

(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
2014年12月24日 (24.12.2014)



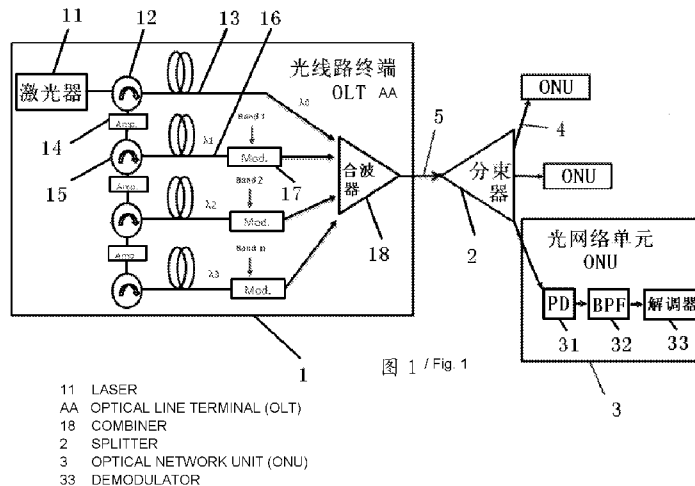
(10) 国际公布号
WO 2014/201700 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04J 14/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/077699
- (22) 国际申请日: 2013年6月21日 (21.06.2013)
- (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基地, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 周雷 (ZHOU, Lei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为基地, Guangdong 518129 (CN)。 彭桂开 (PENG, Guikai); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为基地, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京亿腾知识产权代理事务所 (E-TONE INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国北京市海淀区中关村紫金数码园3号楼707室, Beijing 100190 (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, 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, 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)。

[见续页]

(54) Title: OPTICAL LINE TERMINAL, OPTICAL NETWORK UNIT, OPTICAL NETWORK SYSTEM AND SIGNAL PROCESSING METHOD

(54) 发明名称: 光线路终端、光网络单元、光网络系统及信号处理方法



(57) Abstract: The present invention relates to an optical line terminal, an optical network unit, an optical network system and a signal processing method. The optical line terminal comprises: a laser, a combiner, an optical amplifier, an optical modulator, a first optical fiber and a second optical fiber; the first optical fiber is used for stimulating, through Stimulated Brillouin Scattering (SBS), the direct current light generated by the laser, to form local oscillation light and a reversely-transmitted first sub-optical wave, and transmitting the local oscillation light to the combiner; the second optical fiber is used for stimulating, through SBS, an optical signal amplified by the optical amplifier, to form an optical carrier and a reversely-transmitted second sub-optical wave, and transmitting the optical carrier to the optical modulator; and the combiner is used for combining the local oscillation light formed by the first optical fiber and the signal formed by the optical modulator to form an optical multi-band multiplexing signal, and then outputting the signal. The present invention can overcome high-frequency attenuation caused by optical fiber dispersion as well as insufficient frequency response and roll-off of various photoelectric devices at high frequencies.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2014/201700 A1

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明涉及一种光线路终端、光网络单元、光网络系统及信号处理方法，所述光线路终端包括：激光器、合波器、光放大器、光调制器、第一光纤和第二光纤；所述第一光纤，用于将所述激光器产生的所述直流光通过受激布里渊散射 SBS 激发，形成本振光和反向传输的第一子光波，并将所述本振光传输给所述合波器；所述第二光纤，用于将所述光放大器放大处理后的光信号通过 SBS 激发，形成光载波和反向传输的第二子光波，并将所述光载波传输给所述光调制器；所述合波器，用于将所述第一光纤形成的本振光与所述光调制器形成的信号光合波形成光多带复用信号并输出。本发明能够克服光纤色散引起的高频衰减，克服各种光电器件在高频处的频响不足、滚降。

光线路终端、光网络单元、光网络系统及信号处理方法

5 技术领域

本发明涉及网络通信技术领域，尤其涉及一种光线路终端、光网络单元、光网络系统及信号处理方法。

背景技术

10 无源光网络 (Passive Optical Network, PON) 是一种点对多点的光接入技术，在宽带接入领域逐渐成为主流技术，随着各种宽带业务，如视频会议、3D 电视、移动回传、互动游戏等的快速发展，对接入带宽的需求越来越高。面对未来的宽带演进，需要更大的带宽、长距离、大分支。

15 目前大多数 PON 都是基于分时多址 (Time Division Multiple Address, TDMA) 方式，典型的 PON 系统包括光线路终端 (Optical Line Terminal, OLT)、光分束器 (Splitter)、光网络单元 (Optical Network Unit, ONU)，其中，光分束器与主干光纤构成光分配网络 (Optical Distribution Network, ODN)，多个光网络单元通过光纤连接到光分束器，汇聚之后通过主干光纤连接到光线路终端 (局端)。光网络单元通过 TDMA 方式共享主干光纤。

20 现有的光网络系统大多采用多带频分复用 (Multi Band Frequency Division Multiplexing, 多带 FDM) 技术，发送端 (即光线路终端) 在电域产生多带 FDM 信号，利用比特加载算法，即在质量差的信道传输较少比特关闭质量差的信道，来进行多带传输 (Multi Band Transmission)，可以充分利用带宽。

25 然而，这种电多带 FDM 方式需要较高的射频器件带宽，这样的射频器件存在频率滚降，进而导致射频器件在高频处性能劣化严重，即使电多带 FDM

需要采用复杂的信道估计与比特加载算法，仍有很多高频部分由于频率衰减严重，无法得到利用，对光滤波器的要求也很高。

发明内容

5 本发明的目的是提供一种光线路终端、光网络单元、光网络系统及信号处理方法，在光纤和射频器件传输性能最好的基带进行传输，能够克服光纤色散引起的高频衰减，克服各种光电器件在高频处的频响不足、滚降。

为实现上述目的，本发明第一方面提供了一种光线路终端，所述光线路终端包括：激光器、合波器、光放大器、光调制器、第一光纤和第二光纤；

10 所述激光器，用于产生直流光；

所述第一光纤，与所述激光器和所述合波器相连接，用于将所述激光器产生的所述直流光通过受激布里渊散射 SBS 激发，形成本振光和反向传输的第一子光波，并将所述本振光传输给所述合波器；其中，所述本振光为所述直流光中光功率小于 SBS 阈值的光信号，所述第一子光波为所述直流光中光

15 功率大于 SBS 阈值的光信号；

所述光放大器，与所述第一光纤和所述第二光纤相连接，用于对所述第一子光波进行光信号放大处理，并将所述放大处理后的光信号传输给所述第二光纤；

20 所述第二光纤，与所述光放大器和所述光调制器相连接，用于将所述光放大器放大处理后的光信号通过 SBS 激发，形成光载波和反向传输的第二子光波，并将所述光载波传输给所述光调制器；其中，所述第二子光波为所述放大处理后的光信号中光功率大于 SBS 阈值的光信号，所述光载波为所述放大处理后的光信号中光功率小于 SBS 阈值的光信号；

25 所述光调制器，与所述第二光纤和所述合波器相连接，用于将所述光载波与输入的下行电信号进行调制后形成信号光，并传输给所述合波器；

所述合波器，与所述第一光纤和所述光调制器相连接，用于将所述第一

光纤形成的本振光与所述光调制器形成的信号光合波形成光多带复用信号并输出。

结合第一方面，在第一方面的第一种可能的实施方式中，所述第一光纤通过第一环形器与所述激光器相连接，所述第一环形器的第一端与所述
5 激光器的输出端相连接，所述第一环形器的第二端与所述第一光纤相连接，将所述激光器产生的所述直流光传输给所述第一光纤，所述第一环形器的第三端与所述光放大器的输入端相连接，将所述第一光纤形成的所述第一子光波传输给所述光放大器。

结合第一方面，在第一方面的第二种可能的实施方式中，所述光放大器
10 通过第二环形器与所述第二光纤相连接，所述第二环形器的第一端与所述光放大器的输出端相连接，所述第二环形器的第二端与所述第二光纤相连接，将所述光放大器放大处理后的光信号传输给所述第二光纤，所述第二环形器的第三端与下一个所述光放大器相连接，将所述第二光纤中形成的所述第二子光波传输给下一个所述光放大器。

结合第一方面，在第一方面的第三种可能的实施方式中，所述第一光纤中形成的所述第一子光波与所述激光器产生的直流光的频差为 Δf ，所述第二
15 光纤中形成的所述第二子光波与所述第一子光波的频差为 Δf 。

第二方面，本发明还提供了一种光网络单元，所述光网络单元包括：光电接收器、带通滤波器和解调器；

20 所述光电接收器，用于接收光线路终端发送的光多带复用信号，所述光多带复用信号包括本振光和多个信号光，所述信号光分别与所述本振光进行相干混频，得到电多带复用信号；

所述带通滤波器，用于对所述光电接收器得到的所述电多带复用信号进行带通滤波，获取所需要频段的电信号，并传输至所述解调器进行解调。

25 第三方面，本发明还提供了一种光网络系统，所述光网络系统包括：本发明实施例所述的光线路终端、本发明实施例所述的光网络单元和光分配网

络 ODN;

所述光线路终端通过所述光分配网络与所述光网络单元相连接。

第四方面, 本发明还提供了一种光网络信号处理方法, 所述方法包括:

激光器产生的直流光在第一光纤中传输, 通过受激布里渊散射 SBS 激发,
5 形成本振光和反向传输的第一子光波; 其中, 所述本振光为所述直流光中光
功率小于 SBS 阈值的光信号, 所述第一子光波为光功率大于 SBS 阈值的光信
号;

对所述第一子光波进行光信号放大处理, 并将所述放大处理后的光信号
在第二光纤中传输, 通过 SBS 激发, 形成光载波和反向传输的第二子光波;
10 其中, 所述第二子光波为所述放大处理后的光信号中光功率大于 SBS 阈值的
光信号, 所述光载波为所述放大处理后的光信号中光功率小于 SBS 阈值的光
信号, 所述光载波用于与输入的下行电信号进行调制后形成信号光;

所述本振光与所述信号光合波形成光多带复用信号, 并将光多带复用信
号输出给光网络单元。

15 结合第四方面, 在第四方面的第一种可能的实施方式中, 所述第一子光
波与所述激光器产生的直流光的频差为 Δf , 所述第二子光波与所述第一子光
波的频差为 Δf 。

结合第四方面, 在第四方面的第二种可能的实施方式中, 所述将光多带
复用信号输出给光网络单元之前, 还包括: 将多路所述光多带复用信号复合
20 成一路, 将复合后的光多带复用信号通过光纤传送给光网络单元。

第五方面, 本发明还提供了一种光网络信号处理方法, 所述方法包括:

接收光线路终端发送的光多带复用信号, 所述光多带复用信号包括本振
光和多个信号光, 所述信号光分别与所述本振光进行相干混频, 得到电多带
复用信号;

25 对所述电多带复用信号进行带通滤波, 获取所需要频段的电信号, 并进
行解调处理得到所述光线路终端接收到的下行信号。

本发明提供的光线路终端、光网络单元、光网络系统及信号处理方法，通过 SBS 激发产生波长之间频率间隔稳定的光载波，能使所有子带信号均在光纤和射频器件传输性能最好的基带进行传输，从而能够克服光纤色散引起的高频衰减，克服各种光电器件在高频处的频响不足、滚降。

5

附图说明

图 1 为本发明实施例一提供的光网络系统的结构示意图；

图 2a 为本发明实施例一提供的光线路终端输出的光多带复用信号示意图；

10 图 2b 为本发明实施例一提供的光电接收器输出的电多带复用信号示意图；

图 2c 为本发明实施例一提供的一个带通滤波器输出的信号示意图；

图 3 为本发明实施例二提供的光网络系统的结构示意图；

图 4 为本发明实施例三提供的光网络系统的结构示意图；

15 图 5 为本发明实施例四提供的一种光网络信号处理方法流程图；

图 6 为本发明实施例四提供的又一种光网络信号处理方法流程图。

具体实施方式

下面通过附图和实施例，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

20 无源光网络 PON 的下行模式均是采用广播模式，通过光分束器将广播的信息分配给若干个用户终端。本发明实施例提供的光线路终端、光网络单元、光网络系统及信号处理方法，可兼容现有已经部署的 PON 网络（基于光分束器的 PON），同样适用于其他 PON 结构，如下一代接入网结构：波分复用无源光网络 WDM PON，时分波分复用无源光网络 TWDM PON 等。

25 实施例一

图 1 是本实施例提供的光网络系统的结构示意图，如图 1 所示，本发明

的光网络系统包括：光线路终端 1、光分束器 2 和光网络单元 3，多个光网络单元 3 通过光纤 4 连接到光分束器 2，光分束器 2 通过主干光纤 5 与光线路终端 1 相连接。

光线路终端 1 包括：激光器 11、第一环形器 12、第一光纤 13、光放大器 14、第二环形器 15、第二光纤 16、光调制器 17 和合波器 18。

激光器 11 用于产生直流光。激光器 11 通过第一环形器 12 与第一光纤 13 相连接，第一光纤 13 用于将激光器 11 产生的直流光 λ_0 通过受激布里渊散射 SBS 激发，形成本振光和反向传输的第一子光波 λ_1 ，第一光纤 13 还与合波器 18 相连接，并将所述本振光传输给合波器 18。其中，所述本振光为所述直流光 λ_0 中光功率小于 SBS 阈值的光信号，所述第一子光波 λ_1 为所述直流光 λ_0 中光功率大于 SBS 阈值的光信号。第一光纤 13 中形成的本振光与激光器 11 产生的直流光 λ_0 之间无频差，第一光纤 13 中形成的第一子光波 λ_1 与激光器 11 产生的直流光 λ_0 的频差为 Δf ，而且，这个频差 Δf 的大小可以控制。

光放大器 14 通过第一环形器 12 与第一光纤 13 相连接，并通过第二环形器 15 与第二光纤 16 相连接，用于对第一光纤 13 中形成的所述第一子光波 λ_1 进行光信号放大处理，并将所述放大处理后的光信号通过第二环形器 15 传输给第二光纤 16。

其中，第一环形器 12 的第一端与激光器 11 的输出端相连接，第一环形器 12 的第二端与第一光纤 13 相连接，将激光器 11 产生的所述直流光 λ_0 传输给第一光纤 13。第一环形器 12 的第三端与光放大器 14 的输入端相连接，将第一光纤 13 形成的所述第一子光波 λ_1 传输给光放大器 14。

第二环形器 15 的第一端与光放大器 14 的输出端相连接，第二环形器 15 的第二端与第二光纤 16 相连接，将光放大器 14 放大处理后的光信号传输给第二光纤 16，第二环形器 15 的第三端与下一个光放大器相连接，将第二光纤 16 中形成的所述第二子光波传输给下一个光放大器。

第二光纤 16 与光调制器 17 相连接,用于将光放大器 14 放大处理后的光信号通过 SBS 激发,形成光载波和反向传输的第二子光波 λ_2 ,并将所述光载波传输给光调制器 17。其中,所述第二子光波 λ_2 为所述放大处理后的光信号中光功率大于 SBS 阈值的光信号,所述光载波为所述放大处理后的光信号中光功率小于 SBS 阈值的光信号。第二光纤 16 中形成的光载波与第一子光波 λ_1 的之间无频差,第二光纤 16 中形成的第二子光波 λ_2 与第一子光波 λ_1 的频差为 Δf 。

光调制器 17,与第二光纤 16 和合波器 18 相连接,用于将第二光纤 16 中形成的所述光载波与输入的下行电信号进行调制后形成信号光,并传输给合波器 18。

合波器 18,与第一光纤 13 和光调制器 17 相连接,用于将第一光纤 13 形成的本振光与光调制器 17 形成的信号光合波形成光多带复用信号并输出,通过主干光纤 5 传输至光分束器 2。光分束器 2 将光多带复用信号分路给各光网络单元 3。也就是说,每个第二子光波形成的信号光通过合波器 18 进入到光纤和光分束器 2,最终到达每个光网络单元 3。

需要说明的是,本发明实施例中可对每一路光纤中形成的反向传输的子光波进行光放大处理后再通过 SBS 激发形成频差为 Δf 的下一个子光波。如图中所示,第二光纤 16 形成的反向传输的第二子光波可以通过第二光环行器 15 与下一个光放大器相连接,该下一个光放大器通过下一个光环行器与下一个第二光纤相连接,该下一个第二光纤与下一个光调制器相连接。依次类推,可以通过 SBS 激发可以依次产生子光波 λ_4 、 λ_5 、 λ_n 。所有相邻两个子光波之间的频差都为 Δf 。这样,可以产生多个光载波,可分别与输入的多个不同的下行电信号进行调制后形成多个信号光,并经过合波器 18 合波形成光多带复用信号。

这样,所有下发的电信号都在光信道性能最好的基带传输,通过光调制器分别调制到子光波 λ_1 、 λ_2 、... λ_n 上。直流光 λ_0 上不调制数据,作为本振

光下发到每个光网络单元 3，以便进行自相干接收，产生电多带信号。这样，在光线路终端上形成了光域多带频分复用信号，即所有电信号都在基带，依靠多个相隔固定的子光波来承载不同的基带电信号。

光网络单元 3 包括：光电接收器 31、带通滤波器 32 和解调器 33。

5 光电接收器 31 用于接收光线路终端 1 发送的光多带复用信号。其中，光多带复用信号包括本振光和多个信号光，各信号光分别与本振光进行相干混频，得到电多带复用信号。

带通滤波器 32 用于对光电接收器 31 得到的所述电多带复用信号进行带通滤波，获取所需要频段的电信号，并传输至解调器 33 进行解调，得到光线路终端 1 接收到的下行信号。

直流光 λ_0 作为下行相干接收的本振光，在光电接收器 31 产生相干混频。由于本振光随下行信号一起发送，与信号具有相同的偏振态，又称为自相干接收方法。经过光电接收器 31，各信号光分别与所述本振光进行相干混频后，得到电多带复用信号。如图 2a 所示的光多带复用信号包括多个在光谱上波长
15 频差为 Δf 的多个信号光，每个信号光 Δf 通常较小，一般不超过 10GHz，经过相干混频后，得到在电频谱上频率间隔为 Δf 的多个电信号，如图 2b 所示。再经过带通滤波器 32 滤波后，得到某个频段的电信号，如图 2c 所示，得到中频在 $2\Delta f$ 的电信号，即可通过解调器 33 按照现有方式进行解调得到光线路终端 1 接收到的下行信号。这样避免了电信号在光纤中传输时的各种劣化。
20 光网络单元 3 只需用电带通滤波器 (BPF) 滤出自己所需要的电波段进行解调，极大的降低了光网络单元的复杂度、功耗以及成本。

本发明实施例提出一种光域多带复用的无源光网络系统，利用光纤受激布里渊散射 (SBS) 产生多个子光波，每个子带都以基带的方式在每个光载波上传输，即在光纤和射频器件传输性能最好的基带进行传输，能够克服光纤
25 色散引起的高频衰减，克服各种光电器件在高频处的频响不足、滚降。而且，由于产生的各光波波长之间频率间隔稳定，不受激光器波长抖动影响，能够

产生频率间隔很窄的子光波，精度高，各光波长偏振态一致，保证在接收里完全相干混频得到电多带复用信号。同时，在 PD 接收时，减小子带间的非线性混频噪声。由于本振光的功率较高，还提高了接收灵敏度。

另外，对于目前已经部署了大量的光网络单元 3 和光分配网络。在网络升级过程中，光分配网络 ODN 可以保持不动。光网络单元 2 直接面向的是最终用户，在升级过程中，需要保持成本具有足够优势，可以在保持 ODN 不动时，对现有的基于光分束器 splitter 的光网络系统进行平滑升级。

实施例二

本发明还可以应用于波分复用自相干无源光网络系统中。

10 图 3 是本实施例提供的光网络系统的结构示意图，如图 3 所示，本发明的光网络系统包括：多个光线路终端 1、多个光网络单元 3、阵列波导光栅（AWG）61、阵列波导光栅 62 和用于连接的光纤 4。与多个光线路终端 1 相连接的阵列波导光栅 61 通过主干光纤 5 与阵列波导光栅 62 相连接，阵列波导光栅 62 与多个光网络单元 3 相连接。

15 每一个光线路终端 1 的内部结构与实施例一中的光线路终端 1 相同，每一个光网络单元 3 与实施例一中的光网络单元 3 相同，具体的处理过程也相同，于此不再赘述。

多个光线路终端 1 通过光纤 4 与阵列波导光栅 61 相连接，阵列波导光栅 61 的输入端与多个光线路终端 1 的合波器 13 相连接，用于将多个光线路终端 1 传输的光多带复用信号复合到单一光纤中。多个光网络单元 3 通过光纤 20 4 与阵列波导光栅 62 相连接，阵列波导光栅 62 的多个输出端分别与光网络单元 3 的光电接收器 31 相连接，使光网络单元 3 通过阵列波导光栅 62 接收光线路终端发送的光多带复用信号。

25 每一个光线路终端 1 的激光器发射产生的直流光的光波长不同，而且两个光线路终端 1 产生的光波长的频差通常远大于同一个激光器通过 SBS 原理产生子光波之间的频差 Δf ，一般而言， Δf 不超过 10 GHz，而两个光线路终

端 1 的激光器产生的光波长的频差可达 100GHz。这样，则可以利用阵列波导光栅 61 把不同波长的光信号合成一路进行传输，再通过阵列波导光栅 62 将不同波长的光信号分开。

实施例三

5 本发明还可以应用于光分束器和阵列波导光栅共同存在的时分波分无源光网络系统中。

图 4 是本实施例提供的光网络系统的结构示意图，如图 4 所示，本发明的光网络系统包括：多个光线路终端 1、光分束器 2、多个光网络单元 3、阵列波导光栅 61、阵列波导光栅 62 和用于连接的光纤 4。

10 本实施例中的结构与实施例二的相类似，区别在于，在光网络单元侧中，在阵列波导光栅 62 之后，还可以通过光分束器 2 与各光网络单元 3 相连接，可以提高接入用户密度、延长接入距离，适合多局点融合的方式，以适应时分、波分复用共存的无源光网络系统。

15 以上是对本发明所提供的光网络系统进行的详细描述，下面对本发明提供的光网络通信方法进行详细描述。

实施例四

图 5 是本实施例提供的一种光网络信号处理方法流程图，如图 5 所示，在光线路终端侧，本发明的光网络信号处理方法包括：

20 S101、激光器产生的直流光在第一光纤中传输，通过 SBS 激发，形成本振光和反向传输的第一子光波。

其中，所述本振光为所述直流光中光功率小于 SBS 阈值的光信号，所述第一子光波为光功率大于 SBS 阈值的光信号。所述第一子光波与所述激光器产生的直流光的频差为 Δf 。

25 具体地，SBS 的原理：当进入到光纤中的激光 λ_0 光功率达到一定值时，由于 SBS，会激发出子光波（斯托克斯 Stokes 光波） λ_1 ， λ_1 具有以下特点：1) λ_0 与 λ_1 反向；2) λ_1 与 λ_0 存在一定的频差 Δf ，该频差 Δf 可以控制；3)

λ_1 与 λ_0 偏振态相同; 4) 如果 λ_1 再次进入光纤, 功率达到SBS域值时, 会再次激发下一级次的斯托克斯光 λ_2 , λ_2 与 λ_1 频差仍为 Δf ; 5) SBS在任何光纤中都能激发, 在非线性系数很高的高非线性光纤(HNF)中激发域值更低, 所需光纤长度很短。

5 S102、对所述第一子光波进行光信号放大处理, 并将所述放大处理后的光信号在第二光纤中传输, 通过SBS激发, 形成光载波和反向传输的第二子光波, 所述光载波用于与输入的下行电信号进行调制后形成信号光。

其中, 所述第二子光波为所述放大处理后的光信号中光功率大于SBS阈值的光信号, 所述光载波为所述放大处理后的光信号中光功率小于SBS阈值的
10 的光信号。所述第二子光波与所述第一子光波的频差为 Δf 。

S103、所述本振光与所述信号光合波形成光多带复用信号, 并将光多带复用信号输出给光网络单元。

可选的, 在将光多带复用信号输出给光网络单元之前, 还包括: 将多路所述光多带复用信号复合成一路, 将复合后的光多带复用信号通过光纤传送
15 给光网络单元。具体地, 可以通过阵列波导光栅将多路所述光多带复用信号复合成一路后, 再通过主干光纤传输给光网络单元侧, 以到达每个光网络单元。

图6是本实施例提供的又一种光网络信号处理方法流程图, 如图6所示, 在光网络单元侧, 本发明的光网络信号处理方法包括:

20 S201、接收光线路终端发送的光多带复用信号, 所述光多带复用信号包括本振光和多个信号光, 所述信号光分别与所述本振光进行相干混频, 得到电多带复用信号。

光网络单元可以通过光分束器接收光线路终端发送的光多带复用信号, 也可以通过阵列波导光栅接收光线路终端发送的光多带复用信号。

25 可选的, 接收光线路终端发送的光多带复用信号, 包括:

接收多个光线路终端发送复合的光多带复用信号, 对所述复合的光多带

复用信号进行分离，分别得到单个光多带复用信号。

S202、对所述电多带复用信号进行带通滤波，获取所需要频段的电信号，并进行解调处理得到所述光线路终端接收到的下行信号。

本发明提供的光线路终端、光网络单元、光网络系统及信号处理方法，
5 利用光纤受激布里渊散射 SBS 激发，并经过逐级结构得到波长之间频率间隔稳定的光载波，利用光调制器进行调制加载下行电信号，能使所有子带信号均在光纤和射频器件传输性能最好的基带进行传输，从而能够克服光纤色散引起的高频衰减，克服各种光电器件在高频处的频响不足、滚降。而且，由于产生的各光波波长之间频率间隔稳定，不受激光器波长抖动影响，能够产
10 生频率间隔很窄的子光波，精度高，各光波长偏振态一致，保证在接收里完全相干混频得到电多带复用信号。同时，在 PD 接收时，减小子带间的非线性混频噪声。

专业人员应该还可以进一步意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来
15 实现，为了清楚地说明硬件和软件的可互换性，在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

20 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以用硬件、处理器执行的软件模块，或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器（RAM）、内存、只读存储器（ROM）、电可编程 ROM、电可擦除可编程 ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

25 以上所述的具体实施方式，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施方式而

已，并不用于限定本发明的保护范围，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种光线路终端，其特征在于，所述光线路终端包括：激光器、合波器、光放大器、光调制器、第一光纤和第二光纤；

5 所述激光器，用于产生直流光；

所述第一光纤，与所述激光器和所述合波器相连接，用于将所述激光器产生的所述直流光通过受激布里渊散射 SBS 激发，形成本振光和反向传输的第一子光波，并将所述本振光传输给所述合波器；其中，所述本振光为所述直流光中光功率小于 SBS 阈值的光信号，所述第一子光波为所述直流光中光
10 功率大于 SBS 阈值的光信号；

所述光放大器，与所述第一光纤和所述第二光纤相连接，用于对所述第一子光波进行光信号放大处理，并将所述放大处理后的光信号传输给所述第二光纤；

所述第二光纤，与所述光放大器和所述光调制器相连接，用于将所述光
15 放大器放大处理后的光信号通过 SBS 激发，形成光载波和反向传输的第二子光波，并将所述光载波传输给所述光调制器；其中，所述第二子光波为所述放大处理后的光信号中光功率大于 SBS 阈值的光信号，所述光载波为所述放大处理后的光信号中光功率小于 SBS 阈值的光信号；

所述光调制器，与所述第二光纤和所述合波器相连接，用于将所述光载
20 波与输入的下行电信号进行调制后形成信号光，并传输给所述合波器；

所述合波器，与所述第一光纤和所述光调制器相连接，用于将所述第一光纤形成的本振光与所述光调制器形成的信号光合波形成光多带复用信号并输出。

2、根据权利要求 1 所述的光线路终端，其特征在于，所述第一光纤通过
25 第一光环形器与所述激光器相连接，所述第一光环形器的第一端与所述激光器的输出端相连接，所述第一光环形器的第二端与所述第一光纤相连接，将所述激光器产生的所述直流光传输给所述第一光纤，所述第一光环形器的第

三端与所述光放大器的输入端相连接，将所述第一光纤形成的所述第一子光波传输给所述光放大器。

3、根据权利要求 1 所述的光线路终端，其特征在于，所述光放大器通过第二光环形器与所述第二光纤相连接，所述第二光环形器的第一端与所述光放大器的输出端相连接，所述第二光环形器的第二端与所述第二光纤相连接，将所述光放大器放大处理后的光信号传输给所述第二光纤，所述第二光环形器的第三端与下一个所述光放大器相连接，将所述第二光纤中形成的所述第二子光波传输给下一个所述光放大器。

4、根据权利要求 1 所述的光线路终端，其特征在于，所述第一光纤中形成的所述第一子光波与所述激光器产生的直流光的频差为 Δf ，所述第二光纤中形成的所述第二子光波与所述第一子光波的频差为 Δf 。

5、一种光网络单元，其特征在于，所述光网络单元包括：光电接收器、带通滤波器和解调器；

所述光电接收器，用于接收光线路终端发送的光多带复用信号，所述光多带复用信号包括本振光和多个信号光，所述信号光分别与所述本振光进行相干混频，得到电多带复用信号；

所述带通滤波器，用于对所述光电接收器得到的所述电多带复用信号进行带通滤波，获取所需要频段的电信号，并传输至所述解调器进行解调。

6、一种光网络系统，其特征在于，所述光网络包括：如权利要求 1~4 任一权项所述的光线路终端、如权利要求 5 所述的光网络单元和光分配网络；所述光线路终端通过所述光分配网络与所述光网络单元相连接。

7、一种光网络信号处理方法，其特征在于，所述方法包括：

激光器产生的直流光在第一光纤中传输，通过受激布里渊散射 SBS 激发，形成本振光和反向传输的第一子光波；其中，所述本振光为所述直流光中光功率小于 SBS 阈值的光信号，所述第一子光波为光功率大于 SBS 阈值的光信号；

对所述第一子光波进行光信号放大处理，并将所述放大处理后的光信号在第二光纤中传输，通过 SBS 激发，形成光载波和反向传输的第二子光波；其中，所述第二子光波为所述放大处理后的光信号中光功率大于 SBS 阈值的光信号，所述光载波为所述放大处理后的光信号中光功率小于 SBS 阈值的光信号，所述光载波用于与输入的下行电信号进行调制后形成信号光；

所述本振光与所述信号光合波形成光多带复用信号，并将光多带复用信号输出给光网络单元。

8、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述第一子光波与所述激光器产生的直流光的频差为 Δf ，所述第二子光波与所述第一子光波的频差为 Δf 。

9、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述将光多带复用信号输出给光网络单元之前，还包括：将多路所述光多带复用信号复合成一路，将复合后的光多带复用信号通过光纤传送给光网络单元。

10、一种光网络信号处理方法，其特征在于，所述方法包括：

接收光线路终端发送的光多带复用信号，所述光多带复用信号包括本振光和多个信号光，所述信号光分别与所述本振光进行相干混频，得到电多带复用信号；

对所述电多带复用信号进行带通滤波，获取所需要频段的电信号，并进行解调处理得到所述光线路终端接收到的下行信号。

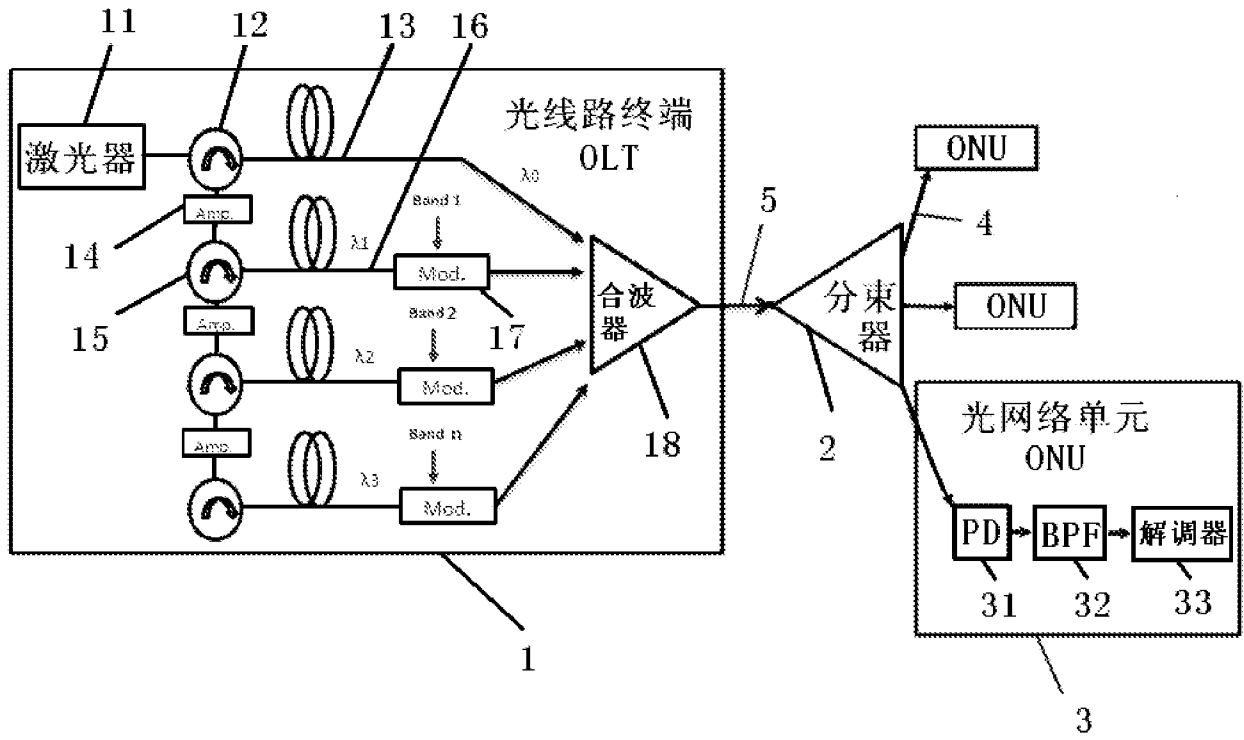


图 1

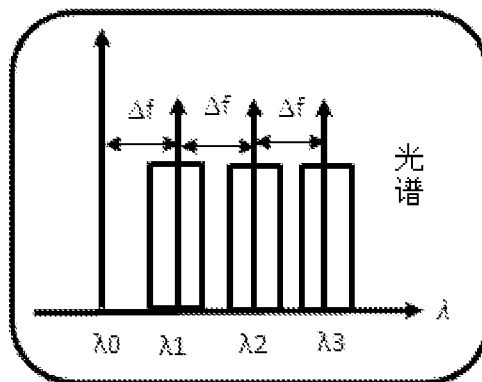


图 2a

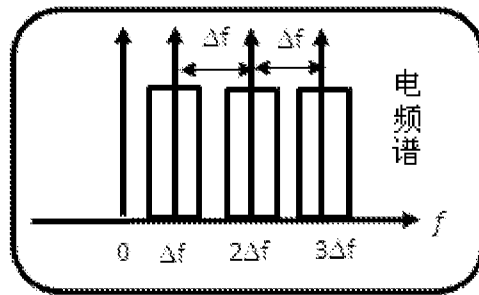


图 2b

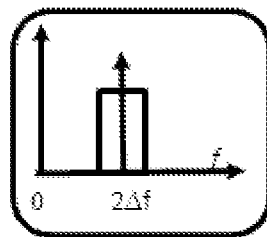


图 2c

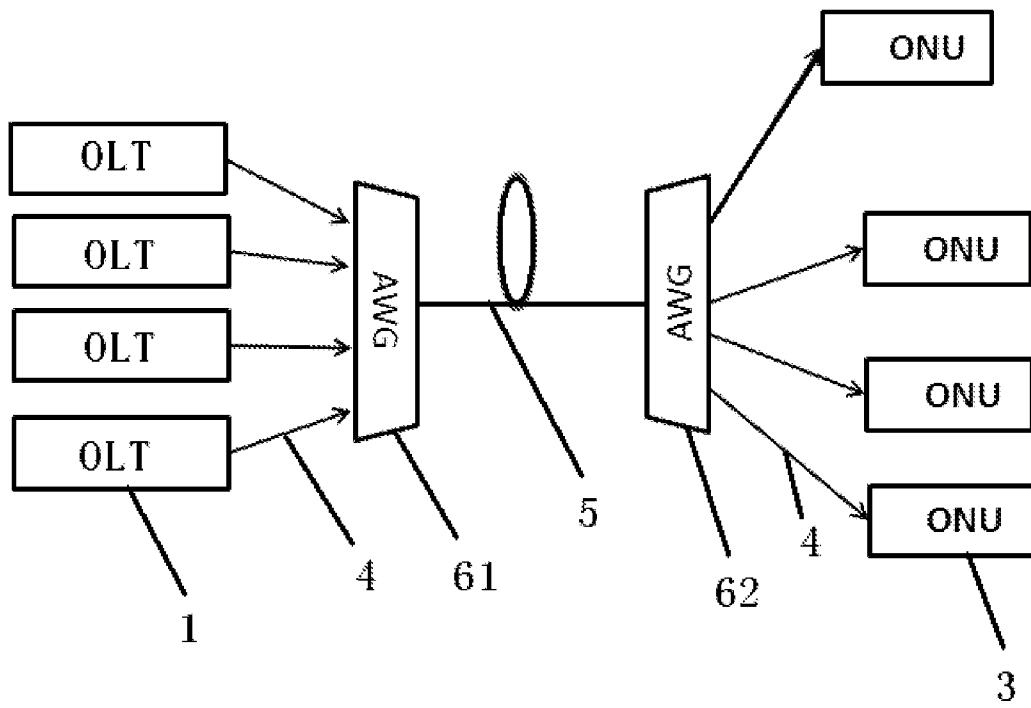


图 3

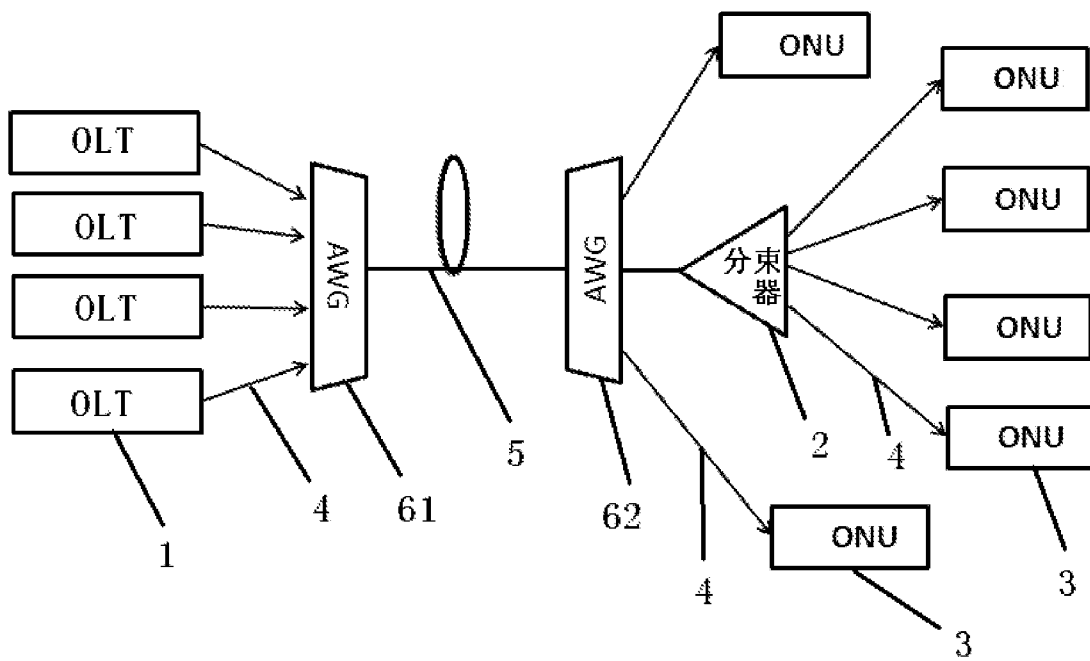


图 4

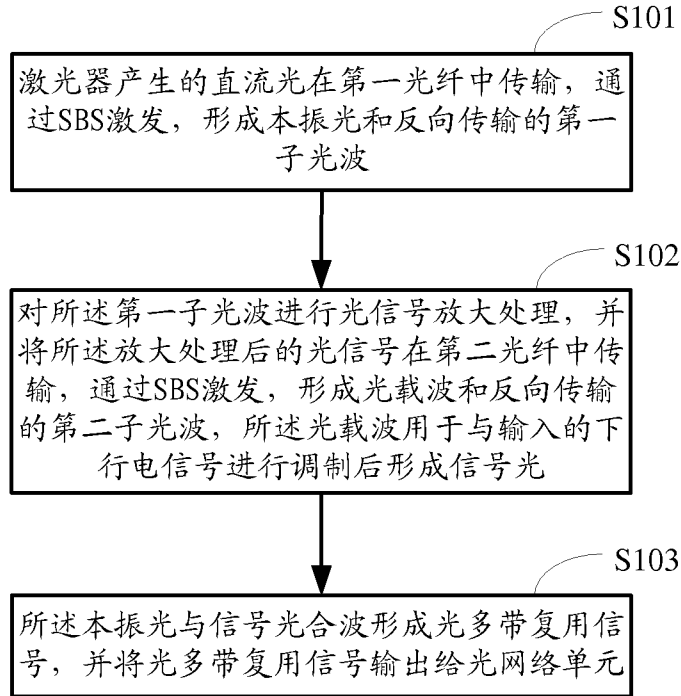


图 5

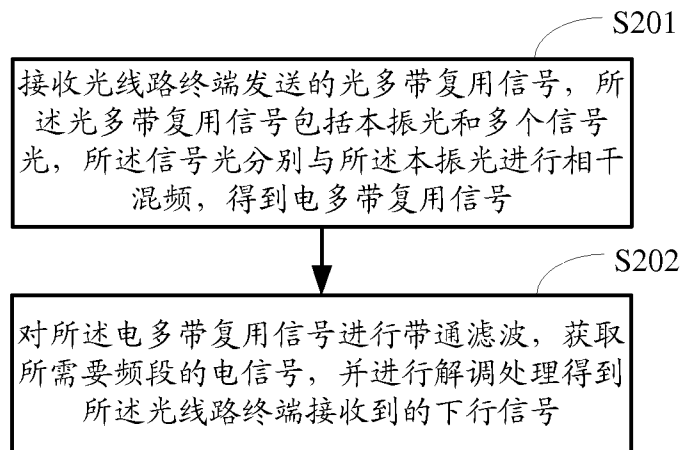


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/077699

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J 14/00 (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)

IPC: H04Q, H04J, H04L

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: stimulated brillouin scattering, SBS, threshold, high frequency, optical line, OLT, optical network, ONU, wave combination, amplify, local oscillator, signal light, frequency mixing, band-pass, BPF, demodulate, optical carrier, multiple bands multiplexing, FIBER, MULTIPLEX+, CARRIER, HIGH, FREQUENCY, HF, DISPERSION, MODULAT+, MULTI+, BAND+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 1013 89148 A (SHANGHAI UNIVERSITY), March 2009 (18.03.2009), description, page 2, line 6 to page 6, line 16, and figure 1	5, 10
A		1-4, 6-9
A	CN 102075478 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 25 May 2011 (25.05.2011), the whole document	1-10
A	CN 101247180 A (ZHEJIANG UNIVERSITY), 20 August 2008 (20.08.2008), the whole document	1-10
A	US 2012/0219285 A1 (DAHAN, D.J. et al.), 30 August 2012 (30.08.2012), the whole document	1-10

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>“&” document member of the same patent family</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Date of the actual completion of the international search
03 March 2014 (03.03.2014)

Date of mailing of the international search report
27 March 2014 (27.03.2014)

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
XIN, Haiming
Telephone No.: (86-10) **62413495**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/077699

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101389148 A	18.03.2009	None	
CN 102075478 A	25.05.2011	WO 2011063728 A1	03.06.2011
		AU 2010324303 A1	21.06.2012
		EP 2495892 A1	05.09.2012
		US 2012230693 A1	13.09.2012
CN 101247180 A	20.08.2008	None	
US 2012/0219285 A1	30.08.2012	None	

<p>A. 主题的分类</p> <p style="text-align: center;">H04J 14/00 (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 style="text-align: center;">IPC: H04Q, H04J, H04L</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 style="text-align: center;">CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 受激布里渊散射, SBS, 阈值, 门限, 高频, 色散, 光线路, OLT, 光网络, ONU, 合波, 放大, 调制, 本振, 信号光, 混频, 带通, BPF, 解调, 光载波, 光纤, 多带复用, FIBER, MULTIPLEX+, CARRIER, HIGH, FREQUENCY, HF, DISPERSION, MODULAT+, MULTI+, BAND+</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">类 型*</th> <th style="width: 60%;">引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th style="width: 30%;">相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN101389148A (上海大学) 18.3 月 2009 (18.03.2009) 说明书第 2 页第 6 行到第 6 页第 16 行, 附图 1</td> <td>5,10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>1-4,6-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN102075478A (华为技术有限公司) 25.5 月 2011 (25.05.2011) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN101247180A (浙江大学) 20.8 月 2008 (20.08.2008) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US2012/0219285A1 (DAHAN, David Jimmy 等) 30.8 月 2012 (30.08.2012) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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</p>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN101389148A (上海大学) 18.3 月 2009 (18.03.2009) 说明书第 2 页第 6 行到第 6 页第 16 行, 附图 1	5,10	A		1-4,6-9	A	CN102075478A (华为技术有限公司) 25.5 月 2011 (25.05.2011) 全文	1-10	A	CN101247180A (浙江大学) 20.8 月 2008 (20.08.2008) 全文	1-10	A	US2012/0219285A1 (DAHAN, David Jimmy 等) 30.8 月 2012 (30.08.2012) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	CN101389148A (上海大学) 18.3 月 2009 (18.03.2009) 说明书第 2 页第 6 行到第 6 页第 16 行, 附图 1	5,10																		
A		1-4,6-9																		
A	CN102075478A (华为技术有限公司) 25.5 月 2011 (25.05.2011) 全文	1-10																		
A	CN101247180A (浙江大学) 20.8 月 2008 (20.08.2008) 全文	1-10																		
A	US2012/0219285A1 (DAHAN, David Jimmy 等) 30.8 月 2012 (30.08.2012) 全文	1-10																		
国际检索实际完成的日期 03.3 月 2014 (03.03.2014)	国际检索报告邮寄日期 27.3 月 2014 (27.03.2014)																			
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451	受权官员 <p style="text-align: center;">辛海明</p> 电话号码: (86-10) 62413495																			

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/077699

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101389148A	18.03.2009	无	
CN102075478A	25.05.2011	WO2011063728A1	03.06.2011
		AU2010324303A1	21.06.2012
		EP2495892A1	05.09.2012
		US2012230693A1	13.09.2012
CN101247180A	20.08.2008	无	
US2012/0219285A1	30.08.2012	无	