(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 2016/181666 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 12/44 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/051109

(22) 国際出願日: 2016 年 1 月 15 日(15.01.2016)

(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 2015-095913 2015 年 5 月 8 日(08.05.2015) 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: 片山　久嗣 (KATAYAMA, Hisashi); 〒 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). 豊田　重治 (TOYODA, Shigeharu); 〒 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: 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所 (SUNCREST PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒 6500023 兵庫県神戸市中央区栄町通四丁目１番１１号 Hyogo (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.

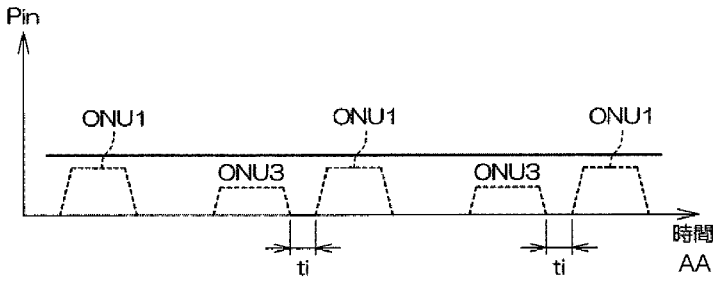
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

[続葉有]

(54) **Title**: METHOD FOR SPECIFYING FAULT TERMINAL AND STATION-SIDE DEVICE IN PON COMMUNICATIONS SYSTEM

(54) 発明の名称 : ＰＯＮ通信システムにおける局側装置及び故障端末特定方法

[図4]



AA Time

(57) **Abstract**: A method according to an embodiment of the present invention pertains to a method for specifying a fault terminal with which it is possible to specify a subscriber-side device; i.e., an optical network unit (ONU), in which a fault for continuing to send out a continuous signal has occurred. This method involves: designating an uplink burst optical signal transmission timing for a plurality of subscriber-side devices (ONUs) connected to a passive optical network (PON) communications system; detecting in advance and storing the intensity of an uplink burst optical signal transmitted from each of the subscriber-side devices (ONUs); recognizing, as an abnormal optical intensity, the intensity of an optical signal detected in a time ti in which transmission of an uplink burst optical signal is not designated for any of the subscriber-side devices (ONUs); comparing the abnormal optical intensity with the stored uplink burst optical signal intensity of each of the subscriber-side devices (ONUs); and estimating that one or a plurality of the subscriber-side devices (ONUs) in which the difference in optical intensity resulting from the comparison is smaller than a threshold value is a subscriber-side device (ONU) in which a fault for continuing to send out a continuous signal has occurred, or is a candidate for being such a subscriber-side device (ONU).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/181666 A1

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)）

本発明の実施形態に係る方法は、連続信号を出し続ける故障の発生した宅側装置ＯＮＵを特定できる故障端末特定方法に関する。この方法では、ＰＯＮ通信システムに接続されている複数の宅側装置ＯＮＵに対して上りバースト光信号送信のタイミングを指定し、各宅側装置ＯＮＵから送信されてくる上りバースト光信号の強度をあらかじめ検知して記憶し、どの宅側装置ＯＮＵに対しても上りバースト光信号の送信を指定していない時間ｔｉに検知される光信号の強度を異常光強度として認識し、前記異常光強度を、前記記憶した各宅側装置ＯＮＵの上りバースト光信号強度とそれぞれ比較し、前記比較の結果、光強度の差がしきい値よりも小さな１又は複数の宅側装置ＯＮＵを、連続信号を出し続ける故障の発生した宅側装置ＯＮＵ又はその候補であると推定する。

明　細　書

発明の名称 ：

ＰＯＮ通信システムにおける局側装置及び故障端末特定方法

技術分野

[0001] 本発明は、局側装置と複数の宅側装置との間を結ぶ光データ通信ネットワーク、特にＰＯＮ(Passive Optical Network)通信システムにおいて、宅側装置の故障を特定する技術に関するものである。

背景技術

[0002] 局側装置ＯＬＴ（Optical Line Terminal：光加入者線端局装置）と、複数の宅側装置ＯＮＵ（Optical Network Unit：光加入者線終端装置）との間を、光データ通信ネットワークを使って双方向通信するシステムがあり、特に、局側装置ＯＬＴと各宅側装置ＯＮＵとの間を、それぞれ１本の光ファイバで放射状に結ぶ（Single Star）ネットワーク構成が古くから実用化されている。このネットワーク構成では、システム及び機器構成は簡単になるが、１つの宅側装置ＯＮＵが一本の光ファイバを占有し、宅側装置ＯＮＵ数がN局あれば、局側装置ＯＬＴから直接接続される光ファイバがN本必要となり、システムの低価格化を図るのが困難である。

[0003] そこで、局側装置ＯＬＴから引かれる１本の光ファイバを、複数の宅側装置ＯＮＵで共有するＰＯＮ通信システムが実用化されている。

ＰＯＮ通信システムでは、特に外部からの電源供給を必要とせず入力された信号から受動的（Passive）に信号を分岐・多重する受動型光分岐器(光カプラ；ＯＣ)を介して、一つの局側装置ＯＬＴと複数の宅側装置ＯＮＵが光伝送路で接続される。局側装置ＯＬＴとN局の宅側装置ＯＮＵとは、光ファイバ及び光カプラＯＣを介して接続された１対Nの伝送を基本としている。これにより、１つの局側装置ＯＬＴに対して、多くの宅側装置ＯＮＵを割り当てることができ、全体的な設備コストを抑えることができる。

[0004] ＰＯＮ通信システムでは、局側装置ＯＬＴと光分岐器間の光伝送路を複数

の宅側装置ＯＮＵで共有するため、宅側装置ＯＮＵから局側装置ＯＬＴに向かう方向（以下、上り方向と称する）において、各宅側装置ＯＮＵが送出する光信号の衝突回避対策が必要である。このため、局側装置ＯＬＴが時分割アクセス制御方式により各宅側装置ＯＮＵの光信号送出タイミングを制御している。

[0005] この時分割アクセス制御方式により、各宅側装置ＯＮＵは、局側装置ＯＬＴにより指定されたある区切られた時間に光信号を送出する。このように各宅側装置ＯＮＵから送出される光信号を「バースト光信号」と呼ぶ。

このように、ＰＯＮ通信システム上で1台の局側装置ＯＬＴに複数の宅側装置ＯＮＵがつながっているため、いずれかの宅側装置ＯＮＵが常時点灯状態になる故障を起こすと、他の宅側装置ＯＮＵからの光信号に重なってしまい、他の残りの宅側装置ＯＮＵとも通信を行うことが困難になるという障害が発生する。この場合、局側装置ＯＬＴのシステム管理者が点灯状態の宅側装置ＯＮＵを何らかの手段で特定して、常時点灯の故障が発生した宅側装置ＯＮＵを修理又は交換する必要がある。

[0006] しかし常時点灯状態では、局側装置ＯＬＴは、各宅側装置ＯＮＵからの上りパケットの識別ができないので、点灯状態の宅側装置ＯＮＵを特定するのに工夫が必要である。

特許文献１においては、局側装置ＯＬＴが順次宅側装置ＯＮＵに消光命令を出すことで宅側装置ＯＮＵの発光を停止させ、故障のある宅側装置ＯＮＵを特定するという、障害復旧手順を定めている。

[0007] 特許文献２においては、局側装置ＯＬＴにおいて、各宅側装置ＯＮＵの上りバースト光信号強度をあらかじめ検知しておき、障害が発生した時に、各宅側装置ＯＮＵの上りバースト光信号強度をそれぞれ再検知し、同じ宅側装置ＯＮＵ同士で故障前後の光強度を比較し、障害発生前後で光強度の変化が最も小さい宅側装置ＯＮＵを、連続信号を出し続ける故障の発生した宅側装置ＯＮＵであると判定する。

[0008] この特許文献２においては、いずれかの宅側装置ＯＮＵが常時点灯すると

、その故障以外の宅側装置ＯＮＵからの光信号強度は、当該の宅側装置ＯＮＵの光信号強度に前記故障の宅側装置ＯＮＵの光信号強度が上乗せされたものとなり、光信号強度が増大する。しかし故障の宅側装置ＯＮＵの光信号強度はそのままである。したがって、故障判定部１４は、各宅側装置ＯＮＵからの光信号強度を測定して、それらの測定結果を記憶しておき、障害発生前後で光強度の変化が小さい順に、故障宅側装置ＯＮＵの候補を決定する。これにより、連続信号を出し続ける故障宅側装置ＯＮＵを特定することができる。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特許第4228693号公報

特許文献2：特許第4798457号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] ところが、特許文献１においては、局側装置ＯＬＴに接続されている宅側装置ＯＮＵの台数が多い場合、故障している宅側装置ＯＮＵを切り分けるまでひとつずつ確認の手順を行う必要があり、復旧に時間がかかる。

また、特許文献２においては、各故障宅側装置ＯＮＵからの光信号強度を測定して、現在（故障時）の光信号強度と過去（正常時）に測定した光信号強度とを、宅側装置ＯＮＵごとに比較しなければならない。このため、宅側装置ＯＮＵの数だけ比較を行う必要があり、宅側装置ＯＮＵの台数に応じて、時間あるいはコストがかかる。

[0011] そこで本発明は、局側装置と、前記局側装置と光カプラを介して接続される複数の宅側装置とを含むＰＯＮ通信システムにおいて、先行技術よりも、より簡単な処理を行うだけで、連続信号を出し続ける故障の発生した宅側装置を特定できる局側装置及び故障端末特定方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明のＰＯＮ通信システムにおける局側装置は、各宅側装置から送信されてくる上りバースト光信号の強度をそれぞれ検知する光強度検知部と、前記検知された光強度が宅側装置ごとに書き込まれる光強度記憶部と、どの宅側装置に対しても上りバースト光信号の送信を指定していない時間に検知された光信号の強度を異常光強度として認識し、前記異常光強度を、前記光強度記憶部に書き込まれた各宅側装置の上りバースト光信号の強度とそれぞれ比較し、前記比較の結果、光強度の差がしきい値よりも小さい１若しくは複数の宅側装置を、連続信号を出し続ける故障の発生した宅側装置又はその候補であると推定する故障推定部とを備えるものである。

[0013] この局側装置であれば、前記複数の宅側装置に対して上りバースト光信号送信のタイミングを指定して、各宅側装置から送信されてくる上りバースト光信号強度をあらかじめ検知して記憶しておき、どの宅側装置に対しても上りバースト光信号の送信を指定していない時間に検知される光信号の強度を異常光強度として認識し、前記認識した異常光強度を、記憶した各宅側装置の上りバースト光信号強度とそれぞれ比較し、前記比較の結果、光強度の差がしきい値よりも小さい宅側装置を、連続信号を出し続ける故障の発生した宅側装置であると推定することができる。

[0014] また前記比較の結果、光強度の差の小さな宅側装置が複数あり、故障の発生した宅側装置を明確に決定し難い場合は、光強度の差がしきい値よりも小さいものを複数の故障宅側装置の候補とする。これにより、ＰＯＮ通信システムに接続されたすべての宅側装置の中から、故障の発生が疑われる宅側装置を絞ることができる。

前記光強度検知部が、各宅側装置からの上りバースト光信号の強度をあらかじめ検知しておくタイミングは、すべての宅側装置と正常に通信している時であることが望ましい。

[0015] 前記故障推定部は、前記推定された１又は複数の宅側装置に対してのみ消光／発光コマンドを出すことによって、常時発光状態を検知する宅側装置Ｏ

ＮＵを故障の発生した宅側装置であると、短時間で特定することができる。

また本発明のＰＯＮ通信システムにおける故障端末特定方法は、前記ＰＯＮ通信システムにおける局側装置の発明と実質同一発明に係る方法である。

発明の効果

[0016] 以上のように本発明によれば、局側装置において、連続信号を出し続ける故障した宅側装置を推定することができ、すみやかに故障した宅側装置の特定作業に入ることができるという効果が得られる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]ＰＯＮ通信システムの構成例を示す概略図である。

[図2]局側装置ＯＬＴにおける上り信号受信部１の構成図である。

[図3]各宅側装置ＯＮＵからの一連のバースト光信号の受信光強度Ｐｉｎの波形を示すグラフである。

[図4]いずれかの宅側装置ＯＮＵが常時発光して、ＰＯＮ通信システムの上り光通信が行えなくなった場合の、各宅側装置ＯＮＵからの一連のバースト光信号の受信光強度Ｐｉｎの波形を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して説明する。

図１は、ＰＯＮ通信システムの構成例を示す概略図である。

ＰＯＮ通信システムは、複数の加入者宅に備えられる各宅側装置ＯＮＵが、局舎に備えられる局側装置ＯＬＴに対して、幹線光ファイバＦ１、光カプラＯＣ１，ＯＣ２、支線光ファイバＦ２を介してツリー状に接続されている。

[0019] すなわち局側装置ＯＬＴは、幹線光ファイバＦ１を通して光カプラＯＣ１に接続され、光カプラＯＣ１は、１又は複数台の宅側装置ＯＮＵと接続されるとともに、１又は複数台の第２の光カプラＯＣ２と接続されている。第２の光カプラＯＣ２は、複数台の宅側装置ＯＮＵに、支線光ファイバＦ２で接続されている。

なお、ネットワークのツリーの分岐点となる光カプラＯＣの数は、図１で

は２つ示しているが、”２”に限られるものではない。光カプラＯＣの数は１以上であれば、いくらであっても良い。接続される宅側装置ＯＮＵの数も限定されない。

[0020] 幹線光ファイバＦ１と、支線光ファイバＦ２とは、それぞれ１本のシングルモードファイバを用いている。光カプラＯＣは、特に外部からの電源供給を必要とせず入力された信号から受動的に信号を分岐・多重するスターカプラで構成されている。

宅側装置ＯＮＵは、加入者宅内に設置されるパーソナルコンピュータやテレビなどの光ネットワークサービスを享受するための端末機器を接続するネットワークインタフェースを備えている。

[0021] 上り回線と下り回線とは異なる波長の光を用いており、上下での信号の衝突は起きない仕組みとなっている。よって、局側装置ＯＬＴが送信する信号は、光カプラＯＣ１、第２の光カプラＯＣ２を通して、複数台の宅側装置ＯＮＵに分配され、各宅側装置ＯＮＵが送信する信号は、局側装置ＯＬＴに集められる。

上位のネットワークから局側装置ＯＬＴに入ってくる信号に含まれる下りフレームは、局側装置ＯＬＴにおいて所定の処理が行われ、中継されるべき論理リンクが特定される。そして、局側装置ＯＬＴを通して、光信号として幹線光ファイバＦ１に送信される。幹線光ファイバＦ１に送信された光信号は、光カプラＯＣで分岐され、光カプラＯＣにつながる宅側装置ＯＮＵに送信されるが、当該論理リンクを構成する宅側装置ＯＮＵのみが所定の光信号を取り込むことができ、フレームを宅内ネットワークインタフェースに中継する。

[0022] 一方、上り光信号には、それぞれの宅側装置ＯＮＵからの上りフレームが含まれている。上りフレームは、それぞれの宅側装置ＯＮＵからの上りフレームどうしが互いに時間的に競合しないように送信される必要がある。そのために、局側装置ＯＬＴは、各宅側装置ＯＮＵに対して上り光信号を送信してもよいウィンドウ期間（以下、ウィンドウあるいはタイミングということ

がある）を順番に割り当てる。局側装置ＯＬＴは、その割当て情報を制御フレームとして通知する。ウィンドウを割り当てられた宅側装置ＯＮＵは、自己に割り当てられたウィンドウに上り光信号を送信する。この方法は一種の時分割多重方式であり、各宅側装置ＯＮＵから送出される上り光信号を「バースト光信号」という。

[0023] このようにして、各宅側装置ＯＮＵ間の上り光信号の競合は回避される。各宅側装置ＯＮＵはあるウィンドウが与えられたとき、そのウィンドウに収まる限り複数のフレームを連続して送信してもよい。

図２に、局側装置ＯＬＴの上り信号受信部１の構成を示す。上り信号受信部１は、光ファイバＦ１を通して宅側装置ＯＮＵから入ってくる光信号を電気信号に変換するＯ／Ｅ変換部１１と、変換された電気信号を解読し処理する信号処理部１２とを備えている。さらに信号処理部１２によって処理された信号を上位のネットワークに送り出すためのインターフェイス部１３を備えている。

[0024] 上り信号受信部１はこれに加えて、各宅側装置ＯＮＵからの光信号のレベルを検知する光強度検知部１４と、いずれかの宅側装置ＯＮＵの故障を推定する故障推定部１５と、故障が推定された宅側装置ＯＮＵの情報をＬＥＤ、液晶表示器などのインジケータでシステム管理者に報知する報知部１６とを備え、さらに各宅側装置ＯＮＵから受信される光強度の平均値を数値化した値を保持する光強度記憶部１７を備えている。

[0025] 信号処理部１２及び故障推定部１５は、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＭＰＵ（Micro-Processing Unit）又はＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）などの、論理演算処理を行うプロセッサを含む。信号処理部１２及び故障処理部１５は、１つのプロセッサで構成されていてもよいし、別のプロセッサで構成されていてもよい。

[0026] 光強度検知部１４としては、例えば、電流ミラー回路、ＤＣ－ＤＣコンバータ及びＭＰＵなどを備えた光測定回路（特開2011-252716号公報参照）を採用することができる。

光強度記憶部１７は、例えば、ＲＡＭ（Random Access Memory）又はフラッシュメモリなどのメモリよりなる。

[0027] 前記Ｏ／Ｅ変換部１１は、フォトダイオードなどの光電変換素子を備え、光ファイバＦ１から入ってきたバースト光信号を電気信号に変換する。電気信号に変換された受信データは、信号処理部１２において同期をとられ、パリティを用いて誤り訂正が行われる。誤り訂正された受信データは、復号処理が行われ、インターフェイス部を通して上位ネットワークへ渡される。

[0028] また信号処理部１２は、各宅側装置ＯＮＵのウィンドウ期間の情報（どの時刻にどの宅側装置ＯＮＵからのバースト光信号が入ってくるかという情報）及びアイドル期間（後述）の情報（どの時刻にアイドル期間が設定されているかという情報）を、故障推定部１５に通知しておく。その前提として信号処理部１２と故障推定部１５とは共通の時計で動いている必要がある。

[0029] 前記Ｏ／Ｅ変換部１１によって変換された電気信号は、光強度検知部１４にも分配供給される。光強度検知部１４は、電気信号の大きさに基づいて、宅側装置ＯＮＵからの光信号のレベルを検知する。

故障推定部１５は、光強度検知部１４に、所定の時刻になれば各宅側装置ＯＮＵからの光強度の検知を開始するように指示を与える。この指示を与える時刻は、ＰＯＮシステムの通信が正常に行われている時点であればよく、故障推定部１５が任意に設定することができる。例えば、ＰＯＮシステムの立ち上げ直後、宅側装置ＯＮＵが新規に加入した直後、一日のうち決まった時刻、あるいはシステム管理者が適宜判断した時刻などであり、ＰＯＮシステム内の光通信に異常が発見されない時刻である。

[0030] 図３は、故障推定部１５から光強度の検知を開始するように指示が与えられた時刻（時刻ｔ＝０とする）から始まる、光強度検知部１４によって検知される、各宅側装置ＯＮＵからの一連のバースト光信号の受信光強度Ｐｉｎの波形を示すグラフである。図３では宅側装置ＯＮＵの数を３つ示しているが、この数に限られない（実際には、もっと多くの宅側装置ＯＮＵが接続される）。しかし以下では便宜上、宅側装置ＯＮＵの数を３つとして説明を進

める。

[0031] 図３に示すように、光強度検知部１４には、宅側装置ＯＮＵ１からのバースト光信号が受信され、続いて宅側装置ＯＮＵ２からのバースト光信号が受信され、続いて宅側装置ＯＮＵ３からのバースト光信号が受信される。図３では、宅側装置ＯＮＵ２からの受信強度が一番強く、宅側装置ＯＮＵ１，３となるに連れて受信強度が弱くなっているが、これは局側装置ＯＬＴから見て、宅側装置ＯＮＵ１～３の発光素子の特性や、光ファイバの長さなどの光伝送路の特性が異なるからである。

[0032] 局側装置ＯＬＴが宅側装置ＯＮＵにウィンドウ期間を割り当てるとき、局側装置ＯＬＴは、どの宅側装置ＯＮＵも発光してはいけないという「アイドル期間」を設定し、各宅側装置ＯＮＵに通知するようにしている。

図３に、各ウィンドウ期間を”ｔｗ”で示す。ウィンドウ期間ｔｗとウィンドウ期間ｔｗとの間に、どの宅側装置ＯＮＵの発光も禁止するアイドル期間が設けられている。このアイドル期間を、”ｔｉ”で示す。

[0033] このアイドル期間ｔｉを設ける本来の意味は、各宅側装置ＯＮＵからのバースト光信号が重複しないようにマージンをとることである。アイドル期間ｔｉは隣接する宅側装置ＯＮＵの間に絶対設ける必要があるものではなく、設けない場合もある（図３では宅側装置ＯＮＵ１と宅側装置ＯＮＵ２の間、宅側装置ＯＮＵ２と宅側装置ＯＮＵ３の間には設けられていないが、宅側装置ＯＮＵ３と宅側装置ＯＮＵ１の間には設けられている）。ウィンドウ期間ｔｗが通常、約１５μ秒であるのに対して、アイドル期間ｔｉは、０秒から約１μ秒の範囲内で設定される。

[0034] ＰＯＮシステムの通信が正常に行われていれば、「どの宅側装置ＯＮＵの発光も禁止する」というアイドル期間ｔｉの定義からわかるように、アイドル期間ｔｉの間、光強度検知部１４が検知する光信号の強度はゼロであるはずである。

しかし故障により、一部の宅側装置ＯＮＵが常時発光するようになれば、他の正常な宅側装置ＯＮＵからの上りバースト光信号を解読することができ

なくなる。このような場合、アイドル期間ｔｉの間でも、光強度検知部１４が検知する光信号の強度はゼロでなくなる。本発明では、このアイドル期間に現れる光信号を利用して、故障している宅側装置ＯＮＵを推定する。以下、故障している宅側装置を推定する方法を説明する。

[0035] 光強度検知部１４では、故障推定部１５からの光強度検知開始の指示に従って、各ウィンドウ期間ｔｗの時点において、内蔵する所定のローパスフィルタを通して、各光信号強度を検知する。検知した光強度の情報は故障推定部１５に渡される。故障推定部１５は光強度の数値化を行う。前記光強度の数値化は、光強度検知部１４から渡される信号の、例えば振幅の包絡線を求め、それをＡ／Ｄ変換することで実施できる。

[0036] なお、光強度検知部１４の前記ローパスフィルタの時定数は、各ウィンドウ期間及びアイドル期間における光信号の平均レベルが検知できるように、最適のものを選択しておくとよい。

故障推定部１５は、ウィンドウ期間ｔｗの光強度の値を光強度記憶部１７に書き込む。 光強度記憶部１７は故障推定部１５からの書き込みにより、各ウィンドウ期間ｔｗにおける光強度の値を、光強度検知部１４が光強度を検知した時刻とともに記憶素子に書き込む。記憶の履歴の扱いについては限定されないが、例えば新しい時刻に値が記憶されると、そのウィンドウ期間ｔｗについて記憶された古い値を消去するようにしてもよいし、消去せずに、そのウィンドウ期間ｔｗについて記憶された複数の値を時系列に記憶するようにしてもよい。

[0037] 図４は、いずれかの宅側装置ＯＮＵが常時発光して、ＰＯＮ通信システムの上り光通信が行えなくなった場合の、各宅側装置ＯＮＵからの一連のバースト光信号の受信光強度Ｐｉｎの波形を示すグラフである。

宅側装置ＯＮＵ２が常時発光しているので、図４のグラフからわかるように、その故障している宅側装置ＯＮＵ２の光が他の宅側装置ＯＮＵのバースト光信号に上乗せされ、宅側装置ＯＮＵ１，３からのバースト光信号は宅側装置ＯＮＵ２の光に隠れてしまい、解読が困難な状態になっている。

[0038] そこで、故障推定部１５は、障害発生時に光強度記憶部１７の記憶値を参照して、故障と推定される宅側装置ＯＮＵを特定するため、次のような手順を実行する。

（１）故障推定部１５は、光強度検知部１４に、アイドル期間ｔｉにおいて光信号強度を測定するように指示する。

（２）故障推定部１５は、光強度検知部１４で測定された光強度の数値化を行い、故障推定部１５内のバッファ領域に一時的に蓄える。

[0039] （３）故障推定部１５は、アイドル期間ｔｉにおける光信号強度について、光強度記憶部１７に記憶されたＰＯＮシステム正常時の各宅側装置ＯＮＵの光強度の値と比較する。

（４）光強度記憶部１７に記憶された各宅側装置ＯＮＵの光信号強度値と、アイドル期間ｔｉにおける光強度の値との差をとり、いずれかの差が所定のしきい値よりも小さくなった場合、その宅側装置ＯＮＵを、常時発光しているらしい宅側装置ＯＮＵであると推定する。

[0040] （５）ただしアイドル期間ｔｉにおける光強度の値と、光強度記憶部１７に記憶された各宅側装置ＯＮＵの光信号強度との差がしきい値よりも小さくなる宅側装置ＯＮＵが複数ある場合、それぞれの宅側装置ＯＮＵを、故障した宅側装置ＯＮＵの候補としてあげておく。

（６）局側装置ＯＬＴは、常時発光しているらしいと推定された１又は複数の宅側装置ＯＮＵについて、故障判定の精度を高める措置をとる。具体的には、当該１又は複数の候補の宅側装置ＯＮＵに、光出力の消光／発光を制御するDPoE OAMメッセージ（消光／発光コマンドという）を送信し、発光を停止させる。ここでDPoE(Docsis Providing of EPON)とは、ケーブルテレビ事業者が伝送路を従来の同軸ケーブルから光ファイバに置き換えた高速通信サービスを提供するために標準化した規格を意味する。OAM(Operation Administration and Maintenance)とは、局側装置ＯＬＴが宅側装置ＯＮＵを制御するメッセージを意味する。

[0041] この消光／発光コマンドは、故障して常時発光している宅側装置ＯＮＵに

対しても有効である。この発光を停止させたとき、当該１又は複数の候補の宅側装置ＯＮＵ以外の宅側装置ＯＮＵからの信号が信号処理部１２によって解読できるようになれば、当該１の宅側装置ＯＮＵが故障であると判定することができる。または、当該複数の候補の宅側装置ＯＮＵのいずれかが故障ＯＮＵであると判定することができる。

[0042] （７）当該複数の候補の宅側装置ＯＮＵのいずれかが故障ＯＮＵであると判定された場合、そのあと、当該複数の候補の宅側装置ＯＮＵにDPoE OAMメッセージ(0xD9/0x0605)を送信し、１つずつ再発光させる。まず一番目の宅側装置ＯＮＵを再発光させたとき、他の宅側装置ＯＮＵについて信号処理部１２によって光信号の内容が正常に読めるときは、当該第一番目の宅側装置ＯＮＵは異常発光する故障ＯＮＵでないと判定することができる。このようにして二番目、三番目・・・の宅側装置ＯＮＵを再発光させていく。ある宅側装置ＯＮＵを再発光させたとき、他の宅側装置ＯＮＵについて光信号の内容が正常に読めなくなれば、当該宅側装置ＯＮＵは異常発光する故障ＯＮＵであると判定することができる。

[0043] このように、前記（１）～（５）の手順によって、常時発光しているらしい宅側装置ＯＮＵを推定できる。

その推定された宅側装置ＯＮＵに対してのみ、（６）（７）のように消光／発光コマンドを送信するので、特許文献１に記載された従来の手法のように、ＰＯＮシステムにあるすべての宅側装置ＯＮＵに対して消光／発光コマンドを送信する手法と比べて、異常発光している宅側装置ＯＮＵを発見するのに要する時間が短くなる。これは、（１）～（５）の手順で常時発光していないとされた正常宅側装置ＯＮＵに対しては、消光／発光コマンドを出さなくて済むので、それだけ探索時間が節約できるからである。

[0044] （８）故障の宅側装置ＯＮＵを特定したあと、特定された宅側装置ＯＮＵを報知部１６に表示させ、SNMP Trap等の警報機能、電子メールなどでシステム管理者に通知して、宅側装置ＯＮＵの現場に行き点検をするように促すことができる。

以上で、本発明の実施の形態の説明をしたが、本発明の実施は、前記の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変更を施すことが可能である。

符号の説明

[0045] １　上り信号受信部

１１　Ｏ／Ｅ変換部

１２　信号処理部

１３　インターフェイス部

１４　光強度検知部

１５　故障推定部

１６　報知部

１７　光強度記憶部

請求の範囲

[請求項1] 局側装置と、前記局側装置と光カプラを介して接続される複数の宅側装置とを含むＰＯＮ(Passive Optical Network)通信システムに用いられる局側装置であって、

各宅側装置から送信されてくる上りバースト光信号の強度をそれぞれ検知する光強度検知部と、

前記検知された光強度が宅側装置ごとに書き込まれる光強度記憶部と、

どの宅側装置に対しても上りバースト光信号の送信を指定していない時間に検知された光信号の強度を異常光強度として認識し、前記異常光強度を、前記光強度記憶部に書き込まれた各宅側装置の上りバースト光信号の強度とそれぞれ比較し、前記比較の結果、光強度の差がしきい値よりも小さい１若しくは複数の宅側装置を、連続信号を出し続ける故障の発生した宅側装置又はその候補であると推定する故障推定部とを備える、局側装置。

[請求項2] 前記光強度記憶部に書き込まれる光強度は、すべての宅側装置と正常に通信している時に前記光強度検知部があらかじめ検知する、各宅側装置からの上りバースト光信号の強度である、請求項１に記載の局側装置。

[請求項3] 前記故障推定部は、前記推定された１又は複数の宅側装置に対して、消光／発光コマンドを出すことによって、常時発光状態を検知した宅側装置を故障の発生した宅側装置であると特定する、請求項１又は請求項２に記載の局側装置。

[請求項4] 局側装置と、前記局側装置と光カプラを介して接続される複数の宅側装置とを含むＰＯＮ(Passive Optical Network)通信システムに用いられる局側装置において、故障している宅側装置を推定する方法であって、

前記複数の宅側装置に対して上りバースト光信号送信のタイミング

を指定し、

各宅側装置から送信されてくる上りバースト光信号強度をあらかじめ検知して記憶し、

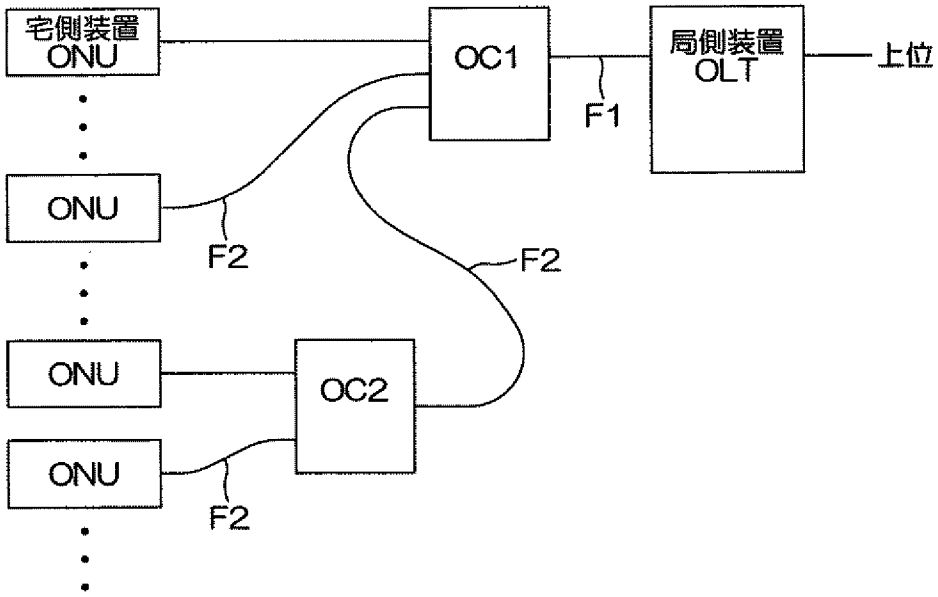
どの宅側装置に対しても上りバースト光信号の送信を指定していない時間に検知される光信号の強度を異常光強度として認識し、

前記異常光強度を、前記記憶した各宅側装置の上りバースト光信号強度とそれぞれ比較し、

前記比較の結果、光強度の差がしきい値よりも小さな１又は複数の宅側装置を、連続信号を出し続ける故障の発生した宅側装置又はその候補であると推定する、故障端末特定方法。

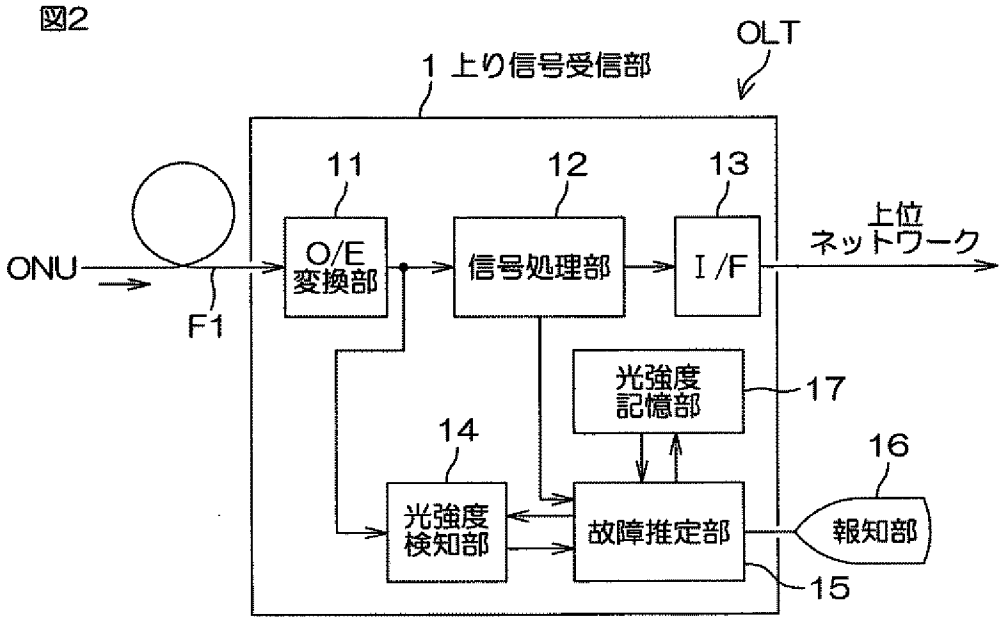
[図1]

図1


宅側装置
ONU
OC1
局側装置
OLT
上位
F1
ONU
F2
F2
ONU
OC2
ONU
F2

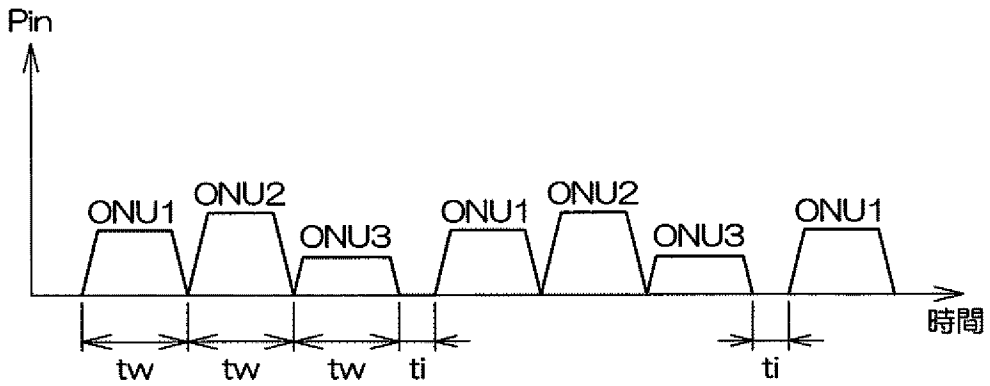
[図2]

図2


OLT
1 上り信号受信部
11
12
13
ONU
O/E
変換部
信号処理部
I/F
上位
ネットワーク
F1
光強度
記憶部
17
14
16
光強度
検知部
故障推定部
報知部
15

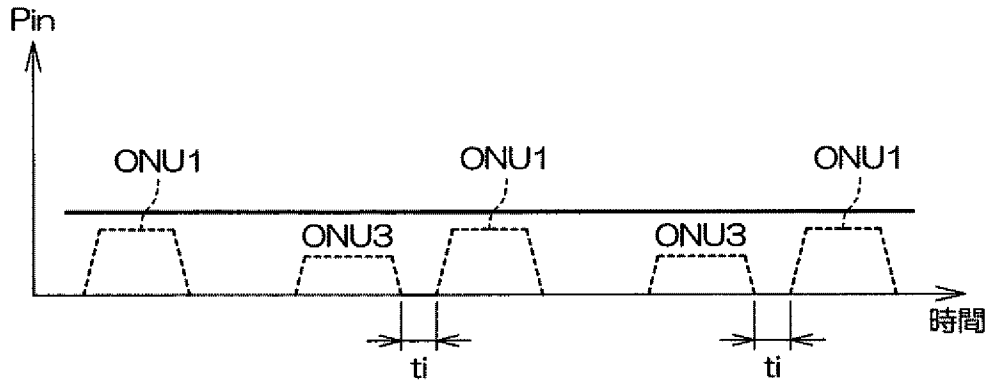
[図3]

図3


Pin
ONU1
ONU2
ONU3
ONU1
ONU2
ONU3
ONU1
時間
tw
tw
tw
ti
ti

[図4]

図4


Pin
ONU1
ONU1
ONU1
ONU3
ONU3
時間
ti
ti

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/051109

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
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)
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.
A	JP 2002-359596 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 December 2002 (13.12.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2013-135288 A (Fujitsu Telecom Networks Ltd.), 08 July 2013 (08.07.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2006-303673 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 November 2006 (02.11.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

☒ 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
14 March 2016 (14.03.16)	22 March 2016 (22.03.16)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/051109

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-104028 A (Fujitsu Ltd.), 01 May 2008 (01.05.2008), entire text; all drawings & US 2008/0095532 A1 entire text; all drawings	1-4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５１１０９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　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.　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
A	JP 2002-359596 A（三菱電機株式会社）2002.12.13，全文、全図（ファミリーなし）	１－４
A	JP 2013-135288 A（富士通テレコムネットワークス株式会社）2013.07.08，全文、全図（ファミリーなし）	１－４
A	JP 2006-303673 A（松下電器産業株式会社）2006.11.02，全文、全図（ファミリーなし）	１－４

☑　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
１４．０３．２０１６	２２．０３．２０１６

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）　５Ｘ　８５２３
宮島　郁美
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５９６

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	JP 2008-104028 A（富士通株式会社）2008.05.01, 全文、全図 & US 2008/0095532 A1 全文、全図	１－４