(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103444111 A
(43)申请公布日 2013.12.11

(21)申请号 201280014736.3
(22)申请日 2012.04.09
(30)优先权数据
61/473,442 2011.04.08 US
13/440,842 2012.04.05 US
(85)PCT申请进入国家阶段日
2013.09.29
(86)PCT申请的申请数据
PCT/CN2012/073662 2012.04.09
(87)PCT申请的公布数据
WO2012/136155 EN 2012.10.11
(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 罗远秋 艾芬伯格·弗兰克·J
(51)Int.Cl.
H04J 14/02(2006.01)

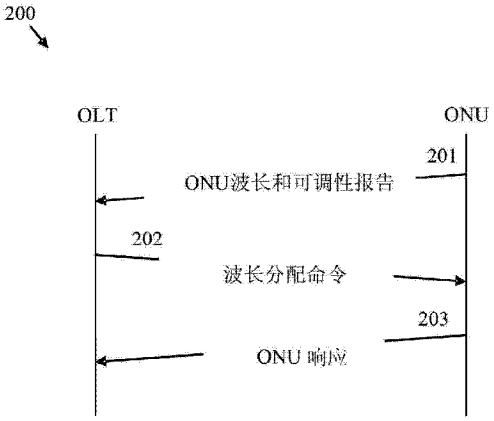
权利要求书3页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

多波长无源光网络中的波长管理

(57)摘要

本发明公开了一种支持无源光网络(passive optical network,PON)中波长管理的系统,所述系统包括光线路终端(optical line terminal,OLT),用于根据波长可调性能力发送用于光网络单元(optical network,ONU)通信的波长分配,以及耦合所述OLT并用于发送波长可调性能力至所述OLT的ONU,其中,所述波长分配和所述波长可调性能力通过媒体接入控制(media access control,MAC)消息发送。本发明还公开了用于支持波长管理的OLT装置,所述OLT装置包括一个或多个组件,用于与ONU耦合并根据所述ONU的波长可调性与所述ONU交换针对传输的波长分配,其中,所述波长指示和波长可调性通过MAC层帧进行交换。



CN 103444111 A

1. 一种在无源光网络(passive optical network,PON)中用来支持波长管理的系统,其特征在于,包括:

光线路终端(optical line terminal,OLT),用于基于波长可调性能力,发送针对光网络单元(optical network unit,ONU)通信的波长分配;以及

ONU,耦合至所述 OLT 并用于发送所述波长可调性能力至所述 OLT,

其中,所述波长分配和所述波长可调性能力通过媒体接入控制(media access control,MAC)消息发送。

2. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,其中,所述波长分配基于所述 ONU 的当前工作波长进行交换从而为所述 ONU 分配一个波长。

3. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,其中,所述 ONU 进一步用于将一个第二波长可调性能力同所述波长可调性能力一起发送给所述 OLT;其中,所述 OLT 进一步用于根据所述第二波长可调性能力,将一个第二波长分配同所述波长分配一起发送给所述 ONU 以实现 ONU 通信。

4. 根据权利要求 3 所述的系统,其特征在于,其中,所述波长分配基于所述 ONU 的第一当前工作波长进行交换,以从所述 OLT 分配一个用于下行传输的波长至所述 ONU;且其中,所述第二波长分配基于所述 ONU 的第二当前工作波长进行交换,以从所述 ONU 分配一个用于上行传输的第二波长至所述 OLT。

5. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,其中,所述波长分配和所述波长可调性能力通过物理层运行管理维护(physical layer operations,administration,and management,PLOAM)消息,在所述 OLT 和所述 ONU 之间进行交换。

6. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,其中,所述波长分配和所述波长可调性能力通过 ONU 管理控制接口(ONU management and control interface,OMCI)信道的多个管理实体(management entity,ME)属性进行交换。

7. 根据权利要求 6 所述的系统,其特征在于,其中,所述 OMCI 信道的 ME 属性指示一个工作上行波长、一个工作下行波长、各可工作上行波长和各可工作下行波长。

8. 一种光线路终端(optical line terminal,OLT)装置,用于支持波长管理,其特征在于,包括:

一个或多个组件,用于耦合一个光网络单元(optical network unit,ONU),并基于所述 ONU 的波长可调性,同所述 ONU 交换针对传输的波长分配。

其中,所述波长指示和所述波长可调性通过媒体接入控制(media access control,MAC)层帧进行交换。

9. 根据权利要求 8 所述的装置,其特征在于,其中,所述波长分配基于来自所述 ONU 的转发的波长可调性报告,在所述 ONU 的激活阶段进行交换,从而为所述 ONU 分配一个波长。

10. 根据权利要求 8 所述的装置,其特征在于,其中,所述波长分配和波长可调性,根据来自所述 ONU 的关于波长分配的请求,在所述 ONU 的激活阶段进行交换。

11. 根据权利要求 8 所述的装置,其特征在于,其中,所述波长分配和波长可调性,根据来自所述 OLT 的请求,在所述 ONU 的操作阶段进行交换以从所述 ONU 获取波长和可调性信息。

12. 根据权利要求 8 所述的装置,其特征在于,其中,所述波长分配在所述 ONU 的操作阶

段进行交换从而为所述 ONU 变更工作波长。

13. 一种方法，在光线路终端（optical line terminal，OLT）上实施、用于支持针对无源光网络（passive optical network，PON）的波长分配，其特征在于，包括：

通过接收器接收来自光网络单元（optical network unit，ONU）的波长和可调性报告，所述报告包括 ONU 发射器波长、ONU 接收器波长、ONU 发射器可调性及 ONU 接收器可调性；以及

通过发射器向所述 ONU 发送波长分配命令，所述波长分配命令指示分配的 ONU 发射器波长和分配的 ONU 接收器波长。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，其中，所述波长和可调性报告通过新的专用运行管理维护（PLOAM）消息发送，所述消息包括 ONU 发射器波长、ONU 接收器波长、ONU 发射器可调性及 ONU 接收器可调性。

15. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，其中，所述波长和可调性报告通过修改了的序列号 ONU（Serial_Number_ONU）运行管理维护（PLOAM）消息发送，所述消息指示 ONU 发射器波长、ONU 接收器波长、ONU 发射器可调性及 ONU 接收器可调性。

16. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，其中，所述波长分配命令通过新的专用运行管理维护（PLOAM）消息发送，所述消息包括分配的 ONU 发射器波长和分配的 ONU 接收器波长。

17. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，其中，所述波长分配命令通过修改了的分配 ONU-ID（Assign_ONU-ID）运行管理维护（PLOAM）消息发送，所述消息指示分配的 ONU 发射器波长和分配的 ONU 接收器波长。

18. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，进一步包括在发送所述波长分配命令后从所述 ONU 接收一个响应，其中，所述响应是通过运行管理维护（PLOAM）消息发送的。

19. 根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，其中，所述 PLOAM 消息是一个指示分配的 ONU 发射器波长和分配的 ONU 接收器波长的、修改了的注册 PLOAM（Registration PLOAM）消息。

20. 根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，其中，所述 PLOAM 消息是一个指示分配的 ONU 发射器波长和分配的 ONU 接收器波长的、修改了的确认 PLOAM（Acknowledge PLOAM）消息。

21. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，进一步包括在接收所述波长和可调性报告前发送一个波长请求至所述 ONU，其中，所述波长请求是通过运行管理维护（PLOAM）消息发送的。

22. 根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，其中，所述 PLOAM 消息是包括指示波长请求的消息类型标识（identifier，ID）的、新的专用 PLOAM 消息。

23. 根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，其中，所述 PLOAM 消息是包括波长请求指示的、修改了的请求注册 PLOAM（Request_Registration PLOAM）消息。

24. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，进一步包括：

向所述 ONU 发送指示第二分配的 ONU 发射器波长和第二分配的 ONU 接收器波长的波长变更命令；以及

接收指示当前 ONU 发射器波长和当前 ONU 接收器波长的响应。

25. 根据权利要求 24 所述的方法，其特征在于，其中，所述波长变更命令通过 ONU 管理控制接口（ONU management and control interface，OMCI）信道的多个管理实体（management entity，ME）属性进行发送，所述多个管理实体（management entity，ME）属性指示目标上行波长和目标下行波长。

多波长无源光网络中的波长管理

相关申请案的交叉参考

[0001] 本发明要求于2011年4月8日由罗远秋等人递交的发明名称为“多波长无源光网络中的波长管理”的第61/473,442号美国临时专利申请案的在先申请优先权，并且要求于2012年4月5日由罗远秋等人递交的发明名称为“多波长无源光网络中的波长管理”的第13/440,842号美国专利申请案的优先权，上述两篇申请的内容以全文引入方式并入本文本中。

技术领域

[0002] 本发明涉及通信网络，尤其涉及多波长无源光网络中的波长管理。

背景技术

[0003] 无源光网络(passive optical network，PON)是一种提供“最后一公里”网络接入的系统。PON是一种一点到多点的网络，由一个位于中心局的光线路终端(optical line terminal，OLT)，一个光分配网络(optical distribution network，ODN)，以及多个位于用户驻地的光网络单元(optical network units，ONUs)组成。在一些PON系统中，如千兆比特无源光网络(Gigabit PON，GPON)系统，下行数据以大约2.5千兆比特每秒(Gbps)的速率广播，而上行数据则以大约1.25Gbps的速率传输。然而，随着业务需求的增长，PON系统的带宽能力也有待增长。为了满足增长的业务需求，一些新出现的PON系统，如下一代接入(Next Generation Access，NGA)系统，正在进行重新配置，从而以更高的可靠性和效率以及更高的带宽进行数据帧的传输，如以大约10Gbps的速率进行传输。

发明内容

[0004] 在一个实施例中，本发明包括支持波长管理的系统，所述系统包括用于根据波长可调性能力发送ONU通信用的波长分配的OLT以及与所述OLT耦合并用于发送波长可调性能力至所述OLT的ONU，其中，所述波长分配和波长可调性能力通过媒体接入控制(media access control，MAC)消息发送。

[0005] 在另一实施例中，本发明包括支持波长管理的OLT装置，所述OLT装置包括一个或多个组件，用于与ONU耦合并根据所述ONU的波长可调性与所述ONU交换传输用的波长分配，其中，所述波长指示和波长可调性通过MAC层帧进行交换。

[0006] 在又一个实施例中，本发明包括一种在OLT实施的、为了支持PON的波长管理的方法，所述方法包括通过接收器从ONU接收包括ONU发射器波长、ONU接收器波长、ONU发射器可调性及ONU接收器可调性的波长和可调性报告，和通过发射器向所述ONU发送指示分配的ONU发射器波长和分配的ONU接收器波长的波长分配命令。

[0007] 从结合附图和所附权利要求书进行的以下详细描述将更清楚地理解这些和其它特征。

附图说明

[0008] 为了更完整地理解本发明，现在参考以下结合附图和详细描述进行的简要描述，其中相同参考标号表示相同部分。

[0009] 图 1 为 PON 的一项实施例的示意图。

[0010] 图 2 为在 ONU 激活阶段，用于波长管理的信息交换方法的一项实施例的协议图。

[0011] 图 3 为 ONU 波长和波长可调性报告物理层运行管理维护(physical layer operations，administration，and management(PLOAM))消息的一项实施例的示意图。

[0012] 图 4 为序列号 ONU PLOAM（Serial_Number_ONU PLOAM)消息的一项实施例的示意图。

[0013] 图 5 为波长分配 PLOAM（wavelength assignment PLOAM)消息的一项实施例的示意图。

[0014] 图 6 为分配 ONU 标识 PLOAM（Assign_ONU-identifier(ID)PLOAM）消息的一项实施例的示意图。

[0015] 图 7 为波长响应 PLOAM（wavelength response PLOAM)消息的一项实施例的示意图。

[0016] 图 8 为注册 PLOAM（Registration PLOAM）消息的一项实施例的示意图。

[0017] 图 9 为确认 PLOAM（Acknowledge PLOAM）消息的一项实施例的示意图。

[0018] 图 10 为在 ONU 激活阶段，用于波长管理的信息交换方法的另一项实施例的协议图。

[0019] 图 11 为在 ONU 操作阶段，用于波长能力请求和报告的信息交换方法的一项实施例的协议图。

[0020] 图 12 为请求波长 PLOAM（Request wavelength PLOAM)消息的一项实施例的示意图。

[0021] 图 13 为请求注册 PLOAM（Request_Registration PLOAM)消息的一项实施例的示意图。

[0022] 图 14 为针对波长能力请求和报告的管理实体(management entity，ME)属性的一项实施例的示意图。

[0023] 图 15 为在 ONU 操作阶段，用于波长变更的信息交换方法的一项实施例的协议图。

[0024] 图 16 为波长变更命令的 ME 属性的一项实施例的示意图。

[0025] 图 17 是用于实施 PON 波长管理方法的装置的一项实施例的示意图。

[0026] 图 18 是通用计算机系统的一项实施例的示意图。

具体实施方式

[0027] 从一开始应理解，尽管下文提供一个或多个实施例的说明性实施方案，然而所揭示的系统和 / 或方法可使用无论是当前已知还是现存的任何数目的技术来实施。本发明绝不应限于下文所说明的所述说明性实施方案、图和技术，包含本文所说明并描述的示范性设计和实施方案，但是可在所附权利要求书的范围以及其均等物的完整范围内修改。

[0028] 可以支持比特率高于大约 10Gbps 的不同的 PON 系统已经被提出用于下一代 PON(next generation PON，NGPON)系统(也称为 NGPON 阶段 2 或者 NGPON2)。这些系统中的一

些可能是通过多个波长(或波长信道)为多个 ONU 传输和 / 或接收数据的多波长 PON 系统。所述多波长系统可以包括波长堆叠的 GPON 和 10 千兆比特 PON (10 gigabit PON, XGPON)系统(也称为 XGPON 阶段 1 或者 XGPON1)、基于分离器或阵列波导光栅(arrayed waveguide grating,AWG)的波分复用 PON(wavelength division multiplexing(WDM)-PON)系统、动态频谱管理 PON(dynamic spectrum management(DSM)-PON)) 系统、相干 PON(coherent-PON)系统和正交频分复用 PON (orthogonal frequency division multiplexing(OFDM)-PON)系统。

[0029] 多个波长可以用于上述系统中以提供更高的访问速度。使用多个波长可以提高波长域中时域复用(time domain multiplexing, TDM) PON 的容量,例如,使用粗波分复用(coarse WDM, CWDM)或者密集波分复用(dense WDM, DWDM)架构和方案。在 WDM-PON 系统中, ONU 可以通过不同的波长连接网络。这可以通过使用所述 ONU 或者 OLT 上的波长可调性、通过 AWG 切割波长、相干信号的产生和检测、注入锁定或者其它方案来实现。所述波长可调性代表所述 ONU 的可调波长范围。在 DSM-PON 系统中,传统 GPON 或者 XGPON ONU 根据各 ONU 的工作波长信道可以由 OLT 按子群组划分,系统容量可以通过 OLT 中智能超 MAC 功能增加。相干 PON 系统可以基于相干信号处理。OFDM-PON 系统可以依赖于多载波调制。

[0030] 取决于应用场景, NGPON 系统的实施还可以是上述系统的混合。例如,相干 WDM-PON、WDM-TDM-PON 及 OFDM-WDM-TDM-PON 是可以用来实现 NGPON 的系统中的几个。此趋势可以代表已有 TDM-PON (GPON 或 XGPON) 带宽的进一步提升,例如,其允许 NGPON 系统在更远距离服务更多的 ONU。从 GPON 和 XGPON 系统至 NGPON 的这种提高可以挑战 GPON 和 XGPON 的已有协议,比如,从支持多个波长的适当的管理机制方面。协议的改变和提高以支持多波长能力可以包括 GPON 和 XGPON 传输汇聚(transmission convergence, TC)层协议的变化,如针对 TDM/TDM 接入(TDM access, TDMA)管理。

[0031] 本文揭示的是多波长 PON 系统中波长管理的系统和方法。所述系统包括在 ONU 激活和正常操作中管理 ONU 波长信道的机制。所述方法包括波长管理的信息交换。所述波长管理机制可以针对 XGPON TC 层和其它 PON 协议实施。所述波长管理信息可以通过 MAC 层帧进行交换,如 PLOAM 消息。

[0032] 图 1 所示为 PON 100 的一项实施例。所述 PON 100 可以包括一个 OLT 110、多个 ONU 120,以及一个 ODN 130,所述 ODN 130 可耦合到所述 OLT 110 和各 ONU 120。PON 100 可以是不需要任何有源部件来在 OLT 110 与各 ONU 120 之间分配数据的通信网络。相反, PON 100 可在 ODN 130 中使用无源光部件以在 OLT 110 与各 ONU 120 之间分配数据。PON 100 可以是 NGA 系统,如 XGPON,其可具有大约 10Gbps 的下游带宽和至少约 2.5Gbps 的上游带宽。适合的 PON 100 的其他例子包括由国际电联电信标准化部门(International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector, ITU-T) G.983 标准定义的异步传输模式的 PON (asynchronous transfer mode PON, APON) 和宽带 PON (broadband PON, BPON)、由 ITU-T G.984 标准定义的 GPON、由电气和电子工程师学会(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 802.3ah 标准定义的 EPON、在 IEEE802.3av 标准中所描述的 10GEPON、和波分复用 PON (Wavelength Division Multiplexed-PON,WDM-PON)。此外,PON100 还可以具有多波长能力,其中,多个下行和 / 或上行波长(或波长信道)可用于来承载数据,如为不同的 ONU120 或客户承载数据。因此,PON

协议可以用来支持任何上述的多波长技术 / 系统。

[0033] OLT 110 可以是用于与各 ONU 120 和另一网络(未图示)进行通信的任何设备。OLT 110 可担当另一网络与各 ONU 120 之间的中介。例如，OLT 110 可将从网络接收的数据转发到各 ONU 120，并且将从各 ONU 120 接收的数据转发到另一网络上。尽管 OLT 110 的具体配置可根据 PON 100 的类型而变化，但在一项实施例中，OLT 110 可包括一个发射器和一个接收器。当另一网络在使用不同于用于 PON 100 中的 PON 协议的网络协议，例如，以太网或同步光网络(Ethernet or Synchronous Optical Networking，SONET)/ 同步数字系统(Synchronous Digital Hierarchy，SDH)时，OLT 110 可包括一个将所述网络协议转换成 PON 协议的转换器。所述 OLT 110 转换器还可将 PON 协议转换成所述网络协议。OLT 110 通常可放置在中心位置处，例如中心局，但也可放置在其他位置处。

[0034] 各 ONU 120 可以是用于与 OLT 110 以及客户或用户(未图示)进行通信的任何设备。各 ONU 120 可担当 OLT 110 与客户之间的中介。例如，各 ONU 120 可将从 OLT 110 接收的数据转发到客户，并且将从客户接收的数据转发到 OLT 110 上。尽管各 ONU 120 的具体配置可根据 PON 100 的类型而变化，但在一项实施例中，各 ONU 120 可包括用于将光信号发送到 OLT 110 的光发射器和用于从 OLT 110 接收光信号的光接收器。不同 ONU 120 的发射器和接收器可以使用不同的波长发送和接收承载数据的光信号。同一 ONU 120 的发射器和接收器可以使用相同的波长或不同的波长。此外，各 ONU 120 可包括 ：为客户将光信号转换成电信号的转换器，例如以太网协议中的信号 ；以及可对客户设备发送和 / 或接收电信号的第二发射器和 / 或接收器。在一些实施例中，各 ONU 120 和各光网络终端(optical network terminal，ONT)是类似的，并且因此这些术语在本文中可互换地进行使用。各 ONU 通常可放置在分配的位置处，例如客户驻地，但也可放置在其他位置处。

[0035] 所述 ODN 130 可以是一个数据分配系统，其中可包括光纤电缆、耦合器、分离器、分配器以及 / 或者其他设备。所述光纤电缆、耦合器、分离器、分配器和 / 或其他设备可以是无源光部件，且所述无源光部件可能不需要任何电能以在 OLT 110 与各 ONU 120 之间分配数据信号。或者，所述 ODN 130 可以包括一个或多个处理设备，如光放大器。所述 ODN 130 通常可以以图 1 所示的分支配置从 OLT 110 延伸到各 ONU 120，但另一种选择可以是以任何其他一点到多点的配置的形式进行。

[0036] 为了支持多波长能力，PON 100 可以包括一个或多个 AWG，如在 ODN 130 和 / 或 OLT 110 上。所述 AWG 可以用于结合 / 分离多个波长信道，可以是在上行 / 下行方向以不同波长传输的光信号。PON 100 也可以用于实施波长管理的一种或多种方法以在 OLT 110 和各 ONU 120 之间交换波长管理信息。OLT 110 和各 ONU 130 之间交换的信息也可以包括波长分配信息。所述方法可以在 ONU 的激活阶段(如，当 ONU 120 向 OLT 110 注册时)或者在 ONU 的操作中(如，在注册或激活后)发起信息交换。

[0037] 图 2 所示为在 ONU 激活阶段，用于波长管理的信息交换方法 200 的一项实施例。所述激活过程可以允许一个非活动 ONU (如，ONU 120)加入 PON (如，所述 PON 100)上的操作。所述 ONU 激活可以包括如突发配置文件或开销信息学习、序列号分配、及排列(为传输分配时间窗)的过程。所述方法 200 可以允许所述 PON 支持多个波长，例如，从而使 OLT (如，所述 OLT 110)通过多个波长与多个 ONU 通信。为了支持多个波长，ONU 波长和波长可调性性质可以上报至所述 OLT。在制定波长分配决策以后，OLT 可以指导 ONU 维持当前波长或者调

整至目标波长。在步骤 201，ONU 可以发送一个 ONU 波长和可调性报告消息至 OLT。在步骤 202，OLT 可以发送一个波长分配命令至 ONU（以维持或者改变 ONU 波长）。在步骤 203，ONU 可以返回一个 ONU 响应至 OLT。

[0038] ONU 可以有一个或两个工作波长。如果有两个工作波长，其中一个波长可以对应于从 OLT 至 ONU 的下行传输，另一个波长可以对应于从 ONU 至 OLT 的上行传输。在所述激活过程中，非活动 ONU 的工作波长可以是随机的一对波长或者默认的一对波长，例如，取决于所述 ONU 的发射器 / 接收器（收发信机）的设计和 PON 协议规范。了解突发配置文件后，ONU 可以上报其当前配置的波长和波长可调性至 OLT。

[0039] 在一项实施例中，上述 ONU 波长和波长可调性报告消息（步骤 201 中）可以通过新 PLOAM 消息来发送或者通过修改当前使用的 PLOAM 消息来承载这一信息。图 3 所示为可以用于将此信息从 ONU 承载至 OLT 的 ONU 波长和波长可调性报告 PLOAM 消息 300 的一项实施例。所述消息 300 可以由一个非活动 ONU 发送至 OLT，作为对来自 OLT 的序列号授予的响应的一部分。或者，所述消息 300 可以在 ONU 接收到来自 OLT 的分配 ONU-ID PLOAM（Assign_ONU-ID PLOAM）消息后由 ONU 发送。

[0040] 所述 ONU 波长和波长可调性报告 PLOAM 消息 300 是针对 XGPON 和 GPON 协议的新 PLOAM 消息。所述 PLOAM 消息 300 可以包括大约 9 个字段，其总共可以有大约 48 个八位字节。这些字段和其相应的大小如图 3 所示（w、x、y 和 z 都是整数）。消息 300 中的 ONU 波长和波长可调性信息可以包括未分配的或分配的 ONU-ID（在八位字节 1 到 2）、消息类型 ID（在八位字节 3）、序列号（在八位字节 4）、ONU Tx 波长（在八位字节 5 到 w）、ONU Rx 波长（在八位字节 w+1 到 x）、ONU Tx 可调性（在八位字节 z+1 到 y）、ONU Rx 可调性（在八位字节 y+1 到 z）、保留或填充比特（在八位字节 z+1 到 40）和消息完整性校验字段（在八位字节 41 到 48）。

[0041] 图 4 所示为可以用于将所述 ONU 波长和波长可调性信息从 ONU 承载至 OLT 的序列号 ONU PLOAM（Serial_Number_ONU PLOAM）消息 400 的一项实施例。所述消息 400 可以是针对 GPON 协议的、修改了的序列号 ONU PLOAM（Serial_Number_ONU PLOAM）消息。所述序列号 ONU PLOAM（Serial_Number_ONU PLOAM）消息 400 可以包括大约 12 个字段，其总共可以有大约 48 个八位字节。图 4 所示的序列号 ONU PLOAM（Serial_Number_ONU PLOAM）消息 400 的字段可以根据 GPON 协议的相关定义来配置。然而，一些所述字段或比特可以被修改以交换所述 ONU 波长和波长可调性信息。具体而言，八位字节 17 到 w（w 是个整数）中的比特可以用来指示 ONU Tx 波长，八位字节 w+1 到 x（x 是个整数）中的比特可以用来指示 ONU Rx 波长，八位字节 x+1 到 y（y 是个整数）中的比特可以用来指示 ONU Tx 可调性，八位字节 y+1 到 z（z 是个整数）中的比特可以用来指示 ONU Rx 可调性。

[0042] 在接收到所述 ONU 报告（在步骤 201）后，OLT 可以为对应的 ONU 制定一个波长分配决策。确定一个新 ONU 的波长分配的相关因素可以包括 PON 系统的总体波长能力、各 ONU 的波长可调性、各 ONU 间网络流量负荷、调整成本和调整时间、和 / 或其它相关网络条件。然后，OLT 可以发送一个波长分配命令至 ONU（在步骤 202）。所述波长分配命令可以通过一个新 PLOAM 消息或者一个修改了的已有的 PLOAM 消息发送。

[0043] 图 5 所示为可以用于将所述波长分配信息从 OLT 承载至 ONU 的波长分配 PLOAM（wavelength assignment PLOAM）消息 500 的一项实施例。所述波长分配 PLOAM（wavelength

assignment PLOAM)消息500可以是针对XGPON和GPON协议的一个新PLOAM消息。所述消息500可以在发送分配ONU-ID PLOAM (Assign_ONU-ID PLOAM)后,从OLT发送至一个非活动ONU。然而,如果所述ONU的工作波长与OLT分配的波长匹配,则可能没有传输波长分配PLOAM (wavelength assignment PLOAM)消息500的需要。

[0044] 所述波长分配PLOAM (wavelength assignment PLOAM)消息500可以包括大约7个字段,其总共可以有大约48个八位字节。这些字段和其相应的大小如图5所示(a和b都是整数)。所述消息500中的波长分配信息可以包括分配的ONU-ID(在八位字节1到2)、消息类型ID (在八位字节3)、序列号(在八位字节4)、ONU Tx波长(在八位字节5到a)、ONU接收器Rx波长(在八位字节a+1到b)、保留或填充比特(在八位字节b+1到40)和消息完整性校验字段(在八位字节41到48)。

[0045] 图6所示为可以用于将所述波长分配信息从OLT承载至ONU的分配ONU-ID PLOAM (Assign_ONU-ID PLOAM)消息600的一项实施例。所述消息600可以是针对GPON协议的、修改了的分配ONU-ID PLOAM(Assign_ONU-ID PLOAM)消息。所述分配ONU-ID PLOAM(Assign_ONU-ID PLOAM)消息600可以包括大约10个字段,其总共可以有大约48个八位字节。图6所示的分配ONU-ID PLOAM (Assign_ONU-ID PLOAM)消息600的字段可以根据GPON协议的相关定义来配置。然而,一些所述字段和比特可以被修改以交换波长分配信息。具体而言,八位字节15到a (a是个整数)中的比特可以用来指示ONU Tx波长,八位字节a+1到b (b是个整数)中的比特可以用来指示ONU Rx波长。

[0046] 如果OLT发送的分配的波长与所述ONU的工作(或当前配置的)波长不同,所述ONU可以调整其波长以匹配来自OLT的分配的波长。在调整过程后,所述ONU的收发信机可以配置分配的波长,所述ONU可以发送一个响应至OLT (在步骤203)。所述响应可以指示来自ONU的调整了的波长(例如,根据OLT的波长分配)。所述响应可以是新PLOAM消息或者修改了的已有的PLOAM消息。

[0047] 图7所示为可能由ONU在调整为分配的波长后发送的波长响应PLOAM(wavelength response PLOAM)消息700的一项实施例。所述波长响应PLOAM (wavelength response PLOAM)消息700可以包括大约7个字段,其总共可以有大约48个八位字节。这些字段和其相应的大小如图7所示(a和b都是整数)。所述消息700中的信息可以包括分配的ONU-ID(在八位字节1到2)、消息类型ID(在八位字节3)、序列号(在八位字节4)、ONU Tx波长(在八位字节5到a)、ONU Rx波长(在八位字节a+1到b)、保留或填充比特(在八位字节b+1到40)和消息完整性校验字段(在八位字节41到48)。

[0048] 图8所示为还可以用来指示从ONU至OLT的调整了的波长的注册PLOAM (Registration PLOAM)消息800的一项实施例。所述消息800可以是针对GPON协议的、修改了的注册PLOAM (Registration PLOAM)消息。所述注册PLOAM (Registration PLOAM)消息800可以包括大约7个字段,其总共可以有大约48个八位字节。图8所示的注册PLOAM (Registration PLOAM)消息800的字段可以根据GPON协议的相关定义来配置。然而,一些所述字段和比特可以被修改以交换波长信息。具体而言,八位字节a+1到b(a和b都是整数)中的比特可以用来指示ONU Tx波长,八位字节b+1到40中的比特可以用来指示ONU Rx波长。

[0049] 图9所示为还可以用来指示从ONU至OLT的调整了的波长的确认PLOAM

(Acknowledge PLOAM)消息900的一项实施例。所述消息900可以是针对GPON协议的、修改了的确认PLOAM(Acknowledge PLOAM)消息。所述确认PLOAM(Acknowledge PLOAM)消息900可以包括大约8个字段,其总共可以有大约48个八位字节。图9所示的确认PLOAM(Acknowledge PLOAM)消息900的字段可以根据GPON协议的相关定义来配置。然而,一些所述字段和比特可以被修改以交换波长信息。具体而言,八位字节6到a(a是个整数)中的比特可以用来指示ONU Tx波长,八位字节a+1到b(b是个整数)中的比特可以用来指示ONU Rx波长。

[0050] 如果所述ONU具有完全波长可调性,发送至OLT的ONU响应(在步骤203)可以为可选(例如,在ONU激活过程中)。如果支持部分波长可调性,所述ONU响应可以用来通知所述ONU可以使用的实际波长。指示的波长可以是所述ONU通过其有限的可调性得到的最佳结果,并且可能匹配或不匹配OLT分配的波长。

[0051] 图10所示为在ONU激活阶段,用于波长管理的信息交换的另一方法1000的一项实施例。通过所述方法1000,OLT可以通过发送波长请求至ONU来发起与所述ONU的通信以实现针对所述OUN的波长管理。在步骤1001,OLT可以发送波长请求至所述ONU以查询针对所述ONU的波长及可调性信息。在步骤1002,ONU可以发送一个ONU波长和可调性报告消息至OLT。在步骤1003,OLT可以发送一个波长分配命令至ONU(以维持或者改变ONU波长)。在步骤1004,ONU可以返回一个ONU响应至OLT。所述消息1000中不同的消息与所述消息200中对应的消息配置相似。

[0052] 在ONU进行常规或者正常操作时,例如,在ONU激活后,OLT可以向ONU请求改变其波长。改变或者重新调整ONU的波长的原因之一是为了平衡可用波长之间的PON流量。例如,在WDM-TDM混合PON系统中,ONU可以配备有可调的收发信机。如果一些波长负荷重,而另一些波长(相对)负荷轻或者空闲,重新将一些ONU从重负荷波长调整到其他波长可能是有利的。

[0053] 图11所示为方法1100,用于在ONU操作阶段针对波长能力请求和报告的信息交换,以支持波长管理。在ONU正常操作时,OLT可以选择性地发送一个波长请求至ONU。作为交换,ONU可以向OLT报告其工作波长和可调性。基于这样的信息交换,OLT可以确认ONU的工作波长。这样的信息还帮助OLT做出所述波长重调决策。在步骤1101,OLT可以发送波长请求至所述ONU,例如,以查询所述ONU的工作波长及可调性。在步骤1102,ONU可以向OLT返回一个ONU波长和可调性报告。

[0054] 所述方法1100的所述波长能力请求和报告信息可以使用PLOAM消息或者通过ONT管理控制接口(ONT management and control interface,OMCI)信道来进行交换。例如,所述ONU报告消息(在步骤1102中)可以是与ONU波长和波长可调性报告PLOAM消息300或者序列号ONU PLOAM(Serial_Number_ONU PLOAM)消息400配置相似的PLOAM消息。

[0055] 图12所示为可以用于从ONU请求工作波长和可调性(在步骤1101中)的请求波长PLOAM(Request wavelength PLOAM)消息1200的一项实施例。所述请求波长PLOAM(Request wavelength PLOAM)消息1200可以是针对XGPON和GPON协议的一个新PLOAM消息。所述消息1200可以在ONU操作阶段,从OLT发送至一个活动状态的ONU,例如,在ONU激活后。所述请求波长PLOAM(Request wavelength PLOAM)消息1200可以包括大约5个字段,其总共可以有大约48个八位字节。各个字段和其相应的大小如图12所示。所述消

息 1200 中的字段可以包括分配的 ONU-ID（在八位字节 1 到 2）、消息类型 ID（在八位字节 3）、序列号（在八位字节 4）、保留或填充比特（在八位字节 5 到 40）和消息完整性校验字段（在八位字节 41 到 48）。所述消息类型 ID 的值可以指示波长请求消息。

[0056] 图 13 所示为还可以用于从 ONU 请求工作波长和可调性（在步骤 1101 中）的请求注册 PLOAM（Request_Registration PLOAM）消息 1300 的一项实施例。所述消息 1300 可以是针对 GPON 协议的、修改了的请求注册 PLOAM（Request_Registration PLOAM）消息。所述请求注册 PLOAM（Request_Registration PLOAM）消息 1300 可以包括大约 11 个字段，其总共可以有大约 48 个八位字节。图 13 所示的请求注册 PLOAM（Request_Registration PLOAM）消息 1300 的字段可以根据 GPON 协议的相关定义来配置。然而，一些字段和比特可以被修改从而指示波长请求消息。具体而言，八位字节 15 到 a（a 是个整数）中的比特可以用来指示所述消息是针对波长信息请求的。在所述方法 1100 中使用的消息 12 和 13 还可以用在以上方法 1000 中。

[0057] 图 14 为针对波长能力请求和报告的多个管理实体（management entity，ME）属性 1400 的一项实施例的示意图。所述 ME 属性 1400 可以是 OMCI ME 属性，所述属性可以用于通过 OMCI 信道在方法 1100 中交换波长信息。所述各个属性和及其描述如图 14 所示。所述 ME 属性 1400 可以指示 ONU 的工作上行频率、ONU 的工作下行频率、ONU 的各可工作上行频率以及 ONU 的各可工作下行频率。所述工作上行频率属性可以指明 ONU 的当前上行信号频率（针对传输数据至 OLT），例如，以千兆赫（GHz）为单位。这一属性可以是读 / 写（R，W）属性，可以是选择性地发送，并且大小可以为大约 4 字节。所述工作下行频率属性可以指明 ONU 的当前下行信号频率（针对从 OLT 接收数据），例如，以 GHz 为单位。这一属性可以是读 / 写属性，可以是选择性地发送，并且大小可以为大约 4 字节。所述可工作上行频率属性可以指明 ONU 的可用（或可调）上行信号频率，例如，以 GHz 为单位。所述可工作下行频率属性可以指明 ONU 的可用（或可调）下行信号频率（针对来自 OLT 的传输），例如，以 GHz 为单位。在其它实施例中，针对波长能力请求和报告的所述 ME 属性 1400 可以指示波长值（例如，以纳米为单位）而不是频率值（例如，以赫兹为单位），或者其他值，如波长 ID。

[0058] 当各 ONU 在操作中时，OLT 可能决定变更或者转换一个对应的 ONU 的通信信道（例如，波长信道）。当 OLT 决定将所述信道转换至不同波长时，OLT 可以通过发送波长变更命令向所述 ONU 指示新分配的波长。因此，所述 ONU 可以将其波长转换为 OLT 的命令所指示的目标波长。在调整其收发信机后，所述 ONU 可以发送一个响应以确认波长变更或重调已完成。

[0059] 图 15 所示为方法 1500，用于在 ONU 操作阶段针对波长变更进行信息交换，以支持波长管理。在步骤 1501，OLT 可能发送一个波长变更命令至所述 ONU，例如，用于请求所述 ONU 的工作波长的变更从而匹配在通信信道由 OLT 发起的转换。在步骤 1502，所述 ONU 可以返回一个 ONU 响应，例如，用于确认 ONU 波长的变更或者用于指示。

[0060] 如果所述 ONU 调整至新的波长，则距离修正时间（例如，以时间设置的传输窗口）可能与 ONU 原始的距离修正时间不同。通常，时间窗口漂移的容许阈值可以足够克服这一问题。如果 ONU 具有完全波长可调性（例如，覆盖所有来自 OLT 的请求波长），则所述 ONU 响应可以是可选的。如果支持部分波长可调性，所述 ONU 响应（在步骤 1502 中）可以通知 OLT 所述 ONU 能够达到或者使用的实际波长。这些指示的波长可以所述 ONU 通过其有限的可调性

得到的最佳结果。

[0061] 方法 1500 中关于波长变更的所述波长信息可以通过使用 PLOAM 消息或者通过 OMCI 信道来进行交换。例如，针对 OLT 波长变更命令（在步骤 1501 中）的 PLOAM 消息可以通过与波长分配 PLOAM（wavelength assignment PLOAM）消息 500 或者修改了的分配 ONU-ID PLOAM（Assign_ONU-ID PLOAM）消息 600 相似的 PLOAM 消息发送。针对 ONU 响应（在步骤 1502 中）的 PLOAM 消息可以通过与波长响应 PLOAM（wavelength response PLOAM）消息 700 或者修改了的注册 PLOAM（Registration PLOAM）消息 800 相似的 PLOAM 消息发送。

[0062] 图 16 为针对波长变换命令或者请求的多个 ME 属性 1600 的一项实施例的示意图。所述 ME 属性 1600 可以是 OMCI ME 属性，其可以用于通过 OMCI 信道在方法 1500 中交换波长信息。所述各个属性和及其描述如图 16 所示。所述 ME 属性 1600 可以为所述 ONU 指示目标上行频率（或波长）并为所述 ONU 指示目标下行频率（或者波长）。所述目标上行频率（或波长）属性可以指明由所述 ONU 发送的转换了的上行信号的频率（或者波长），例如，以 GHz 为单位。这一属性可以是读 / 写（R，W）属性，可以是选择性地发送，并且大小可以为大约 4 字节。所述目标下行频率（或波长）属性可以指明由所述 ONU 接收的转换了的下行信号的频率（或者波长），例如，以 GHz 为单位。这一属性可以是读 / 写属性，可以是选择性地发送，并且大小可以为大约 4 字节。

[0063] 图 17 所示为可以用于支持或者实施所述波长管理方法的装置 1700 的一项实施例。所述装置 1700 可以包括可以用于实施或者支持方法 200、1000、1100、1500 或其组合的处理单元 1710、传输单元（或发射器）1720、以及接收单元（或者接收器）1730。所述装置 1700 可以放置在一个 OLT 中，可以实施与所述 OLT 对应的方法的一些部分。或者，所述装置 1700 可以放置在一个 ONU 中，可以实施与所述 ONU 对应的方法的一些部分。所述处理单元 1710、传输单元 1720 和接收单元 1730 可以对应于硬件、固件、和 / 或用来运行硬件的软件。所述处理单元 1710 可以用来根据所述实施的波长管理方法来处理以上波长管理消息（例如，PLOAM 消息和 / 或 OMCI 属性）。所述传输单元或发射器 1720 可以用于关联的消息或帧（例如，位于 MAC 层），所述接收单元或接收器 1730 可以用于接收所述关联的消息或帧。

[0064] 上文所述的组件和方法可在任何通用网络组件（OLT 或者 ONU）上实施，例如，具有充分的处理能力、内存资源以及网络吞吐能力以处理所承担的必要工作量的计算机或网络组件。图 18 所示为典型的通用网络组件 1800，其适用于实施本文本所公开的组件和方法的一项或多项实施例。所述网络组件 1800 可以包括处理器 1802（可以称为中央处理器单元或 CPU），所述处理器与包含以下项的存储装置进行通信：辅助存储器 1804、只读存储器（ROM）1806、随机存取存储器（RAM）1808、输入 / 输出（I/O）装置 1810 以及网络连接装置 1812。所述处理器 1802 可以作为一个或多个 CPU 芯片实施，或者可以为一个或多个专用集成电路（application specific integrated circuit，ASIC）的一部分。

[0065] 所述辅助存储器 1804 通常由一个或多个磁盘驱动器或磁带驱动器组成，且用于对数据进行非易失性存储，而且如果 RAM 1808 的容量不足以存储所有工作数据，所述辅助存储器则用作溢流数据存储装置。所述辅助存储器 1804 可用于存储程序，所述程序在被选择执行时，被加载到 RAM 1808 中。所述 ROM 1806 用于存储在程序执行期间读取的指令以及也可能是的数据。ROM 1806 是非易失性存储装置，其存储容量相对于辅助存储器 1804 的较大存储容量而言通常较小。所述 RAM 1808 用于存储易失性数据，并且还可能用于存储指

令。对 ROM 1806 和 RAM 1808 两者的存取通常比对辅助存储器 1804 的存取快。

[0066] 本文公开了至少一项实施例，且所属领域的技术人员对所述实施例和 / 或所述实施例的特征的变化、组合和 / 或修改在本发明的范围内。因组合、整合和 / 或省略所述实施例的特征而产生的替代实施例也在本发明的范围内。在明确陈述数值范围或限制的情况下，应将此类表达范围或限制理解为包含属于明确陈述的范围或限制内的类似量值的迭代范围或限制(例如，从约为 1 到约为 10 包含 2、3、4 等；大于 0.10 包含 0.11、0.12、0.13 等)。举例来说，每当公开具有下限 R_l 和上限 R_u 的数值范围时，具体是公开属于所述范围的任何数字。具体而言，特别公开所述范围内的以下数字：$R=R_l+k*(R_u-R_l)$，其中 k 为从 1% 到 100% 范围内以 1% 递增的变量，即，k 为 1%、2%、3%、4%、7%、……、70%、71%、72%、……、97%、96%、97%、98%、99% 或 100%。此外，还特定揭示由如上文所定义的两个 R 数字定义的任何数值范围。相对于权利要求的任一元素使用术语“选择性地”意味着所述元素是需要的，或者所述元素是不需要的，两种替代方案均在所述权利要求的范围内。使用例如包括、包含和具有等较广术语应被理解为提供对例如由……组成、基本上由……组成以及大体上由……组成等较窄术语的支持。因此，保护范围不受上文所陈述的描述限制，而是由所附权利要求书界定，所述范围包含所附权利要求书的标的物的所有均等物。每一和每个权利要求作为进一步揭示内容并入说明书中，且所附权利要求书是本发明的实施例。所述揭示内容中的参考的论述并不是承认其为现有技术，尤其是具有在本申请案的在先申请优先权日期之后的公开日期的任何参考。本发明中所引用的所有专利、专利申请案和公开案的揭示内容特此以引用的方式并入本文中，其提供补充本发明的示范性、程序性或其它细节。

[0067] 虽然本发明中已提供若干实施例，但应理解，在不脱离本发明的精神或范围的情况下，所揭示的系统和方法可以许多其它特定形式来体现。本发明的实例应被视为说明性的而非限制性的，且本发明不限于本文所给出的细节。举例来说，各种元件或组件可在另一系统中组合或集成，或某些特征可省略或不实施。

[0068] 另外，在不脱离本发明的范围的情况下，各种实施例中描述和说明为离散或单独的技术、系统、子系统和方法可与其它系统、模块、技术或方法组合或整合。展示或论述为彼此耦合或直接耦合或通信的其它项目也可以电方式、机械方式或其它方式通过某一接口、装置或中间组件间接地耦合或通信。改变、替代和更改的其它实例可由所属领域的技术人员确定，且可在不脱离本文所揭示的精神和范围的情况下作出。

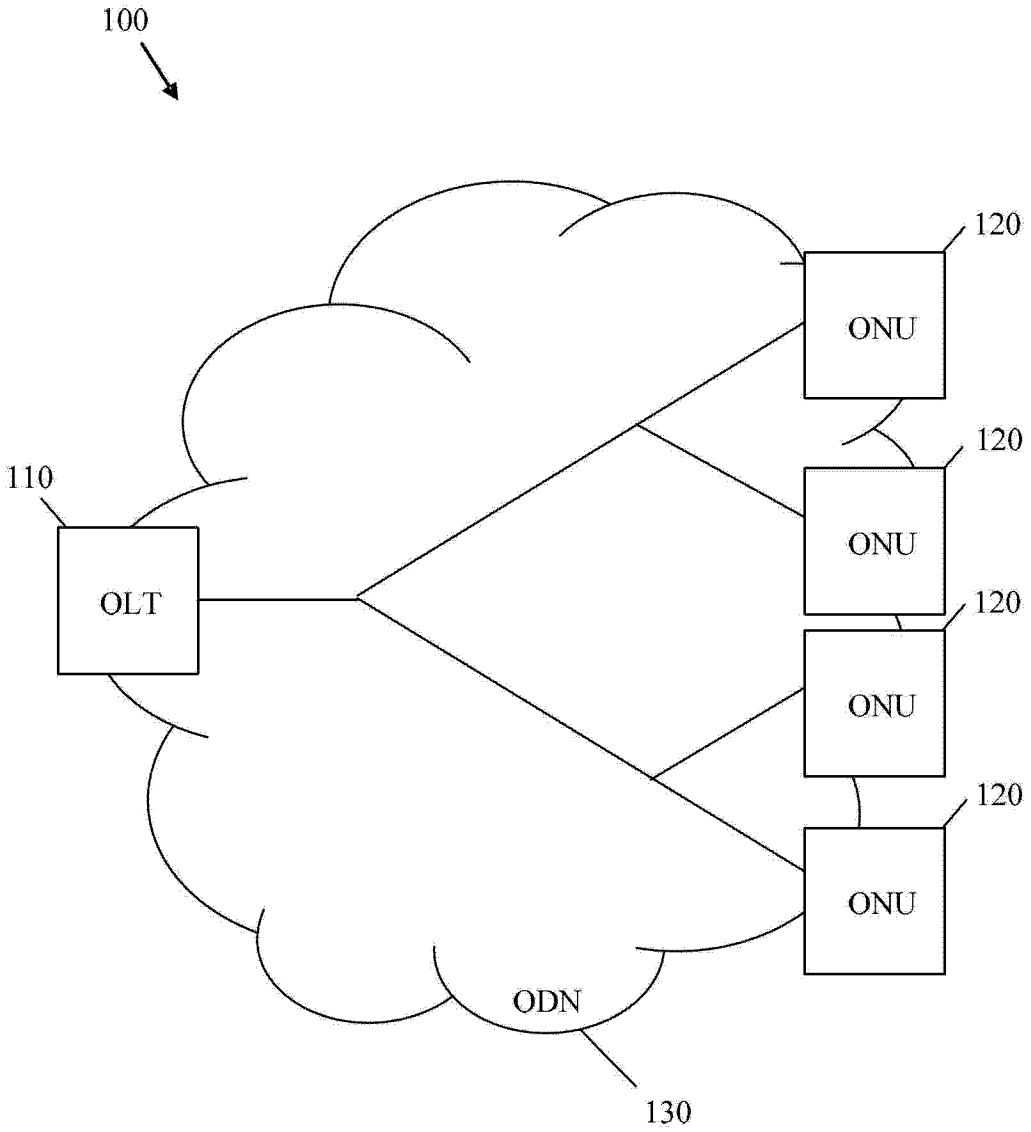


图 1

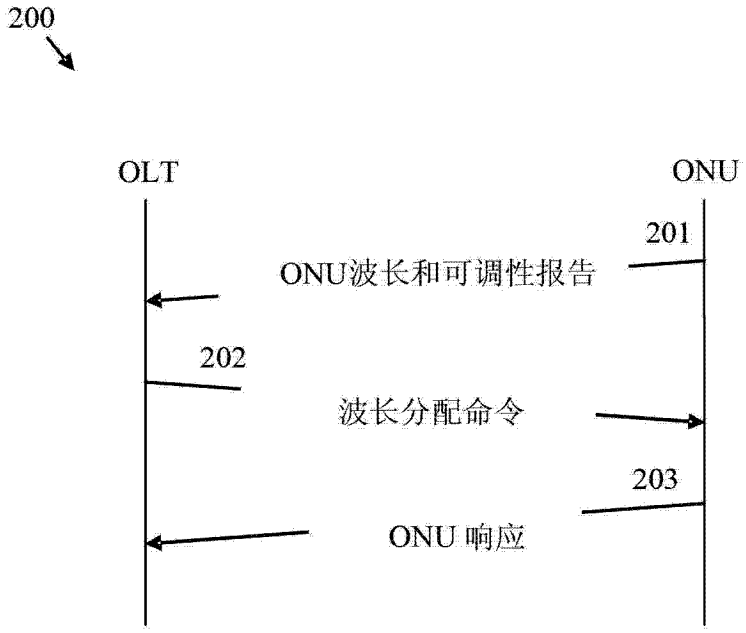


图 2

300

八位字节	内容
1~2	未分配的ONU-ID或分配的ONU-ID
3	消息类型ID
4	序列号
5~w	ONU Tx波长
(w+1)~x	ONU Rx波长
(x+1)~y	ONU Tx可调性
(y+1)~z	ONU Rx可调性
(z+1)~40	保留或填充
41~48	消息完整性校验

图 3

400

八位字节	内容
1~2	未分配的ONU-ID
3	消息类型ID
4	序列号
5~8	供应商ID
9~12	供应商特定序列号
13~16	随即延迟
17~w	ONU Tx波长
(w+1)~x	ONU Rx波长
(x+1)~y	ONU Tx可调性
(y+1)~z	ONU Rx可调性
(z+1)~40	保留或填充
41~48	消息完整性校验

图 4

500

八位字节	内容
1~2	分配的ONU-ID
3	消息类型ID
4	序列号
5~a	ONU Tx波长
(a+1)~b	ONU Rx波长
(b+1)~40	保留或填充
41~48	消息完整性校验

图 5

600

八位字节	内容
1~2	广播ONU-ID
3	消息类型ID
4	序列号
5~6	ONU-ID
7~10	供应商ID
11~14	供应商特定序列号（VSSN）
15~a	ONU Tx波长
(a+1)~b	ONU Rx波长
(b+1)~40	保留或填充
41~48	消息完整性校验

图 6

700

八位字节	内容
1~2	分配的ONU-ID
3	消息类型ID
4	序列号
5~a	ONUTx 波长
(a+1)~b	ONU Rx波长
(b+1)~40	保留或填充
41~48	消息完整性校验

图 7

800

八位字节	内容
1~2	分配的ONU-ID
3	消息类型ID
4	序列号
5~a	注册ID
(a+1)~b	ONU Tx波长
(b+1)~40	ONU Rx波长
41~48	消息完整性校验

图 8

900

八位字节	内容
1~2	分配的ONU-ID
3	消息类型ID
4	序列号
5	完成码
6~a	ONU Tx波长
(a+1)~b	ONU Rx波长
(b+1)~40	保留或填充
41~48	消息完整性校验

图 9

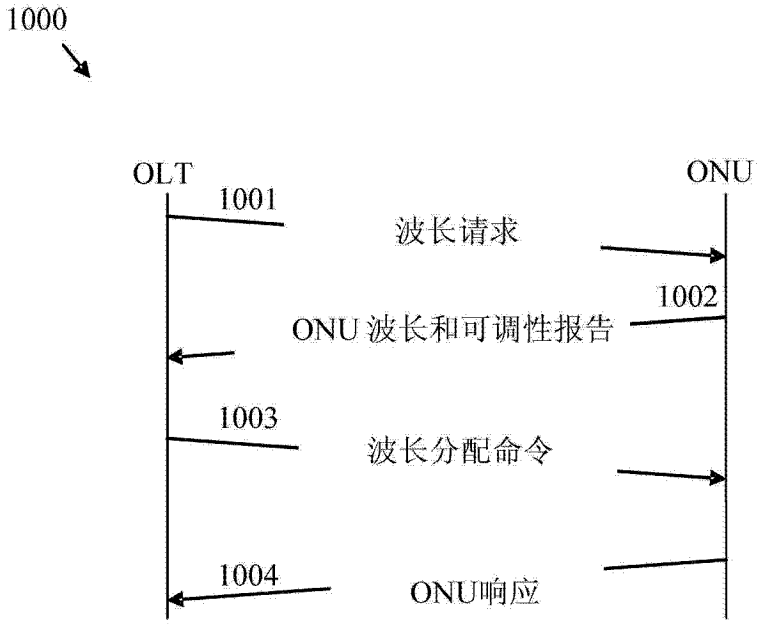

1000
OLT
ONU
1001
波长请求
1002
ONU 波长和可调性报告
1003
波长分配命令
1004
ONU响应

图 10

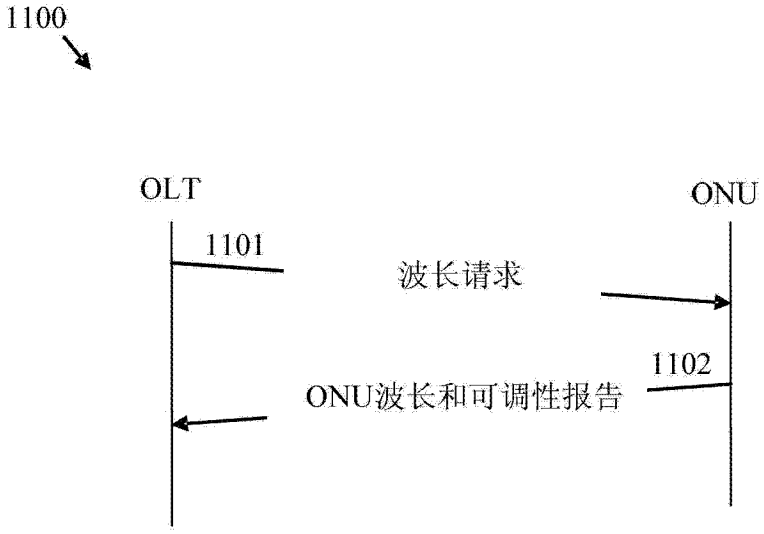

1100
OLT
ONU
1101
波长请求
1102
ONU波长和可调性报告

图 11

1200

八位字节	内容
1~2	分配的ONU-ID
3	消息类型ID
4	序列号
5~40	保留或填充
41~48	消息完整性校验

图 12

1300

八位字节	内容
1~2	分配的ONU-ID
3	消息类型ID
4	序列号
5~a	波长请求指示
(a+1)~40	保留或填充
41~48	消息完整性校验

图 13

1400

属性	内容
工作上行频率	本属性指明ONU传输的上行信号的频率，以GHz为单位（R, W）（可选）（4字节）。
工作下行频率	本属性指明ONU接收的下行信号的频率，以GHz为单位（R, W）（可选）（4字节）。
可工作上行频率	本属性指明ONU可以传输的各上行信号的频率，以GHz为单位。
可工作下行频率	本属性指明ONU可以接收的各下行信号的频率，以GHz为单位。

图 14

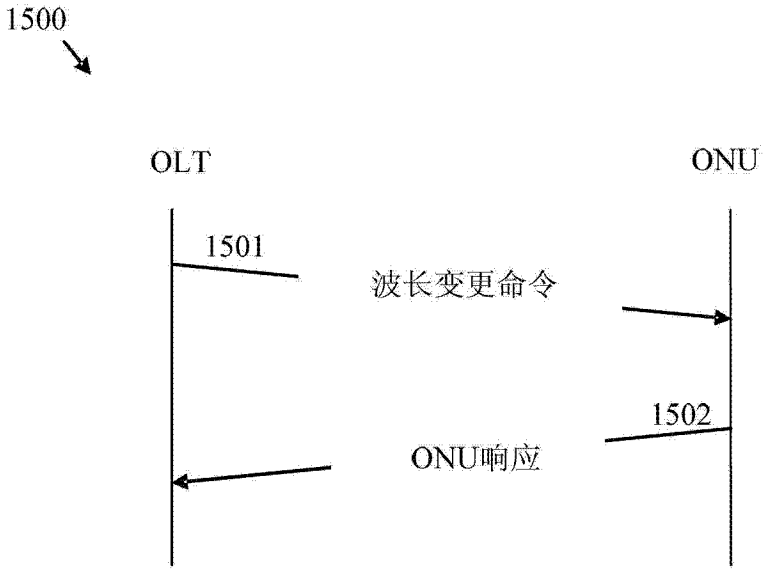


图 15

1600

属性	内容
目标上行频率	本属性指明ONU传输的转换的上行信号的频率，以GHz为单位（R, W）（可选）（4字节）。
目标下行频率	本属性指明ONU接收的转换的下行信号的频率，以GHz为单位（R, W）（可选）（4字节）。

图 16

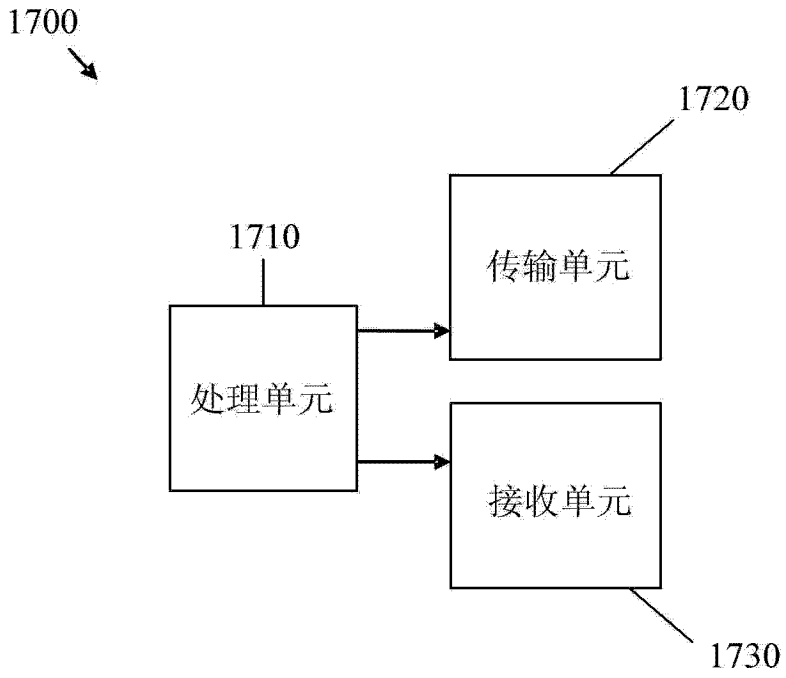

1700
1720
1710
传输单元
处理单元
接收单元
1730

图 17

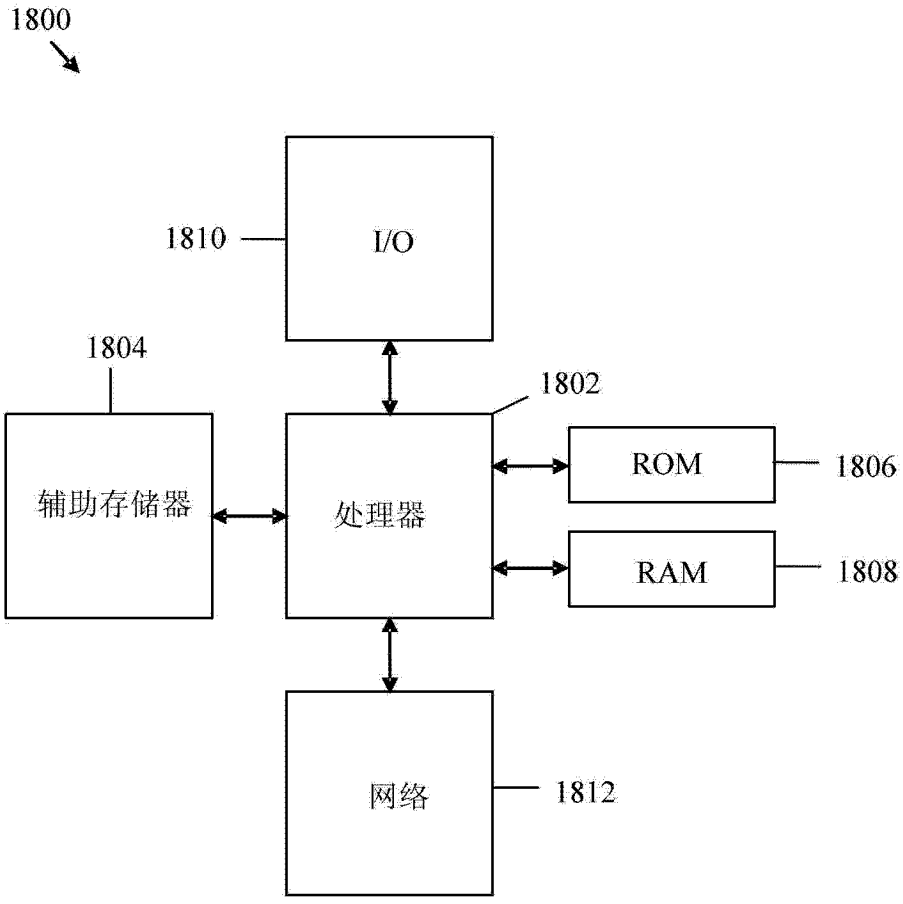

1800
1810
I/O
1804
1802
辅助存储器
处理器
ROM
1806
RAM
1808
网络
1812

图 18