

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101068129 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 16

(21) 申请号 200610061355. 7

页第 7 段 - 第 10 页第 1 段, 附图 1.

(22) 申请日 2006. 06. 26

王勇等. 波分复用无源光网络. 光通信研究第 4 期. 2000, (第 4 期), 第 14-15 页第 3 节.

(73) 专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

审查员 孟文婷

(72) 发明人 林华枫 黄伟 赵峻 江涛 王峰 陈珺 王运涛 卫国 张徐亮

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所 44237

代理人 欧阳启明

(51) Int. Cl.

H04B 10/12 (2006. 01)

H04J 14/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1176546 A, 1998. 03. 18, 参见说明书第 4

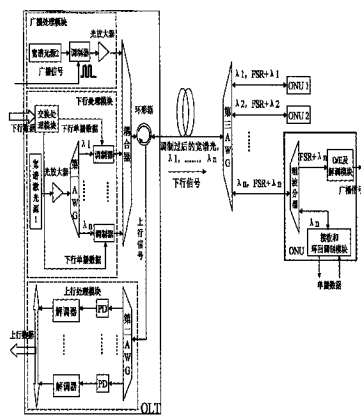
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 7 页

(54) 发明名称

一种在 WDM-PON 中实现组播业务的方法、系统及 OLT

(57) 摘要

本发明公开了一种在 WDM-PON 中实现组播业务的方法, 所述的方法包括如下步骤: a0、从下行数据包中提取需要组播的数据; a、将需要组播的数据或信号调制到宽谱光源产生的宽谱光中后传输到复用解复用设备; b、所述的复用解复用设备对承载了所述需要组播的数据或信号的宽谱光进行谱线分割, 并将分割得到的承载了所述需要组播的数据的不同波长的光信号传输给光网络单元 ONU。本发明克服现有技术的不足, 简化了 WDM-PON 的网络, 降低了对 OLT 处理能力的要求, 降低了 WDM-PON 组网的复杂性及其成本, 简单地、低成本地在 WDM-PON 中实现组播业务。



1. 一种在 WDM-PON 中实现组播业务的方法,其特征在于,所述的方法包括如下步骤:

a0、下行处理模块的交换处理模块从下行数据包中提取需要组播的数据后送入组播处理模块的第二调制器进行调制;

a、组播处理模块将需要组播的数据调制到第二宽谱光源产生的宽谱光中后输出到耦合器的一个输入端,最后通过环形器传输到复用解复用设备,所述的复用解复用设备为波导光栅路由器 WGR;

b、所述的复用解复用设备对承载了所述需要组播的数据的宽谱光进行谱线分割,并将分割得到的承载了所述需要组播的数据的不同波长的光信号传输给光网络单元 ONU;

所述下行处理模块,组播处理模块,耦合器以及环形器设置在 OLT 中;

所述下行处理模块还包括:

第一宽谱光源,用于产生宽谱光;

第一光放大器,用于对所述下行处理模块的第一宽谱光源产生的宽谱光进行功率放大;

第一 AWG,用于接收来自第一光放大器的宽谱光,并完成宽谱光的谱线分割,输出多个窄带激光;和

多个第一调制器,用于把各用户的下行单播数据分别调制到所述多个窄带激光中;最后把承载了各用户的下行单播数据的光信号输出到耦合器的不同输入端;所述各用户的下行单播数据是由交换处理模块从上一级设备接收 IP 分组数据包,根据目的地址的不同完成交换转发,在不同端口上输出的各用户的下行单播数据;

其中所述耦合器,进一步用于把承载了组播数据的宽谱光与承载了各用户的下行单播数据的光信号复合成一个混合光,并把所述混合光输出到环形器的输入端,所述环形器进一步用于将所述混合光传送到复用解复用设备,复用解复用设备进一步用于对承载了各用户的下行单播数据的光信号完成光路由,在其各个输出端上分别输出承载了各用户下行单播数据的光信号,并传输给 ONU;

其中,所述第一宽谱光源和第二宽谱光源产生的宽谱光间隔自由频谱范围 FSR 的整数倍。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,其中步骤 a 具体包括:

a1、第二调制器将所述需要组播的数据调制于所述的第二宽谱光源产生的宽谱光中,第二光放大器对承载了所述需要组播的数据的宽谱光进行放大后传输到所述的复用解复用设备。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,其中步骤 b 具体包括:

b1、所述的复用解复用设备接收到所述的承载了所述需要组播的数据的宽谱光后进行谱线分割,将所述的宽谱光分割成波长分别为  $(FSR + \lambda_1)$ 、 $(FSR + \lambda_2)$ 、.....  $(FSR + \lambda_n)$  的光信号,并将各个波长的光信号通过所述的复用解复用设备的不同输出端输出到所述的 ONU。

4. 根据权利要求 1 或者 2 或者 3 所述的方法,其特征在于,其中步骤 b 之后还包括:

c、所述的 ONU 接收所述承载了所述需要组播的数据的光信号后进行光电转换 O/E,然后解调出数据。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,其中步骤 c 还包括:所述的 ONU 在所述的

OLT 控制下接收组播的数据。

6. 一种在 WDM-PON 中实现组播业务的系统,其特征在於,所述的系统包括:

光线路终端 OLT,用来将需要组播的数据调制于宽谱光中;

复用解复用器,用来对承载了所述需要组播的数据的宽谱光进行谱线分割,并将分割得到的承载了所述需要组播的数据的不同波长的光信号传输给 ONU,所述的复用解复用设备为波导光栅路由器 WGR;

ONU,用来对接收到的所述承载了需要组播的数据的光信号进行处理;

所述的 OLT 具体包括组播处理模块、下行处理模块、耦合器和环形器,

所述的组播处理模块包括:

第二宽谱光源,用来产生承载需要组播的数据的宽谱光;

第二调制器,用来将所述的需要组播的数据调制于所述的宽谱光中后输出到所述耦合器的一个输入端,最后通过环形器传输给复用解复用设备,所述的复用解复用设备为波导光栅路由器 WGR;

所述下行处理模块包括:

交换处理模块,用来完成下行数据的交换转发,并从下行数据包中提取需要组播的数据后送入所述组播处理模块的第二调制器进行调制,将其调制于所述的宽谱光中;

第一宽谱光源,用于产生宽谱光;

第一光放大器,用于对所述下行处理模块的第一宽谱光源产生的宽谱光进行功率放大;

第一 AWG,用于接收来自第一光放大器的宽谱光,并完成宽谱光的谱线分割,输出多个窄带激光;和

多个第一调制器,用于把各用户的下行单播数据分别调制到所述多个窄带激光中;最后把承载了各用户的下行单播数据的光信号输出到耦合器的不同输入端;所述各用户的下行单播数据是由交换处理模块从上一级设备接收 IP 分组数据包,根据目的地址的不同完成交换转发,在不同端口上输出的各用户的下行单播数据;

其中所述耦合器,进一步用于把承载了组播数据的宽谱光与承载了各用户的下行单播数据的光信号复合成一个混合光,并把所述混合光输出到环形器的输入端,所述环形器进一步用于将所述混合光传送到复用解复用设备,复用解复用设备进一步用于对承载了各用户的下行单播数据的光信号完成光路由,在其各个输出端上分别输出承载了各用户下行单播数据的光信号,并传输给 ONU;

其中,所述第一宽谱光源和第二宽谱光源产生的宽谱光间隔自由频谱范围 FSR 的整数倍。

7. 根据权利要求 6 所述的系统,其特征在於,所述 OLT 还用来完成与所述 ONU 之间的上下行单播数据的收发。

8. 一种实现组播业务的 OLT,其特征在於,所述的 OLT 包括组播处理模块、下行处理模块、耦合器和环形器,所述的组播处理模块包括:

第二宽谱光源,用来产生承载需要组播的数据的宽谱光;

第二调制器,用来将所述的需要组播的数据调制于所述的宽谱光中后输出到所述耦合器的一个输入端,最后通过环形器传输给复用解复用设备,所述的复用解复用设备为波导

光栅路由器 WGR；

所述下行处理模块包括：

交换处理模块，用来完成下行数据的交换转发，并从下行数据包中提取需要组播的数据后送入所述组播处理模块的第二调制器进行调制，将其调制于所述的宽谱光中；

第一宽谱光源，用于产生宽谱光；

第一光放大器，用于对所述下行处理模块的第一宽谱光源产生的宽谱光进行功率放大；

第一 AWG，用于接收来自第一光放大器的宽谱光，并完成宽谱光的谱线分割，输出多个窄带激光；和

多个第一调制器，用于把各用户的下行单播数据分别调制到所述多个窄带激光中；最后把承载了各用户的下行单播数据的光信号输出到耦合器的不同输入端；所述各用户的下行单播数据是由交换处理模块从上一级设备接收 IP 分组数据包，根据目的地址的不同完成交换转发，在不同端口上输出的各用户的下行单播数据；

其中所述耦合器，进一步用于把承载了组播数据的宽谱光与承载了各用户的下行单播数据的光信号复合成一个混合光，并把所述混合光输出到环形器的输入端，所述环形器进一步用于将所述混合光传送到复用解复用设备；

其中，所述第一宽谱光源和第二宽谱光源产生的宽谱光间隔自由频谱范围 FSR 的整数倍。

## 一种在 WDM-PON 中实现组播业务的方法、系统及 OLT

### 技术领域

[0001] 本发明涉及 PON(passive optical network 无源光网络) 技术领域, 具体来说, 涉及到波分复用无源光网络 WDM-PON(Wavelength-division-multiplexed passive optical network)。

### 背景技术

[0002] 目前随着用户对各种宽带业务需求的增加, 如高质量的视频信息业务(如 VoD(Video on Demand 视频点播) 业务等, 对传输速率的要求越来越高, 要满足用户的带宽需求要有 100Mbps 的数据传输速率, 现有的拨号调制解调器、非对称数字用户线(ADSL)、电缆调制解调器(CM) 等接入方式已无法满足要求, 因此, 用光纤铺设接入网的需求迅速增长, 无源光网络正是既能满足这些新业务需求而且又经济、运营维护方便的用户接入网。

[0003] 如图 1 所示, 一个无源光网络(PON) 通常包括位于中心局的 OLT(optical line terminal, 光线路终端), 光分配网(ODN, optical distribution network) 和许多的 ONU(光网络单元 optical network unit) 或者 ONT(Optical Network Termination, 为说明方便, 下文中统一使用 ONU)。其中, OLT 提供与 ODN 的光接口, 提供网络侧的接口, 在 OLT 的 ODN 侧与 OLT 的网络侧之间提供交叉连接能力, 完成与 ONU 之间的双向的业务传递, OLT 可以与本地交换机共处一地, 也可以安装在远端; ONU 提供与 ODN 的光接口, 实现 ODN 用户侧的接口功能, 完成与 OLT 之间的双向的业务传递, 它可以放置在用户所在地。ODN 为 OLT 与 ONU 之间双向的业务传递提供传输路径。

[0004] WDM-PON 为 PON 的实现方式之一, WDM-PON 的基本原理是 OLT 与 ONU 之间通过不同波长光信号构成不同的通道; 在下行方向, 这些光信号复用成一个混合信号传输到远端结点, 在远端结点处解复用成各个单独的光信号并传输给不同的 ONU, 从而完成下行数据的传输; 在上行方向, 在远端结点上把来自各个 ONU 的光信号复用成一个混合信号, 并传输到 OLT, 由 OLT 完成混合信号的解复用及数据恢复, 从而完成上行的数据传输。

[0005] 随着 WDM-PON 网络设备复杂性和成本的降低, 目前已出现了大量的 WDM-PON 的实现架构。但 WDM-PON 逻辑上是一种点对点的网络结构, 而点对点的网络结构, 在实现广播(模拟或数字电视)、组播业务时, 普遍采用数据的带内多拷贝方式传输, 这种传输方式的缺陷是很明显的: 当许多用户点播同样的节目时, 由于一份数据要拷贝成许多份并分别通过不同的波长传输到各个用户, 要求 OLT 有很强的处理能力, 这将使 OLT 变得复杂, 成本上升。

[0006] 现有技术中解决这一问题有不同的技术方案, 其中之一如图 2 所示, 利用 AWG(Arrayed Waveguide Grating, 阵列波导光栅) 的 FSR(free spectrum range, 自由频谱范围) 特性来有效地传输组播。这种方案首先利用  $n$  个固定波长的激光器产生波长分别为  $FSR + \lambda_1$  到  $FSR + \lambda_n$  的激光, 然后通过耦合器把上述  $n$  个激光合成一个混合未调制激光, 再用一个外部调制器把组播数据一次性地调制到上述波长分别为  $FSR + \lambda_1$  到  $FSR + \lambda_n$  的激光中, 再通过光放大并用一个分支器把上述承载组播数据的  $n$  个激光分成  $n$  份, 并与承载了各

用户的下行单播数据的光信号混合成一个信号,输入到第一级的N:N的AWG的各个输入端。

[0007] 经过第一级AWG和第二级AWG的波长路由之后,最终各个ONU都接收到承载该ONU的下行单播数据的光信号及承载了组播数据的光信号,通过ONU内部的粗波分、PD(PhotoDiode,光敏二极管)及解调模块,最终ONU将恢复出用户的单播数据和组播数据,并转发给相应设备处理。

[0008] 这种方案虽然可以很好地克服带内多拷贝实现组播时的不足,但因为这种方案中使用了价格昂贵的激光器的以及两级AWG,导致成本很高,系统十分复杂。

[0009] 现有技术的方案之二是用一个单独波长传输广播数据,利用一个单独的波长 $\lambda_A$ 来传输模拟电视和数字电视信号,广播信号先是承载在电信运营商的WDM-PON网络上,而在O/E(光电转换)之后,再利用广电的有线电视网来承载,这种方案可以解决WDM-PON中的广播问题,系统比较简单,成本也相对较低。

[0010] 但这种方案广播的传输经过了两个网络(电信运营商的WDM-PON网络和广电的有线电视网),而这两个网络归属不同的运营商,由于运营商之间存在利益冲突,这将大大增大WDM-PON中Triple-Play(数据、语音与视频三重业务合一)的实施难度。

[0011] 另外,根据已制定的家庭数字有线广播标准,要同时承载模拟和数字广播信号,大概需要850M的带宽,而目前家庭中已部署的电缆能够承载广播业务的最大带宽大概在550M左右,如果采用这一方案,需要对已部署的cable网进行改造,这也是这种方案应用的局限所在。

[0012] 现有技术的方案之三采用每个用户有一个单独的广播波长,每个ONU接收两个波长的光信号,一个承载了单播数据,另一个承载了广播数据,但这种方案并没有利用AWG的FSR的周期性特性,因此远端结点(RN RemoteNode)处的AWG会端口数更多,同时由于采用几乎2倍于上述的现有技术方案二的固定波长的激光器,因此成本非常高。

[0013] 现有技术中还有将上述的技术方案二和技术方案三两者结合的方案,将数字广播电视信号与用户的下行单播数据混合在一起,在用户的单播波长的光信号中传输下去,而模拟广播电视信号则与上述的现有技术方案二一样,在单独的波长为 $\lambda_A$ 的光信号中传输下去,经过光电转换O/E后,再用有线电视网传输到每个用户家。

[0014] 这种方案采用数字广播电视信号与用户的下行单播数据的混合传输,增加了OLT的系统复杂度,同样,数字广播电视的传输也存在带内多拷贝技术的不足的问题,OLT的处理能力将成为系统的瓶颈,此外,上述的现有技术方案二所存在的缺陷在这种方案中也无法得到解决。

## 发明内容

[0015] 本发明的目的在于提供一种在WDM-PON中实现组播业务的方法及其系统,以解决在现有的WDM-PON中实现组播业务时组网复杂,成本过高的问题。

[0016] 为实现上述目的,本发明采用如下的技术方案:

[0017] 一种在WDM-PON中实现组播业务的方法,所述的方法包括如下步骤:

[0018] a0、下行处理模块的交换处理模块从下行数据包中提取需要组播的数据后送入组播处理模块的第二调制器进行调制;

[0019] a、组播处理模块将需要组播的数据调制到第二宽谱光源产生的宽谱光中后输出

到耦合器的一个输入端,最后通过环形器传输到复用解复用设备,所述的复用解复用设备为波导光栅路由器 WGR;

[0020] b、所述的复用解复用设备对承载了所述需要组播的数据的宽谱光进行谱线分割,并将分割得到的承载了所述需要组播的数据的不同波长的光信号传输给光网络单元 ONU;

[0021] 所述下行处理模块,组播处理模块,耦合器以及环形器设置在 OLT 中;

[0022] 所述下行处理模块还包括:

[0023] 第一宽谱光源,用于产生宽谱光;

[0024] 第一光放大器,用于对所述下行处理模块的第一宽谱光源产生的宽谱光进行功率放大;

[0025] 第一 AWG,用于接收来自第一光放大器的宽谱光,并完成宽谱光的谱线分割,输出多个窄带激光;和

[0026] 多个第一调制器,用于把各用户的下行单播数据分别调制到所述多个窄带激光中;最后把承载了各用户的下行单播数据的光信号输出到耦合器的不同输入端;所述各用户的下行单播数据是由交换处理模块从上一级设备接收 IP 分组数据包,根据目的地址的不同完成交换转发,在不同端口上输出的各用户的下行单播数据;

[0027] 其中所述耦合器,进一步用于把承载了组播数据的宽谱光与承载了各用户的下行单播数据的光信号复合成一个混合光,并把所述混合光输出到环形器的输入端,所述环形器进一步用于将所述混合光传送到复用解复用设备,复用解复用设备进一步用于对承载了各用户的下行单播数据的光信号完成光路由,在其各个输出端上分别输出承载了各用户下行单播数据的光信号,并传输给 ONU;

[0028] 其中,所述第一宽谱光源和第二宽谱光源产生的宽谱光间隔自由频谱范围 FSR 的整数倍。

[0029] 其中步骤 a 具体包括:

[0030] a1、第二调制器将所述需要组播的数据调制于所述的第二宽谱光源产生的宽谱光中,第二光放大器对承载了所述需要组播的数据的宽谱光进行放大后传输到所述的复用解复用设备。

[0031] 其中步骤 b 具体包括:

[0032] b1、所述的复用解复用设备接收到所述的承载了所述需要组播的数据的宽谱光后进行谱线分割,将所述的宽谱光分割成波长分别为  $(FSR + \lambda 1)$ 、 $(FSR + \lambda 2)$ 、.....  $(FSR + \lambda n)$  的光信号,并将各个波长的光信号通过所述的复用解复用设备的不同输出端输出到所述的 ONU。

[0033] 其中步骤 b 之后还包括:

[0034] c、所述的 ONU 接收所述承载了所述需要组播的数据的光信号后进行光电转换 O/E,然后解调出数据。

[0035] 其中步骤 c 还包括:所述的 ONU 在所述的 OLT 控制下接收组播的数据。

[0036] 本发明还提供了一种在 WDM-PON 中实现组播业务的系统,所述的系统包括:

[0037] 光线路终端 OLT,用来将需要组播的数据调制于宽谱光中;

[0038] 复用解复用器,用来对承载了所述需要组播的数据的宽谱光进行谱线分割,并将分割得到的承载了所述需要组播的数据的不同波长的光信号传输给 ONU,所述的复用解复

用设备为波导光栅路由器 WGR；

[0039] ONU,用来对接收到的所述承载了所述需要组播的数据的光信号进行处理；

[0040] 所述的 OLT 具体包括组播处理模块、下行处理模块、耦合器和环形器，

[0041] 所述的组播处理模块包括：

[0042] 第二宽谱光源,用来产生承载需要组播的数据的宽谱光；

[0043] 第二调制器,用来将所述的需要组播的数据调制于所述的宽谱光中后输出到所述耦合器的一个输入端,最后通过环形器传输给复用解复用设备,所述的复用解复用设备为波导光栅路由器 WGR；

[0044] 所述下行处理模块包括：

[0045] 交换处理模块,用来完成下行数据的交换转发,并从下行数据包中提取需要组播的数据后送入所述组播处理模块的第二调制器进行调制,将其调制于所述的宽谱光中；

[0046] 第一宽谱光源,用于产生宽谱光；

[0047] 第一光放大器,用于对所述下行处理模块的第一宽谱光源产生的宽谱光进行功率放大；

[0048] 第一 AWG,用于接收来自第一光放大器的宽谱光,并完成宽谱光的谱线分割,输出多个窄带激光；和

[0049] 多个第一调制器,用于把各用户的下行单播数据分别调制到所述多个窄带激光中；最后把承载了各用户的下行单播数据的光信号输出到耦合器的不同输入端；所述各用户的下行单播数据是由交换处理模块从上一级设备接收 IP 分组数据包,根据目的地址的不同完成交换转发,在不同端口上输出的各用户的下行单播数据；

[0050] 其中所述耦合器,进一步用于把承载了组播数据的宽谱光与承载了各用户的下行单播数据的光信号复合成一个混合光,并把所述混合光输出到环形器的输入端,所述环形器进一步用于将所述混合光传送到复用解复用设备,复用解复用设备进一步用于对承载了各用户的下行单播数据的光信号完成光路由,在其各个输出端上分别输出承载了各用户下行单播数据的光信号,并传输给 ONU；

[0051] 其中,所述第一宽谱光源和第二宽谱光源产生的宽谱光间隔自由频谱范围 FSR 的整数倍。

[0052] 其中所述 OLT 还用来完成与所述 ONU 之间的上下行单播数据的收发。

[0053] 本发明还提供了一种实现组播业务的 OLT,所述的 OLT 包括组播处理模块、下行处理模块、耦合器和环形器,所述的组播处理模块包括：

[0054] 第二宽谱光源,用来产生承载需要组播的数据的宽谱光；

[0055] 第二调制器,用来将所述的需要组播的数据调制于所述的宽谱光中后输出到所述耦合器的一个输入端,最后通过环形器传输给复用解复用设备,所述的复用解复用设备为波导光栅路由器 WGR；所述下行处理模块包括：

[0056] 交换处理模块,用来完成下行数据的交换转发,并从下行数据包中提取需要组播的数据后送入所述组播处理模块的第二调制器进行调制,将其调制于所述的宽谱光中；

[0057] 第一宽谱光源,用于产生宽谱光；

[0058] 第一光放大器,用于对所述下行处理模块的第一宽谱光源产生的宽谱光进行功率放大；



[0059] 第一 AWG,用于接收来自第一光放大器的宽谱光,并完成宽谱光的谱线分割,输出多个窄带激光;和

[0060] 多个第一调制器,用于把各用户的下行单播数据分别调制到所述多个窄带激光中;最后把承载了各用户的下行单播数据的光信号输出到耦合器的不同输入端;所述各用户的下行单播数据是由交换处理模块从上一级设备接收 IP 分组数据包,根据目的地址的不同完成交换转发,在不同端口上输出的各用户的下行单播数据;

[0061] 其中所述耦合器,进一步用于把承载了组播数据的宽谱光与承载了各用户的下行单播数据的光信号复合成一个混合光,并把所述混合光输出到环形器的输入端,所述环形器进一步用于将所述混合光传送到复用解复用设备;

[0062] 其中,所述第一宽谱光源和第二宽谱光源产生的宽谱光间隔自由频谱范围 FSR 的整数倍。

[0063] 本发明克服现有技术的不足,利用复用解复用设备的 FSR 周期性及频谱分割特性,首先由第二宽谱光源产生宽谱光,然后将组播数据调制于宽谱光上传输到复用解复用设备,然后利用复用解复用设备的频谱分割特性对宽谱光进行分割,在其各个输出端上分别输出承载了组播数据的不同波长的窄带激光,该技术方案简化了 WDM-PON 的网络,降低了对 OLT 处理能力的要求,降低了 WDM-PON 组网的复杂性及其成本,简单地、低成本地在 WDM-PON 中实现组播业务。

#### 附图说明

[0064] 图 1 为 PON 系统网络结构图;

[0065] 图 2 为现有技术方案的系统结构图;

[0066] 图 3 为 AWG 的 FSR 周期性原理示意图;

[0067] 图 4 为 AWG 谱线分割示意图;

[0068] 图 5 为本发明实施例中宽谱光源 1 与宽谱光源 2 的光谱示意图;

[0069] 图 6 为本发明实施例所述的实现广播业务的 WDM-PON 系统图;

[0070] 图 7 为本发明实施例所述的实现广播业务的流程图;

[0071] 图 8 为本发明实施例所述的实现组播业务的 WDM-PON 系统图。

#### 具体实施方式

[0072] 本发明的基本原理是利用复用解复用设备的 FSR 周期性及频谱分割特性在 WDM-PON 中实现广播和 / 或组播业务,首先由宽谱光源产生宽谱光,然后将广播和 / 或组播数据或者信号调制于宽谱光上传输到复用解复用设备,然后利用复用解复用设备的频谱分割特性对宽谱光进行分割,在其各个输出端上分别输出承载了广播 / 或组播数据或者信号的波长分别为  $(FSR + \lambda_1) \sim (FSR + \lambda_n)$  的窄带激光,ONU 接收后进行 O/E 转换并解调。

[0073] 以下结合附图和具体实施例进行详细说明。

[0074] 复用解复用设备可以用 AWG 或者 WGR(波导光栅路由器 Wavelength Grating Router),本发明实施例中以 AWG 为例进行说明。AWG 存在如图 3 所示的 FSR 周期性特性,在一个  $1 \times N$  的 AWG 的输入端输入波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  的  $N$  个光信号时,在其第一个输出端上输出波长为  $\lambda_1$  光信号,第  $N$  个输出端输出波长为  $\lambda_n$  的光信号;根据 AWG 的 FSR 周期

性,则当波长为  $(n \times \text{FSR} + \lambda_1)$  的光信号输入到上述 AWG 的输入端时,也将在 AWG 的第一个输出端上输出,同理,  $(n \times \text{FSR} + \lambda_n)$  的光信号将在 AWG 的第 N 个输出端上输出。因此,本发明实施例中承载了广播信号的波长为  $\lambda_1$  的光信号和承载了单播数据的波长为  $\text{FSR} + \lambda_1$  的光信号在 AWG 的第一个输出端输出,承载了广播信号的波长为  $\lambda_n$  的光信号和承载了单播数据的波长为  $\text{FSR} + \lambda_n$  的光信号在 AWG 的第 n 个输出端输出。

[0075] AWG 还具有谱线分割功能,如图 4 所示,其中图 4a 表示在一个  $1 \times N$  的 AWG 的输入端输入的宽谱光源的光谱,图 4b 表示 AWG 的透射谱,则该宽谱光经过 AWG 的分割后,将在 AWG 的 N 个输出端上分别输出中心波长为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  的窄带激光,图 4c 和图 4d 分别表示第一个输出端和第 N 个输出端上输出的光谱。

[0076] 本发明利用上述 AWG 的 FSR 周期性和谱线分割特性,光源部分采用了两个低成本的宽谱光源,分别称为宽谱光源 1 和宽谱光源 2。其中,宽谱光源 1 和 2 的光谱图满足图 5 所示要求,即必须间隔 FSR 的整数倍。

[0077] 如图 6 所示,本发明实施例的整个系统包括:OLT、AWG(为说明方便,本文中称其为第三 AWG)以及若干个 ONU。

[0078] 上述 OLT 主要包括:广播处理模块、下行处理模块、上行处理模块、耦合器以及环形器。

[0079] 其中,广播处理模块进一步包括宽谱光源 2、光放大器和调制器,宽谱光源 2 用于产生宽谱光,调制器用于把广播信号(模拟或数字或两者混合,后文同)调制到宽谱光中,光放大器用于对调制过后的宽谱光进行放大,最后,把承载了广播信号的宽谱光输出到耦合器的一个输入端。

[0080] 其中,下行处理模块进一步包括:交换处理模块、宽谱光源 1、光放大器、第一 AWG 和调制器阵列。

[0081] 单播数据下行时,交换处理模块从上一级设备接收 IP 分组数据包,根据目的地址的不同完成交换转发,在不同端口上输出各用户的下行单播数据;宽谱光源 1 用于产生宽谱光,光放大器用于对宽谱光源 1 产生的宽谱光进行功率放大;第一 AWG 接收来自光放大器的宽谱光,并完成宽谱光的谱线分割,输出波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  的窄带激光;调制器阵列用于把各用户的下行单播数据分别调制到上述波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  的窄带激光中;最后调制器阵列把承载了各用户的下行单播数据的光信号输出到耦合器的各个输入端。

[0082] 其中,耦合器完成把承载了广播信号的宽谱光与承载了各用户的下行单播数据的光信号复合成一个混合光,并把上述混合光输出到环形器的输入端。

[0083] 其中,环形器将来自上述耦合器的往下行方向的混合光输出到第三 AWG,而将来自第三 AWG 的往上行方向的混合光输出到第二 AWG。

[0084] 其中,上行处理模块进一步包括第二 AWG、PD 阵列及解调器阵列。其中,第二 AWG 用于从上述环形器接收上行方向的混合光,并将混合光中承载了各用户的上行单播数据的不同波长的光信号分别路由到不同的输出端;PD 阵列用于对不同波长的光信号完成光电转换;解调器阵列用于对承载了各用户的上行单播数据的电信号完成解调,还原上行数据。

[0085] 上述第三 AWG 在上行方向和下行方向的功能各不相同,下面分别介绍:

[0086] 下行方向:从上述 OLT 的环形器接收到下行方向的混合光后,对其中承载了广播信号的宽谱光完成谱线分割,对承载了各用户的下行单播数据的波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  光

信号完成光路由；谱线分割的结果是在第三 AWG 的各个输出端上分别输出承载了广播信号的波长分别为  $(FSR + \lambda_1) \sim (FSR + \lambda_n)$  的窄带激光；而光路由的结果是在第三 AWG 的各个输出端上分别输出承载了各用户的下行单播数据的波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  光信号；最终在第三 AWG 的各输出端上将输出两个分别承载了下行单播数据和广播信号的光信号，其波长间隔 FSR；最后，第三 AWG 分别把各个输出端上的光信号传输到各个 ONU；

[0087] 上行方向，第三 AWG 从各 ONU 接收承载了各用户的上行单播数据的波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  光信号，然后把波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  光信号的复合成一个往上行方向的混合光，并传输给上述 OLT 的环形器。

[0088] 如图 6 所示，以第 n 个 ONU 为例，ONU 主要包括粗波分器、O/E 及解调模块、接收和环回调制模块三个部分，其中：

[0089] 粗波分器一方面用于分离出承载了广播信号的波长为  $(FSR + \lambda_n)$  光信号及承载了该 ONU 用户的下行单播数据的波长为  $\lambda_n$  的光信号，并分别输出到 O/E 及解调模块和接收和环回调制模块，另一方面把来自接收和环回调制模块的承载了用户的上行单播数据的上行光传输到第三 AWG。

[0090] O/E 及解调模块接收到承载了广播信号的波长为  $(FSR + \lambda_n)$  光信号后，完成光电转换及解调，恢复出广播信号。

[0091] 下行方向：接收和环回调制模块完成对承载了该 ONU 用户的下行单播数据的波长为  $\lambda_n$  的光信号的光电转换及解调功能，恢复用户的下行单播数据并送给下一级设备处理。

[0092] 上行方向：接收和环回调制模块从下一级设备接收用户的上行单播数据，并通过 RSOA (reflective semiconductor optical amplifier, 半导体光放大器) 或注入锁定 F-P LD (法布里-珀罗 (FP-LD) 激光器) 产生用于承载上行单播数据的上行光，同时将用户的上行单播数据调制到上行光中，最后把承载了用户的上行单播数据的上行光输出到粗波分器。

[0093] 以下具体说明广播信号和下行单播数据的传输过程，如图 7 所示：

[0094] 1、宽谱光源 2 产生宽谱光，调制器将广播信号调制于宽谱光中并经光放大器放大后输入耦合器的一个输入端；宽谱光源 1 产生宽谱光（与宽谱光源 2 间隔 FSR 的整数倍）产生的宽谱光经光放大器放大后输入第一 AWG 进行谱线分割，谱线分割后输出波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  的窄带激光，调制器阵列用于把各用户的下行单播数据分别调制到上述波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  的窄带激光中并送入耦合器的各个输入端；

[0095] 2、耦合器将承载了广播信号的宽谱光与承载了各用户的下行单播数据的光信号复合成一个混合光，并把上述混合光输出到环形器的输入端；

[0096] 3、环形器将来自上述耦合器的往下行方向的混合光输出到第三 AWG；

[0097] 4、第三 AWG 对承载了广播信号的宽谱光完成谱线分割，在其各个输出端上分别输出承载了广播信号的波长分别为  $(FSR + \lambda_1) \sim (FSR + \lambda_n)$  的窄带激光；第三 AWG 对承载了各用户的下行单播数据的波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  光信号完成光路由，在其各个输出端上分别输出承载了各用户的下行单播数据的波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  光信号；最终在第三 AWG 的各输出端上将输出两个分别承载了下行单播数据和广播信号的光信号，其波长间隔 FSR；第三 AWG 分别把各个输出端上的光信号传输到各个 ONU；

[0098] 5、ONU 中的粗波分器分离出承载了广播信号光信号及承载了该 ONU 用户的下行单播数据的光信号,分别输出到 O/E 及解调模块和接收和环回调制模块;

[0099] 6、ONU 中的 O/E 及解调模块接收到承载了广播信号的光信号后,完成光电转换及解调,恢复出广播信号;接收和环回调制模块对承载了该 ONU 用户的下行单播数据的光信号进行光电转换及解调,恢复用户的下行单播数据并送给下一级设备处理。

[0100] 此外,单播数据上行时:

[0101] 1、ONU 接收和环回调制模块从下一级设备接收用户的上行单播数据,并通过 RSOA 或注入锁定 F-P LD 产生用于承载上行单播数据的上行光,然后将用户的上行单播数据调制到上行光中,最后把承载了用户的上行单播数据的上行光输出到粗波分器;

[0102] 2、粗波分器将承载了上行单播数据的上行光传送到第三 AWG,第三 AWG 从各 ONU 接收承载了各用户的上行单播数据的波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  光信号,然后把波长分别为  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  光信号的复合成一个往上行方向的混合光,并传输给上述 OLT 的环形器;

[0103] 3、第二 AWG 从环形器接收上行方向的混合光,并将混合光中承载了各用户的上行单播数据的不同波长的光信号分别路由到不同的输出端;PD 阵列对不同波长的光信号完成光电转换后输入到解调器阵列,解调器阵列对承载了各用户的上行单播数据的电信号完成解调,还原上行单播数据。

[0104] 由于广播信号的传输与单播数据的传输是在不同通道里完成的,而且这两种业务有可能由不同的服务(内容)提供商提供,因此存在这两种业务权限的四种组合方式:即两种业务的权限都没有,有两种业务的权限,只有广播信号的权限,只有数据业务的权限。因此,本发明中的 WDM-PON 系统除了具备正常的数据业务的接入控制之外,还应有控制广播信号接收的方法,包括以下步骤:

[0105] 网络管理员根据 ONU 的设备 ID 配置权限模板;

[0106] 在 ONU 上电后的注册认证过程中,ONU 向 OLT 发送接收广播的请求报文;

[0107] OLT 接收到 ONU 的接收广播的请求报文后,提取请求报文中的 ONU 的设备 ID,以此为索引到网络管理员配置的权限模块中进行权限验证,根据权限验证结果发送相应的广播控制报文(禁止或允许)给相应的 ONU;

[0108] ONU 接收到广播控制报文后,根据控制报文的内容做出相应动作,如果允许接收,则启动广播信号的光接收及解调电路,接收广播信号,否则,关闭广播信号的光接收及解调电路。

[0109] 上述用于传输广播信号的 WDM-PON 系统还可以用来传输组播数据,用以解决采用带内多拷贝技术传输组播的不足。如图 8 所示,与传输广播信号的区别在于,交换处理模块除了完成下行数据的交换转发之外,增加了从下行数据包中提取组播数据的功能,交换处理模块从下行数据包中提取组播数据后将其送入组播管理模块的调制器进行调制,调制器将组播数据调制于宽谱光源 2 产生的宽谱光中,后续处理方法与传输广播时相似,不再赘述。

[0110] 为了实现组播业务,OLT 还应当能够捕获来自 ONU 的加入组播组的请求,一方面完成组播代理功能,另一方面,根据上一层组播服务器返回的鉴权结果,判断该 ONU 是否有权限请求该组播组数据,并根据判断结果发送一个组播业务控制报文给该 ONU,所述 ONU 根据来自 OLT 的组播业务控制报文,滤出 OLT 允许其接收的组播组数据,而直接丢弃 OLT 不允许

的组播组数据。在 ONU 解调出 OLT 允许的组播组数据后,将发送给相应的下一级设备作进一步处理。

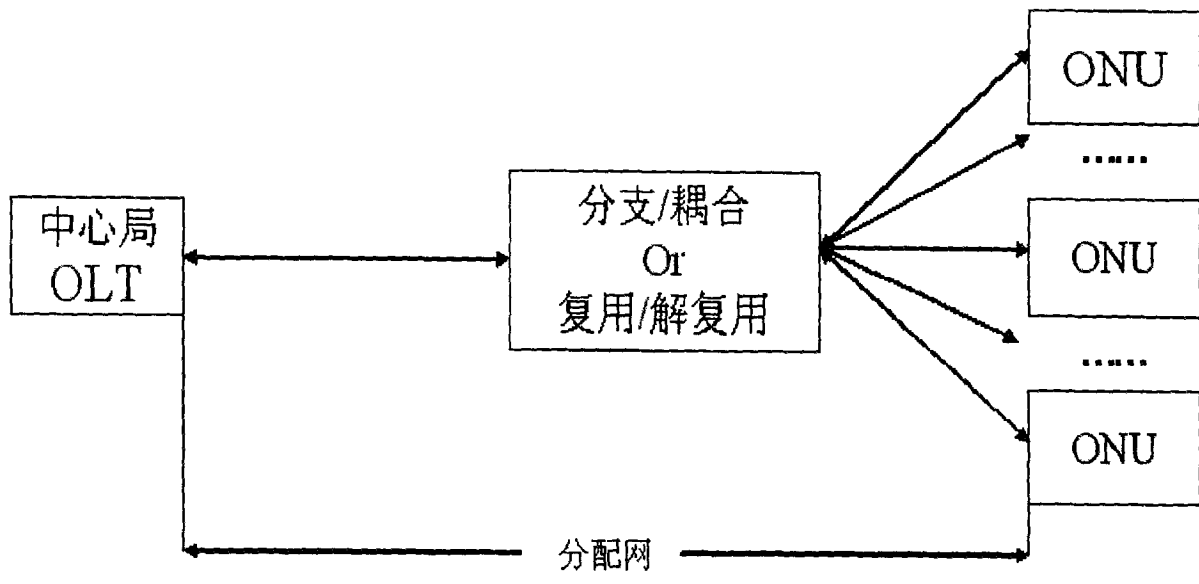


图 1

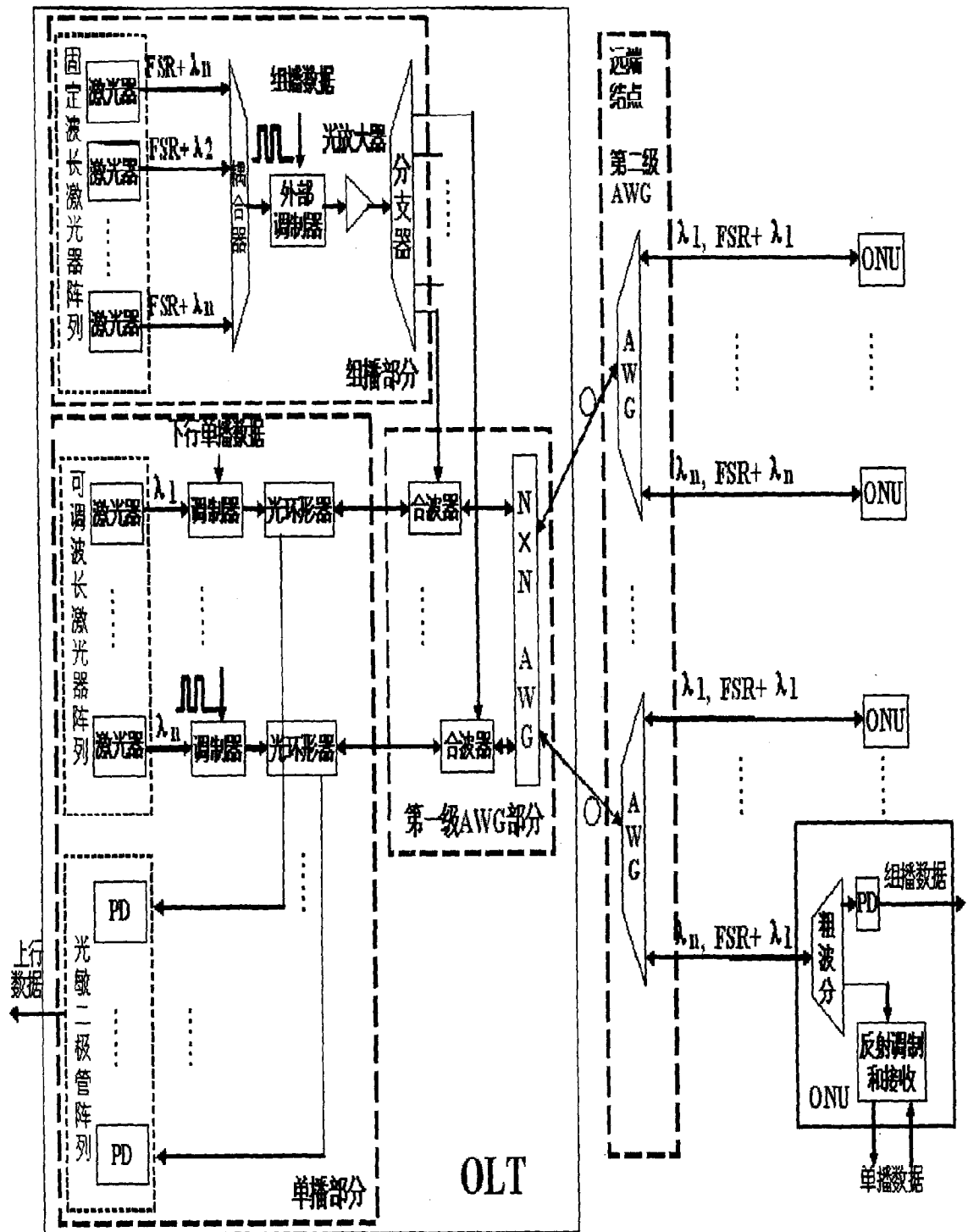


图 2

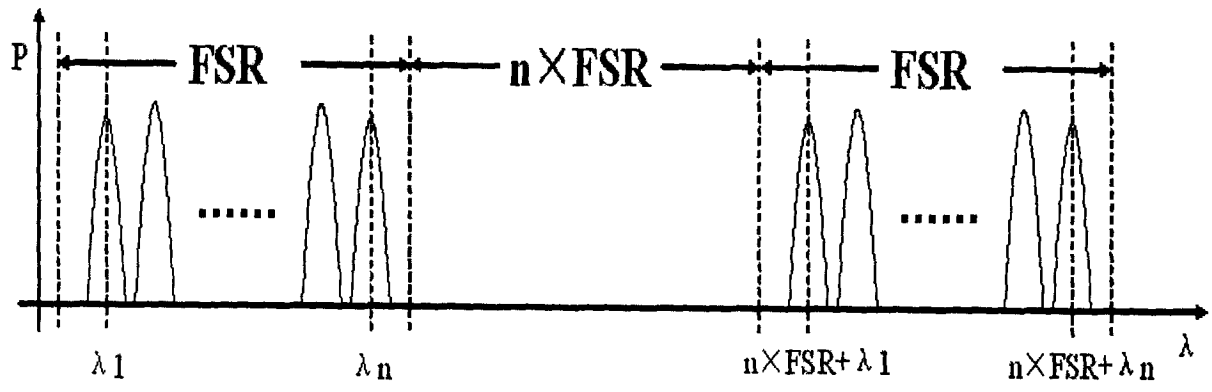


图 3

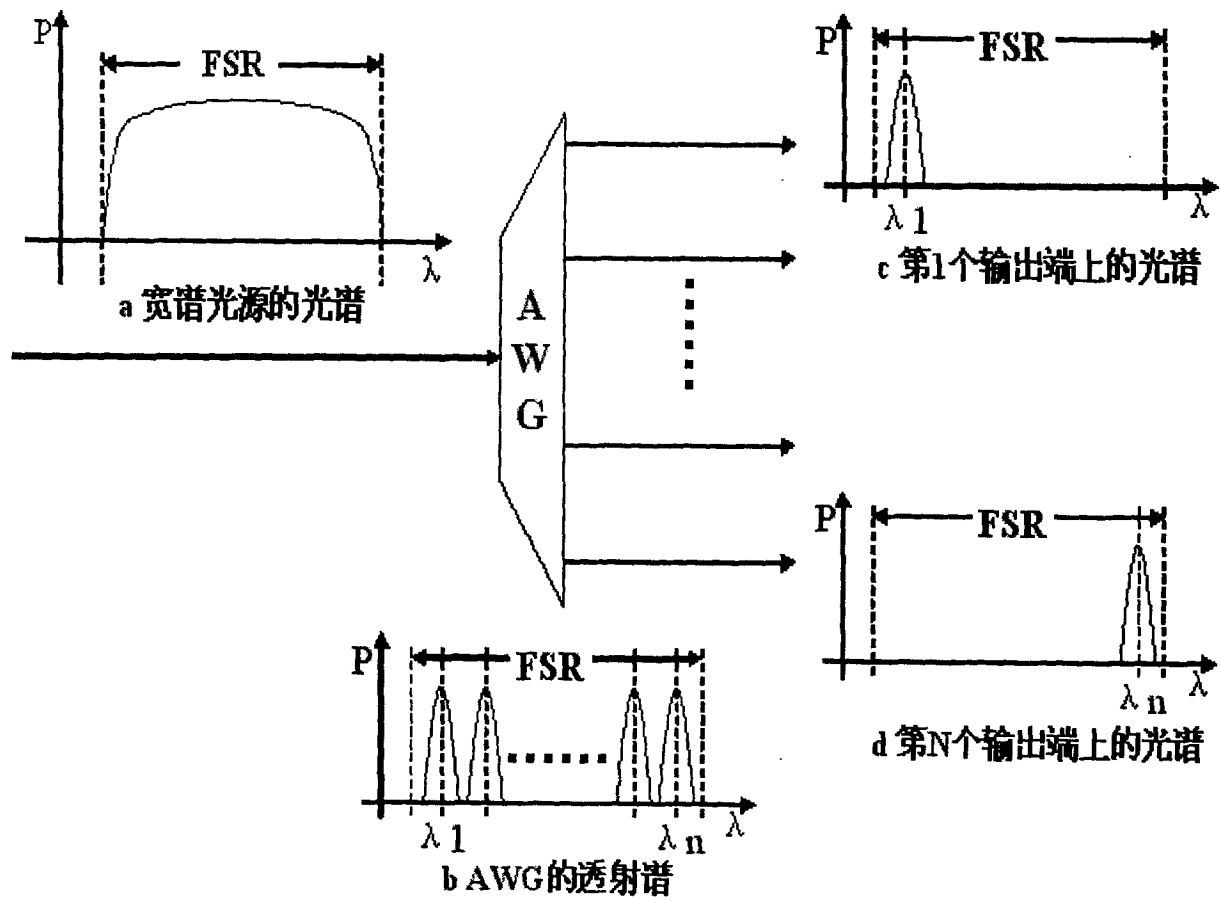


图 4



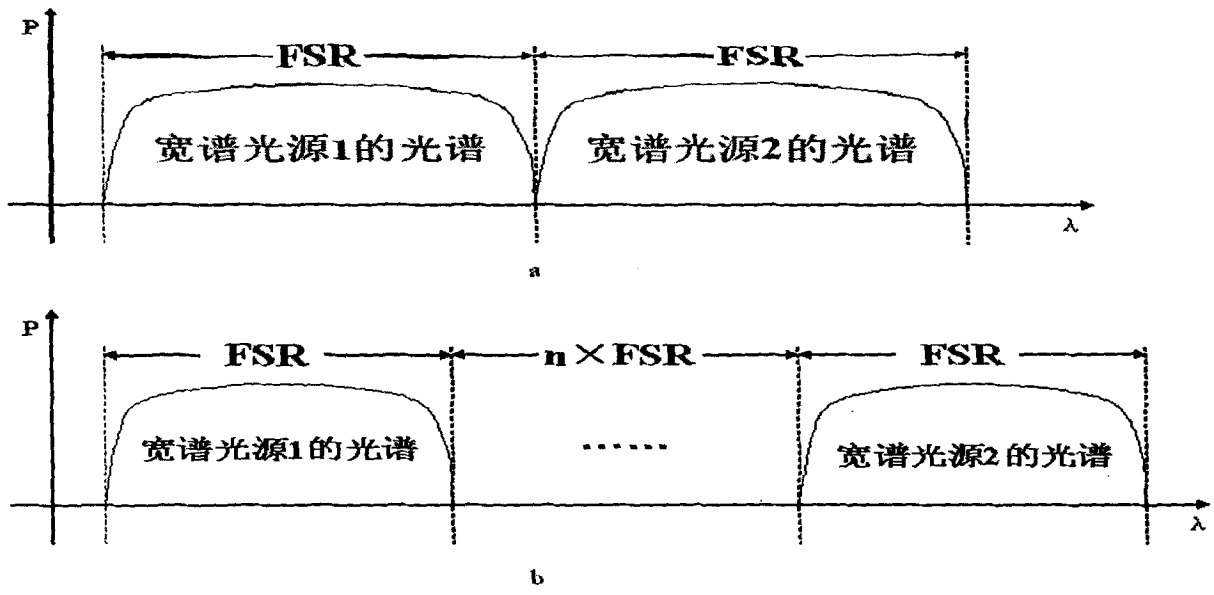


图 5

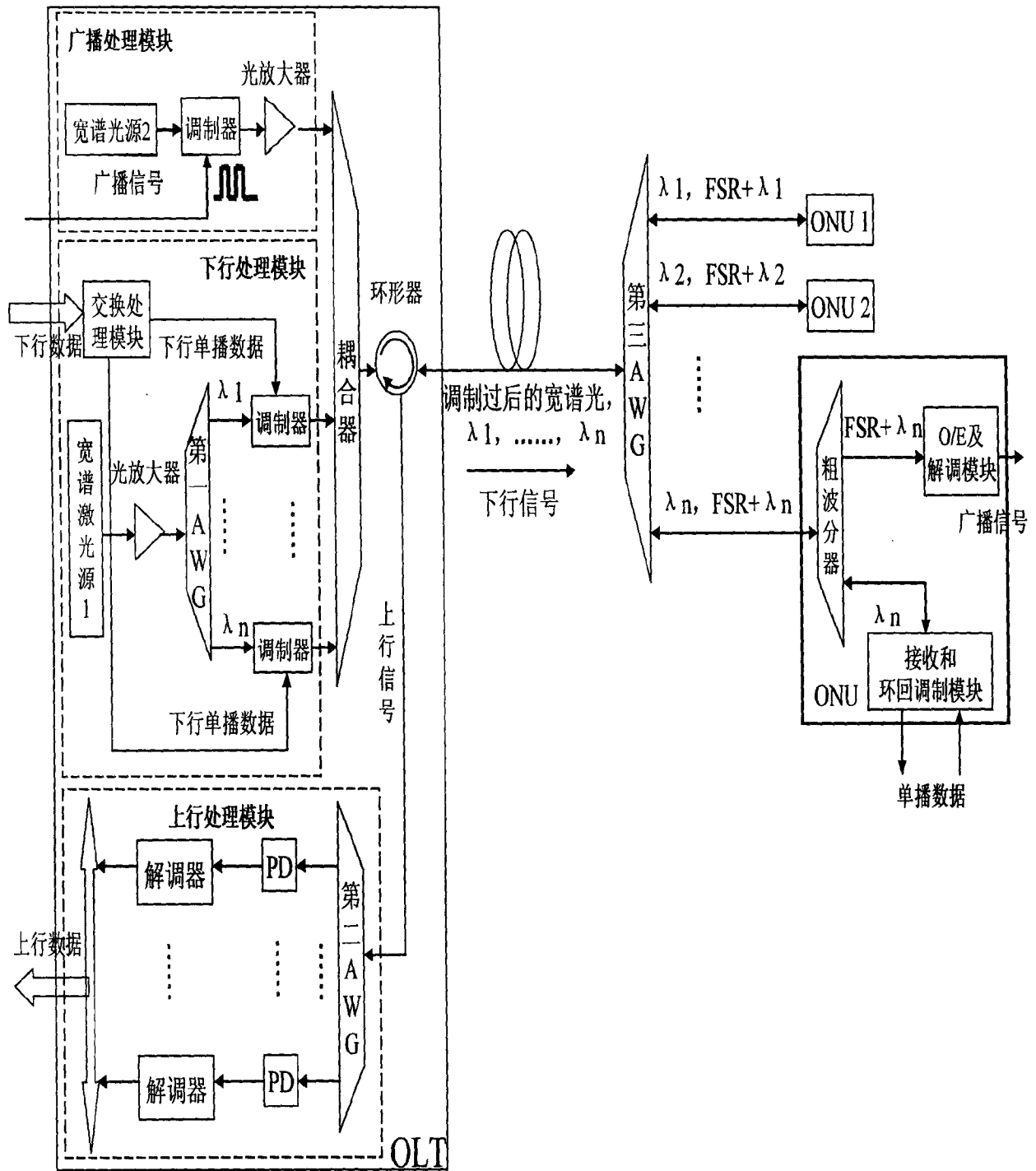


图 6

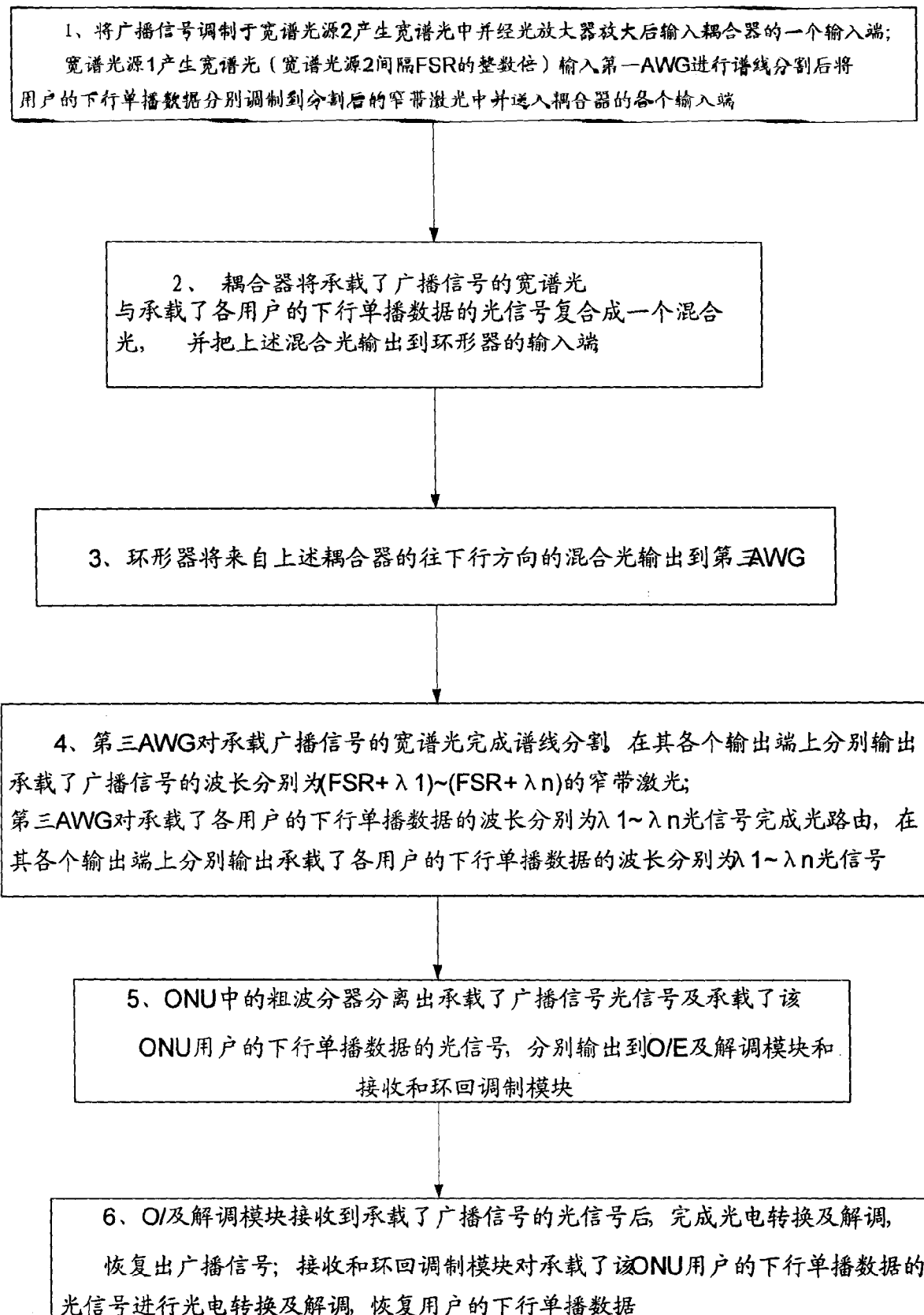


图7

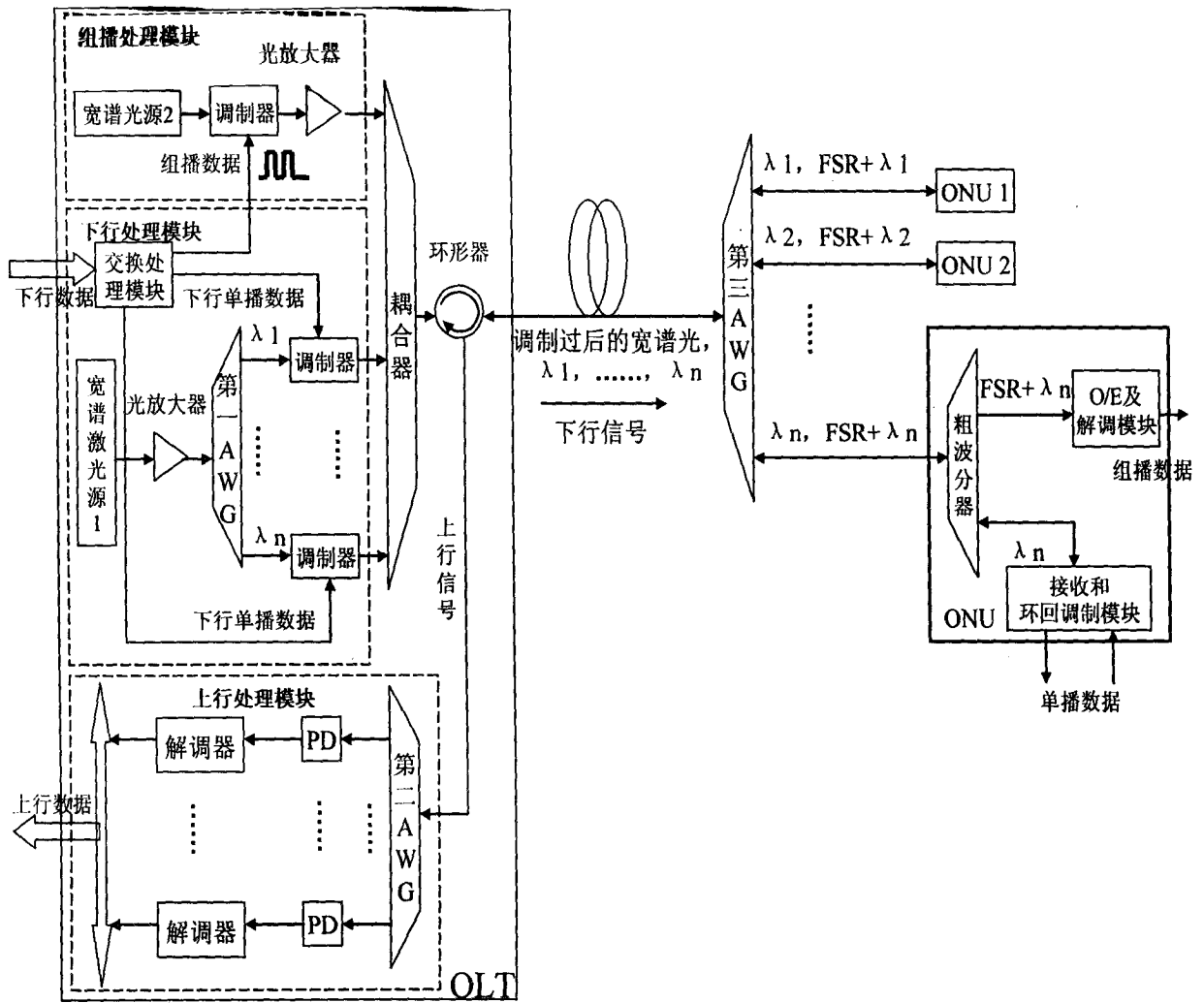


图 8