

## (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  
2017 年 7 月 13 日 (13.07.2017)



(10) 国际公布号  
**WO 2017/118153 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
**H04B 10/2513** (2013.01) **H04B 10/2519** (2013.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/102819
- (22) 国际申请日: 2016 年 10 月 21 日 (21.10.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201610003296.1 2016 年 1 月 5 日 (05.01.2016) CN
- (71) 申请人: 烽火通信科技股份有限公司 (FIBER-HOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区光谷创业街 67 号赵靖朝, Hubei 430074 (CN)。
- (72) 发明人: 王素椅 (WANG, Suyi); 中国湖北省武汉市湖北省武汉市东湖开发区光谷创业街 67 号赵靖朝, Hubei 430074 (CN)。 义理林 (YI, Lilin); 中国湖北省武汉市湖北省武汉市东湖开发区光谷创业街 67 号赵靖朝, Hubei 430074 (CN)。 李正璇 (LI, Zhengxuan); 中国湖北省武汉市湖北省武汉市东湖

开发区光谷创业街 67 号赵靖朝, Hubei 430074 (CN)。 王晓东 (WANG, Xiaodong); 中国湖北省武汉市湖北省武汉市东湖开发区光谷创业街 67 号赵靖朝, Hubei 430074 (CN)。

- (74) 代理人: 武汉智权专利代理事务所(特殊普通合伙) (WUHAN ZHI QUAN PATENT AGENCY); 中国湖北省武汉市东湖新技术开发区珞喻路 727 号星光无限 4 栋 21 层 2103 室张凯, Hubei 430000 (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, DJ, 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, KW, 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。

[见续页]

(54) Title: LONG-DISTANCE PASSIVE OPTICAL NETWORK SYSTEM BASED ON CHIRP GRATING AND DISPERSION COMPENSATION METHOD

(54) 发明名称: 基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统及色散补偿方法

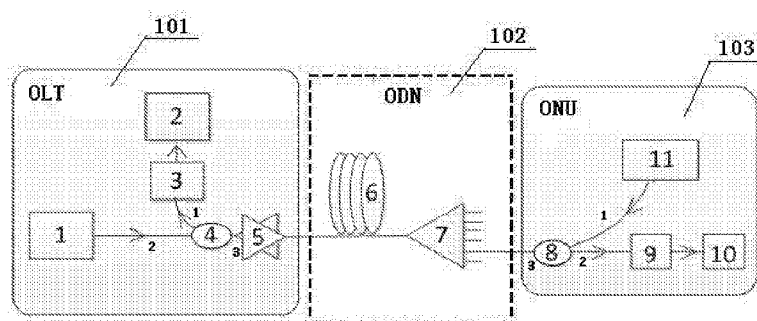


图 3

(57) Abstract: Disclosed are a long-distance passive optical network system based on a chirp grating and a dispersion compensation method. The system comprises an optical line terminal (OLT), an optical transmission unit (ODN) and an optical network unit (ONU). The OLT is in network connection with the ONU via the ODN. The OLT comprises a downlink signal transmitting means, an uplink signal receiving means, a chirp grating, a first optical circulator and an optical amplifier. Pin 1 of the first optical circulator is connected to the transmitting end of the uplink signal receiving means via the chirp grating; pin 2 of the first optical circulator is connected to the transmitting end of the downlink signal transmitting means; and pin 3 of the first optical circulator is connected to the ODN via the optical amplifier. In the present invention, a chirp grating is accessed at an OLT end, through which chirp grating a fixed negative dispersion compensation amount is given to a directly modulated signal, so that not only the chirp of the directly modulated signal can be compensated for, but also the accumulated dispersion of an ordinary single mode optical fibre can be compensated for; in addition, since the directly modulated signal has a positive chirp characteristic, which has a greater tolerance range for dispersion, the overall management for both can realize the long-distance transmission of a high-speed signal.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/118153 A1



(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))。

本发明公开了一种基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统及色散补偿方法, 该系统包括光线路终端(OLT)、光传输单元(ODN)与光网络单元(ONU), OLT 通过 ODN 与 ONU 网络连接; OLT 包括下行信号发射装置、上行信号接收装置、啁啾光栅、第一光环形器和光放大器; 第一光环形器的 1 脚通过啁啾光栅与上行信号接收装置的发射端连接, 第一光环形器的 2 脚连接下行信号发射装置的发射端, 第一光环形器的 3 脚通过光放大器与 ODN 连接。本发明在 OLT 端接入了一啁啾光栅, 通过啁啾光栅给予直调信号一个固定的负色散补偿量, 不仅可补偿直调信号的啁啾, 同时也补偿普通单模光纤的累积色散; 又由于直调信号具有正啁啾特性, 其对于色散的容忍范围更大, 统筹管理两者, 可实现高速信号的长距离传输。

# 说明书

## 基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统及色散补偿方法

### 技术领域

本发明涉及光通信技术领域，具体涉及基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统及色散补偿方法。

### 背景技术

随着我国经济的迅速发展，用户通信带宽需求的急速增长，在各种宽带接入技术中，无源光网络以其容量大、传输距离长、较低成本、全业务支持等优势成为热门技术。

光接入网较于传统的光传输网最大的特点是其成本更低，尤其在于光网络单元（ONU），其普遍采用成本相对低廉的直调激光器；另外减少局端的数量，以便于管理与降低成本，这样单个光线路终端（OLT）的覆盖范围逐步增加；但由于直调激光器的正啁啾与光纤反常色散的同时产生，导致直调信号在传输过程中迅速恶化，所以色散补偿成为长距离无源光接入网的必备措施。目前的色散补偿方案主要有如下几种：

（1）采用啁啾管理激光器（CML）实现。

D. Mahgerefteh 等人于 2006 年在 Optical FiberCommunication Conference(光纤通信大会，OFC)的会议上提出的（Chirp Managed Laser (CML):A compact transmitter for dispersion tolerant 10Gbps networking applications](啁啾管理激光器：一个紧凑的 10Gbps 信号发射机网络应用模块)。其提出的啁啾管理激光器可实现 10Gbps 无色散补偿传输 100km。具体方案是在直调激光器后面添

加一个合适的窄带滤波器，以滤除边带，从而压缩信号的频谱，提高信号传输距离；这种方案的缺点在于：直调激光器之后的整形滤波器成本相对较高，这不适合于成本敏感的无源光接入网。

(2) 通过提高频谱利用率的方式实现。

N. Cheng 等人于 2013 年在 Communications and Photonics Conference (亚洲通信与光子学大会, ACP) 提出 “10 Gb/s Upstream Transmission in TWDM PON Using Duobinary and PAM-4 Modulations with Directly Modulated Tunable DBR Laser” (在 TWDM-PON 上行链路中, 利用双二进制和四电平脉冲幅度调制格式信号调制直调激光器传输 10Gbps 信号)。该方案利用双二进制和四电平脉冲幅度调制格式传输 10Gbps 信号, 成功实现 20km 信号的传输。这种方案的缺点在于: 当信号传输到 40km 的时候, 信号劣化特别严重。

有鉴于此, 急需提供一种低成本、高性能的方式完成上行信号高质量、长距离的传输。

## 发明内容

本发明所要解决的技术问题是使用简单、低成本的器件, 实现 10Gbps 及以上高速上行信号达到 40km 及以上的高功率传输的问题。

为了解决上述技术问题, 本发明所采用的基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统, 包括 OLT (光线路终端)、ODN (光传输单元) 与 ONU (光网络单元);

所述 OLT 通过所述 ODN 与所述 ONU 网络连接; 所述 OLT 包括下行信号发射装置、上行信号接收装置、啁啾光栅、第一光环形器和光放大器; 所述第一光环形器的 1 脚通过所述啁啾光栅与所述上行信号接收装置的发射端连接, 所述第一光环形器的 2 脚连接下所述行信号发

射装置的发射端,所述第一光环形器的3脚通过所述光放大器与所述ODN连接。

所述ODN包括分光器和连接到分光器上的单膜光纤,单膜光纤连接所述OLT,所述分光器连接所述ONU;

所述ONU包括第二光环形器、可调光滤波器、下行信号接收光装置与上行信号发射装置;所述第二光环形器的1脚与所述上行信号发射装置发射端连接,所述第二光环形器的2脚通过所述可调光滤波器与所述下行信号接收光装置输入端连接,所述第二光环形器的3脚与所述ONU连接;

上行信号发射装置将上行信号传入第二光环形器,然后反向进入分光器,再经单膜光纤传输进入OLT,上行直调信号经光放大器放大,传入第一光环形器,之后再经过啁啾光栅进入上行信号接收装置,完成上行信号传输。

上述方案中,所述下行信号发射装置为10Gbps啁啾管理激光器或DFB+MZM。

上述方案中,所述上行信号接收装置为10G APD。

上述方案中,所述啁啾光栅的色散补偿量设置为补偿单膜光纤40km所累积的色散。

上述方案中,所述放大器是普通商用EDFA,其增益带宽为1510nm~1560nm,最大输出功率是23dBm,最大增益倍数是35dB。

上述方案中,所述可调光滤波器是商用光滤波器,其输出功率为3dBm,增益带宽为是1530nm~1610nm。

上述方案中,所述上行信号发射装置为直调DFB激光器,其中心波长为1543nm,最大输出功率是10dBm,脉冲信号产生器(PPG)发生的信号速率为10Gbps,所用的伪随机序列长度为2~31。

本发明还提供了基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统色散补偿方法，包括以下步骤：

上行信号接收装置 RX 与光环行器 WDM 间接入了一个啁啾光栅，此啁啾光栅可产生固定的色散补偿量对接收到的信号进行补偿；

来自 ONU 的直调激光信号，即上行信号，经过单模光纤传输后，进入 OLT 中的啁啾光栅，不同波长的光在啁啾光栅中经过不同路径，从而产生不同的时延，实现对激光器啁啾和光纤色散的补偿，完成上行信号高质量的传输。

本发明在 OLT 端接入一啁啾光栅，通过啁啾光栅给予直调信号一个固定的负色散补偿量，不仅可补偿直调信号的啁啾，同时也补偿普通单模光纤的累积色散；从而完成上行信号高质量传输；又由于直调信号具有正啁啾特性，其对于色散的容忍范围更大，在实验中发现对于 10Gbps 信号其容忍限度大可达 $-200\text{ps/nm} \sim 2450\text{ps/nm}$ ，统筹管理两者，可实现高速信号的长距离传输。

## 附图说明

图 1 为本发明中基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统框图；

图 2 为本发明中啁啾光栅光纤原理图；

图 3 为本发明中基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统原理图；

图 4 为本发明中 10Gbps 上行信号不同距离传输时的眼图。

## 具体实施方式

下面结合具体实施方式和说明书附图对本发明做出详细的说明。

如图 1 所示，为本发明色散啁啾补偿无源光网络系统框图，该系统由 OLT(光线路终端)、ODN(光传输单元)与 ONU(光网络单元)组成，

通过 ODN 连接 OLT 和 ONU, ODN 中 RN 节点的器件可以是光功率分配器, 也可是波长路由器, 或者两者的组合。

该系统是在 OLT(光线路终端)的上行信号接收装置 RX 与光环形器 WDM 间接入了一个啁啾光栅, 此啁啾光栅可产生固定的色散补偿量对接收到的信号进行补偿; 其工作原理如图 2 所示, 在普通光纤上用一定的技术刻出周期性变化的光栅, 当光信号进入光栅后, 波长为光栅周期两倍的光将被反射, 不同波长的光在啁啾光栅中反射点的位置不同, 因此入射光波长中的不同波长在光栅中经过不同路径, 从而产生不同的时延以达到色散补偿的目的。

该系统中上行信号来自于 ONU(光网络单元)的直调激光信号, 该直调光信号经过光纤传输后, 进入 OLT(光线路终端)中的啁啾光栅, 由于直调信号具有正啁啾, 而且光信号经过 G. 652 光纤传输产生反常色散, 使得信号的色散累积进一步加大。在 OLT(光线路终端)的啁啾光栅产生一个大的固定色散, 光信号经过啁啾光栅后, 可实现对激光器啁啾和光纤色散的补偿, 完成上行信号高质量的传输。又由于信号具有啁啾特性, 其对于色散的容忍范围更大, 在实验中发现对于 10Gbps 信号其容忍限度大可达  $-200\text{ps/nm} \sim 2450\text{ps/nm}$ , 统筹管理两者, 可实现高速信号的长距离传输。

如图 3 所示, 本发明提供的基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统, 包括 OLT(光线路终端)101、ODN(光传输单元)102 与 ONU(光网络单元)103, OLT(101)通过 ODN(102)与 ONU(103)网络连接。

OLT(101)包括下行信号发射装置 1、上行信号接收装置 2、啁啾光栅 3、第一光环形器 4 和光放大器 5; 第一光环形器 4 的 1 脚通过啁啾光栅 3 与上行信号接收装置 2 的发射端连接, 第一光环形器 4 的 2 脚连接下行信号发射装置 1 的发射端, 第一光环形器 4 的 3 脚通过

光放大器 5 与 ODN (102) 连接。

上述的下行信号发射装置 1 可以为 10Gbps 的啁啾管理激光器 (CML)，也可以是 DFB+MZM。

上述上行信号接收装置 2 是 10G APD。

上述啁啾光栅其色散补偿量可以补偿单膜光纤 (G. 652) 40km 所累积的色散，相当于  $-680\text{ps/nm}$ 。

上述光放大器 5 是普通商用 EDFA，增益带宽为  $1510\text{nm} \sim 1560\text{nm}$ ，最大输出功率是 23dBm，最大增益倍数是 35dB，用于提高下行信号注入光纤的功率，并提高上行信号接收灵敏度。

ODN(102) 包括普通的单膜光纤 (G. 652) 6 与分光器 (Splitter) 7 连接；

ONU(103) 包括第二光环形器 8、可调光滤波器 9、下行信号接收光装置 10 和上行信号发射装置 11；

ODN(102) 的一端通过单膜光纤 6 连接 OLT (101)，另一端通过分光器 7 与 ONU(103) 中第二光环形器 8 的 3 脚连接，第二光环形器 8 的 1 脚与上行信号发射装置 11 发射端连接，第二光环形器 8 的 2 脚通过可调光滤波器 9 与下行信号接收光装置 10 输入端连接。

分光器 7 主要是将下行数据信号发给与之相连的各个 ONU，同时不同的 ONU 的不同波长的上行数据通过分光器 7 进行耦合，耦合后的上行数据通过单膜光纤 6 上传到 OLT(101) 进行处理。

上述的单膜光纤 6 是普通商用单膜光纤。

上述的分光器 7 是普通商用分光器。

上述的可调光滤波器是 9 是商用可调光滤波器，输出功率为 3dBm，增益带宽为是  $1530\text{nm} \sim 1610\text{nm}$ 。

上述的下行信号光接收装置 10 是 10G PIN。

上述的上行信号发射装置 11 是调制直调激光器，中心波长是 1543nm，最大输出功率是 10dBm，脉冲信号产生器（PPG）发生的信号速率为 10Gbps，所用的伪随机序列（PRBS）长度为  $2^{31}$ 。

下面具体介绍本实施例系统的工作原理，由于实施例关注的是上行色散啁啾管理，下行暂不具体详解。

首先下行信号发射装置 1 发出下行信号，通过第一光环形器 4 进入光放大器 5，信号经放大之后进入单膜光纤 6，然后进入分光器 7，分光器 7 将下行信号分给不同的 ONU(103)，进入 ONU(103)的下行信号经第二光环形器 8 进入可调滤波器 9，选出所需的波长信号，将之传递给下行信号接收装置 10，完成下行信号传输；上行信号发射装置 11 将上行信号传入第二光环形器 8，即将直调信号传入第二光环形器 8，然后反向进入分光器 7，分光器 7 实现上行信号的合并且耦合后，经单膜光纤 6 传输进入 OLT(101)，上行直调信号经光放大器 5 放大，传入第一光环形器 4，再经啁啾光栅 3，此时啁啾光栅 3 给予信号一个固定的负色散补偿量，不仅可补偿直调信号的啁啾，同时也补偿普通单模光纤的累积色散，最后信号由上行信号接收装置 2 接收，完成上行信号传输。

本发明还提供了基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统色散补偿方法，包括以下步骤：

上行信号接收装置 2 与第一光环形 4(WDM)间接入了一个啁啾光栅，此啁啾光栅可产生固定的色散补偿量对接收到的信号进行补偿；

来自 ONU 的直调激光信号，即上行信号，经过单模光纤传输后，进入 OLT 中的啁啾光栅，不同波长的光在啁啾光栅中经过不同路径，从而产生不同的时延，实现对激光器啁啾和光纤色散的补偿，完成上行信号高质量的传输。

本色散补偿方法的依据思想是：

充分利用直调信号的正啁啾与单模光纤 6 光纤色散的特性，统筹管理两者，实现 0~40km 全范围覆盖色散补偿。具体的讲，调制直调激光器发出的信号本身具有很大的正啁啾特性（脉冲上升沿即前沿的频率比下降沿即后沿的频率高），而普通单模光纤是反常色散光纤（即色散系数  $D$  大于零，也就是说在单模光纤中，信号的高频成分传输的比信号的低频成分快），因此直调信号在普通单模光纤中传输的时候，脉冲前沿比脉冲后沿跑的快，这导致信号脉冲在传输过程中迅速展宽；而如果在正常色散光纤（即色散系数  $D$  小于零，也就是说信号在正常色散光纤中传输，信号的高频成分传输的比信号的低频成分慢），则信号脉冲前沿跑得比信号脉冲后沿跑的慢，信号脉冲先被压缩然后再被展宽，这就导致了信号的质量在传输的过程中，先变好，后再变差。

因此在接收端(OLT)判决之前通过啁啾光栅给予信号一个大的负色散补偿量，不仅可补偿直调信号的啁啾，同时也补偿单模光纤 6 的色散累积；其效果相当于，直调信号在正常色散光纤中传输，即信号质量先变好，再变差；由于在光接入网中，对于近端的用户，需求的功率预算相对较低；而远端的用户需求大的功率预算以补偿光纤衰减；从而可以将信号质量最好的点通过一定的优化，放置在 40km 处，从而实现 0~40km 全范围无缝覆盖，而且信号功率预算随传输距离逐渐增加，进而实现最大的功率预算值。

如图 4 所示为上行信号在不同的传输距离情况下的眼图，可以看的出来随着传输距离的增加，信号的质量逐渐提高，从本实施例的具体实施效果中可以明显看出，基于啁啾光栅的直调信号啁啾与光纤色散的统筹管理方案能够较好的实现信号的 0~40km 全范围高功率预算传输。

本发明不局限于上述最佳实施方式，任何人应该得知在本发明的启示下作出的结构变化，凡是与本发明具有相同或相近的技术方案，均落入本发明的保护范围之内。

## 权 利 要 求 书

---

1、基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统，包括：通过 ODN 连接的 OLT 和 ONU，其特征在于：

所述 OLT 包括下行信号发射装置、上行信号接收装置、啁啾光栅、第一光环形器和光放大器；所述第一光环形器的 1 脚通过所述啁啾光栅与所述上行信号接收装置的发射端连接，所述第一光环形器的 2 脚连接所述下行信号发射装置的发射端，所述第一光环形器的 3 脚通过所述光放大器与所述 ODN 连接；

所述 ODN 包括分光器和连接到分光器上的单膜光纤，单膜光纤连接所述 OLT，所述分光器连接所述 ONU；

所述 ONU 包括第二光环形器、可调光滤波器、下行信号接收光装置与上行信号发射装置；所述第二光环形器的 1 脚与所述上行信号发射装置发射端连接，所述第二光环形器的 2 脚通过所述可调光滤波器与所述下行信号接收光装置输入端连接，所述第二光环形器的 3 脚与所述 ONU 连接；

上行信号发射装置将上行信号传入第二光环形器，然后反向进入分光器，再经单膜光纤传输进入 OLT，上行直调信号经光放大器放大，传入第一光环形器，之后再经过啁啾光栅进入上行信号接收装置，完成上行信号传输。

2、如权利要求 1 所述的基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统，其特征在于，所述下行信号发射装置为 10Gbps 啁啾管理激光器或 DFB+MZM。

3、如权利要求 1 所述的基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统，其特征在于，所述上行信号接收装置为 10G APD。

4、如权利要求 1 所述的基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统，

其特征在于，所述啁啾光栅的色散补偿量设置为补偿单模光纤 40km 所累积的色散。

5、如权利要求 1 所述的基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统，其特征在于，所述放大器是普通商用 EDFA，其增益带宽为 1510nm~1560nm，最大输出功率是 23dBm，最大增益倍数是 35dB。

6、如权利要求 1 所述的基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统，其特征在于，所述可调光滤波器是商用光滤波器，其输出功率为 3dBm，增益带宽为是 1530nm~1610nm。

7、如权利要求 1 所述的基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统，其特征在于，所述上行信号发射装置为直调 DFB 激光器，其中心波长为 1543nm，最大输出功率是 10dBm，脉冲信号产生器（PPG）发生的信号速率为 10Gbps，所用的伪随机序列长度为 2~31。

8、基于啁啾光栅的长距离无源光网络系统色散补偿方法，其特征在于包括以下步骤：

上行信号接收装置 RX 与光环形器 WDM 间接入了一个啁啾光栅，此啁啾光栅可产生固定的色散补偿量对接收到的信号进行补偿；

来自 ONU 的直调激光信号，经过单模光纤传输后，进入 OLT 中的啁啾光栅，不同波长的光在啁啾光栅中经过不同路径，产生不同的时延，实现对激光器啁啾和光纤色散的补偿，完成上行信号高质量的传输。

说明书附图

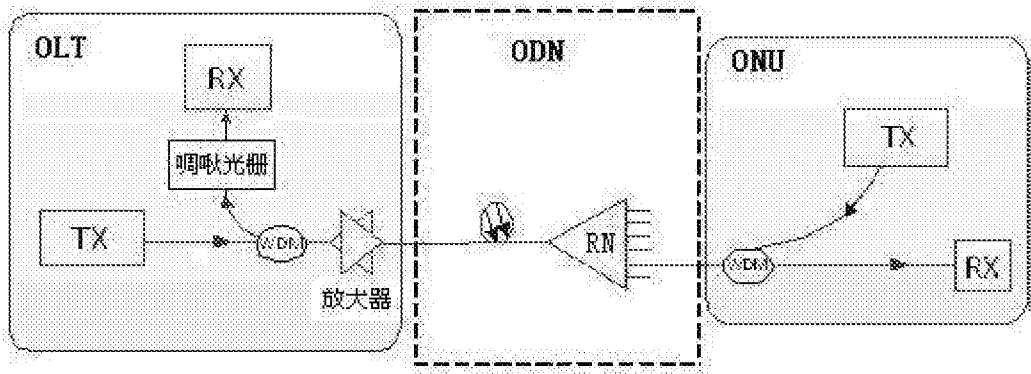


图 1

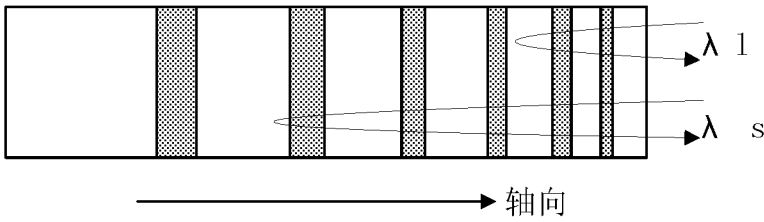


图 2

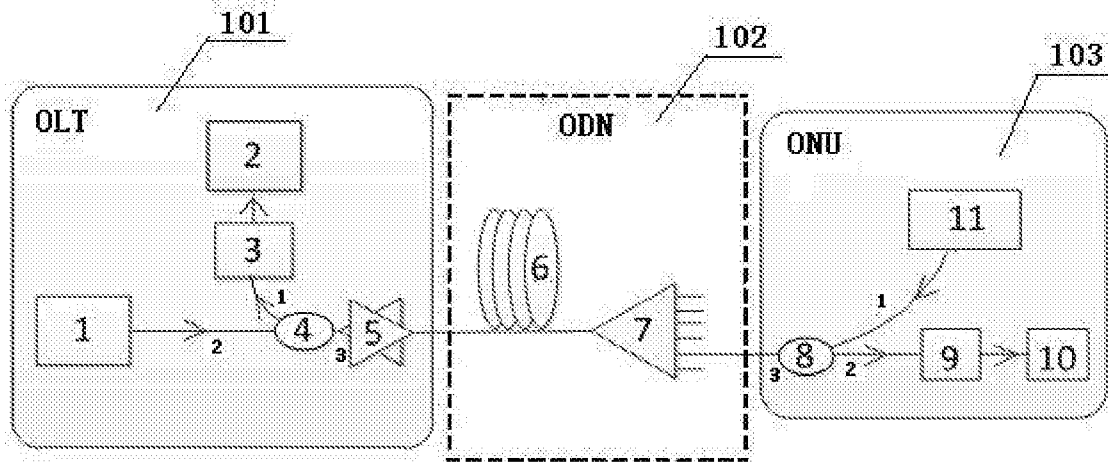


图 3

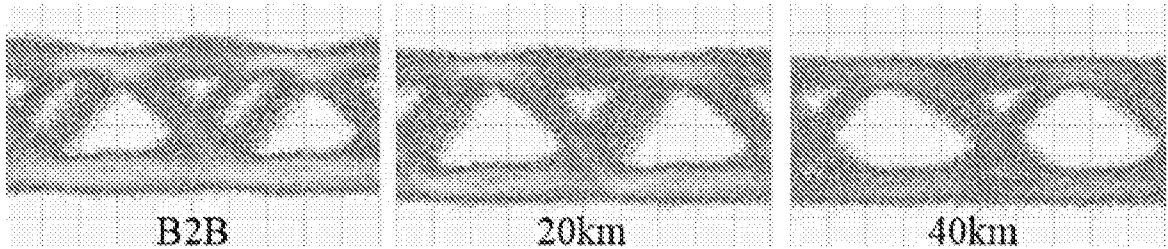


图 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2016/102819**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 10/2513 (2013.01) i; H04B 10/2519 (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

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, VEN: optical line terminal, optical network unit, optical network terminal, olt, onu, ont, chirp, grating, dispersion

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                              | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 105553559 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.), 04 May 2016 (04.05.2016), claims 1-8                       | 1-8                   |
| Y         | CN 104066018 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY), 24 September 2014 (24.09.2014), description, paragraphs 0024-0032, and figure 1 | 1-8                   |
| Y         | CN 104052547 A (TONGJI UNIVERSITY), 17 September 2014 (17.09.2014), description, paragraphs 0029-0041, and figures 1-2          | 1-8                   |
| A         | US 9014568 B2 (NEC LAB AMERICA INC.), 21 April 2015 (21.04.2015), the whole document                                            | 1-8                   |

☐ 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<br>23 November 2016 (23.11.2016)                                                                                                                         | Date of mailing of the international search report<br><b>05 January 2017 (05.01.2017)</b> |
| Name and mailing address of the ISA/CN:<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No.: (86-10) 62019451 | Authorized officer<br><b>YU, Yannong</b><br>Telephone No.: (86-10) <b>62089153</b>        |

International application No.  
**PCT/CN2016/102819**

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

| <p>A. 主题的分类</p> <p>H04B 10/2513(2013.01)i; H04B 10/2519(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</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>CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 光线路终端, 光网络单元, 光网络终端, 啁啾, 光栅, 色散, olt, onu, ont, chirp, grating, dispersion</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>PX</td> <td>CN 105553559 A (烽火通信科技股份有限公司) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04)<br/>权利要求1-8</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104066018 A (上海交通大学) 2014年 9月 24日 (2014 - 09 - 24)<br/>说明书第0024-0032段, 图1</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104052547 A (同济大学) 2014年 9月 17日 (2014 - 09 - 17)<br/>说明书第0029-0041段, 图1-2</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 9014568 B2 (NEC LAB AMERICA INC.) 2015年 4月 21日 (2015 - 04 - 21)<br/>全文</td> <td>1-8</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 | PX | CN 105553559 A (烽火通信科技股份有限公司) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04)<br>权利要求1-8 | 1-8 | Y | CN 104066018 A (上海交通大学) 2014年 9月 24日 (2014 - 09 - 24)<br>说明书第0024-0032段, 图1 | 1-8 | Y | CN 104052547 A (同济大学) 2014年 9月 17日 (2014 - 09 - 17)<br>说明书第0029-0041段, 图1-2 | 1-8 | A | US 9014568 B2 (NEC LAB AMERICA INC.) 2015年 4月 21日 (2015 - 04 - 21)<br>全文 | 1-8 |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                                                                                                                                          | 相关的权利要求                                            |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            |         |    |                                                                       |     |   |                                                                             |     |   |                                                                             |     |   |                                                                          |     |
| PX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CN 105553559 A (烽火通信科技股份有限公司) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04)<br>权利要求1-8                                                                                                                                      | 1-8                                                |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            |         |    |                                                                       |     |   |                                                                             |     |   |                                                                             |     |   |                                                                          |     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 104066018 A (上海交通大学) 2014年 9月 24日 (2014 - 09 - 24)<br>说明书第0024-0032段, 图1                                                                                                                                | 1-8                                                |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            |         |    |                                                                       |     |   |                                                                             |     |   |                                                                             |     |   |                                                                          |     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 104052547 A (同济大学) 2014年 9月 17日 (2014 - 09 - 17)<br>说明书第0029-0041段, 图1-2                                                                                                                                | 1-8                                                |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            |         |    |                                                                       |     |   |                                                                             |     |   |                                                                             |     |   |                                                                          |     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | US 9014568 B2 (NEC LAB AMERICA INC.) 2015年 4月 21日 (2015 - 04 - 21)<br>全文                                                                                                                                   | 1-8                                                |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            |         |    |                                                                       |     |   |                                                                             |     |   |                                                                             |     |   |                                                                          |     |
| <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> <table border="0"> <tr> <td> <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> </td> <td> <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> </td> </tr> </table>                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                    | <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>* 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>2016年 11月 23日</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                            | <p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2017年 1月 5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)<br/>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            | <p>受权官员</p> <p>俞燕浓</p> <p>电话号码 (86-10)62089153</p> |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            |         |    |                                                                       |     |   |                                                                             |     |   |                                                                             |     |   |                                                                          |     |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/102819

| 检索报告引用的专利文件 |           |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利          | 公布日<br>(年/月/日)  |
|-------------|-----------|----|----------------|---------------|-----------------|
| CN          | 105553559 | A  | 2016年 5月 4日    | 无             |                 |
| CN          | 104066018 | A  | 2014年 9月 24日   | 无             |                 |
| CN          | 104052547 | A  | 2014年 9月 17日   | CN 104052547  | B 2016年 8月 24日  |
| US          | 9014568   | B2 | 2015年 4月 21日   | US 2014056585 | A1 2014年 2月 27日 |