

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102714545 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 03

(21) 申请号 201280000101. 8

(22) 申请日 2012. 02. 21

(85) PCT申请进入国家阶段日
2012. 04. 01

(86) PCT申请的申请数据
PCT/CN2012/071400 2012. 02. 21

(71) 申请人 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

(72) 发明人 殷锦蓉 杨素林

(51) Int. Cl.
H04B 10/08 (2006. 01)
H04Q 11/00 (2006. 01)

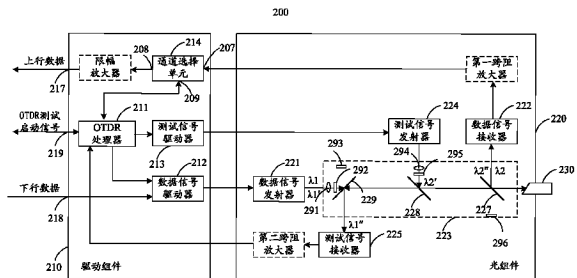
权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 6 页

(54) 发明名称

光收发模块、无源光网络系统、光纤检测方法和系统

(57) 摘要

本申请提供一种光收发模块,包括光组件和与所述光组件相连接的驱动组件,所述光组件包括:数据信号发射器,用于发射具有第一波长的第一数据信号,并在所述驱动组件的控制下向光纤网络发射具有所述第一波长的第一测试信号;测试信号接收器,用于接收所述第一测试信号的反射信号;测试信号发射器,用于在所述驱动组件的控制下向所述光纤网络发射具有第二波长的第二测试信号;数据信号接收器,用于接收具有所述第二波长的第二数据信号,并接收所述第二测试信号的反射信号。本申请还提供一种无源光网络系统和设备,以及一种光纤检测方法及系统。



1. 一种光收发模块,其特征在于,包括:光组件和与所述光组件相连接的驱动组件,所述光组件包括:

数据信号发射器,用于发射具有第一波长的第一数据信号,并在所述驱动组件的控制下向光纤网络发射具有所述第一波长的第一测试信号;

测试信号接收器,用于接收所述第一测试信号在所述光纤网络发生反射而产生的第一反射信号;

测试信号发射器,用于在所述驱动组件的控制下向所述光纤网络发射具有第二波长的第二测试信号;

数据信号接收器,用于接收具有所述第二波长的第二数据信号,并接收所述第二测试信号在所述光纤网络发生反射而产生的第二反射信号。

2. 如权利要求1所述的光收发模块,其特征在于,所述驱动组件包括测试处理器、数据信号驱动器和测试信号驱动器;

所述测试处理器用于启动测试模式,并对所述测试信号接收器和所述数据信号接收器返回的第一反射信号和第二反射信号进行预处理;

所述测试信号驱动器和所述数据信号驱动器用于在所述测试处理器的控制下分别驱动所述数据信号发射器和所述测试信号发射器发射所述第一测试信号和所述第二测试信号。

3. 如权利要求1所述的光收发模块,其特征在于,所述驱动组件包括测试处理器和数据信号驱动器;

所述测试处理器用于启动测试模式,并对所述测试信号接收器和所述数据信号接收器返回的第一反射信号和第二反射信号进行预处理;

所述数据信号驱动器用于在所述测试处理器的控制下驱动所述数据信号发射器发射所述第一测试信号,并且所述测试处理器还用于驱动所述测试信号发射器发射所述第一测试信号。

4. 如权利要求2或3所述的光收发模块,其特征在于,所述数据信号驱动器还用于在所述光收发模块进入测试模式之前,在所述测试处理器的控制下,驱动所述数据信号发射器向对端设备发射暂停发送所述第二数据信号的指令。

5. 如权利要求4所述的光收发模块,其特征在于,所述驱动组件还包括通道选择单元,所述通道选择单元用于在正常通信模式下将所述数据信号接收器接收到第二输出信号转发给光线路终端的数据处理模块,并在测试模式下将所述数据信号接收器接收到第二反射信号提供给所述测试处理器。

6. 如权利要求1所述的光收发模块,其特征在于,所述光组件还包括光纤适配器和滤波组件,所述数据信号发射器、所述数据信号接收器、所述测试信号发射器和所述测试信号接收器通过所述滤波组件耦合到所述光纤适配器;

所述滤波组件用于将所述数据信号发射器发射的第一数据信号与第一测试信号以及所述测试信号发射器发射的所述第二测试信号提供到所述光纤适配器并输出到所述光纤网络;还用于将从所述光纤适配器输入的第二数据信号和第二反射信号提供到所述数据信号接收器,并将从所述光纤适配器输入的第一反射信号提供到所述测试信号接收器。

7. 如权利要求6所述的光收发模块,其特征在于,所述滤波组件包括沿所述光纤适配

器延伸的主光路方向依序设置的第一波分复用滤波片、第二波分复用滤波片和分光器滤波片；

所述第一波分复用滤波片用于透射具有所述第一波长的光信号，并部分反射部分透射具有所述第二波长的光信号；

所述第二波分复用滤波片用于透射具有所述第一波长的光信号并反射具有所述第二波长的光信号；

所述分光器滤波片用于部分反射部分透射具有所述第一波长的光信号。

8. 如权利要求 7 所述的光收发模块，其特征在于，所述数据信号接收器耦合到所述第一波分复用滤波片的反射光路，所述测试信号发射器耦合到所述第二波分复用滤波片的反射光路，所述数据信号发射器耦合到所述分光器滤波片的透射光路，所述测试信号接收器耦合到所述分光器滤波片的反射光路。

9. 如权利要求 7 所述的光收发模块，其特征在于，所述测试信号发射器耦合到所述第一波分复用滤波片的反射光路，所述数据信号接收器耦合到所述第二波分复用滤波片的反射光路，所述数据信号发射器耦合到所述分光器滤波片的透射光路，所述测试信号接收器耦合到所述分光器滤波片的反射光路。

10. 如权利要求 6 所述的光收发模块，其特征在于，所述滤波组件包括第一分光器滤波片、第二分光器滤波片和波分复用滤波片；

所述波分复用滤波片设置在沿所述光纤适配器延伸的主光路，用于透射具有所述第一波长的光信号，并反射具有所述第二波长的光信号；

所述第一分光器滤波片设置在所述波分复用滤波片的反射光路，用于部分反射部分透射具有所述第一波长的光信号；

所述第二分光器滤波片设置在所述波分复用滤波片的透射光路，用于将部分反射部分透射具有所述第二波长的光信号。

11. 如权利要求 10 所述的光收发模块，其特征在于，所述测试信号发射器和所述数据信号接收器分别耦合到所述第一分光器滤波片的透射光路和反射光路，并与所述第一分光器滤波片封装到第一 TO-CAN 模块；

所述数据信号发射器和所述测试信号接收器分别耦合到所述第二分光器滤波片的透射光路和反射光路，并与所述第二分光器滤波片封装到第二 TO-CAN 模块。

12. 如权利要求 6 所述的光收发模块，其特征在于，所述滤波组件包括分光器滤波片、第一波分复用滤波片和第二波分复用滤波片；

所述分光器滤波片设置在沿所述光纤适配器延伸的主光路，用于部分透射部分反射具有所述第一波长的光信号，并部分透射部分反射具有所述第二波长的光信号；

所述第一波分复用滤波片设置在所述分光器滤波片的反射光路，用于透射具有所述第二波长的光信号，并反射具有所述第一波长的光信号；

所述第二波分复用滤波片设置在所述分光器滤波片的透射光路，用于透射具有所述第一波长的光信号，并反射具有所述第二波长的光信号。

13. 如权利要求 12 所述的光收发模块，其特征在于，所述测试信号发射器和所述测试信号接收器分别耦合到所述第一波分复用滤波片的透射光路和反射光路，并与所述第一波分复用滤波片封装到第一 TO-CAN 模块；

所述数据信号发射器和所述数据信号接收器分别耦合到所述第二波分复用滤波片的透射光路和反射光路,并与所述第二波分复用滤波片封装到第二 TO-CAN 模块。

14. 一种无源光网络系统,其特征在于,包括光线路终端、多个光网络单元和光分配网络,所述光线路终端通过所述光分配网络连接到所述多个光网络单元,其中所述光线路终端和 / 或所述光网络单元包括集成有测试功能的光收发模块,所述光收发模块采用如权利要求 1 至 13 中任一项所述的光收发模块。

15. 一种光线路终端,其特征在于,包括数据处理模块和光收发模块,所述光收发模块采用如权利要求 1 至 13 中任一项所述的光收发模块,所述数据处理模块用于将第一数据信号提供给所述光收发模块进行发射,并对所述光收发模块结合收到的第二数据信号进行数据处理,并且,所述数据处理模块还用于根据所述光收发模块接收到的第一反射信号和所述第二反射信号,对光纤线路进行分析。

16. 一种无源光网络的光纤检测方法,其特征在于,包括:

在无源光网络出现故障时,判断故障是否发生在光分配网络的主干光纤或分布光纤;

如果是,采用下行波长向所述光分配网络发送第一测试信号,并根据所述第一测试信号的反射信号,对所述主干光纤或分布光纤的故障进行定位;

如果不是,采用上行波长向所述光分配网络发送第二测试信号,并根据所述第二测试信号的反射信号,确定出现故障的分支光纤或光网络单元。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在于,所述第一测试信号和下行数据信号采用光收发模块的同一个发射器进行发射,且所述第二测试信号的反射信号和上行数据信号采用所述光收发模块的同一个接收器进行接收。

18. 一种光纤检测系统,其特征在于,包括光线路终端、多个光网络单元和光分配网络,所述光线路终端通过所述光分配网络连接到所述多个光网络单元;

所述光分配网络包括第一级分光器和多个第二级分光器,所述第一级分光器通过主干光纤连接到所述光线路终端,并通过分布光纤连接到所述多个第二级分光器,所述多个第二级分光器分别通过分支光纤连接到所述光网络单元;

所述光线路终端包括光收发模块,所述光收发模块用于采用下行波长向所述光分配网络发送第一测试信号,并根据所述第一测试信号的反射信号,对所述主干光纤或分布光纤的故障进行定位;且用于采用上行波长向所述光分配网络发送第二测试信号,并根据所述第二测试信号的反射信号,确定出现故障的分支光纤或光网络单元。

19. 如权利要求 18 所述的光纤检测系统,其特征在于,所述光收发模块采用同一个光发射器发射下行数据信号和所述第一测试信号,并采用同一个光接收器接收上行数据信号和所述第二反射信号。

光收发模块、无源光网络系统、光纤检测方法和系统

技术领域

[0001] 本申请涉及光通信技术,特别地,涉及一种集成光纤检测功能的光收发模块和无源光网络(Passive Optical Network,PON)系统及设备,并且,本申请还涉及一种光纤检测方法及系统。

背景技术

[0002] 随着用户对带宽需求的不断增长,传统的铜线宽带接入系统越来越面临带宽瓶颈;与此同时,带宽容量巨大的光纤通信技术日益成熟,应用成本逐年下降,光纤接入网成为下一代宽带接入网的有力竞争者,其中尤其以无源光网络更具竞争力。

[0003] 通常而言,无源光网络系统包括一个位于中心局的光线路终端(Optical Line Terminal,OLT)、多个位于用户侧的光网络单元(Optical Network Unit,ONU)以及一个用于对光线路终端和光网络单元之间的光信号进行分支/耦合或者复用/解复用的光分配网络(Optical Distribution Network,ODN)。其中,光线路终端和光网络单元通过设置在其内部的光收发模块(或称为数据收发光模块)进行上下行数据收发。

[0004] 在光纤通信领域,光时域反射计(Optical Time Domain Reflectometer,OTDR)是一种常用的光纤测试仪器。OTDR通过向待测光纤网络中发射测试信号,并检测所述测试信号在待测光纤网络发生的后向反射和散射信号,来获知光纤线路的状态信息,从而为光纤网络的维护提供快速的分析和故障定位手段。

[0005] 为简化网络结构并实现对光分配网络的实时监控,业界提出将OTDR测试功能集成到光收发模块内部,从而实现集成式OTDR(又称EOTDR)。在一种现有的集成有OTDR测试功能的光收发模块中,OTDR测试信号和下行数据信号采用同一个波长,并且共用同一个光发射组件进行信号发射。在进行光纤检测时,OTDR测试信号通过幅度调制叠加到下行数据信号并向光分配网络发射,OTDR测试信号在光分配网络的传输过程中会在光纤弯曲、断裂或者连接不紧密等事件点发生瑞利散射或者反射,从而产生沿原路返回的反射信号。反射信号进一步被光收发模块内部的OTDR探测器接收,进一步地,光线路终端内部的OTDR处理器可进一步分析该反射信号并计算得到光分配网络的线路衰减情况以及指示各个光纤事件点的OTDR测试曲线。

[0006] 不过,在无源光网络系统中,光分配网络通常采用无源光分路器进行信号的分支/耦合,由于光分路器的功率损耗较大,采用上述共用光发射组件的光收发模块难以直接地进行分支光纤的故障定责和定界。因此,采用上述方案进行光纤检测时,仍需要结合其他手段,比如在分支光纤上增加光反射器来进行故障定位等,此不但会导致成本上升,而且会增加施工难度。

发明内容

[0007] 针对上述问题,本申请提供一种可以进行分支光纤故障定责和定界的光收发模块。同时,本申请还提供一种采用所述光收发模块的无源光网络系统和设备,以及一种光纤

检测方法和系统。

[0008] 一种光收发模块,包括光组件和与所述光组件相连接的驱动组件,所述光组件包括:数据信号发射器,用于发射具有第一波长的第一数据信号,并在所述驱动组件的控制下向光纤网络发射具有所述第一波长的第一测试信号;测试信号接收器,用于接收所述第一测试信号在所述光纤网络发生反射而返回的第一反射信号;测试信号发射器,用于在所述驱动组件的控制下向所述光纤网络发射具有第二波长的第二测试信号;数据信号接收器,用于接收具有所述第二波长的第二数据信号,并接收所述第二测试信号在所述光纤网络发生反射而返回的第二反射信号。

[0009] 一种无源光网络系统,包括光线路终端、多个光网络单元和光分配网络,所述光线路终端通过所述光分配网络连接到所述多个光网络单元,其中所述光线路终端和/或所述光网络单元包括集成有测试功能的光收发模块,所述光收发模块采用如上所述的光收发模块。

[0010] 一种光线路终端,包括数据处理模块和光收发模块,所述光收发模块采用如上所述的光收发模块,所述数据处理模块用于将第一数据信号提供给所述光收发模块进行发射,并对所述光收发模块结合收到的第二数据信号进行数据处理,并且,所述数据处理模块还用于根据所述光收发模块接收到的第一反射信号和所述第二反射信号,对光纤线路进行分析。

[0011] 一种无源光网络的光纤检测方法,包括:在无源光网络出现故障时,判断故障是否发生在光分配网络的主干光纤或分布光纤;如果是,采用下行波长向所述光分配网络发送第一测试信号,并根据所述第一测试信号的反射信号,对所述主干光纤或分布光纤的故障进行定位;如果不是,采用上行波长向所述光分配网络发送第二测试信号,并根据所述第二测试信号的反射信号,确定出现故障的分支光纤或光网络单元。

[0012] 一种光纤检测系统,包括光线路终端、多个光网络单元和光分配网络,所述光线路终端通过所述光分配网络连接到所述多个光网络单元;所述光分配网络包括第一级分光器和多个第二级分光器,所述第一级分光器通过主干光纤连接到所述光线路终端,并通过分布光纤连接到所述多个第二级分光器,所述多个第二级分光器分别通过分支光纤连接到所述光网络单元;所述光线路终端包括光收发模块,所述光收发模块用于采用下行波长向所述光分配网络发送第一测试信号,并根据所述第一测试信号的反射信号,对所述主干光纤或分布光纤的故障进行定位;且用于采用上行波长向所述光分配网络发送第二测试信号,并根据所述第二测试信号的反射信号,确定出现故障的分支光纤或光网络单元。

[0013] 在本申请提供的光收发模块采用双波长的测试信号,其中第一测试信号与第一数据信号共用光发射组件,第二测试信号与第二数据信号共用光接收组件,通过上述配置,所述光收发模块可以接收到所述第一测试信号和所述第二测试信号相对应的第一反射信号和第二反射信号。根据所述第一反射信号和第二反射信号,可以获得的第一测试曲线和第二测试曲线,从而实现对光纤网络的主干光纤和分布光纤的故障定位以及对分支光纤和光网络单元线路分析和故障定责及定界,而无需借助其他辅助测试手段。因此本申请提供的光收发模块可以简单有效地对光纤网络进行故障检测和诊断分析,不仅可以有效降低 OTDR 测试成本,还可以减小施工难度。

附图说明

- [0014] 图 1 为一种无源光网络系统的结构示意图。
- [0015] 图 2 为本申请一种实施例提供的光收发模块的结构示意图。
- [0016] 图 3 为本申请一种实施例提供的光纤检测方法的流程示意图。
- [0017] 图 4 为本申请另一种实施例的光收发模块的光组件的结构示意图。
- [0018] 图 5 为本申请又一种实施例的光收发模块的光组件的结构示意图。
- [0019] 图 6 为本申请又一种实施例的光收发模块的光组件的结构示意图。
- [0020] 图 7 为本申请又一种实施例的光收发模块的光组件的结构示意图。
- [0021] 图 8 为本申请又一种实施例的光收发模块的光组件的结构示意图。

具体实施方式

[0022] 以下结合具体实施例,对本申请提供的光收发模块及光纤检测方法进行详细描述。

[0023] 本申请提供的光收发模块可以适用于无源光网络系统等点到多点的光纤网络。请参阅图 1,其为一种无源光网络系统的结构示意图。所述无源光网络系统 100 包括至少一个光线路终端 110、多个光网络单元 120 和一个光分配网络 130。所述光线路终端 110 通过所述光分配网络 130 连接到所述多个光网络单元 120。其中,从所述光线路终端 110 到所述光网络单元 120 的方向定义为下行方向,而从所述光网络单元 120 到所述光线路终端 110 的方向为上行方向。

[0024] 所述无源光网络系统 100 可以是不需要任何有源器件来实现所述光线路终端 110 与所述光网络单元 120 之间的数据分发的通信网络,比如,在具体实施例中,所述光线路终端 110 与所述光网络单元 120 之间的数据分发可以通过所述光分配网络 130 中的无源光器件(比如分光器)来实现。并且,所述无源光网络系统 100 可以为 ITU-T G.983 标准定义的异步传输模式无源光网络(ATM PON)系统或宽带无源光网络(BPON)系统、ITU-T G.984 标准定义的吉比特无源光网络(GPON)系统、IEEE 8023ah 标准定义的以太网无源光网络(EPON)、或者下一代无源光网络(NGA PON,比如 XGPON 或 10G EPON 等)。上述标准定义的各种无源光网络系统的全部内容通过引用结合在本申请文件中。

[0025] 所述光线路终端 110 通常位于中心位置(例如中心局 Central Office, CO),其可以统一管理所述一个或多个光网络单元 120。所述光线路终端 110 可以充当所述光网络单元 120 与上层网络(图未示)之间的媒介,将从所述上层网络接收到的数据作为下行数据并通过所述光分配网络 130 转发到所述光网络单元 120,以及将从所述光网络单元 120 接收到的上行数据转发到所述上层网络。

[0026] 所述光线路终端 110 的具体结构配置可能会因所述无源光网络 100 的具体类型而异,比如,在一种实施例中,所述光线路终端 110 可以包括光收发模块 200 和数据处理模块 201。所述光收发模块 200 可以通过所述光分配网络 130 将所述数据处理模块 201 提供的下行数据信号发送给所述光网络单元 120,并接收所述光网络单元 120 通过所述光分配网络 130 发送的上行数据信号,并且将所述上行数据信号提供给所述数据处理模块 201 进行数据处理。另外,在具体实施例中,所述光收发模块 200 还可以集成有 OTDR 测试功能,比如,所述光收发模块 200 还可以向所述光分配网络 130 发送测试信号,并接收所述测试信号在

所述光分配网络 130 发生散射或反射而返回的反射信号,并且根据所述反射信号获得测试曲线并进一步进行光纤线路状态分析及故障定位。

[0027] 其中,所述光收发模块 200 发送的测试信号可以为单波长信号,比如,所述测试信号可以与所述下行数据信号采用同一个波长(即下行波长)并共用光发射组件,或者,与所述上行数据信号采用同一个波长(即上行波长)并共用光接收组件。在一种较佳实施例中,所述测试信号还可以为双波长信号,比如,所述测试信号可以包括不同波长的第一 OTDR 测试信号和第二 OTDR 测试信号,其中,所述第一 OTDR 测试信号的波长可以与所述下行波长相同,并且所述第一 OTDR 测试信号可以与所述下行数据信号共用光发射组件;所述第二 OTDR 测试信号的波长可以与所述上行波长相同,并且所述第一 OTDR 测试信号可以与所述上行数据信号共用光接收组件。

[0028] 所述光网络单元 120 可以分布式地设置在用户侧位置(比如用户驻地)。所述光网络单元 120 可以为用于与所述光线路终端 110 和用户进行通信的网络设备,具体而言,所述光网络单元 120 可以充当所述光线路终端 110 与所述用户之间的媒介,例如,所述光网络单元 120 可以将所述光线路终端 110 接收到的下行数据转发到所述用户,以及将从所述用户接收到的数据作为上行数据通过所述光分配网络 130 转发到所述光线路终端 110。应当理解,所述光网络单元 120 的结构与光网络终端(Optical Network Terminal, ONT)相近,因此在本申请文件提供的方案中,光网络单元和光网络终端之间可以互换。

[0029] 所述光网络单元 120 的具体结构配置可能会因所述无源光网络 100 的具体类型而异,比如,在一种实施例中,所述光网络单元 120 可以包括光收发模块 300,用于接收所述光线路终端 110 通过所述光分配网络 130 发送的下行数据信号,并通过所述光分配网络 130 向所述光线路终端 110 发送上行数据信号。所述光收发模块 200 的具体结构可以与所述光线路终端 110 的光收发模块 200 相类似,比如所述光收发模块 300 也可以集成有 OTDR 测试功能。具体而言,所述光收发模块 200 还可以向所述光分配网络 130 发送测试信号,并接收所述测试信号在所述光分配网络 130 发生散射或反射而返回的反射信号,并且根据所述反射信号进行光纤线路状态分析及故障定位。其中,所述测试信号可以为单波长信号,可替代地,所述测试信号也可以为双波长信号,比如,所述测试信号可以包括第一 OTDR 测试信号和第二 OTDR 测试信号,其中,所述第一 OTDR 测试信号的波长可以与所述下行波长相同,所述第二 OTDR 测试信号的波长可以与所述上行波长相同。

[0030] 所述光分配网络 130 可以是一个数据分发系统,其可以包括光纤、光耦合器、光分路器和/或其他设备。在一个实施例中,所述光纤、光耦合器、光分路器和/或其他设备可以是在所述光线路终端 110 和所述光网络单元 120 之间分发数据信号是不需要电源支持的器件。另外,在其他实施例中,该光分配网络 130 还可以包括一个或多个处理设备,例如,光放大器或者中继设备(Relay device)。在如图 1 所示的分支结构中,所述光分配网络 130 具体可以采用两级分光的方式从所述光线路终端 110 延伸到所述多个光网络单元 120,但也可以配置成其他任何点到多点(如单级分光或者多级分光)或者点到点的结构。

[0031] 请参阅图 1,所述光分配网络 130 采用分光器来实现数据分发,出于可靠性和运维方面的考虑,所述光分配网络 130 可以采用两级分光的方式来部署,包括第一级分光器 131 和多个第二级分光器 132。所述第一级分光器 131 的公共端通过主干光纤(Feed Fiber)133

连接到所述光线路终端 110 的光收发模块 200, 且其分支端分别通过分布光纤 (Distribute Fiber) 134 对应地连接到所述第二级分光器 132 的公共端, 每个第二级分光器 132 的分支端分别进一步通过分支光纤 (Drop Fiber) 135 连接到对应的光网络单元 120 的光收发模块 300。在下行方向, 所述光线路终端 110 发送的下行数据信号先经过第一级分光器 131 进行第一次分光之后, 再分别经过第二级分光器 132 进行第二次分光, 从而形成多路下行信号并传输给各个光网络单元 120。在上行方向, 各个光网络单元 120 发送的上行数据信号依次通过所述第二级分光器 132 和第一级分光器 131 进行合路之后传输到所述光线路终端 110。其中, 所述第一级分光器 131 可以部署在距中心局较近的光配线架 (Optical Distribution Frame, ODF), 而所述第二级分光器 132 可以部署在远端节点 (Remote Node, RN)。

[0032] 以下结合图 2 详细介绍本申请提供的光收发模块的具体实现方案。如上所述, 所述光线路终端 110 的光收发模块 200 与所述光网络单元 120 的光收发模块 300 结构相类似, 因此, 以下仅主要介绍所述光收发模块 200 的结构及功能, 所属技术领域的技术人员可以参照以下关于所述光收发模块 200 的描述获悉所述光收发模块 300 的实现方式。

[0033] 请参阅图 2, 其为本申请一种实施例提供的光收发模块 200 的结构示意图。所述光收发模块 200 可以是具有嵌入式 OTDR 测试功能的单纤双向光模块。所述光收发模块 200 包括驱动组件 210 和光组件 220, 所述驱动组件 210 用于驱动所述光组件 220, 所述光组件 220 用于在所述驱动组件 210 的驱动下进行测试信号和数据信号的发射和接收; 可选地, 所述驱动组件 210 还可以对所述光组件 220 接收到的测试信号和 / 或数据信号进行信号预处理。

[0034] 为便于理解, 以下描述以所述光收发模块 200 应用在图 1 所示的光线路终端 110 为例。所述光组件 220 首先可以通过光纤适配器 230 连接到所述光分配网络 130 的主干光纤 133, 并通过所述光分配网络 130 向所述光网络单元 120 发送下行数据信号且接收所述光网络单元 120 发送的上行数据信号。具体而言, 所述光组件 220 可以包括数据信号发射器 221、数据信号接收器 222 和滤波组件 223。其中, 所述数据信号发射器 221 可以为激光二极管 (Laser Diode, LD), 用于发射具有第一波长 $\lambda 1$ 的下行数据信号 (以下记为下行数据信号 $\lambda 1$); 所述数据信号接收器 222 可以为光电二极管 (Photo Diode, PD), 比如雪崩光电二极管 (Avalanche Photo Diode, APD), 用于接收具有第二波长 $\lambda 2$ 的上行数据信号 (以下记为上行数据信号 $\lambda 2$)。所述滤波组件 223 可将所述数据发射器 221 发射的下行数据信号 $\lambda 1$ 中至少一部分耦合到所述光纤适配器 230, 并将从所述光纤适配器 230 输入的上行数据信号 $\lambda 2$ 中至少一部分耦合到所述数据信号接收器 220。

[0035] 在一种实施例中, 所述滤波组件 223 可以包括第一波分复用 (Wavelength Division Multiplexer, WDM) 滤波片 227、第二波分复用滤波片 228 和分光器滤波片 229。所述第一波分复用滤波片 227、所述第二波分复用滤波片 228 和所述分光器滤波片 229 可以依序设置在所述光组件 220 内部沿所述光纤适配器 230 延伸方向的主光路, 并与所述主光路之间具有一定的夹角。其中, 所述第一波分复用滤波片 227 可以对具有所述第一波长 $\lambda 1$ 的光信号进行大约 100% 的透射, 并对具有所述第二波长 $\lambda 2$ 的光信号进行大约 $y\%$ 的反射和大约 $(100-y)\%$ 的透射。所述第二波分复用滤波片 228 可以对具有所述第一波长 $\lambda 1$ 的光信号进行大约 100% 的透射, 并对具有所述第二波长 $\lambda 2$ 的信号进行大约 100% 的反射。所述分光器滤波片 229 可以对具有所述第一波长 $\lambda 1$ 的光信号进行 $x\%$ 的透射以及

(100-x)%的反射。在具体实施例中,所述 x、y 的值可以均为 90,且所述第一波长 λ_1 和所述第二波长 λ_2 可以分别为 1490nm 和 1310nm,或者,1577nm 和 1270nm。

[0036] 所述第一波分复用滤波片 227、所述第二波分复用滤波片 228 和所述分光器滤波片 229 的透射光路与所述光组件 220 的主光路相重叠,而所述第一波分复用滤波片 227、所述第二波分复用滤波片 228 和所述分光器滤波片 229 的反射光路分别与所述主光路基本垂直。所述数据信号发射器 221 耦合到所述分光器滤波片 229 的透射光路,而所述数据信号接收器 222 耦合到所述第一波分复用滤波片 227 的反射光路。因此,在所述光组件 220 中,所述数据信号发射器 221 发射的下行数据信号 λ_1 大约有 x%可以透过所述分光器滤波片 229、所述第二波分复用滤波片 228 和所述第一波分复用滤波片 227,并通过所述光纤适配器 230 输出,而通过所述光纤适配器 230 输入的上行数据信号 λ_2 大约有 y%可以反射到所述数据信号接收器 222,被所述数据信号接收器 222 接收并转换成电信号。

[0037] 进一步地,在本实施例中,所述数据信号发射器 221 还可以用于发射具有所述第一波长 λ_1 的第一 OTDR 测试信号(以下记为第一 OTDR 测试信号 λ_1'),即所述第一 OTDR 测试信号 λ_1' 可以与所述下行数据信号 λ_1 共用所述数据信号发射器 221。所述第一 OTDR 测试信号 λ_1' 中至少一部分同样可以透过所述分光器滤波片 229、所述第二波分复用滤波片 228 和所述第一波分复用滤波片 227 传输到所述光纤适配器 230,并进一步通过所述光纤适配器 230 输出到所述光分配网络 130。在具体实施例中,所述第一 OTDR 测试信号 λ_1' 和所述下行数据信号 λ_1 的发送可以相互独立,比如,当所述第一 OTDR 测试信号 λ_1' 发射时所述数据信号发射器 221 暂停所述下行数据信号 λ_1 的发送;可替代地,所述第一 OTDR 测试信号 λ_1' 也可以通过幅度调制的方式叠加到所述下行数据信号 λ_1 ,从而形成一个叠加信号并从所述光纤适配器 230 输出到所述光分配网络 130。

[0038] 在一种实施例中,所述光组件 220 还可以包括测试信号接收器 225 和测试信号发射器 224,其中,所述测试信号接收器 225 可以耦合到所述分光器滤波片 229 的反射光路,所述测试信号发射器 224 可以耦合到所述第二波分复用滤波片 228 的反射光路。

[0039] 所述测试信号接收器 225 可以用于接收所述第一 OTDR 测试信号 λ_1' 所对应的反射信号(以下记为第一反射信号 λ_1'')。具体地,所述第一 OTDR 测试信号 λ_1' 在所述光分配网络 130 传输过程中会发生反射或者散射而形成第一反射信号 λ_1'' 。所述第一反射信号 λ_1'' 同样具有所述第一波长 λ_1 ,且其沿原路返回并在通过所述光纤适配器 230 输入到所述光组件 220。在所述光组件 220 中,所述第一反射信号 λ_1'' 可进一步透过所述第一波分复用滤波片 227 和所述第二波分复用滤波片并传输到所述分光器滤波片 229,并且,在所述分光器滤波片 229,大约 (100-x)%的第一反射信号 λ_1'' 将被反射到所述测试信号接收器 225,并被所述测试信号接收器 225 所接收。所述测试信号接收器 225 在接收到所述第一反射信号 λ_1'' 之后,可以进一步将其转换成电信号并提供给所述驱动组件 210 中的 OTDR 处理器 211 进行信号处理。

[0040] 所述测试信号发射器 224 可以用于发射具有所述第二波长 λ_2 的第二 OTDR 测试信号(以下记为第二 OTDR 测试信号 λ_2'),所述第二 OTDR 测试信号 λ_2' 中大约 100%可以通过所述第二波分复用滤波片 228 反射到所述光组件 220 的主光路,并且第二 OTDR 测试信号 λ_2' 中大约 (100-y)%的部分可以进一步透过所述第一波分复用器 227 并传输到所述光纤适配器 230。

[0041] 与所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 相类似,所述光纤适配器 230 可将所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 输出到所述光分配网络 130。所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 在所述光分配网络 130 传输过程中会发生反射或者散射而形成第二反射信号 $\lambda 2''$ 。所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 同样具有所述第二波长 $\lambda 2$,且其沿原路返回并在通过所述光纤适配器 230 输入到所述光组件 220。在所述光组件 220 中,所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 可进一步沿所述主光路透射到所述第一波分复用滤波片 227,其中大约 $y\%$ 的第二反射信号 $\lambda 2''$ 将被所述第一波分复用滤波片 227 反射到所述数据信号接收器 222。

[0042] 在本实施例中,所述数据信号接收器 222 除了可以接收所述上行数据信号 $\lambda 2$ 以外,还可以接收所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 所对应的第二反射信号 $\lambda 2''$,即所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 可以与所述上行数据信号 $\lambda 2$ 共用所述数据信号接收器 222。为避免所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 对所述光网络单元 120 发送的上行数据信号 $\lambda 2$ 造成冲突,在启动第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 的发射之前,所述驱动组件 210 在所述光线路终端 110 的数据处理模块 201 的控制下,可以驱动所述数据信号发射器 221 向所述光网络单元 120 下发暂停上行数据发送的指令。另外,所述数据信号接收器 222 在接收到所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 之后,可以进一步将所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 转换成电信号并提供给所述驱动组件 210 中的 OTDR 处理器 211 进行信号处理。

[0043] 另外,可选地,为提高所述数据信号发射器 221 与所述光纤适配器 230 之间的耦合效率,保证所述数据信号发射器 221 发射的所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 和 / 或所述下行数据信号 $\lambda 1$ 尽可能多地耦合进所述光纤适配器 230,在所述数据信号发射器 221 与所述分光器滤波片 229 之间可增加第一透镜 291。

[0044] 可选地,为保护所述数据信号发射器 221,避免所述数据信号发射器 221 由于第一反射信号 $\lambda 1''$ 沿原路返回而发生损坏,在所述数据信号发射器 221 与所述分光器滤波片 229 之间可增加第一光隔离器 292,用于阻止所述第一反射信号 $\lambda 1''$ 进入所述数据信号发射器 221。

[0045] 可选地,所述光组件 220 还可包括第一光吸收器 293,所述第一光吸收器 293 可设置在所述分光器滤波片 229 背离所述测试信号接收器 225 的一侧,所述第一光吸收器 293 可以用于吸收所述数据信号发射器 221 发射的所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 在所述分光器滤波片 229 发生反射而产生的光信号,以防止其经光组件 220 的基座和 / 或测试信号发射器 224 的管帽内表面二次反射并透过所述分光器滤波片 229 被所述测试信号接收器 225 接收,进而对所述第一反射信号 $\lambda 1''$ 造成干扰。

[0046] 相类似地,为提高所述测试信号发射器 224 与所述光纤适配器 230 之间的耦合效率,保证所述数据信号发射器 224 发射的所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 尽可能多地耦合进所述光纤适配器 230,可选地,在所述测试信号发射器 224 与所述第二波分复用滤波片 228 之间可增加第二透镜 294。

[0047] 为保护所述测试信号发射器 224,避免所述测试信号发射器 224 由于第二反射信号 $\lambda 2''$ 沿原路返回而发生损坏,可选地,在所述测试信号发射器 224 与所述第二波分复用滤波片 228 之间可增加第二光隔离器 295,用于阻止所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 进入所述测试信号发射器 224。

[0048] 可选地,所述光组件 220 还可包括第二光吸收器 296,所述第二光吸收器 296 可设

置在所述第一波分复用滤波片 227 背离所述数据信号接收器 222 的一侧,所述第二光吸收器 296 可以用于吸收所述测试信号发射器发射的所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 在所述第一波分复用滤波片 227 发生反射而产生的光信号,以防止其经所述光组件 220 的基座二次反射并透过所述第一波分复用滤波片 227 被所述数据信号接收器 222 接收,进而对所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 造成干扰。

[0049] 可选地,所述光组件 220 还可以进一步包括第一跨阻放大器 (Trans-Impedance Amplifier, TIA) 和第二跨阻放大器。所述第二跨阻放大器设置在所述测试信号接收器 225 和所述驱动组件 210 之间,用于在所述测试信号接收器 225 对所述第一反射信号 $\lambda 1''$ 进行光电转换之后进行信号前置放大;所述第一跨阻放大器设置在所述数据信号接收器 222 和所述驱动组件 210 之间,用于在所述数据信号接收器 222 对所述上行数据信号 $\lambda 2$ 或者所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 进行光电转换之后进行信号前置放大。可替代地,所述第一跨阻放大器和所述第二跨阻放大器也可以设置在所述驱动组件 210 内部。

[0050] 在本实施例中,所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 可以主要用于检测在所述光分配网络 130 的主干光纤 133 和分布光纤 134 发生的光纤事件,实现所述主干光纤 133 和分布光纤 134 的故障定位。所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 可以主要用于检测在所述光分配网络 130 的分支光纤 135 以及所述光网络单元 120 发生的光纤事件,实现所述分支光纤 135 和光网络单元 120 的故障定责和定界。

[0051] 所述驱动组件 210 可以包括 OTDR 处理器 211、数据信号驱动器 212、测试信号驱动器 213 和通道选择单元 214。所述通道选择单元 214 包括输入端 207、数据信号输出端 208 和测试控制端 209,所述通道选择单元 214 的输入端 207 连接到所述光组件 220,所述通道选择单元 214 的数据信号输出端 208 可以通过限幅放大器连接到所述驱动组件 210 的信号输出端 217,所述通道选择单元 214 的测试控制端 209 连接到所述 OTDR 处理器 211。可替代地,所述通道选择单元 214 的数据信号输出端 208 也可以直接连接到所述驱动组件的信号输出端 217,而所述限幅放大器设置在所述通道选择单元 214 的输入端 207 和所述光组件 220 之间。

[0052] 在具体实施例中,为减小所述通道选择单元 214 的测试控制端 209 对数据接收的影响,可选地,所述通道选择单元 214 可以采用如下的结构。所述通道选择单元 214 的输入端 207 和数据信号输出端 208 之间直接连接,并在所述输入端 207 和测试控制端 209 之间设置用于实现通道选择的电路,并且,所述通道选择单元 214 在所述 OTDR 处理器 211 的控制下,可以通过其输入端 207 驱动提供到所述数据输出端 208 和所述测试控制端 209 的两路光信号。

[0053] 具体而言,所述通道选择单元 214 可以通过其输入端 207 接收所述光组件 220 的数据信号接收器 222 输出的上行数据信号 $\lambda 2$ 或者第二反射信号 $\lambda 2''$,并且,所述通道选择单元 214 还可以在所述 OTDR 处理器 211 的控制下进行选择性地信号转发。比如,在正常数据通信模式下,所述通道选择单元 214 可以建立所述输入端 207 与所述数据信号输出端 208 之间的传输通道,而断开所述输入端 207 与所述测试控制端 209 之间的传输通道,从而将所述光组件 220 接收到的上行数据信号 $\lambda 2$ 转发到所述信号输出端 217,以将所述上行数据信号 $\lambda 2$ 提供到所述光线路终端 110 的数据处理模块 201。在 OTDR 测试模式下,所述通道选择单元 214 可以通过所述测试控制端 209 从所述 OTDR 处理器 211 接收到相应的通道

切换命令,并断开所述输入端 207 与所述数据信号输出端 208 之间的传输通道,且建立所述输入端 207 与所述测试控制端 209 之间的传输通道,从而将所述光组件 220 输出的第二反射信号 $\lambda 2''$ 通过所述测试控制端 209 提供到所述 OTDR 处理器 211 进行信号处理。

[0054] 所述 OTDR 处理器 211 分别连接到所述数据信号驱动器 212、所述测试信号驱动器 213 和所述通道选择单元 214。所述数据信号驱动器 212 和所述测试信号驱动器 213 分别进一步连接到所述光组件 220 的数据信号发射器 221 和测试信号发射器 224。其中,所述数据信号驱动器 212 用于驱动所述数据信号发射器 221 发射所述下行数据信号 $\lambda 1$ 和 / 或所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$,所述测试信号驱动器 213 用于驱动所述测试信号发射器 224 发射所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 。应当理解,所述测试信号驱动器 213 是可选的,在其他替代实施例中,所述 OTDR 处理器 211 也可以直接驱动所述测试信号发射器 224 发射所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 。

[0055] 在正常数据通信模式下所述数据信号驱动器 212 可以通过信号输入端 218 从所述光线路终端 110 的数据处理模块 201 接收下行数据,并将所述下行数据调制到所述数据信号发射器 221 发射的第一波长 $\lambda 1$ 光信号,从而形成并输出所述下行数据信号 $\lambda 1$ 。而在 OTDR 测试模式下,所述数据信号驱动器 212 还可以从所述 OTDR 处理器 211 接收第一 OTDR 测试数据,并将所述第一 OTDR 测试数据调制到所述数据信号发射器 221 发射的第一波长 $\lambda 1$ 光信号,从而形成并输出所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 。在具体实施例中,当所述光收发模块 200 启动 OTDR 测试之后,所述数据信号驱动器 212 可以在所述光线路终端 110 的数据处理模块 201 的控制下暂停所述数据信号发射器 221 的下行数据发送,可替代地,所述数据信号驱动器 21 也可以维持所述数据信号发射器 221 的下行数据发送,并通过幅度调制将所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 叠加到所述下行数据信号 $\lambda 1$,从而形成叠加信号。

[0056] 另外,在 OTDR 测试模式下,所述 OTDR 处理器 211 还可以向所述测试信号驱动器 213 提供第二 OTDR 测试数据,所述数据信号驱动器 212 可以将所述第二 OTDR 测试数据调制到所述数据信号发射器 221 发射的第二波长 $\lambda 2$ 光信号,从而形成并输出所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 。

[0057] 所述 OTDR 处理器 211 在正常数据通信模式下可以处于待机或者低功耗状态,且此时相对应地,所述通道选择单元 214 的输入端 207 与数据信号输出端 208 之间的传输通道导通。当所述 OTDR 处理器 211 通过 I2C 接口 (或者其他控制信号线) 219 从所述光线路终端 110 的数据处理模块 201 接收到 OTDR 测试启动信号时,其可以控制所述光收发模块 200 的相关功能单元进入 OTDR 测试模式,包括控制所述通道选择单元 214 断开其输入端 207 与数据信号输出端 208 之间的传输通道,并建立所述输入端 207 与测试控制端 209 之间的传输通道。

[0058] 在所述 OTDR 测试模式下,所述 OTDR 处理器 211 还可以连接到所述光组件 220 的测试信号接收器 225 或者第二跨阻放大器,用于接收所述光组件 220 的测试信号接收器 225 输出的第一反射信号 $\lambda 1''$,并通过所述通道选择单元 214 接收所述光组件 220 的数据信号接收器 222 输出的第二反射信号 $\lambda 2''$,并且分别对所述第一反射信号 $\lambda 1''$ 和所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 进行信号预处理 (包括信号放大、采样及数字处理等)。进一步地,所述 OTDR 处理器 211 可以通过所述 I2C 接口 219 将经过预处理的反射信号 $\lambda 1''$ 和 $\lambda 2''$ 输出到所述光线路终端 110 的数据处理模块 201,以供所述数据处理模块 201 进行信号分析处理,从

而得到所述光分配网络 130 的 OTDR 测试曲线。

[0059] 具体地,所述数据处理模块 201 可以通过分析经过所述 OTDR 处理器 211 预处理的第一反射信号 $\lambda 1''$ 获得第一 OTDR 测试曲线,并根据所述第一 OTDR 测试曲线进行所述光分配网络 130 的主干光纤 133 和分布光纤 134 的光纤线路分析和故障定位;所述数据处理模块 201 可以通过分析经过所述 OTDR 处理器 211 预处理的第二反射信号 $\lambda 2''$ 获得第二 OTDR 测试曲线,并根据所述第二 OTDR 测试曲线进行所述光分配网络 130 的分支光纤 135 和所述光网络单元 120 的光纤线路分析和故障定责和定界。

[0060] 当然,在其他替代实施例中,所述数据处理模块 201 在获得所述第一 OTDR 测试曲线和所述第二 OTDR 测试曲线后,也可对其进行进一步数据综合处理,得到一条能够对所述光分配网络 130 的主干光纤、分布光纤以及分支光纤进行光纤分析和故障诊断的完整 OTDR 测试曲线。

[0061] 可替代地,所述 OTDR 处理器 211 也可以具有光纤线路分析能力,即所述数据分析模块 201 的光纤分析和故障诊断功能可以在所述 OTDR 处理器 211 内部实现。因此,所述 OTDR 处理器 211 在对所述第一反射信号 $\lambda 1''$ 和第二反射信号 $\lambda 2''$ 进行预处理之后,可以直接对分析所述第一反射信号 $\lambda 1''$ 和第二反射信号 $\lambda 2''$ 从而分别获得所述第一 OTDR 测试曲线和所述第二 OTDR 测试曲线,并进一步根据所述第一 OTDR 测试曲线进行所述光分配网络 130 的主干光纤 133 和分布光纤 134 的光纤线路分析和故障定位,以及所述光分配网络 130 的分支光纤 135 和所述光网络单元 120 的线路分析和故障定责及定界。

[0062] 在具体实现上,在 OTDR 测试模式下,所述驱动组件 210 的 OTDR 处理器 211 可以先启动所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 的发射来进行关于所述主干光纤 133 和所述分布光纤 134 的故障定位,此后再启动所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 的发射来进行关于所述分支光纤 135 和所述光网络单元 120 的故障定责和定界。

[0063] 例如,如果 OTDR 处理器 211 中采用同一处理模块处理所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 、第一反射信号 $\lambda 1''$ 和第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 和第二反射信号 $\lambda 2''$,所述 OTDR 处理器 211 可以分时地选择与所述数据信号驱动器 212 和 / 或所述测试信号接收器 225、所述测试信号驱动器 213 和 / 或通道选择单元 214 建立连接。

[0064] 当启动第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 的发射时,所述 OTDR 处理器 211 与数据信号驱动器 212 和 / 或 OTDR 测试信号接收器 225 建立连接,并断开与测试信号驱动器 213 和 / 或通道选择单元 214 的连接,从而控制所述数据信号驱动器 212 驱动所述数据信号发射器 221 发射所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$,并接收和处理所述测试信号接收器 225 接收到的第一反射信号 $\lambda 1''$ 。当启动第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 的发射时,所述 OTDR 处理器 211 可以与测试信号驱动器 213 和 / 或通道选择单元 214 建立连接,并断开与数据信号驱动器 212 和 / 或测试信号接收器 225 的连接从而控制所述测试信号驱动器 213 驱动所述测试信号发射器 224 发射所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$,并接收和处理所述数据信号接收器 222 接收到的第二反射信号 $\lambda 2''$ 。

[0065] 当然,由于所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 和所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 的波长不同,二者之间并不会相互干扰,在其他替代实施例中,当 OTDR 处理器 211 中对所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 、第一反射信号 $\lambda 1''$ 和第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 、第二反射信号 $\lambda 2''$ 的处理相互独立时,所述 OTDR 处理器 211 也可以同时启动所述第一 OTDR 测试信号

$\lambda 1'$ 和所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 的发射,来同时进行关于所述主干光纤 133 和分布光纤 134 的故障定位以及所述分支光纤 135 和光网络单元 120 的故障定责和定界。

[0066] 在本实施例提供的集成有 OTDR 测试功能的光收发模块 200 采用双波长的 OTDR 测试信号,其中第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 与下行数据信号 $\lambda 1$ 共用光发射组件,第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 与上行数据信号 $\lambda 2$ 共用光接收组件,通过上述配置,所述光收发模块 200 可以接收到所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 和所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 相对应的第一反射信号 $\lambda 1''$ 和第二反射信号 $\lambda 2''$ 。根据所述第一反射信号 $\lambda 1''$ 和第二反射信号 $\lambda 2''$,可以获得的第一 OTDR 测试曲线和第二 OTDR 测试曲线,从而实现与所述光分配网络 130 的主干光纤 133 和分布光纤 134 的故障定位以及对所述光分配网络 130 的分支光纤 135 和光网络单元 120 的线路分析和故障定责及定界,而无需借助其他辅助测试手段(如在分支光纤上增加光反射器等)。因此本申请提供的光收发模块 200 可以简单有效地对光纤网络进行故障检测和诊断分析,不仅可以有效降低 OTDR 测试成本,还可以减小施工难度。

[0067] 基于上述光收发模块 200,本申请还进一步提供一种无源光网络系统的光纤检测方法。请参阅图 3,其为本申请一种实施例提供的光纤检测方法的流程示意图,所述光纤检测方法包括:

[0068] 步骤 S1:接收 OTDR 测试启动命令,根据所述 OTDR 测试启动命令,判断 OTDR 测试类型。如果所述 OTDR 测试类型为人工启动或例行启动且只启动基于第一波长 $\lambda 1$ 的 OTDR 测试(即第一 OTDR 测试),执行步骤 S2;如果所述 OTDR 测试类型为人工启动或例行启动且只启动基于第二波长 $\lambda 2$ 的 OTDR 测试(即第二 OTDR 测试),执行步骤 S3;如果所述 OTDR 测试类型为人工启动或例行启动且同时启动第一 OTDR 测试和第二 OTDR 测试,执行步骤 S4;如果所述 OTDR 测试类型为自动测试,执行步骤 S6。

[0069] 其中,所述人工启动可以为操作人员通过光线路终端 110 的命令行控制终端或网管系统操作界面上输入启动测试命令。所述例行启动可以为操作人员在光线路终端 110 或网管系统中设置启动测试周期,当测试周期到达时自动触发光线路终端 110 启动 OTDR 测试。所述测试也可以为光线路终端 110 或网管系统由告警和/或性能统计等条件触发启动测试。

[0070] 步骤 S2:光线路终端 110 的光收发模块 200 启动第一 OTDR 测试,获得第一 OTDR 测试曲线,测试完成后执行步骤 S10。

[0071] 步骤 S3:光线路终端 110 的光收发模块启动第二 OTDR 测试,获得第二 OTDR 测试曲线,测试完成后执行步骤 S10。

[0072] 步骤 S4:光线路终端 110 的光收发模块启动第一 OTDR 测试,获得第一 OTDR 测试曲线,测试完成后执行步骤 S5。

[0073] 步骤 S5:光线路终端 110 的光收发模块启动第二 OTDR 测试,获得第二 OTDR 测试曲线,测试完成后执行步骤 S10。

[0074] 在具体实施例中,步骤 S4 和步骤 S5 可交换执行,即可先启动第二 OTDR 测试,再启动第一 OTDR 测试。

[0075] 步骤 S6:光线路终端 110 或网管系统收集光线路终端 110 和/或光网络单元 120 的告警、性能统计和光模块参数等信息,其中所述告警信息可以为传输汇聚(Transport Convergence, TC)层告警和/或光网络终端管理控制接口(ONT Management and Control

Interface, OMCI) 告警, 如信号丢失 (LOS, Loss of Signal) 告警等。所述性能统计可以包括位交叉奇偶校验 (Bit Interleaved Parity, BIP) 错误等, 所述光模块参数可以包括发射光功率、接收光功率、偏振电流、工作电压、工作温度等。

[0076] 步骤 S7: 光线路终端 110 或网管系统判断故障是否发生在光分配网络 130 的主干光纤 133 或分布光纤 134, 如果故障发生在主干光纤 133 或分布光纤 134, 执行步骤 S8; 否则, 执行步骤 S9。

[0077] 具体而言, 在步骤 S7 中, 光线路终端 110 或网管系统可以根据各个光网络单元 120 发生告警和性能参数劣化的比例来进行判断故障是否发生在光分配网络 130 的主干光纤 133 或分布光纤 134。例如, 若系统中所有光网络单元 120 同时发生告警或性能劣化, 可判断故障发生在所述主干光纤 133; 若某个分布光纤 134 连接的多个光网络单元 120 同时发生了告警或性能劣化, 可判断故障发生在所述分布光纤 134。

[0078] 步骤 S8: 光线路终端 110 的光收发模块启动第一 OTDR 测试, 获得第一 OTDR 测试曲线, 测试完成后执行步骤 S10。

[0079] 以图 2 所示的光收发模块 200 为例, 具体而言, 当光线路终端 110 可通过 I2C 接口 (或者其他控制信号线) 219 向所述光收发模块 200 的 OTDR 处理器 211 发送第一 OTDR 测试启动命令。

[0080] 所述 OTDR 处理器 211 在收到 OTDR 测试启动命令之前处于待机或者低功耗状态, 在接收到所述第一波长 OTDR 测试启动命令之后, 所述 OTDR 处理器 211 可以向所述数据信号驱动器 212 提供第一 OTDR 测试数据, 所述数据信号驱动器 212 进一步将所述第一 OTDR 测试数据调制到所述数据信号发射器 221 发射的第一波长 $\lambda 1$ (即下行数据波长 $\lambda 1$) 光信号, 从而形成并输出所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 。所述数据信号发射器 221 发射的第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 通过所述滤波组件 223 传输到所述光纤适配器 230, 并输出到所述光分配网络 130。

[0081] 所述第一 OTDR 测试信号 $\lambda 1'$ 在所述光分配网络 130 传输过程中发生发射和 / 或散射并形成沿原路返回的第一反射信号 $\lambda 1''$ 。所述第一反射信号 $\lambda 1''$ 从所述光纤适配器 230 输入, 并经过所述滤波组件 223 传输到所述测试信号接收器 225。所述测试信号接收器 225 进一步将其转换成电信号并反馈给所述 OTDR 处理器 211。所述 OTDR 处理器 211 对所述第一反射信号 $\lambda 1''$ 进行预处理, 比如信号放大、采样及数字处理等, 经过预处理之后的信号可以进一步提供给其他功能模块, 比如所述光线路终端 110 的数据处理模块 201 进行分析以获得第一 OTDR 测试曲线。

[0082] 步骤 S9: 光线路终端 110 的光收发模块启动第二 OTDR 测试, 获得第二 OTDR 测试曲线, 测试完成后执行步骤 S10。

[0083] 以图 2 所示的光收发模块 200 为例, 具体而言, 所述光线路终端 110 可暂停分配上行数据时隙以使得光网络单元 120 停止发送上行数据, 通过 I2C 接口 (或者其他控制信号线) 219 向所述光收发模块 200 的 OTDR 处理器 211 发送第二 OTDR 测试启动命令。所述 OTDR 处理器 211 在接收到所述第二 OTDR 测试启动命令之后, 其可以控制所述通道选择单元 214 建立所述输入端 207 与数据信号输出端 208 之间的传输通道。并且, 所述 OTDR 处理器 211 还向所述测试信号驱动器 213 提供第二 OTDR 测试数据, 所述测试信号驱动器 213 进一步将所述第二 OTDR 测试数据调制到所述测试信号发射器 224 发射的第二波长 $\lambda 2$ (即上行数据

波长 $\lambda 2$) 光信号,从而形成并输出所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 。所述测试信号发射器 224 发射的第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 通过所述滤波组件 223 传输到所述光纤适配器 230,并输出到所述光分配网络 130。

[0084] 所述第二 OTDR 测试信号 $\lambda 2'$ 在所述光分配网络 130 传输过程中发生反射和 / 或散射并形成沿原路返回的第二反射信号 $\lambda 2''$ 。所述第二反射信号 $\lambda 2''$ 从所述光纤适配器 230 输入,并经过所述滤波组件 223 传输到所述数据信号接收器 222。所述数据信号接收器 222 进一步将其转换成电信号并通过所述通道选择单元 214 提供给所述 OTDR 处理器 211。所述 OTDR 处理器 211 对所述第二反射信号 $\lambda 2'$ 进行' 预处理,比如信号放大、采样及数字处理等,经过预处理之后的信号可以进一步提供给其他功能模块,比如所述光线路终端 110 的数据处理模块 201 进行分析以获得第二 OTDR 测试曲线。

[0085] S10 :综合 OTDR 测试曲线、OTDR 参考曲线、告警、性能统计和光模块参数等信息进行光分配网络和光网络单元分析和故障诊断。

[0086] 具体地,所述光线路终端 110 或网管系统可通过告警、性能统计、光模块参数等信息判断系统是否发生故障,并将所述第一 OTDR 测试曲线与第一 OTDR 参考 OTDR 测试曲线进行比较判断主干光纤 133 和分布光纤 134 是否发生劣化或故障。

[0087] 如果系统运行正常且第一 OTDR 测试曲线和第一 OTDR 参考曲线一致,可判断主干光纤 133 和分布光纤 134 正常。

[0088] 如果系统运行正常,但第一 OTDR 测试曲线和第一 OTDR 参考曲线不一致,可判断主干光纤 133 和 / 或分布光纤 134 发生劣化,并可根据第一 OTDR 测试曲线和第一 OTDR 参考曲线不一致位置判断劣化发生的具体位置。

[0089] 如果系统运行异常但第一 OTDR 测试曲线和第一 OTDR 参考曲线一致,可判断主干光纤 133 和分布光纤 134 正常,故障可能发生在分支光纤 135 或光网络单元 120 上,具体可通过分析第二 OTDR 测试曲线进一步判断 ;否则,可判断主干光纤 133 和 / 或分布光纤 134 发生劣化故障,并可根据第一 OTDR 测试曲线和第一 OTDR 参考曲线不一致位置判断故障发生的具体位置。

[0090] 所述光线路终端 110 或网管系统还可以将所述第二 OTDR 测试曲线与第二 OTDR 参考曲线进行比较判断分支光纤 135 和光网络单元 120 是否发生劣化或故障。

[0091] 如果系统运行正常且测试获得的第二 OTDR 测试曲线和第二 OTDR 参考 OTDR 测试曲线一致,可判断分支光纤 135 和光网络单元 120 正常。

[0092] 如果系统运行正常,但所述第二 OTDR 测试曲线与所述参考 OTDR 测试曲线相比,某个反射峰消失或反射峰高度降低,则可根据所述反射峰判断所述反射峰对应的分支光纤 135 发生劣化。

[0093] 如果系统运行异常且所述第二 OTDR 测试曲线与所述参考 OTDR 测试曲线相比某个反射峰消失或反射峰高度降低,则可根据所述反射峰判断所述反射峰对应的分支光纤 135 发生故障。

[0094] 如果系统运行异常但第二 OTDR 测试曲线和第二 OTDR 参考曲线一致,可判断某个光网络单元 120 发生故障。

[0095] 当然,在具体实施例中,当所述光收发模块 200 完成步骤 S8 关于主干光纤 133 或分布光纤 134 的故障定位之后,还可以进一步执行步骤 S9,判断分支光纤 135 或光网络单元

120 是否也同时出现故障。

[0096] 可选地,在具体实施例中,当人工启动或例行启动或自动测试条件满足时,可启动第一 OTDR 测试、第二 OTDR 测试分别获得第一 OTDR 测试曲线和第二 OTDR 测试曲线,并收集告警、性能统计和光模块参数等信息,综合第一 OTDR 测试曲线、第一 OTDR 参考曲线、第二 OTDR 测试曲线、第二 OTDR 参考曲线、告警、性能统计和光模块参数等信息进行光分配网络 130 以及光网络单元 120 的分析与诊断。

[0097] 可选地,在具体实施例中,基于获得第一 OTDR 测试曲线和第二 OTDR 测试曲线后,可对其进行进一步数据综合处理,得到一条能够对所述光分配网络 130 的主干光纤、分布光纤以及分支光纤进行光纤分析和故障诊断的完整 OTDR 测试曲线,并结合所述完整 OTDR 测试曲线、OTDR 参考曲线、告警、性能统计和光模块参数等信息进行光分配网络 130 以及光网络单元 120 的分析与诊断。

[0098] 除了图 2 所示的结构以外,本申请提供的光收发模块 200 还可以具有其他结构。以下结合图 4 至图 8,介绍本申请提供的光收发模块 200 的其他替代实现方式的结构。

[0099] 请参阅图 4,其为本申请另一个实施例提供的光收发模块的光组件 420 的结构示意图。所述光组件 420 的结构与图 2 所示的光收发模块 200 的光组件 220 相类似,主要区别在于,在图 2 所示的光组件 220 中,所述测试信号发射器 224 和所述测试信号接收器 225 位于所述光组件 220 的主光路的不同侧,而在所述光组件 420 中,通过对第二波分复用滤波片 428 的倾斜方向进行设置,测试信号发射器 424 和测试信号接收器 425 可以位于所述光组件 420 的主光路的同一侧。

[0100] 请参阅图 5,其为本申请另一个实施例提供的光收发模块的光组件 520 的结构示意图。所述光组件 520 的结构与图 2 所示的光收发模块 200 的光组件 220 相类似,主要区别在于,在图 2 所示的光组件 220 中,所述测试信号发射器 224 位于所述第二波分复用滤波片 228 的反射光路,所述数据信号接收器 222 位于所述第一波分复用滤波片 227 的反射光路;而在所述光组件 520 中,测试信号发射器 524 位于第一波分复用滤波片 527 的反射光路,数据信号接收器 522 位于第二波分复用滤波片 528 的反射光路。并且,本实施例中,为保证所述光组件 520 的性能,所述第一波分复用滤波片 527 可以相应调整为大约 90%。

[0101] 请参阅图 6,其为本申请另一个实施例提供的光收发模块的光组件 620 的结构示意图。所述光组件 620 的结构与图 5 所示的光组件 520 相类似,主要区别在于,在图 5 所示的光组件 520 中,所述测试信号发射器 524 和所述数据信号接收器 522 位于所述光组件 520 的主光路的同一侧,而在所述光组件 620 中,通过对第一波分复用滤波片 627 的倾斜方向进行设置,测试信号发射器 624 和数据信号接收器 622 可以位于所述光组件 620 的主光路的不同侧。

[0102] 可替代地,在图 5 和图 6 所示的光收发组件 520 和 620 中,所述第一波分复用滤波片 527 和 627 也可以采用分光器滤波片代替。具体地,当所述第一波分复用滤波片 527 和 627 采用分光器滤波片代替时,所述分光器滤波片可以对具有所述第一波长 λ_1 的光信号和具有所述第二波长 λ_2 的光信号均进行大约 90% 的透射和大约 10% 的反射。

[0103] 请参阅图 7,其为本申请另一个实施例提供的光收发模块的光组件 720 的结构示意图。所述光组件 720 的结构与图 2 所示的光收发模块 200 的光组件 220 相类似,主要区别在于,在所述光组件 720 中,波分复用滤波片 728 位于分光器滤波片 729 和光纤适配器 730

之间,且图 2 所示的第一波分复用滤波片 227 采用另一个分光器滤波片 727 代替,所述分光器滤波片 727 位于波分复用滤波片 728 的反射光路,且所述分光器滤波片 727 可以对第二波长 λ_2 的光信号进行 $y\%$ 的透射和 $(100-y)\%$ 的反射,其中 y 可以为 10。另外,在所述光组件 720 中,测试信号发射器 724 位于所述分光器滤波片 727 的透射光路,而数据信号接收器 722 位于所述分光器滤波片 727 的反射光路。可替代地,所述测试信号发射器 724 也可以位于所述分光器滤波片 727 的反射光路,且数据信号接收器 722 位于所述分光器滤波片 727 的透射光路。

[0104] 可选地,在图 7 所示的光组件 720 中,所述测试信号发射器 724、所述数据信号接收器 722、所述分光器滤波片 727 和第一跨阻放大器可以采用 TO-CAN 封装,即形成第一 TO-CAN 模块;而数据信号发射器 721、测试信号接收器 725、所述分光器滤波片 729 和第二跨阻放大器也可以采用 TO-CAN 封装,即形成第二 TO-CAN 模块。

[0105] 请参阅图 8,其为本申请另一个实施例提供的光收发模块的光组件 820 的结构示意图。所述光组件 820 的结构与图 2 所示的光收发模块 200 的光组件 220 相类似,主要区别在于:所述光组件 820 的滤波组件以及信号发射器或接收器的位置与图 2 所示的光组件 220 不同。

[0106] 具体而言,所述光组件 820 的滤波组件包括分光器滤波片 829、第一波分复用滤波片 827 和第二波分复用滤波片 828。其中,分光器滤波片 829 位于光纤适配器 830 的延伸方向的主光路,所述分光器滤波片 829 可以对第一波长 λ_1 的光信号进行大约 $x\%$ 的透射以及大约 $(100-x)\%$ 的反射,并对第二波长 λ_2 的光信号进行大约 $y\%$ 的透射以及大约 $(100-y)\%$ 的反射,其中 x 、 y 可以为 90。并且,所述分光器滤波片 829 的透射光路与所述主光路一致,而其反射光路与所述主光路相垂直。

[0107] 所述第一波分复用滤波片 827 位于所述分光器滤波片 829 的反射光路,其可以对第一波长 λ_1 的光信号进行大约 100% 的反射,而对第二波长 λ_2 的光信号进行大约 100% 的透射。并且,测试信号接收器 825 位于所述第一波分复用滤波片 827 的反射光路,而测试信号发射器 824 位于所述第一波分复用滤波片 827 的透射光路。可替代地,所述测试信号接收器 825 也可以位于所述第一波分复用滤波片 827 的透射光路,而所述测试信号发射器 824 位于所述第一波分复用滤波片 827 的反射光路。

[0108] 所述第二波分复用滤波片 828 位于所述分光器滤波片 829 的透射光路,其可以对第一波长 λ_1 的光信号进行大约 100% 的透射,而对第二波长 λ_2 的光信号进行大约 100% 的反射。并且,数据信号接收器 822 位于所述第二波分复用滤波片 828 的反射光路,而数据信号发射器 821 位于所述第二波分复用滤波片 828 的透射光路。可替代地,所述或数据信号接收器 822 也可以位于所述第二波分复用滤波片 828 的透射光路,而所述数据信号发射器 821 位于所述第二波分复用滤波片 828 的反射光路。

[0109] 可选地,在图 8 所示的光组件 820 中,所述第一波分复用滤波片 827、所述测试信号发射器 824、所述测试信号接收器 825 和第二跨阻放大器可以采用同一个 TO-CAN 封装,即形成测试信号收发 TO-CAN。所述第二波分复用滤波片 828、所述数据信号发射器 821、所述数据信号接收器 822 和第一跨阻放大器可以采用另一个 TO-CAN 封装,即形成数据信号收发 TO-CAN。

[0110] 在图 4 和图 8 的光组件 420-820 内部各个功能单元的功能及其应用到图 1 所示的

无源光网络系统 100 时进行数据收发和 OTDR 测试的过程可以参照图 2 和图 3 中关于光收发模块 200 的相关描述,以下不再赘述。

[0111] 以上所述,仅为本申请较佳的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请披露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

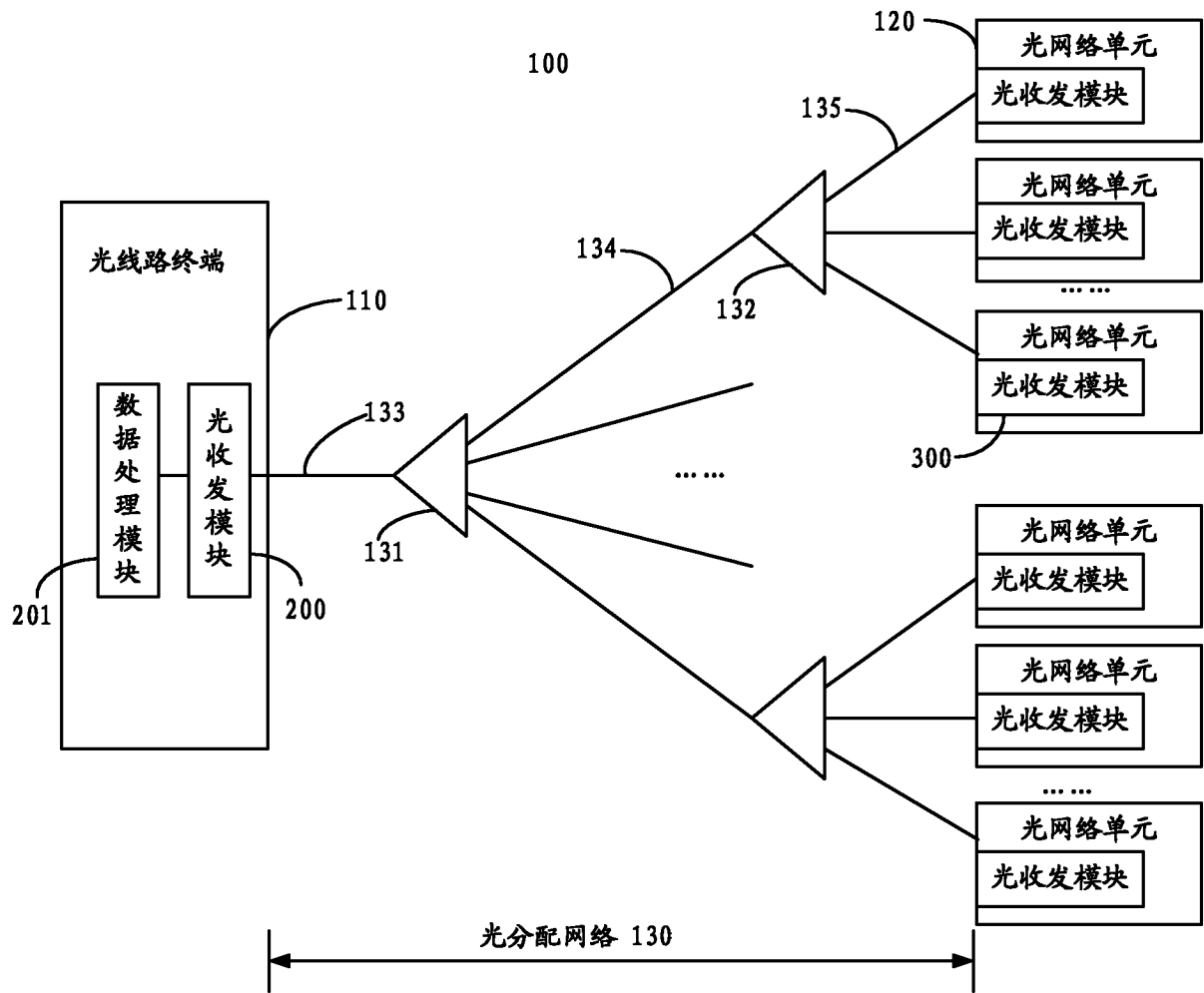


图 1

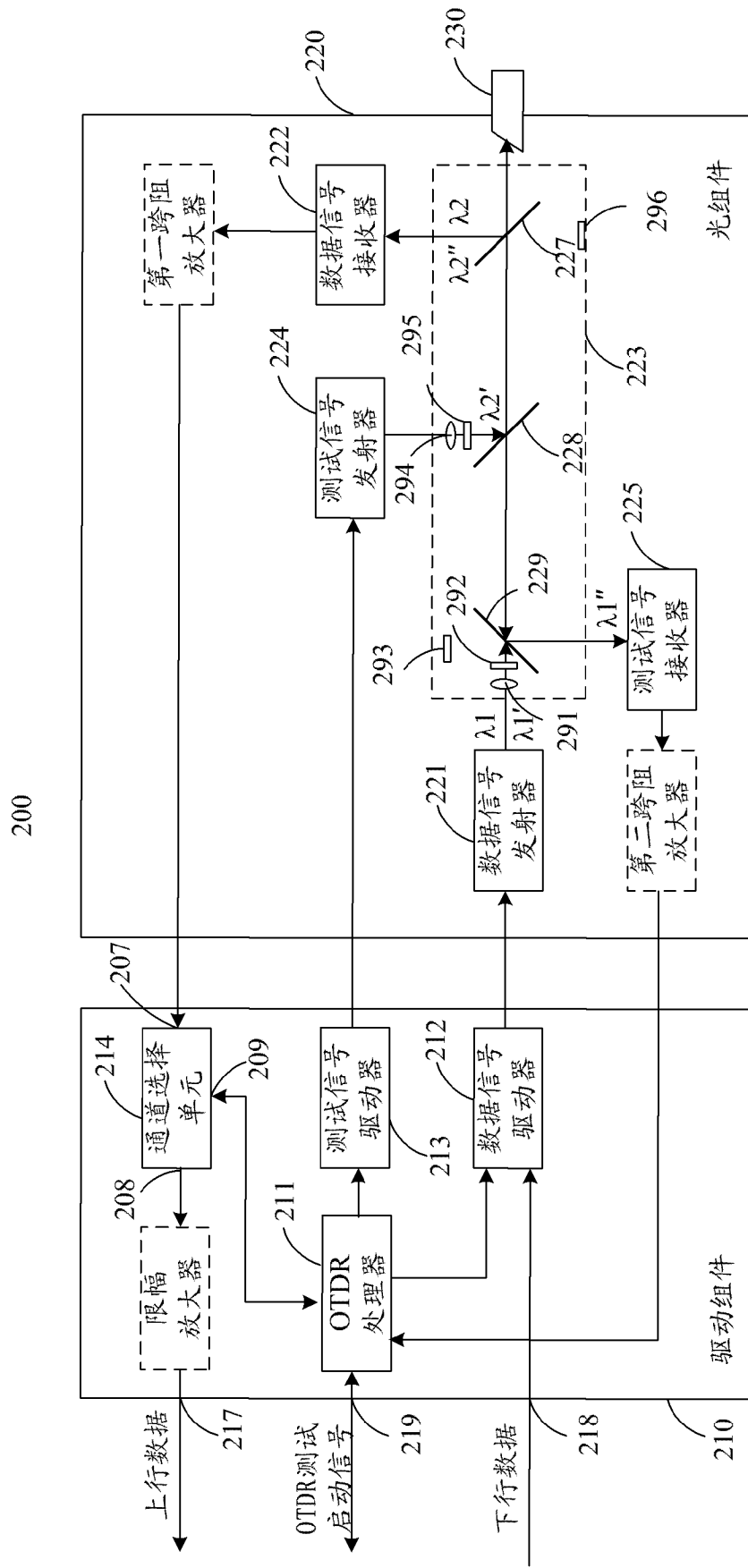


图 2

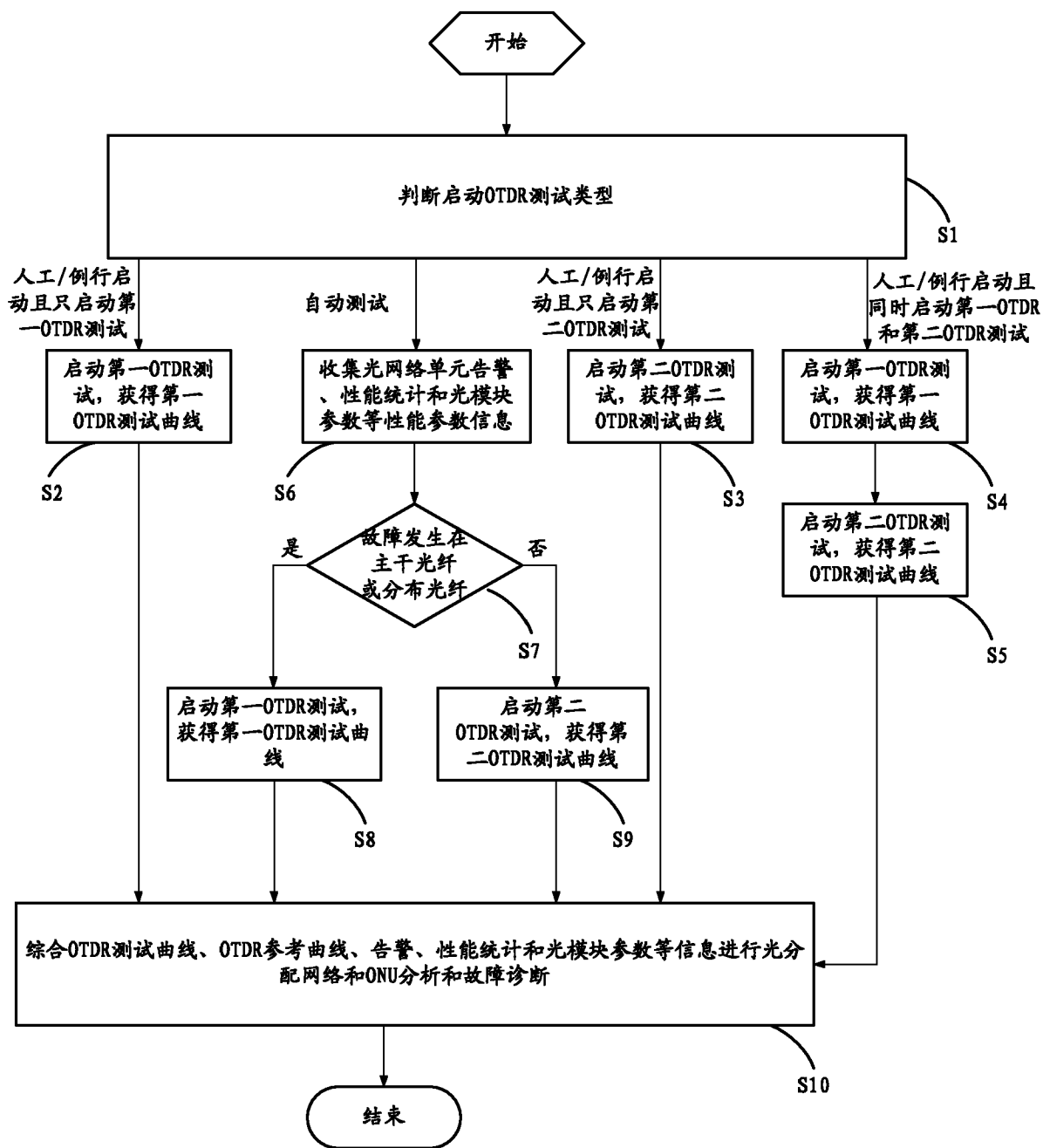


图 3

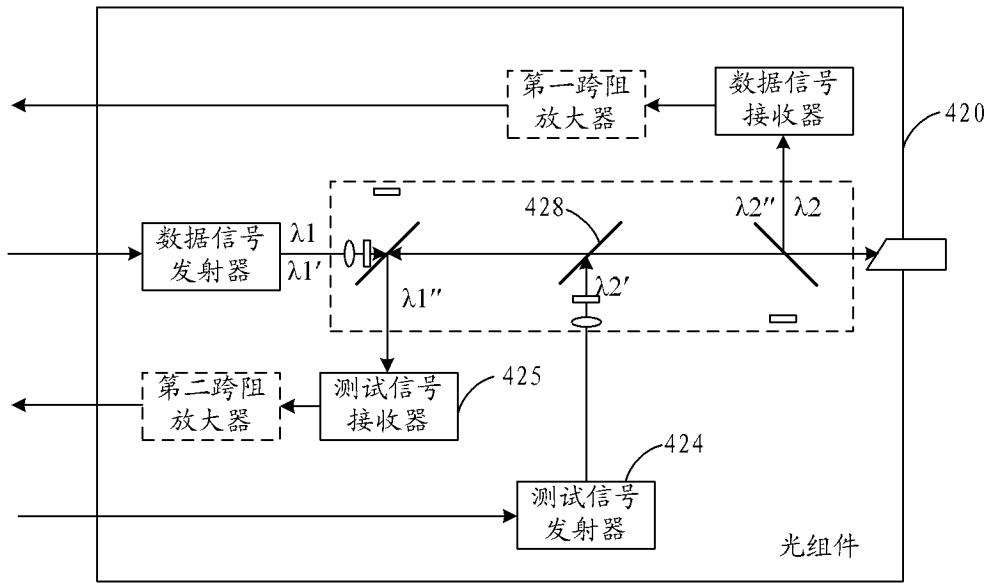


图 4

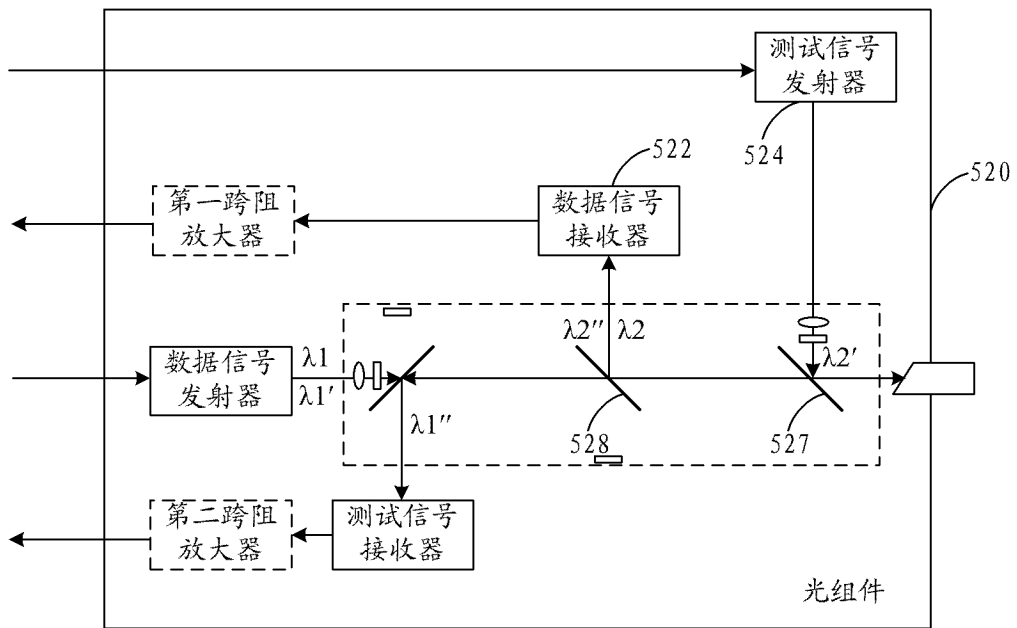


图 5

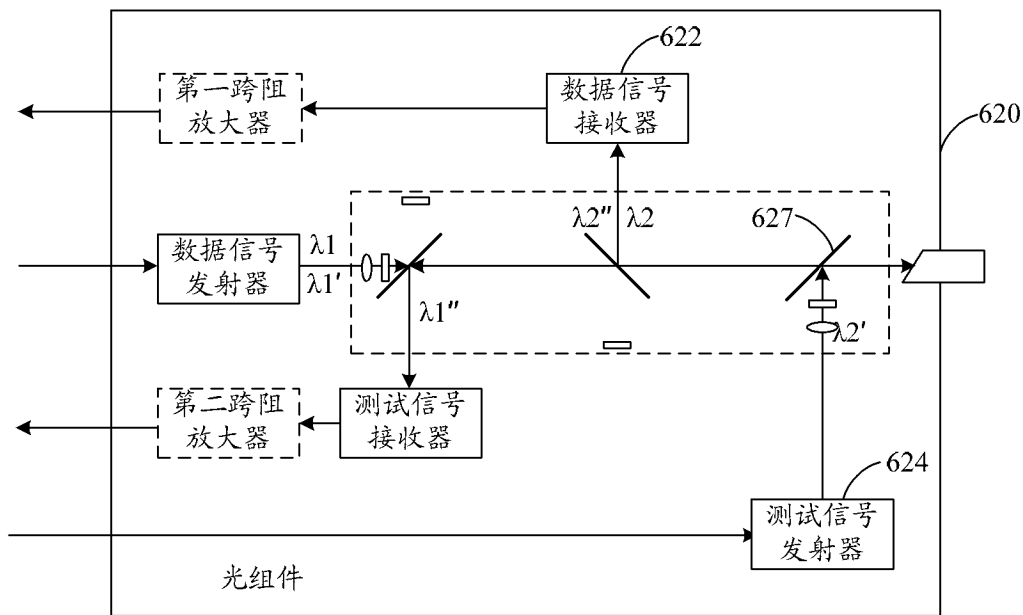


图 6

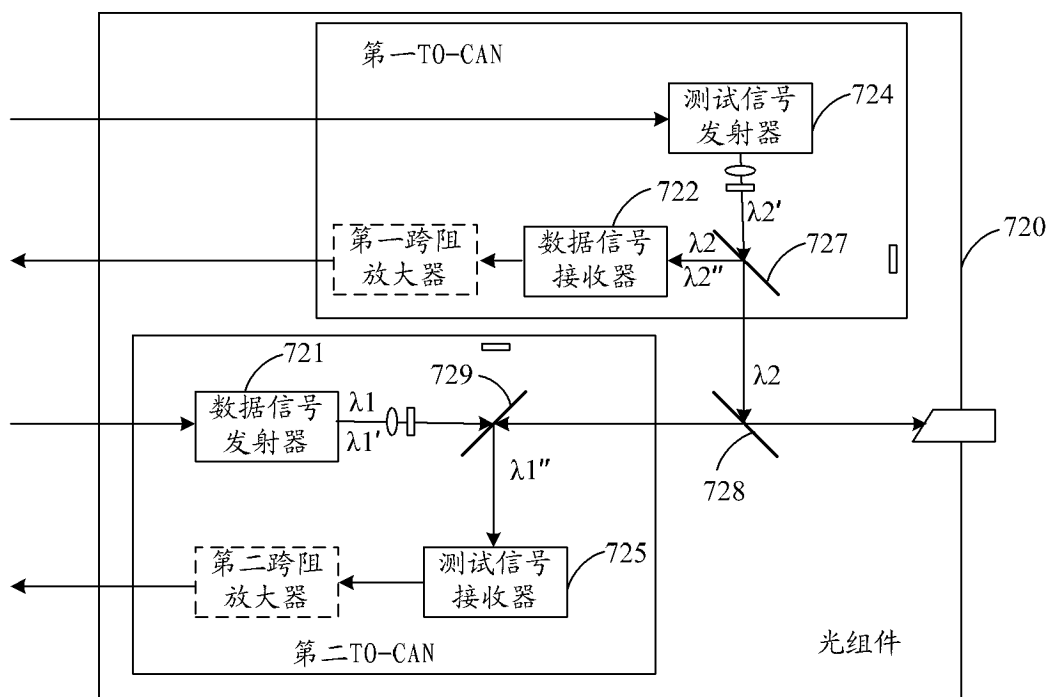


图 7

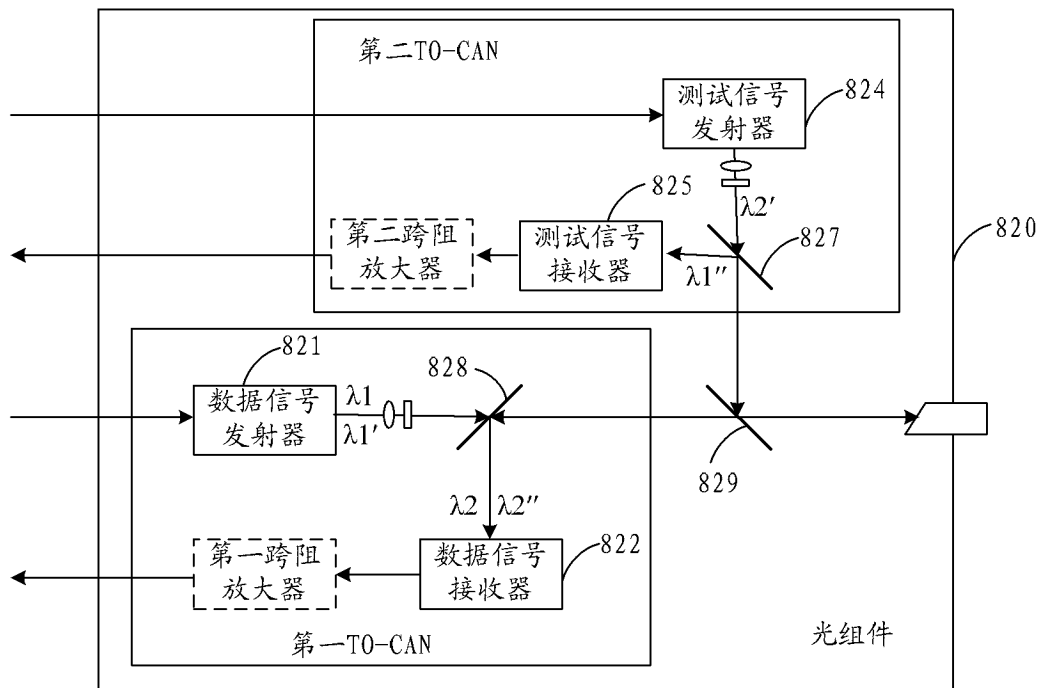


图 8