

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103067078 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201310005148. X

(22) 申请日 2013. 01. 07

(71) 申请人 青岛海信宽带多媒体技术有限公司
地址 266555 山东省青岛市经济技术开发区
前湾港路 218 号

(72) 发明人 张洪铭 张强 金成浩 赵其圣

(74) 专利代理机构 北京市京大律师事务所
11321

代理人 黄启行 方晓明

(51) Int. Cl.

H04B 10/07(2013. 01)

H04B 10/27(2013. 01)

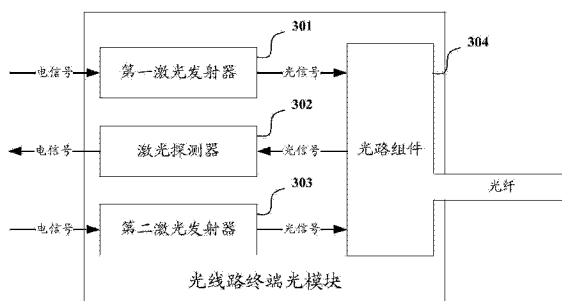
权利要求书3页 说明书20页 附图4页

(54) 发明名称

光线路终端光模块及以太无源光网络断点检测系统

(57) 摘要

本发明公开了一种 OLT 光模块及 EPON 断点检测系统。OLT 光模块包括：接收第一电信号，将第一电信号转换为第一波长的光信号，输出至光路组件的第一激光发射器；接收光信号，如果为第二波长的光信号，进行光电转换，通过第三接口以及第四接口输出至外部设备；如果为第三波长的光信号，进行光电转换，通过第一接口及第二接口输出的激光探测器；在进行断点检测时，发射第三波长的光信号的第二激光发射器；接收第一波长的光信号、和 / 或，第三波长的光信号，进行耦合处理后，通过光纤输出；接收第二波长的光信号、和 / 或，反射的第三波长的光信号，输出至激光探测器的光路组件。应用本发明，可以简化断点检测流程、保障系统网络信号的正常传输。



1. 一种光线路终端光模块,其特征在于,该光线路终端光模块包括:第一激光发射器、激光探测器、第二激光发射器以及光路组件,其中,

第一激光发射器,用于接收外部设备传送的第一电信号,经电光转换后,将接收的第一电信号转换为第一波长的光信号,输出至光路组件;

激光探测器,用于接收光路组件输出的光信号,如果为第二波长的光信号,进行光电转换,得到电信号,通过第三接口以及第四接口输出至外部设备;如果为第三波长的光信号,进行光电转换,得到电信号,通过第一接口以及第二接口输出至外部设备;

第二激光发射器,用于在进行断点检测时,发射第三波长的光信号,输出至光路组件;

光路组件,用于接收第一波长的光信号、和/或,第三波长的光信号,进行耦合处理后,通过光纤输出;接收第二波长的光信号、和/或,反射的第三波长的光信号,输出至激光探测器。

2. 如权利要求1所述的光线路终端光模块,其特征在于,进一步包括:

断点检测模块,用于对接收的电信号进行采样,并将采样的电信号与预先保存的正常情况下的电信号进行比较,获取断点或故障点的位置信息。

3. 如权利要求1或2所述的光线路终端光模块,其特征在于,所述第一激光发射器包括:制冷型激光器 EML 以及 EML 驱动器,其中,

EML 驱动器,用于接收交换机的串化器/解串化器发送的电信号,根据接收的电信号驱动 EML 发射第一波长为 1577nm 的光信号;

EML,用于根据接收的电信号,发射比特率为 10Gbps、波长为 1577nm 的下行连续光信号,且数据帧结构满足 IEEE802.3av 的协议要求。

4. 如权利要求3所述的光线路终端光模块,其特征在于,所述激光探测器包括:雪崩光电二极管 APD 探测器以及限幅放大器,其中,

APD 探测器,用于接收光路组件输出的光信号,转换为电信号,输出至限幅放大电路,如果接收的光信号为第二波长的光信号,向限幅放大器输出第二波长光信号控制信息;如果接收的光信号为第三波长的光信号,向限幅放大器输出第三波长光信号控制信息;

限幅放大器,用于将 APD 探测器转换的电信号进行放大,如果接收到第二波长光信号控制信息,将放大后的电信号输出至交换机的串化器/解串化器进行数据分析;如果接收到第三波长光信号控制信息,将放大后的电信号输出至断点检测模块。

5. 如权利要求4所述的光线路终端光模块,其特征在于,所述第二激光发射器包括:法布里-珀罗 FP 激光器以及 FP 激光驱动器,其中,

FP 激光驱动器,用于接收交换机的 PON MAC 发送的电信号,根据接收的电信号驱动 FP 激光器发射第三波长为 1310nm 的光信号;

FP 激光器,用于根据接收的电信号,发射波长为 1310nm 的光信号,将发射的 1310nm 的光信号输出至光路组件。

6. 如权利要求5所述的光线路终端光模块,其特征在于,所述断点检测模块包括:增益电路、模数转换 ADC 电路以及逻辑阵列电路,其中,

增益电路,用于将 APD 探测器输出的电信号进行放大,输出至 ADC 电路;

ADC 电路,用于对接收的电信号进行采样,得到数字信号,并将采样的数字信号输出至逻辑阵列电路进行存储;

逻辑阵列电路,用于将 ADC 电路存入的数字信号与预先存储的正常情况下的数字信号进行比较,通过逻辑运算,确定出光纤断点或故障点的位置。

7. 一种以太无源光网络 EPON 断点检测系统,其特征在于,该系统包括:光线路终端光模块、串化器 / 解串化器、PON MAC、串化器 / 解串化器接口电路以及 PON MAC 接口电路,其中,

光线路终端光模块包括:EML、EML 驱动器、复用器、APD 探测器、突发模式限幅放大器、FP 激光器、FP 激光驱动器以及微处理单元控制电路 MCU,其中,

EML 驱动器,用于接收交换机的串化器 / 解串化器发送的第一电信号,根据接收的电信号驱动 EML 发射第一波长为 1577nm 的光信号;

EML,用于根据接收的电信号,发射比特率为 10Gbps、波长为 1577nm 的下行连续光信号,且数据帧结构满足 IEEE802.3av 的协议要求;

APD 探测器,用于接收复用器输出的光信号,转换为电信号,输出至限幅放大电路,如果接收的光信号为第二波长的光信号,向限幅放大器输出第二波长光信号控制信息;如果接收的光信号为第三波长的光信号,向限幅放大器输出第三波长光信号控制信息;

限幅放大器,用于将 APD 探测器转换的电信号进行放大,如果接收到第二波长光信号控制信息,将放大后的电信号通过限幅放大器的第三接口及第四接口输出至交换机的串化器 / 解串化器进行数据分析;如果接收到第三波长光信号控制信息,将放大后的电信号通过限幅放大器的第一接口及第二接口输出至交换机的串化器 / 解串化器进行数据分析;

FP 激光驱动器,用于接收交换机的 PON MAC 发送的电信号,根据接收的电信号驱动 FP 激光器发射第三波长为 1310nm 的光信号;

FP 激光器,用于根据接收的电信号,发射波长为 1310nm 的光信号,将发射的 1310nm 的光信号输出至复用器;

微处理单元控制电路,用于存储光线路终端光模块的参数信息并输出至交换机的 PON MAC,接收交换机的 PON MAC 输出的指令信息,控制 EML 驱动器的使能;

复用器,用于接收第一波长的光信号、和 / 或,第三波长的光信号,进行耦合处理后,通过光纤输出;接收第二波长的光信号、和 / 或,反射的第三波长的光信号,输出至 APD 探测器;

串化器 / 解串化器,用于通过串化器 / 解串化器接口电路向 EML 驱动器发送第一电信号,接收限幅放大器输出的电信号,进行数据分析;

PON MAC,用于通过 PON MAC 接口电路向限幅放大器发送第二电信号,控制限幅放大器的输出;向 FP 激光驱动器发送第三电信号,以使 FP 激光驱动器根据该第三电信号驱动 FP 激光器,向 MCU 发送第四电信号以使 MCU 控制 EML 驱动器使能,读取 MCU 中的信息。

8. 如权利要求 7 所述的系统,其特征在于,所述串化器 / 解串化器包括:第一接口、第二接口、第三接口、第四接口、第五接口以及第六接口,相应地,

串化器 / 解串化器接口电路包括:第一接口电路、第二接口电路以及第三接口电路,其中,

串化器 / 解串化器的第一接口及第二接口通过第一接口电路分别与 EML 驱动器的第一接口及第二接口相连;

串化器 / 解串化器的第三接口及第四接口通过第二接口电路分别与突发模式限幅放

大器的第一接口及第二接口相连；

串化器 / 解串化器的第五接口及第六接口通过第三接口电路分别与突发模式限幅放大器的第三接口及第四接口相连。

9. 如权利要求 8 所述的系统,其特征在于,所述 PON MAC 包括:第一接口、第二接口、第三接口、第四接口、第五接口、第六接口、第七接口、第八接口以及第九接口,相应地,

PON MAC 接口电路包括:第一接口电路、第二接口电路以及第三接口电路,其中,

PON MAC 的第一接口与突发模式限幅放大器的第五接口相连；

PON MAC 的第二接口通过 PON MAC 第一接口电路与突发模式限幅放大器的第六接口相连；

PON MAC 的第三接口及第四接口分别与 FP 激光驱动器的第一接口及第二接口相连；

PON MAC 的第五接口、第六接口及第七接口通过 PON MAC 第二接口电路分别与 MCU 的第一接口及第二接口相连；

PON MAC 的第八接口及第九接口通过 PON MAC 第三接口电路分别与 MCU 的第三接口及第四接口相连。

10. 如权利要求 7 或 8 或 9 所述的系统,其特征在于,所述系统进一步包括:

电源模块,用于为系统各元器件提供相应的工作电压,包括:第一电容、第二电容、第三电容、第四电容、第五电容、第六电容、第七电容、第八电容、第一电感、第二电感、第一开关、第二开关以及第三开关,其中,

第一电容及第二电容的一端接入第一参考电压,另一端接地；

第一电感的一端接入第一参考电压,另一端分别与第三电容及第四电容的一端相连,并接入第一开关及第二开关的一端；

第三电容及第四电容的另一端接地；

第一开关及第二开关的另一端作为输出；

第五电容及第六电容的一端接入第二参考电压,另一端接地；

第二电感的一端接入第二参考电压,另一端分别与第七电容及第八电容的一端相连,并接入第三开关的一端；

第七电容及第八电容的另一端接地；

第三开关的另一端作为输出。

光线路终端光模块及以太无源光网络断点检测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤通信技术,尤其涉及一种基于光时域检测仪(OTDR, Optical Time Domain Reflectometer)的光线路终端(OLT, Optical Line Terminator)光模块及以太无源光网络(EPON, Ethernet Passive Optical Network)断点检测系统。

背景技术

[0002] 目前的国内市场以及国际市场,高带宽、高速率和多种业务融合的光纤通信方向已经开始应用;在众多的解决方案中,光纤到户(FTH, Fiber To The Home)的出现被认为是宽带接入的终极解决方案,国内市场已经大面积应用。

[0003] 而在FTH众多方案中,其中EPON又备受关注,成为了目前主流的光接入方式。在EPON系统中,光的传输介质,如光纤/光缆,往往铺设在郊外或者海底,难免由于传输链路断点出现链路故障或者传输设备故障等问题,为了能够精确定位出现故障或者断点的位置,通常采用OTDR光模块进行断点检测。其中,OTDR是利用光线在光纤中传输时的瑞利散射和菲涅尔反射所产生的背向散射而制成的光电一体化仪表,可以广泛应用于光缆线路的维护、施工之中,可进行光纤长度、光纤的传输衰减、接头衰减和故障定位等的测量。

[0004] 图1为现有以太无源光网络结构示意图。参见图1,该以太无源光网络(EPON, Ethernet Passive Optical Networks)系统包括:光线路终端(OLT, Optical Line Terminator)、分光器(Splitter)以及光网络单元(ONU, Optical Net Unit),其中,

[0005] OLT通常设置在光纤通信系统的接入网系统的中心局,OLT负责将外部交换机中的电信号数据转化为光信号数据发送至分光器,并且接收分光器传送来的光信号,将其转化为电信号输送给外部的交换机;

[0006] OLT通过Splitter与ONU相连,ONU通常设置在局端,即用户端或者大楼;Splitter一般有2N个均分接口,如果输入接口的光强为1,则每个输出接口的光强为 $1/N$ 。

[0007] 对于一个以太无源光网络系统(光接入系统),一般是一个OLT放在电信中心局,然后通过分光器,一般至少是1分32,即一个OLT通过分光器,带32ONU组成以太无源光网络系统。

[0008] 图1中,以ONU数量为三个为例,假设从OLT到spliter之间,有一段10km长的光纤,spliter到ONU1之间的距离为1km,spliter到ONU2之间的距离为2km,spliter到ONU3之间的距离为10km。

[0009] 假设在spliter到ONU3之间的光纤在7km处发生了光纤断裂,则将使得OLT到ONU3之间的光纤链路出现故障,需要采用OTDR技术进行断点检测,以便及时检测出故障所在的位置,进行维护。

[0010] 图2为现有以太无源光网络断点检测结构示意图。参见图2,该系统包括:OTDR、分光器以及ONU,其中,相对于图1所示的以太无源光网络系统,在进行光时域的断点检测时,需要断开OLT与光纤之间的连接,将OTDR接入到EPON系统中,即以OTDR替代OLT,并通过光纤与spliter相连接。OTDR通过发射接口发射光脉冲,输出到到光纤内,通过

Splitter 向 ONU 传输。

[0011] 当光脉冲在光纤内传输时,会由于光纤本身的性质以及连接器、接合点、弯曲或其它类似的事件而产生散射、反射,其中一部分的散射光和反射光通过光纤返回到 OTDR 中,返回的有用信息由 OTDR 中的探测器来测量,并作为光纤内不同位置上的时间或曲线片断,通过时间或曲线片断的分析,可以确定断点的具体位置。也就是说,OTDR 使用瑞利散射和菲涅尔反射来表征光纤的特性,其中,瑞利散射是由于光信号沿着光纤产生无规律的散射而形成,这些背向散射信号表明了由光纤而导致的衰减(损耗/距离)程度,因而,通过测量返回到 OTDR 接收接口的一部分散射光,可以获取光纤的衰减(损耗/距离)程度;菲涅尔反射是离散的反射,它是由整条光纤中的个别点引起的,这些点是由造成反向系数改变的因素,在这些点上,会有很强的背向散射光被反射回来。因此,OTDR 通过利用瑞利散射以及菲涅尔反射的信息,可定位连接点,光纤终端或断点。

[0012] 由上述可见,现有基于光时域检测仪进行光纤断点检测的 EPON 断点检测系统,在进行断点检测的过程中,需要先断开现有的 EPON 系统,然后将 OTDR 接入断点检测系统,通过 OTDR 发射光脉冲进入光纤,利用光脉冲的瑞利散射以及菲涅尔反射的信息进行检测,断点检测流程较为复杂;进一步地,在检测期间,需要断开 OLT,从而影响到其它没有断点处的网络信号的正常传输。例如,上述例子中,当 splitter 到 ONU3 之间的光纤发生了光纤断裂,在检测期间,需要将 OLT 从网络中断开,从而造成了 ONU1、ONU2 的信号收发中断,影响 EPON 系统的正常运行;而且,在 EPON 系统经常发生故障的情况下,需要频繁进行断开 OLT 与插接 OLT 的操作,频繁的插接,使得 OLT 的工作可靠性降低。

[0013] 综上所述,现有技术的 EPON 断点检测系统,在进行断点检测过程中,检测流程较为复杂,且会影响到其它没有断点处的网络信号的正常传输。

发明内容

[0014] 本发明的实施例提供了一种光线路终端光模块,简化断点检测流程、保障系统网络信号的正常传输。

[0015] 本发明的实施例还提供了一种以太无源光网络断点检测系统,简化断点检测流程、保障系统网络信号的正常传输。

[0016] 根据本发明的一个方面,提供了一种光线路终端光模块,包括:第一激光发射器、激光探测器、第二激光发射器以及光路组件,其中,

[0017] 第一激光发射器,用于接收外部设备传送的第一电信号,经电光转换后,将接收的第一电信号转换为第一波长的光信号,输出至光路组件;

[0018] 激光探测器,用于接收光路组件输出的光信号,如果为第二波长的光信号,进行光电转换,得到电信号,通过第三接口以及第四接口输出至外部设备;如果为第三波长的光信号,进行光电转换,得到电信号,通过第一接口以及第二接口输出至外部设备;

[0019] 第二激光发射器,用于在进行断点检测时,发射第三波长的光信号,输出至光路组件;

[0020] 光路组件,用于接收第一波长的光信号、和/或,第三波长的光信号,进行耦合处理后,通过光纤输出;接收第二波长的光信号、和/或,反射的第三波长的光信号,输出至激光探测器。

- [0021] 较佳地,进一步包括:
- [0022] 断点检测模块,用于对接收的电信号进行采样,并将采样的电信号与预先保存的正常情况下的电信号进行比较,获取断点或故障点的位置信息。
- [0023] 较佳地,所述第一激光发射器包括:制冷型激光器 EML 以及 EML 驱动器,其中,
- [0024] EML 驱动器,用于接收交换机的串化器/解串化器发送的电信号,根据接收的电信号驱动 EML 发射第一波长为 1577nm 的光信号;
- [0025] EML,用于根据接收的电信号,发射比特率为 10Gbps、波长为 1577nm 的下行连续光信号,且数据帧结构满足 IEEE802.3av 的协议要求。
- [0026] 较佳地,所述激光探测器包括:雪崩光电二极管 APD 探测器以及限幅放大器,其中,
- [0027] APD 探测器,用于接收光路组件输出的光信号,转换为电信号,输出至限幅放大电路,如果接收的光信号为第二波长的光信号,向限幅放大器输出第二波长光信号控制信息;如果接收的光信号为第三波长的光信号,向限幅放大器输出第三波长光信号控制信息;
- [0028] 限幅放大器,用于将 APD 探测器转换的电信号进行放大,如果接收到第二波长光信号控制信息,将放大后的电信号输出至交换机的串化器/解串化器进行数据分析;如果接收到第三波长光信号控制信息,将放大后的电信号输出至断点检测模块。
- [0029] 较佳地,所述第二激光发射器包括:法布里-珀罗 FP 激光器以及 FP 激光驱动器,其中,
- [0030] FP 激光驱动器,用于接收交换机的 PON MAC 发送的电信号,根据接收的电信号驱动 FP 激光器发射第三波长为 1310nm 的光信号;
- [0031] FP 激光器,用于根据接收的电信号,发射波长为 1310nm 的光信号,将发射的 1310nm 的光信号输出至光路组件。
- [0032] 较佳地,所述断点检测模块包括:增益电路、模数转换 ADC 电路以及逻辑阵列电路,其中,
- [0033] 增益电路,用于将 APD 探测器输出的电信号进行放大,输出至 ADC 电路;
- [0034] ADC 电路,用于对接收的电信号进行采样,得到数字信号,并将采样的数字信号输出至逻辑阵列电路进行存储;
- [0035] 逻辑阵列电路,用于将 ADC 电路存入的数字信号与预先存储的正常情况下的数字信号进行比较,通过逻辑运算,确定出光纤断点或故障点的位置。
- [0036] 较佳地,所述逻辑阵列电路包括现场可编程门阵列及可编程阵列逻辑。
- [0037] 较佳地,所述光线路终端光模块进一步包括:
- [0038] 微处理单元控制电路,用于存储光线路终端光模块的参数信息并输出至交换机的 PON MAC,接收交换机的 PON MAC 输出的指令信息,控制 EML 驱动器的使能。
- [0039] 一种以太无源光网络 EPON 断点检测系统,该系统包括:光线路终端光模块、串化器/解串化器、PON MAC、串化器/解串化器接口电路以及 PONMAC 接口电路,其中,
- [0040] 光线路终端光模块包括:EML、EML 驱动器、复用器、APD 探测器、突发模式限幅放大器、FP 激光器、FP 激光驱动器以及微处理单元控制电路 MCU,其中,
- [0041] EML 驱动器,用于接收交换机的串化器/解串化器发送的第一电信号,根据接收的电信号驱动 EML 发射第一波长为 1577nm 的光信号;

[0042] EML,用于根据接收的电信号,发射比特率为 10Gbps、波长为 1577nm 的下行连续光信号,且数据帧结构满足 IEEE802.3av 的协议要求;

[0043] APD 探测器,用于接收复用器输出的光信号,转换为电信号,输出至限幅放大电路,如果接收的光信号为第二波长的光信号,向限幅放大器输出第二波长光信号控制信息;如果接收的光信号为第三波长的光信号,向限幅放大器输出第三波长光信号控制信息;

[0044] 限幅放大器,用于将 APD 探测器转换的电信号进行放大,如果接收到第二波长光信号控制信息,将放大后的电信号通过限幅放大器的第三接口及第四接口输出至交换机的串化器/解串化器进行数据分析;如果接收到第三波长光信号控制信息,将放大后的电信号通过限幅放大器的第一接口及第二接口输出至交换机的串化器/解串化器进行数据分析;

[0045] FP 激光驱动器,用于接收交换机的 PON MAC 发送的电信号,根据接收的电信号驱动 FP 激光器发射第三波长为 1310nm 的光信号;

[0046] FP 激光器,用于根据接收的电信号,发射波长为 1310nm 的光信号,将发射的 1310nm 的光信号输出至复用器;

[0047] 微处理单元控制电路,用于存储光线路终端光模块的参数信息并输出至交换机的 PON MAC,接收交换机的 PON MAC 输出的指令信息,控制 EML 驱动器的使能;

[0048] 复用器,用于接收第一波长的光信号、和/或,第三波长的光信号,进行耦合处理后,通过光纤输出;接收第二波长的光信号、和/或,反射的第三波长的光信号,输出至 APD 探测器;

[0049] 串化器/解串化器,用于通过串化器/解串化器接口电路向 EML 驱动器发送第一电信号,接收限幅放大器输出的电信号,进行数据分析;

[0050] PON MAC,用于通过 PON MAC 接口电路向限幅放大器发送第二电信号,控制限幅放大器的输出;向 FP 激光驱动器发送第三电信号,以使 FP 激光驱动器根据该第三电信号驱动 FP 激光器,向 MCU 发送第四电信号以使 MCU 控制 EML 驱动器使能,读取 MCU 中的信息。

[0051] 较佳地,所述串化器/解串化器包括:第一接口、第二接口、第三接口、第四接口、第五接口以及第六接口,相应地,

[0052] 串化器/解串化器接口电路包括:第一接口电路、第二接口电路以及第三接口电路,其中,

[0053] 串化器/解串化器的第一接口及第二接口通过第一接口电路分别与 EML 驱动器的第一接口及第二接口相连;

[0054] 串化器/解串化器的第三接口及第四接口通过第二接口电路分别与突发模式限幅放大器的第一接口及第二接口相连;

[0055] 串化器/解串化器的第五接口及第六接口通过第三接口电路分别与突发模式限幅放大器的第三接口及第四接口相连。

[0056] 较佳地,所述 PON MAC 包括:第一接口、第二接口、第三接口、第四接口、第五接口、第六接口、第七接口、第八接口以及第九接口,相应地,

[0057] PON MAC 接口电路包括:第一接口电路、第二接口电路以及第三接口电路,其中,

[0058] PON MAC 的第一接口与突发模式限幅放大器的第五接口相连;

[0059] PON MAC 的第二接口通过 PON MAC 第一接口电路与突发模式限幅放大器的第六接

口相连；

[0060] PON MAC 的第三接口及第四接口分别与 FP 激光驱动器的第一接口及第二接口相连；

[0061] PON MAC 的第五接口、第六接口及第七接口通过 PON MAC 第二接口电路分别与 MCU 的第一接口及第二接口相连；

[0062] PON MAC 的第八接口及第九接口通过 PON MAC 第三接口电路分别与 MCU 的第三接口及第四接口相连。

[0063] 较佳地,所述系统进一步包括：

[0064] 电源模块,用于为系统各元器件提供相应的工作电压,包括:第一电容、第二电容、第三电容、第四电容、第五电容、第六电容、第七电容、第八电容、第一电感、第二电感、第一开关、第二开关以及第三开关,其中,

[0065] 第一电容及第二电容的一端接入第一参考电压,另一端接地；

[0066] 第一电感的一端接入第一参考电压,另一端分别与第三电容及第四电容的一端相连,并接入第一开关及第二开关的一端；

[0067] 第三电容及第四电容的另一端接地；

[0068] 第一开关及第二开关的另一端作为输出；

[0069] 第五电容及第六电容的一端接入第二参考电压,另一端接地；

[0070] 第二电感的一端接入第二参考电压,另一端分别与第七电容及第八电容的一端相连,并接入第三开关的一端；

[0071] 第七电容及第八电容的另一端接地；

[0072] 第三开关的另一端作为输出。

[0073] 较佳地,所述第一参考电压为 3.3V,第二参考电压为 5V,第一电容至第八电容的电容值相同,为 0.1 微法。

[0074] 较佳地,所述串化器 / 解串化器的第一接口为 10GTx+ 接口,第二接口为 10GTx- 接口,第一接口电路包括:第一电阻、第二电阻、第三电阻、第九电容及第十电容,其中,

[0075] 10GTx+ 接口与第一电阻的一端相连；

[0076] 第一电阻的另一端与第九电容的一端相连；

[0077] 第九电容的另一端与第三电阻的一端相连并接入 EML 驱动器的第一接口；

[0078] 串化器 / 解串化器的 10GTx- 接口与第二电阻的一端相连；

[0079] 第二电阻的另一端与第十电容的一端相连；

[0080] 第十电容的另一端与第三电阻的另一端相连并接入 EML 驱动器的第二接口。

[0081] 较佳地,所述 EML 驱动器的第一接口为 10.3125Gbs 的 Tx+ 接口,第二接口为 10.3125Gbs 的 Tx- 接口。

[0082] 较佳地,所述第一电阻及第二电阻的阻值为 50 欧姆,第三电阻的阻值为 100 欧姆。

[0083] 较佳地,所述串化器 / 解串化器的第三接口为 Rx_OTDR_P 接口,第四接口为 Rx_OTDR_N 接口,第二接口电路包括:第四电阻、第五电阻、第六电阻、第七电阻、第八电阻及第九电阻,其中,

[0084] 串化器 / 解串化器的 Rx_OTDR_P 接口与第四电阻的一端相连；

[0085] 第四电阻的另一端与第五电阻及第八电阻的一端相连,并接入限幅放大电路的第

一接口；

[0086] 第五电阻的另一端接入第一参考电压，第八电阻的另一端接地；

[0087] 串化器 / 解串化器的 Rx_OTDR_N 接口与第七电阻的一端相连；

[0088] 第七电阻的另一端与第六电阻及第九电阻的一端相连，并接入限幅放大电路的第二接口；

[0089] 第六电阻的另一端接入第一参考电压，第九电阻的另一端接地。

[0090] 较佳地，所述串化器 / 解串化器的第五接口为 10G Rx+ 接口，第六接口为 10G Rx- 接口，第三接口电路包括：第十电阻、第十一电阻、第十二电阻、第十一电容及第十二电容，其中，

[0091] 串化器 / 解串化器的 10G Rx+ 接口与第十电阻的一端相连；

[0092] 第十电阻的另一端与第十一电容及第十二电阻的一端相连，并接入限幅放大电路的第三接口；

[0093] 串化器 / 解串化器的 10G Rx- 接口与第十一电阻的一端相连；

[0094] 第十一电阻的另一端与第十二电容及第十二电阻的另一端相连，并接入限幅放大电路的第四接口。

[0095] 较佳地，所述限幅放大电路的第一接口为 155Mbps OTDR Rx+ 接口，第二接口为 155Mbps OTDR Rx- 接口，第三接口为 10.3125Gbs Rx+ 接口，第四接口为 10.3125Gbs Rx- 接口。

[0096] 较佳地，所述第四电阻、第七电阻、第十电阻及第十一电阻的阻值分别为 50 欧姆，第五电阻及第六电阻的阻值分别为 130 欧姆，第八电阻及第九电阻的阻值分别为 82 欧姆，第十电阻的阻值为 100 欧姆。

[0097] 较佳地，所述 PON MAC 的第一接口为 OTDR 限制使能接口，

[0098] PON MAC 的 OTDR 限制使能接口接入限幅放大器的 Rx_Squelch_OT 接口；

[0099] PON MAC 的第二接口为 Rx_LOS 接口，PON MAC 第一接口电路包括第十三电阻，其中，

[0100] PON MAC 的 Rx_LOS 接口与第十三电阻的一端相连并接入限幅放大电路的 Rx_LOS 接口，第十三电阻的另一端接入第一参考电压。

[0101] 较佳地，所述PON MAC的第三接口为Tx_Dis_OTDR接口，第四接口为Tx_OTDR接口，分别接入FP激光器的Tx_Dis_OTDR接口以及Tx_OTDR接口。

[0102] 较佳地，所述PON MAC的第五接口为串口通信线时钟引脚，第六接口为串口通信线数据引脚，第七接口为模块地引脚，相应地，PON MAC 第二接口电路包括第十四电阻、第十五电阻及第十六电阻，其中，

[0103] PON MAC 的串口通信线时钟引脚与第十六电阻的一端相连，并接入 MCU 控制电路的第一接口；

[0104] PON MAC 的串口通信线数据引脚与第十五电阻的一端相连，并接入 MCU 控制电路的第二接口；

[0105] PON MAC 的模块地引脚与第十四电阻的一端相连，并接地；

[0106] 第十四电阻、第十五电阻、第十六电阻的另一端接入第一参考电压。

[0107] 较佳地，所述PON MAC的第八接口为发射使能引脚，第九接口为触发输入引脚，相

应地, PON MAC 第三接口电路包括第十七电阻, 其中,

[0108] PON MAC 的发射使能引脚与第十七电阻的一端相连, 并接入 MCU 控制电路的发射使能引脚;

[0109] 第十七电阻的另一端接入第一参考电压;

[0110] PON MAC 的触发输入引脚接入 MCU 控制电路的触发输入引脚。

[0111] 较佳地, 所述第十三电阻的阻值为 10 千欧姆; 第十四电阻、第十五电阻、第十六电阻、第十七电阻的阻值分别为 10 千欧姆。

[0112] 由上述可见, 本发明实施例的光线路终端光模块及以太无源光网络断点检测系统, 光线路终端光模块包括: 第一激光发射器、激光探测器、第二激光发射器以及光路组件, 其中, 第一激光发射器, 用于接收外部设备传送的第一电信号, 经电光转换后, 将接收的第一电信号转换为第一波长的光信号, 输出至光路组件; 激光探测器, 用于接收光路组件输出的光信号, 如果为第二波长的光信号, 进行光电转换, 得到电信号, 通过第三接口以及第四接口输出至外部设备; 如果为第三波长的光信号, 进行光电转换, 得到电信号, 通过第一接口以及第二接口输出至外部设备; 第二激光发射器, 用于在进行断点检测时, 发射第三波长的光信号, 输出至光路组件; 光路组件, 用于接收第一波长的光信号、和 / 或, 第三波长的光信号, 进行耦合处理后, 通过光纤输出; 接收第二波长的光信号、和 / 或, 反射的第三波长的光信号, 输出至激光探测器。这样, 在进行断点检测时, 无需断开 OLT, 从而不会影响 EPON 中正常的业务通信, 在保障系统网络信号正常传输的基础上, 简化了断点检测流程; 进一步地, 由于无需频繁进行断开 OLT 与插接 OLT 的操作, 减少了 OLT 频繁的插接, 提高了 OLT 的工作可靠性。

附图说明

[0113] 图 1 为现有以太无源光网络系统结构示意图。

[0114] 图 2 为现有以太无源光网络断点检测系统结构示意图。

[0115] 图 3 为本发明实施例光线路终端光模块结构示意图。

[0116] 图 4 为本发明实施例以太无源光网络断点检测系统进行检测的示意图。

[0117] 图 5 为本发明实施例基于图 3 的以太无源光网络断点检测系统结构示意图。

[0118] 图 6 为存储到逻辑阵列电路中的数字信号波形示意图。

[0119] 图 7 为基于图 6 计算得到的数字信号波形与距离的示意图。

具体实施方式

[0120] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白, 以下参照附图并举出优选实施例, 对本发明进一步详细说明。然而, 需要说明的是, 说明书中列出的许多细节仅仅是为了使读者对本发明的一个或多个方面有一个透彻的理解, 即便没有这些特定的细节也可以实现本发明的这些方面。

[0121] 本申请使用的“模块”、“系统”等术语旨在包括与计算机相关的实体, 例如但不限于硬件、固件、软硬件组合、软件或者执行中的软件。例如, 模块可以是, 但并不仅限于: 处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行程序、执行的线程、程序和 / 或计算机。举例来说, 计算设备上运行的应用程序和此计算设备都可以是模块。一个或多个模块可以位于执行中的

一个进程和 / 或线程内,一个模块也可以位于一台计算机上和 / 或分布于两台或更多台计算机之间。

[0122] 现有的 EPON 断点检测系统,在进行断点检测的过程中,需要先断开 OLT,然后将 OTDR 接入断点检测系统进行断点检测,在检测完毕后,再断开 OTDR,并将 OLT 接入系统进行正常通信,使得断点检测流程较为复杂,并影响到网络信号的正常传输。

[0123] 本发明实施例提出了一种用于 10Gb/s 具有集成光时域反射仪功能的对称以太无源光网络的光线路终端(10G EPON OLT)光模块,该光模块能够发射用于断点检测的种子光并接收该种子光在断点处反射的 OTDR 探测光,进行光电转换后,根据转换得到的模拟信号进行分析,从而获取断点信息,具有价格低廉、操作简单、易维护等优点。

[0124] 具体来说,本发明实施例的光线路终端光模块中,集成 OTDR 功能,即在现有可收发 2 路光信号的光路组件的基础上,设置用于发射断点检测的激光器发射种子光进行断点检测,并共用 OLT 的接收组件接收断点处反射的种子光,从而实现通信的光信号与检测断点的光信号可同时在光纤中传输。这样,在进行断点检测时,不必再断开 OLT,从而不影响光网络通信系统的正常通信。

[0125] 图 3 为本发明实施例光线路终端光模块结构示意图。参见图 3,该光线路终端光模块包括:包括:第一激光发射器 301、激光探测器 302、第二激光发射器 303 以及光路组件 304,其中,

[0126] 第一激光发射器 301,用于接收外部设备传送的第一电信号,经电光转换后,将接收的第一电信号转换为第一波长的光信号,输出至光路组件 304;

[0127] 本发明实施例中,第一激光发射器 301 发射的第一波长的光信号,经光路组件 304 耦合后,输出至外部的光纤进行传播。

[0128] 外部设备可以是交换机,本发明实施例中,具体来说,可以是交换机中的串化器 / 解串化器(SerDes),或数据交换设备。

[0129] 激光探测器 302,用于接收光路组件 304 输出的光信号,如果为第二波长的光信号,进行光电转换,得到电信号,通过第三接口以及第四接口输出至外部设备;如果为第三波长的光信号,进行光电转换,得到电信号,通过第一接口以及第二接口输出至外部设备;

[0130] 本发明实施例中,从光纤传输过来的第二波长光信号,经光路组件 304 的汇流后,输出至激光探测器 302。激光探测器 302 将接收的第二波长的光信号,经光电转换后,转换为电信号发送给交换机,交换机的 SerDes(数据交换设备)进行数据分析。

[0131] 这样,交换机通过第一激光发射器 301 和激光探测器 302 实现了信号发送与接收的通信功能。也就是说,第一激光发射器 301 接收交换机发送的用于通信的电信号,将其转换为用于通信的光信号;激光探测器 302 接收用于通信的光信号,将其转换为用于通信的电信号发送给交换机。

[0132] 第二激光发射器 303,用于在进行断点检测时,发射第三波长的光信号,输出至光路组件 304;

[0133] 本发明实施例中,第三波长的光信号为用于检测断点的光信号。发射的第三波长的光信号经光路组件 304 耦合后进入到光纤进行传播。

[0134] 具体来说,第二激光发射器 303 可以接收交换机发送的用于进行断点检测的电信号,并将接收的电信号转换为第三波长的光信号。例如,交换机中的无源光网络媒体存取控

制器(MAC,Media Access Control)在确定进行断点检测时,向第二激光发射器 303 发送用于进行断点检测的电信号,第二激光发射器 303 将接收的电信号转换为第三波长的光信号进行发射。

[0135] 光路组件 304,用于接收第一波长的光信号、和 / 或,第三波长的光信号,进行耦合处理后,通过光纤输出;接收第二波长的光信号、和 / 或,反射的第三波长的光信号,输出至激光探测器 302。

[0136] 本发明实施例中,第三波长的光信号通过光路组件 304 的耦合处理后,在外部光纤中传输,例如,OLT 与分光器链路之间的光纤以及分光器与 ONU 链路之间的光纤中传输,在光纤的断裂点或设备(分光器或 ONU)的故障处或者其它地方被反射,被反射的第三波长的光信号在光纤中传输,返回到光路组件 304 后,经光路组件 304 输出至激光探测器 302,激光探测器 302 收到反射回来的第三波长的光信号后,经过光电转换后向断点检测模块 305 输出电信号。

[0137] 较佳地,光路组件 304 为复用器。

[0138] 当然,实际应用中,光线路终端光模块也可以对断点检测信号进行处理,获取断点或故障点的位置信息后输出至外部设备。这样,光线路终端光模块可以进一步包括:

[0139] 断点检测模块 305,用于对接收的电信号进行采样,并将采样的电信号与预先保存的正常情况下的电信号进行比较,获取断点或故障点的位置信息。

[0140] 本发明实施例中,断点检测模块 305 对接收的电信号进行采样后,得到数字信号,存储数字信号,根据存储的数字信号生成第一波形,与预先存储的根据无断点时采样得到的数字信号生成的第二波形进行比对,根据比对结果判断出断点或故障点位置。当然,实际应用中,也可以直接根据接收的数字信号与预先存储的数字信号进行比对。

[0141] 预先存储的数字信号是在正常情况下,即无断点、无故障点的情况下,对反射的第三波长的光信号进行采样及模数转换后得到的采样数字信号。

[0142] 本发明实施例中,光线路终端光模块具体可以应用在光接入网的 10G 以太无源光网络中。

[0143] 其中,

[0144] 第一激光发射器 301 包括:制冷型激光器(EML, Electro-absorption Modulated Laser)以及 EML 驱动器,其中,

[0145] EML 发射的第一波长的光信号为 1577nm 波长的光信号,实际应用中,EML 可以为 10Gbps 的连续波(CW,Continuous Wavelength)光发射次模块(TOSA,Transmitter Optical Subassembly),EML 驱动器可以为 10Gbps 的 CDR EML 驱动器。

[0146] EML 驱动器,用于接收交换机的 SerDes 发送的电信号,根据接收的电信号驱动 EML 发射第一波长为 1577nm 的光信号;

[0147] EML,用于根据接收的电信号,发射比特率为 10Gbps、波长为 1577nm 的下行连续光信号,且数据帧结构满足 IEEE802.3av 的协议要求。

[0148] 本发明实施例中,关于 EML 驱动器以及 EML 的电路结构、光信号处理流程,具体可参见相关技术文献,在此不再赘述。

[0149] 激光探测器 302 包括:雪崩光电二极管(APD,Avalanche Photo Diode)探测器以及限幅放大器(Burst Mode Limit Amplifier),其中,

[0150] APD 探测器采用 1.25Gbps ~ 10Gbps、带宽(BW, Bandwidth)为 1260nm ~ 1360nm 的光接收次模块(ROSA, Receiver Optical Subassembly), 信号数据帧结构满足 IEEE802.3av 的协议要求。

[0151] APD 探测器, 用于接收光路组件 304 输出的光信号, 转换为电信号, 输出至限幅放大电路, 如果接收的光信号为第二波长的光信号, 向限幅放大器输出第二波长光信号控制信息; 如果接收的光信号为第三波长的光信号, 向限幅放大器输出第三波长光信号控制信息;

[0152] 限幅放大器, 用于将 APD 探测器转换的电信号进行放大, 如果接收到第二波长光信号控制信息, 将放大后的电信号输出至交换机的 SerDes 进行数据分析; 如果接收到第三波长光信号控制信息, 将放大后的电信号输出至断点检测模块 305。

[0153] 本发明实施例中, 由限幅放大电路将 APD 接收探测器转换的电信号, 例如, 第二波长的光信号转换得到的电信号、和 / 或, 第三波长的光信号转换得到的电信号放大后进行输出。

[0154] 较佳地, 限幅放大电路为突发模式, 由于 OLT 光模块接收的 ONU 的信号幅度大小不等, 例如, 距离远的 ONU, 由于信号传输衰减较大, 传输至 OLT 光模块端, 可能就 -30dB, 而距离近的 ONU, 由于信号传输衰减较小, 传输至 OLT 光模块端, 可能是 -7dB。这样, 通过采用突发模式接收限幅放大电路, 可以将接收信号调制成幅度一样的信号, 方便 OLT 光模块接收数据并进行分析。

[0155] 第二激光发射器 303 包括: 法布里-珀罗(FP, Fabry-Perot)激光器以及 FP 激光驱动器, 其中,

[0156] FP 激光器发射的第三波长的光信号为 1310nm 的光信号, 采用 OTDR 的 155M 速率进行发射。

[0157] FP 激光驱动器, 用于接收交换机的 PON MAC 发送的电信号, 根据接收的电信号驱动 FP 激光器发射第三波长为 1310nm 的光信号;

[0158] FP 激光器, 用于根据接收的电信号, 发射波长为 1310nm 的光信号, 将发射的 1310nm 的光信号输出至光路组件 304。

[0159] 本发明实施例中, 1310nm 的 OTDR DFB 突发发射光源的 FP 激光驱动器接收交换机的 PON MAC 发送的用于进行断点检测的电信号, 根据接收的电信号驱动该 FP 激光器发射第三波长为 1310nm 的光信号。

[0160] 在进行断点检测时, PON MAC 通过 TX_Dis_OTDR 信号线(或称引脚)控制 1310nm 的 FP 激光器的驱动电路(FP 激光驱动器)使能, 并通过 TX_OTDR 信号线向该驱动电路发送用于进行断点检测的电信号; 该驱动电路根据接收的电信号驱动 FP 激光器发射第三波长为 1310nm 的光信号, 在断点处, 1310nm 的光信号被断点反射, 经光路组件 304 传输至 APD 探测器, APD 探测器接收到反射回来的第三波长为 1310nm 的光信号后, 经过光电转换后输出电信号。

[0161] 断点检测模块 305 包括: 增益电路、模数转换(ADC, Analog-to-Digital Converter)电路以及逻辑阵列电路, 其中,

[0162] 增益电路, 用于将 APD 探测器输出的电信号进行放大, 输出至 ADC 电路;

[0163] 本发明实施例中, APD 探测器输出的电信号为将第三波长的光信号进行光电转换

得到的电信号。

[0164] ADC 电路,用于对接收的电信号进行采样,得到数字信号,并将采样的数字信号输出至逻辑阵列电路进行存储;

[0165] 逻辑阵列电路,用于将 ADC 电路存入的数字信号与预先存储的正常情况下的数字信号进行比较,通过逻辑运算,确定出光纤断点或故障点的位置。

[0166] 本发明实施例中,预先存储的数字信号可以存储在存储介质如闪存(FLASH)中。

[0167] 逻辑阵列电路具体可以是现场可编程门阵列(FPGA, Field Programmable Gate Array)、可编程阵列逻辑(PAL, Programmable Array Logic)等电路。显然,本领域技术人员也可以采用其它器件,如单片机、处理器、微控器等计算芯片来实现信号比较,确定断点或故障点位置的功能。

[0168] 进一步地,光线路终端光模块还可以包括:

[0169] 微处理单元控制电路,用于存储光线路终端光模块的参数信息并输出至交换机的 PON MAC,接收交换机的 PON MAC 输出的指令信息,控制 EML 驱动器的使能。

[0170] 本发明实施例中,ADC 电路可以通过访问 MCU 控制电路获得光线路终端光模块的参数信息,并以此进行断点检测。

[0171] 进一步地,逻辑阵列电路可以通过与 MCU 控制电路之间的接口,将断点或故障点的位置信息发送给 MCU 控制电路进行保存。

[0172] MCU 控制电路具体可以是各种型号的单片机、控制器、处理器等。

[0173] 较佳地,MCU 控制电路还可以与交换机的 PON MAC 通信,将光线路终端光模块的状态信号(参数信息)上报给 PON MAC,同时接收 PON MAC 发来的指令信息,根据指令信息控制第一激光发射器 301 的工作,或者,第二激光发射器 303 的工作。

[0174] 本发明实施例中,应用于光接入网的以太无源光网络的光线路终端光模块可同时进行通信工作和断点检测工作,或者仅进行通信工作。

[0175] 本发明实施例光线路终端光模块的通信工作原理为:

[0176] 1577nm 的 10Gbps 的 EML 驱动器接收交换机传送的电信号,驱动 EML 发射第一波长为 1577nm 的光信号,即将 1577nm 的 EML 作为下行链路的光源使用,发送连续的 10Gbps、波长为 1577nm 的光信号,实现通信数据的发送;

[0177] 1260nm ~ 1360nm 的 APD 探测器接收由 ONU 发送来的第二波长的上行突发光包,将光信号转换为电信号,由限幅放大电路将 APD 探测器转换的电信号放大后输出到交换机,实现通信数据的接收;

[0178] 当光纤链路发生断点时,FP 激光驱动器接收交换机传送的电信号,驱动 1310nm 的 FP 激光器发送一系列突发激光;激光经过光纤链路中的断点时,由于瑞利散射和菲涅尔反射,会有一部分回损光反射回光纤,反射的激光进而返回到 1260nm ~ 1360nm 的 APD 探测器,1260nm ~ 1360nm 的 APD 探测器收到反射回来的光,经过光电转化,形成电信号,然后经过光线路终端光模块内部或外部增益放大电路和 ADC 电路的采样,得到数字信号,传递给逻辑阵列电路 FPGA。FPGA 将接收到的信号与 Flash 中存放的正常情况下的信号进行比较,找到发生断点的位置,通过 SPI 接口将断点位置信息传递给 MCU 控制电路,交换机的 PON MAC 通过访问 MCU 控制电路,得知断点发生的位置信息。

[0179] 图 4 为本发明实施例以太无源光网络断点检测系统进行检测的示意图。参见图 4,

假设光线路终端光模块与分光器之间,有一段长 10km 的光纤,分光器与 ONU1 之间的距离为 1km,分光器与 ONU2 之间的距离为 2km,分光器与 ONU3 之间的距离为 10km,但是在 7km 处发生了光纤断裂。

[0180] 在进行断点检测时(通信业务可以正常执行),光线路终端光模块中的 FP 激光发射器发射第三波长(例如,1310nm)的光信号,输出至光路组件的激光发射接口,激光发射接口将接收的第三波长的光信号输出至下行光纤接口,并由下行光纤接口输出至分光器,由分光器进行分光处理后,分别输出,当第三波长的光信号传输至分光器与 ONU3 之间距离为 7km 处,光纤断裂,断裂处反射第三波长的光信号,经光纤反射回分光器,分光器经汇流处理后,传输至光线路终端光模块,光线路终端光模块的下行光纤接口接收光信号,并确定接收的光信号为第三波长的光信号,输出至激光接收接口,并由激光接收接口输出至激光探测器;

[0181] 激光探测器将接收的光信号转换为电信号,并经 ADC 电路采样为数字信号,存储到逻辑阵列电路中。

[0182] 图 5 为本发明实施例基于图 3 的以太无源光网络断点检测系统结构示意图。参见图 5,该系统包括:OLT 光模块、串化器/解串化器、PON MAC、串化器/解串化器接口电路以及 PON MAC 接口电路,其中,OLT 光模块包括:EML、EML 驱动器、复用器、APD 探测器、突发模式限幅放大器、FP 激光器、FP 激光驱动器以及微处理单元控制电路(MCU),其中,

[0183] EML 驱动器,用于接收交换机的 SerDes 发送的电信号,根据接收的电信号驱动 EML 发射第一波长为 1577nm 的光信号;

[0184] EML,用于根据接收的电信号,发射比特率为 10Gbps、波长为 1577nm 的下行连续光信号,且数据帧结构满足 IEEE802.3av 的协议要求;

[0185] APD 探测器,用于接收复用器输出的光信号,转换为电信号,输出至限幅放大电路,如果接收的光信号为第二波长的光信号,向限幅放大器输出第二波长光信号控制信息;如果接收的光信号为第三波长的光信号,向限幅放大器输出第三波长光信号控制信息;

[0186] 限幅放大器,用于将 APD 探测器转换的电信号进行放大,如果接收到第二波长光信号控制信息,将放大后的电信号通过限幅放大器的第三接口及第四接口输出至交换机的 SerDes 进行数据分析;如果接收到第三波长光信号控制信息,将放大后的电信号通过限幅放大器的第一接口及第二接口输出至交换机的 SerDes 进行数据分析;

[0187] FP 激光驱动器,用于接收交换机的 PON MAC 发送的电信号,根据接收的电信号驱动 FP 激光器发射第三波长为 1310nm 的光信号;

[0188] FP 激光器,用于根据接收的电信号,发射波长为 1310nm 的光信号,将发射的 1310nm 的光信号输出至复用器;

[0189] 微处理单元控制电路,用于存储光线路终端光模块的参数信息并输出至交换机的 PON MAC,接收交换机的 PON MAC 输出的指令信息,控制 EML 驱动器的使能;

[0190] 复用器,用于接收第一波长的光信号、和/或,第三波长的光信号,进行耦合处理后,通过光纤输出;接收第二波长的光信号、和/或,反射的第三波长的光信号,输出至 APD 探测器;

[0191] 串化器/解串化器,用于通过串化器/解串化器接口电路向 EML 驱动器发送第一电信号,接收限幅放大器输出的电信号,进行数据分析;

[0192] PON MAC,用于通过 PON MAC 接口电路向限幅放大器发送第二电信号,控制限幅放大器的输出;向 FP 激光驱动器发送第三电信号,以使 FP 激光驱动器根据该第三电信号驱动 FP 激光器,向 MCU 发送第四电信号以使 MCU 控制 EML 驱动器使能,读取 MCU 中的信息。

[0193] 其中,

[0194] 串化器/解串化器与本发明实施例相关的接口包括第一接口、第二接口、第三接口、第四接口、第五接口以及第六接口,相应地,

[0195] 串化器/解串化器接口电路包括:第一接口电路、第二接口电路以及第三接口电路,其中,

[0196] 串化器/解串化器的第一接口及第二接口通过第一接口电路分别与 EML 驱动器的第一接口及第二接口相连;

[0197] 串化器/解串化器的第三接口及第四接口通过第二接口电路分别与突发模式限幅放大器的第一接口及第二接口相连;

[0198] 串化器/解串化器的第五接口及第六接口通过第三接口电路分别与突发模式限幅放大器的第三接口及第四接口相连;

[0199] PON MAC 与本发明实施例相关的接口包括第一接口、第二接口、第三接口、第四接口、第五接口、第六接口、第七接口、第八接口以及第九接口,相应地,

[0200] PON MAC 接口电路包括:第一接口电路、第二接口电路以及第三接口电路,其中,

[0201] PON MAC 的第一接口与突发模式限幅放大器的第五接口相连;

[0202] PON MAC 的第二接口通过 PON MAC 第一接口电路与突发模式限幅放大器的第六接口相连;

[0203] PON MAC 的第三接口及第四接口分别与 FP 激光驱动器的第一接口及第二接口相连;

[0204] PON MAC 的第五接口、第六接口及第七接口通过 PON MAC 第二接口电路分别与 MCU 的第一接口及第二接口相连;

[0205] PON MAC 的第八接口及第九接口通过 PON MAC 第三接口电路分别与 MCU 的第三接口及第四接口相连。

[0206] 较佳地,该系统还可以进一步包括:

[0207] 电源模块,用于为系统各元器件提供相应的工作电压。

[0208] 较佳地,电源模块包括第一电容 C1、第二电容 C2、第三电容 C3、第四电容 C4、第五电容 C5、第六电容 C6、第七电容 C7、第八电容 C8、第一电感 L1、第二电感 L2、第一开关 S1、第二开关 S2 以及第三开关 S3,其中,

[0209] 第一电容 C1 及第二电容 C2 的一端接入第一参考电压,另一端接地;

[0210] 第一电感 L1 的一端接入第一参考电压,另一端分别与第三电容 C3 及第四电容 C4 的一端相连,并接入第一开关 S1 及第二开关 S2 的一端;

[0211] 第三电容 C3 及第四电容 C4 的另一端接地;

[0212] 第一开关 S1 及第二开关 S2 的另一端作为输出;

[0213] 第五电容 C5 及第六电容 C6 的一端接入第二参考电压,另一端接地;

[0214] 第二电感 L2 的一端接入第二参考电压,另一端分别与第七电容 C7 及第八电容 C8 的一端相连,并接入第三开关 S3 的一端;

- [0215] 第七电容 C7 及第八电容 C8 的另一端接地；
- [0216] 第三开关 S3 的另一端作为输出。
- [0217] 本发明实施例中, 较佳地, 第一参考电压为 3.3V, 第二参考电压为 5V。当然, 实际应用中, 也可以设置多个参考电压, 并采用与上述相类似的电路结构, 从而提供不同需求所需的工作电压。
- [0218] 较佳地, 第一电容 C1 ~ 第八电容 C8 的电容值相同, 为 0.1 微法。
- [0219] SerDes 的第一接口为 10GTx+ 接口, 第二接口为 10GTx- 接口, 第一接口电路包括: 第一电阻 Z1、第二电阻 Z2、第三电阻 Z3、第九电容 C9 及第十电容 C10, 其中,
- [0220] 10GTx+ 接口与第一电阻 Z1 的一端相连;
- [0221] 第一电阻 Z1 的另一端与第九电容 C9 的一端相连;
- [0222] 第九电容 C9 的另一端与第三电阻 Z3 的一端相连并接入 EML 驱动器的第一接口;
- [0223] SerDes 的 10GTx- 接口与第二电阻 Z2 的一端相连;
- [0224] 第二电阻 Z2 的另一端与第十电容 C10 的一端相连;
- [0225] 第十电容 C10 的另一端与第三电阻 Z3 的另一端相连并接入 EML 驱动器的第二接口。
- [0226] 本发明实施例中, EML 驱动器的第一接口为 10.3125Gbs 的 Tx+ 接口, 第二接口为 10.3125Gbs 的 Tx- 接口。
- [0227] 较佳地, 第一电阻 Z1 及第二电阻 Z2 的阻值为 50 欧姆, 第三电阻 Z3 的阻值为 100 欧姆。
- [0228] SerDes 的第三接口为 Rx_OTDR_P 接口, 第四接口为 Rx_OTDR_N 接口, 第二接口电路包括: 第四电阻 Z4、第五电阻 Z5、第六电阻 Z6、第七电阻 Z7、第八电阻 Z8 及第九电阻 Z9, 其中,
- [0229] SerDes 的 Rx_OTDR_P 接口与第四电阻 Z4 的一端相连;
- [0230] 第四电阻 Z4 的另一端与第五电阻 Z5 及第八电阻 Z8 的一端相连, 并接入限幅放大电路的第一接口;
- [0231] 第五电阻 Z5 的另一端接入第一参考电压, 第八电阻 Z8 的另一端接地;
- [0232] SerDes 的 Rx_OTDR_N 接口与第七电阻 Z7 的一端相连;
- [0233] 第七电阻 Z7 的另一端与第六电阻 Z6 及第九电阻 Z9 的一端相连, 并接入限幅放大电路的第二接口;
- [0234] 第六电阻 Z6 的另一端接入第一参考电压, 第九电阻 Z9 的另一端接地;
- [0235] SerDes 的第五接口为 10G Rx+ 接口, 第六接口为 10G Rx- 接口, 第三接口电路包括: 第十电阻 Z10、第十一电阻 Z11、第十二电阻 Z12、第十一电容 C11 及第十二电容 C12, 其中,
- [0236] SerDes 的 10G Rx+ 接口与第十电阻 Z10 的一端相连;
- [0237] 第十电阻 Z10 的另一端与第十一电容 C11 及第十二电阻 Z12 的一端相连, 并接入限幅放大电路的第三接口;
- [0238] SerDes 的 10G Rx- 接口与第十一电阻 Z11 的一端相连;
- [0239] 第十一电阻 Z11 的另一端与第十二电容 C12 及第十二电阻 Z12 的另一端相连, 并接入限幅放大电路的第四接口。

[0240] 本发明实施例中,限幅放大电路的第一接口为 155Mbps OTDR Rx+ 接口,第二接口为 155Mbps OTDR Rx- 接口,第三接口为 10.3125Gbps Rx+ 接口,第四接口为 10.3125Gbps Rx- 接口。

[0241] 较佳地,第四电阻 Z4、第七电阻 Z7、第十电阻 Z10 及第十一电阻 Z11 的阻值分别为 50 欧姆,第五电阻 Z5 及第六电阻 Z6 的阻值分别为 130 欧姆,第八电阻 Z8 及第九电阻 Z9 的阻值分别为 82 欧姆,第十电阻 Z10 的阻值为 100 欧姆。

[0242] PON MAC 的第一接口为 OTDR 限制使能(Squelch Enable)接口,

[0243] PON MAC 的 OTDR 限制使能(Squelch Enable)接口接入限幅放大器的第五接口,即 Rx_Squelch_OT 接口。

[0244] PON MAC 的第二接口为 Rx_LOS 接口,PON MAC 第一接口电路包括第十三电阻 Z13,其中,

[0245] PON MAC 的 Rx_LOS 接口与第十三电阻 Z13 的一端相连并接入限幅放大电路的第六接口,即 Rx_LOS 接口,第十三电阻 Z13 的另一端接入第一参考电压;

[0246] 本发明实施例中,较佳地,第十三电阻 Z13 的阻值为 10 千欧姆。

[0247] PON MAC 的第三接口为 Tx_Dis_OTDR 接口,第四接口为 Tx_OTDR 接口,分别接入 FP 激光器的第一接口即 Tx_Dis_OTDR 接口以及第二接口即 Tx_OTDR 接口。

[0248] PON MAC 的第五接口为串口通信线时钟(SCL Serial Clock)引脚,第六接口为串口通信线数据(SDA Serial Data)引脚,第七接口为模块地(MOD_ABS)引脚,相应地,PON MAC 第二接口电路包括第十四电阻 Z14、第十五电阻 Z15 及第十六电阻 Z16,其中,

[0249] PON MAC 的串口通信线时钟(SCL Serial Clock)引脚与第十六电阻的一端相连,并接入 MCU 控制电路的第一接口,即串口通信线时钟(SCL Serial Clock)引脚;

[0250] PON MAC 的串口通信线数据(SDA Serial Data)引脚与第十五电阻的一端相连,并接入 MCU 控制电路的第二接口,即串口通信线数据(SDA Serial Data)引脚;

[0251] PON MAC 的模块地(MOD_ABS)引脚与第十四电阻的一端相连,并接地。

[0252] PON MAC 的第八接口为发射使能(Tx_DIS)引脚,第九接口为触发输入(Rx_Tri)引脚,相应地,PON MAC 第三接口电路包括第十七电阻 Z17,其中,

[0253] PON MAC 的发射使能(Tx_DIS)引脚与第十七电阻 Z17 的一端相连,并接入 MCU 控制电路的发射使能(Tx_DIS)引脚;

[0254] 第十四电阻、第十五电阻、第十六电阻、第十七电阻的另一端接入第一参考电压;

[0255] PON MAC 的触发输入(Rx_Tri)引脚接入 MCU 控制电路的触发输入(Rx_Tri)引脚;

[0256] PON MAC 的第一、第四、第七、第十五、第十六、第十九、第二十七、第三十接口分别与 MCU 控制电路的第一、第四、第七、第十五、第十六、第十九、第二十七、第三十接口相连并接地。

[0257] 本发明实施例中,较佳地,第十四电阻、第十五电阻、第十六电阻、第十七电阻的阻值分别为 10 千欧姆。

[0258] 上述以太无源光网络断点检测系统中各接口及管脚,例如,交换机的 MAC 或者 SerDes,相连接的管脚(pin)的定义如下表 1 所示:

[0259] 表 1

[0260]

管脚描述			
管脚	名称	描述	备注
1	GND	模块地 (Module Ground)	
2	NC	悬空, 不连接 (Not Connected)	
3	NC	悬空, 不连接 (Not Connected)	
4	GND	模块地 (Module Ground)	
5	Tx_DIS	发射使能, 当高电平时, 激光器不发光 (Transmitter Disable; When asserted High, the Transmitter's output is turned OFF)	
6	VCC5	提供+5V 电源 (+5V Power Supply)	
7	GND	模块地 (Module Ground)	
8	VCC3	提供+3.3V 电源 (+3.3V Power Supply)	
9	VCC3	提供+3.3V 电源 (+3.3V Power Supply)	

[0261]

10	SCL	串口通信线时钟引脚(2-Wire Serial Interface Clock)	2
11	SDA	串口通信线数据引脚 (2-Wire Serial Interface Data Line)	2
12	MOD_A BS	模块地, 高电平代表模块没在位 (Module Ground. "High" stands for "module is physically absent")	2
13	NC	悬空, 不连接 (Not Connected)	3
14	Rx_LOS	接收信号丢失的输出显示 (Rx Loss of Signal Indication Output)	2
15	GND	模块地 (Module Ground)	
16	GND	模块地 (Module Ground)	
17	Rx_10G _N	突发 10.3125Gb/s 接收数据的反向端输出, 模块内部为直流耦合 (Rx_Data Burst Mode Inverted 10.3125Gb/s Data Output. DC coupled inside the module)	
18	Rx_10G _P	突发 10.3125Gb/s 接收数据的同向端输出, 模块内部为直流耦合 (Rx_Data Burst Mode Non-Inverted 10.3125Gb/s Data Output. DC coupled inside the module)	
19	GND	模块地 (Module Ground)	
20	Rx_OTD R_N	OTDR 突发接收数据的同向端输出, 模块内部为直流耦合 (Rx_Data Burst Mode Inverted OTDR Data Output; DC coupled inside the module)	
21	Rx_OTD R_P	OTDR 突发接收数据的反向端输出, 模块内部为直流耦合 (Rx_Data Burst Mode Non-Inverted OTDR Data Output; DC coupled inside the module)	
22	NC	模块地 (Module Ground)	
23	Rx_RSSI _TRI	用于 RSSI 数据监控的接收信号触发输入, 通过 I2C 读取监控值 (Receiver signal strength indication trigger input for Digital RSSI , Digital RSSI can be read from I2C)	3

[0262]

24	Rx_Squelch_OT	当低电平的时候，并且 RX_LOS 为高电平时，OTDR 输出被压制 (When hold low, OTDR's output can be squelch while RX_LOS goes high)	2
25	Tx_Dis_OTDR	OTDR 使能，低电平有效 (OTDR enable input. When asserted Low, OTDR transmitter is working)	1
26	Tx_OTDR	OTDR 同向输入 155Mb/s 脉冲数据 (OTDR Pulse input. Non-Inverted 155Mb/s Data Input)	
27	GND	模块地 (Module Ground)	
28	Tx_10G_N	10G 发射同向数据输入，交流耦合 (Tx_Data Inverted 10.3125Gb/s Data Input; AC coupled inside the module)	
29	Tx_10G_P	10G 发射反向数据输入，交流耦合 (Tx_Data Non-Inverted 10.3125Gb/s Data Input; AC coupled inside the module)	
30	GND	模块地 (Module Ground)	

Notes:

Internal 4.7k to 10k pull-up to Vcc3.

Shall be pulled up with 4.7k-10kohms to a voltage between 3.15V and 3.6V on the host board.

A 200ohm resistance shall be put in series on the host board.

[0263] 从上表 1 可以看出，光线路终端光模块封装后的输出管脚为 30 个。其中，与光线路终端光模块的 OTDR 功能相关的管脚包括：

[0264] 管脚 25, Tx_Dis_OTDR :用以接收交换机控制 FP 激光器的使能信号，即交换机通过该管脚控制 1310nm 的 FP 激光器的 FP 激光驱动器的使能；

[0265] 管脚 26, Tx_OTDR :用以接收用于进行断点检测的电信号，即交换机通过该管脚向 1310nm 的 FP 激光器的 FP 激光驱动器发送用于进行断点检测的电信号。

[0266] 与光线路终端光模块的通信功能相关的管脚包括：

[0267] 管脚 28 和 29, 即 TX+ 和 TX- 管脚 (Tx_10G_N、Tx_10G_P) :用以接收交换机输入的通信电信号，即交换机通过管脚 28 和 29 向 1577nm 的 10Gbps 的 EML 驱动器发送电信号；

[0268] 管脚 17 和 18, 即 RX+ 和 RX- 管脚 (Rx_10G_N、Rx_10G_P) :交换机通过管脚 17 和 18 接收 APD 探测器依据反射的第三波长的光信号输出至限幅放大电路，再由限幅放大电路输出的电信号。

[0269] 控制光线路终端光模块的相关管脚包括：

[0270] 管脚 10 和管脚 11, 即 SCL 和 SDA 管脚 :交换机通过管脚 10 和管脚 11, 实现与 MCU

控制电路的通信。具体地,交换机通过管脚 10 和管脚 11 向 MCU 控制电路发送指令,并通过管脚 10 和管脚 11 接收 MCU 控制电路返回的数据,例如,接收 MCU 控制电路返回的断点位置信息。实际使用中,也可用于物理层读取模块的信息,如能传输多少千米,监控信息,发射接收波长信息,在调试模块阶段也可以用于调试模块的发射接收指标。

[0271] 管脚 5 为 Tx_DIS,当电平为低的时候,OLT 正常发光,通过 MCU 控制电路控制 10G EML 激光器是否发光,从而实现硬关断和软关断。

[0272] 管脚 6 提供 +5V 工作电压,用于给 EML 激光器的温度控制电路,保证激光器温度稳定,能够发射波长稳定的光,可以避免激光器发光时,温度如果变化很大,由于波长漂移导致的发射的光不稳定,管脚 8 和管脚 9 均为 3.3V 供电,其中管脚 8 用于给模块的发射单元供电,管脚 9 用于给模块的接收单元供电,这样,通过将电源分开,可以避免发射单元与接收单元互不电磁干扰,利于信号传输。

[0273] 其中,

[0274] 控制信号通过管脚 28、29 的 10G 发射差分电信号数据接口输入,EML 根据控制信号输出电信号,10GEML 将调制的电信号变成光信号,经过波分复用(MUX),传输给 ONU,为下行传输;

[0275] 1. 25Gb/s ~ 10Gb/s、1260 ~ 1360nm ROSA 的 APD 探测器接收到 ONU 突发的光信号,然后转化为电信号,经管脚 17,18 传输给交换机,为上行传输。

[0276] 正常工作时,用于 OTDR 的 FP 激光器不发光,在进行断点检测时,1577nm 波长的 10G EML、1270nm ~ 1310nm 的 1G ~ 10G 接收 APD 探测器可以正常工作,将管脚 25 置为低电平时,即 OTDR 管脚使能时,OTDR 的 FP 激光器发光,系统通过管脚 26 输入用于 OTDR 的 155M/s 的电信号,然后经过 1310nm FP 激光器转换成光信号,发送给 ONU,如果链路出现断点,会有信号反射。其中,OTDR 的接收与上述 OLT 接收采用同一个 APD 探测器,不同的是,OTDR 的接收数据通过管脚 20、21 传输回交换机,交换机通过接收回损光分析,从而确定断点位置。

[0277] 图 6 为存储到逻辑阵列电路中的数字信号波形示意图。参见图 6,横坐标为时间,纵坐标为接收光功率(dBm),假设自光线路终端光模块发光之后,分别在 T1 ~ T4 时间点接收到各光信号的反射峰,则各反射光处距离光线路终端光模块的距离根据如下公式计算得到:

$$[0278] \quad d = \frac{c \times T_2}{2 \times n}$$

[0279] 式中,

[0280] $c=3 \times 10^8$ m/s,为光速;

[0281] n 为光纤纤芯的折射率;

[0282] d 为计算出来的数值,即反射光处距离光线路终端光模块的距离。

[0283] 图 7 为基于图 6 计算得到的数字信号波形与距离的示意图。参见图 7,横坐标为反射光处距离光线路终端光模块的距离,纵坐标为接收光功率(dBm),从图 7 所示的信号波形可以看出,在距离光线路终端光模块 10km 处,由于分光器的反射,探测到一个菲尼尔反射峰,在距离光线路终端光模块 11km 处,探测到 ONU1 的反射峰,在距离光线路终端光模块 12km 处,探测到 ONU2 的反射峰,在距离光线路终端光模块 17km 处,探测到反射光处(光纤断裂处)的反射峰。

[0284] 对比系统布局,即正常情况的信号波形,也就是预先得到的无断点时采样进行分析得到的结果;在距离光线路终端光模块 10km 处,由于分光器的反射,探测到一个反射峰,在距离光线路终端光模块 11km 处,由于 ONU1 的反射,探测到 ONU1 的反射峰,在距离光线路终端光模块 12km 处,由于 ONU2 的反射,探测到 ONU2 的反射峰,在距离光线路终端光模块 20km 处,由于 ONU3 的反射,探测到 ONU3 的反射峰。

[0285] 由此,可以判定,由于图 7 所示的信号波形中,未包含 ONU3 的反射峰,因而,确定分光器到 ONU3 之间的链路出现了断点,该断点距离光线路终端光模块 17km。

[0286] 由上述可见,由于应用于光接入网的以太无源光网络中的光线路终端光模块相比之前没有增加 OTDR 功能的光线路终端光模块,增加了一些电路和器件,从而既可以容纳本发明实施例的光线路终端光模块,又保证新的光线路终端光模块封装保证在 Case (容纳光线路终端光模块的容器) 内部的尺寸符合 CCSA 对光模块尺寸的约束。

[0287] 本发明实施例由于在光线路终端光模块中不但设置有用于进行光信号通信的第一激光发射器和激光探测器,而且,还同时设置了可用于断点检测的第二激光发射器,并通过光路组件可以实现 4 路光信号的收发,因此,第一激光发射器和激光探测器在进行光信号通信时,第二激光发射器通过激光探测器也可进行断点检测工作,相对于现有的 OLT,既具备了十吉以太无源光网络用光线路终端光模块的常用 OLT 功能,即 10G 收发,又具备了 OTDR 功能。所以,使用本发明实施例的光线路终端光模块在进行光纤断点检测时不必断开光纤网络系统,而且,在进行断点检测时,第一激光发射器和激光探测器仍然可以工作,从而可以保证其它没有断点处的网络的信号的正常传输,使得 PON 系统在断点分析中省掉了光时域反射仪的设备,具有价格低廉,操作简单,易维护等优点;而且,由于无需频繁进行断开 OLT 与插接 OLT 的操作,减少了 OLT 频繁的插接,提高了 OLT 的工作可靠性。

[0288] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,如:ROM/RAM、磁碟、光盘等。

[0289] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

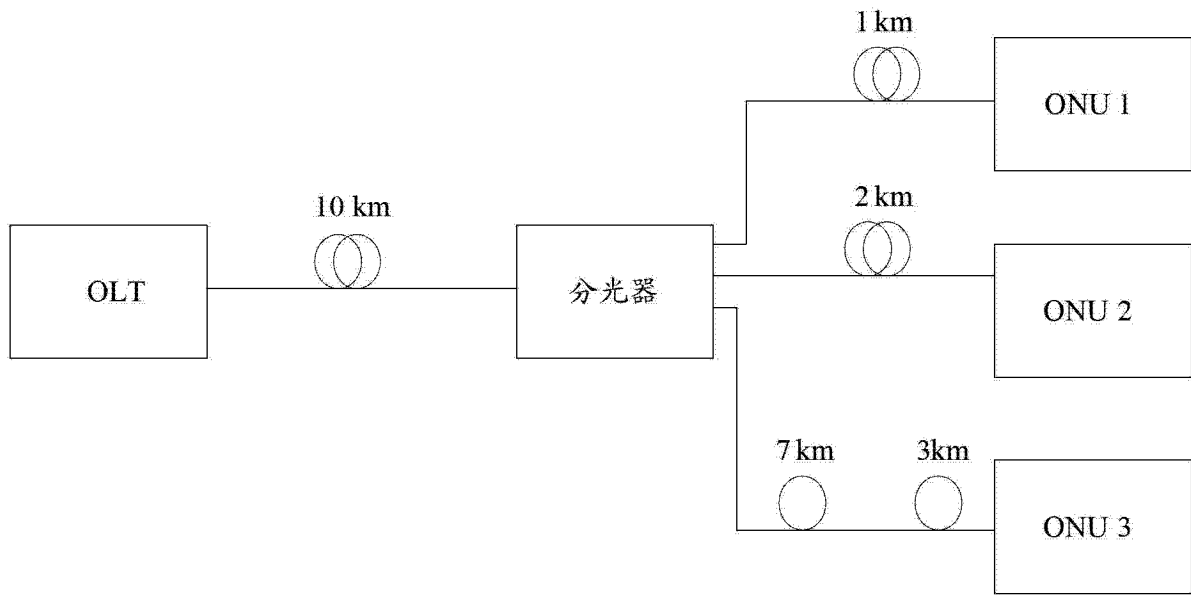


图 1

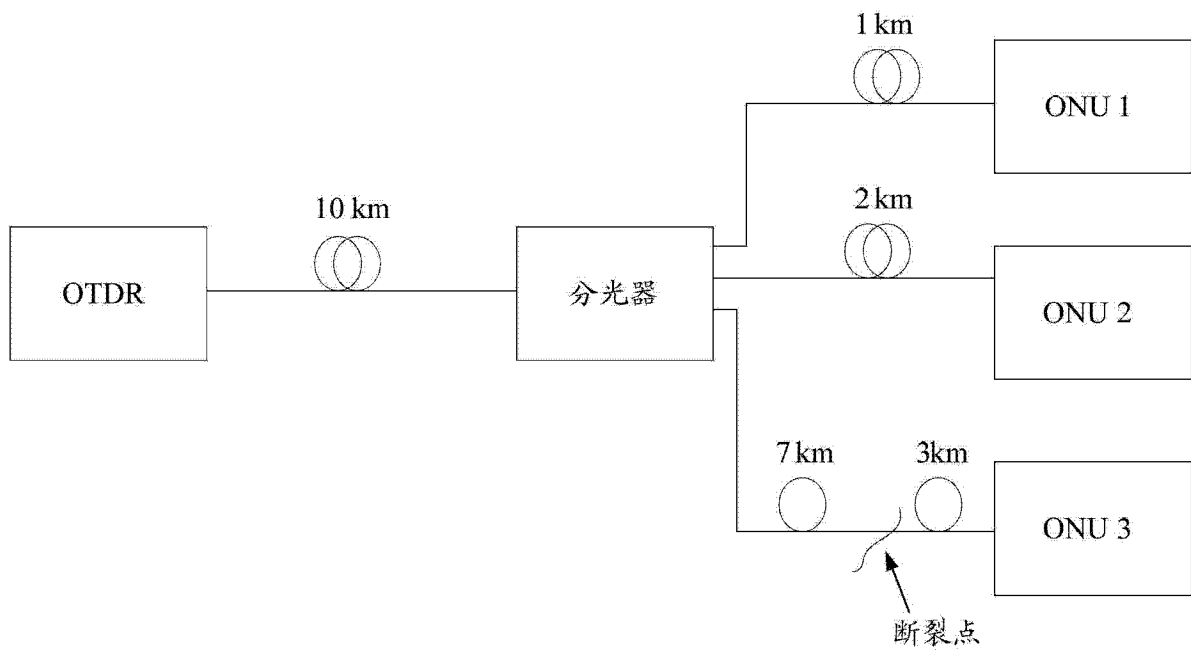


图 2

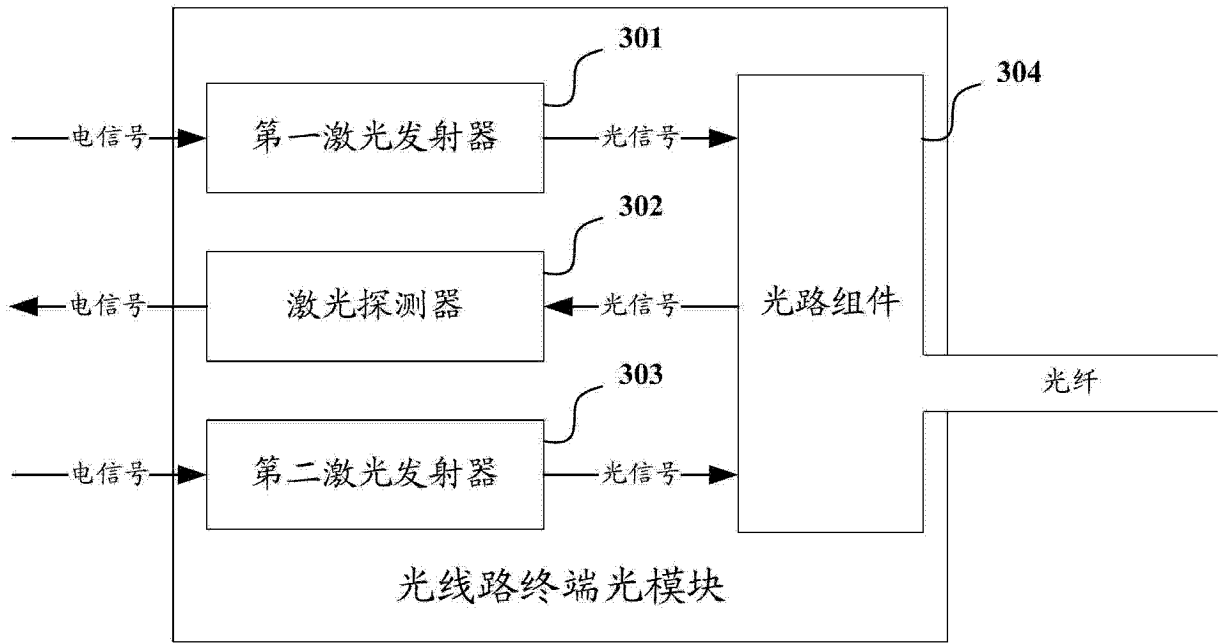


图 3

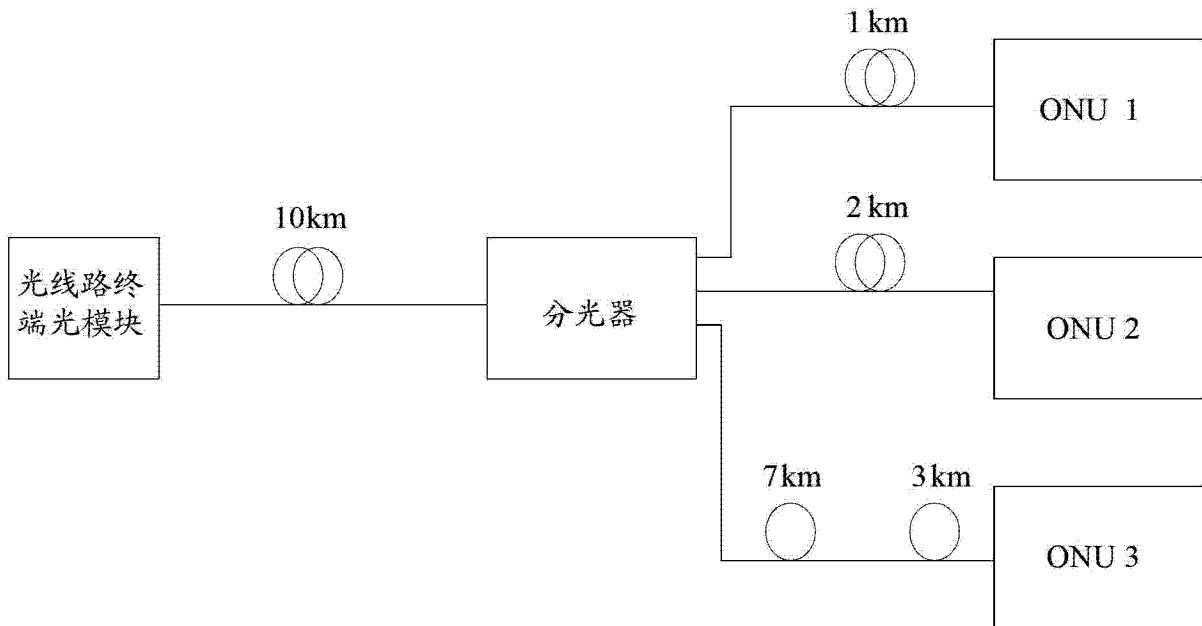


图 4

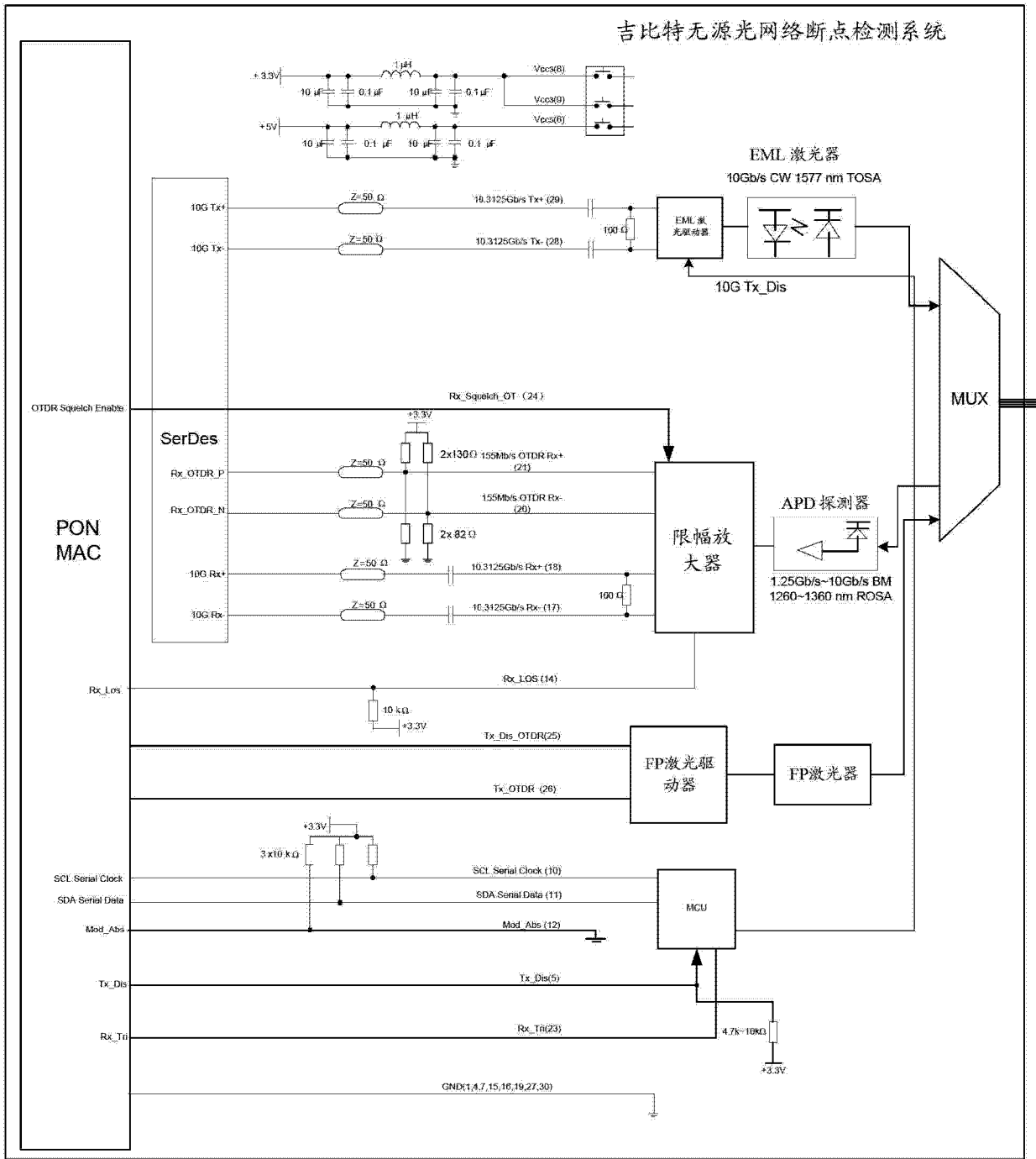


图 5

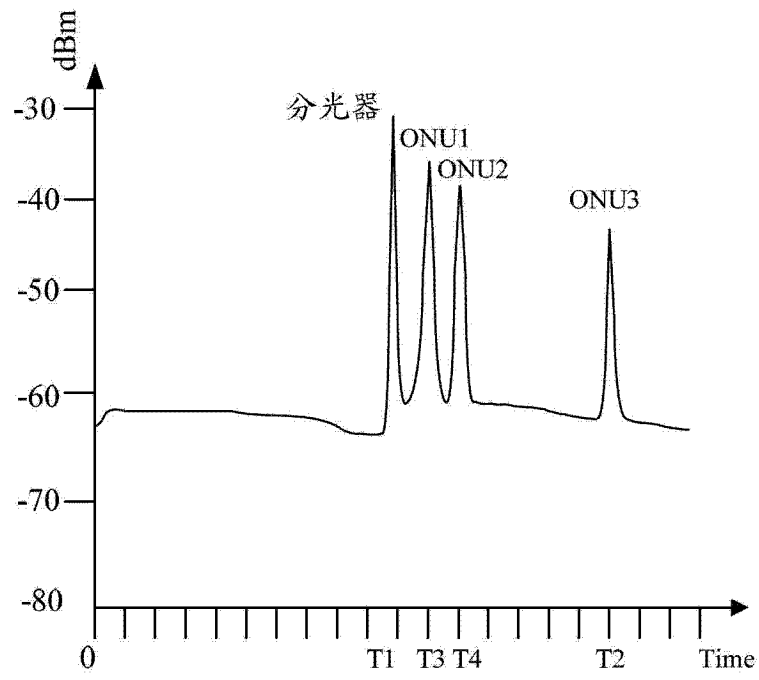


图 6

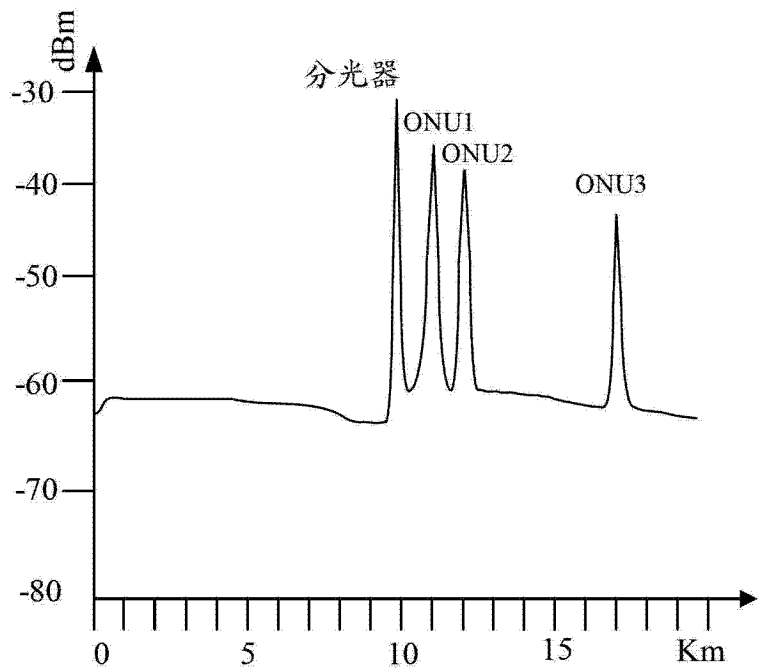


图 7