

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4994300号  
(P4994300)

(45) 発行日 平成24年8月8日(2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日(2012.5.18)

(51) Int. Cl.	F I				
HO4J 14/02 (2006.01)	HO4B 9/00	E			
HO4J 14/00 (2006.01)	HO4B 9/00	G			
HO4B 10/24 (2006.01)	HO4B 9/00	K			
HO4B 10/08 (2006.01)	HO4B 9/00	N			
HO4B 10/20 (2006.01)	HO4L 12/44	200			
請求項の数 8 (全 11 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号	特願2008-141419 (P2008-141419)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成20年5月29日 (2008.5.29)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2009-290594 (P2009-290594A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成21年12月10日 (2009.12.10)	(74) 代理人	110001243
審査請求日	平成22年7月15日 (2010.7.15)		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
		(74) 代理人	100077481
			弁理士 谷 義一
		(74) 代理人	100115624
			弁理士 濱中 淳宏
		(72) 発明者	藤原 正満
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 裕生
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光終端装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パワースプリッタにより複数に分岐される光ファイバ伝送路に結合される光終端装置であって、

前記パワースプリッタにより複数に分岐された後の光ファイバに結合される第1光終端装置は、

送信波長を可変可能な第1光送信手段と、

受信波長を可変可能な第1光受信手段と、

前記第1光送信手段の送信光と第1光受信手段の受信光とを合分波する第1光波長合分波器と、

前記第1光受信手段の出力信号から未使用の受信波長を検出する第1検出手段と、

前記第1光受信手段の受信波長を前記第1検出手段により検出された前記未使用の受信波長に設定し、前記第1光送信手段の送信波長を前記設定された受信波長に対応する送信波長に設定する波長設定手段と

を備え、

前記パワースプリッタにより分岐される前の光ファイバに結合される第2光終端装置は、

未使用波長情報を重畳した送信光を送信する第2光送信手段と、

前記第1光送信手段の送信光を受信する第2光受信手段と、

前記第2光受信手段の出力信号から受信波長を検出する第2検出手段と、

から成る複数の光送受信装置と、  
 前記複数の光送受信装置の送信光と受信光とを合分波する第2光波長合分波器と、  
 前記第2光受信手段の受信波長を前記第2検出手段により検出したとき、前記第2検出手段で検出された全ての受信波長に基づき未使用波長情報を生成し、各前記第2光送信手段の送信光の波長を設定するための制御信号、および前記未使用波長情報を前記第2光送信手段に送出する波長監視手段と、  
 を備えたことを特徴とする光終端装置。

【請求項2】

前記第1検出手段は、前記第1光受信手段の受信光パワーが所定の閾値以上か否かを測定する、または前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることにより、未使用の受信波長を検出することを特徴とする請求項1に記載の光終端装置。

10

【請求項3】

前記第1検出手段が前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることが出来ないとき、前記第1光受信手段の受信波長を再掃引し、再度、前記第1光受信手段の受信光パワーが所定の閾値以上か否かを測定する、または前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることにより、未使用の受信波長を検出することを特徴とする請求項2に記載の光終端装置。

【請求項4】

前記第1検出手段が第1の未使用の受信波長を検出し、前記波長制御手段によって前記第1の未使用の受信波長に対応した前記第1光送信手段の送信波長を設定したにも関わらず、前記第1光受信手段が、前記第2光送信手段からの送信波長を検出しないとき、

20

前記第1光受信手段の受信波長を再掃引して、再度、前記第1光受信手段の受信光パワーが所定の閾値以上か否かを測定する、または前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることにより、第2の未使用の受信波長を検出することを特徴とする請求項2に記載の光終端装置。

【請求項5】

前記第1検出手段が第1の未使用の受信波長を検出し、前記波長制御手段によって前記第1の未使用の受信波長に対応した前記第1光送信手段の送信波長を設定したにも関わらず、前記第1光受信手段が、前記第2光送信手段からの送信波長を検出しないとき、

前記第1検出手段は、乱数を発生させて決定したランダムな時間の経過後に、再度、前記第1光受信手段の受信光パワーが所定の閾値以上か否かを測定する、または前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることにより、第2の未使用の受信波長を検出することを特徴とする請求項2に記載の光終端装置。

30

【請求項6】

前記第1検出手段が第2の未使用の受信波長を検出し、前記波長制御手段によって前記第2の未使用の受信波長に対応した前記第1光送信手段の送信波長を設定したにも関わらず、前記第1光受信手段が、前記第2光送信手段からの送信波長を検出しないとき、

前記波長制御手段は、前記第1光受信手段の受信波長を再掃引し、再度、前記第1光受信手段の受信光パワーが所定の閾値以上か否かを測定する、または前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることにより、第3の未使用の受信波長を検出することを特徴とする請求項5に記載の光終端装置。

40

【請求項7】

前記波長制御手段は、前記第1光受信手段の再掃引後の受信波長を、乱数を発生させて決定したランダムな波長に設定することを特徴とする請求項4又は6に記載の光終端装置。

【請求項8】

前記第1光送信手段は前記第1光波長合分波器から送出された送信波長情報を重畳した送信光を送信し、前記第2検出手段が前記第1送信手段の送信光に重畳された送信波長情報を読み取ることにより送信波長を検出し、前記第2光送信手段は送信波長を可変可能であって、前記波長監視手段が前記第2光送信手段の送信波長を前記第2検出手段により検

50

出された前記送信波長に設定することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光終端装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光終端装置に関し、より詳細には、パワースプリッタにより複数に分岐される光ファイバ伝送路を用いた波長多重光通信システムに使用する光終端装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、インターネットをはじめとするデータ通信トラフィックの増大により、波長分割多重 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 技術を利用した、大容量なコアネットワークやメトロネットワークの構築が進んでいる。このWDM技術は、大容量化だけでなく、波長毎に異なったサービスや利用者を割り当てることにより、ネットワークを柔軟に構築することにも寄与し得る。アクセスネットワークにおいては、データ通信トラフィックの増大に対応するため、時分割多重 (TDM: Time Division Multiplexing) 技術を利用した光アクセス方式が導入されている。例えば、GE-PON (Gigabit Ethernet (登録商標) Passive Optical Network) や、G-PON (Gigabit-capable Passive Optical Network) などが挙げられる。これら光アクセス方式では、パワースプリッタを用いて光ファイバ伝送路を複数に分岐し、収容局からパワースプリッタまでの光ファイバを複数の加入者で共用することにより、加入者当りのコスト低減を図っている。

【0003】

しかしながら、今後の更なるデータ通信トラフィックの増大に対して、TDM技術を用いた現行の光アクセス方式で対応するとすると、より高速な電気回路が必要になり、電気部品の高コスト化や消費電力の増大を招くことになる。一方、WDM技術をアクセスネットワークに適用したWDM-PONの検討も多くなされている。本方式によれば、例えば、1加入者に1波長を割り当てることにより、電気回路を高速化することなく、加入者当りのサービス帯域を増大することが出来る。

【0004】

GE-PONや、G-PONによりサービスを提供している事業者は、WDM-PONを導入する前提として、パワースプリッタを配置した既設網の活用を考えるものと予想される。これが可能であれば、既設網の変更に要するコストを省くことが出来るからである。また、波長に依存することのない加入者側に配置する第2の光終端装置 (ONU: Optical Network Unit)、つまり、単一品種 (カラーレス) ONUの実現を望むものと考えられる。送信波長と受信波長がことなる複数品種のONUを用いると利便性が大きく低下するからである。

【0005】

図1に、既設網を活用したWDM-PONの構成を示す。収容局側に配置される第1の光終端装置 (OLT: Optical Line Terminal) 110とN個のONU120が、所外に配置されるパワースプリッタ10を介して、光ファイバ20により結合される。OLT110は、N個のOSU (Optical Subscriber Unit) 111の入手出力がそれぞれ波長合分波器112に結合されている。また、波長合分波器112に入出力されるWDM光に監視光源113からの光が、監視光源合波器114を介して合波されるように構成される。

【0006】

一方、ONU120は、光送信器121の出力が波長合分波器124に結合され、波長合分波器124の出力が波長可変フィルタ123を介して光受信器122に結合されている。波長合分波器124から入出力される光の一部は、監視光源分波器125を介して受光器126に入力され、検出器127で得られた監視情報に基づいて波長制御回路128で光送信器121、波長可変フィルタ123を制御するように構成される。光送信器121は、送信波長を可変することができ、受信波長を選別する波長可変フィルタ123と協働して、カラーレスONUを実現する。ONU120をカラーレス化するためには、波長合分波器124の選択も考慮する必要がある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 7 】

図 2 に、WDM-PON波長配置の一例を示す。図 2 において、上向きの矢印と下向きの矢印は、それぞれ、上り信号と下り信号を示す。また、点線は、ITU-Tグリッドを示す。図 2 では、上り波長と下り波長を異なる波長帯に分けている。この波長配置の場合、合分波器として、上り信号と下り信号の波長帯を一括して合分波する低損失な光フィルタを用いることが望ましいが、光カプラを用いることもできる。

## 【 0 0 0 8 】

図 3 に、上り波長と下り波長の対応関係および使用状態の一例を示す。ここでは、便宜上、上り波長と下り波長の対応を波長番号の小さい順番、つまり波長の短い順番に従って決定しているが、他の任意の組み合わせも可能である。パワースプリッタ 1 0 に結合された ONU 1 2 0 は、その内部の光送信器 1 2 1 と光受信器 1 2 2 に、未使用波長を割り当てる必要がある。例えば、 $ONU_1 1 2 0 - 1 \sim ONU_{N-1} 1 2 0 - N-1$  がパワースプリッタ 1 0 に結合され、図 3 のように波長番号 1 ~ N-1 までの組み合わせが既に使用状態にあるところに  $ONU_N$  を結合したとすると、波長番号 N の組み合わせが未使用波長となる。この未使用波長を検出するために、ここでは、監視光源に重畳した未使用波長（もしくは、使用波長）情報を利用する。未使用波長（もしくは、使用波長）情報を重畳された監視光は、監視光源合波器 1 1 4 において下り信号と合波され、各 ONU 1 2 0 に送られる。各 ONU 1 2 0 は、監視光源分波器 1 1 4 において、監視光と下り信号を分波する。分波された監視光は、受光器 1 2 6 において光電気変換され、検出器 1 2 7 において重畳された未使用波長（もしくは、使用波長）情報を読み取り、読み取り結果を波長制御回路 1 2 8 に送る。波長制御回路 1 2 8 は、制御信号を光送信器 1 2 1 と波長可変フィルタ 1 2 3 に送り、各々の波長を未使用波長に設定する。しかしながら、本構成では、この波長設定を行うために、監視光源 1 1 3、監視光源合波器 1 1 4、監視光源分波器 1 2 5 を必要とする。

## 【 0 0 0 9 】

一方、監視光源を必要としない波長設定方式も提案されている（特許文献 1 参照）。図 4 に、監視光源を必要としない従来の ONU の構成を示す。本 ONU 1 3 0 は、光送信器 1 3 1、光受信器 1 3 2、波長可変フィルタ 1 3 3、波長合分波器 1 3 4、検出器 1 3 5、波長制御器 1 3 6 から構成される。光送信器 1 3 1 は、図 1 の構成と同様、送信波長を可変することができ、受信波長を選別する波長可変フィルタ 1 3 3 と協働して、カラーレス ONU を実現するが、図 1 の ONU 1 2 0 とは未使用波長の検出方法が異なる。本方式では、まず、波長可変フィルタ 1 3 3 の透過波長を下り波長に合わせつつ掃引させる。次に、光受信器 1 3 2 において光電気変換された信号の一部を検出器 1 3 5 に送り、光パワーを測定した後、測定結果を波長制御器 1 3 6 に送る。

## 【 0 0 1 0 】

波長制御器 1 3 6 においては、光パワーがある値より小さい、もしくは以下であれば、光送信器の上り波長を、このときの下り波長に対応する波長に設定する。また、光パワーがある値より大きい、もしくは以上であれば、さらに波長可変フィルタ 1 3 3 の透過波長を掃引し、再度これまでの動作を行う。本方式によれば、未使用波長の検出を、下り信号の光パワー測定により行うため、監視光源を必要としないという利点がある。

## 【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】国際公開第 2 0 0 7 / 0 8 6 5 1 4 号パンフレット

【非特許文献 1】Makoto Murakami, Takamasa Imai, and Masaharu Aoyama, "A remote supervisory system based on subcarrier overmodulation for submarine optical amplifier systems", IEEE J. Lightwave Technol., 1996, Vol. 14, No. 5, pp. 671-677

## 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 2 】

しかしながら、 $ONU_1 \sim ONU_{N-1}$  がパワースプリッタ 1 0 に結合され、図 3 のように、波長番号 1 ~ N-1 までの組み合わせが既に使用状態にあるところに  $ONU_N$  を結合したとする。この場合、N-1 個の下り波長が既に使用されているため、波長可変フィルタの掃引を N 回行っ

10

20

30

40

50

た後によろやく未使用波長が検出され、波長設定が完了するまでに長い時間を要することも起こり得る。

【0013】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、監視光源を用いることなく、短時間で波長設定を完了することのできる光終端装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

このような目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、パワースプリッタにより複数に分岐される光ファイバ伝送路に結合される光終端装置であって、前記パワースプリッタにより複数に分岐された後の光ファイバに結合される第1光終端装置は、送信波長を可変可能な第1光送信手段と、受信波長を可変可能な第1光受信手段と、前記第1光送信手段の送信光と第1光受信手段の受信光とを合分波する第1光波長合分波器と、前記第1光受信手段の出力信号から未使用の受信波長を検出する第1検出手段と、前記第1光受信手段の受信波長を前記第1検出手段により検出された前記未使用の受信波長に設定し、前記第1光送信手段の送信波長を前記設定された受信波長に対応する送信波長に設定する波長設定手段とを備え、前記パワースプリッタにより分岐される前の光ファイバに結合される第2光終端装置は、未使用波長情報を重畳した送信光を送信する第2光送信手段と、前記第1光送信手段の送信光を受信する第2光受信手段と、前記第2光受信手段の出力信号から受信波長を検出する第2検出手段と、から成る複数の光送受信装置と、前記複数の光送受信装置の送信光と受信光とを合分波する第2光波長合分波器と、前記第2光受信手段の受信波長を前記第2検出手段により検出したとき、前記第2検出手段で検出された全ての受信波長に基づき未使用波長情報を生成し、各前記第2光送信手段の送信光の波長を設定するための制御信号、および前記未使用波長情報を前記第2光送信手段に送出する波長監視手段と、を備えたことを特徴とする。

【0015】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の光終端装置において、前記第1検出手段は、前記第1光受信手段の受信光パワーが所定の閾値以上か否かを測定する、または前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることにより、未使用の受信波長を検出することを特徴とする。

【0016】

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の光終端装置において、前記第1検出手段が前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることが出来ないとき、前記第1光受信手段の受信波長を再掃引し、再度、前記第1光受信手段の受信光パワーが所定の閾値以上か否かを測定する、または前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることにより、未使用の受信波長を検出することを特徴とする。

【0017】

請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の光終端装置において、前記第1検出手段が第1の未使用の受信波長を検出し、前記波長制御手段によって前記第1の未使用の受信波長に対応した前記第1光送信手段の送信波長を設定したにも関わらず、前記第1光受信手段が、前記第2光送信手段からの送信波長を検出しないとき、前記第1光受信手段の受信波長を再掃引して、再度、前記第1光受信手段の受信光パワーが所定の閾値以上か否かを測定する、または前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることにより、第2の未使用の受信波長を検出することを特徴とする。

【0018】

請求項5に記載の発明は、請求項2に記載の光終端装置において、前記第1検出手段が第1の未使用の受信波長を検出し、前記波長制御手段によって前記第1の未使用の受信波長に対応した前記第1光送信手段の送信波長を設定したにも関わらず、前記第1光受信手段が、前記第2光送信手段からの送信波長を検出しないとき、前記第1検出手段は、乱数を発生させて決定したランダムな時間の経過後に、再度、前記第1光受信手段の受信光パ

10

20

30

40

50

ワーが所定の閾値以上か否かを測定する、または前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることにより、第2の未使用の受信波長を検出することを特徴とする。

【0019】

請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の光終端装置において、前記第1検出手段が第2の未使用の受信波長を検出し、前記波長制御手段によって前記第2の未使用の受信波長に対応した前記第1光送信手段の送信波長を設定したにも関わらず、前記第1光受信手段が、前記第2光送信手段からの送信波長を検出しないとき、前記波長制御手段は、前記第1光受信手段の受信波長を再掃引し、再度、前記第1光受信手段の受信光パワーが所定の閾値以上か否かを測定する、または前記第2光送信手段の送信光に重畳された未使用波長情報を読み取ることにより、第3の未使用の受信波長を検出することを特徴とする。

10

【0020】

請求項7に記載の発明は、請求項4又は6に記載の光終端装置において、前記波長制御手段は、前記第1光受信手段の再掃引後の受信波長を、乱数を発生させて決定したランダムな波長に設定することを特徴とする。

【0021】

請求項8に記載の発明は、請求項1乃至7のいずれかに記載の光終端装置において、前記第1光送信手段は前記第1光波長合分波器から送出された送信波長情報を重畳した送信光を送信し、前記第2検出手段が前記第1送信手段の送信光に重畳された送信波長情報を読み取ることにより送信波長を検出し、前記第2光送信手段は送信波長を可変可能であって、前記波長監視手段が前記第2光送信手段の送信波長を前記第2検出手段により検出された前記送信波長に設定することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、光終端装置において、監視光源を用いることなく、短時間で波長設定を完了することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。

【0024】

(実施形態)

図5に、本発明の実施形態1に係るパワースプリッタにより分岐される前の光ファイバに結合される第1の光終端装置(OLT)の構成を示す。本OLT 210は、N個のOSU 211、波長合分波器 212、波長監視回路 213から構成される。また、各OSU 211は、光送信器 214、光受信器 215、検出器 216から構成される。

30

【0025】

ONUからの上り信号光がOSU<sub>i</sub>の光受信器 215に到達すると、この上り信号は光電気変換後、検出器 216において受信波長情報が検出され、波長監視回路 213に送られる。但し、他のONUから同じ上り信号光が同時に到達した場合、検出器 216は、ONUから信号光が到達しなかったものと判断し、受信波長情報を波長監視回路 213に送らない。波長監視回路 213は、N個のOSU 211すべてと結合され、動作状態にない(もしくは、動作状態にある)OSU 211を把握している。言い換えれば、未使用波長(もしくは、使用波長)情報を把握している。

40

【0026】

波長監視回路 213は、OSU<sub>i</sub> 211の受信波長情報を受け取ると、光送信器 214から下り信号を送信するための制御信号、および未使用波長(もしくは、使用波長)情報を光送信器 214に送る。光送信器 214は、未使用波長(もしくは、使用波長)情報を重畳した下り信号を送信する。未使用波長情報を下り信号に重畳するに際しては、例えば、GE-PONにおいて、上り信号に送信許可を与えるために利用される監視フレームなどのように、主信号と論理的に分離されたチャネルを用いることができる。また、Subcarrier Multi

50

plexing (SCM) 技術などにより、主信号と物理的に分離されたチャネルを用いることもできる（非特許文献 1 参照）。

【 0 0 2 7 】

一方、図 6 に、本発明の実施形態 1 に係るパワースプリッタにより複数に分岐された後の光ファイバに結合される第 2 の光終端装置 (ONU) の構成を示す。本 ONU 2 2 0 の構成は図 4 の ONU と同じであるが、波長制御器 2 2 6 の波長設定プロセスが異なる。まず、波長可変フィルタ 2 2 3 の透過波長を下り波長に合わせつつ掃引させる。この第 1 回目の掃引による設定波長については、例えば、図 3 の波長配置に対して、波長番号 1 の組み合わせを選択するなどの規則を定めておけばよい。

【 0 0 2 8 】

次に、光受信器 2 2 2 において光電気変換された信号の一部を検出器 2 2 5 に送り、光受信器 2 2 2 の受信光パワーが所定の閾値以上か否かを測定する。また、受信光パワーが閾値より大きい、もしくは以上であれば、下り信号に重畳された未使用波長（もしくは、使用波長）情報の読み取りを行う。これらの結果は波長制御器 2 2 6 に送られる。波長制御器 2 2 6 においては、光パワーが閾値より小さい、もしくは以下であれば、光送信器 2 2 1 の波長を、このときの下り波長に対応する波長に設定する。また、光パワーが閾値より大きい、もしくは以上であれば、未使用波長（もしくは、使用波長）情報をもとに、波長可変フィルタ 2 2 3 の透過波長を未使用の下り波長まで掃引し、光送信器 2 2 1 の上り波長をそれに対応する波長に設定する。未使用波長が複数存在する場合、どの波長に設定するかが問題となるが、予め規則を定めておくことで解決できる。例えば、図 3 の波長配置に対して、未使用波長のうち最も波長番号の小さい組み合わせを選択する、乱数を発生させて未使用波長の組み合わせのうち任意の 1 組を選択する、などの規則を適用すればよい。

【 0 0 2 9 】

本方式によれば、未使用波長の検出を、下り信号波長の光パワー測定だけでなく、下り信号に重畳された未使用波長（もしくは、使用波長）情報の読み取りによっても行うため、装置の故障などがなければ、ONU 2 2 0 の数がどんなに多くても、波長可変フィルタ 2 2 3 の透過波長を多くても 2 回掃引するだけで、短時間に波長の設定が完了する。具体的に説明すると、例えば、ONU<sub>1</sub> ~ ONU<sub>N-1</sub> 2 2 0 がパワースプリッタ 1 0 に結合され、図 3 のように、波長番号 1 ~ N-1 までの組み合わせがすでに使用状態にあるところに ONU<sub>N</sub> 2 2 0 を結合したとする。その場合、最初に、波長番号 1 ~ N-1 番までの波長に波長可変フィルタ 2 2 3 の透過波長を合せたとしても、そこで未使用波長情報を読み取り、次の波長可変フィルタ 2 2 3 の掃引で、波長番号 N 番の未使用波長に到達できる。言うまでもなく、最初に、波長番号 N 番の波長に波長可変フィルタ 2 2 3 の透過波長を合わせれば、1 回の掃引で未使用波長に到達できる。

【 0 0 3 0 】

尚、本実施例によれば、未使用波長の検出を、下り信号の光パワー測定値、および下り信号に重畳された未使用波長（もしくは、使用波長）情報から行うため、監視光を別途必要とすることもない。

【 0 0 3 1 】

図 7 に、本発明の実施形態にかかる第 2 の光終端装置 (ONU) の波長設定プロセスを示す。本波長設定プロセスが開始 (S600) されると、波長可変フィルタ 2 2 3 が波長制御回路 2 2 6 を通じて掃引され (S601)、透過波長を所定の下り信号波長に設定し、下記のような方法により未使用波長を検出する (S602、S603)。未使用波長の検出には、光パワーが所定の閾値よりも小さい、もしくは以下であるとき、そのときの下り波長を未使用波長として検出する。また、光パワーが所定の閾値より大きい、もしくは以上であるときは、下り信号に重畳されている未使用波長（もしくは、使用波長）情報を読み取り、その結果に基づき未使用波長を検出する。その後、波長制御回路 2 2 6 を介して波長可変フィルタ 2 2 3 の 2 度目の掃引を行い、検出された未使用波長に設定する (S604)。

【 0 0 3 2 】

次に、ONU 2 2 0 は、波長制御回路 2 2 6 を介して光送信器 2 2 1 の波長を検出された未使用波長に設定し、未使用の下り波長に対応する上り波長を送出する (S605)。上り波長の送した後、ONU 2 2 0 は対応する下り波長においてOLT 2 1 0 からの受信波長の有無を確認する (S606)。受信波長が確認されると、ONU 2 2 0 とOSU 2 1 1 は通信を開始し (S607)、波長設定プロセスを終了する (S610)。

【 0 0 3 3 】

しかし、S606においては、対応するOSU 2 1 1 に他のONU 2 2 0 から同時に上り波長が到達した場合や、OSU 2 1 1 が故障した場合は、一定時間内に受信波長が確認されない。その場合は、以下の 2 つのプロセスを行うことで、短時間に波長設定を行うことができる。

【 0 0 3 4 】

第 1 の方法は、波長可変フィルタ 2 2 3 を再掃引し、別の下り信号波長に設定の後、波長設定プロセス全体を繰り返す。ONU 2 2 0 が同時接続された場合、本プロセスが実行されると、複数のONU 2 2 0 が同時に波長可変フィルタ 2 2 3 を掃引することも起こり得る。従って、再度の競合を避けるため、未使用波長の組み合わせのうち任意の 1 組を、乱数に基づいて選択するのが望ましい (S609)。

【 0 0 3 5 】

第 2 の方法は、波長可変フィルタ 2 2 3 を再掃引せずに、光パワーの測定 (S602) 以降のプロセスを再試行し、同じ上り波長を再送する。その際、再試行プロセスを、乱数を発生させて決定したランダムな時間の経過後に行うことで、他のONU 2 2 0 との間で、OSU 2 1 1 において競合が生じる確率を低減することが出来る (S608)。

【 0 0 3 6 】

図 7 に示すように、S608を行った後に、S609を行うこともできる。また、S608とS609は必ずしも両方行う必要はなく、S608およびS609のどちらか一方のみを行うだけでもよい。

【 0 0 3 7 】

下り信号に重畳された未使用波長情報の読み取りが出来なかった場合についても同様に波長可変フィルタ 2 2 3 を再掃引し、別の下り信号波長に設定の後、波長設定プロセス全体を繰り返すことによって迅速な波長設定が可能である。

【 0 0 3 8 】

また、各OSU 2 1 1 の送信波長は光送信器 2 1 4 の初期設定で決められているが、OSU 2 1 1 の光送信器 2 1 4 を波長可変とし、ONUで上り信号に波長情報を重畳すれば、ONU側で指定する送信波長に光送信器 2 1 4 を設定することもできる。すなわち、ONU 2 2 0 の波長制御回路 2 2 6 から送信波長情報を光送信器 2 2 1 に送り、光送信器 2 1 4 が下り信号に波長情報を重畳すると同様に、光送信器 2 2 1 が上り信号に送信波長情報を重畳する。上り信号を受信したOSU 2 1 1 は、検出器 2 1 6 で送信波長情報を読み取って波長監視回路 2 1 3 に送る。そして、波長監視回路 2 1 3 がONU 2 2 0 から送られた送信波長情報に基づきOSU 2 1 1 の光送信器 2 1 4 の送信波長を設定することによって可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 9 】

【図 1】既設網を活用したWDM-PONの構成を示す図である。

【図 2】WDM-PON波長配置の一例を示す図である。

【図 3】上り波長と下り波長の対応関係および使用状態の一例を示す図である。

【図 4】監視光源を必要としないONUの構成を示す図である。

【図 5】本発明の実施形態 1 に係るパワースプリッタにより分岐される前の光ファイバに結合される第 1 の光終端装置 (OLT) の構成を示す図である。

【図 6】本発明の実施形態 1 に係るパワースプリッタにより複数に分岐された後の光ファイバに結合される第 2 の光終端装置 (ONU) の構成を示す図である。

【図 7】本発明の実施形態にかかる第 2 の光終端装置 (ONU) の波長設定プロセスを示すフローチャートである。

【符号の説明】

【 0 0 4 0 】

10

20

30

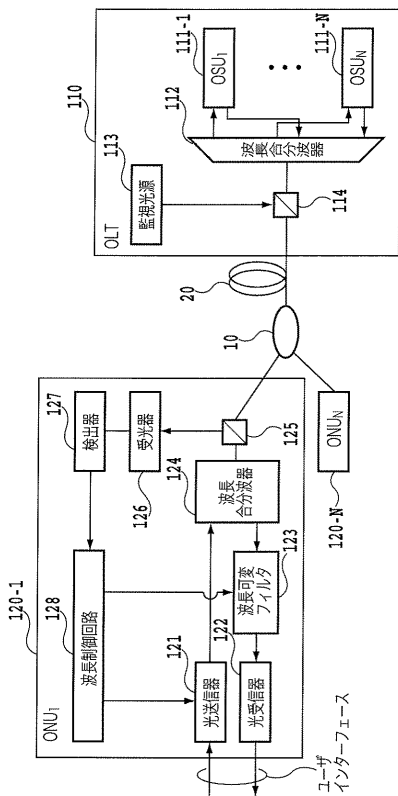
40

50

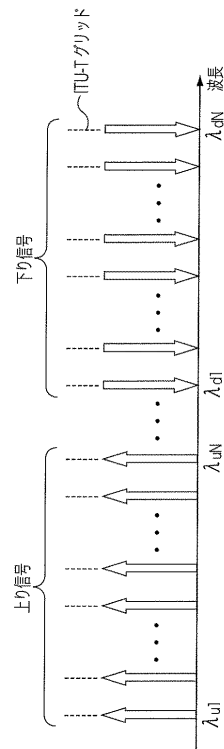


- 1 0 パワースプリッタ
- 2 0 光ファイバ
- 1 1 0、2 2 0 OLT
- 1 1 1、2 1 1 OSU
- 1 1 2、1 2 4、1 3 4、2 1 2、2 2 4 波長合分波器
- 1 1 3 監視光源
- 1 1 4 監視光源合波器
- 1 2 0、1 3 0、2 2 0 ONU
- 1 2 1、1 3 1、2 1 4、2 2 1 光送信器
- 1 2 2、1 3 2、2 1 5、2 2 2 光受信器
- 1 2 3、1 3 3、2 2 3 波長可変フィルタ
- 1 2 5 監視光源分波器
- 1 2 6 受光器
- 1 2 7、1 3 5、2 1 6、2 2 5 検出器
- 1 2 8、1 3 6、2 2 6 波長制御回路
- 2 1 3 波長監視回路

【図 1】



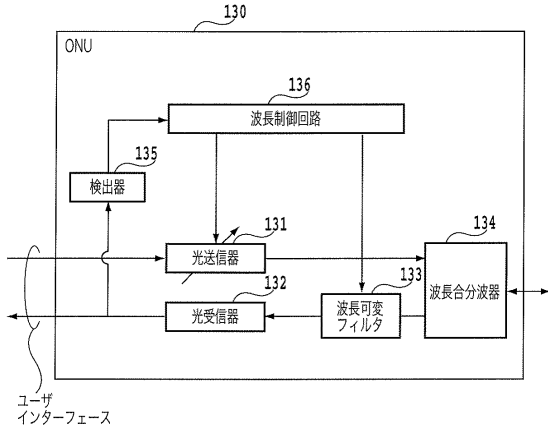
【図 2】



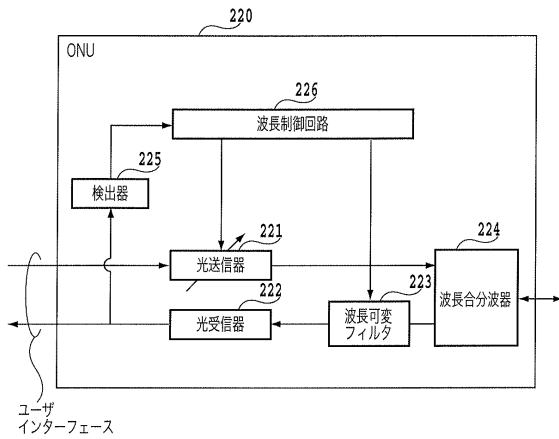
【図3】

上り波長	下り波長	状態
$\lambda_{u1}$	$\lambda_{d1}$	使用
$\lambda_{u2}$	$\lambda_{d2}$	使用
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\lambda_{uN-1}$	$\lambda_{dN-1}$	使用
$\lambda_{uN}$	$\lambda_{dN}$	未使用

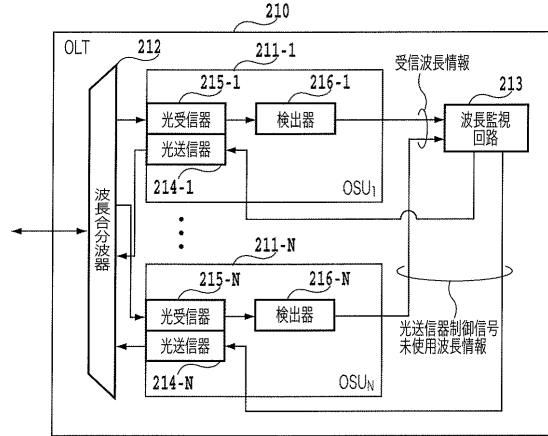
【図4】



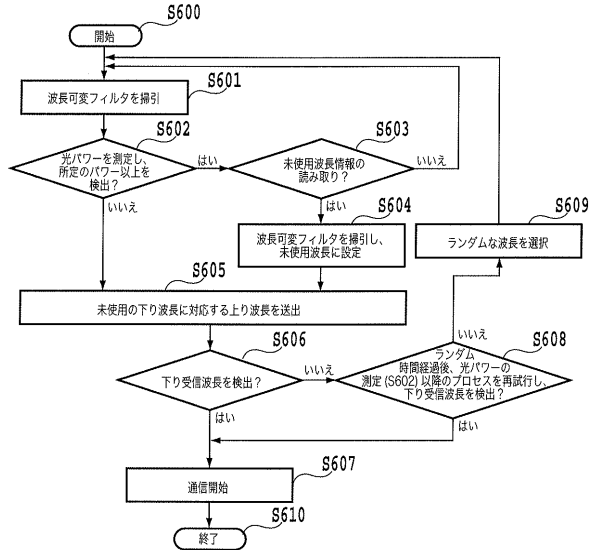
【図6】



【図5】



【図7】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H 0 4 L 12/44 (2006.01)

(72)発明者 鈴木 徹也

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 工藤 一光

(56)参考文献 国際公開第2007/086514(WO,A1)

特開2006-197489(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB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

H 0 4 L 1 2 / 4 4