

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5002538号
(P5002538)

(45) 発行日 平成24年8月15日 (2012. 8. 15)

(24) 登録日 平成24年5月25日 (2012. 5. 25)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 B 10/08 (2006. 01)
HO 4 B 10/20 (2006. 01)
HO 4 J 14/02 (2006. 01)
HO 4 J 14/00 (2006. 01)

HO 4 B 9/00 K
HO 4 B 9/00 N
HO 4 B 9/00 E

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-148064 (P2008-148064)
(22) 出願日 平成20年6月5日 (2008. 6. 5)
(65) 公開番号 特開2009-296322 (P2009-296322A)
(43) 公開日 平成21年12月17日 (2009. 12. 17)
審査請求日 平成22年6月17日 (2010. 6. 17)

(73) 特許権者 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(74) 代理人 110000350
ポレール特許業務法人
(72) 発明者 梅松 一頼
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地
株式会社日立コミュニケーションテクノ
ロジー キャリアネットワーク事業部内
(72) 発明者 矢島 祐輔
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地
株式会社日立コミュニケーションテクノ
ロジー キャリアネットワーク事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光分岐装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

幹線ファイバと複数の支線ファイバと接続され、光スプリッタを備えて前記幹線ファイバからの下り光信号を前記支線ファイバに分岐し、前記支線ファイバからの複数の上り光信号を波長多重する光分岐装置において、

前記幹線ファイバと前記光スプリッタとの間に配置された上り波長多重光信号を2分岐するカプラと、

前記複数の支線ファイバと前記光スプリッタとの間にそれぞれ配置された複数の光遮断部と、

前記カプラの第1の出力と接続された第1の波長分離部と、

前記第1の波長分離部の複数の出力とそれぞれ接続された複数の光受光部と、

前記複数の光受光部と接続され前記光遮断部を制御する制御部と、

前記カプラの第2の出力と前記幹線ファイバとを接続する装置内ファイバと、

前記装置内ファイバに下り波長多重光信号から所定の下り光信号を波長分離する第2の波長分離部と、

前記第2の波長分離部と接続された管理信号受信部とを備え、

前記制御部は、前記管理信号受信部から受信した前記支線ファイバと光信号波長との関係を保持し、前記複数の光受光部のいずれかで異常光を検出したとき、前記複数の光遮断部の少なくとも1つを遮断状態に制御して、前記幹線ファイバと前記遮断状態にされた前記光遮断部と接続する支線ファイバとの間の通信を遮断することを特徴とする光分岐装置

10

20

。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光分岐装置であって、

前記制御部は、前記検出した異常光の波長に対応する上り光信号の波長の光遮断部を遮断状態に制御することを特徴とする光分岐装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の光分岐装置であって、

前記異常光の波長に対応する上り光信号波長の光遮断部を遮断状態に制御しても、前記異常光を検出するとき、前記制御部は、前記該当する上り光信号波長の光遮断部を透過状態に制御し、他の光遮断部を順次遮断状態に制御することを特徴とする光分岐装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 に記載の光分岐装置であって、

前記制御部は、前記複数の光遮断部を全て遮断状態とした後で、前記複数の光遮断部を 1 つずつ順番に透過状態とし、当該透過状態となっている前記光遮断部と接続される前記支線ファイバの光信号の波長が、前記保持した前記支線ファイバと光信号波長との関係に合致するか否かを判定することを特徴とする光分岐装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の光分岐装置であって、

前記制御部は、前記支線ファイバの光信号の波長が、前記保持した前記支線ファイバと光信号波長との関係に合致しない支線ファイバについて、前記光遮断部を遮断することを

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の加入者接続装置が光伝送回線を共有する受動光網（PON：Passive Optical Network）システムおよび光分岐装置に係り、特に加入者接続装置の送受信波長がそれぞれ異なる WDM - PON システムおよび光分岐装置に関する。

【背景技術】

【0002】

PON は、OLT（Optical Line Termination：加入者終端装置）と複数の ONU（Optical Network Unit：加入者接続装置、ONT（Optical Network Termination）とも呼ばれる）から構成される。ONU は、接続された端末（PC 等）からの信号を光信号で、光ファイバと光スプリッタとを介し、光ファイバと光学多重して OLT に送信する。OLT は、各種信号処理後、ONU の端末から他の ONU の端末へとの通信あるいは NW の端末との通信を仲介する。

30

【0003】

光多重方式には、TDM（Time Division Multiplexing）、WDM（Wavelength Division Multiplexing）、CDM（Code Division Multiplexing）等の方式がある。ITU - T 勧告 G.984.3（非特許文献 1）にて規定される G - PON は、上り下りで異なる波長を使い、ONU から OLT への上りの通信は、ONU に対して信号通信時間を割り当てる時分割（TDM）で信号の通信を行う。

40

【0004】

一方、WDM - PON システムでは、OLT と複数の ONU の間は、上り信号、下り信号に共にそれぞれ波長の異なる光信号で接続する。各 ONU は、特定の波長を受信、送信することにより、通信を行う。WDM - PON は、OLT から各 ONU に対して個別の波長を割り当てて通信を行うことにより、一つの ONU がある特定波長の通信帯域を占有して使用する。この結果、WDM - PON は、TDM - PON に比べて、より高速な通信サービスを提供することができる。

【0005】

複数のユーザが一つの光回線を共有し、かつ各ユーザが異なる波長の光信号で局側装置

50

と通信を行うWDM - PONシステムにおいて、悪意のユーザにより、ONUに接続されている光ファイバに高出力光が入力されるとOLTの受信器は簡単に破壊されてしまう。

また、悪意のユーザが、他のユーザに割り当てられている波長を使用するような不正アクセスを行う場合、その波長を使用する正規のユーザの情報が漏えいし、また波長帯域を阻害されることで、通信不可となってしまうといった問題が発生する。

【0006】

特許文献1には、一般的なPONシステムにおいて、スターカブラの加入者側に光ブレーカを設置し、異常な高パワーの光信号を遮断する発明を開示している。しかし、特許文献1には、不正アクセスの遮断に関しては記載がない。また、特許文献1の技術では、光の検出系をスターカブラの加入者側に設置するので、分岐数だけ検出系が必要である。

10

【0007】

【特許文献1】特開平10 - 303817号公報

【非特許文献1】ITU - T勧告G.984.3

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、WDM - PONシステムにおいて、悪意のユーザからユーザ側装置に接続されている光ファイバに異常光を入力されるような場合でも、OLTおよび複数のユーザが共有する光回線への異常光入力を阻止することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

上述した課題は、幹線ファイバと複数の支線ファイバと接続され、光スプリッタを備えて幹線ファイバからの下り光信号を支線ファイバに分岐し、支線ファイバからの複数の上り光信号を波長多重し、幹線ファイバと光スプリッタと間に配置された上り波長多重光信号を2分岐するカブラと、支線ファイバと光スプリッタとの間に配置された光遮断部と、カブラの第1の出力と接続された第1の波長分離部と、この第1の波長分離部の複数の出力と接続された複数の光受光部と、これらの光受光部と接続され光遮断部を制御する制御部と、カブラの第2の出力と幹線ファイバとを接続する装置内ファイバとを備え、光受光部のいずれかで異常光を検出したとき、制御部は、該当する上り光信号波長の光遮断部を遮断状態に制御して、幹線ファイバと該当する支線ファイバとの間の通信を遮断する光分岐装置により、達成できる。

30

【0010】

また、加入者終端装置と、光分岐装置と、複数の加入者接続装置と、加入者終端装置と光分岐装置を接続する幹線ファイバと、光分岐装置と加入者接続装置とを接続する複数の支線ファイバとから構成され、光分岐装置は、光スプリッタによって幹線ファイバからの下り光信号を支線ファイバに分岐し、支線ファイバからの複数の上り光信号を波長多重し、幹線ファイバと光スプリッタと間に配置された上り波長多重光信号を2分岐するカブラと、支線ファイバと光スプリッタとの間に配置された光遮断部と、カブラの第1の出力と接続された第1の波長分離部と、この第1の波長分離部の複数の出力と接続された複数の光受光部と、これらの光受光部と接続され光遮断部を制御する制御部と、カブラの第2の出力と幹線ファイバとを接続する装置内ファイバとを備え、光受光部のいずれかで異常光を検出したとき、制御部は、該当する上り光信号波長の光遮断部を遮断状態に制御して、幹線ファイバと該当する支線ファイバとの間の通信を遮断する受動光網システムにより、達成できる。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明により、信頼性の高い光分岐装置および受動光網システムを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

50

以下、本発明の実施の形態について、実施例を用い図 1 ないし図 4 を参照しながら説明する。なお、実質同一部位には同じ参照番号を振り、説明は繰り返さない。ここで、図 1 は WDM - PON システムのブロック図である。図 2 は WDM - PON システムの波長の配分を説明する図である。図 3 は光分岐部のブロック図である。図 4 は異常光の波長分布例を説明する図である。

【 0 0 1 3 】

図 1 において、WDM - PON システム 200 は、OLT 10 と、ONU 110 と、分岐部 30 と、それらを接続する光ファイバ 40、44 で構成されている。OLT 10 と ONU 110 とは、OLT 側光ファイバ（幹線ファイバ）40、光分岐部（光分岐装置）30、ONU 側光ファイバ（支線ファイバ）44 によって接続されている。OLT 10 と OLT 側光ファイバ 40 とは、光コネクタ 1 によって結合されている。ONU 110 と ONU 側光ファイバ 44 とは、光コネクタ 2 によって結合されている。

10

【 0 0 1 4 】

OLT 10 は、送信側論理部 11、送信側アナログフロントエンド部 12、光送信部 13、WDM 14、管理用信号送信部 15、受信側論理部 21、受信側アナログフロントエンド部 22、光受信器 23 から構成される。

【 0 0 1 5 】

ONU 110 は、WDM 111、光受信部 112、受信側アナログフロントエンド部 113、受信側論理部 114、送信側論理部 123、送信側アナログフロントエンド部 122、波長可変光送信部 121 から構成されている。

20

【 0 0 1 6 】

OLT 10 には、32 台の ONU 110 が接続可能である。図 1 には、3 台の ONU が図示され、それぞれ OLT 110 との通信のために使用する波長が異なる。ONU 110 - 1 は、下り光信号波長 d_1 および上り光信号波長 u_1 が割り当てられている。同様に、ONU - 2 には d_2 および u_2 、ONU - n には d_n および u_n が割り当てられている。OLT 10 から ONU 110 の方向に伝送される信号には、ONU 110 宛の信号が WDM 14 により波長多重されて伝送される。ONU 110 で受信された信号は、自分に割り当てられた波長のみを選択して、ONU 110 内で受信する。また、ONU 110 から OLT 10 の方向では、ONU 110 - 1、ONU 110 - 2、ONU 110 - n から伝送される信号は、光分岐部 30 で波長多重されて、OLT 10 へ到達する。

30

【 0 0 1 7 】

信号の流れに沿って、信号が処理される内容を説明する。

まず、OLT 10 から ONU 110 への光信号（下り信号）について、送信側論理部 11 は、電気信号に PON フレーム処理を実施する。送信側アナログフロントエンド部 12 は、PON フレーム処理された電気信号を光送信部 13 で変調を行うための十分な駆動電力を得られるように増幅する。光送信部 13 は、この増幅された信号によって、連続レーザ光を変調し、信号光として出力する。この光信号は波長毎に出力され、WDM 14 は、32 波を波長多重して、OLT 側光ファイバ 40 に出力する。光分岐部 30 は、波長多重された光信号を 32 分岐する。分岐された波長多重された光信号は、ONU 側光ファイバ 44 を通って、ONU 110 に到達する。

40

【 0 0 1 8 】

なお、管理用信号送信部 15 は、波長 m の管理用光信号を送信する。この管理用光信号は、WDM 14 で下り信号と波長多重され、光分岐部 30 で受信される。すなわち、管理用光信号は、光分岐部の制御信号である。

【 0 0 1 9 】

ONU 110 に入力された波長多重光信号は、WDM 111 で特定波長を選択し、光受信部 112 に入力される。光受信部 112 は、光信号を電気信号に変換する。受信側アナログフロントエンド部 113 は、光受信部が変換した電気信号を増幅する。受信側論理部 114 は、増幅された電気信号を PON フレーム処理する。

【 0 0 2 0 】

50

次に、ONUからOLTへの光信号（上り信号）について、送信側論理部123は、電気信号にPONフレーム処理を施す。送信側アナログフロントエンド部122は、PONフレーム処理された光信号を、波長可変光送信部121で変調を行うための十分な駆動電力を得られるように増幅する。波長可変光送信部121は、OLTからの指示で発振波長を制御した連続レーザ光を変調し、光信号として出力する。この光信号は、WDM111を透過した後、光コネクタ2を経て、ONU側光ファイバ44に送信される。光分岐部30は、各ONU側光ファイバ44から受信した光信号を波長多重する。波長多重された光信号は、OLT側光ファイバ40を通して、OLT10に到達する。

【0021】

OLT10に入力された波長多重光信号について、WDM14は、各受信波長に波長分離して、各光受信部23-1~23-nに送信する。光受信部23は、光信号を電気信号に変換する。受信側アナログフロントエンド部22は、変換された電気信号を増幅する。受信側論理部21は、増幅された電気信号にPONフレーム処理を実施する。

【0022】

ここで、OLT10の光受信器23は、APD（Avalanche PhotoDiode）などの高感度なものが用いられるため、悪意のユーザにより、ONU110から異常な高い光強度の光信号が入射されると、過負荷がかかり、故障する可能性がある。また、悪意のユーザが擬似信号によって不正アクセスを行うことで、他のユーザの通信内容が盗聴されてしまう可能性がある。

【0023】

図2を参照して、波長配置を説明する。図2において、横軸は波長、縦軸は光強度である。最大32台のONUを接続するWDM-PONシステム200において、信号伝送には1300nm波長帯と1500nm波長帯を使用する。1300nm波長帯は具体的には1260nm~1360nm、1500nm波長帯は1480nm~1580nmを使用することがITU-T G.983.1に勧告されている。それぞれの帯域に32個の波長を収めるために、上り信号は2nm間隔で1270nmから1332nmまでの値を、下り信号には同じく2nm間隔で1482nmから1544nmまでの値を使用することができる。同様に管理用光信号mは、波長1546nmを割り振る。

【0024】

図3を参照して、光分岐部の構成を説明する。光分岐部30は、一つのOLT側光ポート3と、OLT側光分岐部光ファイバ41と、光カプラ51と、光スプリッタ50と、光スプリッタ側光分岐部光ファイバ42と、光遮断部60と、ONU側光分岐部光ファイバ43と、ONU側光ポート4と、上り信号用WDM52と、受光部53と、制御部54と、駆動部55と、下り信号用WDM70と、下り信号受光部56によって構成される。

【0025】

ONU110からONU側光ポート4に入力された上り光信号は、ONU側光分岐部光ファイバ43と光遮断部60を経て光スプリッタ側光分岐部光ファイバ42に入力される。上り光信号は、光スプリッタ50で他の上り光信号と波長多重され、光カプラ51で光パワーが2分岐されて出力される。ここでの光パワーの分岐比は、95:5である。上り光信号の95%の光パワーは、主信号として、OLT側光分岐部光ファイバ41に出力され、OLT側光ポート3、OLT側光ファイバ40を経て、OLT10へ入力される。上り光信号の残りの5%は、上り信号用WDM52に入力され、各波長に分離される。波長分離された光信号は、受光部53で電気信号に変換され、制御部54へ出力される。

【0026】

一方、OLT10からの下り信号は、下り信号用WDM70によって、波長mの光信号を管理用光信号として分岐する。WDM70は、管理用光信号を、下り信号受光部56に入力し、その他の波長の光信号を下り光信号として、カプラ51へ入力する。管理用光信号は、各ONU110とOLT10との信号の送受信のために用いる波長の情報を含んでいる。下り信号受光部56は、管理用光信号を管理用電気信号に変換して、制御部54に送信する。制御部54は、ONU110に割り当てられた上り信号波長の情報を管理用

10

20

30

40

50

電気信号から取得する。制御部 54 は、ONU 110 に割り当てられた下り信号波長の情報を管理用電気信号から取得してもよい。

【0027】

制御部 54 は、異常な高出力光が ONU のいずれかから入力されたとき、異常光の波長から、上り信号波長が割り当てられた経路 (k とする) の光信号を、駆動部 55 - k を制御して光遮断部 60 - k で遮断する。この遮断によっても異常光を受光部 53 で検出したとき、制御部は、光遮断部 60 - k の遮断を停止し (透過状態に遷移)、他の光遮断部 60 - 1 ~ 60 - n を順次遮断することで、異常光の送出元 ONU 110 を特定する。逆に、光遮断部 60 - 1 ~ 60 - n の一つだけを順次透過状態にして、その経路が OLT から割り当てられている正規の波長となっているか判定できる。この結果、悪意のユーザが、他のユーザに割り当てられている波長を使用するような不正アクセスを行う場合でも、光遮断部 60 で該当する光信号を遮断することができる。

10

【0028】

ここで、光遮断部 60 として、光シャッタ (光可変減衰器) または 1 × 2 光スイッチを用いる。光遮断部 60 の状態は、遮断状態または透過状態である。これによって、定期的な光遮断部の透過状態への遷移によって、異常光が取り除かれた場合、経路の光遮断状態を自動的に解除することができる。すなわち、光シャッタ、光スイッチを用いれば、光遮断部への保守者の介入なしに、当該経路を正常に復帰させることができる。さらに、管理用光信号を用いて、光遮断部の状態遷移を制御してもよい。

【0029】

20

本実施例では、光遮断部 60 を設けることで、異常な高い光強度の光信号が入射されて、OLT 10 の光受信器 23 の故障を防ぐ。また、擬似信号を解析して、不正アクセスと判断する場合には、光遮断部 60 で光信号を遮断する。ここで光遮断部 60 とは、ある強度以上の光入力や、不正な光信号が入力されることを契機として、光の透過率が下がる特徴をもつ光部品である。具体的には、光遮断部 60 は、光ヒューズ、光シャッタ、光スイッチなどが用いられる。

【0030】

上述した実施例の変形例として、光遮断部 60 を図 1 の光受信部 23 の直前に配置することも考えられる。しかし、この場合は、WDM 14 により波長分離された後に遮断されることになる。この問題点を図 4 を参照して説明する。図 4 において、横軸は波長、縦軸は光強度である。なお、図 4 は、波長ごとの信号強度一定、光遮断強度一定としていることから明かなように、説明のための模式図である。

30

【0031】

図 4 において、異常光は、他の ONU の通信波長帯域と干渉する幅の波長帯域を持つ。異常光は、且つ光遮断強度閾値を超える光強度の波長成分 u_4 と、光遮断強度閾値を超えない光強度波長成分 u_5 を同時に有する。この場合、光遮断強度閾値を超える光強度の波長成分 u_4 については、光遮断器 60 によって異常光の信号の入力は遮断される。しかし、光遮断強度閾値を超えない光強度波長成分 u_5 については光遮断器 60 によって異常光の信号の入力を遮断することはできない。この結果、波長成分 u_5 を使用する正常な ONU の通信を阻害したままとなってしまう。このため、セキュリティを高め、かつ伝送品質を向上させるためには、光遮断部 60 は光スプリッタ側光分岐部光ファイバ 42 の近くに設置されることが最良である。

40

【0032】

以上に述べたように、本実施例によって、高セキュリティ且つ信頼性の高い WDM - PON システムを実現できる。なお、上述した実施例では ONU 110 の光送信器として、波長可変光送信器を用いたが、それに限らず固定波長の光送信器であってもよい。この場合、管理用光信号は不要である。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】 WDM - PON システムのブロック図である。

50

【図 2】 WDM - P O Nシステムの波長の配分を説明する図である。

【図 3】 光分岐部のブロック図である。

【図 4】 異常光の波長分布例を説明する図である。

【符号の説明】

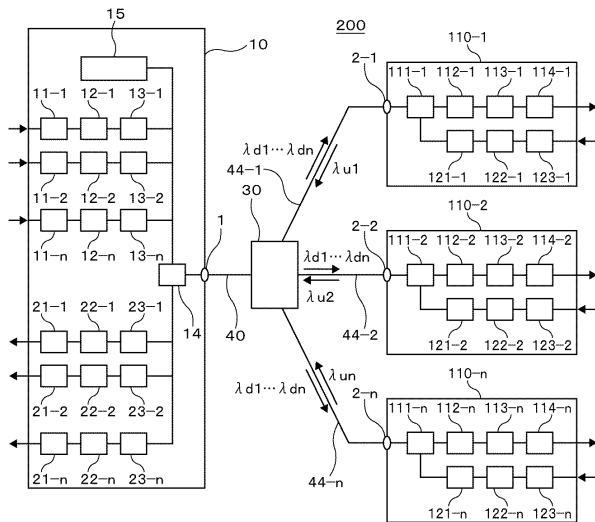
【 0 0 3 4 】

1 ... O L T 側光コネクタ、2 ... O N U 側光コネクタ、3 ... O L T 側光分岐部光ポート、4 ... O N U 側光分岐部光ポート、1 0 ... O L T、1 1 ... 送信側論理部、1 2 ... 送信側アナログフロントエンド部、1 3 ... 光送信部、1 4 ... W D M、2 1 ... 受信側論理部、1 2 3 ... 受信側論理部、2 2 ... 受信側アナログフロントエンド部、2 3 ... 光受信部、3 0 ... 光分岐部、4 0 ... O L T 側光ファイバ、4 1 ... O L T 側光分岐部光ファイバ、4 2 ... 光スプリッタ側光分岐部光ファイバ、4 3 ... O N U 側光分岐部光ファイバ、4 4 ... O N U 側光ファイバ、5 0 ... 光スプリッタ、5 1 ... 光カプラ、5 2 ... 上り信号用 W D M、5 3 ... 受光部、5 4 ... 制御部、5 5 ... 駆動部、5 6 ... 下り信号受光部、6 0 ... 光遮断部、7 0 ... 下り信号用 W D M、1 1 0 ... O N U、1 1 1 ... W D M、1 1 2 ... 光受信部、1 1 3 ... 受信側アナログフロントエンド部、1 1 4 ... 受信側論理部、1 2 1 ... 光送信部、1 2 2 ... 送信側アナログフロントエンド部、1 2 3 ... 送信側論理部、2 0 0 ... W D M - P O N システム。

10

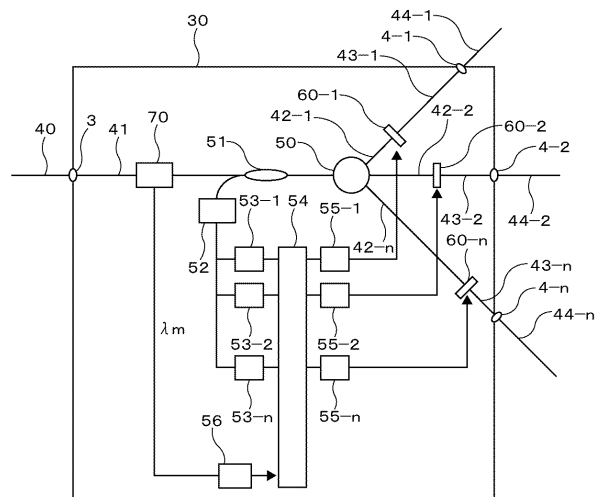
【図 1】

図 1



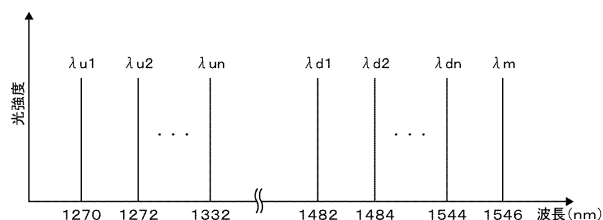
【図 3】

図 3



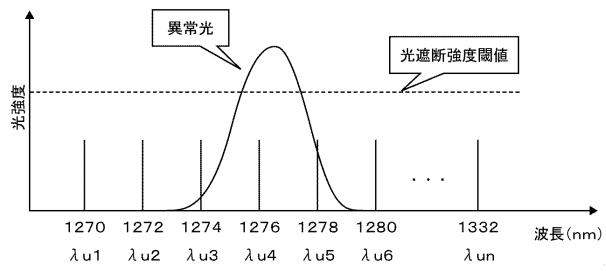
【図 2】

図 2



【図 4】

図 4



フロントページの続き

(72)発明者 狩野 剛

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地 株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワーク事業部内

(72)発明者 菅原 俊樹

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

審査官 後澤 瑞征

(56)参考文献 特開2 0 0 4 - 2 4 1 8 5 5 (J P , A)

特開平0 7 - 2 3 1 3 0 6 (J P , A)

特開2 0 0 1 - 1 6 8 8 4 1 (J P , A)

特開2 0 0 1 - 1 9 7 0 1 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 B 1 0 / 0 0 - 1 0 / 2 8

H 0 4 J 1 4 / 0 0 - 1 4 / 0 8