

(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
2020 年 3 月 26 日 (26.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/056852 A1

(51) 国际专利分类号:
H01S 1/02 (2006.01) **H01S 3/10** (2006.01)
H01S 3/067 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/112817

(22) 国际申请日: 2018 年 10 月 30 日 (30.10.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811109048.0 2018 年 9 月 21 日 (21.09.2018) CN

(71) 申请人: 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(72) 发明人: 徐善辉(XU, Shanhui); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。赵齐来(ZHAO, Qilai); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。张志韬(ZHANG, Zhitao); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。杨昌盛(YANG, Changsheng); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。冯洲明(FENG, Zhouming); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。杨中民(YANG, Zhongmin); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT & TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州市天

(54) **Title:** TUNABLE NARROW LINEWIDTH PHOTOGENERATED MICROWAVE SOURCE BASED ON POLARIZATION CONTROL

(54) 发明名称: 一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源

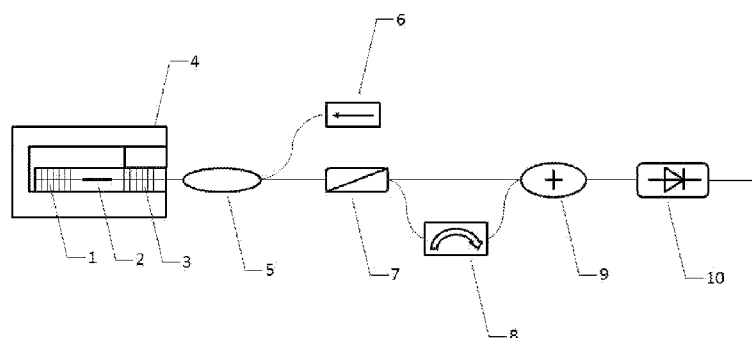


图 1

(57) **Abstract:** A tunable narrow linewidth photogenerated microwave source based on polarization control, comprising a high reflectivity fiber grating (1), a high gain fiber (2), a low reflectivity polarization-maintaining fiber grating (3), a stress adjusting device (4), a single-mode semiconductor pump laser (6), an optical wavelength division multiplexer (5), a polarization beam splitter (7), a polarization controller (8), an optical coupler (9), and a photoelectric detector (10). The birefringence distribution in the low reflectivity polarization-maintaining fiber grating is controlled by adjusting the stress magnitude of a stress adjusting device to the low reflectivity polarization-maintaining fiber grating, thereby controlling the laser frequency working in different polarization modes in a resonant cavity, and a tunable narrow linewidth photogenerated microwave source is generated by beat-frequency technique using a dual-wavelength narrow linewidth laser with variable frequency intervals.

(57) **摘要:** 一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源, 包括高反射率光纤光栅(1)、高增益光纤(2)、低反射率保偏光纤光栅(3)、应力调节装置(4)、单模半导体泵浦激光器(6)、光波分复用器(5)、偏振分光器(7)、偏振控制器(8)、光耦合器(9)和光电探测器(10); 通过调节应力调节装置对低反射率保偏光纤光栅的应力大小, 以此控制低反射率保偏光纤光栅中的双折射分布, 从而控制谐振腔中工作于不同偏振模式的激光频率, 利用频率间隔可变的双波长窄线宽激光通过拍频技术产生可调窄线宽光生微波源。

河区体育西路中石化大厦B塔4416室,
Guangdong 510620 (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, JO, JP, KE, KG, KH, 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。

(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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源

[1] 技术领域

[2] 本发明主要利用了微波光子学技术，涉及到利用光技术处理射频信号的通信系统，具体涉及一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源。

[3] 背景技术

[4] 光生微波技术是一种在光信号中携带微波毫米波信号，实现在光纤等光传输介质中传输射频信号的光学技术，在光载射频系统中，通过对激光信号的调控，实现射频信号的产生、转换和调制。光生微波技术利用光纤通信中光信号传输损耗低、传输距离远、抗干扰等优点，同时克服传统的通过电学方式产生微波毫米波的频率上限低、信号噪声大等缺点，融合了微波和光纤通信的优势，成为当前光纤通信领域的一个研究热点。

[5] 要实现光载射频信号传输，最重要的技术要点在于实现高质量的可调光生微波源。目前可调光生微波源的产生方式主要有三种：光外差法，外部调制法和光电振荡器。光外差法通过拍频的方式产生微波信号，其结构简单，成本低廉，但是实现可调输出频率的方式较难实现。外部调制是通过相位调制器对光信号进行调制，可以产生两倍频甚至更高倍频于调制信号的微波信号，因此容易获得高频的微波信号，但是这种方式的缺点在于相位调制器的价格昂贵以及额外的调制信号发生器，并且调制器本身的插损较大，承受的光功率有限；光电振荡器则是通过光电环路产生的稳定振荡来产生微波信号，其频率可调范围大，微波信号质量较高，但是结构较为复杂，并且对其中某些元件如可调滤波器的要求较高。

[6] 对于微波源而言，其信号线宽是一个重要的评价指标。特别是在相控阵微波雷达、光载无线通信系统，无线传感网络，卫星通信系统中，都需要窄线宽精确可调谐的微波源。基于高增益光纤构成的谐振腔所实现的光纤激光输出具备良好的窄线宽特性。在此基础上，利用单个谐振腔输出的双频激光可以有效降低外界环境的干扰，实现微波信号的线宽压缩，提高输出微波信号的性能。

[7] 发明内容

[8] 本发明的目的在于克服现有技术上述中的不足，公开了一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，通过应力调节装置对光纤光栅的作用，实现宽范围的窄线宽微波信号产生。

[9] 本发明的目的通过如下技术方案实现。

[10] 一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其包括一个高反射率光纤光栅、高增益光纤、低反射率保偏光纤光栅、应力调节装置、光波分复用器、单模半导体泵浦激光器、偏振分光器、偏振控制器、光耦合器和光电探测器；所述高反射率光纤光栅、高增益光纤和低反射率保偏光纤光栅共同组成了光纤激光器的谐振腔，所述高增益光纤作为谐振腔增益介质，所述高反射率光纤光栅和低反射率保偏光纤光栅组成谐振腔的前后腔镜，分别与高增益光纤的两端连接，使实现信号光在谐振腔内的振荡，所述单模半导体泵浦激光器通过光波分复用器向谐振腔进行泵浦光注入，由于低反射率保偏光纤光栅中双折射的存在，存在两个不同偏振模式不同中心波长的反射峰，激光器得以实现正交双频窄线宽光纤激光输出，并通过波分复用器输出所述低反射率保偏光纤光栅中的双折射使其存在两个正交的偏振模式激光，并且工作在这两个偏振模式下的激光频率不同，所述偏振分束器将光波分复用器输出的两个不同频率不同偏振的激光分为快轴光和慢轴光，其中慢轴光经过偏振控制器调节自身的偏振态，改变自身与快轴光的正交关系，通过光耦合器与快轴光耦合到一起，注入到光电探测器中，通过拍频技术实现了窄线宽微波信号的产生；所述应力调节装置设置在低反射率保偏光纤光栅上，通过改变施加在低反射率保偏光纤光栅上的应力大小，改变光栅中的双折射分布，输出可调窄线宽光生微波信号。

[11] 进一步优化的，所述应力调节装置用于对光纤施加侧向应力，导致其双折射分布发生变化材料为压电陶瓷、机械调整架或重物挤压装置。

[12] 进一步优化的，所述光纤激光器谐振腔为分布布拉格反射式（DBR）腔结构、分布反馈式（DFB）腔结构或环形腔结构。

[13] 进一步优化的，所述低反射率保偏光纤光栅使用的光纤为熊猫型保偏光纤、领带型保偏光纤或刻有双波长反射峰的光纤；所述高反射率光纤光栅为单模光纤

光栅，其反射峰覆盖住低反射率光纤光栅的两个反射峰，并且对信号光的反射率大于 90%。

[14] 进一步优化的，所述的光电探测器频率响应范围大于光纤激光光源产生的拍频信号频率，其材料包括但不限于为铟镓砷半导体材料、硅半导体材料或锗半导体材料等。

[15] 本发明以单模半导体激光器产生的激光作为泵浦源，通过光波分复用器对高增益光纤进行泵浦，低反射率保偏光纤光栅和高反射率光纤光栅作为激光器的谐振腔腔镜实现激光振荡，并从低反射率保偏光纤光栅经过，从光波分复用器输出窄线宽激光。保偏光纤光栅中的双折射使其存在两个正交的偏振模式激光，并且工作在这两个偏振模式下的激光频率不同。该激光由偏振分光器一分为二，其中一路激光经过偏振控制器，通过偏振控制器改变其偏振态，并与偏振分光器输出的另外一路激光通过光耦合器重新耦合为一，注入到光电探测器中，从而产生微波信号。而应力调节装置则是通过对低反射率保偏光纤光栅施加应力，以此控制低反射率保偏光纤光栅中的双折射分布，从而控制谐振腔中工作于不同偏振模式的激光频率。最终利用频率间隔可变的双波长窄线宽激光通过拍频技术产生可调窄线宽光生微波源。

[16] 进一步地，所述高反射率光纤光栅中心反射波长为激光输出波长 1550.12 nm，3dB 反射谱宽为 1.2 nm，中心波长反射率大于 99.95 %；低发射率保偏光纤光栅 3 慢轴反射峰中心波长为 1550.12 nm，快轴反射峰中心波长为 1550.50 nm，反射率均为 60%。

[17] 进一步地，所述高增益光纤为铒镱共掺的磷酸盐增益光纤。

[18] 与现有技术相比，本发明的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源具有如下优点和技术效果：

[19] 将低反射率的保偏光纤光栅作为激光器的选频元件，在单模半导体泵浦激光器对高增益光纤的泵浦激励下，实现了窄线宽光纤激光输出。通过偏振分光器和偏振控制器对产生的双频激光的偏振态进行调整，再通过光耦合器将双频激光重新耦合到一起注入光电探测器中，就能实现强度较高的窄线宽微波信号输出。

[20] 同时，通过应力调装置对低反射率保偏光纤光栅施加应力，使其双折射发生改变，从而控制谐振腔中工作于不同偏振模式的激光频率。利用频率间隔可变的双波长激光通过拍频技术产生可调窄线宽光生微波源。

[21] 附图说明

[22] 图 1 为实施例中一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源的结构示意图。

[23] 图 2 为实施例中一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源不同状态下的输出频谱图。

[24] 图 3 为实施例中一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源不同状态下输出激光的线宽测量结果图（其中纵坐标为射频功率，横坐标为频率）。

[25] 图 1 中包括：1- 高反射率光纤光栅，2- 高增益光纤，3- 低反射率保偏光纤光栅，4- 应力调节装置，5- 光波分复用器，6- 单模半导体泵浦激光器，7- 偏振分光器，8- 偏振控制器，9- 光耦合器，10- 光电探测器。

[26] 具体实施方式

[27] 下面结合附图和具体例子对本发明的具体实施方式作进一步描述，需要说明的是本发明要求保护的范围并不局限于实施例表述的范围，以下若有未特别详细说明之过程或部件，均是本领域技术人员可参照现有技术理解或实现的。

[28] 实施例 1

[29] 本实施例一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源具体结构如图 1 所示。本例的高反射率光纤光栅 1 中心反射波长为激光输出波长 1550.12 nm，3dB 反射谱宽为 1.2 nm，中心波长反射率大于 99.95 %。低发射率保偏光纤光栅 3 慢轴反射峰中心波长为 1550.12 nm，快轴反射峰中心波长为 1550.50 nm，反射率均为 60%。高增益光纤 2 为铒镱共掺的磷酸盐增益光纤。高增益光纤 2、高反射率光纤光栅 1 以及低反射率保偏光纤光栅 3 共同组成布拉格反射型的激光器谐振腔。单模半导体泵浦激光器 6 通过一个 980/1550 nm 的光波分复用器 5 向谐振腔中进行泵浦，由于低反射率保偏光纤光栅中双折射的存在，存在两个不同偏振模式不同中心波长的反射峰，激光器得以实现正交双频窄线宽光纤激光输出，并从波分复用器 5 的输出端输出。输出的正交双频激光经过一个偏振分光器 7，被分为快轴和慢轴两路激光，其中慢轴光经过偏振控制器 8 调整自身的偏振

态，破坏自身与快轴光的正交关系，再经过光耦合器 9 重新耦合为一路光，注入到铟镓砷光电探测器 10 中，就可以获得约 50 GHz 的微波信号。同时，应力调节装置 4 可对低反射率保偏光纤光栅施加侧向应力，它是由一个刚性材料的光纤槽和一个压电陶瓷组成，当给压电陶瓷施加直流电压信号时，压电陶瓷的伸张会对低反射率保偏光纤光栅有侧向应力的作用，从而控制低反射率光纤光栅中的双折射分布，其对应的两个不同偏振模式下的激光频率也发生改变，注入到铟镓砷光电探测器 10 中产生的拍频信号频率也发生变化，最终可以获得可调的窄线宽光生微波信号源。

- [30] 本实施例的具体效果如图 2、图 3 所示。通过调节压电陶瓷上的直流电压信号，获得了 1550.124 nm 和 1550.245 nm(间隔 ~15 GHz)、1550.060 nm 和 1550.212 nm(间隔 ~22 GHz)、1550.092 nm 和 1550.298 nm(间隔 ~25 GHz) 这三个结果，对应的拍频得到的射频信号频谱图如图 2 所示。另外，分别对每个状态下的输出光线宽进行测量，其结果如图 3 中的 (a) (b) (c) 所示。可以看出，不同状态下其 20dB 带宽均小于 70kHz, 对应的 3dB 线宽基本能保持小于 3.5kHz。
- [31] 综上所述，本发明的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源将低反射率的保偏光纤光栅作为激光器的选频元件，在单模半导体泵浦激光器对高增益光纤的泵浦激励下，实现了窄线宽光纤激光输出。通过偏振分光器和偏振控制器对产生的双频激光的偏振态进行调整，再通过光耦合器将双频激光重新耦合到一起注入光电探测器中，就能实现强度较高的窄线宽微波信号输出。
- [32] 同时，通过应力调装置对低反射率保偏光纤光栅施加应力，使其双折射发生改变，从而控制谐振腔中工作于不同偏振模式的激光频率。利用频率间隔可变的双波长激光通过拍频技术产生可调窄线宽光生微波源。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其特征在于：包括一个高反射率光纤光栅（1）、高增益光纤（2）、低反射率保偏光纤光栅（3）、应力调节装置（4）、光波分复用器（5）、单模半导体泵浦激光器（6）、偏振分光器（7）、偏振控制器（8）、光耦合器（9）和光电探测器（10）；所述高反射率光纤光栅（1）、高增益光纤（2）和低反射率保偏光纤光栅（3）共同组成了激光器的谐振腔，所述高增益光纤（2）作为激光器谐振腔增益介质，所述高反射率光纤光栅（1）和低反射率保偏光纤光栅（3）组成谐振腔的前后腔镜，分别与高增益光纤（2）的两端连接，使信号光在谐振腔内的振荡，光波分复用器（5）的第一端与所述谐振腔连接；所述单模半导体泵浦激光器（6）的输出端与光波分复用器（5）的第二端连接，通过光波分复用器（5）向谐振腔进行泵浦光注入，由于低反射率保偏光纤光栅中双折射的存在，存在两个不同偏振模式不同中心波长的反射峰，激光器得以实现正交双频窄线宽光纤激光输出，并通过波分复用器（5）输出；偏振分束器（7）的输入端与光波分复用器（5）的输出端连接，将光波分复用器（5）输出的两个不同频率不同偏振的激光分为快轴光和慢轴光；偏振分束器（7）的输出端分别与偏振控制器（8）、光耦合器（9）连接，光耦合器（9）的输出与光电探测器（10）连接；所述慢轴光经过偏振控制器（8）调节自身的偏振态，改变自身与快轴光的正交关系，通过光耦合器（9）与快轴光耦合到一起，注入到光电探测器（10）中，通过拍频技术实现了窄线宽微波信号的产生；所述应力调节装置（4）设置在低反射率保偏光纤光栅（3）上，通过改变施加在低反射率保偏光纤光栅（3）上的应力大小，改变光栅中的双折射分布，控制不同偏振模式下的输出激光频率，输出可调窄线宽光生微波信号。
- [权利要求 2] 根据权利要求 1 所述的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其特征在于：所述应力调节装置（4）用于对光纤施加侧向应力，导

致其双折射分布发生变化。

- [权利要求 3] 根据权利要求 1 所述的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其特征在于：所述应力调节装置（4）的材料为压电陶瓷、机械调整架或重物挤压装置。
- [权利要求 4] 根据权利要求 1 所述的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其特征在于：所述光纤激光器谐振腔为分布布拉格反射式（DBR）腔结构、分布反馈式（DFB）腔结构或环形腔结构。
- [权利要求 5] 根据权利要求 1 所述的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其特征在于：所述低反射率保偏光纤光栅（3）使用的光纤为熊猫型保偏光纤、领带型保偏光纤或刻有双波长反射峰的光纤。
- [权利要求 6] 根据权利要求 1 所述的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其特征在于：所述高反射率光纤光栅（1）为单模光纤光栅，其反射峰覆盖住低反射率光纤光栅（3）的两个反射峰，并且对信号光的反射率大于 90%。
- [权利要求 7] 根据权利要求 1 所述的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其特征在于：所述光电探测器（10）的频率响应范围大于光纤激光光源产生的拍频信号频率。
- [权利要求 8] 根据权利要求 7 所述的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其特征在于：所述光电探测器（10）的材料为铟镓砷半导体材料、硅半导体材料或锗半导体材料。
- [权利要求 9] 根据权利要求 1 所述的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其特征在于：所述高反射率光纤光栅中心反射波长为激光输出波长 1550.12 nm，3dB 反射谱宽为 1.2 nm，中心波长反射率大于 99.95%；低发射率保偏光纤光栅 3 慢轴反射峰中心波长为 1550.12 nm，快轴反射峰中心波长为 1550.50 nm，反射率均为 60%。
- [权利要求 10] 根据权利要求 1~9 任一项所述的一种基于偏振控制的可调窄线宽光生微波源，其特征在于：所述高增益光纤为铒镱共掺的磷酸盐增益光纤。

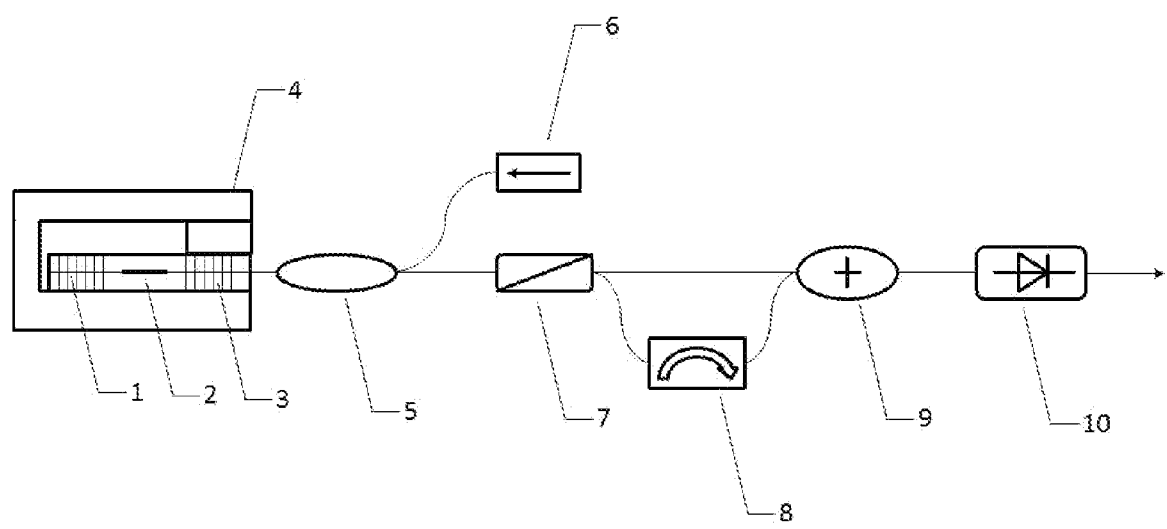


图 1

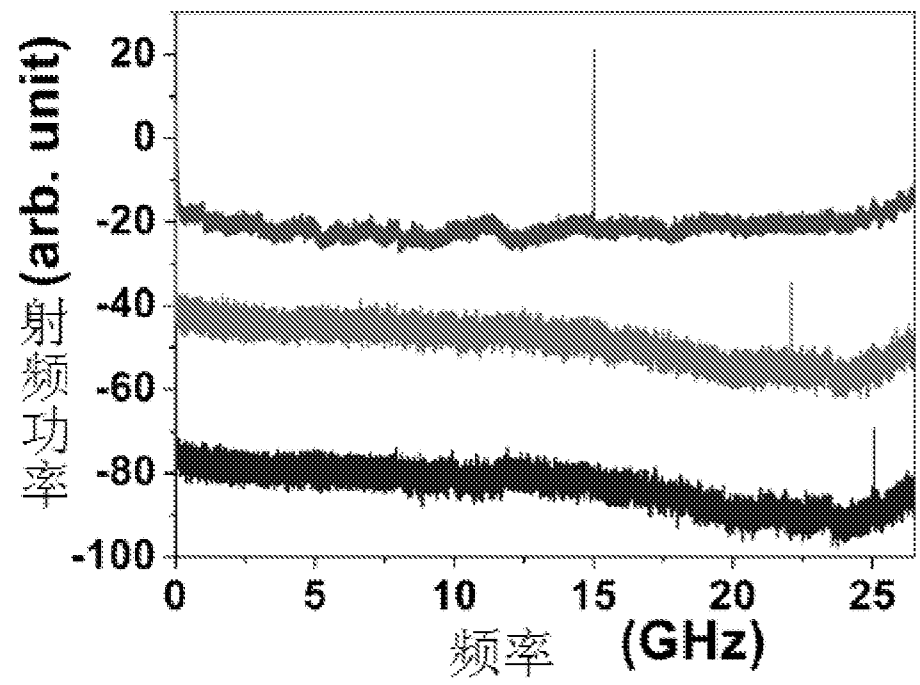


图 2

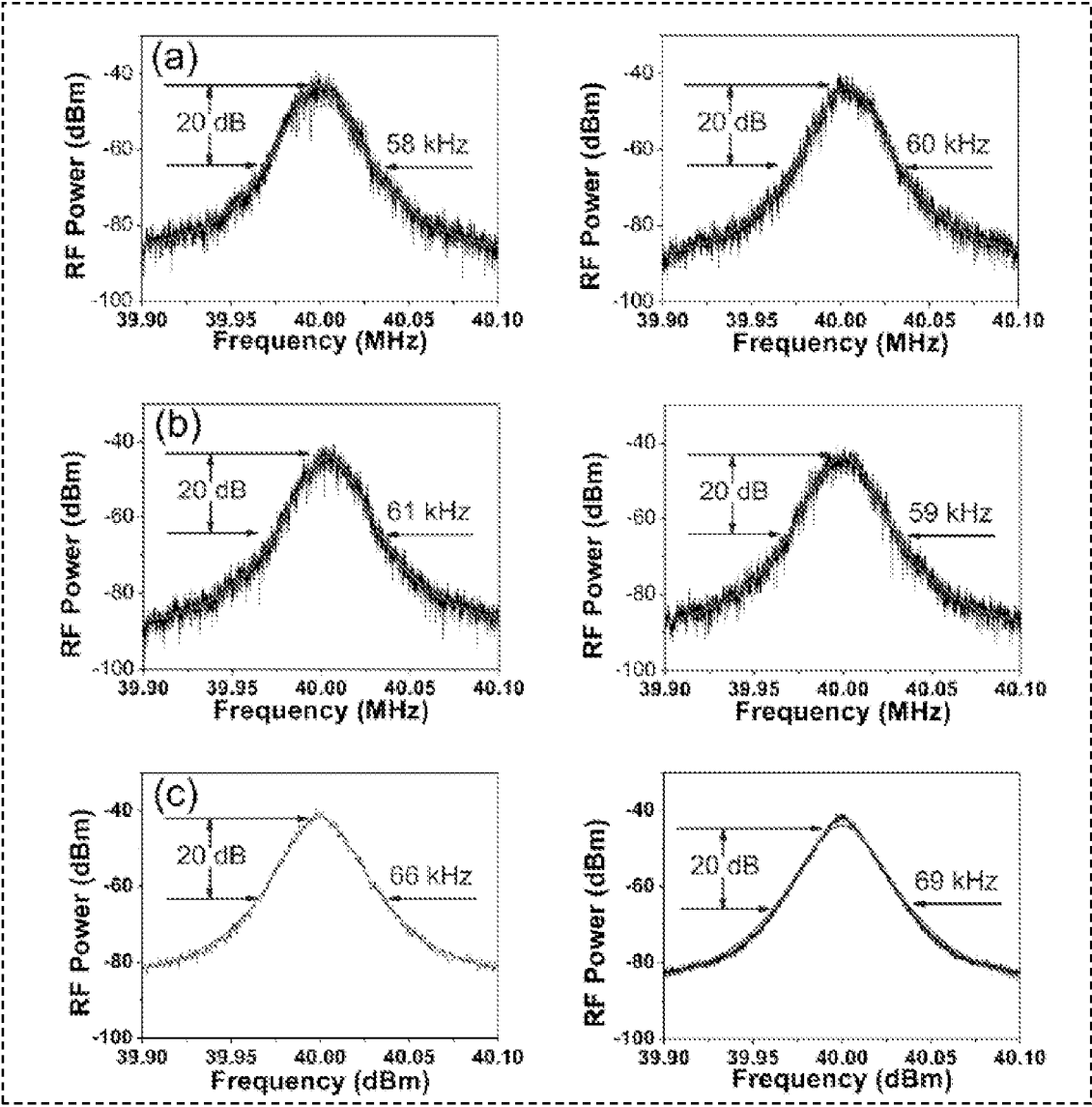


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/112817

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 1/02(2006.01)i; H01S 3/067(2006.01)i; H01S 3/10(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)

H01S

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)

VEN; CNABS; CNTXT: BRAGG, GRATING+, FIBER+, FIBRE+, FBG, WAVE+, DIVID+, MULTI+, WDM, POLAR+, BEAT+, FREQUEN+, 拍频, 偏光, 高反射, 低反射, 光电探测器, 偏振, 光栅光纤, 布拉格, 铟镓砷, 偏振, 波分复用, 保偏

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104466636 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 25 March 2015 (2015-03-25) entire document	1-10
A	CN 102306897 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 04 January 2012 (2012-01-04) entire document	1-10
A	CN 101447637 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 03 June 2009 (2009-06-03) entire document	1-10
X	CN 101540468 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 23 September 2009 (2009-09-23) description, pp. 4-6, and figure 1	1-10
A	CN 105406330 A (LEISHEN INTELLIGENT SYSTEM CO., LTD.) 16 March 2016 (2016-03-16) entire document	1-10
A	CN 205488991 U (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 17 August 2016 (2016-08-17) entire document	1-10

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

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 May 2019

Date of mailing of the international search report

12 June 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/112817**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017026131 A1 (IBM) 26 January 2017 (2017-01-26) entire document	1-10
X	CN 201392985 Y (ZHEJIANG UNIVERSITY) 27 January 2010 (2010-01-27) description, pp. 4-6, and figure 1	1-10
A	CN 106525092 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 22 March 2017 (2017-03-22) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/112817

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	104466636	A	25 March 2015	None	
CN	102306897	A	04 January 2012	CN 102306897	B 08 August 2012
CN	101447637	A	03 June 2009	CN 101447637	B 11 August 2010
CN	101540468	A	23 September 2009	CN 101540468	B 18 August 2010
CN	105406330	A	16 March 2016	None	
CN	205488991	U	17 August 2016	None	
US	2017026131	A1	26 January 2017	US 9859983	B2 02 January 2018
				US 2016301191	A1 13 October 2016
				US 9503194	B2 22 November 2016
				US 2016301477	A1 13 October 2016
				US 9496961	B2 15 November 2016
CN	201392985	Y	27 January 2010	None	
CN	106525092	A	22 March 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/112817

A. 主题的分类 H01S 1/02(2006.01)i; H01S 3/067(2006.01)i; H01S 3/10(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H01S 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) VEN;CNABS;CNTXT:BRAGG, GRATING+, FIBER+, FIBRE+, FBG, WAVE+, DIVID+, MULTI+, WDM, POLAR+, BEAT+, FRE- QUEN+, 拍频, 偏光, 高反射, 低反射, 光电探测器, 偏振, 光栅光纤, 布拉格, 铟镓砷, 偏振, 波分复用, 保偏		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 104466636 A (华南理工大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 全文	1-10
A	CN 102306897 A (华南理工大学) 2012年 1月 4日 (2012 - 01 - 04) 全文	1-10
A	CN 101447637 A (华南理工大学) 2009年 6月 3日 (2009 - 06 - 03) 全文	1-10
X	CN 101540468 A (浙江大学) 2009年 9月 23日 (2009 - 09 - 23) 说明书第4-6页, 图1	1-10
A	CN 105406330 A (深圳市镭神智能系统有限公司) 2016年 3月 16日 (2016 - 03 - 16) 全文	1-10
A	CN 205488991 U (华南理工大学) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 全文	1-10
A	US 2017026131 A1 (IBM) 2017年 1月 26日 (2017 - 01 - 26) 全文	1-10
X	CN 201392985 Y (浙江大学) 2010年 1月 27日 (2010 - 01 - 27) 说明书第4-6页, 图1	1-10
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2019年 5月 18日		国际检索报告邮寄日期 2019年 6月 12日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 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 张瑜 电话号码 86-010-62085762

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 106525092 A (华南理工大学) 2017年 3月 22日 (2017 - 03 - 22) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/112817

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	104466636	A	2015年 3月 25日	无	
CN	102306897	A	2012年 1月 4日	CN 102306897	B 2012年 8月 8日
CN	101447637	A	2009年 6月 3日	CN 101447637	B 2010年 8月 11日
CN	101540468	A	2009年 9月 23日	CN 101540468	B 2010年 8月 18日
CN	105406330	A	2016年 3月 16日	无	
CN	205488991	U	2016年 8月 17日	无	
US	2017026131	A1	2017年 1月 26日	US 9859983	B2 2018年 1月 2日
				US 2016301191	A1 2016年 10月 13日
				US 9503194	B2 2016年 11月 22日
				US 2016301477	A1 2016年 10月 13日
				US 9496961	B2 2016年 11月 15日
CN	201392985	Y	2010年 1月 27日	无	
CN	106525092	A	2017年 3月 22日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)