



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109660311 B

(45) 授权公告日 2021.01.29

(21) 申请号 201811087200.X

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2015.01.20

H04J 14/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

(56) 对比文件

申请公布号 CN 109660311 A

CN 103227966 A, 2013.07.31

(43) 申请公布日 2019.04.19

US 2011038629 A1, 2011.02.17

(30) 优先权数据

CN 101854566 A, 2010.10.06

61/930,886 2014.01.23 US

CN 103378918 A, 2013.10.30

(62) 分案原申请数据

审查员 狄文桥

201580005670.5 2015.01.20

(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

(72) 发明人 罗远秋 高波 弗兰克·埃芬伯格

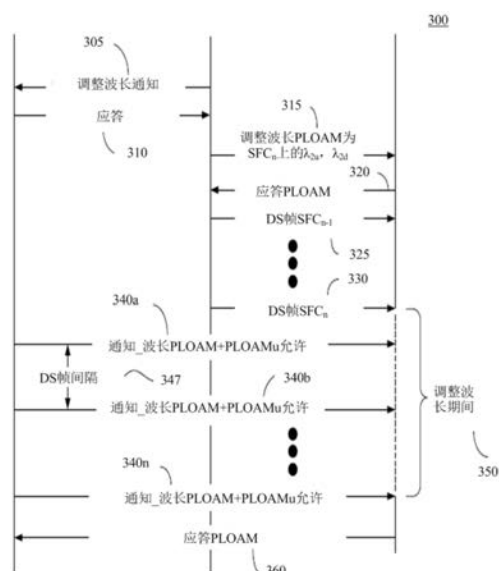
权利要求书4页 说明书13页 附图10页

(54) 发明名称

光线路终端通信方法及具有数据结构
的设备

(57) 摘要

一种光线路终端(optical line terminal, OLT),通过无源光网络(passive optical network,PON)耦合至多个光网络单元(optical network unit,ONU)。所述OLT包括收发器,用于通过通信网络的管理信道与多个OLT进行通信。所述通信包括发送或接收通知,其中,所述通知包括以下内容:与发送所述通知的源OLT关联的源OLT标识符,其中,所述源OLT用于通过所述PON的第一波长的第一信道进行通信;与接收所述通知的目的OLT关联的目的OLT标识符,其中,所述目的OLT用于通过所述PON的第二波长的第二信道进行通信;与第一ONU关联的ONU标识符,其中,所述第一ONU与所述通知关联。



1. 一种光线路终端(optical line terminal, OLT), 其特征在于, 所述OLT是源OLT, 所述源OLT与目的OLT通信, 所述源OLT包括:

收发器, 用于向所述目的OLT发送切换通知;

其中, 所述切换通知包括:

源OLT标识符;

ONU的ONU标识符;

所述切换通知用于告知所述目的OLT: 所述ONU将从所述源OLT切换到所述目的OLT;

所述收发器, 还用于向所述ONU发送调整波长消息, 指示所述ONU切换至所述目的OLT, 其中, 所述调整波长消息包括:

所述目的OLT标识符;

所述ONU标识符;

所述ONU的调整开始时间。

2. 如权利要求1所述的OLT, 其特征在于, 所述源OLT标识符通过PON ID表示。

3. 如权利要求1或2所述的OLT, 其特征在于, 所述切换通知还包括: 目的OLT标识符, 所述目的OLT标识符通过PON ID表示。

4. 根据权利要求1所述的OLT, 其特征在于, 所述调整波长消息为物理层运营管理维护(physical layer operation, administration, and maintenance, PLOAM) 消息。

5. 根据权利要求1所述的OLT, 其特征在于, 所述源OLT用于接收所述目的OLT发送的指示接收到所述通知的第一应答, 以及接收所述ONU发送的指示接收到所述调整波长消息的第二应答。

6. 根据权利要求1所述的OLT, 其特征在于, 切换前, 所述源OLT通过第一波长的第一信道与所述ONU进行通信, 切换后, 所述目的OLT通过第二波长的第二信道与所述ONU进行通信; 所述第一信道包括上行信道和下行信道, 所述第二信道包括上行信道和下行信道;

所述切换通知具体用于告知所述目的OLT: 所述ONU将从所述第一波长的第一信道切换到所述第二波长的第二信道。

7. 根据权利要求1所述的OLT, 其特征在于,

切换前, 所述源OLT通过第一波长的上行信道和下行信道与所述ONU进行通信;

切换后, 所述源OLT通过第一波长的上行信道与所述ONU进行通信, 所述目的OLT通过第二波长的下行信道与所述ONU进行通信;

所述切换通知具体用于告知所述目的OLT: 所述ONU将从所述第一波长的下行信道切换到所述第二波长的下行信道;

所述调整波长消息还包括所述第二波长的下行信道信息。

8. 根据权利要求1所述的OLT, 其特征在于,

切换前, 所述源OLT通过第一波长的上行信道和下行信道与所述ONU进行通信; 所述调整波长消息还包括第二波长的上行信道信息;

切换后, 所述源OLT通过第一波长的下行信道与所述ONU进行通信, 所述目的OLT通过第二波长的上行信道与所述ONU进行通信;

所述切换通知具体用于告知所述目的OLT: 所述ONU将从所述第一波长的上行信道切换到所述第二波长的上行信道;

所述调整波长消息还包括所述第二波长的上行信道信息。

9. 一种执行设备间通信切换流程的方法, 其特征在于, 所述方法由源OLT (optical line terminal, 光线路终端) 执行, 所述源OLT与目的OLT通信, 所述方法包括:

所述源OLT向目的OLT发送切换通知;

其中, 所述切换通知包括:

源OLT标识符;

ONU的ONU标识符;

所述切换通知用于告知所述目的OLT: 所述ONU将从所述源OLT切换到所述目的OLT;

所述源OLT向所述ONU发送调整波长消息, 指示所述ONU切换至所述目的OLT, 其中, 所述调整波长消息包括:

所述目的OLT标识符;

所述ONU标识符;

所述ONU的调整开始时间。

10. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 所述源OLT标识符通过PON ID表示。

11. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 所述源OLT向所述ONU发送调整波长消息的步骤位于所述源OLT向目的OLT发送切换通知的步骤之后。

12. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 所述调整波长消息为物理层运营管理维护 (physical layer operation, administration, and maintenance, PLOAM) 消息。

13. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 所述源OLT通过第一波长的第一信道与所述ONU进行通信, 所述目的OLT通过第二波长的第二信道与所述ONU进行通信; 所述第一信道包括上行信道和下行信道, 所述第二信道包括上行信道和下行信道;

所述切换通知具体用于告知所述目的OLT: 所述ONU将从所述第一波长的第一信道切换到所述第二波长的第二信道。

14. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于,

切换前, 所述源OLT通过第一波长的上行信道和下行信道与所述ONU进行通信;

切换后, 所述源OLT通过第一波长的上行信道与所述ONU进行通信, 所述目的OLT通过第二波长的下行信道与所述ONU进行通信;

所述切换通知具体用于告知所述目的OLT: 所述ONU将从所述第一波长的下行信道切换到所述第二波长的下行信道;

所述调整波长消息还包括所述第二波长的下行信道信息。

15. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于,

切换前, 所述源OLT通过第一波长的上行信道和下行信道与所述ONU进行通信;

切换后, 所述源OLT通过第一波长的下行信道与所述ONU进行通信, 所述目的OLT通过第二波长的上行信道与所述ONU进行通信;

所述切换通知具体用于告知所述目的OLT: 所述ONU将从所述第一波长的上行信道切换到所述第二波长的上行信道;

所述调整波长消息还包括所述第二波长的上行信道信息。

16. 一种光网络单元 (optical network unit, ONU), 其特征在于, 所述ONU包括:

收发器, 用于接收源OLT发送的调整波长消息, 所述调整波长消息用于指示所述ONU从

所述源OLT切换至目的OLT,其中,所述调整波长消息包括:

目的OLT标识符;

所述ONU的ONU标识符;

所述ONU的调整开始时间;

所述ONU通过第一波长的第一信道与所述源OLT进行通信,所述ONU通过第二波长的第二信道与所述目的OLT进行通信。

17.如权利要求16所述的ONU,其特征在于,所述调整波长消息为物理层运营管理维护(physical layer operation,administration,and maintenance,PLOAM)消息。

18.如权利要求16或17所述的ONU,其特征在于,所述收发器还用于向所述源OLT发送接收到所述调整波长消息的应答。

19.根据权利要求16所述的ONU,其特征在于,切换前,所述ONU通过所述第一波长的第一信道与所述源OLT进行通信;切换后,所述ONU通过所述第二波长的第二信道与所述目的OLT进行通信;所述第一信道包括上行信道和下行信道,所述第二信道包括上行信道和下行信道。

20.根据权利要求16所述的ONU,其特征在于,

切换前,所述ONU通过所述第一波长的上行信道和下行信道与所述源OLT进行通信;

切换后,所述ONU通过所述第一波长的上行信道与所述源OLT进行通信,所述ONU通过所述第二波长的下行信道与所述目的OLT进行通信;

所述调整波长消息还包括所述第二波长的下行信道信息。

21.根据权利要求16所述的ONU,其特征在于,

切换前,所述ONU通过所述第一波长的上行信道和下行信道与所述源OLT进行通信;

切换后,所述ONU通过所述第一波长的下行信道与所述源OLT进行通信,所述ONU通过所述第二波长的上行信道与所述目的OLT进行通信;

所述调整波长消息还包括所述第二波长的上行信道信息。

22.一种执行设备间通信切换流程的方法,其特征在于,所述方法由光网络单元(optical network unit,ONU)执行,所述方法包括:

接收源OLT发送的调整波长消息,所述调整波长消息用于指示所述ONU从所述源OLT切换至目的OLT,其中,所述ONU通过第一波长的第一信道与所述源OLT进行通信,所述ONU通过第二波长的第二信道与所述目的OLT进行通信;所述调整波长消息包括:

目的OLT标识符;

所述ONU的ONU标识符;

所述ONU的调整开始时间。

23.如权利要求22所述的方法,其特征在于,所述调整波长消息为物理层运营管理维护(physical layer operation,administration,and maintenance,PLOAM)消息。

24.如权利要求22或23所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述ONU向所述源OLT发送接收到所述调整波长消息的应答。

25.根据权利要求22所述的方法,其特征在于,切换前,所述ONU通过所述第一波长的第一信道与所述源OLT进行通信;切换后,所述ONU通过所述第二波长的第二信道与所述目的OLT进行通信;所述第一信道包括上行信道和下行信道,所述第二信道包括上行信道和下行信道。

信道。

26. 根据权利要求22所述的方法,其特征在于,

切换前,所述ONU通过所述第一波长的上行信道和下行信道与所述源OLT进行通信;

切换后,所述ONU通过所述第一波长的上行信道与所述源OLT进行通信,所述ONU通过所述第二波长的下行信道与所述目的OLT进行通信;

所述调整波长消息还包括所述第二波长的下行信道信息。

27. 根据权利要求22所述的方法,其特征在于,

切换前,所述ONU通过所述第一波长的上行信道和下行信道与所述源OLT进行通信;

切换后,所述ONU通过所述第一波长的下行信道与所述源OLT进行通信,所述ONU通过所述第二波长的上行信道与所述目的OLT进行通信;

所述调整波长消息还包括所述第二波长的上行信道信息。

光线路终端通信方法及具有数据结构及设备

[0001] 相关申请案交叉申请

[0002] 本申请要求于2014年1月23日递交的申请号为61/930,886、发明名称为“光线路终端通信数据结构”的美国临时专利申请案的在先优先权,该在先申请的内容以引入的方式并入本文。

背景技术

[0003] 无源光网络 (passive optical network, PON) 是一个用于提供“最后一英里”网络接入的系统。例如,所述PON是一个电信网络,其中包括一个点对多点 (point-to-multipoint, P2MP) 网络并由中心局的光线路终端 (optical line terminal, OLT)、光分配网络 (optical distribution network, ODN) 以及客户驻地的多个光网络单元 (optical network unit, ONU) 组成。

[0004] PON的演进包括异步传输模式的PON (asynchronous transfer mode PON, APON), 其演变成宽带PON (broadband PON, BPON), 其与APON后向兼容,这是由国际电信联盟电信标准部门 (International Telecommunications Union Telecommunications Standard Sector, ITU-T) 的G.983标准定义的。其他系统包括以太网PON (Ethernet PON, EPON), 用于以太网和互联网流量。其他的替代包括千兆PON (Gigabit PON, GPON), 由ITU-T G.984标准定义, 相比APON和BPON具有增强能力并且是向后兼容的。该G.984系列标准定义GPON (G.984.1) 的一般特性, 以及物理层规范 (G.984.2)、传输层规范 (G.984.3) 和ONU管理和控制规范 (G.984.4)。

[0005] 随着对开放接入的需求日益增加, 具有多个OLT的PON系统正在出现。多OLT的PON能够使多个服务提供商共享基础设施。然而, 多OLT的PON系统的困难出现各种OLT的协调和控制上。因此, 本领域需要OLT间通信和控制的方法和装置。

发明内容

[0006] 因此, 本发明实施例提供了一种OLT间通信协议来管理ONU的发现和转移, 特别是当在时间波分复用 (time wavelength division multiplex, TWDM) PON系统中重新分配穿过多个OLT端口的ONU时。

[0007] 在本发明的一些实施例中, 公开了一种光线路终端 (optical line terminal, OLT), 其中所述OLT通过无源光网络 (passive optical network, PON) 耦合到多个光网络单元 (optical network unit, ONU)。所述OLT包括收发器, 用于通过通信网络的管理信道与多个OLT进行通信。所述通信包括发送或接收通知, 其中, 所述通知包括以下内容: 与发送所述通知的源OLT关联的源OLT标识符, 其中, 所述源OLT用于通过所述PON的第一波长的第一信道进行通信; 与接收所述通知的目的OLT关联的目的OLT标识符, 其中, 所述目的OLT用于通过所述PON的第二波长的第二信道进行通信; 与第一ONU关联的ONU标识符, 其中, 所述第一ONU与所述通知关联。

[0008] 在其他实施例中, 公开了一种切换设备间通信的方法。该方法由源OLT实现, 所述

源OLT通过PON与多个ONU通信耦合并用于通过所述PON的第一波长的第一信道进行通信。该方法包括向目的OLT提供通知,第一ONU将通过OLT间通信网络的管理信道调整至与所述目的OLT关联的第二波长的第二信道。该方法包括通过所述第一信道向所述第一ONU发送“调整波长”消息,指示所述第一ONU调整至所述第二信道。所述通知和所述调整波长消息包括与所述源OLT关联的源OLT标识符,与所述目的OLT关联的目的OLT标识符,以及与所述第一ONU关联的ONU标识符。

[0009] 在另一个实施例中,公开了一种执行设备间通信切换流程的方法。该方法由目的OLT实现,所述目的OLT通过PON与多个光网络单元(optical network unit,ONU)通信耦合,其中,所述目的OLT用于通过所述PON的第二波长的第二信道进行通信。该方法包括通过通信网络的管理信道从源OLT中接收通知消息,指示第一ONU将调整至所述第二波长的所述第二信道。所述源OLT通过所述PON与所述多个ONU通信耦合,并用于通过所述PON的第一波长的第一信道进行通信。所述通知消息包括与所述OLT 关联的源OLT标识符,与所述目的OLT关联的目的OLT标识符,与所述第一ONU关联的ONU标识符。该方法包括通过所述第二信道向所述第一ONU发送“切换允许”消息。该方法包括通过所述第二信道从所述第一ONU中接收指示接收到所述切换允许消息的应答。

[0010] 在阅读多个示图描述的下面实施例的具体细节后,本领域普通技术人员将意识到本发明多个实施例的这些以及其他目的和优势。

附图说明

[0011] 附图包含在并且构成本说明书的一部分,其中相同的数字描绘相同的元件,附图说明本发明的实施例,并且与描述内容一起用于解释本发明的原理。

[0012] 图1是根据本发明实施例的多OLT的PON系统的框图,所述多OLT的PON系统用于通过OLT间通信执行切换操作将ONU从一个OLT切换到另一个OLT;

[0013] 图2是根据本发明实施例的OLT的框图,所述OLT用于执行ONU的切换操作;

[0014] 图3是根据本发明实施例的当将ONU从一个OLT切换到另一个OLT时的消息的示例性流程图;

[0015] 图4A-4B是根据本发明实施例的将ONU从一个OLT切换到另一个OLT的示例性流程的流程图;

[0016] 图5是根据本发明实施例的当将发向ONU的消息从第一OLT转发至第二OLT以传递至所述ONU时的消息的示例性流程图,其中,所述第一OLT不能与所述ONU通信;

[0017] 图6是根据本发明实施例的将主时钟分布至中心局内的多个OLT的框图;

[0018] 图7是根据本发明实施例的示例性ONU数据元素的表;

[0019] 图8是根据本发明实施例的示例性OLT数据元素的表;

[0020] 图9是根据本发明实施例的提供示例性状态变化请求和通知的表;

[0021] 图10是一个阐明示例性ICTP协议原语调用格式元素的表;

[0022] 图11是阐明示例性ICTP协议原语的表。

具体实施方式

[0023] 现将详细地对本发明的各种实施例、附图示出的示例做出参考。虽然会结合这些

实施例进行描述,但可以理解的是它们并不用于将本发明限制于这些实施例。相反,本发明公开旨在覆盖可以包括在由所附权利要求书限定的本发明公开的精神和范围内的替代物、修改和等同物。另外,在以下本发明的详细描述中,阐述了许多特定细节以便提供对本发明的透彻理解。然而,可以理解的是,实际应用中,可以不包括本发明的这些特定细节。在其他实例中没有详细描述众所周知的方法、流程、部件和电路,以免对本发明的各方面造成不必要地模糊。

[0024] 因此,本发明实施例提供了一种OLT间通信协议来管理ONU的发现和转移,特别是当在时间波分复用(time wavelength division multiplex,TWDM) PON系统中重新分配穿过多个OLT端口的ONU时。

[0025] 下面详细描述的一些部分按照程序、步骤、逻辑块、处理、以及能够在计算机存储器中执行的数据位的操作的其他符号表现呈现。数据处理领域的技术人员利用这些描述和表现最有效地向本领域的其他技术人员传达他们工作的内容。这里用的是程序、计算机生成的步骤、逻辑块、过程等,一般认为是有条理顺序的步骤或指令,以带来预期的结果。步骤是物理量需要的那些物理操作,是指计算系统的动作和程序等,系统包括处理器,用于将表示为计算机系统的寄存器和存储器中的物理(电子)量的数据操作并转换为类似地表示为计算机系统存储器或寄存器或其他这种信息存储、传输或显示设备内的物理量的其他数据。

[0026] 根据本发明的实施例,提供了保证网络控制流量的方法的示例的流程图。虽然具体步骤在流程图中公开了,但这些步骤是示例性的。即,本发明的实施例非常适合执行流程图中列举的步骤的各种其他步骤或变型。而且,本文描述的实施例可以在计算机可执行指令的一般上下文中进行讨论,所述指令驻留在某种形式的诸如程序模块等的计算机可读存储介质上,由一个或多个计算机或其他设备执行。以举例的方式,而不是限制,软件产品可以存储在一个非易失性或非瞬时性计算机可读存储介质中,其可以包括非瞬时性计算机存储介质和通信介质。一般而言,程序模块包括例程、程序、对象、组件以及数据结构等,其执行特定任务或实现特定抽象数据类型。根据各种实施例中的需要,程序模块的功能可以组合或分布。

[0027] 图1是根据本发明实施例的多OLT的PON(例如NG-PON2)系统100的框图,所述多OLT的PON系统100用于通过OLT间通信执行切换操作或“切换”将ONU从一个OLT切换到另一个OLT。由于PON系统100接入网络的增加,运营商需要操作和维护多个OLT端口,这可能需要将ONU从一个OLT端口切换到另一个。例如,运营商可以关闭某些OLT端口,以节省中心局110的功耗,以及需要切换ONU,使得服务不中断。在另一示例中,在正常操作期间,如果一个OLT端口的网络流量负载过重,对应的OLT可以执行信道间负载均衡并可命令它的一些关联的ONU调整他们的下游和/或上游波长信道到流量负载较轻的另一个OLT端口。

[0028] PON系统100是不需要任何有源组件在多个OLT 120和多个ONU 170之间分布数据的通信网络。例如,ODN 160中的无源光组件用于在OLT和ONU之间分布数据。适合于实现本发明实施例的PON的示例是在ITU-T Recommendations G.989系列的上下文内描述的,ITU-T Recommendations G.989系列描述了最新的或下一代无源光网络(NG-PON2),其提供用于住宅、商业、移动回程网以及其他应用的40千兆比特通信,它们的内容以引入的方式并入本文。NGPON2基于波长域复用,并且包括信道或波长对,其也使用时域多址以及专用,点对

点的信道对。NG-PON2变体可以在信道的比特率、无源范围以及可用的波长范围不同,并且也相对于几个实施方案。NG-PON2与G-PON和 XG-PON1后向兼容,这确保了NG-PON2可用于各种应用,如接入、回程和前传应用。支持本发明实施例的其他PON包括一个或多个标准定义的APON、BPON和WDM PON。

[0029] 具体地,PON系统100可包括多个OLT 120,在图1中表示为OLT 1……N。在一个实施例中,多个OLT 120都在一个中心局110进行管理。在本发明实施例中,实现OLT 间通信以促使ONU从一个OLT端口转移到中心局110的另一个OLT端口。例如,中心局110包括OLT间通信平台或管理信道140,其允许用于多个OLT 120之间的通信。在一个实施例中,OLT间通信包括在一次通信中从一个OLT广播消息到其他的OLT。在另一个实施例中,OLT间通信是端到端的,因此一个OLT能够与另一个OLT直接通信。此外,其他设备可以耦合到通信平台140,以允许与OLT 120的通信。例如,一个单独的主OLT控制器提供OLT管理和控制(例如,提供OLT之间的冲突解决)。例如,中心局110可以位于具有局域网一个站点,或者通过广域网通信的多个站点。

[0030] 本发明实施例公开了通信数据结构,用于当一个或多个ONU从一个OLT切换到另一个时,支持OLT通信。该数据结构包含在OLT端口间传达的关键信元。具体地,数据结构适用于多个OLT端口之间的系统或网络控制和管理。

[0031] 多个OLT 120通过一个共享的基础设施,例如复用器(multiplexer,MUX) 150,通信耦合到所述ODN 160。在一个实施例中,MUX 150执行波分复用(wavelength division multiplexing,WDM)。在另一实施例中,MUX 150也可以用于执行时分复用,以使得 MUX 150能够执行时间波分复用(time wavelength division multiplexing,TWDM)。例如,在PON系统100中实现的下一代PON技术采用多个波长将多个TDM-PON堆叠成 TWDM-PON。这样,TWDM-PON中的各OLT端口通常是运行在一对上游和下游波长的 XG-PON。TWDM-PON的堆叠特点支持运营商的按需付费需求。即,运营商可以增加新的OLT端口扩展网络性能以支持新客户。

[0032] 具体而言,在下游数据通信(例如,向ONU 170)时,多个OLT 120中的每一个运行在不同的光波长上,在上游数据接收(例如,来自ONU 170)时,运行在不同的波长上。例如,每个OLT能够具有通信信道的一个波长对。各OLT通过单独的信道155(例如,光纤)分别耦合到WDM MUX 150的端口。更具体地,在下游方向,WDM MUX 150将光信号从多个信道155复用到单个信道190(例如,光纤),其被传递到ODN。MUX 150可以是双向的,在上游方向上,WDM MUX 150通过选取单个输入信号并选择指向对应OLT(例如,OLT端口)的多个数据输出线路中的一个,通过信道190解复用信号。

[0033] ODN 160是一个数据分发系统,该系统可包括光缆或其他光传输介质、耦合器、分路器、分配器和/或其他设备。例如,如图1所示,ODN 160可以包括一个分路器165,其复制信道190上的信号并通过信道网络175(例如光纤)分发复制信号到多个ONU 170(编号为1……N)。分路器165是双向的,能够将来自多个ONU 170的上游信号合成一个通过信道190传输的信号,并且能够通过信道网络175复制和分发来自信道190 上的多个OLT 120的下游信号至多个ONU 170。在上游方向,在通过信道190传输之前,分路器将来自ONU 170的信号合并为一个信号。更具体地,位于ODN 160中的设备是不需要任何功率在多个OLT 120和多个ONU 170之间分发数据信号的无源光组件。

[0034] ONU可以是用于与对应的OLT通信的任何设备,所述ONU与客户或用户(未示出)关

联,并且通常位于客户现场。通常,ONU提供客户和OLT之间的中介或接口。例如,多个ONU 170可以转发从多个OLT 120接收的数据给一个或多个客户。此外,多个ONU 170可以转发从客户接收的数据给多个OLT 120。

[0035] 更具体地,一个ONU能够包括光发射器,用于发送光信号到多个OLT 120;光接收器,用于接收来自OLT 120的光信号。即,ONU能调整到一个可选择下游波长和另一可选择的上游波长,形成一个波长对。ONU能够包括一个转换器,将光信号转换成客户端的电信号,如转换为异步传输模式(asynchronous transfer mode,ATM)或以太网格式。另外,ONU可以包括第二发射器和/或接收器,用于向客户端和从客户端发送和/或接收信号。

[0036] 图2是根据本发明实施例的OLT 200的框图,所述OLT 200用于执行ONU切换。例如,OLT 200可以在图1的PON系统100中的多个OLT 120内实现。

[0037] 具体地,OLT 200(例如,源OLT)通过PON耦合到多个ONU中,并且用于通过PON的第一波长的第一信道与一个或多个ONU进行通信。作为来源,OLT 200用于通过第一信道与第一ONU进行通信。此外,当切换该ONU时,OLT 200用于向目的OLT提供通知,ONU将通过OLT间通信网络的管理信道调整至与目的OLT关联的第二波长的第二信道。

[0038] 可以理解,OLT 200用于通过支持OLT通信的数据结构传达信息。具体地,该数据结构定义了执行OLT端口管理所需的关键信息实体,例如,当执行切换将一个或多个ONU从一个OLT切换到另一个OLT时。在一个实施例中,在执行切换时,所述通知中的数据结构包括以下至少一个:与源OLT关联的源OLT标识符;与目的OLT关联的目的OLT标识符;以及与正在切换的ONU关联的ONU标识符。数据结构中的其他信息也可以包括在内,这将在下面更加充分描述。

[0039] 具体地,OLT 200包括处理器220和存储器230,其中处理器220用于执行存储在存储器230中的计算机可执行指令。例如,处理器220用于通过OLT间通信执行切换将ONU从一个OLT切换至另一个OLT,或者,通过另一个OLT使能通信从一个OLT到ONU。在一个实施例中,处理器220执行此处所描述和/或说明的一个或多个示例性实施例的功能,例如图1中任一OLT 120执行的操作。此外,处理器220可以包括在单个或多处理器计算设备或系统中,其能够执行计算机可读指令。一般形式中,计算设备包括至少一个处理器和系统存储器。系统存储器耦合到所述处理器,一般表示能够存储数据和/或其他计算机可读指令的任何类型或形式的易失性或非易失性存储设备或介质。系统存储器的示例包括但不限于随机存取存储器(random access memory,RAM)、只读存储器(read only memory,ROM)、闪存或任何其他合适的存储设备。

[0040] 具体地,所述OLT 200可以是用于与多个ONU(例如,PON中的图1的ONU 120)和/或另一网络(未示出)进行通信的任何设备。即,OLT 200可以用于将从网络接收到的数据转发到多个ONU,并将从ONU接收到的数据转发到网络。在一个实施例中,OLT 200还包括转换器,将从另一个网络接收到的数据转换为与位于下游方向的多个ONU兼容的格式。

[0041] 去往和来自OLT 200的下游和上游通信通过收发器240促进实现,收发器240用于通过耦合到端口260的ODN网络,转发通信到ONU并接收来自ONU的通信。收发器240耦合到WDM 250,当向和从端口260发送和/或接收通信时,其充当复用器/解复用器,其中,如前所述,端口260通过一个相应的ODN耦合到多个ONU。

[0042] 在一个实施例中,收发器240包括媒体访问控制(Medium Access Control,MAC)

组件,其为共享ODN网络中的单个通信信道的多个OLT提供寻址和信道访问控制机制。例如,TWDM方法允许来自连接到多点传输介质(例如,单信道)的一个或多个 OLT的通信共享其容量(例如,发送和接收)。例如,一种复用方法允许若干个数据流共享相同的物理通信信道。在一个实施例中,MAC组件245传输以太网帧。

[0043] 如图2所示,OLT 200用于在不同的光波长上传达形成OLT波长对的上游和下游流量。例如,在下游方向,OLT在波长 λ_d 上发送下游通信,并在波长 λ_u 接收上游通信。对于PON中的每个OLT,包括上游和下游波长的波长对可以不同。因此,在将ONU从一个OLT切换到另一个时,OLT间通信识别本发明实施例内的波长。

[0044] 图3是根据本发明实施例的当将ONU从一个OLT切换到另一个OLT时的消息流的信息流程图300。具体地,图3中所示消息在源OLT、目的OLT和ONU之间传递。源 OLT切换ONU的消息发送(下游消息)和/或接收(上游消息)至目的OLT。也即,源 OLT指示ONU调整其一个或多个波长至目的OLT的端口工作。例如,ONU能在特定运营商的多个OLT间转移来执行带宽管理。在另一示例中,因为客户在改变运营商网络,ONU能够在不同OLT操作系统运营商之间转移。在这两种情况下,源OLT和目的OLT 是已知的组件,图3示出切换ONU时OLT之间执行的消息传递。

[0045] 在一个实施例中,假设源OLT(在将ONU切换至目的OLT之前)已经预先确定或接收包含在数据结构中的必要信息来执行该切换过程,例如以下的一个或多个:1)目的 OLT标识符;2)源OLT标识符;3)ONU标识符;4)ONU的当前下游波长/信道;5) ONU的当前上游波长/信道;6)ONU的可能的新的下游波长/信道;7)ONU的可能的新的上游波长/信道;8)ONU调整开始时间;9)应答代码。在另一个实施例中,所述信息在所述切换过程中在源OLT、目的OLT以及ONU之间确定和/或传达。

[0046] 具体地,源OLT和目的OLT需要能够彼此协调,以有效地将ONU从一个OLT转移到另一个OLT。协调过程中,源OLT将与目的OLT传达表示哪个ONU将要重调整的标识符。该源OLT将或已确定有关目的OLT波长对的详细信息。目的OLT确认其已准备好在开始转移之前接收ONU。当转移完成时,目的OLT也进行确认。每个OLT具有在OLT间通信过程中唯一识别自己的OLT ID。

[0047] 在一个实施例中,图3中公开的一些消息与物理层操作、管理和维护(physical layer operation,administration,and maintenance,PLOAM)控制消息格式一致,其中该PLOAM 消息是在一个相应的用于在OLT和ONU之间发送消息的PON中使用的协议。例如,PLOAM消息是在如前介绍的ITU-T Recommendations G.989系列中定义的。当然,也可以使用传达控制和管理消息的任何合适的格式。

[0048] 如图3所示,在305中,源OLT发送一个调整波长通知到目的OLT。即,源OLT 通知目的OLT,一个指定的ONU将改变其一个或多个波长(上游和/或下游波长)为目的OLT支持的波长。通知在OLT间通信网络上传递,例如通过管理信道广播调整波长通知。OLT能够过滤通知,这样,只有该通知所指向的OLT接收消息,一些未被指向的 OLT将丢弃该通知消息。这样,在310,目的OLT向源OLT发送回已接收到该通知的应答。在一个实施例中,目的OLT还发送回其他信息,如它的上游(例如, λ_u2)和/或下游(例如, λ_d2)波长。

[0049] 一旦目的OLT确认调整波长通知,在315,源OLT发送一个调整波长命令到 ONU,指示ONU调整到特定时间的新的一个或多个波长。在图3的例子中,调整波长命令指示ONU调整

至与目的OLT关联的新的上游和下游波长。即,源OLT告诉ONU将其当前的波长对 λ_{u1} , λ_{d1} 调整至新的波长对 λ_{u2} , λ_{d2} 。这样,命令包括如前所述的至少目的OLT的一个波长对(例如,上游波长 λ_{u2} 和下游波长 λ_{d2})。

[0050] 虽然图3提供的示例中ONU可以指示调整至与目的OLT关联的上游和下游波长二者,但其他实施例和示例提供了调整选择,使得只有调整波长命令指示ONU调整至上游波长 λ_{u2} 或下游波长 λ_{d2} 。即,该ONU将被调整到波长对的上游和下游信道之一或两者。

[0051] 此外,该调整波长命令包括ONU开始调整至新的一个波长或多个波长的时间,以提供何时开始调整过程的指令。例如,PON包括系统时钟,其是PON系统所有组件已知的,或至少是那些参与切换过程的实体已知的。在一个实施例中,系统时钟实现了一个超帧计数器(super frame counter,SFC),其使用帧作为协调时间的手段。如图所示,调整波长命令包括调整开始时间SFCn,指示何时该ONU应开始调整至新的一个波长或多个波长。

[0052] 在图3的320,ONU向源OLT发送回一个指示接收到所述调整波长命令的应答。在此期间,源OLT能够向传递送SFC帧消息,倒计时调整开始时间SFCn的时间,用来包括消息325和330。至此,至少在消息305至330之间,该ONU工作在ONU状态机的正常操作状态。

[0053] 此外,目的OLT知道该ONU在调整开始时间SFCn开始调整至其上游波长 λ_{u2} 和/或下游波长 λ_{d2} 。因此,在某些时候,SFCn指示的调整开始时间之后,目的OLT发送出一个通知波长消息。即,当其已完成调整过程并且可以与目的OLT进行通信时,通知波长消息ping ONU以进行确认。

[0054] 在一个实施例中,目的OLT周期性地发送通知波长消息,直到该ONU在360返回一个应答。例如,通知波长消息(例如,340a-n)在每个DS帧间隔347之后传递,其包括一个或多个DS帧。在一个实施例中,通知波长消息广播到多个ONU。此外,至此,至少在消息330和340n之间,该ONU运行在ONU状态机的波长调整运行状态。

[0055] 当ONU成功完成波长调整,其能够使用上游波长 λ_{u2} 和/或下游波长 λ_{d2} 与目的OLT进行通信。这样,ONU能够接收最新的通知波长消息340n,并通过发送回一个应答消息360响应目的OLT。应答消息360指示ONU现在在线使用新的下游和/或上游波长。

[0056] 图4A是根据本发明实施例的源OLT实施的将ONU使用的至少一个信道的通信从源OLT切换到目的OLT的示例性流程的流程图400A。在一个实施例中,流程图400A是源OLT实施的将ONU使用的至少一个信道的通信从源OLT切换到目的OLT的一种计算机实现方法。在另一个实施例中,流程图400A在计算机系统中实现,其包括处理器和存储器,其中,存储器耦合到所述处理器并且具有存储在其中的指令,如果由计算机系统执行,致使所述系统执行源OLT实施的将ONU使用的至少一个信道的通信从源OLT切换到目的OLT的方法。在又一实施例中,用于执行所述方法的指令存储在非瞬时性计算机可读存储介质中,其具有计算机可执行指令,致使计算机系统执行源OLT实施的将ONU使用的至少一个信道的通信从源OLT切换到目的OLT的方法。在本发明的一些实施例中,流程图400A的操作在图1和图2中所示的OLT内执行。此外,流程图400A可以进一步描述在图3中的信息流程图300中描述的将ONU从一个OLT切换到另一个的过程中执行的一个或多个操作。

[0057] 图4A的流程图400A公开了当将与ONU的通信切换到目的OLT时源OLT执行的流程。即,源OLT将ONU的消息发送(下游消息)和/或接收(上游消息)切换至目的OLT。源OLT通过PON通信耦合到多个ONU。具体地,源OLT用于通过PON的第一波长的第一信道进行通信。第一

信道可以是下游信道或上游信道。

[0058] 在源OLT确定或被指示切换用于与ONU进行通信的一个或多个波长之后,执行流程图400A。在410,该方法包括向目的OLT提供通知,第一ONU将通过OLT间通信网络的管理信道调整至与目的OLT关联的第二波长的第二信道。例如,所述源OLT可以切换到与当前正由源OLT处理的ONU下游通信的目的OLT。在另一示例中,所述源OLT可以切换到与当前正由源OLT处理的ONU上游通信的目的OLT。在又一示例中,所述源OLT可以切换到与当前正由源OLT处理的ONU同时上游和下游通信的目的OLT。源OLT也可以从目的OLT中接收应答,指示接收到通知消息。

[0059] 在一个实施例中,通知消息通过管理信道广播到多个OLT。即,通知消息通过OLT间的通信平台广播。想要接收通知消息的OLT能够确定该通知消息是针对本身的。例如,OLT能够解析报头,以确定哪个目的OLT应处理通知消息。

[0060] 用于执行切换的必要信息也确定或提供给源OLT。在一个实施例中,OLT标识符(OLT-ID)提供一个或多个关键信息。OLT-ID的内容可以是ITU-T Recommendation 987.3中规定的PON ID,下游和上游波长对的信道ID;单个波长/信道的ID;ITU-T Recommendation 987.3中规定的PON TAG;或OLT端口的ID等。

[0061] 在420,该方法包括通过第一信道向第一ONU发送调整波长消息,指示所述第一ONU调整至第二通道。例如,源OLT可以发送命令到第一ONU以调整至与目的OLT关联的下游波长,以从目的OLT接收数据。在另一实例中,源OLT可以发送命令到第一ONU以调整至与目的OLT关联的上游波长,使得第一ONU现在将消息发送到目的OLT而不是源OLT。在又一个实例中,源OLT可以发送命令到第一ONU以调整至与目的OLT关联的上游和下游波长,使得第一ONU现在将仅与目的OLT进行通信。源OLT也可以从ONU中接收指示接收到调整波长消息的应答。

[0062] 在一个实施例中,调整波长消息通过使用与源OLT关联的下游信道的对应的ODN广播到多个ONU。在一种实现中,这个下游信道可以也可以切换。想要接收调整波长消息的ONU确定该调整波长消息是针对本身的。例如,ONU能够解析报头,以确定哪个目的ONU应处理调整波长消息。

[0063] 在一个实施例中,在数据结构内提供包括在通知消息和/或调整波长消息内的执行切换必需的信息。例如,通知消息和/或调整波长消息包括下面至少一个:1) 目的OLT标识符;2) 源OLT标识符;3) ONU标识符。在另一个实施例中,所述通知消息和/或调整波长消息包括其他信息,其中包括以下的至少一种:1) ONU的当前下游波长/信道;2) ONU的当前上游波长/信道;3) ONU的可能的新的下游波长/信道;4) ONU的可能的新的上游波长/信道;5) ONU调整开始时间;6) 应答代码。为便于说明,在所述通知消息和/或调整波长消息中提供的数据结构构造如下:

[0064] {

[0065] 目的OLT-ID,

[0066] 源OLT-ID,

[0067] ONU-ID,

[0068] ONU的当前下游波长/信道,

[0069] ONU的当前上游波长/信道,

[0070] ONU的新的下游波长/信道，
[0071] ONU的新的上游波长/信道，
[0072] ONU调整开始时间，
[0073] 应答代码，
[0074] }

[0075] 图4B是根据本发明实施例的目的OLT实施的将ONU使用的至少一个信道的通信从源OLT切换到目的OLT的示例性流程的流程图400B。在一个实施例中，流程图400B 是目的OLT实施的将ONU使用的至少一个信道的通信从源OLT切换到目的OLT的一种计算机实现方法。在另一个实施例中，流程图400B在计算机系统中实现，其包括处理器和存储器，其中，存储器耦合到所述处理器并且具有存储在其中的指令，如果由计算机系统执行，致使所述系统执行目的OLT实施的将ONU使用的至少一个信道的通信从源OLT切换到目的OLT的方法。在又一实施例中，用于执行所述方法的指令存储在非瞬时性计算机可读存储介质中，其具有计算机可执行指令，致使计算机系统执行目的 OLT实施的将ONU使用的至少一个信道的通信从源OLT切换到目的OLT的方法。在本发明的一些实施例中，流程图400B的操作在图1和图2中所示的OLT内执行。此外，流程图400B可以进一步描述在图3中的信息流程图300中描述的将ONU从一个OLT切换到另一个的过程中执行的一个或多个操作。此外，流程图400B可以与流程图400A一起实施。

[0076] 流程图400B公开了当参与将ONU的通信从源OLT切换到目的OLT时，目的OLT 执行的过程。即，不是源OLT，而是目的OLT将通过指定的传输信道(例如，用于下游消息传递)和/或接收信道(例如，用于上游消息传递)与ONU进行通信。源OLT和目的OLT通过PON通信耦合至多个ONU，但在特定的时刻，源OLT和目的OLT可以耦合至所述多个ONU中不同的ONU子集。

[0077] 具体地，源OLT用于通过PON的第一波长的第一信道进行通信。目的OLT用于通过PON的第二波长的第二信道进行通信。例如，第一信道和第二信道可以是上游信道和下游信道采取的不同组合。在一种实现中，源OLT通过为下游信道的第一信道与 ONU进行通信，目的OLT通过为下游信道的第二信道与ONU进行通信。

[0078] 流程图400B由目的OLT在切换用于与ONU进行通信的一个或多个波长的过程中执行。在450，该方法包括通过OLT间的通信网络的管理信道从源OLT中接收通知消息，第一ONU将调整至与目的OLT关联的第二波长的第二信道。例如，所述源OLT切换到与当前正由源OLT处理的ONU下游通信的目的OLT。在另一示例中，所述源OLT切换到与当前正由源OLT处理的ONU上游通信的目的OLT。在又一示例中，所述源OLT切换到与当前正由源OLT处理的ONU同时上游和下游通信的目的OLT。目的OLT也可以向源OLT发送回指示接收到通知消息的应答。

[0079] 如前所述，在一个实施例中，在数据结构内提供包括在通知消息内的执行切换必需的信息。例如，该通知消息包括以下各项中的至少一个：1) 目的OLT标识符；2) 源 OLT标识符；3) ONU标识符。在另一实施例中，通知消息可以包括其他的信息，其中包括至少以下一种：1) ONU的当前下游波长/信道；2) ONU的当前上游波长/信道；3) ONU的可能的新的下游波长/信道；4) ONU的可能的新的上游波长/信道；5) ONU 调整开始时间；6) 应答代码。

[0080] 这时候，在切换过程中，目的OLT正在寻找来自第一ONU的指示完成从源OLT切换一个或多个信道至目的OLT的确认。具体地，在460，该方法包括通过第二信道向第一ONU发送来自目的OLT的切换允许消息。

[0081] 例如,在一个实施例中,源OLT切换与第一ONU的下游通信,使得目的OLT将发送下游通信。在这种情况下,目的OLT用于通过第二信道使用切换允许消息ping第一 ONU,其中,第二信道是目的OLT的下游信道。

[0082] 在另一示例中,源OLT切换与ONU的上游通信,使得目的OLT将接收来自第一 ONU的上游通信。在这种情况下,第一ONU可以保持从源OLT接收下游通信。这样,目的OLT可以通过源OLT发送切换允许消息,该源OLT作为一个代理,这将在图5进一步描述。

[0083] 在470,该方法包括通过第二信道从第一ONU接收指示接收到切换允许消息的应答。在一个实施例中,重复地传递切换允许消息,直到从第一ONU接收到应答。此时,目的OLT终止切换允许消息的周期性传递。

[0084] 在一个实施例中,切换允许消息是通过使用与目的OLT和/或代理OLT关联的下游信道的一个对应的ODN广播到多个ONU的。如前所述,想要接收切换允许消息的ONU 确定该消息是针对本身的。

[0085] 图5是根据本发明实施例的当将发向ONU的消息从第一OLT转发至第二OLT以传递至所述ONU时的消息流的信息流程图500,其中,所述第一OLT不能与所有ONU通信。例如,在故障接管的情况下,所述第一OLT无法通过下游信道与所述ONU进行通信,并且已经将这一职责切换到第二OLT。第一OLT继续通过上游波长与所述ONU进行通信。第一OLT能够使用第二OLT作为代理与所述ONU进行通信,以传递下游消息给OLT,如管理和控制PLOAM命令。在另一示例中,切换过程可仅切换一个信道,如下游信道。即,源OLT已将来自ONU的下游通信处理切换到目的OLT,但源OLT仍然处理来自ONU的上游通信。在这种情况下,源OLT不能通过其下游信道直接(例如,发送管理和控制PLOAM命令)与ONU进行通信。这样,源OLT能够使用目的OLT作为代理与ONU进行通信。在其他实施例中,图5所示的流程可用于使用第二OLT作为代理将来自ONU的上游通信传递到第一OLT,例如当ONU使用下游信道与第一OLT 进行通信,但使用上游信道与第二OLT进行通信时。

[0086] 具体地,图5中所示的消息在第一OLT(例如,源OLT)、第二OLT(例如,目的 OLT)以及ONU之间传递。第二OLT充当第一OLT的代理以传递下游通信至ONU。例如,所述ONU上游波长/信道是与所述第一OLT,所述ONU下游波长/信道是与所述第二OLT。因此,第二OLT用于使用其下游信道将接收的来自第一OLT的消息转发到 ONU。

[0087] 在一个实施例中,图5中公开的一些转发的消息与PLOAM控制消息格式一致。例如,在一个实施例中,所述转发的消息可以是控制和管理PLOAM消息。当然,其他的实施例非常适合于用于传达控制和管理消息的任何合适的格式。例如,所述转发的消息可以是上游传输机会分配(例如带宽图)。

[0088] 如图5所示,在505中,第一OLT发送转发请求至第二OLT以传递消息给ONU。转发请求包括要转发的消息,如控制和/或管理PLOAM消息。例如,第一OLT可以已将与ONU的下游通信的职责切换到第二OLT,但第一OLT仍然通过其上游信道与该ONU 进行通信。在这种情况下,转发请求通过OLT间通信网络的管理信道从第一OLT传递到所述第二OLT。

[0089] 在510,所述第二OLT使用其下游波长信道发送转发消息到ONU。在一个实施例中,所转发的消息通过对应的ODN广播到多个ONU。想要接收转发消息的ONU能够确定该消息是针对本身的。

[0090] 在515中,从第二OLT接收所转发的消息后,ONU能发送一个响应到第一OLT。在图5

所示的示例中,第一OLT仍然使用上游波长/信道与ONU进行通信,并能从ONU接收上游通信。在一种实现中,所述响应是确认接收到转发的消息的应答消息。

[0091] 在一个实施例中,在数据结构内提供执行转发流程必需的信息。例如,转发请求消息包括以下各项中的至少一个:1) 第一OLT标识符;2) 第二OLT标识符;3) ONU标识符。在另一个实施例中,转发请求包括其他信息,包括至少以下一种:1) 待转发的消息;2) 待转发的带宽图。为便于说明,一个示例中,使用源OLT作为第一OLT,目的 OLT作为第二OLT。转发请求消息中提供的数据结构可以构造如下:

```
[0092]  {  
[0093]  目的OLT-ID,  
[0094]  源OLT-ID,  
[0095]  ONU-ID,  
[0096]  待转发的PLOAM消息,  
[0097]  待转发的带宽图,  
[0098]  }
```

[0099] 当在一个或多个OLT端口中初始调整或重调ONU时,可以使用图5所示的OLT间通信。OLT间通信能够解决不同通信格式使用的调整中的不同,例如当解决点对点 (point-to-point, PTP) WDM和TWDM-PON间的冲突时。具体地,当一个ONU首先添加到ODN,其将经历调整其接收器到其可以在系统上找到的第一波长的过程。调整其接收器后,其会开始调整发射器的过程,这基于从下游帧中嵌入的信道通知信息中检索到的接收器OLT的信息。避免切换ONU时意外的ONU转移导致PON干扰的方法可以通过图5所示的流程实现。OLT可能不能在初始阶段与新ONU进行通信,如此,OLT间通信协议将使接收OLT向其他OLT报告新ONU的存在。在另一种情况下,当ONU操作故障时,OLT (其可以控制新ONU) 通过将ONU重调至不同的OLT端口/信道对以试图去使能、挂起或者转移所述ONU (发射器、接收器或二者) 的方式进行应答。在又一种情况下,当ONU与两个OLT关联 (例如,其上游与OLT1,下游与OLT2),OLT间通信协议允许上游OLT (例如,OLT1) 通过下游OLT (例如,OLT2) 发送消息到 ONU。这些类型的OLT间协作如图5所示。使用OLT间通信的各种场景描述如下,包括ONU激活、挂起孤儿ONU、与错误ODN连接的ONU、以及非法ONU隔离。

[0100] 对于ONU激活,如果OLT端口能够传达合适的关联波长在上游通信中使用,ONU 的发现和测距能更加有效。当一个ONU调整至给定波长,接收OLT首先检查它的供应数据库,然后查询其他的OLT确定ONU的目的波长并传递波长分配给ONU。该协议促进OLT之间的通信以确定ONU的最终目的地。

[0101] 当挂起孤立的ONU时,为避免与系统连接且未分配给任何OLT端口的ONU进入不断调整循环,OLT将与OLT群中剩余的OLT通信以确定最终的目的地。若ONU没有分配给任何OLT,那么其可以在OLT上挂起,直至波长分配可以被发现,从而大大最小化资源枯竭和潜在非法ONU活性。

[0102] 在ONU位于错误的ODN的情况下,OLT机箱可以查询OLT机箱群并报告ONU相对于ODN和系统的外观的位置。这有利于更加迅速的解决故障并帮助运营商解决活动 ONU中的问题。

[0103] 因为在PON系统中使用了这么多的波长并且使用了可调技术,非法ONU的风险可能

会增加。当存在非法ONU时,OLT需要向系统中的其他OLT请求帮助来隔离该 ONU。这个过程可以包括要求OLT之间的“出勤报告”。

[0104] 上述场景描述了在同一ODN或多个ODN上的OLT间的通信。识别这些场景的操作情况很重要,因为它们决定了OLT之间交互的“实时”程度。在后端办公系统的情况下,例如操作情况包括以下内容:在实验室环境中的系统测试(如,调整/重调整操作资格的PICS方法的测试);减少活动端口的数量(例如,在现收现付的环境);暂时关闭未充分使用的OLT端口进行节能从而减少OPEX;计划维护运营。在前端办公系统情况下,例如操作情况包括以下内容:增加一个额外的ONU(例如,自安装环境,或者通过技术人员介入;休眠期之后ONU唤醒,这取决于ONU TRx漂移;故障排除。在一种实现中,OLT间的交互发生在一个足以允许可接受期间内所有操作重新开始的时间段内。

[0105] 图6是根据本发明实施例的将主机主时钟610分布至中心局内的多个OLT(例如,OLT_{a-n})。这些OLT与多个从时钟630关联。如图6所示,主机主时钟610在输出640 生成时钟信号650。时钟信号650通过与OLT的逻辑连接复制并分布在多个信道上。以这种方式,每个OLT的从时钟使用复制的时钟信号650进行定时。在一种实现中,OLT 内电缆差异可以是约100米,OLT之间的实际时间差大约是 $\pm 2\mu\text{s}$ 。

[0106] 在一个实施例中,有必要向运行在给定ODN上的所有OLT端口提供一个合理的安静窗口对齐。当几个OLT机箱用于实现一个TWDM-PON系统,通过SNI接口进行ToD 和相位同步是强制性的。同步是通过主时钟提供的。即,主时钟用于同步OLT安静窗口。对共享同一个ODN的所有OLT之间的安静窗口的同步最小化试图激活的ONU导致的给定OLT端口上的干扰。具体地,使用OLT间的通信协议,安静窗口的详细信息可以在OLT之间共享。所述OLT可以验证它们的定时源和它们的安静窗口的定时。所述 OLT可以协商定时窗口中的变化。用于同步的共同参考帧大大最小化ONU和OLT的调整/测距,因此上游抖动减少,特别是对于移动应用。

[0107] 图7是使用OLT间通信协议传递的示例性ONU数据元素的表700。图8是使用 OLT间通信协议传递的示例性OLT数据元素的表800。图9是OLT间通信协议使用的示例性状态变化请求和通知的列表的表900。

[0108] 若干NG-PON2TC层功能需要NG-PON2CT通过CT间协议进行交互。对于TWDM CT,这些功能包括例如以下内容:信道信息和状态共享;ONU激活;ONU调整;非法 ONU缓解。此外,非法ONU缓解的功能可以要求TWDM CT和PTP WDM CT之间进行交互。实现这些功能的NG-PON2TC层通过ICTP原语的方式与ICT协议连接。有两种类型的ICTP原语:事务提交和消息。事务本身包括低级消息交互被视为一个原子操作。TC层流程的ICTP原语调用包括以下格式:ICTP:<Name>(ODN ID, SRC, DST, Parameters)。图10是一个示出示例性ICTP协议原语调用格式元素的表1000。图11是示出示例性ICTP协议原语的表1100。

[0109] 因此,根据本发明实施例,描述了提供涉及数据结构的OLT间通信协议的系统和方法,以管理ONU的发现和转移。

[0110] 虽然以上披露使用具体的方框图、流程图以及示例阐明各种实施例,本文中所述和/或图示的每个方框图组件、流程图步骤、操作和/或组件都可以通过各种硬件、软件或固件(或者它们的任意组合)配置单独地和/或共同地实施。另外,对其他组件之中包括的任意组件的披露应该看作为示例,因为可以实施许多其他架构来达到同样的功能。

[0111] 本文中所述和/或图示的进程参数和步骤顺序仅仅是为了举例并且可以按需要更改。例如,虽然本文中所图示和/或描述的步骤可以按照特定顺序来示出或讨论,但这些步骤并非必须按照所图示或所讨论的顺序来执行。本文中所述和/或所图示的各种示例方法还可以省略本文中所述和/或所图示的一个或多个步骤或还可以包括除披露的那些步骤之外的额外步骤。

[0112] 虽然本文已经在全功能性计算系统的背景下对不同的实施例进行了描述和/或图示,这些示例实施例中的一个或多个能够以多种方式作为一个程序产品来分发,而不管用于实际进行该分发的计算机可读介质的具体形式如何。本文中所披露的实施例还可以通过使用执行一些特定任务的软件模块来实施。这些软件模块可以包括脚本、成批文件或其他可执行文件,其中这些可以存储在一种计算机可读介质上或者一种计算机系统中。这些软件模块可以配置一个计算机系统以用于执行本文中所披露的一个或多个示例实施例。本文中所披露的一个或多个软件模块可以在云计算环境中实施。云计算环境可以通过互联网提供不同的业务和应用程序。这些基于云的业务(例如,软件即服务、平台即服务、基础设施即服务等等)可以通过网络浏览器或其他远程接口进行访问。本文中所述的各种功能可以通过远程桌面环境或任意其他基于云的计算环境来提供。

[0113] 虽然已详细地描述了本发明及其优点,但是应理解,可以在不脱离如所附权利要求书所界定的本发明的精神和范围的情况下对本发明做出各种改变、替代和更改。根据上述教导,许多修改和变更是可能的。选出和描述的各个实施例的目的是为了更好地解释本发明的原理和其实际应用,因而使本领域技术人员能够更好利用本发明各个实施例和适合预期特定用途的各种变更。

[0114] 根据本发明的实施例如此处所述。虽然本发明已经在特定实施例中进行了描述,但是应理解,本发明不应该被解释为这些实施例的限制。

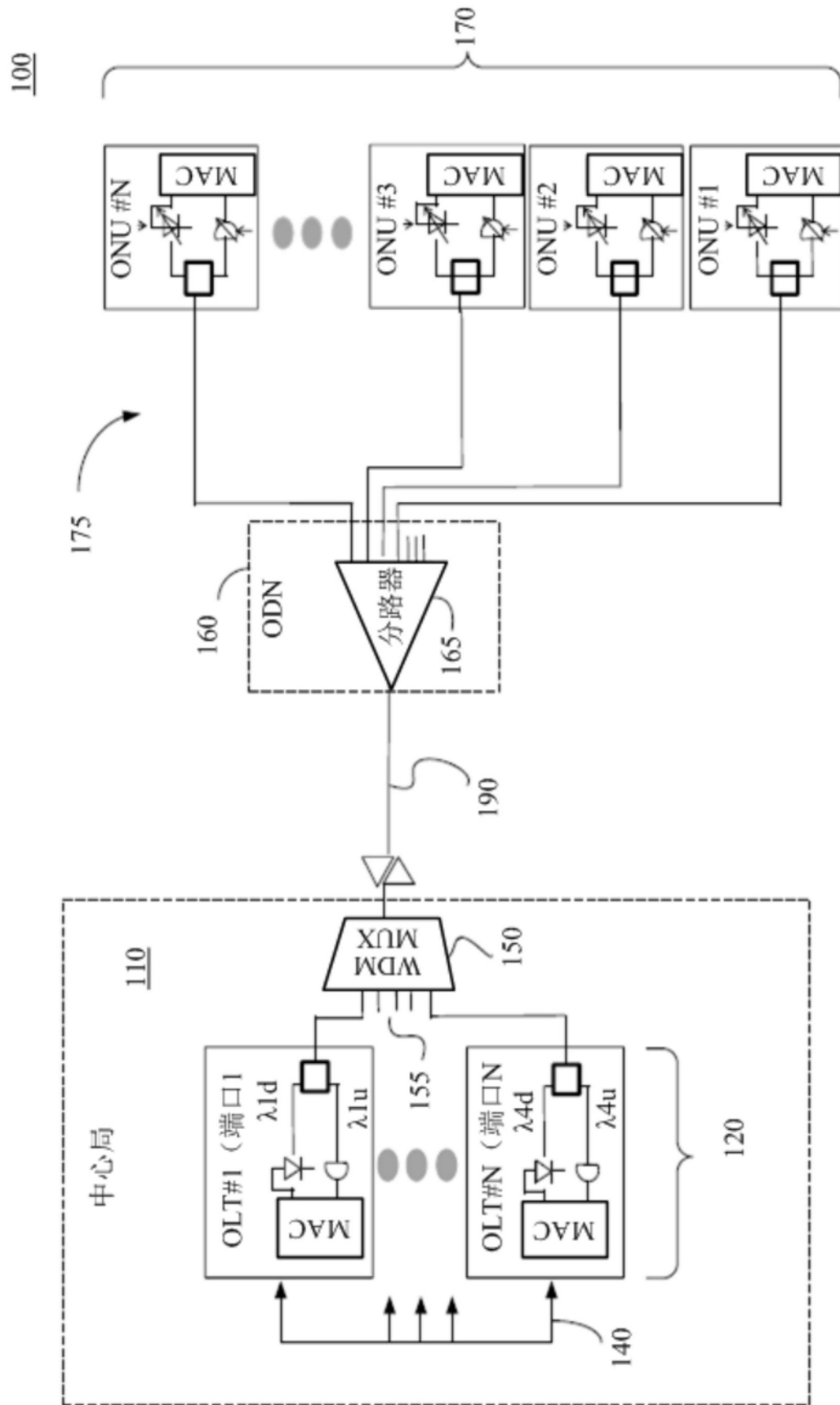


图1

200

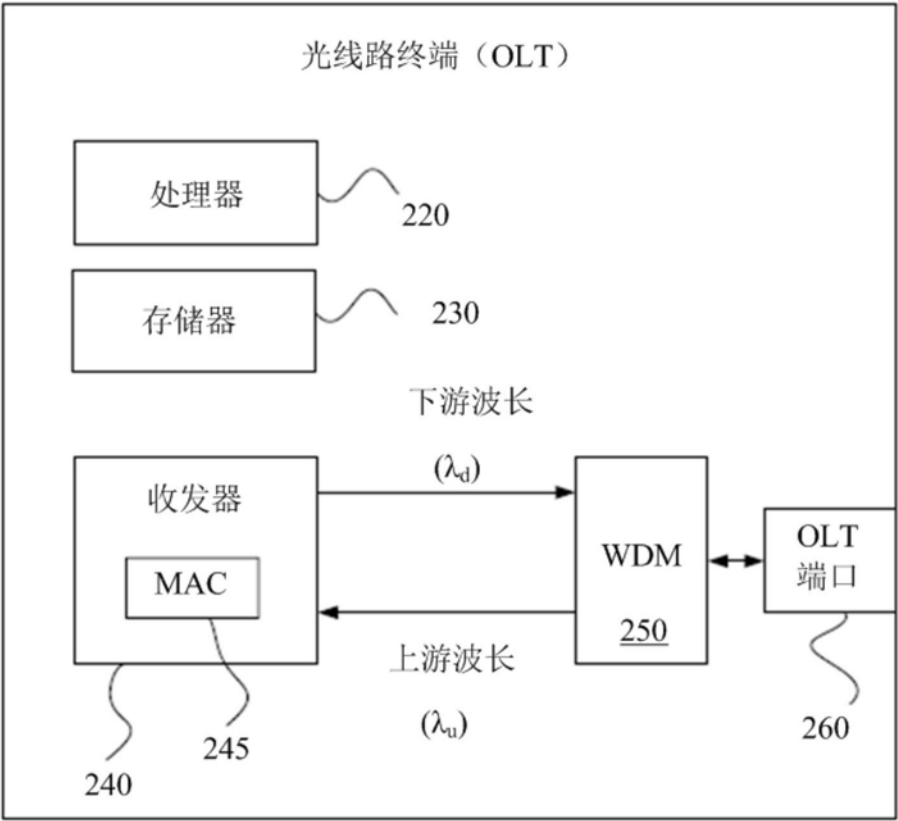


图2

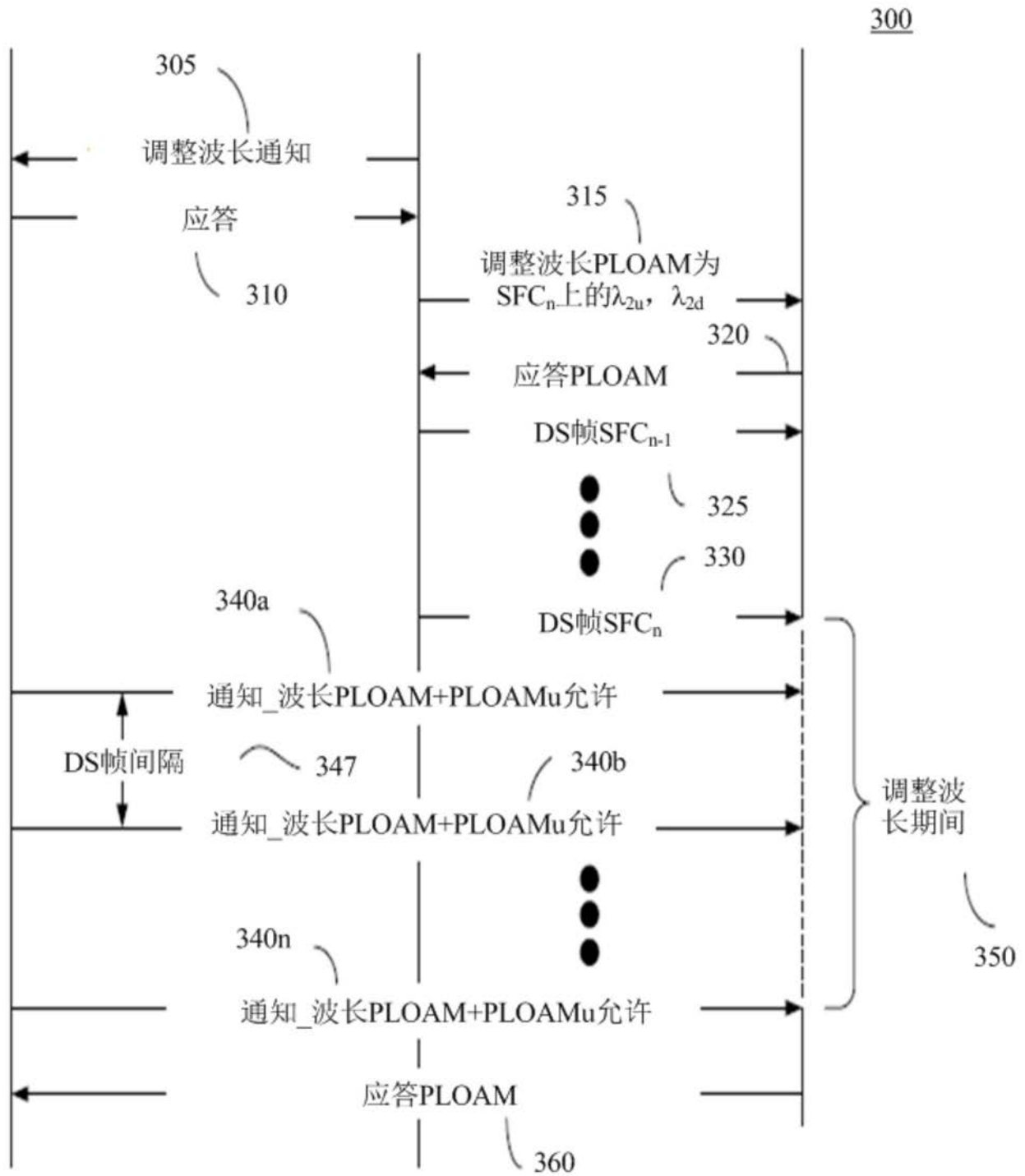


图3

400A

图4A

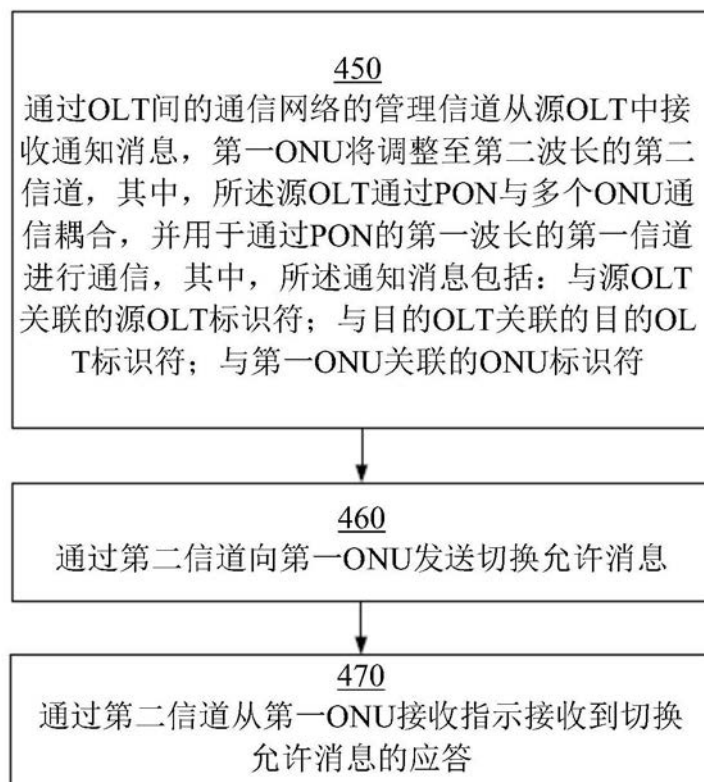
400B

图4B

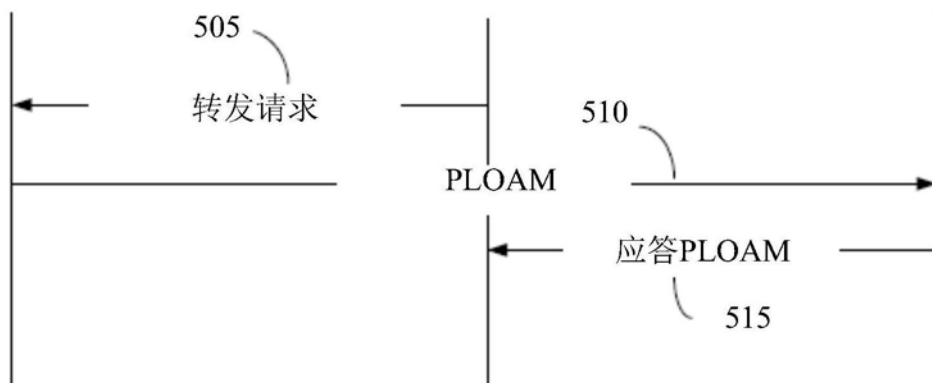
500

图5

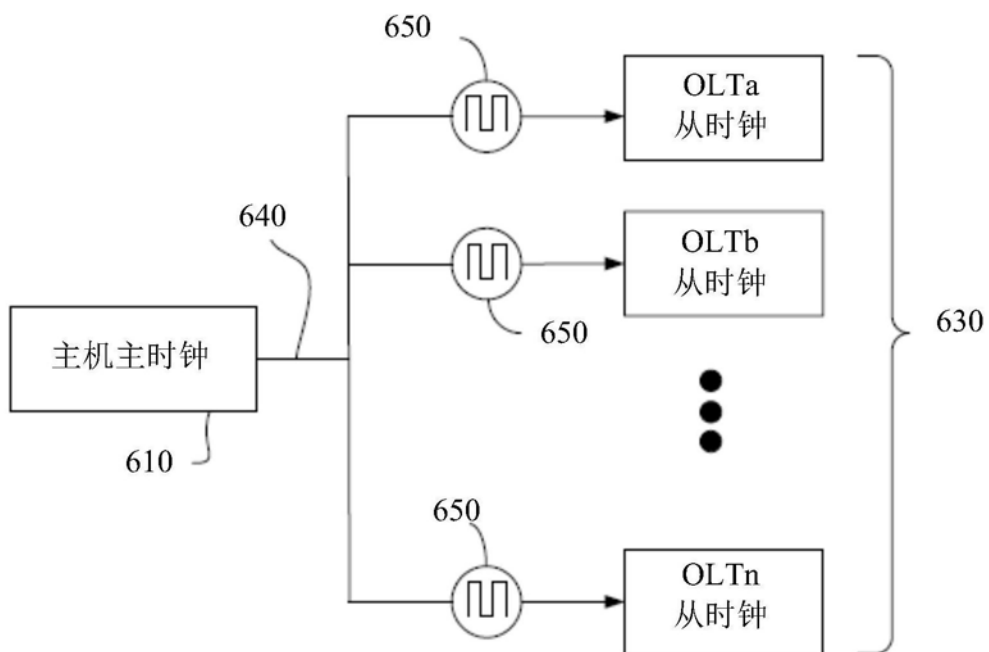
600

图6

700

数据元素	说明
序号	ONU序号是用于区分ONU的唯一标识符
当前接收波长（ONU上）	识别ONU的接收波长外观
当前传输波长（ONU上）	识别ONU的传输波长外观
目的接收波长（ONU上）	反映ONU已经理解的其将迁移入的下一状态接收波长
目的传输波长（ONU上）	反映ONU已经理解的其将迁移入的下一状态传输波长

图7

800

数据元素	说明
目的波长TX转移	要求将ONU从一个TX波长转移到另一个
目的波长RX转移	要求将ONU从一个RX波长转移到另一个
目的信道对的可选特点指示	-协议指示 -线路速率 -休眠模式激活 -线路编码NRZ或拉曼优化编码
ODN ID	每个ODN需要分配一个唯一的ID，使得可以快速识别在多个系统间分享的ODN
端口波长分配	协议可以为每个OLT信道对传递ODN分配，这提供了用来验证会干扰现有业务的波长的工具
OLT ID	OLT ID是用于区分OLT的唯一标识符

图8

900

数据元素	说明
去使能ONU	OLT可以向相邻OLT发送请求以去使能可能处于非法状态的特定ONU；参数基于ONU标识符
状态变化应答	当向相邻OLT提交了请求改变ONU状态的请求时，OLT应该应答发起状态改变的源OLT或将请求提交给ONU
转移通知	发起OLT发送给共享ODN的所有OLT的广播通知，通知它们ONU正从源OLT转移到指定的目的OLT；这个通知的目的是，提醒其他OLT在转移过程中出现问题的情况下发生了转移
安静窗口同步	
出勤报告	OLT验证其与其所有的ONU都有双向通信； 当试图隔离非法ONU时，缺失的ONU成为怀疑对象；当在所有OLT中广播用于缺失的ONU的去使能消息时，停止事件的可能性增加

图9

1000

格式元素	说明
ICTP:	ICTP原语统一前缀
<名称>	ICTP原语名称
ODN ID	ODN的身份；或，同等地，运营商管理域或开放接入域内的NG-PON2 PON系统的身份，这是OSS设置的参考值
SRC	事务的TX或消息发送方的TWDM信道索引
DST	消息接收方的TWDM信道索引，广播至NG-PON2 PON系统内所有CT的消息的BCST，或者事务的这个TWDM信道
参数	给定ICTP原语的特定参数列表

图10

1100

原语名称	类型	参数	说明
ICTP:CTProfile	消息	DS WLCH descriptor; US WLCH descriptor	向NG-PON2 PON系统的TWDM CT通知相关波长信道配置和状态参数的广播消息；每个TWDM CT收集单个ICTP:CTProfile()消息中包含的信息，并将其添加至下游发送的TWDM信道信息PLOAM消息中
ICTP:Tune-In	事务提交	ONU-ID, OldChIX	确定将ONU ID识别的ONU从OldChIX识别的TWDM信道预定切换到给定TWDM信道的事务的提交指示；所述事务通常涉及三方，源TWDM信道、目的TWDM信道以及合适的管理实体；通过源TWDM信道或管理实体协调；通过两阶段提交协议执行
ICTP:Tune-Out	事务提交	ONU-ID, NewChIX	确定将ONU ID识别的ONU从给定TWDM信道预定切换到OldChIX识别的TWDM信道的事务的提交指示；所述事务通常涉及三方，源TWDM信道、目的TWDM信道以及合适的管理实体；通过源TWDM信道或管理实体协调；通过两阶段提交协议执行
ICTP:Alert	消息	ONU-ID, OldChIX	向NG-PON2 PON系统的TWDM CT通知丢失与ONU ID识别的ONU的通信的广播消息，该通信最后出现在OldChIX识别的TWDM信道的消息，其通知所述ONU成功到达所述新的主机TWDM信道
ICTP:Confirm	消息	ONU-ID	来自ONU ID的当前主机TWDM信道去往其将来的主机TWDM信道的消息，通知从ONU接收到的调整_响应应答
ICTP:ACKNotif	消息	ONU-ID	

图11