

(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  
2015年10月15日 (15.10.2015)



(10) 国际公布号  
WO 2015/154267 A1

- (51) 国际专利分类号:  
H04B 10/071 (2013.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/075026
- (22) 国际申请日: 2014年4月10日 (10.04.2014)
- (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: 周小平 (ZHOU, Xiaoping); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 殷锦蓉 (YIN, Jinrong); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 陈聪 (CHEN, Cong); 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, LT, 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, 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 TIME DOMAIN REFLECTOMETER IMPLEMENTATION APPARATUS AND SYSTEM

(54) 发明名称: 一种光时域反射仪实现装置及系统

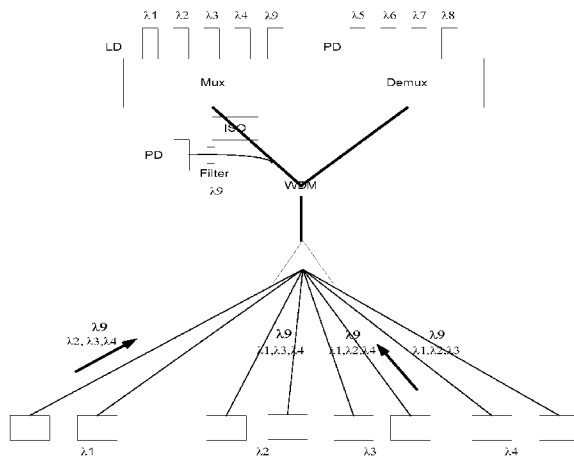


图 10 / Fig. 10

(57) Abstract: Disclosed are an optical time domain reflectometer (OTDR) implementation apparatus and a system, comprising: M transmitters used for transmitting M types of optical waves of different wavelengths, M being greater than or equal to 2; a processor, used for controlling an OTDR testing circuit to load an OTDR testing signal on a first transmitter, the first transmitter being used only for loading the OTDR testing signal, the remaining M-1 transmitters being used for transmitting downlink optical signals, and the downlink optical signals being high-frequency signals; the OTDR testing circuit, used for generating the OTDR testing signal, the OTDR testing signal being a low-frequency signal; and M receivers, the first receiver being connected to an egress link of the M transmitters, and the remaining M-1 receivers being connected to a demultiplexer and being used for receiving uplink signals of multiple channels. The technical solution can solve the problem of using the OTDR to test reflected light in a TWDM-PON.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2015/154267 A1

---

本发明公开了一种光时域反射仪 OTDR 实现装置及系统，包括 M 个发射机，用于发射 M 种不同波长的光波，M 大于等于 2；处理器，用于控制所述 OTDR 检测电路在第一发射机上加载 OTDR 检测信号，其中，第一发射机只用于加载 OTDR 检测信号，其余 M-1 个发射机用于发射下行光信号，所述下行光信号为高频信号；OTDR 检测电路，用于产生 OTDR 检测信号，所述 OTDR 检测信号为低频信号；M 个接收机，其中，第一接收机连接在所述 M 个发射机出口链路上，其余 M-1 个接收机连接在分波器之后，用于多路上行信号的接收。通过以上技术方案，可以解决 TWDM-PON 中，采用 OTDR 检测反射光的问题。

## 一种光时域反射仪实现装置及系统

### 技术领域

本发明涉及通信领域，尤其涉及一种光时域反射仪实现装置及系统。

### 背景技术

5       **错误！未找到引用源。**所示为无源光网络（Passive Optical Network, PON）系统的结构示意图，如图 1 所示，该系统包括以下三部分：光线路终端（Optical Line Termination, 简称 OLT）、光分配网络（Optical Distribution Network, 简称 ODN）、和光网络单元（Optical Network Unit, 简称 ONU）。在 PON 系统中，从 OLT 到 ONU/ONT 方向的传输成为下行，  
10 反之为上行，下行数据因为光的特性是由 OLT 广播到各 ONU 的，各 ONU 的上行数据发送由 OLT 分配发送时隙，上行方向采用时分复用传输。ODN 为无源分光器件，将 OLT 下行的数据传输到各个 ONU，同时将多个 ONU 的上行数据汇总传输到 OLT；ONU 为 PON 系统提供用户侧接口，上行与 ODN 相连。ODN 一般分为三个部分：无源光分路器（Splitter）、主干光纤、和分支光纤。对于一般的 PON 系统，下行和上行分别用一个不同的  
15 波长。从 OLT 到 ONU 方向称为下行方向，在 G/EPON（Gigabit PON/Ethernet PON，吉比特无源光网络/以太网无源光网络）网络中采用 1490nm 中心波长，从 ONU 到 OLT 方向称为上行方向，在 G/EPON 网络中采用 1310nm 中心波长。

20       由于 PON 网络是一个树形的结构，一个中心局的 OLT 下面挂着很多个 ONU，因此如何维护网络的稳定，如何进行故障定责成为当前关注的热点。

      目前业界的通用手段是采用光时域反射仪(Optical Time Domain Reflectometer, 简称 OTDR)的方式来对光网络进行故障检测和定位。光时  
25 域反射仪的基本原理是利用光波在光纤网络中传播时所产生的后向反射，将某一波长的光入射到光纤网络中，然后通过测量对应反射光能量的大小来体现光网络的状况，如图 2 的现有技术一为例进行说明。1490nm 是下

行光，1310nm 是上行光，1310nm 光可以穿透 TFF 滤波片进入 b 通道被光探测器（Photo Detector，简称 PD）检测到，而 1490nm 的下行光携带 OTDR 测试信号，经过薄膜滤波器（Thin Film Filter，简称 TFF）反射后从 a 通路进入到 PON 网络中，在 PON 网络的反射光信号返回到 a 通道后  
5 再经过 TFF 滤波片反射后经过分路器进入到 d 通道，被 1490nm 的 PD 检测到，由于光在光纤中的速度是可预估的，反射光强随时间的变化曲线也即对应着反射光强随距离的变化曲线，故可以根据反射光强的变化来判断在多远距离出现了什么故障。例如测到一个大的反射光能量，意味着可能在该特定距离上出现了光纤断裂的问题，如果测到一个能量衰减，意味着  
10 可能在该特定距离上出现了光纤弯曲的问题，进而进行故障排查。

作为下一代的 PON 技术 TWDM-PON（Time Wave Division Multiplexing Passive Optical Network，时分波分复用无源光网络）来说，对于如何采用 OTDR 来判断光纤故障，并没有解决方案。

## 发明内容

15 本发明的实施例提供一种光时域反射仪 OTDR 的实现装置及系统，能够解决如何在 TWDM-PON 网络中采用 OTDR 检测光纤故障，进而进行故障排查的问题。

为达到上述目的，本发明的实施例采用如下技术方案：

第一方面，一种光时域反射仪 OTDR 实现装置，包括：

20 多个发射机，用于发射多路不同波长的光波；

OTDR 检测电路，用于产生 OTDR 检测信号；

处理器，用于选择至少任意两路光波加载 OTDR 检测信号，其中所述 OTDR 检测信号为低频信号；

多个接收机，其中第一接收机连接在所述多个发射机的出口链  
25 路上，用于接收所述携带 OTDR 检测信号的至少两路光波的反射信号，并将所述反射信息传输至 OTDR 检测电路进行检测；其他接收机连接分波器，用于分别接收多路上行信号。

第二方面，一种 OTDR 实现的装置，包括：

M 个发射机，用于发射 M 路不同波长的光波，M 大于等于 2；

处理器，用于将第一路下行光信号加载到第二路光波上，调整  
5 第一光网络单元 ONU 的接收波长由第一路波长转为所述第二路波  
长，其中，所述第一 ONU 与第一路光波对应；

OTDR 检测电路，用于在所述第一路光波上加载 OTDR 检测信  
号，其中，所述 OTDR 检测信号为低频信号；

M+1 个接收机，其中第一接收机连接在所述 M 个发射机的出口  
链路上，用于接收所述携带 OTDR 检测信号的一路光波的反射信号；  
10 其余 M 个接收机连接在分波器后，用于分别接收多路上行信号。

第二方面，一种 OTDR 实现的装置，包括：

M 个发射机，用于发射 M 种不同波长的光波，M 大于等于 2；

处理器，用于控制所述 OTDR 检测电路在第一发射机上加载 OTDR 检  
测信号，其中，第一发射机只用于加载 OTDR 检测信号，其余 M-1 个发射  
15 机用于发射下行光信号，所述下行光信号为高频信号；

OTDR 检测电路，用于产生 OTDR 检测信号，所述 OTDR 检测信号为  
低频信号；

M 个接收机，其中，第一接收机连接在所述 M 个发射机出口链路上，  
其余 M-1 个接收机连接在分波器之后，用于多路上行信号的接收。

20 第四方面，一种无源光网络 PON，包括光线路终端 OLT 和光网  
络单元 ONU，所述 OLT 和所述 ONU 通过光分配网络 ODN 相连，其  
特征在于，所述 OLT 包括如第一方面所述的装置，或者包括如第二  
方面所述的装置，或者包括如第三方面所述的装置。

通过将以上技术方案应用于 TWDM-PON 中，可以解决当 TWDM-PON  
25 的网络出现故障时，采用 OTDR 接收到发射的光信号，从而得到整个 ODN  
网络故障的信息。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

5 图 1 为 PON 系统结构示意图；

图 2 为内置式光时域反射仪 EOTDR 功能实现示意图；

图 3 为本发明的实施例提供的 TWDM-PON 系统结构图；

图 4 为本发明实施例提供的 TWDM-PON 的 ONU 功能示意图；

图 5 为内置式和外置式 OTDR 的测试方式示意图；

10 图 6 为本发明的实施例提供的一种 TWDM-PON 进行 OTDR 检测的示意图；

图 7 为本发明实施例提供的带滤波器的 TWDM-PON 的 OLT 功能模块结构示意图；

15 图 8 为本发明实施例提供的处于正常工作状态的 TWDM-PON 结构示意图；

图 9 为本发明实施例提供的处于 OTDR 状态的 TWDM-PON 结构示意图；

图 10 为本发明实施例提供的增加一额外检测波长的 TWDM-PON 结构示意图；

## 20 具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的  
25 范围。

作为下一代的 PON 技术，TWDM-PON 在 PON 的架构的基础上进行了继承和发展。与 PON 相同的是，整个 ODN 网络结构不变，不同点在于

上下行的波长数量由一个增加至 4 个或者更多，具体如图 3 所示。图 3 是本发明实施例提供的一种 TWDM-PON 的系统结构图，以 4 个波长为例，下行方向，OLT 端的四个发射机分别发出四个不同的波长，经过合波器，进入主干光纤，然后再到达 ONU。对 ONU 的接收机，只选择其中一个波  
5 长进行接收，因此需要在接收机前，增加一个滤波器，由于要选择四个波长中的一个，因此不同的 ONU，可以准备四种不同的滤波器；也可以选用可调滤波器，根据实际需要配置到不同的波长，从而减小滤波器的种类。在上行方向，任一 ONU 也发出四种上行波长的一种，因此在任一时刻，ODN 网络中都有四种上行光。和滤波器一样，ONU 的发射机可以选用四  
10 种不同的激光器，也可以采用一种可调激光器，根据需要，调节到特定的波长，从而减少 ONU 的种类。上行的四个波长进入光分配网络后，到达 OLT 的分波器。该分波器把四种不同波长的上行光分开，进入到不同的接收机。在 OLT 和 ONU 的波分复用器（Wavelength Division Multiplexing，简称 WDM）是用于把上下行波长汇聚或分离的滤波器。

15 图 4 为本发明实施例提供的 TWDM-PON 的 ONU 的功能示意图。来自 OLT 的多个波长，会经过光纤和分光器，全部到达 ONU 的前端。但是每个 ONU 只会选择其中一路光波，其中所述光波上承载着与该 ONU 对应的信息。因此在光信号被接收之前，需要有一个可调滤波器，滤出其中的一路波长，而把其他的三路波长全反射或散射掉。在不考虑 OTDR 保护的情况下，上述的三路光是被浪费掉的，但它们完全可以用于检验网络的故障情况。只需要通过合理的控制可调滤波器的角度，让反射的三路光波返  
20 回到光纤中，并最终回到 OLT 即可。以下的各个实施例，通过处理这些返回的信号，进而检测整个 ODN 网络故障的信息。

需要指出的是，OTDR 装置分为外置 OTDR 和内置 OTDR 两种，如图  
25 5 所示。外置 OTDR 是指采用大型独立的 OTDR 设备通过分光器接入光网络来进行测量监控，OTDR 发射和接收功能都在光模块外部实现。内置 OTDR 是指将 OTDR 发射和接收功能集成到光模块内部，以实现小型化集

成，内置式 OTDR 也称为嵌入式光时域反射仪（Embedded OTDR，简称 EOTDR），由于 EOTDR 一般采用重用 OLT 的光模块 LD（Laser Diode，激光二极管）或 PD（Photo Detector，光电探测器），相对于外置方式成本更加低廉，集成化程度高，因而成为关注热点。

5 以下各个实施例既可以应用于内置 OTDR，也可以应用于外置 OTDR，下面结合具体实施例进一步描述本发明。

实施例一、

本发明实施例提供一种 OTDR 实现装置，包括：

多个发射机，用于发射多路不同波长的光波；

10 OTDR 检测电路，用于产生 OTDR 检测信号；

处理器，用于选择所述多路光波中的至少两路光波加载 OTDR 检测信号，其中所述 OTDR 检测信号为低频信号；

多个接收机，其中第一接收机连接在所述多个发射机的出口链路上，用于接收所述加载 OTDR 检测信号的两路光波的反射信号；

15 其他接收机连接在分波器 Demux 后，用于正常的多路上行信号的分别接收。

其中，所述多个发射机发射的光波中分别加载下行光信号，所述下行光信号为高频信号。

20 可选地，处理器用于选择至少两路光波加载 OTDR 检测信号，具体包括：在所述至少两路光波的第一路光波上，加载第一频率的 OTDR 检测信号；在所述两路光波的第二路光波上，加载第二频率的 OTDR 检测信号，其中，第一频率和第二频率不同。

25 可选地，处理器用于选择至少两路光波加载 OTDR 检测信号，包括：在第一时间，在所述两路光波的第一路光波上加载 OTDR 检测信号；在第二时间，在所述两路光波的第二路光波上加载 OTDR 检测信号，其中，第一时间和第二时间不同。

可选地，所述 OTDR 实现装置还包括一光滤波器，连接于所述

第一接收机的前面，用于当接收所述至少两路光波的反射信号，传输到所述第一接收机，滤除所述其他多路光波的反射信号。

可选地，所述第一接收机接收加载 OTDR 检测信号的反射信号后，传输至处理器进行进一步处理。

5 可选地，所述光滤波器为可调滤波器。

可选地，所述 OTDR 实现装置还包括一电滤波器，连接于所述光滤波器的前面，用于区分所述第一频率的 OTDR 检测信号和所述第二频率的 OTDR 检测信号。

相应的，本发明实施例还提供一种 OTDR 实现的方法，包括：

10 在多路下行光波中的至少两路光波上加载 OTDR 检测信号，并发送，其中，所述 OTDR 检测信号为低频信号；

接收所述两路光波的反射信号。

15 可选地，在多路下行光波中的至少两路光波上加载 OTDR 检测信号，具体包括：在所述两路光波的第一路光波上，加载第一频率的 OTDR 检测信号；在所述两路光波的第二路光波上，加载第二频率的 OTDR 检测信号。

20 可选地，在多路下行光波中的至少两路光波上加载 OTDR 检测信号，具体包括：在第一时间，在所述两路光波的第一路光波上加载 OTDR 检测信号，并发送；在第二时间，在所述两路光波的第二路光波上加载 OTDR 检测信号，并发送。

可选地，接收所述两路光波的反射信号，包括：

接收第一路光波的发射信号；

接收第二路光波的反射信号；

滤除其他反射信号。

25 可选地，所述方法还包括：

将所述第一路光波的反射信号和所述第二路光波的反射信号，分离为两路，并分别处理。

下面结合具体应用场景，进一步描述本发明实施例。

图6是本发明实施例一提供的TWDM-PON进行OTDR检测的示意图。

如图6所示，OLT的发射端LD，四个波长 $\lambda_1$ ， $\lambda_2$ ， $\lambda_3$ ， $\lambda_4$ 的光经过Mux（也可称为合波器）合成一路，通过ISO（隔离器）后，进入同一根光纤。同时，  
5 该OLT的接收端，会接收来自所有ONU发送的总共四个波长 $\lambda_5$ ， $\lambda_6$ ， $\lambda_7$ ， $\lambda_8$ 。在经过Demux（分波器）分波后，分别进入四个不同的PD接收机。下行的四个波长和上行的四个波长，通过WDM滤波器分开。下行的四个波长，经过一段光纤传输后，通过POS分光器，经过每根分支光纤，均匀得分成很多路（一般是4、8、16、32、64等），到达所有的ONU。由此可以看出，  
10 到达每个ONU时，四个下行波长都是存在的。在图6所示中，我们假定前两个ONU接收波长 $\lambda_1$ ，第三、四个ONU接收波长 $\lambda_2$ ，第五、六个ONU接收 $\lambda_3$ ，第七、八个ONU接收 $\lambda_4$ 。根据图6所示，每个ONU会把其他三个波长全部返回。因此，前两个ONU反射 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ ，第三、四个ONU接收波长 $\lambda_1$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ ，第五、六个ONU接收波长 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ ，第七、八个ONU接收波长 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 。  
15 比较这四组发射波长，我们可以发现，反射的波长中，必定包含了 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 之一（或者 $\lambda_2$ 和 $\lambda_3$ 之一，或者 $\lambda_3$ 和 $\lambda_4$ 之一，或者 $\lambda_1$ 和 $\lambda_4$ 之一），即必定有任意的两个波长（为论述方便，我们选择 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ ），会从所有的ONU中返回，经过所有的分支光纤，穿透POS分光器，最终返回到OLT。

具体的，我们在 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 上，加载低频的检测信息，连同原有的高频信息数据，一起发射进入到ONU。而接收 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 光波的ONU，只会取出其中的  
20 高频信息，而丢弃低频信号，因此下行信号可以正常接收；而对部分不接收 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 的ONU，会把所有的低频和高频信号一起反射回OLT。由于该反射信号和下行信号是一致的，因此它们在到达WDM滤波器时，不会进入右边的接收机，而只会回到左边的发射机。为了正常接收该反射信号，我们  
25 需要额外的在发射器出口处，增加一条支路，让反射回的光信号进入到该接收机。在该接收机中，通过电滤波器，只取出低频的检测信号，而滤去高频的数据信息。通过上述过程，即可基本完成故障检测。

在上述方案中，会出现 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 同时进入OLT发射端的接收机的问题，由此会导致信号干扰。这里，可以通过时分复用的方式，让 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 的低频信号，交替调制，即当 $\lambda_1$ 上有低频信号时， $\lambda_2$ 上的低频信号就关闭；或者当 $\lambda_2$ 上有低频信号时， $\lambda_1$ 上的低频信号就关闭，从而确保只有一路低频信号进入该接收机。或者，也可以通过频分复用的方式，在 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 上加载不同频率的低频信号。那么即便两组低频信号都被接收，我们依然可以通过电滤波器的方式，把两者区分开来。

另外，虽然只有 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 上加载了低频信号，但是， $\lambda_3$ 和 $\lambda_4$ 也同样会进入到OLT发射端的接收机中。该信号会成为噪音，影响低频信号的检测效果。为了进一步提高性能，我们可以在接收机前面加一个光滤波器（图7中只示出了电滤波器，没有示出光滤波器），该光滤波器可以将高频的 $\lambda_3$ 和 $\lambda_4$ 滤除，接收 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 。

本发明实施通过在至少两路光波上加载低频的检测信号，并通过在接收机前面设置电滤波器，获取的该检测信号，进而实现在TWDM-PON中进行OTDR检测。

#### 实施例二、

本发明实施例还提供一种 OTDR 实现的装置，包括：

M 个发射机，用于发射 M 路不同波长的光波，M 大于等于 2；  
处理器，用于将第一路下行光信号加载到第二路光波上，调整第一光网络单元 ONU 的接收波长由第一路波长转为所述第二路波长，其中，所述第一 ONU 与第一路光波对应；

OTDR 检测电路，用于在所述第一路光波上加载 OTDR 检测信号，其中，所述 OTDR 检测信号为低频信号；

M+1 个接收机，其中第一接收机连接在所述 M 个发射机的出口链路上，用于接收所述携带 OTDR 检测信号的一路光波的反射信号；其余 M 个接收机连接在分波器 Demux 后，用于正常的多路上行信号的分别接收。

可选地，调整第一光网络单元 ONU 的接收波长由第一路波长转为所述第二路波长，具体包括：处理器下发控制消息至第一 ONU，所述控制消息用于通知所述第一 ONU 由第一光波波长调整为第二光波波长。

5 其中，所述控制消息通过物理层操作管理消息（Physical Layer Operation Administration Management, PLOAM）发送。

所述控制消息的帧格式可以参考现有技术 PLOAM 消息帧格式制定，这里不再赘述。

10 可选地，所述装置还包括一光滤波器，连接在所述第一接收机前面，用于获取所述携带 OTDR 检测信号光波的反射信号，传输到所述第一接收机，滤除所述其他多路光波的反射信号。

相应的，本发明实施例还提供一种 OTDR 实现的方法，包括：

调整 OLT 的下行信号，以使得第一路下行信号加载到第二路光波上；

15 在所述第一路光波上加载 OTDR 检测信号；

接收所述加载 OTDR 信号的光波的反射光信号。

可选地，所述接收所述返回的携带有 OTDR 检测信号的光波的反射光，包括：

20 通过发射机前面连接的接收机接收所述反射光，滤除其他光信号。

由于该实施例中的加载 OTDR 的波长上，只有 OTDR 信号，而无高频数据信号，所以在 OTDR 接收机上，可选的，可不用使用电滤波器。

下面结合图 8、图 9 具体描述本发明实施例的应用场景。

25 图 8 所示的，是处于正常工作状态的 TWDM-PON。右边示意的，是该工作状态下，各个发射波长，只发射高频信号，没有任何低频检测信号。

图 9 所示，当系统处于 OTDR 状态时，我们可以选择性的，让其中的

一组 ONU 的波长进行调节,使得整个网络的所有下行数据信号,全部通过剩余的三路波长下传。其中,OLT 通知其中的一组 ONU 波长进行调节,可以通过下发控制消息来实现,所述控制消息可以通过 PLOAM 消息发送,消息的格式可以参照标准 G984.3 制定的关于 PLOAM 消息的帧格式,这里不再赘述。另外,将原本的 4 路信号通过 3 路波长下传是现有技术,这里不再赘述。为论述方便,我们假设把所有原本接收 $\lambda_1$ 的 ONU,调节到接收 $\lambda_2$ ,由此,所有的 ONU 都会反射 $\lambda_1$ 。因此,我们只需要在 $\lambda_1$ 上加载低频信号即可,OLT 的所有下行信号通过 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ 的光波下传。与实施例一不同的是,此时进入到 OLT 发射端的接收机的信号,只有 $\lambda_1$ 上有低频信号,可以通过简单的电滤波器完全取出,然后再采用传统的 OTDR 信号处理方式,即可得到网络的故障信息。

可选地,OLT 通过 MAC 控制协议,把系统中所有接收上述所述的加载了 OTDR 信号波长为 $\lambda_1$ 的 ONU 进行波长调节,使之用于接收其他 M-1 路信号中的一路,比如调节 ONU 的可调滤波器,使其接收波长为 $\lambda_2$ 的光波。此时,由于所有 ONU 设备中的滤波器都对上述所述的加载的 OTDR 信号的波长产生强反射,所以该波长上就可反应出所有 ONU 所在分支链路的故障信息。

可选地,OLT 设备中与发射机相连的一个接收机接收所述返回的携带有 OTDR 检测信号的光波的反射光。

通过将以上技术方案应用于 TWDM-PON 中,可以解决当 TWDM-PON 的网络出现故障时,采用 OTDR 接收到发射的光信号,从而得到整个 ODN 网络故障的信息。

### 实施例三

本发明实施例还提供一种 OTDR 检测装置,包括:

M 个发射机,用于发射 M 种不同波长的光波, M 大于等于 2;

处理器,用于控制所述 OTDR 检测电路在第一发射机上加载 OTDR 检测信号,其中,第一发射机只用于加载 OTDR 检测信号,其余 M-1 个发射机用

于发射下行光信号，所述下行光信号为高频信号；

OTDR检测电路，用于产生OTDR检测信号，所述OTDR检测信号为低频信号；

M个接收机，其中，第一接收机连接在所述M个发射机出口链路上，其余  
5 M-1个接收机连接在分波器之后，用于多路上行信号的接收；

在所述第一接收机前面连接一滤波器，所述滤波器的波长与所述第一接收机的波长相同，以使得只有第一发射机发射的光信号的反射信号能够进入所述第一接收机。

由于TWDM-PON是多波长系统，因此，额外增加一路专门用于检测的光路，该光路上不再加载下行光信号，并不明显影响系统的复杂性。如图  
10 10所示，在OLT发射端，可以增加一路发射机，发射波长 $\lambda_0$ ，该波长用于专门用于OTDR检测。其他的光路完全用于正常的数据传输，只让该新增的 $\lambda_0$ 波长加载故障检测信号。此时，所有的ONU都会反射 $\lambda_0$ ，对应的，在OLT发射器的前端，增加一个滤波器，从而确保只有 $\lambda_0$ 进入接收机，降低  
15 噪声，提高检测效果。

通过将以上技术方案应用于TWDM-PON中，可以解决当TWDM-PON的网络出现故障时，采用OTDR接收到发射的光信号，从而得到整个ODN网络故障的信息。

#### 实施例四、

20 本发明提供一种无源光网络系统，包括光线路终端OLT和光网络单元ONU，所述OLT和所述ONU通过光分配网络ODN相连，其中，所述OLT包括光模块，光模块内置如实施例一或实施例二或实施例三所述的OTDR实现装置。

#### 实施例五

25 本发明提供一种无源光网络系统，包括光线路终端OLT、OTDR实现装置、光网络单元ONU，其中OLT和ONU通过ODN相连，所述OTDR实现装置通过分光器连接到ODN，其中，所述OTDR实现装置如实施例一或实

实施例二或实施例三所述的OTDR实现装置。

通过将以上技术方案应用于TWDM-PON中，可以解决当TWDM-PON的网络出现故障时，OTDR可以接收到发射的光信号，从而得到整个ODN网络故障的信息。

- 5 以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明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发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

## 权 利 要 求 书

1、一种光时域反射仪 OTDR 实现装置，其特征在于，包括：

多个发射机，用于发射多路不同波长的光波；

OTDR 检测电路，用于产生 OTDR 检测信号；

5 处理器，用于选择至少任意两路光波加载 OTDR 检测信号，其中所述 OTDR 检测信号为低频信号；

多个接收机，其中第一接收机连接在所述多个发射机的出口链路上，用于接收所述携带 OTDR 检测信号的至少两路光波的反射信号，并将所述反射信息传输至 OTDR 检测电路进行检测；其他接收机连接  
10 分波器，用于分别接收多路上行信号。

2、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述至少选择任意两路光波加载 OTDR 检测信号，包括：

在所述至少两路光波的第一路光波上，加载第一频率的 OTDR 检测信号；

15 在所述至少两路光波的第二路光波上，加载第二频率的 OTDR 检测信号。

3、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述至少选择任意两路光波加载 OTDR 检测信号，包括：

20 在第一时间，在所述至少两路光波的第一路光波上加载 OTDR 检测信号；

在第二时间，在所述至少两路光波的第二路光波上加载 OTDR 检测信号。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括一光滤波器，一端与所述第一接收机连接，用于接收所述至少两  
25 路光波的反射信号，传输到所述第一接收机，滤除其他信号。

5、根据权利要求 2 所述装置，其特征在于，所述装置还包括一电滤波器，一端与所述第一接收机连接，用于将所述携带第一频率的

OTDR 检测信号的第一路光波的反射信号和所述携带第二频率的 OTDR 检测信号的第二路光波的反射信号分成两路信号。

6、一种 OTDR 实现的装置，其特征在于，包括：

M 个发射机，用于发射 M 路不同波长的光波，M 大于等于 2；

5 处理器，用于将第一路下行光信号加载到第二路光波上，调整第一光网络单元 ONU 的接收波长由第一路波长转为所述第二路波长，其中，所述第一 ONU 与第一路光波对应；

OTDR 检测电路，用于在所述第一路光波上加载 OTDR 检测信号，其中，所述 OTDR 检测信号为低频信号；

10 M+1 个接收机，其中第一接收机连接在所述 M 个发射机的出口链路上，用于接收所述携带 OTDR 检测信号的一路光波的反射信号；其余 M 个接收机连接在分波器后，用于分别接收多路上行信号。

7、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述调整第一光网络单元 ONU 的接收波长由第一路波长转为所述第二路波长，具体  
15 包括：

下发控制消息至第一 ONU，所述控制消息用于通知所述第一 ONU 由第一光波波长调整为第二光波波长。13、根据权利要求 12 所述的装置，其特征在于，所述控制消息通过物理层操作管理控制消息发送。

20 8、根据权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述控制消息通过物理层操作管理消息发送。

9、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括一光滤波器，连接在所述第一接收机前面，用于获取所述携带 OTDR 检测信号光波的反射信号，传输至所述第一接收机，滤除其他信号。

25 10、一种光时域反射仪 OTDR 的实现装置，其特征在于，包括：  
M 个发射机，用于发射 M 种不同波长的光波，M 大于等于 2；  
处理器，用于控制所述 OTDR 检测电路在第一发射机上加载 OTDR 检

测信号，其中，第一发射机只用于加载 OTDR 检测信号，其余 M-1 个发射机用于发射下行光信号，所述下行光信号为高频信号；

OTDR 检测电路，用于产生 OTDR 检测信号，所述 OTDR 检测信号为低频信号；

5 M 个接收机，其中，第一接收机连接在所述 M 个发射机出口链路上，其余 M-1 个接收机连接在分波器之后，用于多路上行信号的接收。

11、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

10 在所述第一接收机前面连接一滤波器，所述滤波器的波长与所述第一接收机的波长相同，以使得只有所述第一发射机发射的光信号的反射信号能够进入所述第一接收机。

12、一种无源光网络 PON，包括光线路终端 OLT 和至少一个光网络单元 ONU，所述 OLT 和所述至少一个 ONU 通过光分配网络 ODN 相连，其特征在于，包括：

15 所述 OLT 包括如权利要求 1~5 所述的装置，或者包括如权利要求 6~9 所述的装置，或者包括如权利要求 10~11 所述的装置。

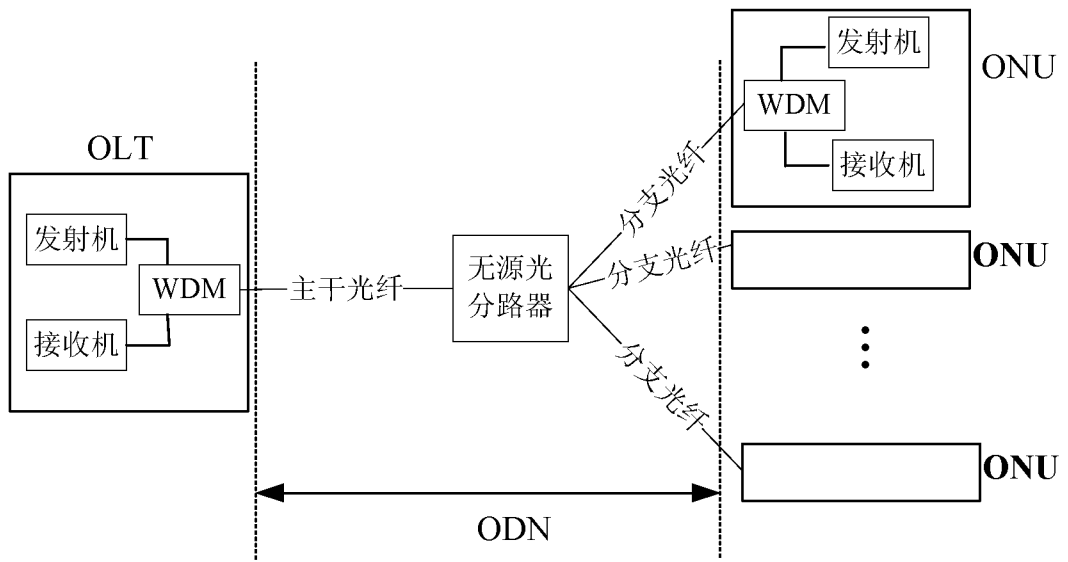


图 1

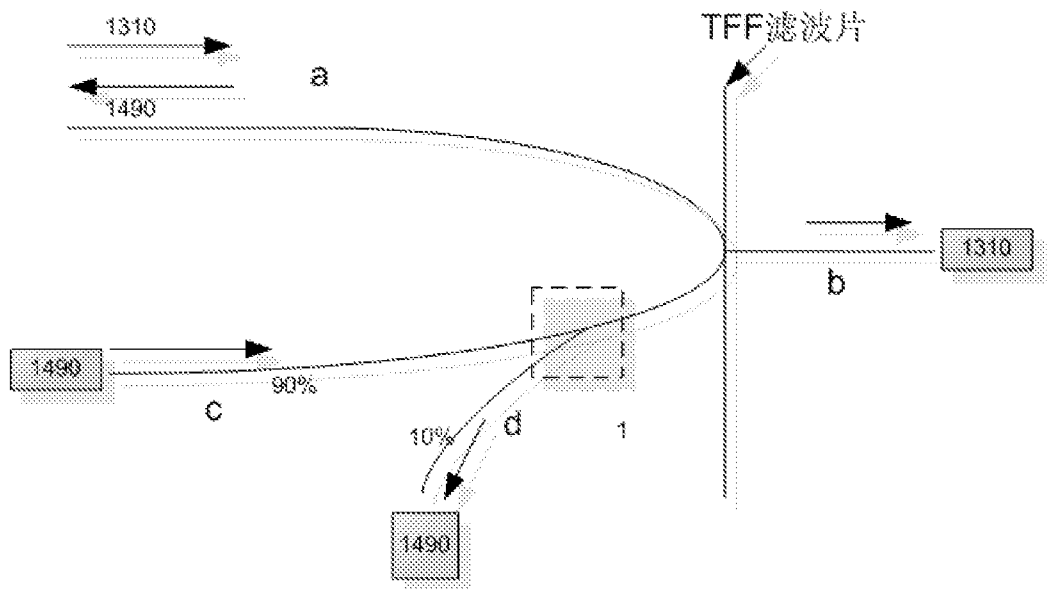


图 2

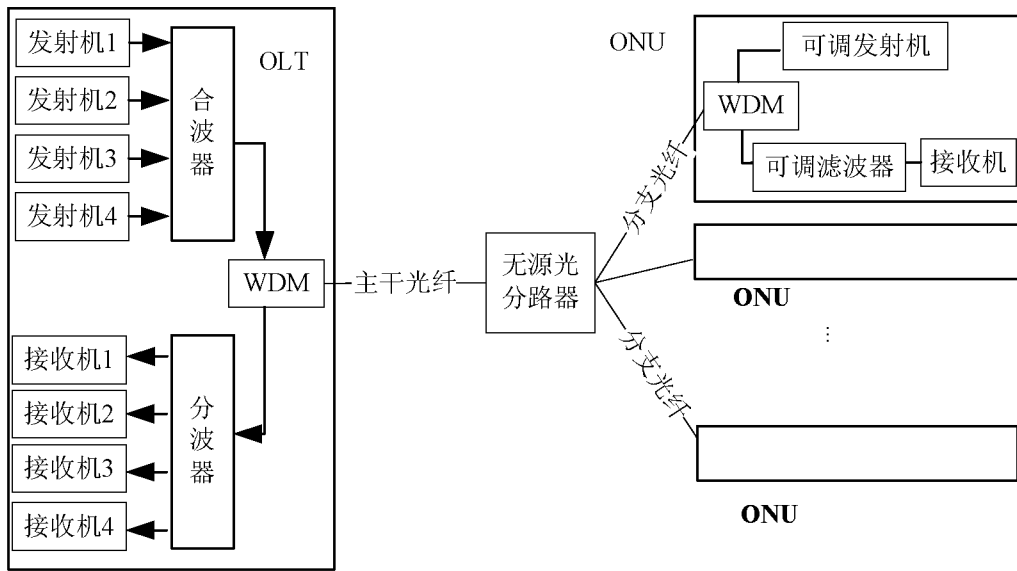


图 3

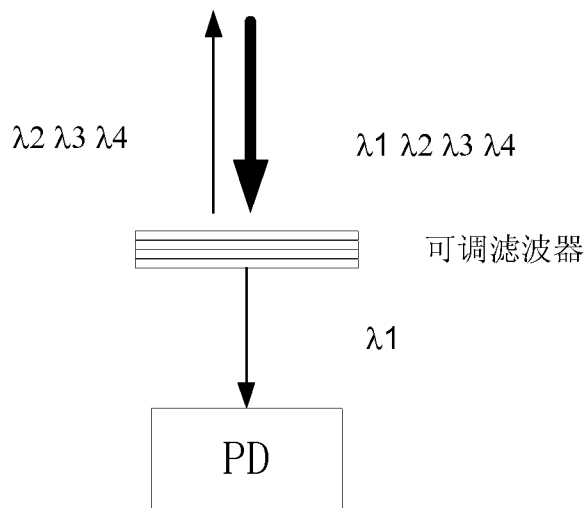


图 4

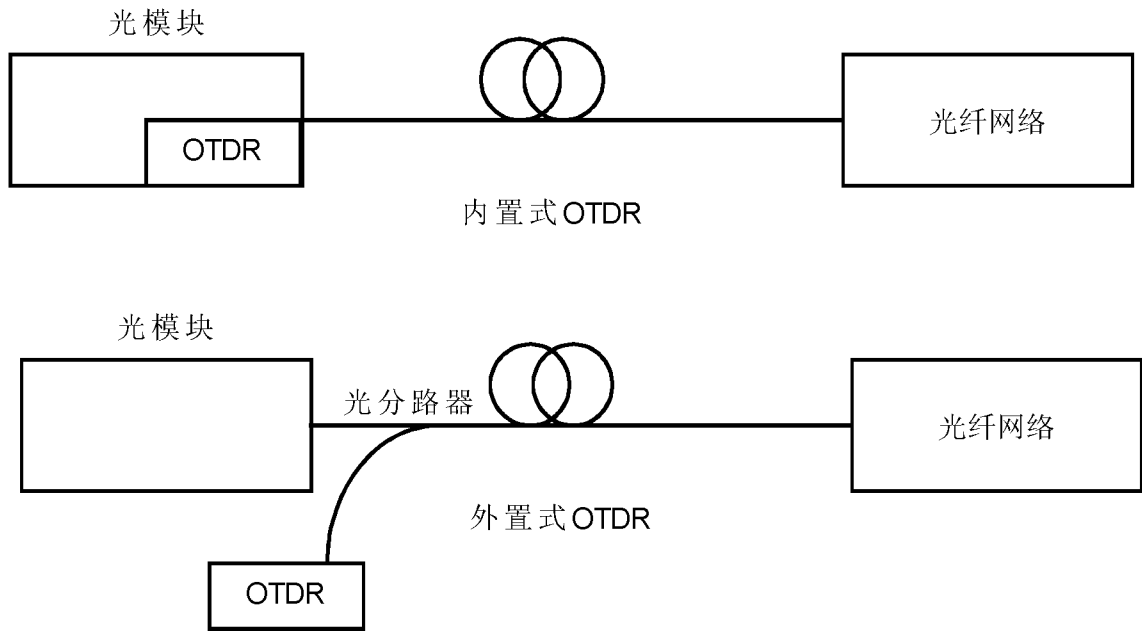


图 5

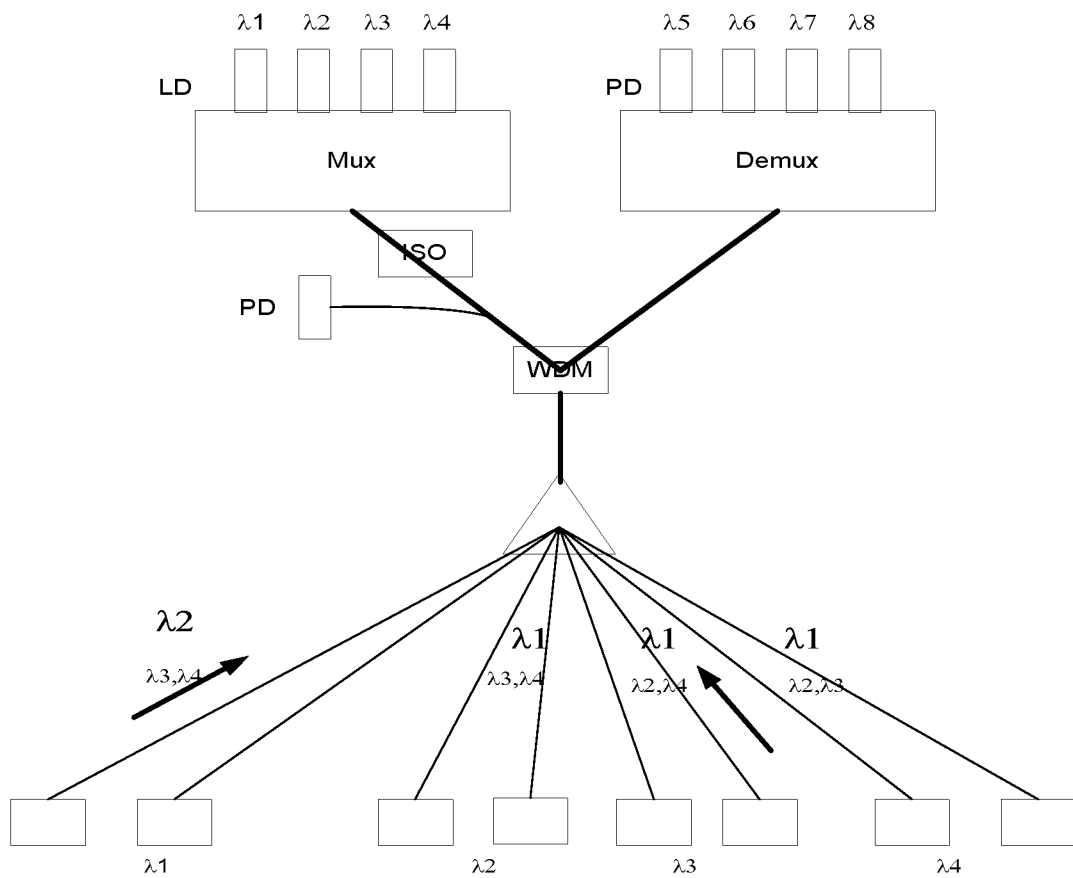


图 6

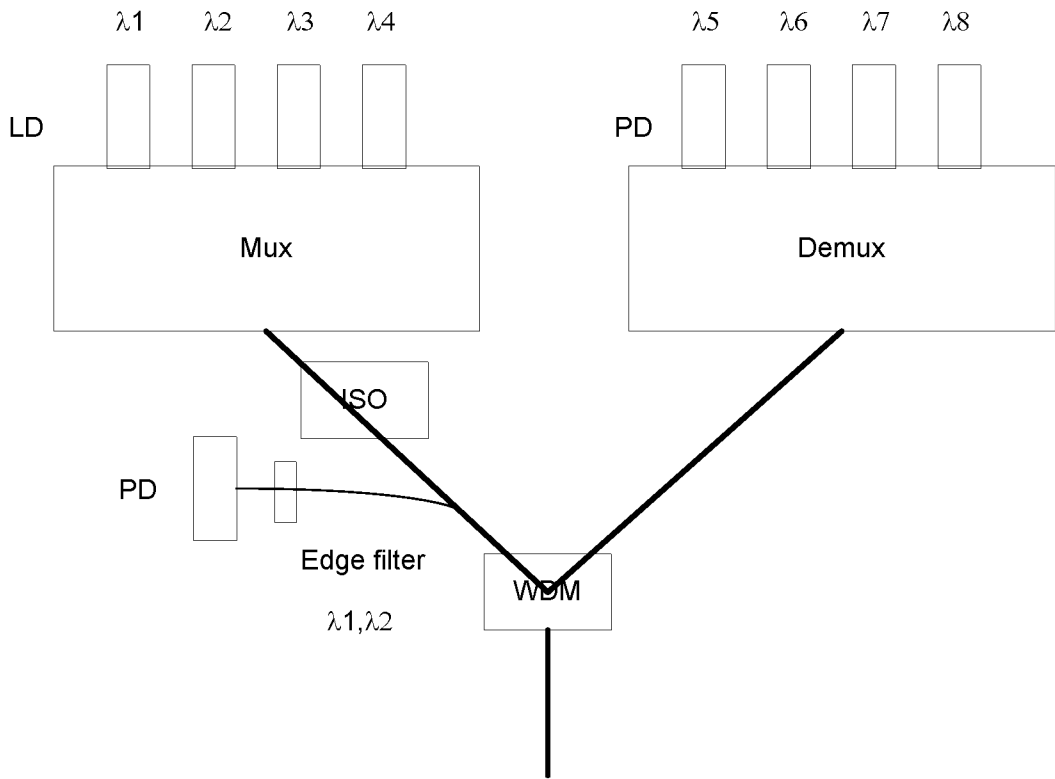


图 7

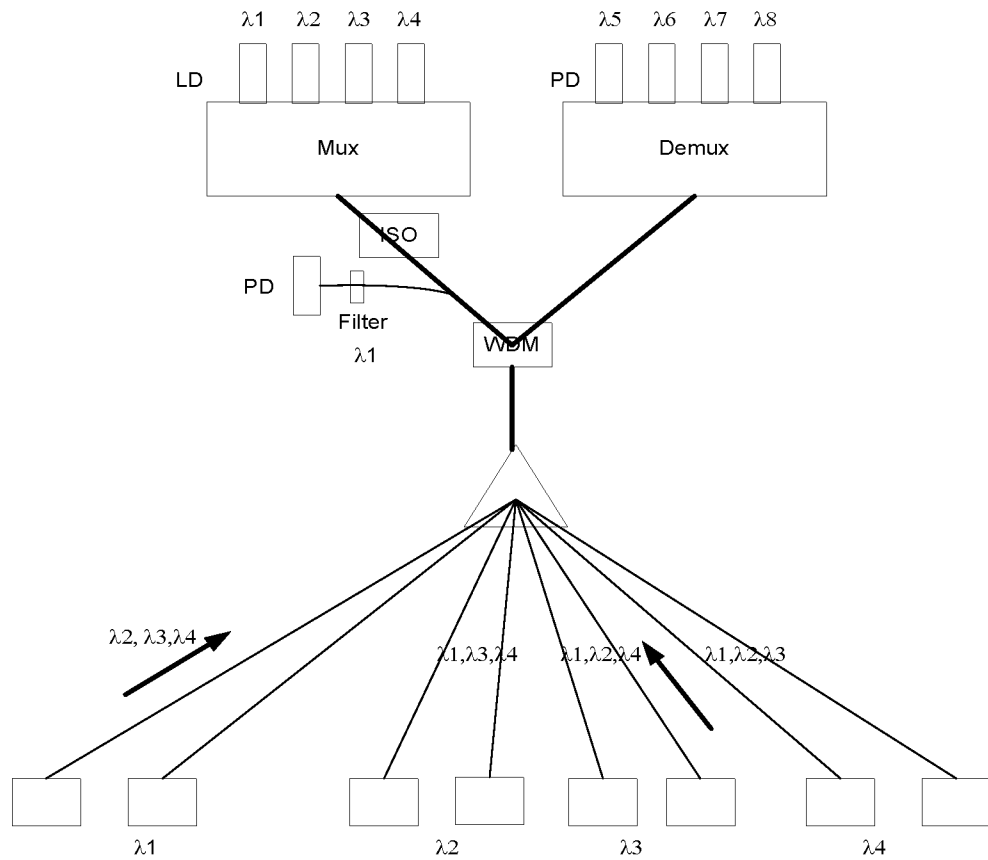


图 8

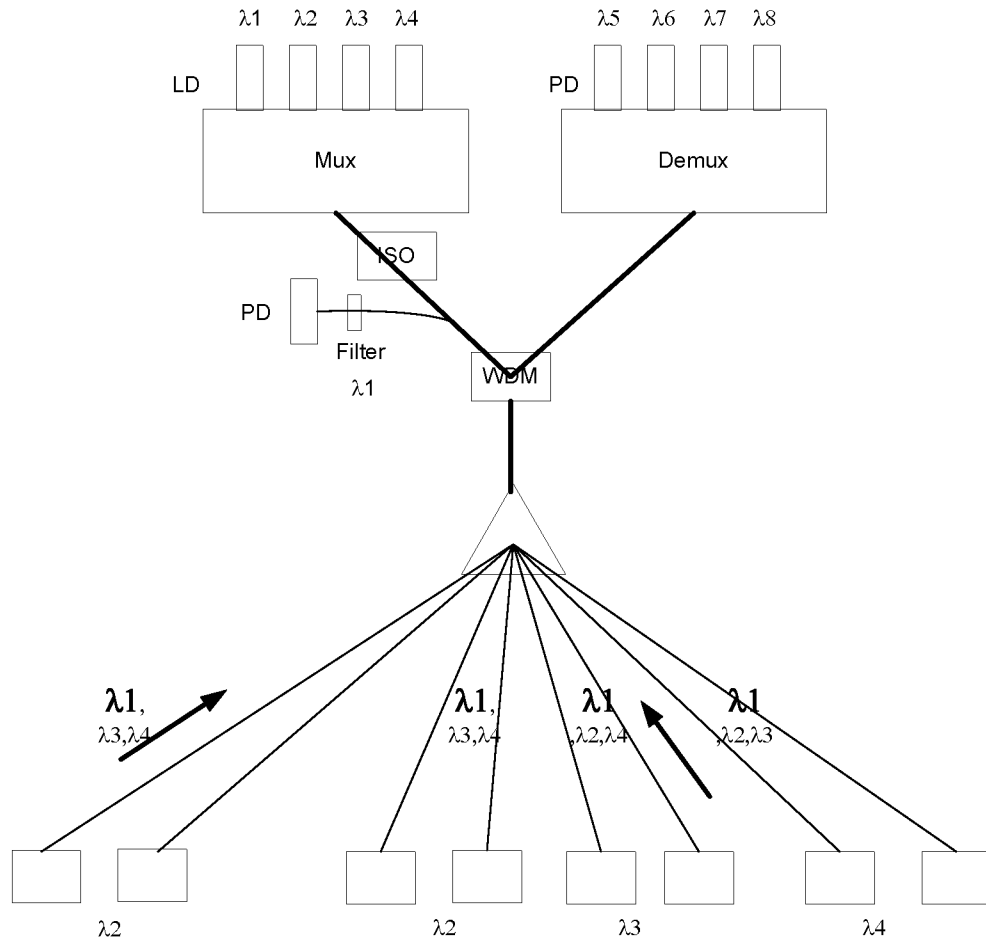


图 9

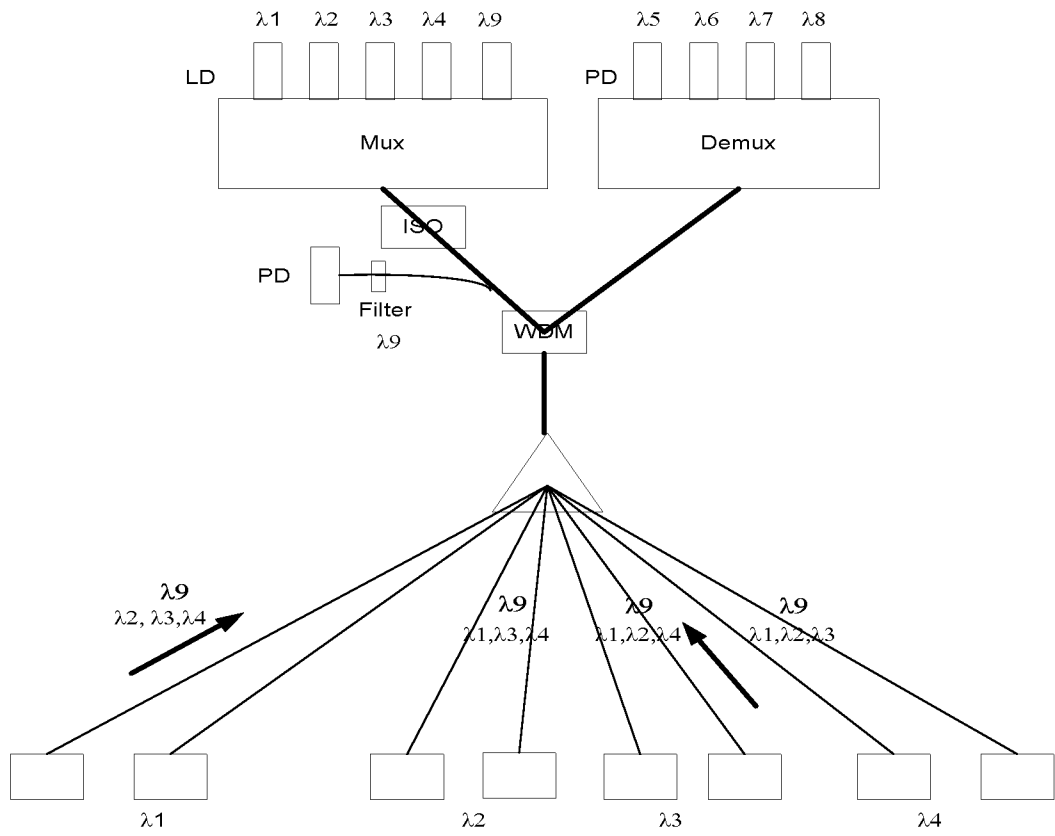


图 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/075026

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

[1] The present application comprises three inventions: the first invention comprises claim 1 and claim 12 (when referring to claims 1-5); the second invention comprises claim 6 and claim 12 (when referring to claims 6-9); and the third invention comprises claim 10 and claim 12 (when referring to claims 10 and 11). Any two of the above-mentioned three inventions only share the same features as follows: a plurality of transmitters for transmitting multiple channels of light waves with different wavelengths; an OTDR detection signal being a low-frequency signal; a first receiver being connected to outlet links of a plurality of transmitters, and the other receivers being connected to the rear of a wave splitter for respectively receiving multiple channels of uplink signals; and a passive optical network (PON), comprising an optical line terminal (OLT) and at least one optical network unit (ONU), said OLT and said at least one ONU being connected via an optical distribution network. However, the above-mentioned same features are common knowledge in the art, not the same special technical features. Any two of the above-mentioned three inventions do not share the same or corresponding special technical features, and are thus do not form a single general inventive concept, lack unity therebetween and do not meet the requirements of PCT Rule 13.1, 13.2 and 13.3.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

### Remark on protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2014/075026**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 10/071 (2013.01) 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)

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)

CNKI, CPRSABS, CNTXT: optical time domain reflection, OTDR, wavelength division multiplexing, WDM, load, modulate

VEN: optical time domain reflector, OTDR, wavelength division multiplexing, WDM, load, modulate

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008002971 A1 (FRANCE TELECOM), 03 January 2008 (03.01.2008), description, paragraphs [0054]-[0119], and figures 1-4	1-5, 12
A	US 2008002971 A1 (FRANCE TELECOM), 03 January 2008 (03.01.2008), description, paragraphs [0054]-[0119], and figures 1-4	6-11
X	CN 103166700 A (HISENSE BROADBAND MULTIMEDIA TECHNOLOGIES CO., LTD.), 19 June 2013 (19.06.2013), description, paragraphs [0067]-[0078], and figure 3	10-12
A	CN 103166700 A (HISENSE BROADBAND MULTIMEDIA TECHNOLOGIES CO., LTD.), 19 June 2013 (19.06.2013), description, paragraphs [0067]-[0078], and figure 3	1-9
A	CN 102821330 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.), 12 December 2012 (12.12.2012), the whole document	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search

31 December 2014 (31.12.2014)

Date of mailing of the international search report

**21 January 2015 (21.01.2015)**

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

**LIU, Jing**

Telephone No.: (86-10) **62411431**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/CN2014/075026**

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2008002971 A1	03 January 2008	AT 547845 T	15 March 2012
		US 8280253 B2	02 October 2012
		EP 1873939 B1	29 February 2012
		EP 1873939 A1	02 January 2008
CN 103166700 A	19 June 2013	None	
CN 102821330 A	12 December 2012	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/075026

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04B 10/071 (2013.01) i</p> <p>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</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04B, H04J</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNKI, CPRSABS, CNTXT: 光时域反射, OTDR, 波分复用, WDM, 加载, 调制 VEN: optical time domain reflector, OTDR, wavelength division multiplexing, WDM, load, modulate</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2008002971 A1 (FRANCE TELECOM) 2008年 1月 03日 (2008 - 01 - 03) 说明书第[0054]-[0119]段, 附图1-4</td> <td>1-5, 12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008002971 A1 (FRANCE TELECOM) 2008年 1月 03日 (2008 - 01 - 03) 说明书第[0054]-[0119]段, 附图1-4</td> <td>6-11</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 103166700 A (青岛海信宽带多媒体技术有限公司) 2013年 6月 19日 (2013 - 06 - 19) 说明书第[0067]-[0078]段, 附图3</td> <td>10-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103166700 A (青岛海信宽带多媒体技术有限公司) 2013年 6月 19日 (2013 - 06 - 19) 说明书第[0067]-[0078]段, 附图3</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102821330 A (烽火通信科技股份有限公司) 2012年 12月 12日 (2012 - 12 - 12) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	US 2008002971 A1 (FRANCE TELECOM) 2008年 1月 03日 (2008 - 01 - 03) 说明书第[0054]-[0119]段, 附图1-4	1-5, 12	A	US 2008002971 A1 (FRANCE TELECOM) 2008年 1月 03日 (2008 - 01 - 03) 说明书第[0054]-[0119]段, 附图1-4	6-11	X	CN 103166700 A (青岛海信宽带多媒体技术有限公司) 2013年 6月 19日 (2013 - 06 - 19) 说明书第[0067]-[0078]段, 附图3	10-12	A	CN 103166700 A (青岛海信宽带多媒体技术有限公司) 2013年 6月 19日 (2013 - 06 - 19) 说明书第[0067]-[0078]段, 附图3	1-9	A	CN 102821330 A (烽火通信科技股份有限公司) 2012年 12月 12日 (2012 - 12 - 12) 全文	1-12
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	US 2008002971 A1 (FRANCE TELECOM) 2008年 1月 03日 (2008 - 01 - 03) 说明书第[0054]-[0119]段, 附图1-4	1-5, 12																		
A	US 2008002971 A1 (FRANCE TELECOM) 2008年 1月 03日 (2008 - 01 - 03) 说明书第[0054]-[0119]段, 附图1-4	6-11																		
X	CN 103166700 A (青岛海信宽带多媒体技术有限公司) 2013年 6月 19日 (2013 - 06 - 19) 说明书第[0067]-[0078]段, 附图3	10-12																		
A	CN 103166700 A (青岛海信宽带多媒体技术有限公司) 2013年 6月 19日 (2013 - 06 - 19) 说明书第[0067]-[0078]段, 附图3	1-9																		
A	CN 102821330 A (烽火通信科技股份有限公司) 2012年 12月 12日 (2012 - 12 - 12) 全文	1-12																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2014年 12月 31日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 1月 21日</p>																			
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>刘静</p> <p>电话号码 (86-10)62411431</p>																			

## 第III栏 缺乏发明单一性的意见(续第1页第3项)

本国际检索单位在该国际申请中发现多项发明，即：

[1] 本申请包括三项发明：第一项发明包括权利要求1和权利要求12（当引用权利要求1-5时），第二项发明包括权利要求6和权利要求12（当引用权利要求6-9时），第三项发明包括权利要求10和权利要求12（当引用权利要求10-11时）。上述三项发明中的任意两项之间仅具有相同的特征：多个发射机，用于发射多路不同波长的光波；OTDR检测信号为低频信号；第一接收机连接在多个发射机的出口链路上，其它接收机连接在分波器后，用于分别接收多路上行信号；一种无源光网络PON，包括光线路终端OLT和至少一个光网络单元ONU，所述OLT和所述至少一个ONU通过光分配网ODN相连。但上述相同的特征是本领域公知常识，不属于相同的特定技术特征。上述三项发明中的任意两项之间都不具有相同或相应的特定技术特征，因此上述三项发明中的任意两项都不属于一个总的发明构思，因而不具备单一性，不符合专利合作条约实施细则13.1、13.2和13.3的规定。

1.  由于申请人按时缴纳了被要求缴纳的全部附加检索费，本国际检索报告涉及全部可作检索的权利要求。
2.  由于无需付出有理由要求附加费的劳动即能对全部可检索的权利要求进行检索，本单位未通知缴纳任何加费。
3.  由于申请人仅按时缴纳了部分被要求缴纳的附加检索费，本国际检索报告仅涉及已缴费的那些权利要求具体地说，是权利要求：
4.  申请人未按时缴纳被要求缴纳的附加检索费。因此，本国际检索报告仅涉及权利要求书中首先提及的发明：包含该发明的权利要求是：

对异议的意见

- 申请人缴纳了附加检索费，同时提交了异议书，适用时，缴纳了异议费。
- 申请人缴纳了附加检索费，同时提交了异议书，但未在通知书规定的时间期限内缴纳异议费。
- 缴纳附加检索费时未提交异议书。

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/075026

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)
US	2008002971	A1	2008年 1月 03日	AT	547845	T	2012年 3月 15日
				US	8280253	B2	2012年 10月 02日
				EP	1873939	B1	2012年 2月 29日
				EP	1873939	A1	2008年 1月 02日
CN	103166700	A	2013年 6月 19日	无			
CN	102821330	A	2012年 12月 12日	无			