

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-15577

(P2012-15577A)

(43) 公開日 平成24年1月19日(2012.1.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 4 B 10/04 (2006.01)	H O 4 B 9/00 Y	5 K O 3 3
H O 4 B 10/06 (2006.01)	H O 4 B 9/00 E	5 K 1 0 2
H O 4 B 10/14 (2006.01)	H O 4 L 12/44 2 0 0	
H O 4 B 10/26 (2006.01)		
H O 4 B 10/28 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-147140 (P2010-147140)	(71) 出願人	000208891
(22) 出願日	平成22年6月29日 (2010. 6. 29)		K D D I 株式会社
			東京都新宿区西新宿二丁目 3 番 2 号
		(74) 代理人	100090284
			弁理士 田中 常雄
		(72) 発明者	田中 和樹
			埼玉県ふじみ野市大原二丁目 1 番 1 5 号
			株式会社 K D D I 研究所内
		F ターム (参考)	5K033 AA04 DA15 DB02 DB06 DB17 DB22 5K102 AA51 AD01 AL08 MA01 MB02 MC03 PB13 PH45 RB02

(54) 【発明の名称】 光伝送システム

(57) 【要約】

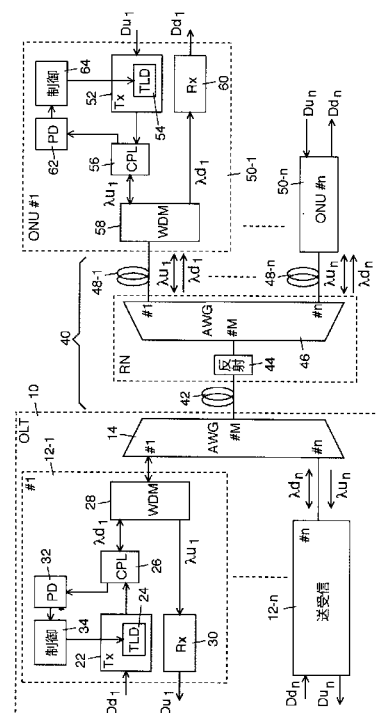
【課題】

波長可変レーザ (T L D) の波長を波長分離多重用の
アレイ導波路格子 (A W G) の透過波長に調整する。

【解決手段】

A W G (1 4) は、光送受信装置 (1 2 - 1 ~ 1 2 - n) からの L バンドの下り光を多重し、光伝送路 (4 0) からの C バンドの波長多重された上り光を波長分離し、光送受信装置 (1 2 - 1 ~ 1 2 - n) に供給する。制御装置 (3 4) は、 L バンド内で T L D (2 4) の発光波長を掃引する。 T L D (2 4) の出力光は光カプラ (2 6) 及び W D M カプラ (2 8) を介して A W G (1 4) に入射する。 T L D (2 4) の出力光は、その波長が A W G (1 4) の透過範囲に入ると、反射器 4 4 に入射し、一部が反射される。反射光は、光カプラ (2 6) により受光器 (3 2) に入射される。制御装置 (3 4) は、受光器 (3 2) の出力信号レベルが一定値以上になるように T L D (2 4) の出力波長を調整する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光伝送路（４０）と、

互いに異なる上り波長及び下り波長を使用する複数の第１の光送受信装置（１２ - １ ~ １２ - n）と、

当該複数の第１の光送受信装置と通信する複数の第２の光送受信装置（５０ - １ ~ ５０ - n）と、

当該複数の第１の光送受信装置が出力する下り光を波長多重し、光伝送路からの多重化された上り光を当該複数の第１の送受信装置のそれぞれに向かう上り光に波長分離する第１の波長多重分離手段（１４）

10

とを具備し、

当該光伝送路が、

当該複数の第２の光送受信装置が出力する上り光を波長多重し、当該第１の波長多重分離手段で多重された当該下り光を、当該複数の第２の送受信装置のそれぞれに向かう下り光に波長分離する第２の波長多重分離手段（４０）と、

当該第１の波長多重分離手段と当該第２の波長多重分離手段との間に配置される反射器（４４）

とを具備し、

当該第１の光送受信装置が、当該複数の第１の光送受信装置が使用する全部の下り波長と、当該複数の第１の光送受信装置が使用する全部の上り波長とを多重分離する第１の WDM カブラ（２８）と、信号光源となる第１の波長可変光源（２４）を具備する第１の送信装置（２２）と、第１の受信装置（３０）と、当該第１の送信装置（２２）の出力する下り光の、当該反射器（４４）による第１の反射光を受光する第１の受光器（３２）と、当該第１の送信装置（２２）の出力する下り光を当該第１の WDM カブラ（２８）に供給し、当該第１の WDM カブラ（２８）からの、当該第１の反射光を当該第１の受光器（３２）に供給する第１の光カブラ（２６）と、当該第１の受光器（３２）により受光される当該反射光のレベルに応じて、当該第１の反射光のレベルが所定値以上になるように当該第１の波長可変光源の波長を制御する第１の制御装置（３４）とを具備することを特徴とする光伝送システム。

20

【請求項 2】

30

当該第２の光送受信装置が、当該複数の第１の光送受信装置が使用する全部の下り波長と、当該複数の第１の光送受信装置が使用する全部の上り波長を多重分離する第２の WDM カブラ（５８）と、信号光源となる第２の波長可変光源（５４）を具備する第２の送信装置（５２）と、第２の受信装置（６０）と、当該第２の送信装置（５２）の出力する上り光の、当該反射器（４４）による第２の反射光を受光する第２の受光器（６２）と、当該第２の送信装置（５２）の出力する上り光を当該第２の WDM カブラ（５８）に供給し、当該第２の WDM カブラ（５８）からの、当該第２の反射光を当該第２の受光器（６２）に供給する第２の光カブラ（５６）と、当該第２の受光器（６２）により受光される当該第２の反射光のレベルに応じて、当該第２の反射光のレベルが所定値以上になるように当該第２の波長可変光源の波長を制御する第２の制御装置（６４）とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載の光伝送システム。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【０００１】**

本発明は、WDM - PON（Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network）システムのような、波長分割多重（Wavelength Division Multiplexing）を利用する光伝送システムに関する。

【背景技術】**【０００２】**

F T T H（Fiber To The Home）等の光アクセス分野において、伝送トラフィック容量

50

の増加に伴う将来の高速化伝送技術として、WDM - PONが注目されている。WDM - PONでは、上り通信、下り通信又はその両方で各ユーザに異なった光波長を割り当てて通信を行うので、各ユーザは通信帯域を占有できる。

【0003】

特許文献1には、波長分割多重光伝送システムとして、光ファイバ伝送路の両側に波長多重分離素子、例えば、アレイ導波路格子(AWG)を配置するWDM - PONシステムが記載されている。波長多重分離素子としてAWGを使用する場合、光伝送路の両側に位置する光送受信装置(PONの場合には、センター局に配置されるOLT(Optical Line Terminal)と、各ユーザ宅に配置されるONU(Optical Network Unit))の信号光源は、AWGで多重及び分離可能な波長に調整されている必要がある。

10

【0004】

AWGの透過波長の経時変化及び交換用ONUの汎用性、いわゆるカラーレス可を考慮すると、各ONUに装備される信号光源には波長可変のレーザダイオード(TLD:Tunable Laser Diode)を用い、必要な波長に設定又は調整できるのが好ましい。特許文献2, 3には、波長可変レーザダイオードを信号光源に用い、その波長を調節する技術が記載されている。

【0005】

また、非特許文献1には、ONUでTLDの波長を変化させながら光出力し、AWGを透過して光ファイバ伝送中に生じるレイリー散乱による戻り受光パワーをONU側でモニタし、最大の受光レベルが得られた波長を伝送チャネルとして設定することが記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第7327771号公報

【特許文献2】特開2005-277686号公報

【特許文献3】特開2010-041444号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】OFC2010, OWG7, 2010

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献2に記載の技術では、光伝送路上の合波器装置に、TLDが、波長多重分離素子で適切に分離される波長の光を出力するときに発光するLEDを配置する必要がある、コストを増加させ、また、保守管理の手間とコストが増加する。

【0009】

特許文献3に記載の技術では、一方の光送受信装置が、他方の光送受信装置からの信号光を受信できる場合に、その波長を他方の光送受信装置に通知する必要がある、往復遅延により信号光波長の決定に時間がかかるという問題がある。

40

【0010】

非特許文献1に記載の技術では、レイリー散乱による戻り光をモニタしているが、通常、レイリー散乱による散乱光レベルは非常に小さく、またその影響は伝送路条件にも依存するので、実用的ではない。下り信号光が存在する場合、ONUには、下り信号光とレイリー散乱光を区別するため光フィルタを設ける必要がある、装置コストの増大も招く。

【0011】

本発明は、安価な構成で信号光源の波長を適切に調節又は設定できる光伝送システムを提示することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

50

本発明に係る光伝送システムは、光伝送路と、互いに異なる上り波長及び下り波長を使用する複数の第１の光送受信装置と、当該複数の第１の光送受信装置と通信する複数の第２の光送受信装置と、当該複数の第１の光送受信装置が出力する下り光を波長多重し、光伝送路からの多重化された上り光を当該複数の第１の送受信装置のそれぞれに向かう上り光に波長分離する第１の波長多重分離手段とを具備し、当該光伝送路が、当該複数の第２の光送受信装置が出力する上り光を波長多重し、当該第１の波長多重分離手段で多重された当該下り光を、当該複数の第２の送受信装置のそれぞれに向かう下り光に波長分離する第２の波長多重分離手段と、当該第１の波長多重分離手段と当該第２の波長多重分離手段との間に配置される反射器とを具備し、当該第１の光送受信装置が、当該複数の第１の光送受信装置が使用する全部の下り波長と、当該複数の第１の光送受信装置が使用する全部の上り波長とを多重分離する第１のＷＤＭカプラと、信号光源となる第１の波長可変光源を具備する第１の送信装置と、第１の受信装置と、当該第１の送信装置の出力する下り光の、当該反射器による第１の反射光を受光する第１の受光器と、当該第１の送信装置の出力する下り光を当該第１のＷＤＭカプラに供給し、当該第１のＷＤＭカプラからの、当該第１の反射光を当該第１の受光器に供給する第１の光カプラと、当該第１の受光器により受光される当該反射光のレベルに応じて、当該第１の反射光のレベルが所定値以上になるように当該第１の波長可変光源の波長を制御する第１の制御装置とを具備することを特徴とする。

10

【発明の効果】

20

【００１３】

本発明によれば、波長多重分離手段を通過した光を反射する反射器を設けることで、信号光源となる波長可変光源の波長を、波長多重分離手段を透過する波長に容易に調整することができる。また、データ伝送を実行しながら、波長を調整できる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本発明の一実施例の概略構成ブロック図である。

【図２】本実施例のＡＷＧの入出力ポート＃１の透過特性例である。

【図３】本実施例のＡＷＧの透過特性例である。

【発明を実施するための形態】

30

【００１５】

以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【実施例１】

【００１６】

図１は、本発明の一実施例の概略構成ブロック図を示す。図１に示すＷＤＭ－ＰＯＮシステムでは、センター局に配置されるＯＬＴ（Optical Line Terminal）１０は、光伝送路４０を介してｎ台のＯＮＵ（Optical Network Unit）５０－１～５０－ｎに光学的に接続する。

【００１７】

ＯＬＴ１０は、それぞれ異なるＯＮＵ５０－１～５０－ｎと通信する光送受信装置１２－１～１２－ｎと、光送受信装置１２－１～１２－ｎからの出力信号光を波長多重して光伝送路４０に出力し、光伝送路４０からの光信号を個々の波長光に分離する波長多重分離手段としてのＡＷＧ（Arrayed Waveguide Grating）１４を具備する。光送受信装置１２－１～１２－ｎは同じ構成からなるが、上り信号光波長及び下り信号光波長が異なる。

40

【００１８】

ＡＷＧ１４は、ｎ個の入出力ポート＃１～＃ｎの入力光をその波長に応じて多重して多重光入出力ポート＃Ｍから出力し、多重光入出力ポート＃Ｍの入力光をその波長に応じて分離して入出力ポート＃１～＃ｎから出力する光学素子であり、周知の通り周期的な波長透過特性を具備する。図２は、ＡＷＧ１４の１つの入出力ポート＃ｉと多重光入出力ポート＃Ｍ間の透過特性例を示し、図３は、ＡＷＧ１４の入出力ポート＃１～＃ｎと多重光入出力ポート＃Ｍとの間の透過特性例を示す。図２及び図３で、横軸は波長を示し、縦軸は

50

透過損失を示す。

【0019】

詳細は後述するが、OLT 10の光送受信装置12-iは、下り信号光波長 d_i と上り信号光波長 u_i を使って、ONU 50-iと通信する。ただし、 $i = 1 \sim n$ である。下り信号光波長 $d_1 \sim d_n$ は互いに異なり、上り信号光波長 $u_1 \sim u_n$ は、互いに異なり、且つ、どの下り信号光波長 $d_1 \sim d_n$ とも異なる。

【0020】

AWG 14は、光送受信装置12-1~12-nからそれぞれONU 50-1~50-nへの下り信号光(波長 $d_1 \sim d_n$)を多重し、ONU 50-1~50-nからそれぞれ光送受信装置12-1~12-nへの上り信号光(波長 $u_1 \sim u_n$)を分離する。下り信号光波長 $d_1 \sim d_n$ と上り信号光波長 $u_1 \sim u_n$ は、AWG 14の異なるバンドに位置する。例えば、下り信号光波長 $d_1 \sim d_n$ は、AWG 14のLバンドに属し、上り信号光波長 $u_1 \sim u_n$ はAWG 14のCバンドに属する。

10

【0021】

光伝送路40は、シングルモード光ファイバ42、反射器44、AWG 46、及び分岐光ファイバ48-1~48-nからなる。光ファイバ42が、OLT 10とAWG 46の多重光入出力ポート#Mを接続し、光ファイバ42上の反射器44が配置される。分岐光ファイバ48-1~48-nは、AWG 46の入出力ポート#1~#nをそれぞれONU 50-1~50-nに接続する。反射器44及びAWG 46は、いわゆるリモートノードである。本実施例では、反射器44は、波長 $d_1 \sim d_n$, $u_1 \sim u_n$ を、約4% (-14dB相当)、好ましくは1~10%程度の反射率で反射する。反射器44は、光ファイバ42とOLT 10の間に配置してもよい。

20

【0022】

反射器44は、例えば、光ファイバ42とAWGを接続する光コネクタ部のフェルルール部分形状を意図的に加工して形成してよい。また、OLT側の信号光源の波長を調整する必要が無い場合には、反射器44として、ONU 50-1~50-nからの上り信号光を反射し、OLT 10からの下り信号光を無反射で透過する構成としてもよい。そのような反射器44は、例えば、1:2分岐光カプラを使い、AWG 46からOLT 10に向かう上り信号光を2分割して、一方を光ファイバ42に入力し、他方を光学ミラーに入射して反射させ、反射光をAWG 46に戻すような構成で実現できる。

30

【0023】

AWG 46は、AWG 14と同じ波長多重分離特性を具備する。ただし、各入出力ポート#1~#nの透過波長(中心波長)が一致していれば良く、個々の入出力ポート#1~#nの透過波長特性の特性曲線が同じである必要はない。すなわち、一般にAWGの各入出力ポートの波長透過特性にはフラットトップ型とガウシアン型の2タイプがあるが、AWG 14(又は46)がフラットトップ型で、AWG 46(又は14)がガウシアン方であってもよい。AWG 46は、OLT 10からの波長多重された下り信号光をONU 50-1~50-nへの下り信号光(波長 $d_1 \sim d_n$)に波長分離し、ONU 50-1~50-nからの上り信号光(波長 $u_1 \sim u_n$)を波長多重する。

40

【0024】

光送受信装置12-1の構成と基本的な信号の流れを説明する。光送受信装置12-1の送信装置22は、信号光源としてのTLD(Tunable Laser Diode)24を具備する。TLD 24はLバンド内の任意の波長のレーザ光を出力可能であり、制御装置34は、TLD 24の波長を、後述する方法でAWG 14のポート#1の透過波長である下り信号光波長 d_1 に調整する。レーザダイオードの波長を変更する方法には、レーザダイオードの温度を制御する方法、注入電流を制御する方法、レーザ共振器を構成する反射器の反射波長特性を変更する方法等がある。

【0025】

光カプラ26は、送信装置22の出力光を波長分割多重(WDM: Wavelength Division Multiplexing)カプラ28に供給する。WDMカプラ28は、Cバンドの光とLバンド

50

の光を多重し分離する光素子であり、光カブラ 26 からの L バンドの光を A W G 14 のポート # 1 に供給する。W D M カブラ 28 にはまた、A W G 14 のポート # 1 から C バンドの光（波長 u_1 の信号光）と L バンドの光（後述するが、波長 d_1 の反射光）が入射し、W D M カブラ 28 は、前者を受信装置 30 に供給し、後者を光カブラ 26 に供給する。受信装置 30 は、波長 u_1 の信号光を光電変換し、データ $D u_1$ を復調して出力する。

【0026】

光カブラ 26 は、W D M カブラ 28 からの光、すなわち、A W G 14 のポート # 1 からの L バンドの光（後述するが、波長 d_1 の反射光）を受光器 32 に供給する。W D M カブラ 28 からの光の一部が T L D 24 に入射して問題が発生する場合には、光カブラ 26 と T L D 24 の間に光アイソレータを配置すれば良い。このような機能から、光カブラ 26 を光サーキュレータで代替できることは明らかである。

10

【0027】

受光器 32 は、光カブラ 26 から入力する光を電気信号に変換する。制御装置 34 は、受光器 32 の出力信号に従い、受光器 32 の出力信号振幅が大きくなるように、T L D 24 の波長を制御する。

【0028】

O N U 50 - 1 ~ 50 - n は同じ構成からなり、図 1 では、O N U 50 - 1 の構成を詳細に図示してある。O N U 50 - 1 の構成と基本的な信号の流れを説明する。送信装置 52 は、信号光源としての T L D 54 を具備する。T L D 54 は C バンド内の任意の波長のレーザ光を出力可能であり、制御装置 64 は、T L D 54 の波長を、後述する方法で A W G 46（及び 14）のポート # 1 の透過波長である上り信号光波長 u_1 に調整する。光カブラ 56 は、送信装置 52 の出力光を W D M カブラ 58 に供給する。W D M カブラ 58 は、C バンドの光と L バンドの光を多重し分離する光素子であり、光カブラ 56 からの C バンドの光を分岐光ファイバ 48 - 1 を介して A W G 46 のポート # 1 に供給する。W D M カブラ 58 にはまた、分岐光ファイバ 48 - 1 を介して A W G 46 のポート # 1 から L バンドの光（波長 d_1 の信号光）と C バンドの光（後述するが、波長 u_1 の反射光）が入射し、W D M カブラ 58 は、前者を受信装置 60 に供給し、後者を光カブラ 56 に供給する。受信装置 60 は、波長 d_1 の信号光を光電変換し、データ $D d_1$ を復調して出力する。

20

30

【0029】

光カブラ 56 は、W D M カブラ 58 からの光、すなわち、A W G 46 の入出力ポート # 1 からの C バンドの光（後述するが、波長 u_1 の反射光）を受光器 62 に供給する。W D M カブラ 58 からの光の一部が T L D 54 に入射して問題が発生する場合には、光カブラ 56 と T L D 54 の間に光アイソレータを配置すれば良い。このような機能から、光カブラ 56 を光サーキュレータで代替できることは明らかである。

【0030】

受光器 62 は、光カブラ 56 から入力する光を電気信号に変換する。制御装置 64 は、受光器 62 の出力信号に従い、受光器 62 の出力信号振幅が大きくなるように、T L D 54 の波長を制御する。

40

【0031】

まず、T L D 24 の波長調整動作を説明する。制御装置 34 は、L バンドの一端（例えば、長波長側）から他端（例えば、短波長側）に向かい、T L D 24 の発光波長を連続的又は離散的に掃引する。先に説明したように、T L D 24 の出力光は、光カブラ 26 及び W D M カブラ 28 を介して A W G 14 のポート # 1 に入射する。T L D 24 の出力光の波長が、A W G 14 のポート # 1 の透過範囲に入らない間は、反射器 44 による反射は発生しない。従って、受光器 32 には反射器 44 による反射光が入射せず、受光器 32 の出力レベルは低いままとなる。

【0032】

T L D 24 の出力波長が A W G 14 のポート # 1 の透過範囲に入ると、T L D 24 の出

50

力光が、A W G 1 4 のポート # 1 の透過特性に応じた減衰を受けつつも A W G 1 4 を透過し、光ファイバ 4 2 を介して反射器 4 4 に到達し、反射器 4 4 によりその一部が反射される。反射器 4 4 による反射光は、光ファイバ 4 2 を伝搬して A W G 1 4 の多重光入出力ポート # M に入射する。A W G 1 4 は、多重光入出力ポート # M に入射する反射光を入出力ポート # 1 から W D M カブラ 2 8 に出力する。W D M カブラ 2 8 は反射光を光カブラ 2 6 に供給し、光カブラ 2 6 は W D M カブラ 2 8 からの反射光を受光器 3 2 に入射する。これにより、受光器 3 2 の出力信号レベルが、受光器 3 2 に入射する反射光強度に応じた量だけ増大する。制御装置 3 4 は、受光器 3 2 の出力信号レベルの増大により、T L D 2 4 の出力波長が A W G 1 4 の入出力ポート # 1 の透過波長 d_1 に近づいたことを知ることができる。

10

【 0 0 3 3 】

制御装置 3 4 が更に T L D 2 4 の出力波長を掃引していくと、受光器 3 2 の出力信号レベルが増加し、次に低下に転ずる。その時点で、制御装置 3 4 は、A W G 1 4 の入出力ポート # 1 の透過帯域を通り過ぎつつあることを知ることができる。制御装置 3 4 は、掃引で得られた受光器 3 2 の出力信号レベル変化から、受光器 3 2 の出力信号レベルが最大になる波長に T L D 2 4 の出力波長を調整する。以後、制御装置 3 4 は、受光器 3 2 の出力信号レベルが一定以上になるように、又は、ピーク値を取り続けるように、A W G 1 4 の入出力ポート # 1 の透過帯域幅の範囲内で、T L D 2 4 の出力波長を変動させる。このような波長の微調整は、データ伝送中にも実行可能である。これにより、T L D 2 4 の駆動信号対波長特性及び周囲温度による波長変化、並びに A W G 1 4 の透過特性の経時変化等

20

【 0 0 3 4 】

初期的に T L D 2 4 の出力波長を調整する方法として、まず、A W G 1 4 の入出力ポート # 1 の透過帯域幅の半分程度のステップ幅で T L D 2 4 の出力波長を掃引し、反射器 4 4 による反射光が受光器 3 2 に入射するようになったら、より細かいステップで T L D 2 4 の出力波長を掃引するようにしてもよい。換言すると、T L D 2 4 の波長を粗調整し、透過帯域内に入るか近づいたら、波長を微調整する。最初から最後まで細かい一定のステップで波長を掃引する方法又は連続的に波長を掃引する方法に比べ、波長を決定するまでに要する時間が短縮できる。

30

【 0 0 3 5 】

A W G 1 4 の透過特性がガウシアンタイプの場合、所定間隔離れた 3 つの波長の反射光レベルから、最大透過率（最低透過損失）の波長を近似的に決定可能である。この場合、制御装置 3 4 は、透過特性のガウシアン波形内にその 3 波長が入るような波長間隔で T L D 2 4 の波長を離散的に掃引し、その波長掃引で得られる隣接する 3 波長の反射光レベルを演算すれば良い。

【 0 0 3 6 】

A W G 1 4 の透過特性が、図 2 及び図 3 に示すようなフラットトップタイプの場合は、その透過特性の、短波長側エッジと長波長側エッジを検出することで、中心波長を決定できる。この場合は、これらのエッジを検出できる程度に細かく又は連続的に T L D 2 4 の波長を掃引する必要がある。片方のエッジを検出し、透過波長幅の半分相当、波長をシフトする方法でもよい。

40

【 0 0 3 7 】

なお、受光器 3 2 で受光する反射光の強度を比較する場合、T L D 2 4 の出力光パワーが一定に制御されていることが前提となる。例えば、T L D 2 4 の出力光パワーが変動する場合でも、T L D 2 4 の出力パワーのモニタ結果で反射光強度を規格化することで、反射光強度を比較でき、従って、W A W G 1 4 の透過波長を検出できる。

【 0 0 3 8 】

O N U 5 0 - 1 ~ 5 0 - n の信号光源である T L D 5 4 の波長調整方法は、基本的に、T L D 2 4 のそれと同じである。O N U 5 0 - 1 の T L D 5 4 の波長調整動作を説明する

50

。

【 0 0 3 9 】

制御装置 6 4 は、C バンドの一端（例えば、長波長側）から他端（例えば、短波長側）に向かい、T L D 5 4 の発光波長を掃引する。先に説明したように、T L D 5 4 の出力光は、光カブラ 5 6 及び W D M カブラ 5 8 を介して A W G 4 6 のポート # 1 に入射する。T L D 5 4 の出力光の波長が、A W G 4 6 のポート # 1 の透過範囲に入らない間は、反射器 4 4 による反射は発生しない。従って、受光器 6 2 には反射器 4 4 による反射光が入射せず、受光器 6 2 の出力レベルは低いままとなる。

【 0 0 4 0 】

T L D 5 4 の出力波長が A W G 4 6 のポート # 1 の透過範囲に入ると、T L D 5 4 の出力光が、A W G 4 6 のポート # 1 の透過特性に応じた減衰を受けつつも A W G 4 6 を透過して反射器 4 4 に入射し、反射器 4 4 によりその一部が反射される。反射器 4 4 による反射光は、A W G 4 6 の多重光入出力ポート # M 及び入出力ポート # 1、W D M カブラ 5 8 並びに光カブラ 5 6 を介して受光器 6 2 に入射する。これにより、受光器 6 2 の出力信号レベルが、受光器 6 2 に入射する反射光強度に応じた量だけ増大する。制御装置 6 4 は、受光器 6 2 の出力信号レベルの増大により、T L D 5 4 の出力波長が A W G 4 6 の入出力ポート # 1 の透過波長 u_1 に近づいたことを知ることができる。

【 0 0 4 1 】

制御装置 6 4 が更に T L D 5 4 の出力波長を掃引していくと、受光器 6 2 の出力信号レベルが増加し、次に低下に転ずる。その時点で、制御装置 6 4 は、A W G 4 6 の入出力ポート # 1 の透過帯域を通り過ぎつつあることを知ることができる。制御装置 6 4 は、掃引で得られた受光器 6 2 の出力信号レベル変化から、受光器 6 2 の出力信号レベルが最大になる波長に T L D 5 4 の出力波長を調整する。以後、制御装置 6 4 は、受光器 6 2 の出力信号レベルが一定以上になるように、又は、ピーク値を取り続けるように、A W G 4 6 の入出力ポート # 1 の透過帯域幅の範囲内で、T L D 5 4 の出力波長を変動させる。このような波長の微調整は、データ伝送中にも実行可能である。これにより、T L D 5 4 の駆動信号対波長特性及び周囲温度による波長変化、並びに A W G 4 6 の透過特性の経時変化等に関わらず、T L D 5 4 の波長を A W G 4 6 の入出力ポート # 1 を通過できる波長に維持できる。

【 0 0 4 2 】

初期的に T L D 5 4 の出力波長を調整する方法として、まず、A W G 4 6 の入出力ポート # 1 の透過帯域幅の半分程度のステップ幅で T L D 5 4 の出力波長を掃引し、反射器 4 4 による反射光が受光器 6 2 に入射するようになったら、より細かいステップで T L D 5 4 の出力波長を掃引するようにしてもよい。換言すると、T L D 5 4 の波長を粗調整し、透過帯域内に入るか近づいたら、波長を微調整する。最初から最後まで細かい一定のステップで波長を掃引する方法に比べ、波長を決定するまでに要する時間が短縮できる。

【 0 0 4 3 】

このように O L T 1 0 の光送受信装置 1 2 - 1 ~ 1 2 - n の各 T L D 2 4 と、O N U 5 0 - 1 ~ 5 0 - n の T L D 5 4 の波長が調整されると、互に対応する光送受信装置 1 2 - 1 ~ 1 2 - n と O N U 5 0 - 1 ~ 5 0 - n との間でデータ通信が可能になる。

【 0 0 4 4 】

光送受信装置 1 2 - 1 から O N U 5 0 - 1 への下りデータ伝送の動作を簡単に説明する。光送受信装置 1 2 - 1 の送信装置 2 2 は、T L D 2 4 を使って、下りデータ d_1 を搬送する下り信号光（波長 d_1 ）を生成し、光カブラ 2 6 に出力する。下り信号光（波長 d_1 ）は、光カブラ 2 6、W D M カブラ 2 8、A W G 1 4 及び光ファイバ 4 2 を通過して、反射器 4 4 に入射する。反射器 4 4 は、入射する下り信号光（波長 d_1 ）のほとんどを透過し、ごく一部を反射する。反射器 4 4 で反射した成分は、先に説明したように、光送受信装置 1 2 - 1 の T L D 2 4 の波長を調整するのに使用される。

【 0 0 4 5 】

反射器 4 4 を透過した下り信号光（波長 d_1 ）は、A W G 4 6 の多重光入出力ポート

Mに入射し、入出力ポート# 1から分岐光ファイバ48-1に出力されて、ONU50-1に入射する。ONU50-1では、WDMカブラ58は、光ファイバ48-1からの下り信号光(波長 d_1)を受信装置60に供給する。受信装置60は、WDMカブラ58からの下り信号光(波長 d_1)を光電変換し、データD d_1 を復調して出力する。このようにして、OLT10からONU50-1に下りデータD d_1 が伝送される。

【0046】

ONU50-1から光送受信装置12-1への上りデータ伝送の動作を簡単に説明する。ONU50-1の送信装置52は、TLD54を使って、上りデータD u_1 を搬送する上り信号光(波長 u_1)を生成し、光カブラ56に出力する。上り信号光(波長 u_1)は、光カブラ56、WDMカブラ58、分岐光ファイバ48-1、並びにAWG46の入出力ポート# 1及び多重光入出力ポート# Mを通過して、反射器44に入射する。反射器44は、入射する上り信号光(波長 u_1)のほとんどを透過し、ごく一部を反射する。反射器44で反射した成分は、先に説明したように、ONU50-1のTLD54の波長を調整するのに使用される。

10

【0047】

反射器44を透過した上り信号光(波長 u_1)は、光ファイバ42、AWG14の多重光入出力ポート# M及び入出力ポート# 1を介してWDMカブラ28に入射する。WDMカブラ28は、AWG14の入出力ポート# 1からの上り信号光(波長 u_1)を受信装置30に供給する。受信装置30は、WDMカブラ28からの上り信号光(波長 u_1)を光電変換し、データD u_1 を復調して出力する。このようにして、ONU50-1からOLT10に上りデータD u_1 が伝送される。

20

【0048】

ONU50-1~50-nのTLD54の場合、個々のONU50-1~50-nで使用するAWG14、46の波長チャネルをディップスイッチ等で設定できるようにしておいてもよい。例えば、ユーザ又はONU設置作業者が、そのディップスイッチで、予め指定される波長チャネルを設定する。制御装置64は、ディップスイッチで設定される波長チャネルを目標に、上述の波長調整を実行する。

【0049】

上記実施例は、より一般的にはWDM光伝送システムであり、その場合、ONU50-1~50-nはいわゆる光送受信装置と呼ぶことができ、それぞれ、光送受信装置12-1~12-nと1対1で通信する。

30

【0050】

特定の説明用の実施例を参照して本発明を説明したが、特許請求の範囲に規定される本発明の技術的範囲を逸脱しないで、上述の実施例に種々の変更・修整を施しうることは、本発明の属する分野の技術者にとって自明であり、このような変更・修整も本発明の技術的範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0051】

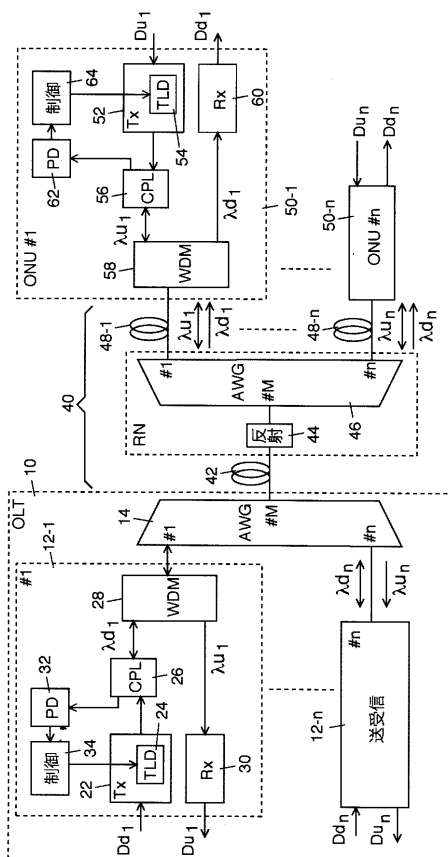
10 : OLT
12-1 ~ 12-n : 光送受信装置
14 : AWG
22 : 送信装置
24 : TLD
26 : 光カブラ
28 : WDMカブラ
30 : 受信装置
32 : 受光器
34 : 制御装置
40 : 光伝送路
42 : シングルモード光ファイバ

40

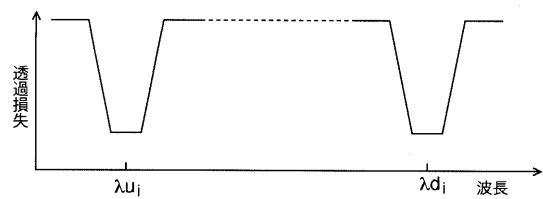
50

- 44 : 反射器
 46 : A W G
 48 - 1 ~ 48 - n : 分岐光ファイバ
 50 - 1 ~ 50 - n : O N U
 52 : 送信装置
 54 : T L D
 56 : 光カプラ
 58 : W D M カプラ
 60 : 受信装置
 62 : 受光器
 64 : 制御装置

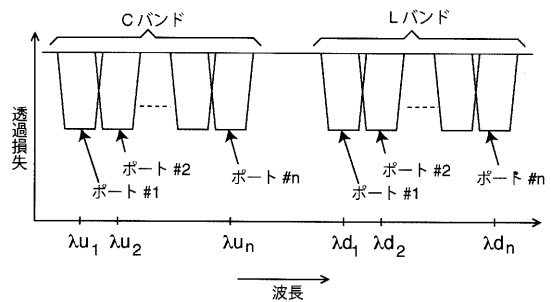
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 J 14/00 (2006.01)		
H 0 4 J 14/02 (2006.01)		
H 0 4 L 12/44 (2006.01)		