光通信システム１０１はＰＯＮシステムとして実現される。ＩＥＥＥ８０２．３標準は、ＰＯＮの規格として、ＧＥ－ＰＯＮと、１０Ｇ－ＥＰＯＮとを定める。ＧＥ－ＰＯＮおよび１０Ｇ－ＥＰＯＮの違いの１つは通信速度（

伝送レート）である。光通信システム１０１は、ＧＥ－ＰＯＮおよび１０Ｇ－ＥＰＯＮのいずれか一方を含むシステムであってもよく、ＧＥ－ＰＯＮおよび１０Ｇ－ＥＰＯＮの両方を含むシステムであってもよい。なお、ＧＥ－ＰＯＮの通信速度（伝送レート）は、１．２５Ｇｂｐｓ（ｂｉｔ　ｐｅｒ　ｓｅｃｏｎｄ）である。１０Ｇ－ＥＰＯＮの伝送レートは、１０．３１２５Ｇｂｐｓである。

[0028] 幹線光ファイバ４ａは、ＯＬＴ２に接続される。各々の支線光ファイバ４ｂは、対応するＯＮＵに接続される。光スプリッタ５は、幹線光ファイバ４ａと、複数の支線光ファイバ４ｂとを接続する。したがってＯＮＵ３ａ，３ｂ，３ｃは、分岐された通信経路に接続される。

[0029] 光スプリッタ５は、幹線光ファイバ４ａおよび複数の支線光ファイバ４ｂに接続される。光スプリッタ５は、幹線光ファイバ４ａを通じて送られた光信号を、複数の支線光ファイバ４ｂに分配する。一方、光スプリッタ５は、複数の支線光ファイバ４ｂから送られた光信号を多重化して幹線光ファイバ４ａに送出する。

[0030] 光信号中継装置７は、ＯＬＴ２とＯＮＵ３ａ，３ｂ，３ｃの各々との間で伝送される光信号を中継する装置である。光信号中継装置７は、光信号の伝送距離を延ばすことを可能にする。光信号中継装置７は、光信号を受けると、その光信号を電気信号に変換する。光信号中継装置７は、その電気信号に対して、たとえば増幅およびクロック再生などといった処理を施す。次に、光信号中継装置７は、その電気信号を光信号に変換して、その光信号を送出する。

[0031] ＯＮＵ３ａ，３ｂ，３ｃは、光信号の通信経路において、光信号中継装置７の下流に配置される。Ｌ１は、ＯＬＴ２から光信号中継装置７までの通信経路の長さである。Ｌ２は、光信号中継装置７からＯＮＵ３ａまでの通信経路の長さである。Ｌ３は、ＯＮＵ２ａとＯＮＵ３ｂ，３ｃとの間の通信経路の長さである。以下の説明を簡単にするため、光信号中継装置７からＯＮＵ３ｂ，３ｃの各々までの通信経路の長さは実質的に等しいとする。また、「

通信経路の長さ」を以下では「距離」とも称する。なお、図１に示された構成例によれば、Ｌ３＞０である。つまりＯＮＵ３ｂ，３ｃは、ＯＮＵ３ａよりもＯＬＴ２から遠くに位置する。

[0032] 図２は、図１に示されたＯＬＴおよび光信号中継装置の各々の構成の一例を示したブロック図である。ＯＬＴ２および光信号中継装置７の各々の主要部が図２に示される。図２を参照して、ＯＬＴ２は、複数の光モジュール２１を含む。各々の光モジュール２１は、電気信号を光信号に変換して、その光信号を幹線光ファイバ４ａに送出する。一方、光モジュール２１は、幹線光ファイバ４ａを介して光信号を受信して、その光信号を電気信号に変換する。ＯＬＴ２の内部では電気信号が伝送される。

[0033] なお、複数の光モジュール２１と光信号中継装置７との間では、たとえば時分割多重または波長多重によって、光信号を伝送することができる。

[0034] 光信号中継装置７は、複数の光モジュール７１と、伝送制御部７２と、複数の光モジュール７３と、ＯＮＵ７４と、監視制御部７５とを含む。

[0035] 複数の光モジュール７１の各々は、ＯＬＴ２の複数の光モジュール２１のうちの対応する光モジュール２１との間で光信号を送信および受信する。各々の光モジュール７１は、対応する光モジュール２１からの光信号を電気信号に変換する。一方、各々の光モジュール７１は、対応する光モジュール７３からの電気信号を光信号に変換して、その光信号を幹線光ファイバ４ａに送出する。

[0036] 複数の光モジュール７３の各々は、幹線光ファイバを通じて光スプリッタ５に接続される。各々の光スプリッタ５から複数の支線光ファイバ４ｂが分岐される。光スプリッタ５から分岐された支線光ファイバ４ｂにＯＮＵ３が接続される。光スプリッタ５から分岐される支線光ファイバ４ｂの数は特に限定されるものではない。

[0037] 各々の光モジュール７３は、その光モジュール７３に接続されたＯＮＵ３との間で光信号をやり取りする。さらに、各々の光モジュール７３は、対応する光モジュール７１との間で電気信号をやり取りする。光モジュール７３

は、光モジュール７１からの電気信号を光信号に変換して、その光信号を光ファイバに送出する。一方、光モジュール７３は、ＯＮＵ３からの光信号を電気信号に変換して、その電気信号を、対応する光モジュール７１に伝送する。

[0038] 伝送制御部７２は、複数の光モジュール７１と複数の光モジュール７３との間の信号経路を設定する。伝送制御部７２は、信号経路を変更することができる。

[0039] ＯＮＵ７４は、光信号中継装置７を監視および制御する。ＯＮＵ７４によって、たとえば局（センター）側での遠隔監視が可能になる。監視制御部７５は、ＯＮＵ７４および伝送制御部７２を制御する。なお、ＯＮＵ７４は、ＯＮＵ３の機能と同じ機能を有する。

[0040] 伝送制御部７２は、遅延要素７２ａを含む。遅延要素７２ａは、ＯＮＵ７４に送られる信号の伝送を遅延させる。代わりに、遅延要素７２ａは、ＯＮＵ７４から送られた信号の伝送を遅延させてもよい。あるいは、遅延要素７２ａは、ＯＮＵ７４に送られる信号およびＯＮＵ７４から送られた信号の両方の伝送を遅延させてもよい。

[0041] たとえば、遅延要素７２ａは、メッセージを受信すると、そのメッセージを一定の時間保持する。その時間が経過した後に、遅延要素７２ａは、そのメッセージを出力する。遅延時間は、メッセージを保持する時間に対応する。

[0042] 遅延要素７２ａは、専用の回路により実現されてもよく、伝送制御部７２を動作させるソフトウェアによって、伝送制御部７２の一部として構成されてもよい。伝送制御部７２は、たとえばＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）によって実現可能である。

[0043] たとえば、遅延要素７２ａは、電気信号の形態により送られるメッセージの種類を識別してもよい。遅延要素７２ａは、ＯＮＵ７４とＯＬＴ２との間に伝送される信号のうち、特定種類の信号（メッセージ）の伝送を遅延させてもよい。あるいは遅延要素７２ａは、信号の種類に関係なく、ＯＮＵ７４

とＯＬＴ２との間での信号の伝送を遅延させてもよい。

[0044] 一実施形態によれば、遅延要素７２ａにおける伝送の遅延時間は予め設定される。設定された遅延時間は、０より大きく、光信号が距離（Ｌ２＋Ｌ３）を伝送するのに要する時間以下である。好ましくは、遅延時間は、光信号が距離Ｌ２を伝送するのに要する時間以上、かつ光信号が距離（Ｌ２＋Ｌ３）を伝送するのに要する時間以下である。より好ましくは、遅延時間は、光信号が距離Ｌ２を伝送するのに要する時間に等しい。

[0045] 遅延時間は、動的に設定されてもよい。たとえば、ＯＬＴ２とＯＮＵ７４との間の光信号の伝送時間、および、ＯＬＴ２と各ＯＮＵ３との間の光信号の伝送時間から、遅延時間を設定することが可能である。遅延時間が、上記の範囲内に入るように遅延時間が設定されてもよい。

[0046] 図３は、光信号中継装置の内部において光信号の伝送の遅延を設定しない場合におけるＯＬＴのディスカバリ処理を説明するシーケンス図である。図３を参照して、ＯＬＴ２は、ディスカバリゲート（Ｄｉｓｃｏｖｅｒｙ Ｇａｔｅ）をブロードキャストでＯＮＵに送信する。ディスカバリゲートを受信したＯＮＵは、ランダムな遅延時間の後に、登録要求フレーム（Ｒｅｇｉｓｔｅｒ Ｒｅｑｕｅｓｔ）を送信する。

[0047] ＯＬＴは、ＯＮＵの検出および登録のために、ディスカバリウィンドウ（Ｄｉｓｃｏｖｅｒｙ Ｗｉｎｄｏｗ）と呼ばれるタイムウィンドウを設定する。ＯＬＴ２は、登録要求フレームをディスカバリウィンドウ内に受信すると、その登録要求フレームを送信したＯＮＵを、ＯＬＴの内部に登録する。

[0048] 図１に示されるように、ＯＬＴ２から各ＯＮＵまでの距離は異なりうる。このために、ディスカバリウィンドウの幅は、ＯＬＴ２とＯＬＴ２に最も近いＯＮＵとの間の光信号の伝送距離、および、ＯＬＴ２とＯＬＴ２から最も遠いＯＮＵとの間の光信号の距離を考慮する必要がある。

[0049] 図２に示されるように、ＯＬＴ２から最も近いＯＮＵは、光信号中継装置７の内部にあるＯＮＵ７４である。一方、ＯＬＴ２から最も遠いＯＮＵは、ＯＮＵ３ｂまたはＯＮＵ３ｃである。ＯＬＴ２からＯＮＵ３ｂまたはＯＮＵ

３ｃまでの距離は、（Ｌ１＋Ｌ２＋Ｌ３）である。

[0050] ディスカバリウィンドウの幅（帯域）は、距離Ｌ１と距離（Ｌ１＋Ｌ２＋Ｌ３）との差（＝Ｌ２＋Ｌ３）に相当する幅（帯域）を有する。詳細には、ディスカバリウィンドウは、ウィンドウＷ１とウィンドウＷ２との和によって表すことができる。ウィンドウＷ１は距離Ｌ２に相当する帯域である。ウィンドウＷ２は距離Ｌ３に相当する帯域である。

[0051] ディスカバリウィンドウが開いている間、ＯＬＴ２が、ＯＬＴ２に到達した上りデータを受信できないことが起こりうる。したがって、ディスカバリウィンドウの幅（帯域）が大きくなるほど、ＯＬＴ２が登録済のＯＮＵから送信された上りデータの受信を失敗する確率が高くなりうる。

[0052] 図４は、光信号中継装置の内部において光信号の伝送の遅延を設定した場合におけるＯＬＴのディスカバリ処理を説明するシーケンス図である。図２および図４を参照して、ＯＮＵ７４は、分岐された通信経路のうち、ＯＬＴ２からの伝送距離が最短の通信経路に設けられる。遅延要素７２ａは、ＯＬＴ２からＯＮＵ７４へのディスカバリゲートの伝送を遅延させる。

[0053] 一実施形態では、遅延時間は、ディスカバリゲートが距離Ｌ２を伝送するために要する時間と実質的に同じに設定される。仮想的には、ＯＬＴ２からＯＮＵ７４までの距離が（Ｌ１＋Ｌ２）に等しくなる。これにより、ＯＮＵ７４は、仮想的にＯＮＵ３ａと同じ位置にある。これにより、分岐された通信経路に接続された複数のＯＮＵの間での光信号の伝送時間の差を縮めることができる。

[0054] ディスカバリウィンドウの幅（帯域）は、距離Ｌ２および距離（Ｌ２＋Ｌ３）の差分、すなわち距離Ｌ３に相当する帯域に相当する。図３と図４との対比から明らかなように、実施の形態１によれば、ディスカバリウィンドウの幅を小さくすることができる。

[0055] なお、ディスカバリウィンドウの幅を小さくするためには、遅延要素７２ａにおける伝送の遅延時間は０より大きければよい。しかしながら、光信号が距離（Ｌ２＋Ｌ３）を伝送するのに要する時間よりも遅延時間が大きくな

った場合、ＯＮＵ７４は、仮想的には、ＯＮＵ３ｂ，３ｃよりもＯＬＴ２から遠くに位置する。このために、ディスカバリウィンドウの幅がウィンドウＷ２の幅より大きくなる。したがって遅延時間は、０より大きく、光信号が距離（Ｌ２＋Ｌ３）を伝送するのに要する時間以下である。

[0056] 好ましくは、図４に示されるように、ディスカバリウィンドウの幅が、ウィンドウＷ２の幅に相当するように、遅延時間が設定される。したがって、遅延時間は、光信号が距離Ｌ２を伝送するのに要する時間以上、かつ光信号が距離（Ｌ２＋Ｌ３）を伝送するのに要する時間以下であることが好ましい。より好ましくは、遅延時間は、光信号が距離Ｌ２を伝送するのに要する時間に等しい。

[0057] なお、ＯＮＵがディスカバリゲートを受信すると、ＯＮＵはランダム遅延時間の経過後に登録要求フレームを送信する。したがって、ランダム遅延時間の範囲を考慮して、遅延時間の範囲の上限および下限を設定することができる。

[0058] ディスカバリウィンドウの幅を小さくするために、遅延要素７２ａがＯＮＵ７４からの信号の伝送を遅延させてもよい。この場合にも、遅延時間が上記の範囲内に入るように、遅延時間を設定することができる。なお、遅延要素７２ａがＯＬＴ２（光モジュール７１）からの信号、およびＯＮＵ７４からの信号の両方の信号の伝送を遅延させる場合には、各信号の伝送の遅延時間の合計が上述の範囲内となるように、各信号の伝送の遅延時間を設定することができる。

[0059] 図５は、実施の形態１に係る光信号中継装置の中の遅延要素の処理を示したフローチャートである。図５に示された処理は、たとえば一定の周期で繰り返し実行される。図２および図５を参照して、伝送制御部７２は、信号が遅延要素７２ａに到着したかどうかを判断する（ステップＳ１）。上記の実施の形態では、伝送制御部７２は、複数の光モジュール７１のいずれかとＯＮＵ７４との間に信号の伝送経路を設定する。遅延要素７２ａが、その経路を通じて信号を受信した場合、伝送制御部７２は、遅延要素７２ａに信号が

到着したと判断する。判断の対象となる信号は、光モジュール７１からの信号、ＯＮＵ７４からの信号、それらの両方の信号のいずれであってもよい。

[0060] 遅延要素７２ａに信号が到着した場合（ステップＳ１においてＹＥＳ）、遅延要素７２ａは、その信号の伝送を遅延させる（ステップＳ２）。一方、遅延要素７２ａに信号が到着していない場合（ステップＳ１においてＮＯ）、遅延要素７２ａの処理は実行されない。

[0061] 以上のように実施の形態１によれば、光信号中継装置７は、監視用のＯＮＵ７４を有する。遅延要素７２ａは、ＯＮＵ７４とＯＬＴ２との間で伝送される信号の伝送を遅延させる。これにより、局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間での光信号の伝送距離の差による伝送時間の差を縮めることができる。したがって、たとえばＯＬＴにおいてディスカバリウィンドウの帯域を小さくすることができるので、スループットの向上を図ることができる。

[0062] ＜実施の形態２＞

監視用のＯＮＵを内蔵していない光信号中継装置も、光通信システムに適用され得る。このような光通信システムにおいては、分岐された通信経路を通じて光信号中継装置に接続されたＯＮＵの間の通信経路の長さに基づいて遅延時間が定められる。

[0063] 図６は、本発明の第２の実施形態に係る光通信システム１０２の構成例を示す概略図である。図６を参照して、光通信システム１０２の構成は、図１に示された光通信システム１０１の構成と基本的に同じである。光信号中継装置７は、ＯＬＴ２からの通信経路をたとえば２つに分岐する。たとえば２つのポートを有する。第１のポートには、ＯＮＵ３ａ，３ｂ，３ｃが支線光ファイバ４ｂおよび光スプリッタ５を介して接続される。第２のポートには、ＯＮＵ３ｄ，３ｅ，３ｆが支線光ファイバ４ｂおよび光スプリッタ５を介して接続される。

[0064] Ｌ４は、光信号中継装置７からＯＮＵ３ｄまでの距離である。Ｌ５は、ＯＮＵ３ｄからＯＮＵ３ｅ，３ｆまでの距離である。以下の説明では、Ｌ４＜

Ｌ２であり、Ｌ５≦Ｌ３であるとする。図６に示された距離Ｌ１，Ｌ２，Ｌ３は、実施の形態１における距離Ｌ１，Ｌ２，Ｌ３と同じである。

[0065] 光信号中継装置７は、遅延要素７２ａを含む。遅延要素７２ａは、分岐された通信経路のうち最短の通信経路上に設けられる。図６に示された例では、遅延要素７２ａは、ＯＬＴ２と、ＯＮＵ３ｄと間の通信経路に設けられて、その通信経路において信号の伝送を遅延させる。

[0066] 図７は、実施の形態２に係る光信号中継装置の構成の一例を示したブロック図である。図７を参照して、実施の形態２によれば、光信号中継装置７は、ＯＮＵ７４が省略されている点において、図２に示された光信号中継装置とは異なる。図７に示された光信号中継装置の他の部分の構成については、図２に示された対応する部分の構成と同じである。

[0067] たとえば伝送制御部７２は、１つの光モジュール７１からの信号を２つの光モジュール７３に分岐するように通信経路を設定する。これら２つの光モジュール７３の各々からの信号は、伝送制御部７２によって、その光モジュール７１へと伝送される。したがって、図６に示された構成を実現することができる。

[0068] 遅延要素７２ａは、２つの通信経路のうち、ＯＮＵ３ｄ～３ｆが接続された経路における信号の伝送を遅延させる。遅延要素７２ａの処理は、図５に示される処理と同様であるので、以後の説明は繰り返さない。

[0069] 再び図３を参照して、遅延要素７２ａがＯＮＵ３ｄ～ＯＮＵ３ｆへの信号の伝送を遅延させない場合、距離Ｌ２と距離Ｌ４との差分（＝Ｌ２－Ｌ４）に対応したウィンドウＷ１が必要となりうる。実施の形態２では、遅延要素７２ａは、光信号が距離（Ｌ２－Ｌ４）を伝達するのに要する時間、ＯＬＴ２に最も近いＯＮＵ（ＯＮＵ３ｄ）に送られる信号の伝送を遅延させる。これにより、ＯＬＴ２からＯＮＵ３ｄまでの信号の伝送距離が、仮想的に、ＯＬＴ２からＯＮＵ３ａまでの信号の伝送距離と同じになる。したがって、実施の形態２によれば、図４に示されたようにディスカバリウィンドウの幅を小さくすることができる。

[0070] 遅延時間は、０より大きく、かつ、光信号が距離｛（Ｌ２＋Ｌ３）－（Ｌ４＋Ｌ５）｝を伝送するのに要する時間以下であることが好ましい。より好ましくは、遅延時間は、光信号が距離（Ｌ２－Ｌ４）を伝送するのに要する時間以上、かつ、光信号が距離｛（Ｌ２＋Ｌ３）－（Ｌ４＋Ｌ５）｝を伝送するのに要する時間以下である。さらに、好ましくは、遅延時間は、光信号が距離（Ｌ２－Ｌ４）を伝送するのに要する時間に等しい。この場合、ウィンドウＷ２の幅を、距離Ｌ３に対応する幅とすることができる。

[0071] 一方、Ｌ５＞Ｌ３である場合には、遅延時間は、０より大きく光信号が距離（Ｌ２－Ｌ４）を伝送するのに要する時間以下であることが好ましい。好ましくは、遅延時間は、光信号が距離｛（Ｌ２＋Ｌ３）－（Ｌ４＋Ｌ５）｝を伝送するのに要する時間以上かつ光信号が距離（Ｌ２－Ｌ４）を伝送するのに要する時間以下である。さらに好ましくは、遅延時間は、光信号が距離｛（Ｌ２＋Ｌ３）－（Ｌ４＋Ｌ５）｝を伝送するのに要する時間に等しい。この場合、ウィンドウＷ２の幅を、距離Ｌ５に対応する幅とすることができる。

[0072] 以上のように実施の形態２によれば、実施の形態１と同様に、局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間での光信号の伝送距離の差による伝送時間の差を縮めることができる。実施の形態１と同じく、実施の形態２によれば、たとえばＯＬＴにおいてディスカバリウィンドウの帯域を小さくすることができるので、スループットの向上を図ることができる。

[0073] なお、実施の形態１と同様に、実施の形態２においても、遅延要素７２ａは、特定種類の信号（メッセージ）の伝送を遅延させてもよい。あるいは遅延要素７２ａは、信号の種類に関係なく信号の伝送を遅延させてもよい。また、遅延要素７２ａは、遅延要素７２ａは、ＯＮＵ３ｄから送られた信号の伝送を遅延させてもよい。あるいは、遅延要素７２ａは、ＯＬＴ２からＯＮＵ３ｄに送られた信号およびＯＮＵ３ｄから送られた信号の両方の伝送を遅延させてもよい。

[0074] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施の形態ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0075] ２　局側装置（ＯＬＴ）、３，３ａ，３ｂ，３ｃ，７４　宅側装置（ＯＮＵ）、４ａ　幹線光ファイバ、４ｂ　支線光ファイバ、５　光スプリッタ、７　光信号中継装置、２１，７１，７３　光モジュール、７２　伝送制御部、７２ａ　遅延要素、７５　監視制御部、１０１，１０２　光通信システム、Ｌ１～Ｌ５　距離、Ｓ１，Ｓ２　ステップ、Ｗ１，Ｗ２　ウィンドウ。

請求の範囲

[請求項1] 局側装置と、分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置との間で伝送される光信号を中継するための光信号中継装置であって、

前記分岐された通信経路のうち最短の通信経路で前記局側装置に接続される宅側装置と、前記局側装置との間に設けられて、前記最短の通信経路を伝送する光信号の伝送を遅延させるための遅延要素を備える、光信号中継装置。

[請求項2] 前記複数の宅側装置のうち、前記最短の通信経路に接続された宅側装置は、前記光信号中継装置に含まれる、請求項１に記載の光信号中継装置。

[請求項3] 前記遅延要素は、前記局側装置がディスカバリ処理を実行するときに前記局側装置と前記複数の宅側装置との間で伝送される光信号の伝送を遅延させる、請求項１または請求項２に記載の光信号中継装置。

[請求項4] 局側装置と、

分岐された通信経路と、

前記分岐された通信経路に接続された複数の宅側装置と、

前記局側装置と前記複数の宅側装置の各々との間で伝送される光信号を中継するための光信号中継装置とを備え、

前記光信号中継装置は、前記分岐された通信経路のうち最短の通信経路で局側装置に接続される宅側装置と、前記局側装置との間を伝送する光信号の伝送を遅延させる、光通信システム。

[請求項5] 局側装置と、分岐された通信経路を介して前記局側装置に接続された複数の宅側装置との間で光信号を中継するための光信号中継方法であって、

前記分岐された通信経路のうち最短の通信経路で局側装置に接続される宅側装置と、前記局側装置との間を伝送する光信号の伝送を遅延させるステップを備える、光信号中継方法。

[図1]

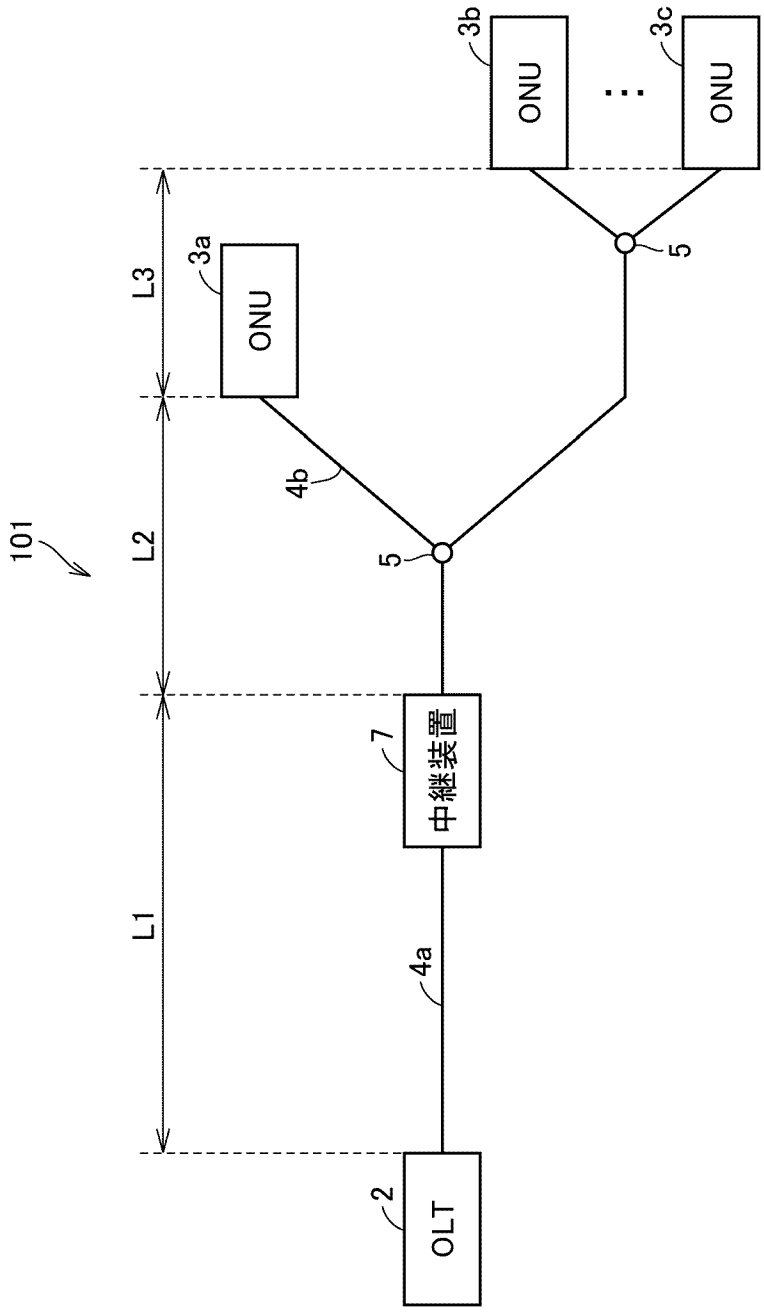


FIG.1

[図2]

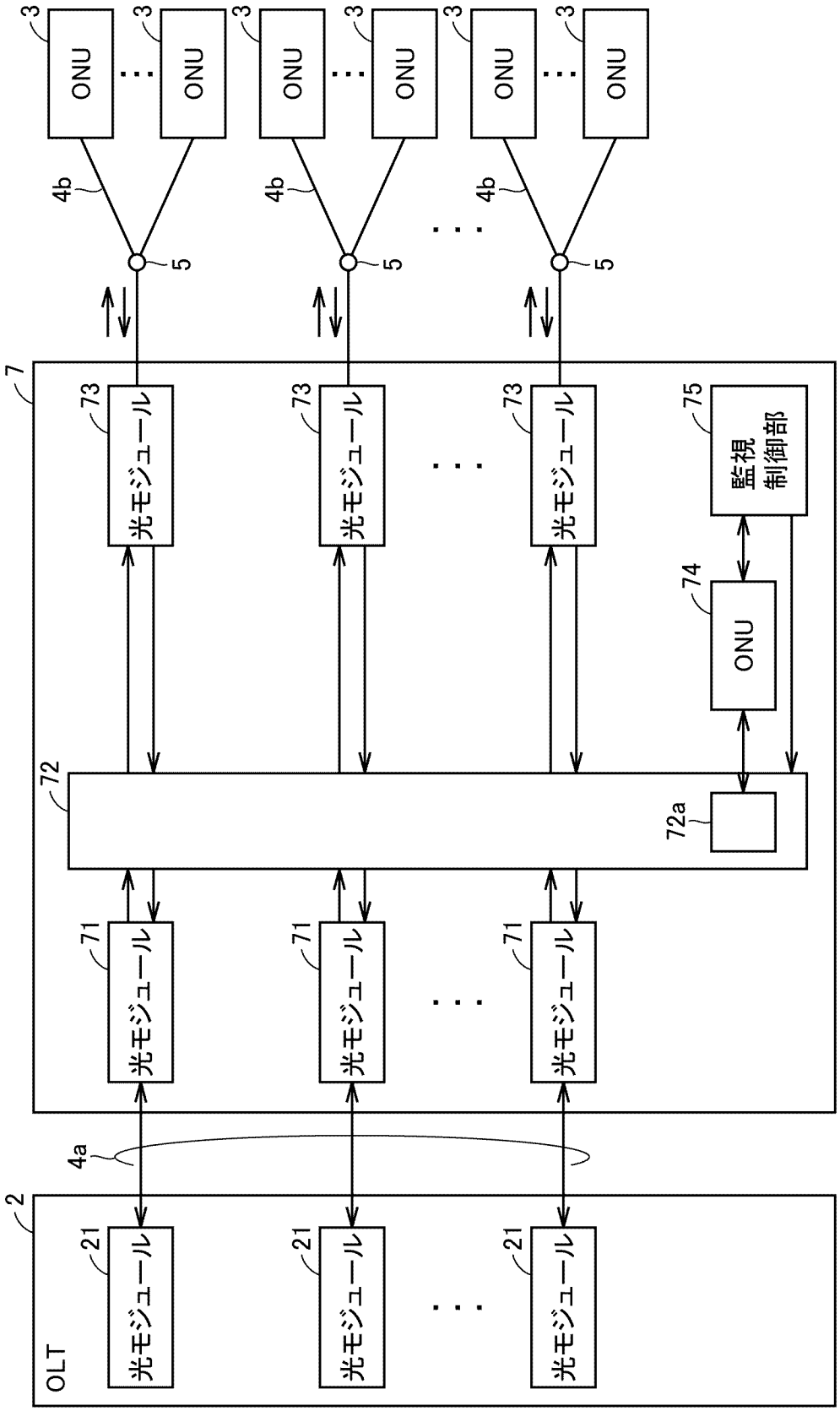
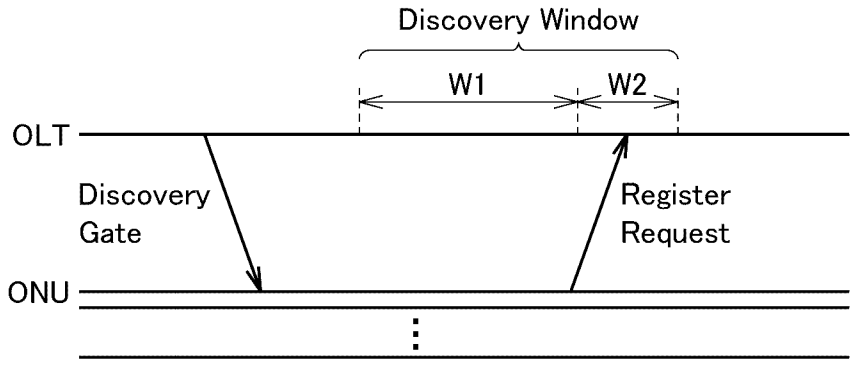


FIG.2

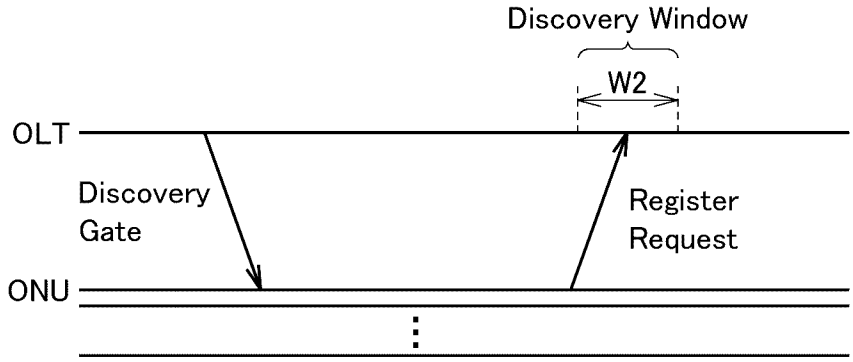
[図3]

FIG.3



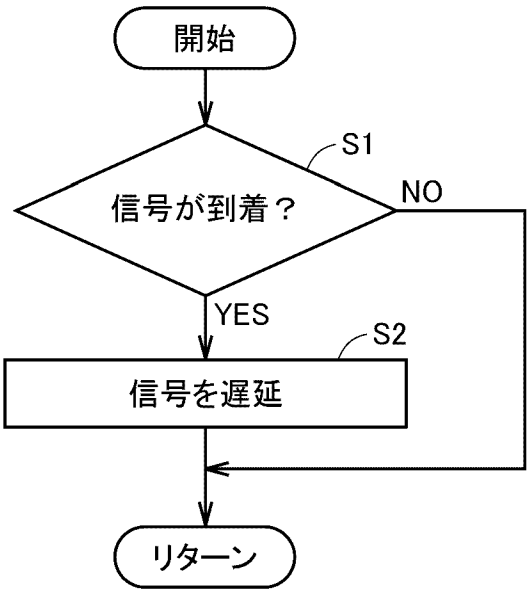
[図4]

FIG.4



[図5]

FIG.5



[図6]

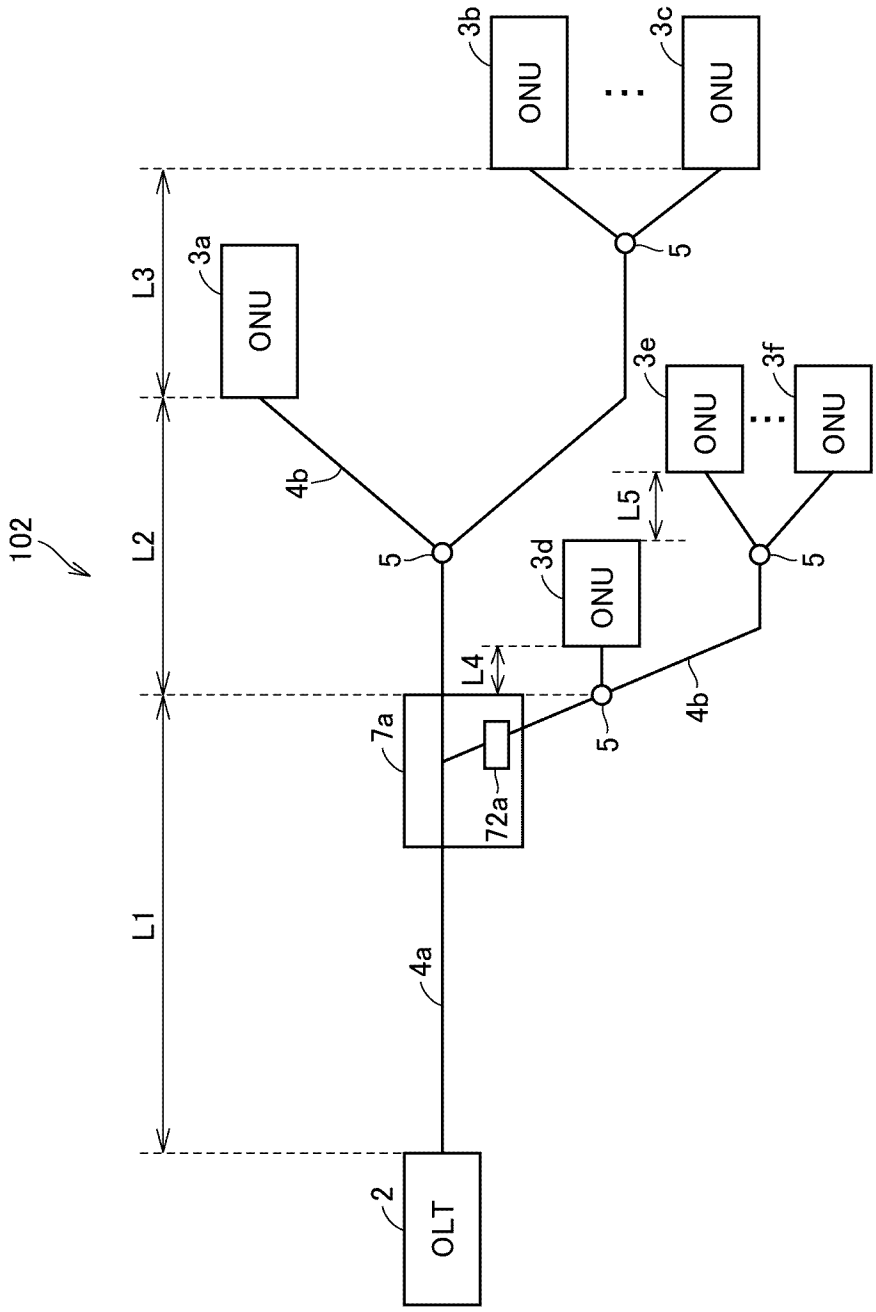


FIG.6

[図7]

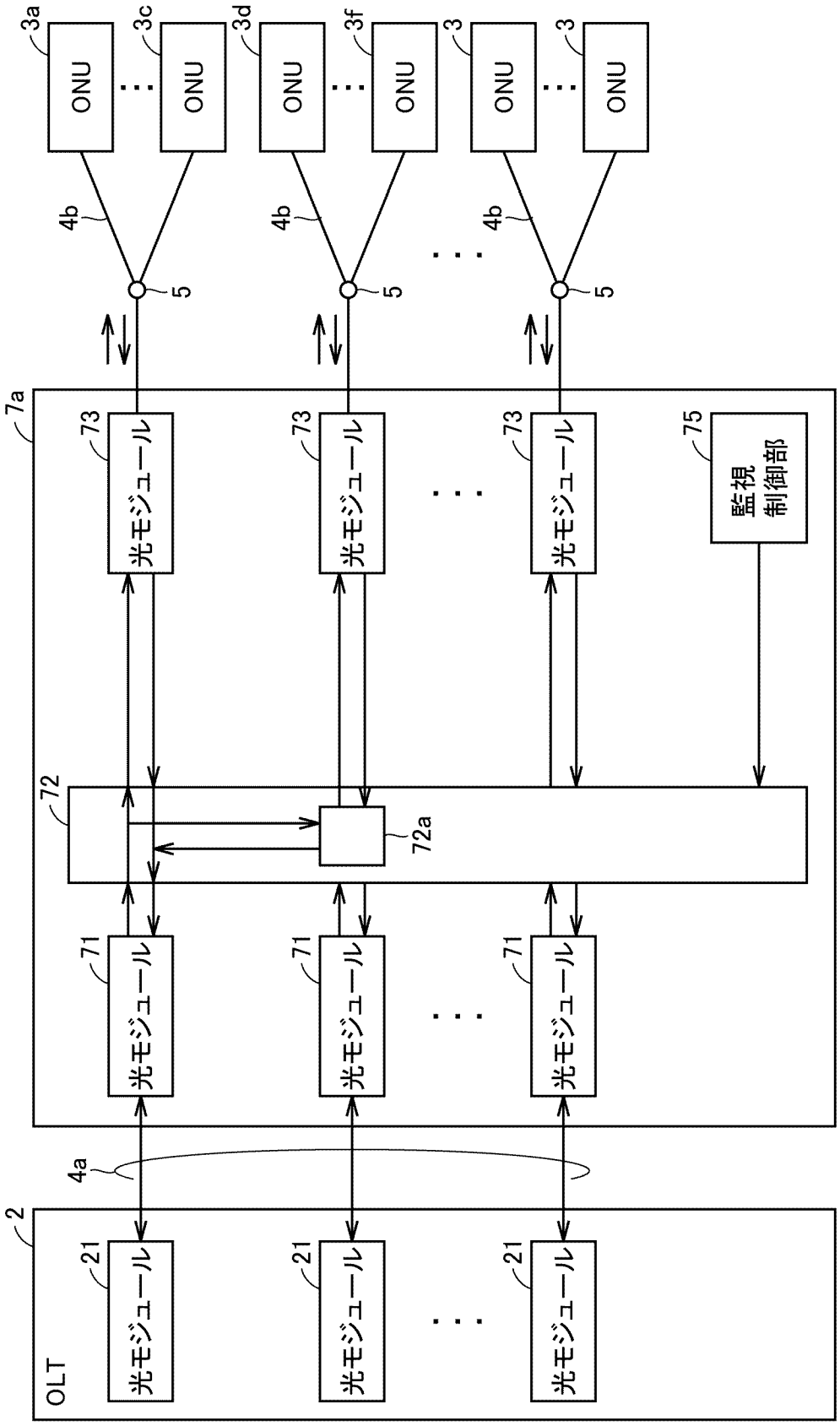

3a
ONU
3c
ONU
3d
ONU
3f
ONU
3
ONU
3
ONU
4b
5
7a
73
光モジュール
75
監視
制御部
72
72a
71
光モジュール
4a
2
21
光モジュール
OLT

FIG.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052130

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04B10/29(2013.01)i, *H04B10/272*(2013.01)i, *H04L12/44*(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)
H04B10/29, H04B10/272, H04L12/44

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.
X	JP 2010-171641 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 05 August 2010 (05.08.2010), paragraphs [0011] to [0013], [0036] to [0039]; fig. 7 to 11 (Family: none)	1-5
A	WO 2007/119589 A1 (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraphs [0067] to [0068], [0087] to [0088]; fig. 8, 12 & US 2009/0010657 A1 paragraphs [0089] to [0090], [0118]; fig. 8, 12 & CN 101405971 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	Date of mailing of the international search report
07 March 2016 (07.03.16)	15 March 2016 (15.03.16)
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/JP2016/052130

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/0310252 A1 (HEALEY, Peter), 09 December 2010 (09.12.2010), paragraph [0062]; fig. 5 & WO 2009/053708 A1 & EP 2053762 A1 & CN 101836379 A	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５２１３０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04B10/29(2013.01)i, H04B10/272(2013.01)i, H04L12/44(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.　H04B10/29, H04B10/272, H04L12/44

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
X	JP 2010-171641 A (日本電信電話株式会社) 2010.08.05, 段落[0011]-[0013], [0036]-[0039], 図 7-11 (ファミリーなし)	1-5
A	WO 2007/119589 A1 (古河電気工業株式会社) 2007.10.25, 段落[0067]-[0068], [0087]-[0088], 図 8, 12 & US 2009/0010657 A1, 段落[0089]-[0090], [0118], 図 8, 12 & CN 101405971 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	国際調査報告の発送日
０７．０３．２０１６	１５．０３．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｊ　４５４０
後澤　瑞征
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５３４

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	US 2010/0310252 A1 (HEALEY, Peter) 2010.12.09, 段落[0062], 図５ & WO 2009/053708 A1 & EP 2053762 A1 & CN 101836379 A	1-5