

# (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6月30日 (30.06.2016)



(10) 国际公布号  
WO 2016/101245 A1

- (51) 国际专利分类号:  
G02B 6/125 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/095079
- (22) 国际申请日: 2014年12月26日 (26.12.2014)
- (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: 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)。 龚健敏 (GONG, Jianmin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市深佳知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENPAT INTELLECTUAL PROPERTY

AGENCY); 中国广东省深圳市国贸大厦 15 楼西座 1521 室, Guangdong 518014 (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)。

[见续页]

(54) Title: OPTICAL SPLITTER AND PASSIVE OPTICAL NETWORK SYSTEM

(54) 发明名称: 一种光分路器及无源光网络系统

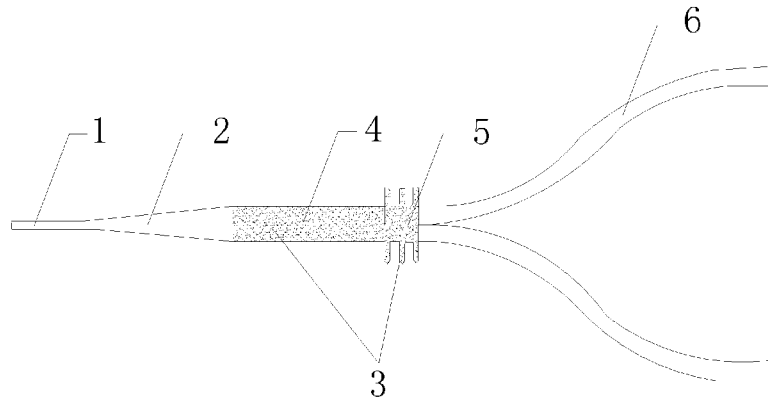


图 3 / FIG 3

(57) Abstract: Disclosed are an optical splitter and a passive optical network system. The optical splitter of the embodiments of the present invention comprises a trunk waveguide and a branch waveguide; and the trunk waveguide comprises a trunk single-mode waveguide, a trunk tapered waveguide and a trunk multi-mode waveguide which are coupled in sequence, wherein the trunk multi-mode waveguide comprises a light absorbing material region and a fibre Bragg grating (FBG) region, the light absorbing material region being coupled to the trunk tapered waveguide, and the FBG region being coupled to the branch waveguide. The embodiments of the present invention solve the problem in the prior art of an optical loss caused by light leaking of an optical splitter in an uplink direction, which reduces the optical loss in the uplink direction and improves the uplink transmission efficiency.

(57) 摘要: 本发明实施例公开了一种光分路器及无源光网络系统。本发明实施例光分路器包括主干波导和分支波导, 所述主干波导包括依次耦合的主干单模波导、主干锥形波导、主干多模波导, 其中主干多模波导中包括吸光材料区、光纤布拉格光栅 FBG 区, 所述吸光材料区与所述主干锥形波导耦合, 所述 FBG 区与所述分支波导耦合。本发明实施例解决了现有技术中光分路器在上行方向存在光泄漏而导致光损耗的问题, 降低了上行方向的光损耗, 提高了上行传输效率。



WO 2016/101245 A1

**本国际公布:**

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

## 一种光分路器及无源光网络系统

### 技术领域

本发明涉及通信技术领域，特别涉及一种光分路器及无源光网络系统。

### 背景技术

5 随着用户对带宽需求的不断增长，传统的铜线宽带接入系统越来越面临带宽瓶颈，与此同时，带容量巨大的光纤通信技术日益成熟，应用成本逐年下降，光纤接入网成为下一代宽带接入网的有力竞争者，其中尤其以无源光网络最具竞争力。

图 1 示出了无源光网络(Passive Optical Network, PON)系统的一般结构。  
10 通常而言，一个无源光网络系统包括一个位于中心局的光线路终端(Optical Line Terminal, OLT)，一个用于分支/耦合的光分路器(Optical Splitter, OS)以及若干光网络单元(Optical Network Unit, ONU)，其中 OS 在 PON 网络中处于中心位置，用于实现光信号功率的下行分配和上行耦合。

现有的光分路器：包括 FBT 熔融拉锥型光分路器(FBT-OS)和 PLC 平面  
15 光波导型光分路器(PLC-OS)，在上行下行方向都有相同的损耗，我们定义从 OLT 到 ONU 端为下行方向，从 ONU 到 OLT 端为上行方向，以 1:2 的光分路器为例，在下行方向(从左到右) OS 将光功率一分为二，每一支路上的损耗为 50%，即 3dB。在上行方向(从右到左)其中一分支输入的光将有 50%泄露掉，只有 50%能通过，也即 3dB 损耗。以 1:32 的商用化 PLC-OS 为例，上下  
20 行的损耗实测均为 17dB 左右，这样在用户端(ONU)就需要较大的功率才能穿透 OS 传输信号，相当于 96%的光都白白泄露掉了，如果能够降低或者去除上行方向的泄露损耗，就可以大大提高上行方向的功率预算。

一般来说，上行之所以会有和下行方向一致的损耗，可以用模式耦合理论来解释，如图 2 所示，当入射 0 阶模到达两入射波导交叉点时，该处波导宽度  
25 突然增大一倍，其场宽也必然增大，变成另一 0 阶模。由于这两个 0 阶模不满足场的连续性条件，因此必然同时伴随着另一模式 1 阶模的激发，而且 1 阶模的强度与 0 阶模相同。当两个模式的光继续往前传播时，耦合区不断变窄到 w(仅能存在一个基模)，0 阶模在这个过程中能继续往前传播，但 1 阶模在到达单模输出波导之前，已经发生截止，从而被辐射出去。由于 0 阶模和 1 阶模  
30 的强度相同，所以输出单模波导光强损耗 3 dB (1: 2 光分路器为例)。

目前，上行低损耗 OS 的解决方案如下：一种方案就是将锥形耦合区改为宽度为 2W 的多模光纤，一直连接到 OLT，即不发生 1 阶模的截止，但是由于多模光纤的传输距离受到限制（一般小于 1km），因此 OS 要放置在 OLT 端，光纤相当于从 ONU 端到 OLT 端的距离，增加了成本。另一种方案就是对光损耗进行补偿，采用掺铒光纤放大器（Erbium doped fiber amplifier, EDFA）遥泵的方式，但是由于遥泵需要的泵浦光源功率很大，功耗大，并且存在信号和噪声同时放大的问题，实现难度大。

### 发明内容

本发明实施例提供了一种光分路器及无源光网络系统，解决了现有技术中光分路器在上行方向存在光泄漏而导致光损耗的问题，降低了上行方向的光损耗，提高了上行传输效率，经济节约。

本发明实施例第一方面提供了一种光分路器 OS，包括：主干波导和分支波导，所述主干波导包括依次耦合的主干单模波导、主干锥形波导、主干多模波导，其中主干多模波导中包括吸光材料区、光纤布拉格光栅 FBG 区，所述吸光材料区与所述主干锥形波导耦合，所述 FBG 区与所述分支波导耦合；

所述主干单模波导用于接收输入的补偿光，并将所述补偿光经所述主干锥形波导传输至所述吸光材料区，所述 FBG 区的反射峰和补偿光的波长重叠；

所述分支波导用于接收上行光信号，并将所述上行光信号传输至所述 FBG 区，所述 FBG 区的反射峰与所述上行光信号的波长不同；

所述 FBG 区用于接收所述经所述分支波导传输的上行光信号，并将所述上行光信号传输至所述吸光材料区；

所述吸光材料区用于当所述吸光材料区接收饱和吸收的所述补偿光时，使接收的所述上行光信号与饱和吸收的补偿光发生竞争增强补偿光，并经所述主干锥形波导、所述主干单模波导输出增强的补偿光。

结合本发明实施例的第一方面，在本发明实施例的第一方面的第一种实现方式中，所述分支波导包括两路分支单模波导，所述 FBG 区与所述两路分支单模波导耦合。

结合本发明实施例的第一方面，在本发明实施例的第一方面的第二种实现方式中，所述分支波导包括与所述 FBG 区级联的至少一级分支多模波导，末级级联的每个分支多模波导耦合两路分支单模波导，上一级分支多模波导宽度

宽于下一级分支多模波导，末级级联的分支多模波导宽于分支单模波导宽度。

结合本发明实施例的第一方面，在本发明实施例的第一方面的第三种实现方式中，所述吸光材料区由铒（Er）或镨（Pr）材料制成。

本发明实施例第二方面提供了一种无源光网络系统 PON，包括依次耦合  
5 的光源线路终端 OLT、第一光分路器 OS、至少一个光网络单元 ONU，所述第一 OS 为如第一方面所述的光分路器 OS；

所述补偿光耦合装置用于接收所述补偿光源发送的补偿光并耦合传输至所述第一 OS；

所述第一 OS 用于当自身吸光材料区接收饱和吸收的所述补偿光时，使从  
10 所述 ONU 接收的上行光信号与饱和吸收的补偿光发生竞争增强补偿光，并输出增强的补偿光至所述 OLT。

结合本发明实施例的第二方面，在本发明实施例的第二方面的第一种实现方式中，所述补偿光源和所述补偿光耦合装置位于所述 OLT 内。

结合本发明实施例的第二方面，在本发明实施例的第二方面的第二种实现  
15 方式中，所述补偿光源和所述补偿光耦合装置位于所述 OLT 外，所述 PON 中。

结合本发明实施例的第二方面的第一种实现方式和第二方面的第二种实现方式，在本发明实施例的第二方面的第三种实现方式中，所述补偿光耦合装置为波分复用器 WDM 或环形器。

结合本发明实施例的第二方面至第二方面的第三种实现方式，在本发明实  
20 施例的第二方面的第四种实现方式中，所述无源光网络系统 PON 还包括：

在所述第一 OS 之前或之后级联的第二光分路器 OS。

结合本发明实施例的第二方面的第四种实现方式，在本发明实施例的第二方面的第五种实现方式中，所述第二 OS 为 FBT 熔融拉锥型 POS 或 PLC 平面光波导型 POS。

结合本发明实施例的第二方面的第四种实现方式，在本发明实施例的第二方面的第六种实现方式中，所述第二 OS 与所述第一 OS 相同。

从以上技术方案可以看出，本发明实施例具有以下优点：

本实施例中，控制 FBG 区的反射峰刚好和进入光分路器吸光材料区的补偿光的波长重叠，补偿光保持在刚好被饱和吸收或将被饱和吸收时，当有上行  
30 光信号时，上行光信号进入 OS 的主干多模波导后，由于 FBG 区对上行光没

有反射作用，上行光将穿透 FBG 区进入吸光材料区，上行光能量与饱和吸收的补偿光将发生竞争，使反射的补偿光能量增加，这样，原来无法进入主干单模波导的高阶模光能量通过补偿光继续在主干单模波导中传输，实现了上行方向的低损耗，提高了上行传输效率，经济节约。

## 5 附图说明

图 1 是现有的 PON 系统的结构示意图；

图 2 是上行光损耗模式耦合原理图；

图 3 是本发明实施例中 OS 的一个实施例示意图；

图 4 是本发明实施例中 OS 的另一个实施例示意图；

10 图 5 是本发明实施例中 OS 的另一个实施例示意图；

图 6 是本发明实施例中 PON 系统的一个实施例示意图；

图 7 是本发明实施例中 PON 系统的一个实施例示意图；

图 8 是本发明实施例中 PON 系统的另一个实施例示意图；

图 9 是本发明实施例中 PON 系统的另一个实施例示意图。

## 15 具体实施方式

本发明实施例提供了一种光分路器及无源光网络系统，解决了现有技术中光分路器在上行方向存在光泄漏而导致光损耗的问题，降低了上行方向的光损耗，提高了上行传输效率，经济节约。

20 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，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的实施例，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，都应当属于本发明保护的范围。

25 本发明实施例中提供一种光分路器 OS，该 OS 可以为低损光分路器 (loss-less optical splitter, LOS)，本实施例中 OS 包括主干波导和分支波导，所述主干波导包括依次耦合的主干单模波导、主干锥形波导、主干多模波导，其中主干多模波导中包括吸光材料区、光纤布拉格光栅 FBG 区，所述吸光材料区与所述主干锥形波导耦合，所述 FBG 区与所述分支波导耦合，所述分支波导中可以包括至少两路分支单模波导。

30 所述主干单模波导用于接收输入的补偿光，并将所述补偿光经所述主干锥

形波导传输至所述吸光材料区，所述 FBG 区的反射峰和补偿光的波长重叠；

所述分支波导用于接收上行光信号，并将所述上行光信号传输至所述 FBG 区，所述 FBG 区的反射峰与所述上行光信号的波长不同；

所述 FBG 区用于接收所述经所述分支波导传输的上行光信号，并将所述上行光信号传输至所述吸光材料区；

所述吸光材料区用于当所述吸光材料区接收饱和吸收的所述补偿光时，使接收的所述上行光信号与饱和吸收的补偿光发生竞争增强补偿光，并经所述主干锥形波导、所述主干单模波导输出增强的补偿光。

本实施例中，设计 FBG 区的反射峰刚好和进入光分路器 OS 的吸光材料区的补偿光的波长重叠，补偿光保持在刚好被饱和吸收或将被饱和吸收时，当有上行光信号时，上行光信号的波长与补偿光的波长不同，上行光信号进入主干多模波导后，由于 FBG 区对上行光没有反射作用，上行光将穿透 FBG 区进入吸光材料区，上行光能量与饱和吸收的补偿光将发生竞争，使反射的补偿光能量增加，这样，原来无法进入主干单模波导的高阶模光能量通过补偿光继续在主干单模波导中传输，实现了上行方向的低损耗，提高了上行传输效率。

如图 3 所示，本发明实施例中 OS 的一个实施例包括：主干波导和分支波导，所述主干波导包括依次耦合的主干单模波导 1、主干锥形波导 2、主干多模波导 3，其中主干多模波导 3 中包括吸光材料区 4、光纤布拉格光栅 FBG 区 5，所述吸光材料区 4 与所述主干锥形波导 2 耦合，本实施例中，所述分支波导可以仅包括两路分支单模波导 6，所述 FBG 区 5 与所述两路分支单模波导 6 耦合，形成 1: 2 分支比的 OS。

图 3 所示的实施例中，为 1: 2 分支比的 OS，在实际应用中，在所述主干多模波导 3 右侧还可以是级联耦合若干分支多模波导和分支单模波导，形成高分支比的 OS，即所述分支波导包括与所述 FBG 区级联的至少一级分支多模波导 7，此时，所述级联的最后一级分支多模波导中，每个分支多模波导耦合两路分支单模波导 6，上一级分支多模波导宽度适当宽于下一级分支多模波导，末级级联的每个分支多模波导宽度适度宽于分支单模波导宽度。

如图 4 所示，本发明实施例中 OS 的另一实施例中，所述光分路器还可以包括两路分支多模波导 7，每个分支多模波导 7 可以耦合两路分支单模波导 6，形成 1: 4 分支比的 OS。

如图 5 所示, 本发明实施例中 OS 的另一实施例中, 每个分支多模波导 7 还级联一级分支多模波导 7 (两路分支多模波导, 上一级的分支多模波导的宽度都适度大于下一级分支多模波导的宽度), 所述级联的最后一级分支多模波导中, 每个分支多模波导耦合两路分支单模波导 6, 形成 1: 8 分支比的 OS。

5 可以理解的是, 图 5 中所示的每个分支多模波导 7 仅级联一级分支多模波导, 形成 1: 8 分支比的 OS, 在实际应用中, 在分支多模波导 7 后, 分支单模波导 6 之前, 还可以级联更多级分支多模波导, 形成更高分支比的 OS, 例如在每个分支多模波导 7 之后再耦合两路分支多模波导, 然后这些分支多模波导后面再耦合两路分支单模波导 6, 即可形成 1: 16 的分支比的 OS, 此处不作  
10 限定。

可选的, 上述图 3 至图 5 所示的实施例中的吸光材料区可以由铒 (Er) 或镨 (Pr) 等稀土离子材料制成。

在光网络中, 上述图 3 至图 5 所示的实施例中描述的 OS 可以替代现有技术中的 OS, 既可以作为上行传输的 OS 使用, 也可以当作下行传输的 OS 使用。

15 如图 6 所示, 本发明实施例中提供一种无源光网络系统 PON 600, 包括依次耦合的光源线路终端 OLT 601、第一光分路器 OS 602、至少一个光网络单元 ONU 603, 所述第一 OS 602 为上述实施例中所描述的光分路器 OS;

所述补偿光耦合装置用于接收所述补偿光源发送的补偿光并耦合传输至所述第一 OS;

20 所述第一 OS 用于当自身吸光材料区接收饱和吸收的所述补偿光时, 使从所述 ONU 接收的上行光信号与饱和吸收的补偿光发生竞争增强补偿光, 并输出增强的补偿光至所述 OLT。

本发明实施例中无源光网络系统 PON 中设置有补偿光源和补偿光耦合装置, 补偿光源发送补偿光, 经过补偿光耦合装置耦合进光网络 (第一 OS) 中。

25 补偿光源和补偿光耦合装置可以设置在 OLT 601 内, 即所述 OLT 601 中包括补偿光源和补偿光耦合装置。

可以理解的是, 补偿光源和补偿光耦合装置还可以设置在所述 OLT 601 外, 即所述 OLT 601 外, 所述 PON 600 中还包括补偿光源和补偿光耦合装置, 此处不作限定。如图 7 所示, 补偿光源 604 和补偿光耦合装置 605 设在 OLT 601  
30 外。



上述补偿光源可以是普通的激光器即可，无需大功率泵浦光，降低了实现成本。

可选的，上述实施例中，补偿光耦合装置可以为波分复用器 WDM 或环形器，将补偿光耦合进主干光路中。

- 5 本实施例 PON 系统中，在 OLT 601 侧除了正常的下行信号光（1490nm 波段），还耦合进一路连续发射的补偿光（PON 系统中补偿光源发射），补偿光的波长与正常下行信号光波长和 1310nm 的上行光波长都不相同，可以处于 O 波段，但必须与上行光波长错开一定距离，此外在 PON 系统中使用上述实施例中所述的 OS；
- 10 本实施例工作原理如下：OLT 601 侧的补偿光源（OLT 内或 OLT 外）发送补偿光，进入 OS 602 的吸光材料区，OS 的 FBG 区的反射峰刚好和补偿光的波长重叠，因此补偿光将被反射回去，并再一次进入吸光材料区，控制补偿光的大小，使得刚好被吸光材料区饱和吸收，此时若进一步增加补偿光，反射的补偿光将穿透吸光材料区域，进入 OLT 601，补偿光保持在刚好被饱和吸收
- 15 或将被饱和吸收后，当有上行光信号时，上行光信号进入 OS 602 的多模波导后，将避免如前所述的 1 阶模截止，从而普通 OS 中会辐射泄漏掉的光能量将被限制在多模波导中传输，因为上行波长与补偿光不同，FBG 区对上行光没有反射作用，上行光将穿透 FBG 区进入吸光材料区，上行光能量与饱和吸收的补偿光将发生竞争，使反射的补偿光能量增加，上行光中 1 阶模经主干锥形
- 20 波导到达主干单模波导时将被截止，但是补偿光由于是经过主干锥形波导从主干波导进入多模波导中的，仍将保持 0 阶模，经反射后可以进入主干单模波导中继续传输，没有高阶模截止，这样，原来无法进入主干单模波导的高阶模光能量通过补偿光继续在主干单模波导中传输，原上行光的信号通过补偿光接力传输至 OLT 601 中，实现了上行低损耗，补偿光受到原上行光的调制，调制后
- 25 的信号与原上行光一致。

可选的，根据不同的需求，在 PON 网络中还可以：在所述第一 OS 602 之前或之后级联的第二光分路器 OS，构成多级分光结构，所述第二 OS 可以为普通的 OS，如 FBT 熔融拉锥型 OS 或 PLC 平面光波导型 OS，所述第二 OS 还可以与第一 OS 相同，使用上述实施例中所述的 OS，此处不作限定。

- 30 具体的，如图 8 所示，所述第二 OS 可以在所述第一 OS 602 之后级联，

如图 9 所示,也可以是,所述第二 OS 还可以在所述第一 OS 602 之前级联,此处不作限定;

图 8、图 9 仅仅展现的是在 OS 602 之前或之后级联的第二 OS,可以理解的是,在实际应用中,还可以是在 OS 602 之前和之后都级联 OS,或者在 OS 602 之前或之后级联多个 OS,同样的,这些级联的 OS 也可以是上述各种类型的 OS,此处不作限定。

图 8、图 9 所示的实施例中,补偿光源和补偿光耦合装置设置在 OLT 601 中,可以理解的是,补偿光源和补偿光耦合装置也可以如图 7 所示设置在 OLT 601 外,此处不作限定。

10 本发明实施例在旧网升级改造时,对主干光路和 ONU 无需改动,只需要升级 OLT 和/或光分路器即可,降低了升级难度,利于旧网的升级改造。

在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统,装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

20 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

25 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

以上所述,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

## 权利要求

1、一种光分路器 OS，其特征在于，包括主干波导和分支波导，所述主干波导包括依次耦合的主干单模波导、主干锥形波导、主干多模波导，其中主干多模波导中包括吸光材料区、光纤布拉格光栅 FBG 区，所述吸光材料区与所  
5 述主干锥形波导耦合，所述 FBG 区与所述分支波导耦合；

所述主干单模波导用于接收输入的补偿光，并将所述补偿光经所述主干锥形波导传输至所述吸光材料区，所述 FBG 区的反射峰和补偿光的波长重叠；

所述分支波导用于接收上行光信号，并将所述上行光信号传输至所述 FBG 区，所述 FBG 区的反射峰与所述上行光信号的波长不同；

10 所述 FBG 区用于接收所述经所述分支波导传输的上行光信号，并将所述上行光信号传输至所述吸光材料区；

所述吸光材料区用于当所述吸光材料区接收饱和吸收的所述补偿光时，使接收的所述上行光信号与饱和吸收的补偿光发生竞争增强补偿光，并经所述主干锥形波导、所述主干单模波导输出增强的补偿光。

15 2、根据权利要求 1 所述的光分路器，其特征在于，所述分支波导包括两路分支单模波导，所述 FBG 区与所述两路分支单模波导耦合。

3、根据权利要求 1 所述的光分路器，其特征在于，所述分支波导包括与所述 FBG 区级联的至少一级分支多模波导，末级级联的每个分支多模波导耦合两路分支单模波导，上一级分支多模波导宽度宽于下一级分支多模波导，末  
20 级级联的分支多模波导宽于分支单模波导宽度。

4、根据权利要求 1 所述的光分路器，其特征在于，所述吸光材料区由铒 (Er) 或镨 (Pr) 材料制成。

5、一种无源光网络系统 PON，其特征在于，包括依次耦合的光源线路终端 OLT、第一光分路器 OS、至少一个光网络单元 ONU，所述第一 OS 为如权  
25 利要求 1 至 4 中任一所述的光分路器 OS，所述 PON 中还包括补偿光源和补偿光耦合装置；

所述补偿光耦合装置用于接收所述补偿光源发送的补偿光并耦合传输至所述第一 OS；

所述第一 OS 用于当自身吸光材料区接收饱和吸收的所述补偿光时，使从  
30 所述 ONU 接收的上行光信号与饱和吸收的补偿光发生竞争增强补偿光，并输

出增强的补偿光至所述 OLT。

6、根据权利要求 5 所述的无源光网络系统，其特征在于，所述补偿光源和所述补偿光耦合装置位于所述 OLT 内。

7、根据权利要求 5 所述的无源光网络系统，其特征在于，所述补偿光源和所述补偿光耦合装置位于所述 OLT 外，所述 PON 中。

8、根据权利要求 6 或 7 所述的无源光网络系统，其特征在于，所述补偿光耦合装置为波分复用器 WDM 或环形器。

9、根据权利要求 5 至 8 中任一所述的无源光网络系统，其特征在于，所述无源光网络系统 PON 还包括：

10 在所述第一 OS 之前或之后级联的第二光分路器 OS。

10、根据权利要求 9 所述的无源光网络系统，其特征在于，所述第二 OS 为 FBT 熔融拉锥型 POS 或 PLC 平面光波导型 POS。

11、根据权利要求 9 所述的无源光网络系统，其特征在于，所述第二 OS 与所述第一 OS 相同。

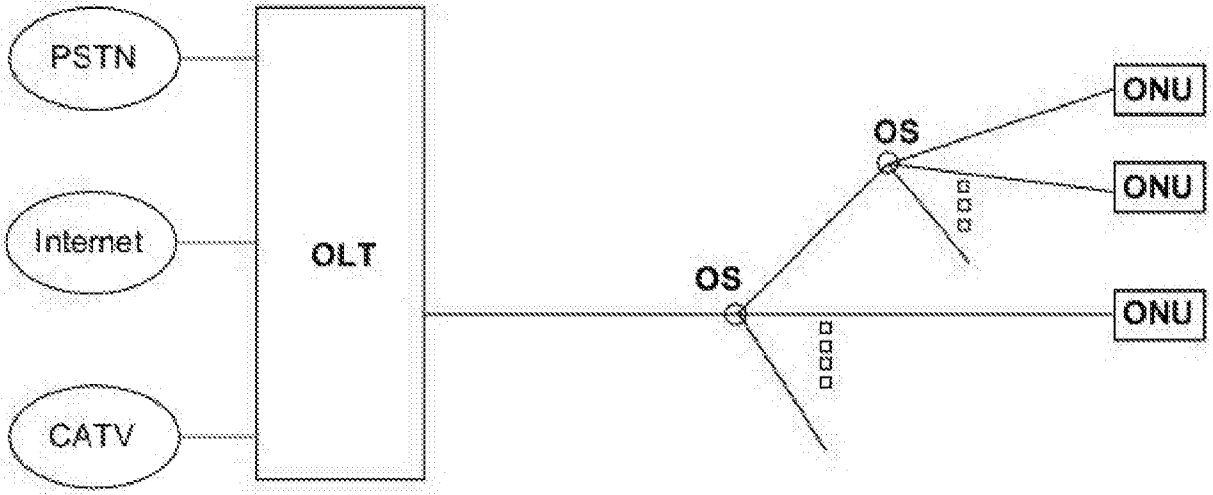


图 1

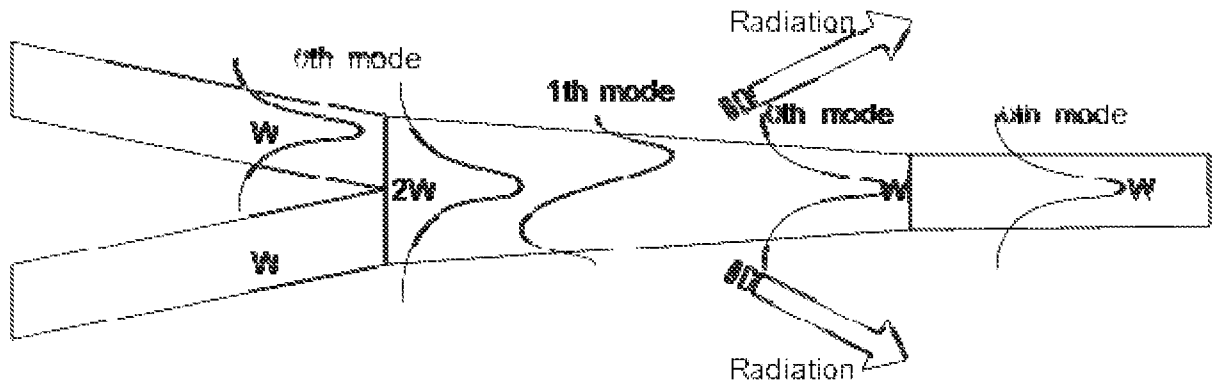


图 2

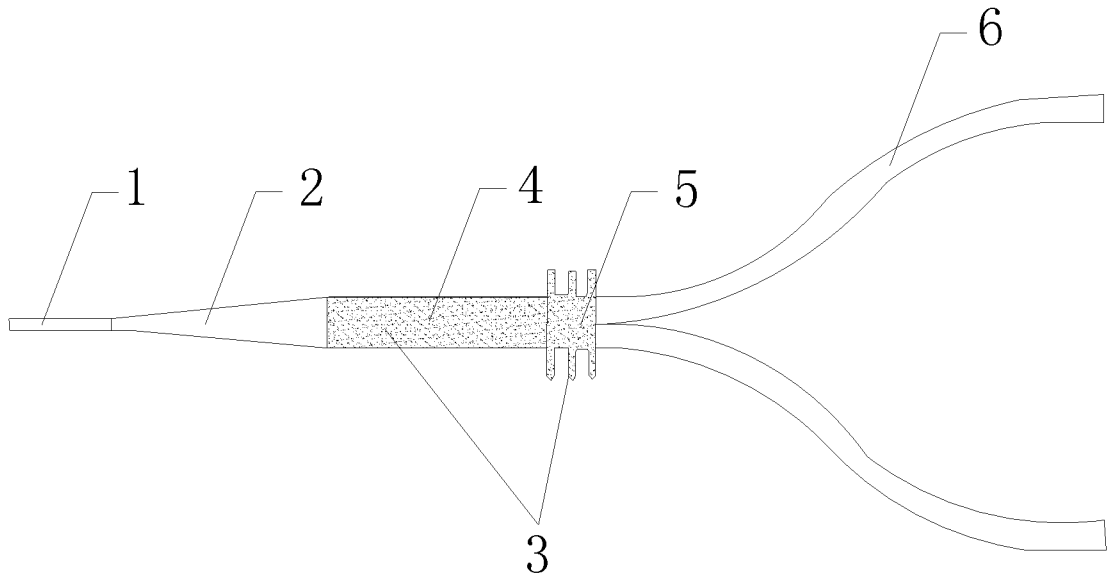


图 3

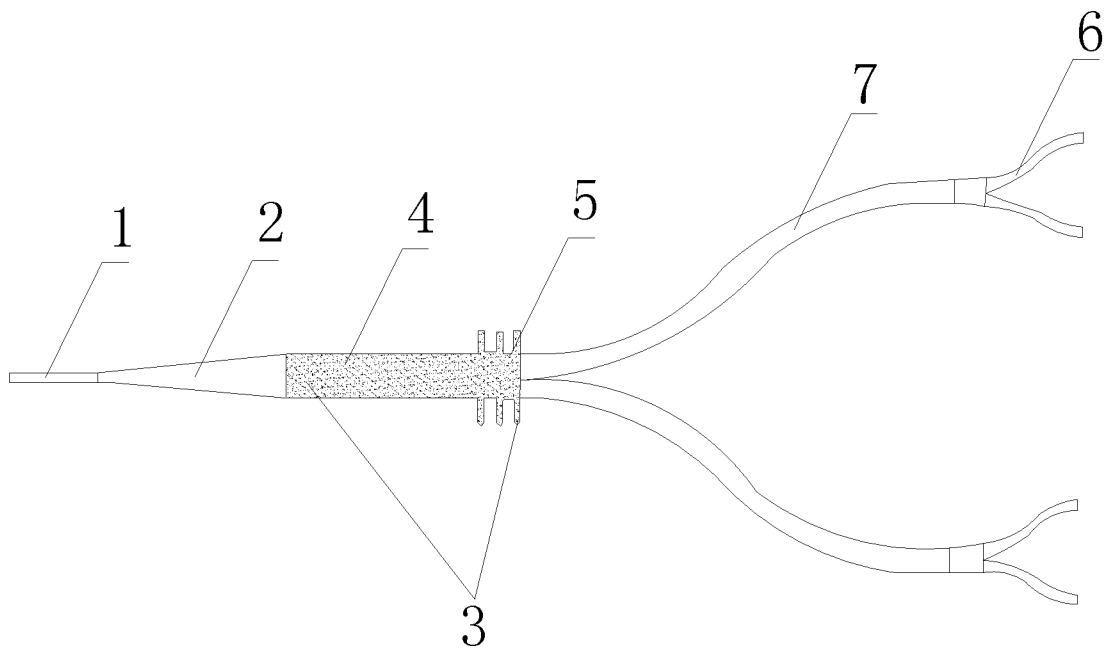


图 4

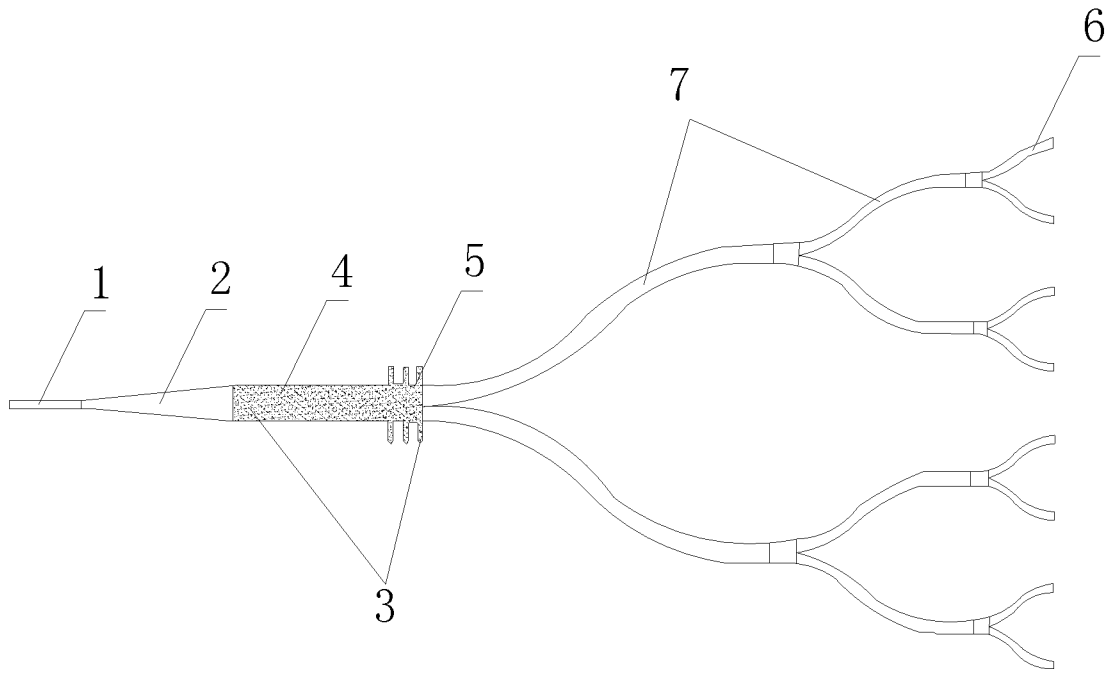


图 5

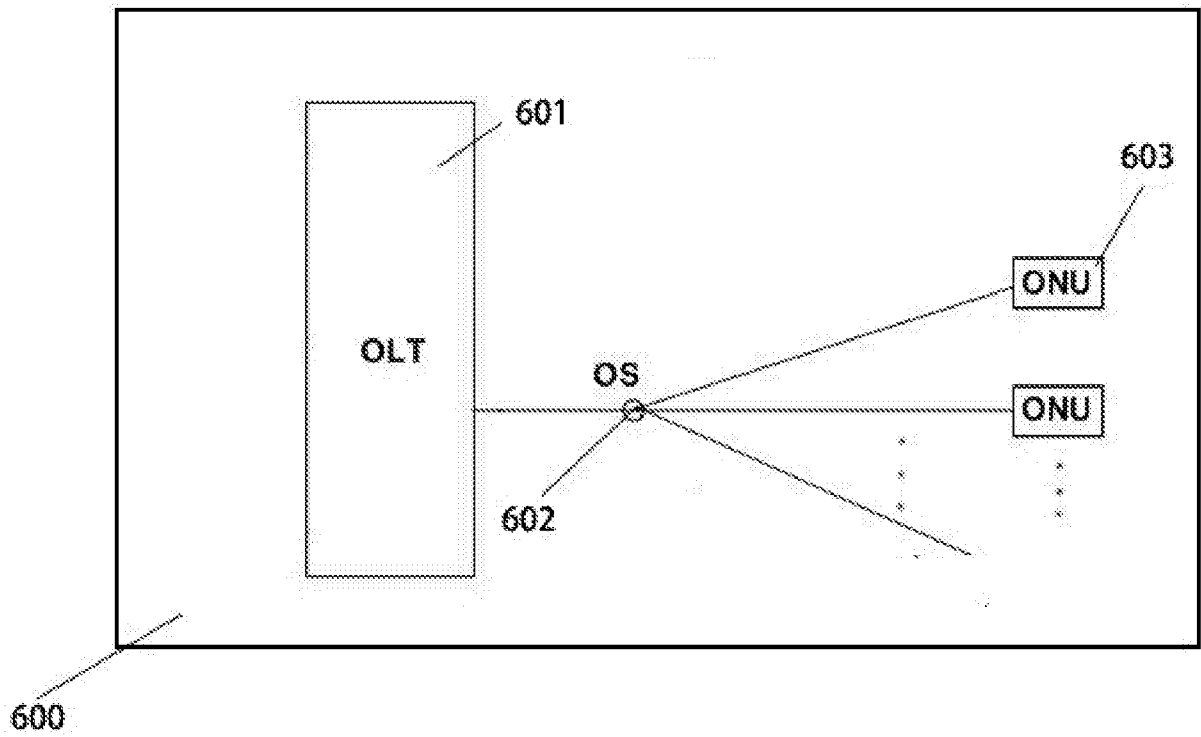


图 6

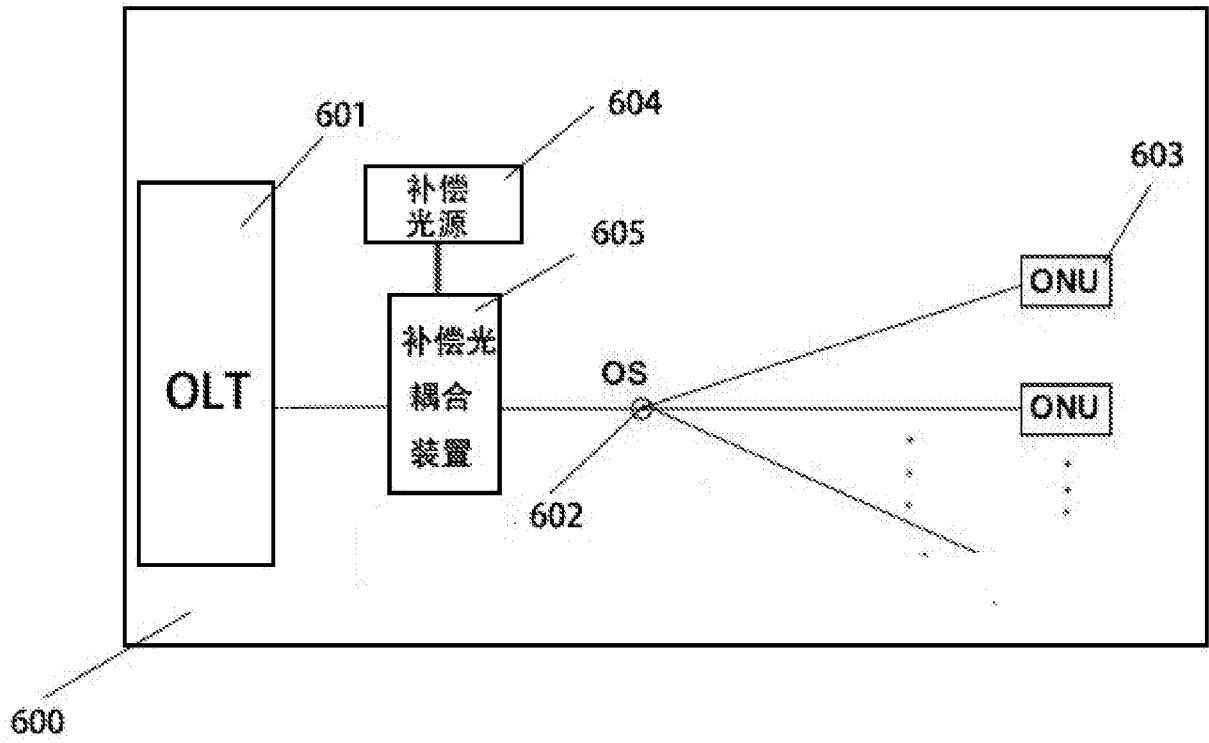


图 7

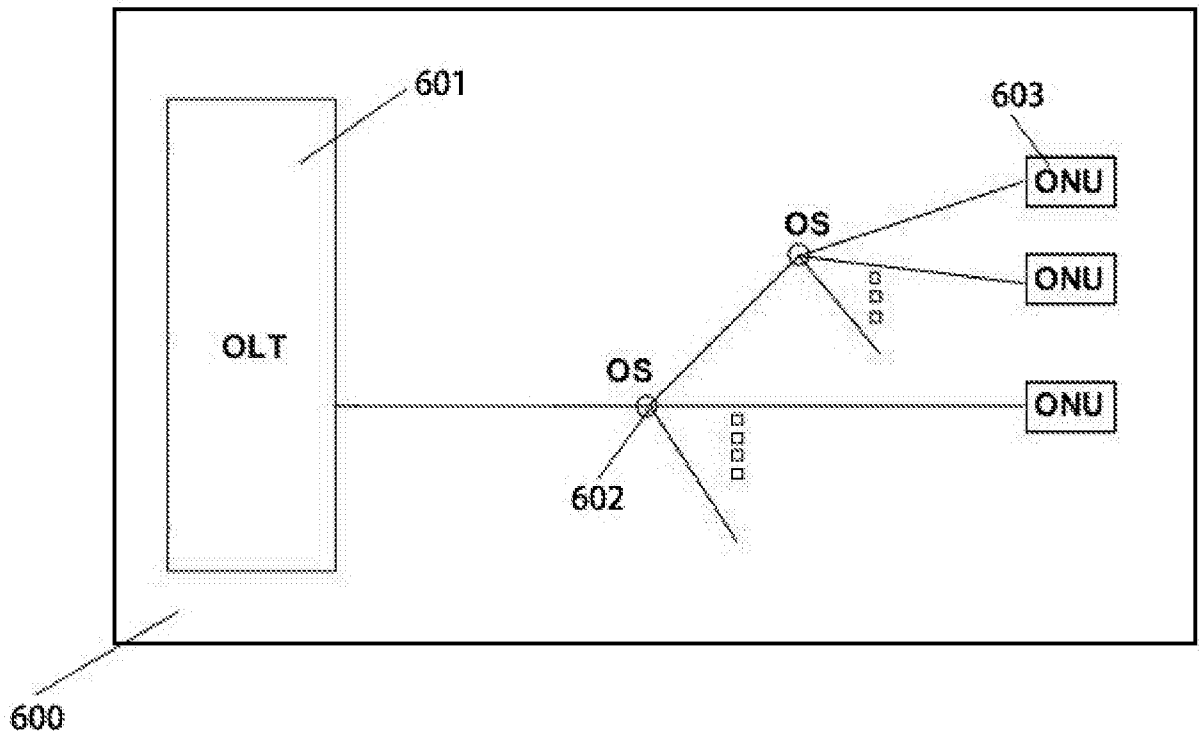


图 8



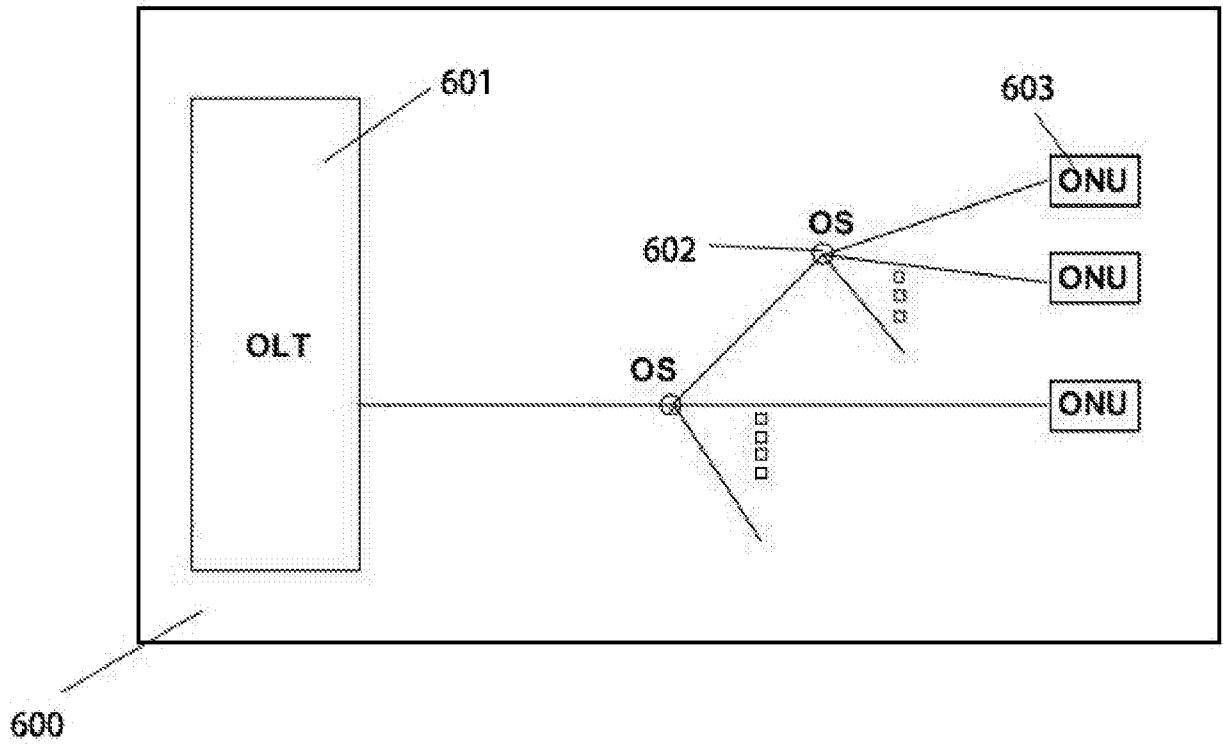


图 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2014/095079

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/125 (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)

H04B; G02B

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)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: uplink, optical, split+, taper, FGB, Bragg, fiber, fibre, Grat+, absord+, gain, leak, compensat

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102216822 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 12 October 2011 (12.10.2011) description, paragraphs [0010]-[0023], and figure 2A	1-11
A	CN 2840076 Y (SHANGHAI WEILAI WIDEBAND TECHNOLOGY & APPLIED ENGINEERING RESEARCH CENTER CO., LTD.) 22 November 2006 (22.11.2006) the whole document	1-11
A	CN 101938313 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 05 January 2011 (05.01.2011) the whole document	1-11
A	US 2005031981 A1 (FUJIKURA LTD.) 10 February 2005 (10.02.2005) the whole document	1-11

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>
---	--

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;">14 September 2015</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;">23 September 2015</p>
<p>Name and mailing address of the ISA</p> <p>State Intellectual Property Office of the P. R. China</p> <p>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao</p> <p>Haidian District, Beijing 100088, China</p> <p>Facsimile No. (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;">LI, Ping</p> <p>Telephone No. (86-10) 62413398</p>

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

International application No.  
PCT/CN2014/095079

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102216822 A	12 October 2011	US 2012288278 A1	15 November 2012
		WO 2011137761 A3	19 April 2012
		WO 2011137761 A2	10 November 2011
		CN 102216822 B	09 January 2013
CN 2840076 Y	22 November 2006	None	
CN 101938313 A	05 January 2011	CN 10193813 B	02 April 2014
US 2005031981 A1	10 February 2005	US 7527919 B2	05 May 2009
		JP 2005055508 A	03 March 2005

<p>A. 主题的分类</p> <p>G02B 6/125 (2006.01)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; G02B</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>WPI, EPDOC, CNKI, CNPAT: 上行, 分光, 光分路, 锥形, 布拉格光栅, 吸光, 增益, 泄漏, 损耗, 补偿, uplink, optical, split+, taper, FBG, Bragg, fiber, fibre, Grat+, absord+, gain, leak, compensat</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>A</td> <td>CN 102216822 A (华为技术有限公司) 2011年 10月 12日 (2011 - 10 - 12) 说明书第[0010]-[0023]段, 图2A</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 2840076 Y (上海未来宽带技术及应用工程研究中心有限公司) 2006年 11月 22日 (2006 - 11 - 22) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101938313 A (华为技术有限公司) 2011年 1月 5日 (2011 - 01 - 05) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2005031981 A1 (FUJIKURA LTD.) 2005年 2月 10日 (2005 - 02 - 10) 全文</td> <td>1-11</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	A	CN 102216822 A (华为技术有限公司) 2011年 10月 12日 (2011 - 10 - 12) 说明书第[0010]-[0023]段, 图2A	1-11	A	CN 2840076 Y (上海未来宽带技术及应用工程研究中心有限公司) 2006年 11月 22日 (2006 - 11 - 22) 全文	1-11	A	CN 101938313 A (华为技术有限公司) 2011年 1月 5日 (2011 - 01 - 05) 全文	1-11	A	US 2005031981 A1 (FUJIKURA LTD.) 2005年 2月 10日 (2005 - 02 - 10) 全文	1-11
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 102216822 A (华为技术有限公司) 2011年 10月 12日 (2011 - 10 - 12) 说明书第[0010]-[0023]段, 图2A	1-11															
A	CN 2840076 Y (上海未来宽带技术及应用工程研究中心有限公司) 2006年 11月 22日 (2006 - 11 - 22) 全文	1-11															
A	CN 101938313 A (华为技术有限公司) 2011年 1月 5日 (2011 - 01 - 05) 全文	1-11															
A	US 2005031981 A1 (FUJIKURA LTD.) 2005年 2月 10日 (2005 - 02 - 10) 全文	1-11															
<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> <table border="0"> <tr> <td>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</td> <td>“&amp;” 同族专利的文件</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“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	“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“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	“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)	“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	“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件	“&” 同族专利的文件	“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						
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“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																
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“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																
“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)	“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																
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件	“&” 同族专利的文件																
“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																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2015年 9月 14日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 9月 23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>李萍</p> <p>电话号码 (86-10)62413398</p>																

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/095079

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	102216822	A	2011年 10月 12日	US	2012288278	A1	2012年 11月 15日
				WO	2011137761	A3	2012年 4月 19日
				WO	2011137761	A2	2011年 11月 10日
				CN	102216822	B	2013年 1月 9日
.....							
CN	2840076	Y	2006年 11月 22日	无			
.....							
CN	101938313	A	2011年 1月 5日	CN	101938313	B	2014年 4月 2日
.....							
US	2005031981	A1	2005年 2月 10日	US	7527919	B2	2009年 5月 5日
				JP	2005055508	A	2005年 3月 3日
.....							