

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 5 月 12 日 (12.05.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/070353 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04Q 11/00 (2006.01) H04J 14/02 (2006.01)
H04B 10/07 (2013.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/090325
- (22) 国际申请日: 2014 年 11 月 5 日 (05.11.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 杨素林 (YANG, Sulin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,

CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: OPTICAL PORT AUTO-NEGOTIATION METHOD, OPTICAL MODULE, OFFICE SIDE DEVICE, AND TERMINAL DEVICE

(54) 发明名称: 一种光口自协商的方法、光模块、局端设备及终端设备

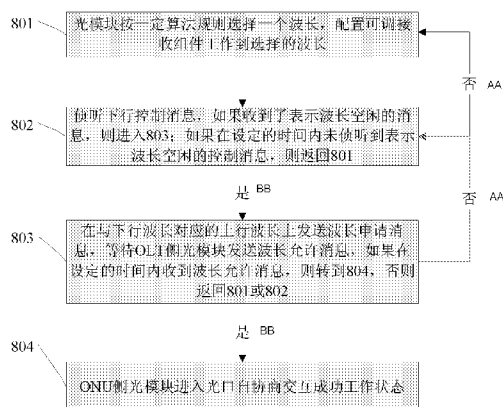


图8 / FIG.8

- 901 AN OPTICAL MODULE SELECTS A WAVELENGTH ACCORDING TO A RULE AND CONFIGURES AN ADJUSTABLE RECEIVING ASSEMBLY TO WORK ON THE SELECTED WAVELENGTH
- 902 MONITOR A DOWNLINK CONTROL MESSAGE; IF A MESSAGE INDICATING THAT A WAVELENGTH IS IDLE IS RECEIVED, ENTER 803; AND IF A CONTROL MESSAGE INDICATING THAT THE WAVELENGTH IS IDLE IS NOT RECEIVED IN A PRESET TIME, RETURN TO 801
- 903 SEND A WAVELENGTH APPLICATION MESSAGE ON AN UPLINK WAVELENGTH CORRESPONDING TO THE DOWNLINK WAVELENGTH, AND WAIT FOR AN OLT SIDE OPTICAL MODULE TO SEND A WAVELENGTH ALLOWED MESSAGE; IF THE WAVELENGTH ALLOWED MESSAGE IS RECEIVED IN A SET TIME, GO TO 804. OTHERWISE, RETURN TO 801 OR 802
- 904 AN ONU SIDE OPTICAL MODULE ENTERS A WORKING STATE IN WHICH THE OPTICAL PORT AUTO-NEGOTIATION INTERACTION IS SUCCESSFUL
- AA NO
- BB YES

(57) Abstract: The present application provides an optical port auto-negotiation method. The method comprises: a. selecting a downlink reception wavelength; b. monitoring a downlink message on the selected downlink reception wavelength, and when a wavelength idle message is received, entering c; otherwise, when the wavelength idle message is not received in a set or fixed time, returning to a, the wavelength idle message being used for identifying that a wavelength is not occupied or not allocated; c. sending a wavelength application message on an uplink wavelength; if a wavelength allowed message is received in a downlink direction, going to c; otherwise, returning to a or b, the wavelength application message being used for indicating request of allocation of the wavelength, and the wavelength allowed message being used for indicating confirmation of wavelength allocation; and d. setting an optical port auto-negotiation success flag. The present application also provides an optical module.

(57) 摘要: 本申请提供一种光口自协商的方法, 包括 a: 选择一个下行接收波长; b: 在选择的所述下行接收波长上, 侦听下行消息, 如果收到波长空闲消息时, 则进入 c; 否则, 如果在设定或固定时间内, 未收到波长空闲消息时, 则返回至 a, 其中, 所述波长空闲消息用于标识波长未被占用或未被分配; c: 在上行波长上发送波长申请消息, 如果在下行方向上收到表示波长允许消息, 则转转到 c, 否则, 返回到 a 或 b, 其中, 波长申请消息用于标识请求分配所述波长, 波长允许消息用于标识确认波长分配; d: 置位光口自协商成功标志位。本申请还提供一种光模块。

WO 2016/070353 A1

一种光口自协商的方法、光模块、局端设备及终端设备

技术领域

本申请涉及光通信技术，特别地，涉及一种光口自协商的方法、光模块、局端设备及终端设备。

5 背景技术

随着用户对带宽需求的不断增长和各国政府宽带战略的支持，无源光网络(Passive Optical Network, PON)在全球得到了大量的部署。

通常而言，PON 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或光网络终端(Optical Network Unit, ONU or Optical Network Terminal, ONT)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复
10 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模块进行上下行数据收发。由于现有已经部署或正在部署的吉比特无源光网络 (Gigabit PON, GPON)或以太无源光网络(Ethernet PON, EPON)或 10GPON 或 10GE PON 是单波长的系统，即上行(从 ONU 到 OLT 方向称为上行)和下行(从
15 OLT 到 ONU 方向称为下行)方向只有一个波长，上行和下行带宽被多个 ONU 共享，限制了每个 ONU 带宽的提升，为介绍方便，以下 ONU 是 ONU 和/或者 ONT 的代称。

为了提升同一根光纤传输的带宽，国际电信联盟远程通信标准化组织 (ITU Telecommunication Standardization Sector, ITU-T) 标准组织正在制定时分波分复用无源光网络(Time Wavelength Division Multiplex PON, TWDM-PON)，TWDM-PON 是时分复
20 用(Time Division Multiplex, TDM)和波分复用(Time Division Multiplex, WDM)混合系统，下行方向有多个波长(一般为 4~8 个)以 WDM 方式传输，上行方向也是多个波长(一般为 4~8 个)以 WDM 方式传输。每个 ONU 可以选择接收任何一个下行波长的数据，以任何一个上行波长上传数据，具体波长分配由 OLT 控制，主要是由 OLT 的媒体接入控制(Media Access Control, MAC)模块进行功能控制。每一个波长又工作在 TDM 模式，即
25 一个波长可以接入多个 ONU，下行方向接入同一个波长的每个 ONU 占用一部分时隙的带宽；上行方向接入同一个波长的每个 ONU 分时上传数据。在 TWDM-PON 中，ONU 注册到哪个波长，都是由 OLT 控制。由于实现电光转换的激光器(Laser Diode, LD)和实现光电转换的光探测器(Photo Detector 或 Photo Diode, PD)在光模块中，一般为可插拔的光模块，如小型可插拔模块 (Small Form-factor Pluggable, SFP)，OLT 需要通过

ONU 的 MAC 来控制 ONU 的光模块选择某一个波长进行接收和发送。因此存在两个方面的问题：一是 OLT 和 ONU 间需要复杂的交互；二是光模块不能脱离 ONU 和 OLT 独立工作，即用于 TWDM-PON 的光模块不能用作其他 WDM 场景，如作为以太网交换机光口的光模块。

- 5 另一种提升同一根光纤传输带宽的方式是波分复用无源光网络(Wavelength Division Multiplex PON, WDM-PON)，具体结构如图 3 所示。每个 ONU 的工作波长由阵列波导光栅(Array Waveguide Grating, AWG)决定，因为每个 AWG 端口通过的波长都是确定的，每个 ONU 的光模块工作在不同的波长。在 WDM-PON 中，主要有两种类型的光模块，一种是每个 ONU 的光模块的波长固定，即光模块是有色的。这种情况下，部署一个
- 10 WDM-PON 需要 N 个不同类型的光模块，N 为 AWG 的端口数，光模块库存和管理比较麻烦。另一种光模块是波长可调谐的，也称为无色光模块。无色光模块也有多种实现方式，其中：CN201010588118.2 给出了一种自种子无色 WDM-PON 方案，通过改变 ODN 结构，在两个 AWG 间增加反射器来实现外腔激光器，每个 ONU 光模块的波长直接通过 AWG 进行波长自主选择。图 4 是一种基于可调激光器的 WDM-PON，自种子无色
- 15 WDM-PON 需要对既有的 ODN 网络进行修改，而且不适合基于分光器(Splitter)的 ODN 网络，这些基于分光器的 ODN 网络已经在全球规模部署，用来布放 GPON 或 EPON 接入。基于可调激光器的无色 WDM-PON 光模块，波长的分配和管理主要仍由 OLT 和 ONU 设备来负责，设备和光模块紧耦合限制了这种无色的光模块只能用在支持波长分配和管理的 WDM-PON 设备上，不能直接作为已经大量存在的以太网交换机的光模块。
- 20 因此，现有技术仍然无法提供一种无色光模块，可以直接用作传统以太网交换机或其他已经部署的网络设备的光模块。

发明内容

为解决上述问题，本发明实施例提供一种光口自协商方法、光模块、局端设备及终端设备。本发明实施例技术方案如下：

- 25 第一方面，一种光口自协商的方法，包括 a：第一光模块选择一个下行接收波长；b：在选择的所述下行接收波长上，侦听下行消息，如果收到来自第二光模块的波长空闲消息，则进入 c；否则，如果在设定或固定时间内未收到波长空闲消息，则返回至 a，其中，所述波长空闲消息用于标识所述下行接收波长未被占用或未被分配；c：在与所述下行波长对应的上行波长上发送波长申请消息，如果在下行方向上收到表示波长允许消息，
- 30 则转到 d，否则，返回到 a 或 b，其中，波长申请消息用于标识所述第一光模块向所述第二光模块请求分配所述下行波长，所述波长允许消息用于标识所述第二光模块将所述

下行波长分配至所述第一光模块；d: 所述第一光模块置位光口自协商成功标志位，其中，所述波长申请消息耦合到数据信号上，通过数据通道发送至所述第二光模块。

结合第一方面，在第一方面的第一种可能的实现方式中，上下行波长对应关系以表格形式存储在所述第一光模块中，所述对应关系事先约定或者由光网络单元 ONU 设备通过其与 ONU 侧的所述第一光模块之间的接口动态配置；或者通过控制消息来传递给 ONU 侧的所述第一光模块的处理器。

结合第一方面的第一种可能的实现方式，在第一方面的第二种可能的实现方式中，如果所述下行波长与上行波长的对应关系是事先约定或动态配置的，所述第一光模块在发送所述波长申请消息前的任何时刻设定其发送组件的工作波长或发送波长。

结合第一方面的第一种可能的实现方式，在第一方面的第三种可能的实现方式中，如果所述下行波长与上行波长的对应关系是通过控制消息传递的，则在收到来自所述第二光模块的波长空闲消息后，发送所述波长申请消息前设定其发送组件的工作波长或上行波长。

结合第一方面以及第一方面的任何一种可能的实现方式，在第一方面的第四种可能的实现方式中，所述波长空闲消息、所述波长允许消息为广播或多播消息。

结合第一方面以及第一方面的任何一种可能的实现方式，在第一方面的第五种可能的实现方式中，所述波长申请的消息帧包括本端发送波长字段，其中，所述本端发送波长字段采用绝对值、或者相对值、或者通道编号来表示波长信息。

结合第一方面以及第一方面的任何一种可能的实现方式，在第一方面的第六种可能的实现方式中，所述波长空闲消息帧包括容许的激光器谱宽字段，或者通道间隔字段，或者系统类型字段。

结合第一方面以及第一方面的任何一种可能的实现方式，在第一方面的第七种可能的实现方式中，所述波长空闲消息帧采用随机码进行编码。

结合第一方面的第七种可能的实现方式，在第一方面的第八种可能的实现方式中，所述波长空闲消息帧的帧头字段中表示数据的随机码长度 M 与数据字段中表示数据内容的随机码 N 长度相同时，采用多个比特来表示所述帧头；当 M 与 N 不相同时，采用 1 比特来表示所述帧头。

结合第一方面的第七种可能的实现方式，在第一方面的第九种可能的实现方式中，当以所述随机码对所述表示波长空闲消息进行编码时，采用不同长度的随机序列来分别表示 0 和 1。

结合第一方面以及第一方面的任何一种可能的实现方式，在第一方面的第十种可能

的实现方式中,所述波长空闲消息帧采用方波的频率信号或者正弦波的频率信号进行编码。

第二方面,一种光口自协商的方法,包括本端光模块周期性发送波长空闲消息至对端光模块,并在上行方向监听,其中,所述波长空闲消息用于标识第一波长为空闲波长或第一波长未被占用或未被分配;当收到所述对端光模块发送的请求分配第一波长的消息时,暂停发送所述波长空闲信息;向所述对端光模块发送波长申请成功的消息;当收到所述对端光模块发送的响应消息,内部状态置位,所述置位用于标识波长协商完成,其中,所述波长空闲消息或者所述波长申请成功消息耦合到数据信号上,通过数据通道下发至所述对端光模块。

10 结合第二方面,在第二方面的第一种可能的实现方式中,所述方法还包括在所述内部状态置位前,发送波长确认消息至所述对端光模块。

结合第二方面及第二方面的第一种可能的实现方式,在第二方面的第二种可能的实现方式中,所述方法还包括当所述本端光模块的发送组件和接收组件是波长可调或可调波长的组件时,所述光模块根据配置信息,设置发送组件和接收组件的工作波长。

15 结合第二方面,在第二方面的第三种可能的实现方式中,所述波长空闲消息、所述波长申请成功消息采用频移键控 FSK 编码。

结合第二方面的第三种可能的实现方式,在第二方面的第四种可能的实现方式中,所述波长空闲消息、所述波长申请成功消息以扩频方式编码,所述扩频方式用于标识对原始的 0、1 信号通过随机码进行扩频,再与数据信号叠加后进行传输。

20 第三方面,一种光模块,包括发送组件、处理组件,接收组件,其特征在于,包括所述接收组件用于选择一个下行接收波长;所述处理组件用于在所述选择的下行接收波长上,侦听下行消息,当收到来自对端光模块的波长空闲消息时,通过所述发送组件在与所述下行接收波长对应的上行波长上发送波长申请消息;所述处理组件还用于当所述接收组件在下行方向上接收到所述表示波长允许消息时,将所述光模块的光口协商标志位置为成功;所述处理组件还用于将波长请求消息耦合到数据信号,使得所述波长请求消息通过数据通道发送。

结合第三方面,在第三方面的第二种可能的实现方式中,如果所述下行波长与上行波长的对应关系是事先约定或动态配置的,所述光模块的处理组件还用于在发送所述波长申请消息前的任何时刻设定其发送组件的工作波长或发送波长。

30 结合第三方面,在第三方面的第三种可能的实现方式中,如果所述下行波长与上行波长的对应关系是通过控制消息传递的,则所述光模块的处理组件还用于在收到来自所

述对端光模块的波长空闲消息后,发送所述波长申请消息前设定其发送组件的工作波长或上行波长。

结合第三方面及第三方面的任何一种可能的实现方式中,在第三方面的第四种可能的实现方式中,所述波长申请的消息帧包括本端发送波长字段,其中,所述本端发送波长
5 长字段采用绝对值、或者相对值、或者通道编号来表示波长信息。

结合第三方面及第三方面的任何一种可能的实现方式中,在第三方面的第五种可能的实现方式中,所述波长空闲消息帧包括容许的激光器谱宽字段,或者通道间隔字段,或者系统类型字段。

结合第三方面及第三方面的任何一种可能的实现方式中,在第三方面的第六种可能
10 的实现方式中,所述波长空闲消息帧采用随机码进行编码。

结合第三方面的第六种可能的实现方式,在第三方面的第七种可能的实现方式中,所述波长空闲消息帧的帧头字段中表示数据的随机码长度 M 与数据字段中表示数据内容的随机码 N 长度相同时,采用多个比特来表示所述帧头;当 M 与 N 不相同,采用
1 比特来表示所述帧头。

结合第三方面的第六种可能的实现方式中,在第三方面的第八种可能的实现方式中,
15 当以随机码对所述表示波长空闲消息进行编码时,采用不同长度的随机序列来分别表示 0 和 1。

结合第三方面及第三方面的任何一种可能的实现方式中,在第三方面的第九种可能的实现方式中,所述波长空闲消息帧采用方波的频率信号或者正弦波的频率信号进行编
20 码。

第四方面,一种光模块,包括发送组件、接收组件、处理组件,所述发送组件周期性发送波长空闲消息至对端光模块,并通过接收组件在上行方向监听,其中,所述波长空闲消息用于标识第一波长为空闲波长或第一波长未被占用或未被分配;当所述接收组件收到所述对端光模块发送的请求分配第一波长的消息时,暂停发送所述波长空闲信
25 息;发送组件还用于向所述对端光模块发送波长申请成功的消息;当接收组件收到所述对端光模块发送的响应消息,处理组件用于所述光模块的光口协商标志位置为成功;其中,所述处理组件还用于将所述波长空闲消息或者波长申请成功消息耦合到数据信号上,使得所述波长空闲消息或者波长申请成功消息通过数据通道发送至所述对端光模块。

结合第四方面,在第四方面的第一种可能的实现方式中,所述发送组件还用于在所
30 述内部状态置位前,发送波长确认消息至所述对端光模块。

结合第四方面或第四方面的第一种可能的实现方式,在第四方面的第二种可能的实

现方式中，当所述本端光模块的发送组件和接收组件是波长可调或可调波长的组件时，所述光模块根据配置信息，设置所述发送组件和所述接收组件的工作波长。

结合第四方面，在第四方面的第三种可能的实现方式中，所述波长空闲消息、所述波长申请成功消息采用频移键控 FSK 编码。

5 结合第四方面，在第四方面的第四种可能的实现方式中，所述波长空闲消息、所述波长申请成功消息以扩频方式编码，所述扩频方式用于标识对原始的 0、1 信号通过随机码进行扩频，再与数据信号叠加后进行传输。

第五方面，一种局端设备，包括如第四方面及第四方面任何一种可能的实现方式所述的光模块。

10 第六方面，一种终端设备，包括如第三方面及第三方面任何一种可能的实现方式所述的光模块。

在本申请提供的光模块通过把控制信息耦合到数据信号上，可以由光模块自主完成光口自协商，从而实现可调光模块的波长自动协商和配置，不需要设备参与。因此本申请提供的光模块可以用作既有网络设备或以太网设备的光模块，可增强可调光模块通用性，降低使用的复杂和通信网络的管理维护成本。

15

附图说明

图 1 为现有 GPON 无源光网络系统的结构示意图；

图 2 为现有 TWDM-PON 无源光网络系统的结构示意图；

图 3 为现有的一种自种子无色 WDM-PON 无源光网络系统的结构示意图；

20 图 4 为现有的一种基于可调激光器的 WDM-PON 无源光网络系统的结构示意图；

图 5 为本发明实施例提供的一种 PON 系统结构示意图；

图 6 为本发明实施例提供的光模块的结构示意图；

图 7 为本发明实施例提供的 OLT 侧光模块的光口自协商的流程图；

图 8 为本发明实施例提供的 ONU 侧光模块的光口自协商的流程图；

25 图 9 为本发明实施例提供的控制消息的帧格式示意图；

图 10 为本发明实施例提供的控制消息的另一种帧格式示意图；

图 11 为本发明实施例提供的控制消息的另一种帧格式示意图；

图 12 为本发明实施例提供的控制消息的另一种帧格式示意图；

图 13 为本发明实施例提供的一种采用随机码来表示控制消息帧示意图；

30 图 14 为本发明实施例提供的一种以方波频率信号来对控制消息帧进行编码或调频的示意图。

具体实施方式

以下结合具体实施例，对本申请提供的具有光口自协商功能的光模块及其光口自协商方法和系统进行详细描述。

图 1 为 GPON 无源光网络系统的结构示意图。其中，该无源光网络系统包括光线路终端 OLT 110、多个光网络单元 ONU 120、OLT110 和 ONU120 通过光分配网络 ODN130 相连。其中，OLT110 进一步包括数据处理模块 111 和光模块 112，数据处理模块也可以称为 MAC 模块，用于管理和控制光模块 112。ODN130 进一步包括主干光纤 133、第一级分光器 splitter131、第一级分支光纤 134、第二级分光器 132、第二级分支光纤 135。ONU 进一步包括光模块 123，用于接收下行光信号和发送上行光信号。

图 2 为 TWDM-PON 无源光网络系统的结构示意图。其中，TWDM-PON 系统包括一个 OLT210，多个 ONU220 和 ODN230，其中 OLT210 通过 ODN230 以点到多点 (Point to Multi-Point, P2MP) 的方式连接到多个 ONU220。其中多个 ONU220 共享 ODN230 的光传输介质。ODN230 可以包括主干光纤 231、光功率分路模块 232 和多个分支光纤 233。其中光功率分路模块 232 可以设置在远端节点 (Remote Node, RN)，其一方面通过主干光纤 231 连接到 OLT210，另一方面通过多个分支光纤 233 分别连接至多个 ONU220。在 TWDM-PON 系统中，OLT210 和多个 ONU220 之间的通信链路可以包括多个波长通道，多个波长通道通过 WDM 方式共享 ODN230 的光传输介质。每个 ONU220 可以工作在 TWDM-PON 系统的其中一个波长通道，且每个波长通道可以承载一个或多个 ONU220 的业务。并且，工作在同一个波长通道的 ONU220 可以通过 TDM 方式共享该波长通道。在图 2 中，以 TWDM-PON 系统具有四个波长通道为例进行介绍，应当理解，在实际应用时，TWDM-PON 系统的波长通道的数量还可以根据网络需要而定。

为便于描述，在图 2 中将 TWDM-PON 系统的四个波长通道分别命名为波长通道 1、波长通道 2、波长通道 3 和波长通道 4，其中每个波长通道分别采用一对上下行波长，比如，波长通道 1 的上行波长和下行波长可以分别为 λ_{u1} 和 λ_{d1} ，波长通道 2 的上行波长和下行波长可以分别为 λ_{u2} 和 λ_{d2} ，波长通道 3 的上行波长和下行波长可以分别为 λ_{u3} 和 λ_{d3} ，波长通道 4 的上行波长和下行波长可以分别为 λ_{u4} 和 λ_{d4} 。每个波长通道可以分别具有对应的波长通道标识 (比如，上述四个波长通道的通道号可以分别为 1、2、3、4)，即波长通道标识与其标识的波长通道的上下行波长具有匹配关系，OLT210 和 ONU220 可以根据波长通道标识获悉波长通道的上行波长和下行波长。

OLT210 可以包括光耦合器 211、第一波分复用器 212、第二波分复用器 213、多个下行光发射器 Tx1~Tx4、多个上行光接收器 Rx1~Rx4 和处理模块 214。其中，多个下行

光发射器 Tx1~Tx4 通过第一波分复用器 212 连接到光耦合器 211, 多个上行光接收器 Rx1~Rx4 通过第二波分复用器 213 连接到光耦合器 211, 耦合器 211 进一步连接到 ODN230 的主干光纤 231。

多个下行光发射器 Tx1~Tx4 的发射波长各不相同, 其中, 每一个下行光发射器 Tx1~Tx4 可以分别对应 TWDM-PON 系统的其中一个波长通道, 比如多个下行光发射器 Tx1~Tx4 的发射波长可以分别 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 。下行光发射器 Tx1~Tx4 可以分别利用其发射波长 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 将下行数据发射到对应的波长通道, 以便被工作在对应波长通道的 ONU220 所接收。相对应地, 多个上行光接收器 Rx1~Rx4 的接收波长可以各不相同, 其中每一个上行光接收器 Rx1~Rx4 同样分别对应 TWDM-PON 系统的其中一个波长通道, 比如, 多个上行光接收器 Rx1~Rx4 的接收波长可以分别 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 。上行光接收器 Rx1~Rx4 可以分别利用其接收波长 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 接收工作在对应波长通道的 ONU220 发送的上行数据。

第一波分复用器 212 用于将多个下行光发射器 Tx1~Tx4 发射的波长分别为 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 的下行数据进行波分复用处理, 并通过光耦合器 211 发送到 ODN230 的主干光纤 231, 以通过 ODN230 将下行数据提供给 ONU220。并且, 光耦合器 211 还可以用于将来自多个 ONU220 且波长分别为 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 的上行数据提供给第二波分复用器 213, 第二波分复用器 213 可以将波长分别为 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 的上行数据解复用到上行光接收器 Rx1~Rx4 进行数据接收。

处理模块 214 可以为媒介接入控制 (Media Access Control, MAC) 模块, 其一方面可以通过波长协商为多个 ONU220 指定工作波长通道, 并根据某个 ONU220 的工作波长通道, 将待发送给 ONU220 的下行数据提供给与波长通道相对应的下行光发射器 Tx1~Tx4, 以便下行光发射器 Tx1~Tx4 将下行数据发射到对应波长通道, 另一方面, 处理模块 214 还可以对各个波长通道进行上行发送的动态带宽分配 (Dynamic Bandwidth Allocation, DBA), 给通过 TDM 方式复用到同一个波长通道的 ONU220 分配上行发送时隙, 以授权 ONU220 在指定的时隙通过其对应的波长通道发送上行数据。

每个 ONU220 的上行发射波长和下行接收波长是可调的, ONU220 可以根据 OLT210 指定的波长通道将其自身的上行发射波长和下行接收波长分别调整到该波长通道的上行波长和下行波长, 从而实现通过该波长通道进行上下行数据的发送和接收。

本申请提供的具有光口自协商功能的光模块, 可以适用于通过基于分光器或光分路器的点对多点光纤网络上连接网络设备。请参阅图 5, 其为一种通过基于分光器的点对多点光纤网络连接的通信系统结构示意图。所述的通信系统至少包括一个或多个光线路终端 OLT510、一个或多个光网络单元 ONU 520 和一个基于分光器的点对多点的光分配

网络 ODN 530。其中所述的 OLT 可以为多端口设备或者单端口设备，多端口设备是指一个设备上提供多个 OLT 端口，单端口设备是指一个设备只有一个 OLT 端口。图 5 中给出的多个端口 OLT 设备，每个端口 511 可称为 OLT 端口或 OLT 业务端口或 OLT 光端口或 OLT 光口或光模块接口或接口。所述的 OLT 业务端口 511 提供一个与 OLT 侧光模块 512 的接口。所述的 ONU 可以有一个或多个光端口 521，每个光端口 521 可称为光接口或接口。每个接口可插入一个可拔插光模块 522 或可安装一个或多个 ONU 侧光模块 522，由光模块提供光接口 521(此时光模块或光模块功能集成在 ONU 内部)。所述的 OLT 侧光模块 512 和所述的 ONU 侧光模块 522 可以为同一种类型的光模块。所述的 OLT 侧光模块 512 也可以多个集成在一起，这时 OLT 业务端口 511 也称为多路集成 OLT 业务端口或多路集成 OLT 光接口或多路集成 OLT 光端口。本申请提供的具有光口自协商功能的光模块可以应用在 OLT 侧，也可以应用在 ONU 侧。所述的具有光口自协商功能的光模块也可以适用于图 4 所示的 WDM-PON 无源光网络。

所述的一个或多个 OLT 侧光模块 512 的下行信号通过合波器 540 耦合到主干光纤 531，合波器 540 可以是分光器或 WDM 器件，如 AWG。上行信号从主干光纤 531 经合波器 540 后被一个或多个 OLT 侧光模块 512 接收。所述 OLT 510 通常位于中心位置，例如中心局 (Centro Office，简称 CO)，其可以统一管理所述一个或多个光网络单元 ONU520。所述 OLT 510 可以充当所述 ONU 520 与上层网络(图中未示出)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 ODN 530 转发到所述 ONU 520，以及将从所述 ONU 520 接收到的上行数据转发到所述上层网络。

如图 6 所示，在一种具体的实施实例中，图 6 示出了所述的 OLT 侧的光模块 512 或者所述的 ONU 侧光模块 522 结构示意图。光模块包括接收组件 610，限幅放大器 (Limiting Amplifier，简称 LA)或后级放大器 (Post Amplifier，简称 PA) 620，发送组件 630，激光器驱动器 (Laser Diode Driver，简称 LDD) 640，复用器 (MUX) 670，解复用器 (DEMUX) 660，媒体接入控制 (Media Access Control，简称 MAC) 模块 650。其中所述的接收组件为可调接收组件，该可调接收组件 610 进一步可以包括可调滤波器 (Tunable Filter，简称 TF) 611、用于光电转换和前级放大的组件 612。所述的发送组件 630 可以为可调发送组件，主要由可调激光器 (Tunable Laser，简称 TL) 组成)。

其中，所述的 OLT 侧光模块 512 也可以是固定波长光模块。这时所述的接收组件 610 中无可调滤波器 611，可以包括固定波长的滤波器。当 OLT 侧光模块 512 为固定波长光模块，发送组件 630 也为固定波长的发送组件。

所述的 MAC 模块(也可以称为处理组件)650，用于实现 OLT 侧光模块 512 和 ONU

侧光模块的光口协商功能。包括产生本端的控制信号，接收对端的控制信号，对控制信号进行处理等功能。其中，这里所述的控制信号也可以称为控制消息，在下文具体的实施例中指的是OLT侧光模块512和ONU侧光模块之间交互的消息，比如波长空闲消息，波长申请消息，波长允许消息、波长确认消息等等，两侧光模块协商过程中所发送或接收的、与波长协商有关的消息均可以理解为控制信号。所述的控制信号可以独立的存在(这种情况，主要在光模块刚上电或光模块刚插入光接口或系统复位后，系统的数据接收和/或发送功能还没有启动的阶段)，也可以低频信号的形式与数据信号耦合在一起，或者以高频信号的形式与数据信号耦合在一起，或者采用调顶的方式与数据信号耦合在一起，即对数据信号进行幅度调制。

10 在所述的OLT侧光模块512中，所述的复用器670用于复用处理器650生成下行控制信号和下行数据信号。所述的解复用器660用于分离所述ONT侧光模块522发送上来的上行数据信号和控制信号。

在所述的ONU侧光模块522中，所述的复用器670用于复用处理器650生成上行控制信号和上行数据信号。所述的解复用器660用于分离所述OLT侧光模块522发送的下行数据信号和控制信号。

15 可选的，所述的复用器670，可以为频率合成器，把由LDD640驱动的数据信号在频域与所述的处理器650产生的控制信号耦合在一起。例如，当控制信号可以为0~10MHz的低频信号时，复用器670对低频的控制信号跟高频的数据信号在频域进行复用。

20 可选的，所述的复用器670包括高通滤波器(High Pass Filter，简称HPF)，低通滤波器(Low Pass Filter，简称LPF)，分别用于对耦合前的数据信号和控制信号进行滤波。

可选的，HPF或LPF还可以在复用器670外实现，例如HPF在LDD640中实现，LPF可在所述的处理器650中实现。

25 可选的，所述的发送组件630为电流驱动时，LDD640为数据信号的驱动电流，所述的处理器650提供控制信号的驱动电流。在这种情况下，所述的复用器670可以省略掉或者只提供把LDD640驱动电流和处理器650驱动电流叠加在一起，再驱动所述发送组件630，此时LDD640和处理器650连接到发送组件630的阴极或阳极。

30 可选的，所述的发送组件630为电压驱动时，LDD640为数据信号提供驱动电压，所述的处理器650提供控制信号的驱动电压。在这种情况下，所述的复用器670用于叠加电压信号，再直接驱动发送组件630或通过额外的电路驱动发送组件630。

可选的，所述的复用器670可以集成在激光器驱动器中。当发送组件630为电流驱

动时，激光驱动器输出混合的驱动电流信号驱动发送组件 630 的阴极或阳极。当发送组件 630 为电压驱动时，激光驱动器输出混合的驱动电压信号驱动发送组件 630。

可选的，所述的解复用器 660，用于解耦接收组件 610 接收到的数据信号和控制信号。可选的，所述的解复用器 660 包括 HPF、LPF。 可选的，HPF 或 LPF 也可以在解复用器 660 外部实现，例如，HPF 可在限幅放大器 LA 或后级放大器 620 中实现，LPF 可以在处理器 650 中实现。

可选的，所述的解复用器 660 可以集成在限幅放大器 LA 或后级放大器 620 中。

可选的，OLT 侧光模块 512 可以采用固定波长的接收组件 610 和发送组件 630。

可选的，OLT 侧光模块 512 可以采用可调波长的接收组件 610 和发送组件 630。

10 在一种实施例中，OLT 侧光模块 512 实现与 ONU 侧光模块 522 光口自协商的状态机如下：其包括三种状态，状态一为波长空闲状态(Wavelength Idle)，即说明该光模块采用的波长还没有分配给任何 ONU，或者，自上电或复位后该光模块还没有与任何光模块进行光口自协商； 状态二为波长预占用状态(Wavelength Pre-Occupied)，这种状态说明光模块正在与某个 ONU 侧光模块在进行光口自协商，但仍未完成协商过程，即在进
15 行波长分配的协商；状态三为波长占用状态(Wavelength Occupied)，表示在这种状态下，光模块已经与某个 ONU 侧光模块成功完成光口自协商功能。

具体地，本发明所提供的OLT侧的光模块具体包括：

所述发送组件630周期性发送波长空闲消息至对端光模块，并通过接收组件610在上行方向监听，其中，所述波长空闲消息用于标识第一波长为空闲波长或第一波长未被占
20 用或未被分配；

当所述接收组件610收到所述对端光模块发送的请求分配第一波长的消息时，暂停发送所述波长空闲信息；

发送组件630还用于向所述对端光模块发送波长允许消息；

当接收组件610收到所述对端光模块发送的响应消息，处理组件650用于进行内部状态置位，所述置位用于标识波长协商完成，处理组件650还用于产生所述的波长空闲消息或波长允许消息等控制消息，最后这些控制信号发送到对端光模块。
25

进一步地，所述波长空闲消息，用于说明该波长还没有分配给任何ONU，或者，自上电或复位后该光模块还没有与任何光模块进行光口自协商；所述波长允许消息，用于说明光模块此时正在与某个ONU侧光模块在进行光口自协商，但仍未完成协商过程，即
30 在进行波长分配的协商。

可选地，所述接收组件 610 还用于在上行方向上接收波长协商成功消息。该波长

协商成功消息用于说明光模块已经与某个ONU侧光模块成功完成光口自协商功能。

可选地，所述发送组件还用于在所述内部状态置位前，发送波长确认消息至所述对端光模块。

相应地，如图7所示，所述采用固定波长接收组件610和发送组件630的OLT侧光模块光口自协商处理过程包括：

步骤701，周期性发送波长空闲消息，同时监听上行接收消息，其中，所述波长空闲消息用于标识某一波长为空闲波长或该波长未被占用或未被分配；

步骤702，当收到ONU侧光模块发送的波长请求消息后，则暂停发送波长空闲信息，进入下一步步骤703；

10 步骤703，向发送了波长请求消息的ONU侧光模块发送波长申请成功消息，该波长申请成功消息用于标识该波长已被预占用消息，等待其回应，如果收到回应消息，则转入步骤704；否则，则转到步骤701；

步骤704，内部状态置位，表示波长协商已经完成，其中，所述波长申请消息或者所述响应消息耦合到数据信号，通过数据通道发送至对端光模块。

15 可选地，在所述的步骤704，内部状态置位前或后，进一步可以发送一个表示波长确认消息给ONU侧光模块。

在状态701前，OLT侧光模块512需要根据配置信息，设置好可调发送组件630的发送波长和/或可调接收组件610的接收波长。所述的配置信息，由OLT设备通过OLT设备和OLT侧光模块间的接口传递给OLT侧光模块512。所述的配置信息可以为OLT
20 光模块512中的一个或多个寄存器；或者一个或多个寄存器中的一个或多个配置比特位。

所述自协商处理过程中发送和/或接收的消息称为协商或交互的消息。可选的，其交互消息的编码方式，可以采用频移键控(Frequency Switch Key, FSK)形式，即在一定周期内，以第一个频率 f_0 表示“0”信号，以第二个频率 f_1 表示“1”信号。例如，以1MHz表示“0”，以1.5MHz表示“1”，每个“0”、“1”持续时长1ms(控制通道的数据传输速率为
25 1Kbps)。所述的交互消息与数据信号在频域叠加后进行传输或者所述的交互消息对数据信号进行幅度调制后进行传输或者直接传输

其中，所述每个交互的消息，其编码方式，可以采用某一频率信号来表示。例如：波长空闲消息，以频率为 f_0 的信号(如： $f_0=2\text{MHz}$)表示；表示波长被占用的消息以频率为 f_1 的信号表示。

30 进一步地，所述的交互消息的编码方式，可以以扩频方式实现。即对原始的“0”、“1”信号通过随机码进行扩频，再与数据信号进行叠加后进行传输或扩频后的信号直接进行

传输。

在一种实施例中，当ONU侧光模块522采用可调波长的接收组件610和发送组件630时，ONU侧光模块522实现与OLT侧光模块512光口自协商的状态机如下：其包括四种状态，状态一为初始状态 (Initial State)，用于表示ONU侧光模块522上电或复位后进入的状态，或者上电使能后进入的状态，在这个状态下，处理模块按一定算法规则(如随机的选择、或按照通道递增的方法)选择一个波长，并配置可调接收组件到所选择的接收波长，即可调接收组件可以接收所选择的波长的下行控制信号。状态二：波长搜索状态 (Wavelength Hunt)，在这种状态下，光模块522在选中的下行波长上进行侦听下行控制消息，如果在设定的时间内未收到波长空闲消息，则返回状态一，否则进行状态三；状态三：波长预锁定状态(Wavelength Pre-Locking)，表示在这种状态下光模块522已经收追踪到OLT侧某个光模块512所对应的波长未被占用，或表示申请使用对应的波长。状态四：波长锁定状态(Wavelength Locked)，表示ONU侧光模块522已经锁定到OLT侧某个光模块512所对应的波长，或者说明已经完成光口自协商。

具体地，ONU侧光模块具体包括：

15 所述接收组件 610 用于选择一个下行接收波长；

所述处理组件 650 用于在所述选择的下行接收波长上，侦听下行消息，如果收到来自对端光模块的波长空闲消息，则通过所述发送组件 630 在与所述下行接收波长对应的上行波长上发送波长申请消息；

20 可选的，所述处理组件 650 还可用于当所述接收组件 610 在下行方向上接收到表示波长允许消息时，置位所述光模块的光口协商成功标志位。

其中，所述波长申请消息用于说明ONU侧光模块向OLT侧光模块申请使用空闲的波长或波长资源或者表示ONU侧光模块处于波长预锁定状态。

25 可选地，所述发送组件 630 还用于发送一个响应消息至对端光模块，其中该响应消息用于说明ONU侧光模块处于波长锁定状态，其中，所述处理组件650还用于将所述波长申请消息或者所述响应消息耦合到数据信号，通过数据通道发送给对端光模块；或者直接发送所述的波长申请消息或者所述响应消息给对端光模块。

可选地，所述光模块还包括存储组件，其中所述存储组件用于存储上下行波长对应关系。

30 相应地，如图8所示，所述采用ONU侧光模块522与OLT侧光模块512的光口自协商处理交互过程包括：

步骤801，光模块522按一定算法规格选择一个波长，配置可调接收组件工作到选择

的波长;

步骤802, 在所述下行接收波长, 侦听在下行消息, 如果收到了来自OLT侧光模块的波长空闲的消息, 则进入803; 如果在设定的时间T1内未侦听到表示波长空闲的波长空闲消息, 则返回步骤801;

5 步骤803, 在与下行波长对应的上行波长上发送波长申请消息, 等待OLT侧光模块512发送波长允许消息; 如果在设定时间T2内收到波长允许消息, 则转到804, 否则返回到801或802;

步骤804, ONU侧光模块522进入光口自协商交互成功工作状态, 置位光口自协商交互完成标志位; 或者, 再发送一个响应消息给OLT侧光模块512后, 进入光口自协商交互成功工作状态, 置位光口自协商交互完成标志位, 其中, 所述波长申请消息或者所述
10 响应消息耦合到数据信号, 通过数据通道发送至对端光模块。其中, 波长申请消息用于标识所述第一光模块向所述第二光模块请求分配所述波长, 波长允许消息用于标识所述第二光模块将所述波长分配至所述第一光模块

进一步的, ONU设备可以通过ONU设备和光模块522之间的接口读取光口自协商完成标志位, 如果判断标志位已经置位, 表示交互已经完成或波长已经协商完成, , 则可以启动数据信号的接收和/或发送。
15

在所述的803中, 所述的与下行波长的对应上行波长或者上下行波长对应关系以表格形式存储在光模块522中。所述的对应关系可以事先约定或者由ONU设备通过ONU设备与ONU侧光模块522之间的接口进行动态配置; 或者通过表示波长空闲的控制消息来
20 传递给ONU侧光模块522的处理器。

可选的, 如果所述下行波长与上行波长的对应关系是预先约定或动态配置的, 光模块522可以在发送所述的波长申请消息前的任何时刻设定可调发送组件的工作波长或发送波长, 例如步骤801或步骤802设定。

可选的, 如果所述下行波长与上行波长的对应关系是通过波长空闲消息传递的, 则
25 可以在收到波长空闲消息后, 发送波长申请消息前设定可调发送组件的工作波长或上行波长。

在所述的803中, 在设定时间T2内未收到波长申请确认消息后, 可以进一步判断, 如果在设定的第N个波长所发送的波长申请控制消息次数小于设定数值, 则跳转到步骤802, 表示仍需要在已经设定的第N个波长, 进行波长申请的尝试; 否则, 则跳转到步骤
30 801, 表示仍需要在设定的第N个波长, 尝试了设定次数的波长申请仍未成功, 转入801进行其他波长的申请尝试。

所述的表示波长空闲的消息，可以为广播或多播形式的SN-Request消息，广播或多播给所有能接收该波长的ONU侧光模块522，请求其上报SN。

所述的表示波长申请的消息，可以为SN-Response消息，比如上报光模块522的SN号，或者任何可以唯一标识光模块信息的标识或编码信息。

5 所述的表示波长申请确认消息，可以为单播形式的SN-Request消息，比如消息中具有某个光模块522的SN。

所述的回应消息，可以为SN-Response消息，比如上报光模块522的SN号，或者任何可以唯一标识光模块信息的标识或编码信息。

10 在一种具体的实现方式中，下行方向发送的表示波长空闲消息、或者表示波长已被占用消息、或者其他消息的帧结构如图9、图10所示。所述帧包括帧头字段和数据字段，其中数据字段可以称为控制消息字段。所述的帧，还可以进一步包括帧尾。

所述帧，可以以突发的方式发送，如图9所示，帧与帧可以不相连，两个帧间无控制消息传递；也可以以连续方式发送，如图10所示。帧与帧间相连或采用空闲帧填充。所述的消息帧中长度可以定长，也可以变长。

15 其中，如图11所示，当消息帧为定长时，其中的数据字段包括消息类型字段(Message Type)，消息数据字段(Message Data)，进一步可包括检验字段。其中的校验字段可以循环冗余码校验字段或比特奇偶校验字段或者其他类型的校验字段。所述的消息数据字段包括固定字节的消息数据。。

20 在另一种具体实现方式中，如图12所示，当消息帧为不定长或变长时，其中的数据字段包括消息类型字段(Message Type)，长度字段(Length)，消息数据字段(Message Data)，进一步可包括检验字段。其中的校验字段可以循环冗余码校验字段或比特奇偶校验字段或者其他类型的校验字段。所述的消息数据字段长度由长度字段来指定。

25 所述的消息类型字段(Message Type)可以进一步包括一个或多个字段。其中一个字段可以用来描述所述的消息是广播消息或多播消息，还是单播消息。具体的，消息类型字段以1个字节来描述时，只为一个字段时，以“0x01”，“0x02”，“0x03”..分别表示前述的广播或多播SN-Request，单播SN-Request，SN-Response....；也可以以两个字段来表示，用高4bit表示广播或多播、单播，低4bit表示具体消息类型，如“0x11”，“0x01”分别表示广播或多播SN-request，单播SN-Request。

30 所述的消息数据字段(message data)可以进一步包括一个或多个字段。例如：本端发送波长字段，本端接收波长字段或期望接收波长字段。其中所述本端发送波长字段，用来向对端光模块传递本端的光模块发送的波长；所述本端接收波长字段或期望接收波长字

段, 用来向对端光模块传递本端光模块接收的光信号的波长或期望对端发送的光信号的波长; 或者所述的消息数据字段由一个或多个TLV(类型Type, 长度Length, 内容Value)结构的组成, 每个TLV结构表示要在OLT侧光模块和ONU侧光模块要交互的一个属性或参数或配置或性能监控, 包括T、L、V三个字段, 其中T字段表示TLV结构的信息类型, 5 L字段表示信息长度, V字段表示要传递的具体数据或内容或信息等。

具体的, 当本端为OLT侧光模块时, 发送给对端ONU侧光模块的控制消息可以包括所述的本端发送波长字段或TLV字段和/或所述本端接收波长字段或期望接收波长字段或TLV字段。这里以SN-Request消息为例进行说明。其中所述本端发送波长字段, 用来通知ONU侧光模块, OLT侧光模块下行发送的波长信息; 所述本端接收波长字段或期望接收波长字段, 用来通知ONU侧光模块要发送的光信号的波长。如果ONU侧光模块要响应此SN-Request消息, 则ONU侧光模块首先会把可调激光器调节到可以发送所述SN-Request消息中所述的本端接收波长字段或期望接收波长字段指定的波长, 再发送SN-Response消息给OLT侧光模块。

具体的, 当本端为ONU侧光模块时, 发送给对端OLT侧光模块的表示波长申请的消息可以包括所述本端发送波长字段和/或本端接收波长字段或期望接收波长字段。这里以SN-Response为例进行说明。其中所述本端发送波长字段用来向OLT侧光模块传递本端ONU光模块发送的光信号的波长信息; 所述本端接收波长字段或期望接收波长字段, 用来向对端OLT侧光模块传递本端ONU侧光模块接收的光信号的波长信息。

进一步地, 所述的波长信息表示方式可以采用下面三种方式中任意一种方式来表示:

第一种以绝对值表示。例如如果发送的波长为1310.12nm, 则本端发送波长字段的值可以为131012, 默认后两位为小数, 此时需要用3个字节来传递一个波长信息。

第二种以相对值表示波长信息。所述的波长信息为相对参考波长的差值, 设参考波长为1300nm, 假定发送的波长为1310.12nm, 则本地发送波长字段值可以为131012-130000=1012, 其中后两位表示小数。由于目前通信波长都在1670nm以下, 所以此时可以只需要采用2字节来传递一个波长信息。

第三种以通道编号来表示波长信息。此种情况下, 需要预先对波长进行编号或采用对波长进行标准化的通道来描述波长信息。例如: 约定1310.12nm为通道1, 1311.55nm为通道3。则以通道号来描述时, 本端发送波长字段值为1时, 表示本端发送波长为1310.12nm; 为3时, 则表示本端发送波长为1311.55nm。

由于不同激光器类型的谱宽可能不一样, OLT侧和ONU侧光模块采用不同谱宽的

激光器时,可能存在相邻波长或相同通道间干扰问题。假定OLT侧有多个光模块,光模块之间的波长间隔可以为100GHz,既支持100GHz通道间隔,如果某个ONU侧光模块的激光器的谱宽大于100GHz,超出通道间隔的光信号会泄漏到相邻的通道,所以此ONU侧光模块向OLT侧光模块发送数据或控制消息时,会干扰其他ONU侧光模块与对应的

5 OLT侧光模块之间通信。为了解决这个问题,所述的消息数据字段可以进一步包括:容许的激光器谱宽字段或通道间隔字段或系统类型字段。当OLT侧光模块传递给ONU侧光模块的控制管理信息包括容许的激光器谱宽字段,设其值为0.4(表示0.4nm),则表示只允许激光器谱宽小于0.4nm的ONU侧光模块响应OLT侧光模块的控制消息。当OLT侧光模块传递给ONU侧光模块的控制消息包括通道间隔字段,假设其值为100(表示通道间

10 隔为100GHz),则表示只允许用于100GHz通道间隔的ONU侧光模块响应OLT侧光模块的控制消息。当OLT侧光模块传递给ONU侧光模块的控制消息包括系统类型字段,假设其值为1(假定:1表示粗波分复用;2表示100G通道间隔的密集波分;3表示50G通道间隔的密集波分;...),则表示只允许用于粗波分复用系统的ONU侧光模块响应OLT侧光模块的控制消息。

15 更具体地,以OLT侧光模块发送给ONU侧光模块的广播或多播SN-Request消息为例进行说明。假定OLT侧光模块发送的广播或多播SN-Request消息中包括表示容许激光器谱宽为0.4nm的容许激光器谱宽字段,ONU侧光模块监听到这个消息后,根据容许激光器谱宽字段判断本端的激光管器谱宽是否超过0.4nm,如果超过则不对此广播或多播SN-Request消息进行响应,如果激光器谱宽小于0.4nm,则向对端OLT光模块响应,在

20 ONU侧光模块配置或OLT侧光模块配置或OLT侧光模块选定的波长上发送SN-Response消息。

当消息帧为定长时,下面举例描述OLT侧光模块和ONU侧光模块进行光口自协商的所述的几种消息具体结构,实际消息结构也可以只包括其中的部分字段。

其中,所述的广播或多播SN Request消息,如表1所示,消息类型可以用一个字段表示,例如"000000001"表示该消息是广播或多播SN-Request消息,或者采用两个字段来表示,其中高4bit表示该消息是广播或多播消息,还是单播消息(此处0001表示为广播或组播消息),低4bit表示此消息类型为SN-Request消息。当采用两个字段来表示时,如果第一个字节为"000000001"则表示该消息为单播的SN-Request,如果第一个字节为"00010001"则表示该消息为广播或多播的SN-Request消息。

表1 广播或多播SN Request消息

字节(Octet)	内容(content)	描述(Decription)
-----------	-------------	----------------

1	0x01或0x11	消息类型,表示该消息为广播或多播SN-Request消息
2-4	149011	发送的波长为1490.11nm
5-7	155022	期望接收的波长为1550.22nm
8	1	通道间隔20nm的粗波分模块 1:表示通道间隔20nm 2:表示通道间隔10nm ... 20:表示通道间隔0.8nm 21:表示通道间隔0.4nm ...
9-24	未定义	未定义

表2 SN Response消息格式

字节(Octet)	内容(content)	描述(Decription)
1	0x02	消息类型,表示该消息为SN-Response
2-4	155022	发送的波长为155022nm
5-7	149011	接收到的波长为1490.11nm
8	1	通道间隔20nm的粗波分模块 1:表示通道间隔20nm 2:表示通道间隔10nm ... 20:表示通道间隔0.8nm 21:表示通道间隔0.4nm ...
9-24	XXXXXX...XX	ONU侧光模块的SN号或标识(16字节)

所述的控制消息帧，可以采用随机码来表示消息帧中的“0”和“1”或称为以随机码对控制消息帧进行编码或者称为以随机码对控制消息帧进行扩频。帧头字段可以采用 PN_m 表示其中的内容。所述的数据字段用 PN_n 表示其中的内容，例如“0”用 PN_n 表示，“1”用 $-PN_n$ 表示（ $-PN_n$ 指对 PN_n 信号求反的信号）。所述的PN指随机码，其中下标n、m表示随机码的PN的长度。所述帧头字段中表示数据的随机码长度m可以与所述的数据字段中表示数据内容的随机码长度n可以不同。当m不等于n时，可以采用1bit（可以为0或1，即可以用一个 PN_m 或 $-PN_m$ ）来代表所述的帧头。当m=n时，需要采用多个bit来（例如4个bit“1010”）来表示所述的帧头。

具体的，如图13所示，采用随机码（例如伪随机码）来表示控制消息帧，其中1101为所述控制功能模块产生的消息帧的二进制表示，以其中的三个bit“110”为例进行说明。对这个消息帧以随机码来进行编码，产生“ PN_x 、 PN_x 、 $-PN_x$ ”的编码后的序列1102，其中 PN_x 表示“1”， $-PN_x$ 表示“0”。以随机码对所述消息帧进行编码后产生的信号再对数据信号进行幅度重调制，生成最终在光纤中要传输的信号1103。

在以随机码对控制消息帧进行编码时，可以采用不同长度的随机序列来分别表示“1”和“0”，例如用 PN_a 表示“1”， PN_b 表示“0”， PN_a 和 PN_b 两个随机序列的长度不同。

所述的控制消息帧，也可以采用频率信号来进行编码或者称为采用频率信号对所述的控制消息帧进行调频。频率信号可以为方波的频率信号或正弦波的频率信号。所述的控制消息帧中的帧头字段和数据字段可以采用相同频率信号进行编码或者调频，也可以采用不同频率信号进行编码或调频。例如帧头字段中的“1”和“0”可以分别以1KHz，1.5KHz的信号来表示，而数据字段的“1”和“0”分别以4KHz，3KHz的信号来表示；帧头字段和数据字段的“1”和“0”也可以都分别采用1KHz，1.5KHz的信号来表示。当帧头字段和数据字段采用不同的频率信号来表示时，帧头还可以只用一段时间长度的频率表示，例如采用10毫秒的10KHz信号表示帧头。

以方波频率信号来对所述的控制帧进行编码或者调频时，可以图14所示的示意图来举例说明。假定以频率为 f_a 、 f_b 的方波信号分别表示“1”和“0”。原始帧1201中的数据“1001”采用频率为 f_a 和 f_b 的方波信号（或方波频率信号）进行编码后，得到1202所示的由“ f_a - f_b - f_b - f_a ”拼接而编码后的信号。最后编码后的信号对数据信号进行重调制（1203）或直接发送到对端。需要指出的是，这里只给出了重调制信号1203，当数据信号不存在时或还没有开启数据传输，直接把1202编码后的信号发送给对端。另外，当采用正弦波来对控制消息帧中的数据进行表示或编码时，与采用方波信号类似，不做赘述。

进一步的，也可以采用同一个频率，利用相反相位的信号来分别表示控制消息中

的”1”和”0”。

进一步地，本发明实施例还提供了一种局端设备，所述局端设备上设有上述实施例提供的OLT侧的光模块。

- 进一步地，本发明实施例还提供了一种终端设备，所述终端设备上设有上述实施例
- 5 提供的ONU侧的光模块。

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。

权 利 要 求 书

1、一种光口自协商的方法，其特征在于，包括：

a: 选择一个下行接收波长；

5 b: 在所述下行接收波长上，侦听下行消息，如果收到来自对端光模块的波长空闲消息，则进入c；否则，如果在设定或固定时间内，未收到波长空闲消息时，则返回至a，其中，所述波长空闲消息用于标识所述下行接收波长未被占用或未被分配；

 c: 在与所述下行接收波长对应的上行波长上发送波长申请消息，如果在下行方向上收到表示波长允许消息，则转到d，否则，返回到a或b，其中，波长申请消息用于标识
10 所述光模块向所述对端光模块请求分配所述波长，波长允许消息用于标识所述对端光模块将所述波长分配至所述光模块；

 d: 所示光模块置位光口自协商成功标志位。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

 上下行波长对应关系以表格形式存储在所述光模块中，所述对应关系事先约定或者
15 由光网络单元ONU设备通过其与ONU侧的所述光模块之间的接口动态配置；或者通过控制消息来传递给ONU侧的所述光模块的处理器。

 3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，如果所述下行波长与上行波长的对应关系是事先约定或动态配置的，所述光模块在发送所述波长申请消息前的任何时刻设定其发送组件的工作波长或发送波长。

20 4、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，如果所述下行波长与上行波长的对应关系是通过控制消息传递的，则在收到来自所述对端光模块的波长空闲消息后，发送波长申请消息前设定其发送组件的工作波长或上行波长。

 5、根据权利要求1~4任意一项所述的方法，其特征在于，所述波长空闲消息、所述波长允许消息为广播或多播消息。

25 6、根据权利要求1~5任意一项所述的方法，其特征在于，所述波长申请的消息帧包括本端发送波长字段，其中，所述本端发送波长字段采用绝对值、或者相对值、或者通道编号来表示波长信息。

 7、根据权利要求1~6任意一项所述的方法，其特征在于，所述波长空闲消息帧包括容许的激光器谱宽字段，或者通道间隔字段，或者系统类型字段。

30 8、根据权利要求1~7任意一项所述的方法，其特征在于，所述波长空闲消息帧采用

随机码进行编码。

9、根据权利要求8所述的方法，其特征在于，所述波长空闲消息帧的帧头字段中表示数据的随机码长度M与数据字段中表示数据内容的随机码N长度相同时，采用多个比特来表示所述帧头；当M与N不不同时，采用1比特来表示所述帧头。

5 10、根据权利要求8所述的方法，其特征在于，当以随机码对所述表示波长空闲消息进行编码时，采用不同长度的随机序列来分别表示0和1。

11、根据权利要求1~7任意一项所述的方法，其特征在于，所述波长空闲消息帧采用方波的频率信号或者正弦波的频率信号进行编码。

12、一种光口自协商的方法，其特征在于，包括：

10 本端光模块周期性发送波长空闲消息至对端光模块，并在上行方向监听，其中，所述波长空闲消息用于标识第一波长为空闲波长或第一波长未被占用或未被分配；

当收到所述对端光模块发送的请求分配第一波长的消息时，暂停发送所述波长空闲信息；

向所述对端光模块发送波长申请成功的消息；

15 当收到所述对端光模块发送的响应消息，内部状态置位，所述置位用于标识波长协商完成。

13、根据权利要求12所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

在所述内部状态置位前，发送波长确认消息至所述对端光模块。

14、根据权利要求12或13所述的方法，其特征在于，还包括：

20 当所述本端光模块的发送组件和接收组件是波长可调或可调波长的组件时，所述光模块根据配置信息，设置发送组件和接收组件的工作波长。

15、根据权利要求12所述的方法，其特征在于，所述波长空闲消息、所述波长申请成功消息采用频移键控FSK编码。

25 16、根据权利要求15所述的方法，其特征在于，所述波长空闲消息、所述波长申请成功消息以扩频方式编码，所述扩频方式用于标识对原始的0、1信号通过随机码进行扩频，再与数据信号叠加后进行传输。

17、一种光模块，包括发送组件、处理组件、接收组件，其特征在于，包括：

所述接收组件用于选择一个下行接收波长；

30 所述处理组件用于在所述选择的下行接收波长上，侦听下行消息，如果收到来自对端光模块的波长空闲消息，则通过所述发送组件在上行波长上发送波长申请消息；

所述处理组件还用于当所述接收组件在下行方向上接收到表示波长允许消息时，置

位所述光模块的光口协商成功标志位。

18、根据权利要求17所述的光模块，其特征在于，所述光模块还包括存储组件，其中所述存储组件用于存储上下行波长对应关系。

19、根据权利要求17所述的光模块，其特征在于，如果所述下行波长与上行波长的对应关系是事先约定或动态配置的，所述光模块在发送所述波长申请消息前的任何时刻
5 设定其发送组件的工作波长或发送波长。

20、根据权利要求17所述的光模块，其特征在于，如果所述下行波长与上行波长的对应关系是通过控制消息传递的，则在收到来自所述对端光模块的波长空闲消息后，发送波长申请消息前设定其发送组件的工作波长或上行波长。

10 21、根据权利要求17~20任意一项所述的光模块，其特征在于，所述波长申请的消息帧包括本端发送波长字段，其中，所述本端发送波长字段采用绝对值、或者相对值、或者通道编号来表示波长信息。

22、根据权利要求17~21任意一项所述的光模块，其特征在于，所述波长空闲消息帧包括容许的激光器谱宽字段，或者通道间隔字段，或者系统类型字段。

15 23、根据权利要求17~22任意一项所述的光模块，其特征在于，所述波长空闲消息帧采用随机码进行编码。

24、根据权利要求23所述的光模块，其特征在于，所述波长空闲消息帧的帧头字段中表示数据的随机码长度M与数据字段中表示数据内容的随机码N长度相同时，采用多个比特来表示所述帧头；当M与N不相同时，采用1比特来表示所述帧头。

20 25、根据权利要求23所述的光模块，其特征在于，当以随机码对所述表示波长空闲消息进行编码时，采用不同长度的随机序列来分别表示0和1。

26、根据权利要求17~22任意一项所述的光模块，其特征在于，所述波长空闲消息帧采用方波的频率信号或者正弦波的频率信号进行编码。

27、一种光模块，包括发送组件、接收组件、处理组件，其特征在于，

25 所述发送组件周期性发送波长空闲消息至对端光模块，并通过接收组件（610）在上行方向监听，其中，所述波长空闲消息用于标识第一波长为空闲波长或第一波长未被占用或未被分配；

当所述接收组件收到所述对端光模块发送的请求分配第一波长的消息时，暂停发送所述波长空闲信息；

30 发送组件还用于向所述对端光模块发送波长申请成功的消息；

当接收组件收到所述对端光模块发送的响应消息，处理组件用于进行内部状态置

位，所述置位用于标识波长协商完成。

28、根据权利要求27所述的光模块，其特征在于，所述发送组件还用于在所述内部状态置位前，发送波长确认消息至所述对端光模块。

29、根据权利要求27或28所述的光模块，其特征在于，

5 当所述本端光模块的发送组件和接收组件是波长可调或可调波长的组件时，所述光模块根据配置信息，设置发送组件和接收组件的工作波长。

30、根据权利要求27所述的光模块，其特征在于，所述波长空闲消息、所述波长申请成功消息采用频移键控FSK编码。

10 31、根据权利要求27所述的光模块，其特征在于，所述波长空闲消息、所述波长申请成功消息以扩频方式编码，所述扩频方式用于标识对原始的0、1信号通过随机码进行扩频，再与数据信号叠加后进行传输。

32、一种局端设备，其特征在于，所述局端设备包括如权利要求27~31任意一项所述的光模块。

15 33、一种终端设备，其特征在于，所述终端设备包括如权利要求17~26任意一项所述的光模块。

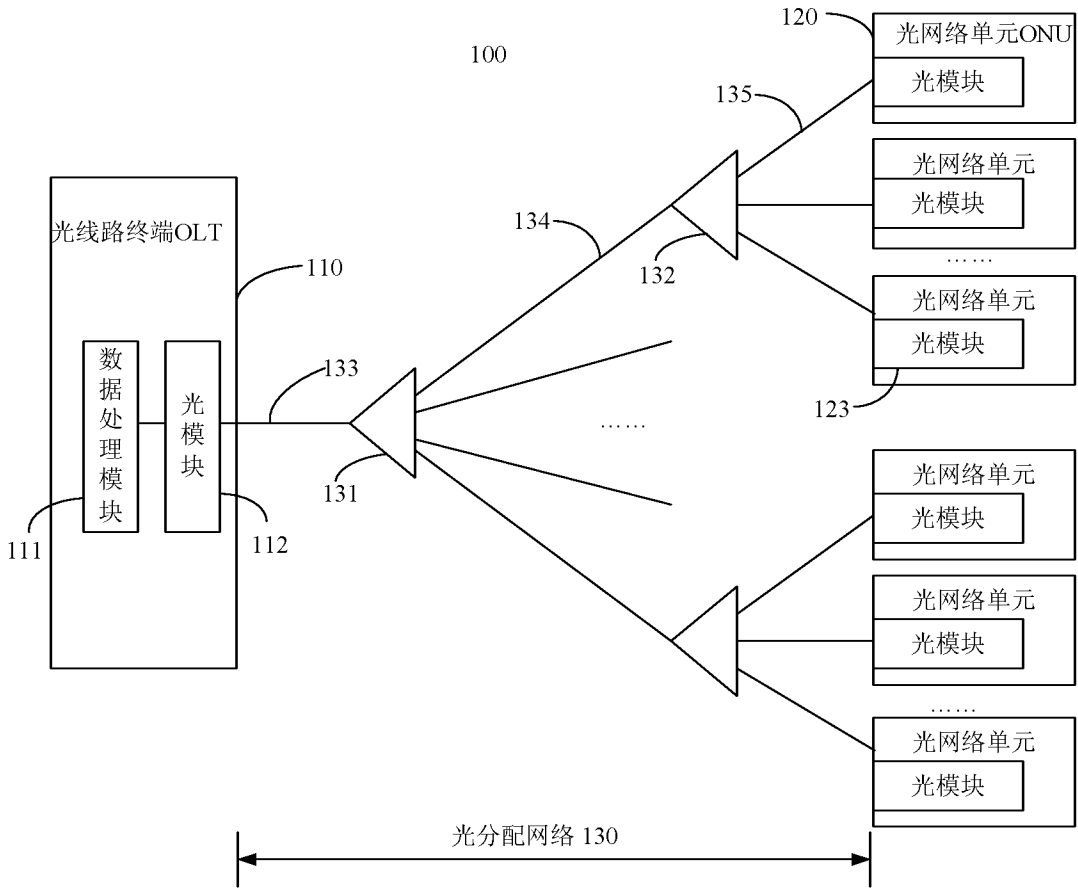


图 1

100

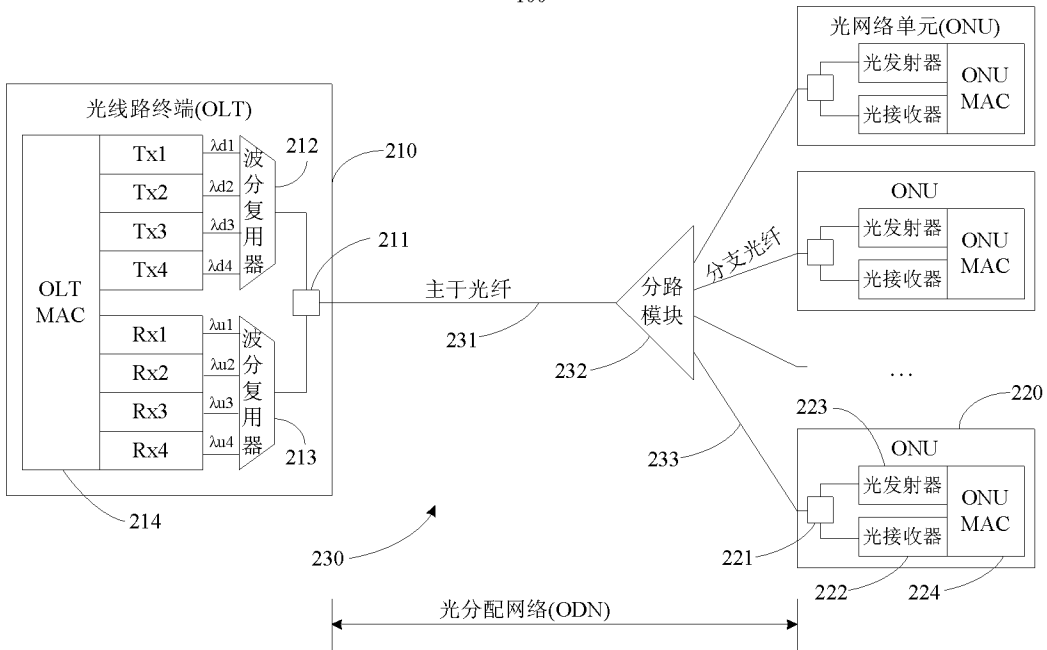


图 2

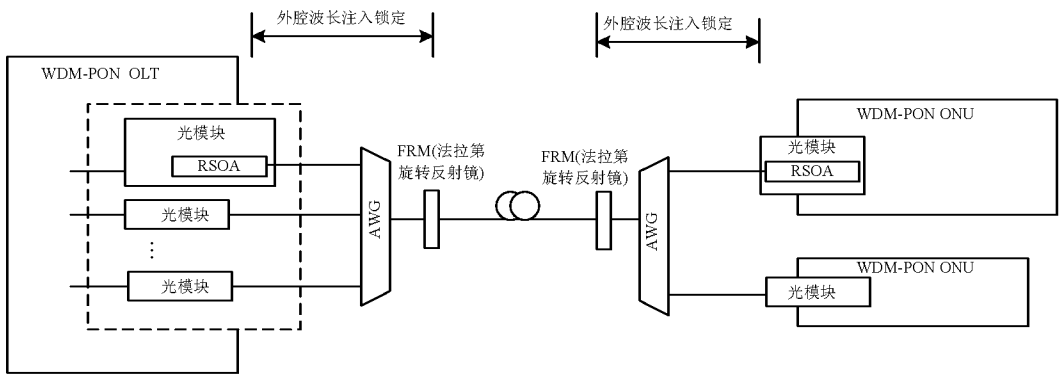


图 3

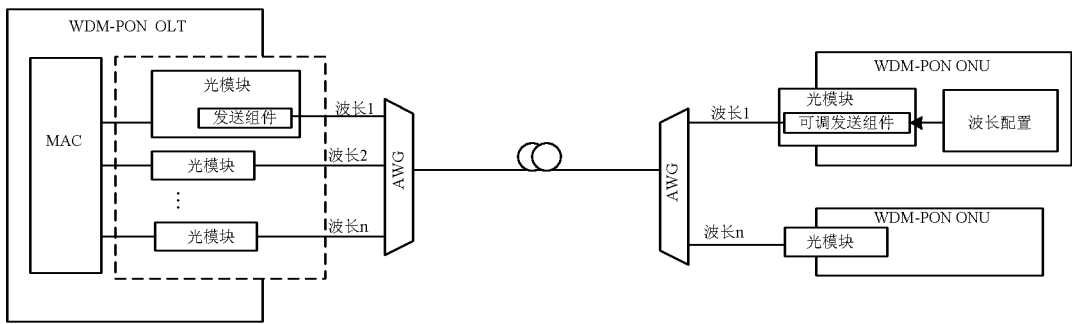


图 4

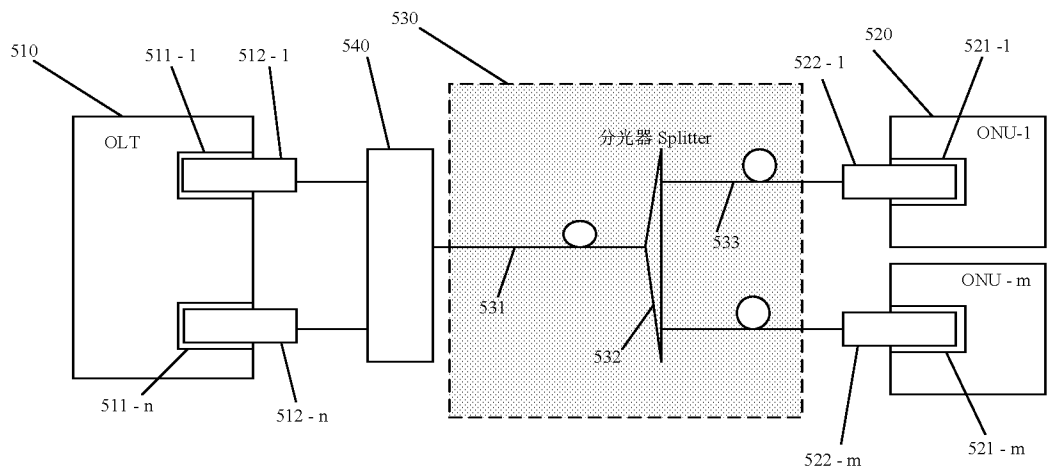


图 5

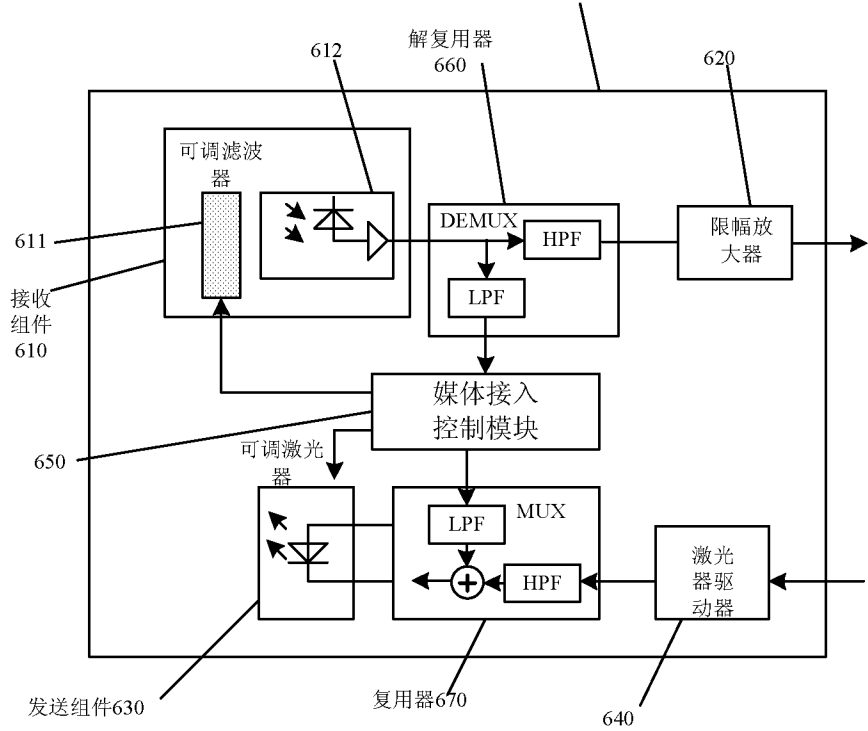


图 6

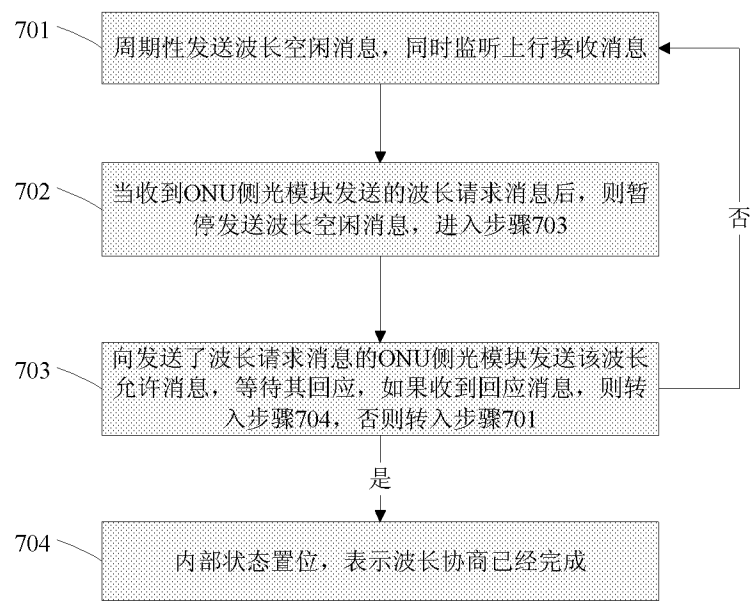


图 7

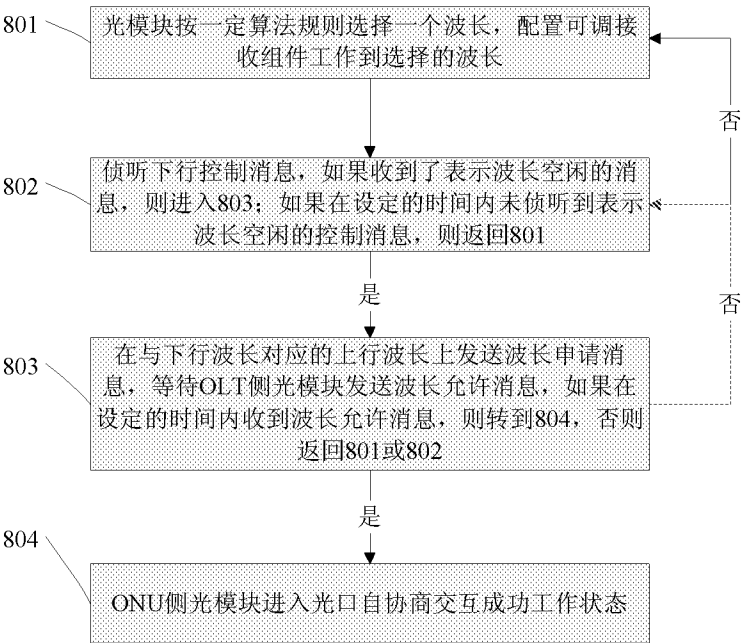


图 8

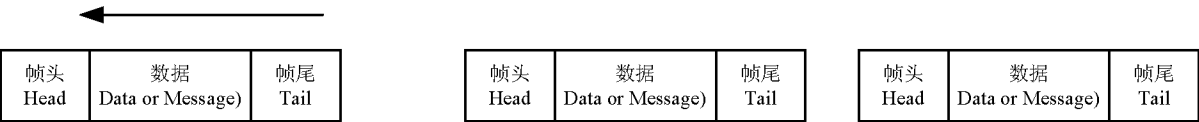


图 9



图 10

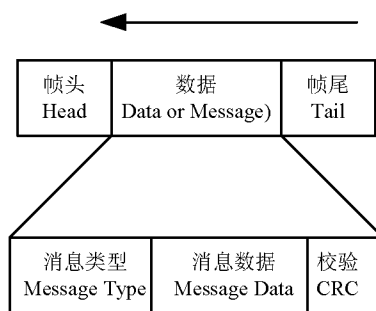


图 11

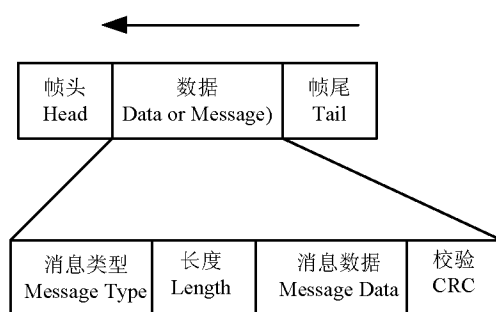


图 12

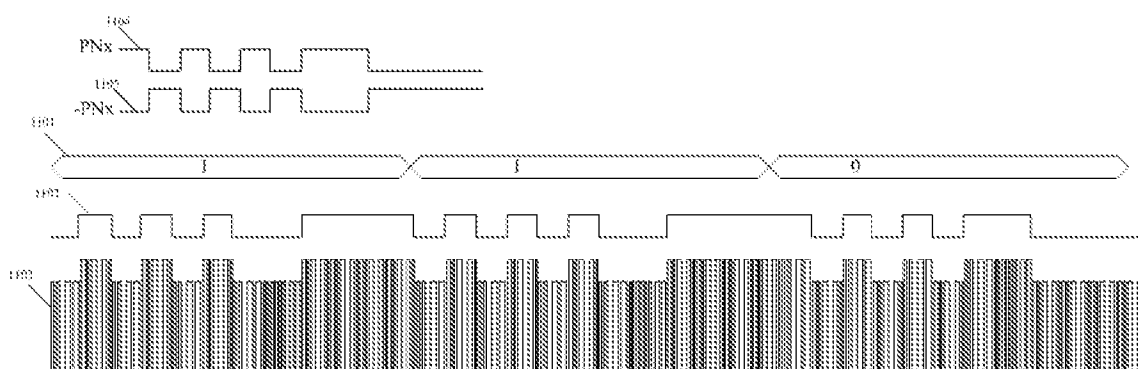


图 13

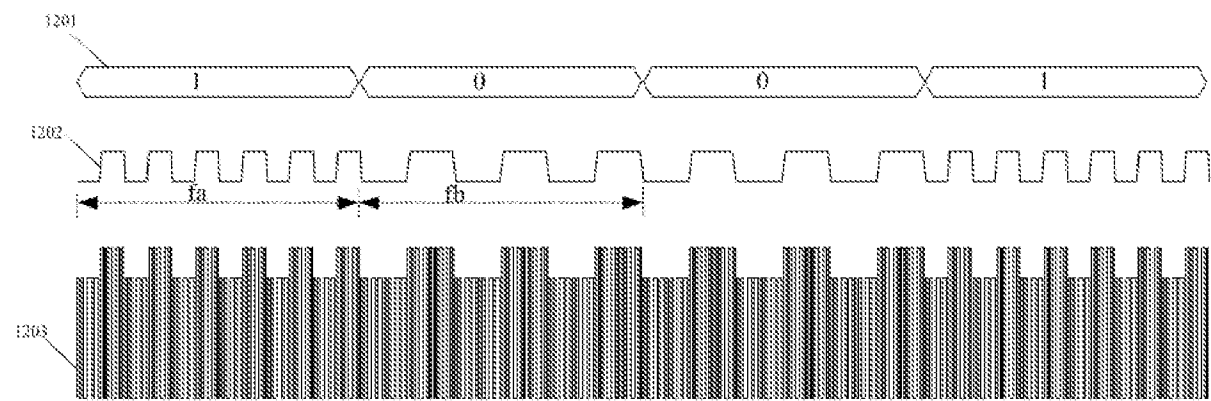


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/090325**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H04Q 11/00 (2006.01) i; H04B 10/07 (2013.01) i; H04J 14/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04Q; H04B; H04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI: optical port, optical module, wavelength, negotiate, distribute, select, idle, use, occupy

VEN: optical port, optical module, wavelength, negotiat+, distribut+, allot+, select+, used, occup+, assign+, vacancy

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102104812 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 22 June 2011 (22.06.2011), abstract, and description, paragraphs [0031]-[0055] and [0177]	1-33
A	CN 101213776 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORPORATION), 02 July 2008 (02.07.2008), the whole document	1-33
A	CN 102065343 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 18 May 2011 (18.05.2011), the whole document	1-33

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 08 July 2015 (08.07.2015)	Date of mailing of the international search report 29 July 2015 (29.07.2015)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer CAI, Guoli Telephone No.: (86-10) 62087675

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/090325

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102104812 A	22 June 2011	CN 102104812 B	09 October 2013
CN 101213776 A	02 July 2008	KR 20070101296 A	16 October 2007
		CA 2601559 A1	02 August 2007
		EP 1978653 A4	16 March 2011
		CA 2601559 C	30 April 2013
		JP 4827850 B2	30 November 2011
		US 8014672 B2	06 September 2011
		EP 1978653 A1	08 October 2008
		US 2009016726 A1	15 January 2009
		WO 2007086514 A1	02 August 2007
		KR 100917852 B1	18 September 2009
CN 102065343 A	18 May 2011	CN 102065343 B	02 October 2013

A. 主题的分类		
H04Q 11/00 (2006.01)i; H04B 10/07 (2013.01)i; H04J 14/02 (2006.01)i		
按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)		
H04Q; H04B; H04J		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))		
CNABS; CNTXT; CNKI: 光口, 光模块, 波长, 协商, 分配, 选择, 空闲, 使用, 占用 VEN: optical port, optical module, wavelength, negotiat+, distribut+, allot+, select+, used, occup+, assign+, vacancy		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 102104812 A (华为技术有限公司) 2011年 6月 22日 (2011 - 06 - 22) 摘要, 说明书第[0031]-[0055]、[0177]段	1-33
A	CN 101213776 A (日本电信电话株式会社) 2008年 7月 2日 (2008 - 07 - 02) 全文	1-33
A	CN 102065343 A (华为技术有限公司) 2011年 5月 18日 (2011 - 05 - 18) 全文	1-33
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2015年 7月 8日		2015年 7月 29日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		蔡国利
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62087675

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/090325

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102104812	A	2011年 6月 22日	CN	102104812	B	2013年 10月 9日
CN	101213776	A	2008年 7月 2日	KR	20070101296	A	2007年 10月 16日
				CA	2601559	A1	2007年 8月 2日
				EP	1978653	A4	2011年 3月 16日
				CA	2601559	C	2013年 4月 30日
				JP	4827850	B2	2011年 11月 30日
				US	8014672	B2	2011年 9月 6日
				EP	1978653	A1	2008年 10月 8日
				US	2009016726	A1	2009年 1月 15日
				WO	2007086514	A1	2007年 8月 2日
				KR	100917852	B1	2009年 9月 18日
CN	102065343	A	2011年 5月 18日	CN	102065343	B	2013年 10月 2日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)