



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106911061 B

(45)授权公告日 2019.06.14

(21)申请号 201710224707.4

H01S 3/094(2006.01)

(22)申请日 2017.04.07

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106911061 A

CN 103441417 A, 2013.12.11, 说明书
[0010]-[0011]段, [0018]段, 附图1.

(43)申请公布日 2017.06.30

CN 103247934 A, 2013.08.14, 说明书
[0036]-[0038]段, [0040]段, [0045]段, 附图2,
4.

(73)专利权人 长春理工大学

地址 130022 吉林省长春市朝阳区卫星路
7186号

US 2011038035 A1, 2011.02.17, 说明书
[0076]-[0078]段, 附图4a.

(72)发明人 王天枢 王振 马万卓 贾青松

苏庆超 张靓 张鹏

CN 204718706 U, 2015.10.21, 全文.

CN 104022428 A, 2014.09.03, 全文.

(74)专利代理机构 北京中理通专利代理事务所

(普通合伙) 11633

CN 103296567 A, 2013.09.11, 全文.

CN 103036135 A, 2013.04.10, 全文.

代理人 刘慧宇

CN 103901696 A, 2014.07.02, 全文.

审查员 周宇畅

(51)Int.Cl.

H01S 3/067(2006.01)

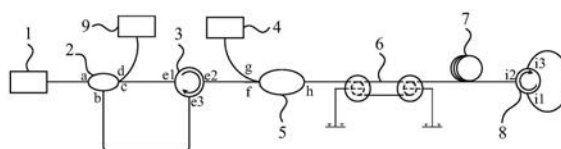
权利要求书1页 说明书3页 附图7页

(54)发明名称

可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器

(57)摘要

可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器,属于光纤激光器技术领域,为了解决现有有多波长激光器存在的问题,可调谐布里渊泵浦光源与光耦合器的第一端口a连接,光耦合器的第二端口b与第一光环行器的第三端口e3连接,光耦合器的第三端口c与第一光环行器的第一端口e1连接,光耦合器的第四端口d与光谱分析仪连接,第一光环行器的第二端口e2与波分复用器的第一端口f连接,波分复用器的第二端口g与拉曼泵浦源连接,波分复用器的公共端口h与色散补偿光纤的一个端口连接,色散补偿光纤的另一端口与第二光环行器的第二端口i2连接,第二光环行器的第一端口i1与第二光环行器的第三端口i3连接形成环路,适用于光通信、光传感、微波光子学等领域。



1. 可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器,其特征是,其包括可调谐布里渊泵浦光源(1)、光耦合器(2)、第一光环行器(3)、拉曼泵浦源(4)、波分复用器(5)、色散补偿光纤(7)和第二光环行器(8);

可调谐布里渊泵浦光源(1)与光耦合器(2)的第一端口(a)连接,光耦合器(2)的第二端口(b)与第一光环行器(3)的第三端口(e3)连接,光耦合器(2)的第三端口(c)与第一光环行器(3)的第一端口(e1)连接,光耦合器(2)的第四端口(d)作为输出端,第一光环行器(3)的第二端口(e2)与波分复用器(5)的第一端口(f)连接,波分复用器(5)的第二端口(g)与拉曼泵浦源(4)连接,波分复用器(5)的公共端口(h)与色散补偿光纤(7)的一个端口连接,色散补偿光纤(7)的另一端口与第二光环行器(8)的第二端口(i2)连接,第二光环行器(8)的第一端口(i1)与第二光环行器(8)的第三端口(i3)连接形成环路。

2. 根据权利要求1所述的可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器,其特征在于,光纤旋转控制器(6)为对称结构,左右两边分别设置底座(6-1)、支撑杆(6-3)及光纤缠绕盘(6-4),支撑杆(6-3)的一端焊接在底座(6-1)上端,另一端则穿过光纤缠绕盘(6-4)的中心,光纤缠绕盘(6-4)可绕支撑杆(6-3)旋转;色散补偿光纤(7)缠绕在两个光纤缠绕盘(6-4)之间;通过控制光纤缠绕盘(6-4)的旋转角度来扭曲色散补偿光纤(7)以增强其非线性效应,实现多波长输出。

3. 根据权利要求1所述的可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器,其特征在于,所述布里渊泵浦光源(1)是波长及功率均可调谐的泵浦源。

4. 根据权利要求1所述的可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器,其特征在于,所述光耦合器(2)的第三端口(c)为95%端口,第四端口(d)为5%端口。

5. 根据权利要求1所述的可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器,其特征在于,所述拉曼泵浦源(4)的中心波长为1455nm。

6. 根据权利要求1所述的可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器,其特征在于,所述光耦合器(2)、第一光环行器(3)、第二光环行器(8)的工作范围为1530nm至1580nm。

可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于布里渊拉曼散射的可调谐线形腔多波长光纤激光器,属于光纤激光器技术领域。

背景技术

[0002] 随着大容量光纤通信网络的发展,波分复用技术逐渐成为光网络和长距离通信骨干网的主流技术,同时多波长光纤激光器由于具有输出波长数多、光束质量好、波长间隔可调等优点,在光纤通信、微波光子滤波器、微波信号光子技术产生、光纤传感器等诸多方面均有着广泛的应用前景,近些年来一直是研究的热点。

[0003] 传统的多波长光源一般是由单波长分布反馈 (DFB) 半导体激光器阵列组成,虽然技术简单,但是系统庞大、成本高昂,而多波长光纤激光器能够实现间隔和通道数量的可调谐,且在简化系统结构、降低系统成本、便于系统维护等方面都比传统的多波长光源具有更加明显的应用优势。

[0004] 多波长激光器的研究重点是实现常温下输出波长可调、输出波长间隔可调和输出通道参数可调。近年来实现多波长输出已经有多种方法,例如:利用光纤光栅提供反馈并选择波长实现多波长输出;在谐振腔中插入梳状滤波器实现多波长输出;利用移频反馈实现常温下多波长输出;利用偏振烧孔效应实现多波长输出;利用光纤非线性效应实现多波长输出。

[0005] 2008年,Yan-ge Liu等人在Optics Communications上发表题为“Stable room-temperature multi-wavelength lasing oscillations in a Brillouin-Raman fiber ring laser”的文章中报道了他们获得了一种在室温下稳定的多波长光纤激光器,其采用高非线性光纤作为非线性增益介质,两个1455nm的半导体激光器作为拉曼泵浦源,实验中他们获得了75个斯托克斯光和反斯托克斯光的多波长输出。其结构由于采用两个拉曼泵浦源,所以结构较复杂,成本较高,最终获得的多波长数量不多并且波长范围不可调谐。

[0006] 2013年,Zinan Wang等人在OPTICS EXPRESS上发表题为“Broadband flat-amplitude multiwavelength Brillouin-Raman fiber laser with spectral reshaping by Rayleigh scattering”的文章中报道了他们获得了一种平坦带宽达40nm的多波长布里渊拉曼多波长光纤激光器,其采用10km长的色散补偿光纤作为增益介质,利用50km长的普通单模光纤对多波长激光进行光谱整形,一个高功率的1480nm半导体激光器作为拉曼泵浦源,当拉曼泵浦源的功率设置为接近1.4W时,他们获得了平坦带宽达40nm、波长数多达500多个的多波长激光输出。虽然他们的波长数较多,但是其实验由于泵浦源功率较高,所以对实验器件的要求较高,导致成本较高。

[0007] 总之,基于布里渊拉曼散射的多波长光纤激光器结合了布里渊散射和拉曼散射的非线性增益,是一种在室温下产生多波长输出的有效方法。

发明内容

[0008] 本发明为了解决现有多波长激光器存在的问题,提出了一种可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器。

[0009] 本发明采取以下技术方案:

[0010] 可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器,其特征是,其包括可调谐布里渊泵浦光源、光耦合器、第一光环行器、拉曼泵浦源、波分复用器、色散补偿光纤和第二光环行器;

[0011] 可调谐布里渊泵浦光源与光耦合器的第一端口a连接,光耦合器的第二端口b与第一光环行器的第三端口e3连接,光耦合器的第三端口c与第一光环行器的第一端口e1连接,光耦合器的第四端口d作为输出端,第一光环行器的第二端口e2与波分复用器的第一端口f连接,波分复用器的第二端口g与拉曼泵浦源连接,波分复用器的公共端口h与色散补偿光纤的一端连接,色散补偿光纤的另一端与第二光环行器的第二端口i2连接,第二光环行器的第一端口i1与第二光环行器的第三端口i3连接形成环路。

[0012] 光纤旋转控制器为对称结构,左右两边分别设置底座、支撑杆及光纤缠绕盘,支撑杆的一端焊接在底座上端,另一端则穿过光纤缠绕盘的中心,光纤缠绕盘可绕支撑杆旋转;色散补偿光纤缠绕在两个光纤缠绕盘之间;通过控制光纤缠绕盘的旋转角度来扭曲色散补偿光纤以增强其非线性效应,实现多波长输出。

[0013] 所述布里渊泵浦光源是波长及功率均可调谐的泵浦源。

[0014] 所述光耦合器的第三端口c为95%端口,第四端口d为5%端口。

[0015] 所述拉曼泵浦源的中心波长为1455nm。

[0016] 所述光耦合器、第一光环行器、第二光环行器的工作范围为1530nm至1580nm。

[0017] 本发明的有益效果:该激光器采用可调谐激光器作为布里渊泵浦源,与1455nm的拉曼泵浦源一起泵浦9km的色散补偿光纤,色散补偿光纤前100m缠绕在光纤旋转控制器上,用来增强光纤的非线性效应,线性腔两端各加上一个反馈环用来增加腔内增益,可实现波长数和波段的同时调谐,具有阈值低、输出波长数多、调谐范围大等特点。

[0018] 该激光器的结构简单、成本低、易于光纤系统集成、波长数及波段可调谐、激光输出的稳定性好。该激光器可适用于光通信、光传感、微波光子学等技术领域。

附图说明

[0019] 图1为可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器的结构示意图。

[0020] 图2为光纤旋转控制器的三视图,(a)为主视图,(b)为左视图,(c)为俯视图。

[0021] 图3(a)、3(b)、3(c)、3(d)、3(e)、3(f)分别为将布里渊泵浦波长设置为1545nm、1550nm、1553.32nm、1555nm、1560nm、1565nm时的多波长激光输出光谱图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明进行详细说明。

[0023] 如图1所示,可调谐布里渊拉曼多波长光纤激光器,其包括可调谐布里渊泵浦光源1、光耦合器2、第一光环行器3、拉曼泵浦源4、波分复用器5、光纤旋转控制器6、色散补偿光纤7和第二光环行器8。

[0024] 可调谐布里渊泵浦光源1与光耦合器2的第一端口a通过光纤连接,光耦合器2的第

二端口b与第一光环行器3的第三端口e3通过光纤连接,光耦合器2的第三端口c与第一光环行器3的第一端口e1通过光纤连接,光耦合器2的第四端口d作为输出端采用光谱分析仪9观测,第一光环行器3的第二端口e2与波分复用器5的第一端口f通过光纤连接,波分复用器5的第二端口g与拉曼泵浦源4通过光纤连接,波分复用器5的公共端口h与色散补偿光纤7的一端通过光纤连接,其中色散补偿光纤7的前100m缠绕在光纤旋转控制器6上,色散补偿光纤7的另一端口与第二光环行器8的第二端口i2通过光纤连接,第二光环行器8的第一端口i1与第二光环行器8的第三端口i3通过光纤连接形成环路。上述各部件之间的连接均采用光纤熔接,从光耦合器2的第四端口d得到稳定、波长数及波段可调谐的多波长激光输出。

[0025] 所述布里渊泵浦源1是波长及功率均可调谐的泵浦源。

[0026] 所述光耦合器2的第三端口c为95%端口,第四端口d为5%端口。

[0027] 所述拉曼泵浦源4的中心波长为1455nm。

[0028] 波分复用器5为1455/1550nm的波分复用器。

[0029] 所述色散补偿光纤7的长度为9km,其中前100m缠绕在光纤旋转控制器(6)上。

[0030] 所述光耦合器2、第一光环行器3、第二光环行器8的工作范围为1530nm至1580nm。

[0031] 光耦合器2、第一光环行器3和第二光环行器8的工作范围为1530nm至1580nm。

[0032] 光纤旋转控制器6为对称结构,左右两边分别设置底座6-1、支撑杆6-3及光纤缠绕盘6-4,底座6-1通过螺栓6-2固定,支撑杆6-3的一端焊接在底座6-1上端,另一端则穿过光纤缠绕盘6-4的中心,光纤缠绕盘6-4可绕支撑杆6-3旋转;色散补偿光纤7的前100m缠绕在两个光纤缠绕盘6-4之间;通过控制光纤缠绕盘6-4的旋转角度来扭曲色散补偿光纤7以增强其非线性效应,实现多波长输出。

[0033] 开启可调布里渊泵浦源1及拉曼泵浦源4,将布里渊泵浦源1的功率设置为-2.94dBm,拉曼泵浦源4的功率设置为718mW。布里渊泵浦光通过光耦合器2的c端口后进入第一光环行器3-1的e1端口,再从第一光环行器3-1的e2端口输出通过1455/1550nm的波分复用器5后进入9km的色散补偿光纤7中产生布里渊散射,拉曼泵浦光通过波分复用器5进入色散补偿光纤7产生拉曼散射,由布里渊散射产生的一阶斯托克斯光与布里渊泵浦光方向相反,一阶斯托克斯光通过波分复用器5从第一光环行器3-1的e2端口进入,第一光环行器e3端口输出再进入光耦合器2的b端口,其中5%的光信号由光耦合器2的d端口输出,用光谱分析仪9观测输出的光谱,另外95%的光信号再由光耦合器2的c端口返回腔内进行循环。透射过色散补偿光纤7的泵浦光以及在色散补偿光纤7中由一阶斯托克斯光产生的二阶斯托克斯光进入第二光环行器的i2端口,再从第二光环行器的i3端口出来进入第二光环行器的i1端口,经由第二光环行器的i2端口返回腔内循环。

[0034] 将布里渊泵浦和拉曼泵浦的功率分别固定为-2.94dBm和718mW,布里渊泵浦的中心波长分别调至1545nm、1550nm、1553.32nm、1555nm、1560nm、1565nm,得到图3(a)至3(f)所示的光谱图,多波长激光的可调谐范围从1545nm至1565nm,对应的波长数分别为245、175、160、135、92和61个,波长间隔约为0.072nm。

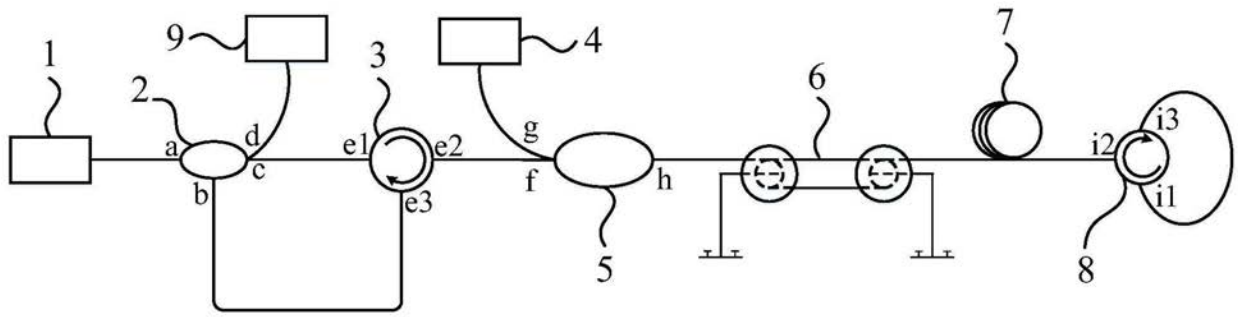


图1

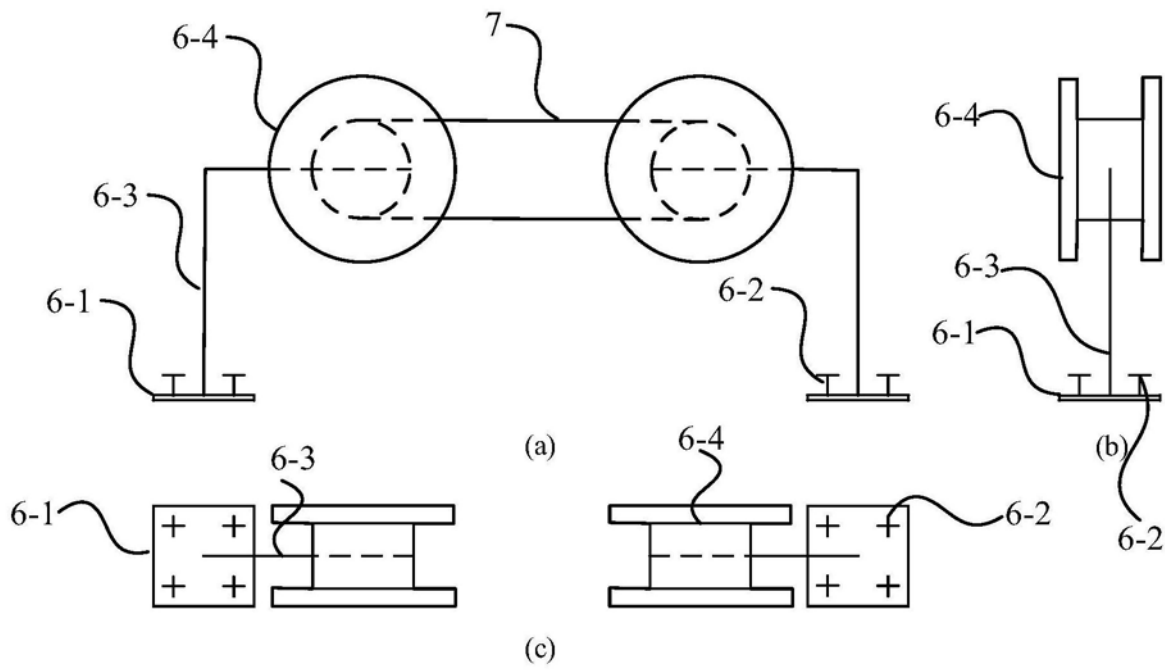


图2

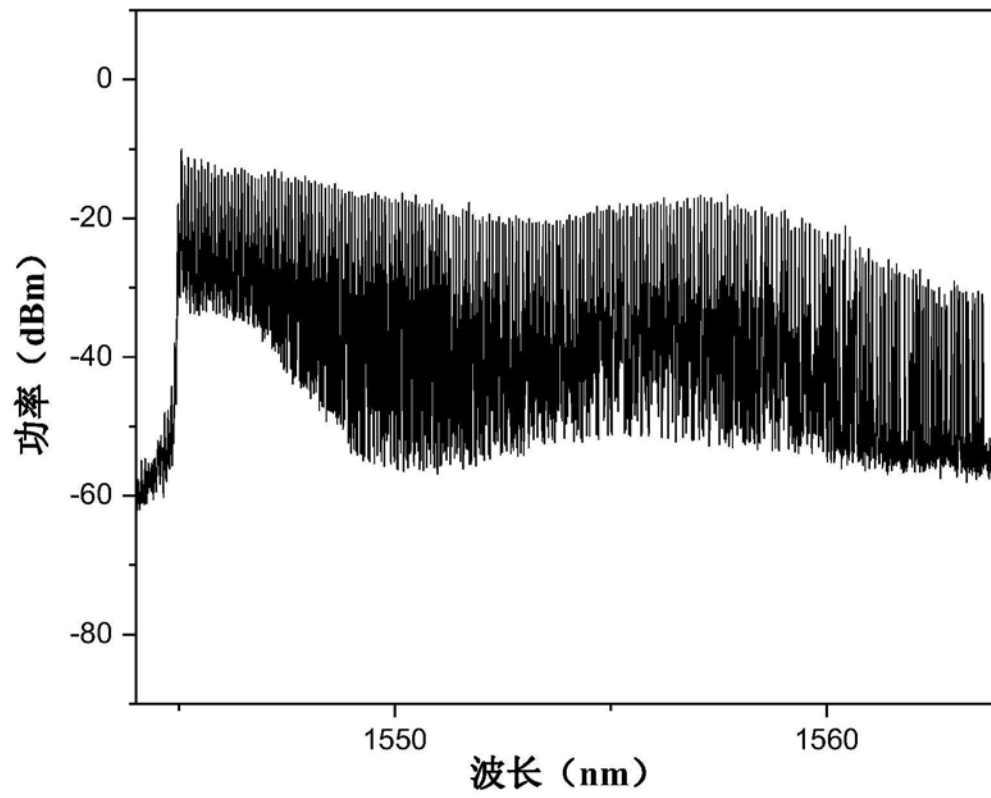


图3 (a)

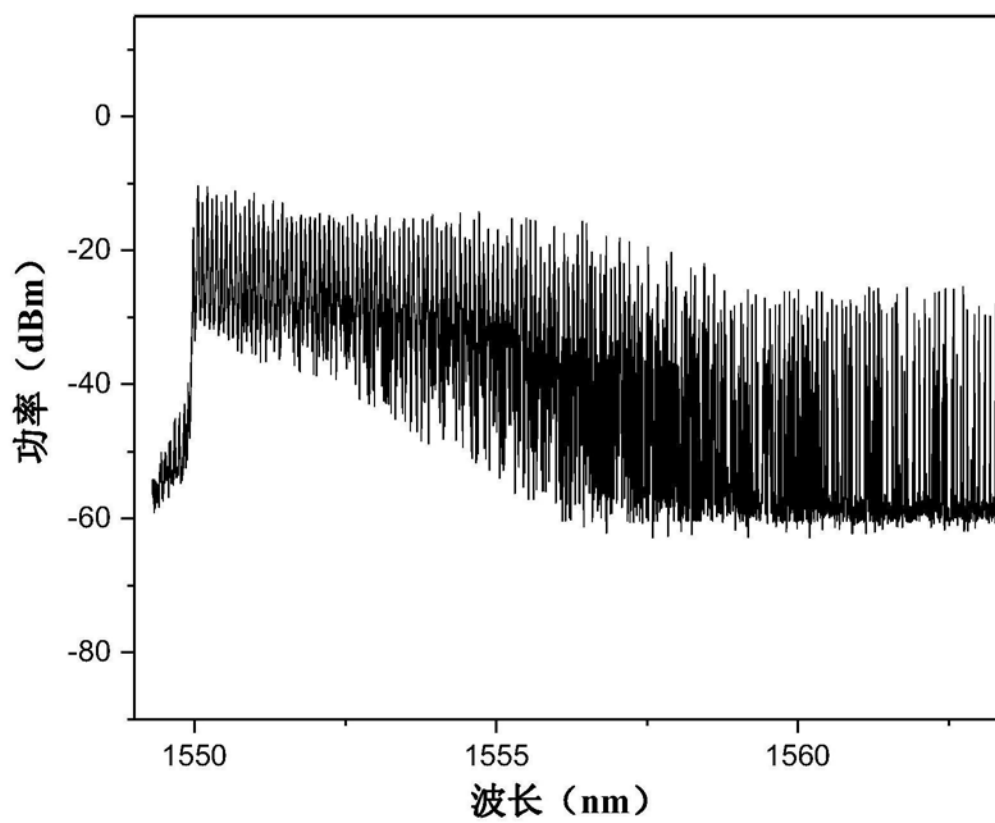


图3 (b)

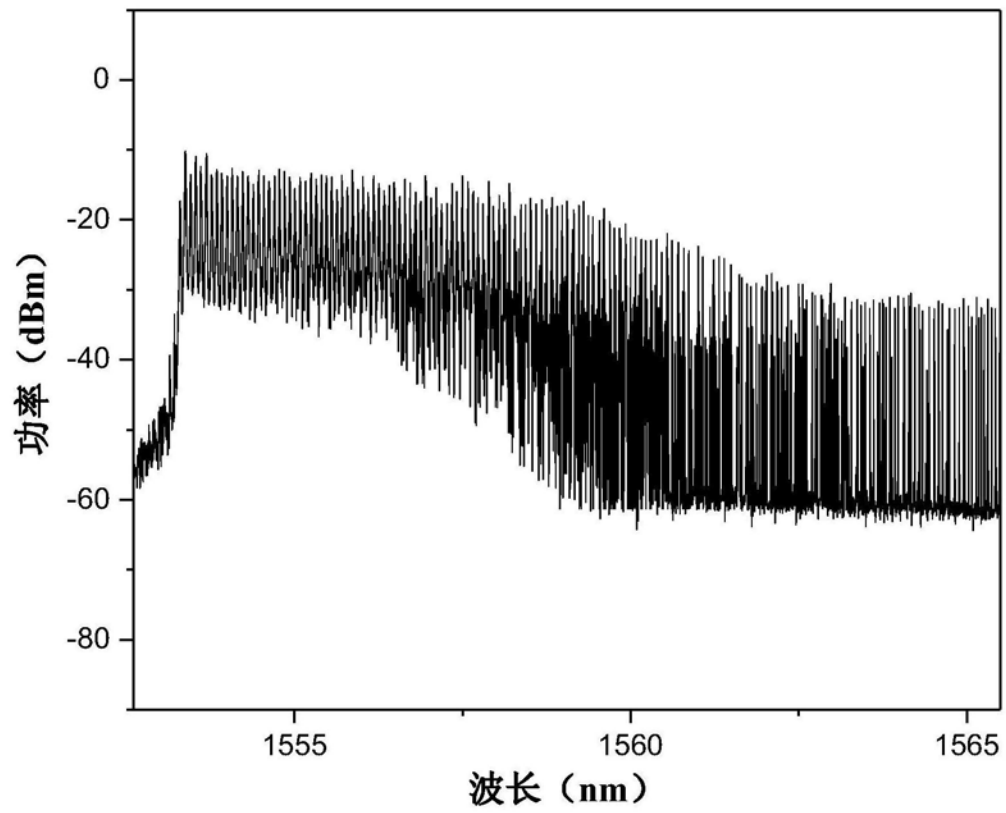


图3(c)

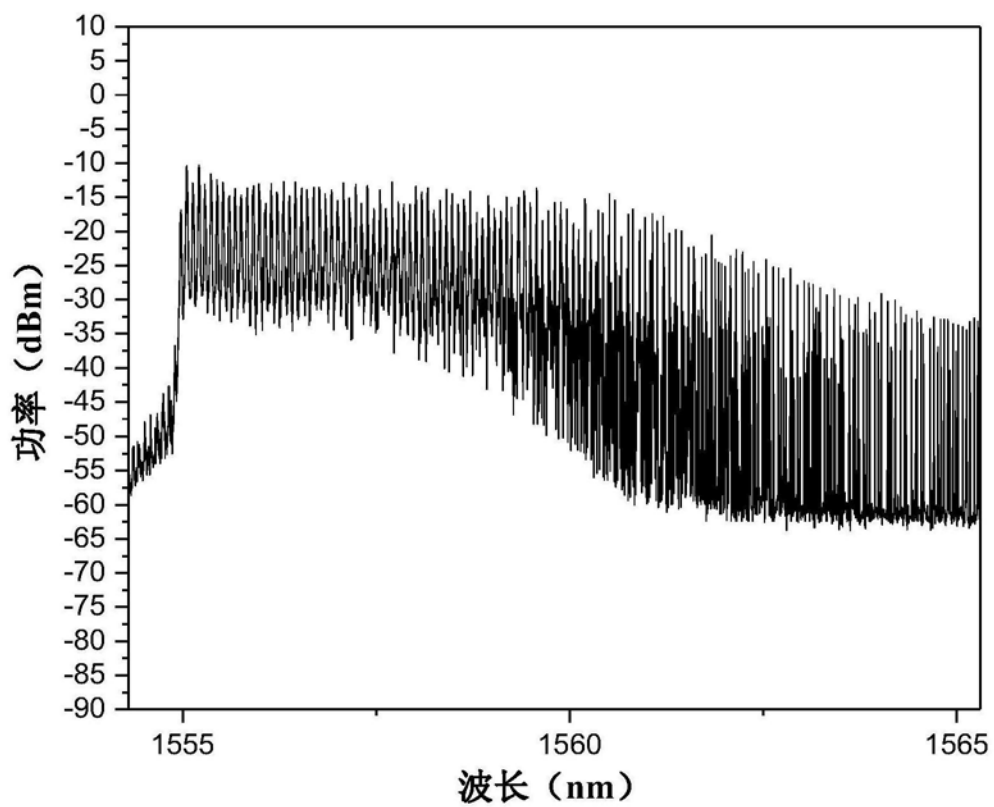


图3 (d)

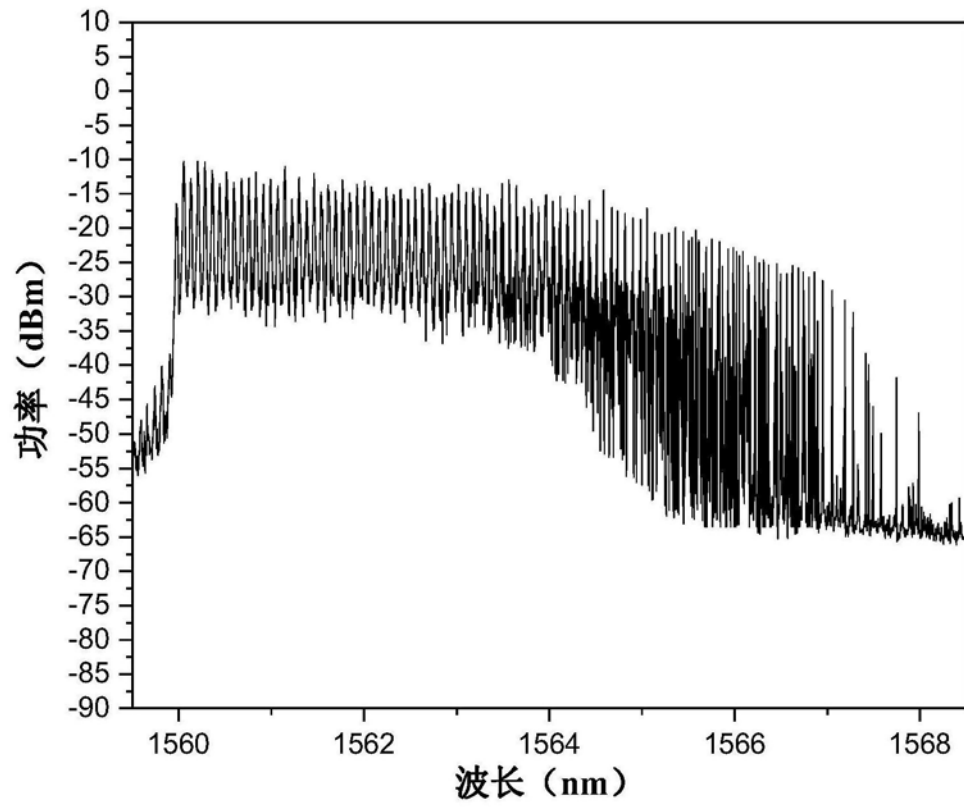


图3 (e)

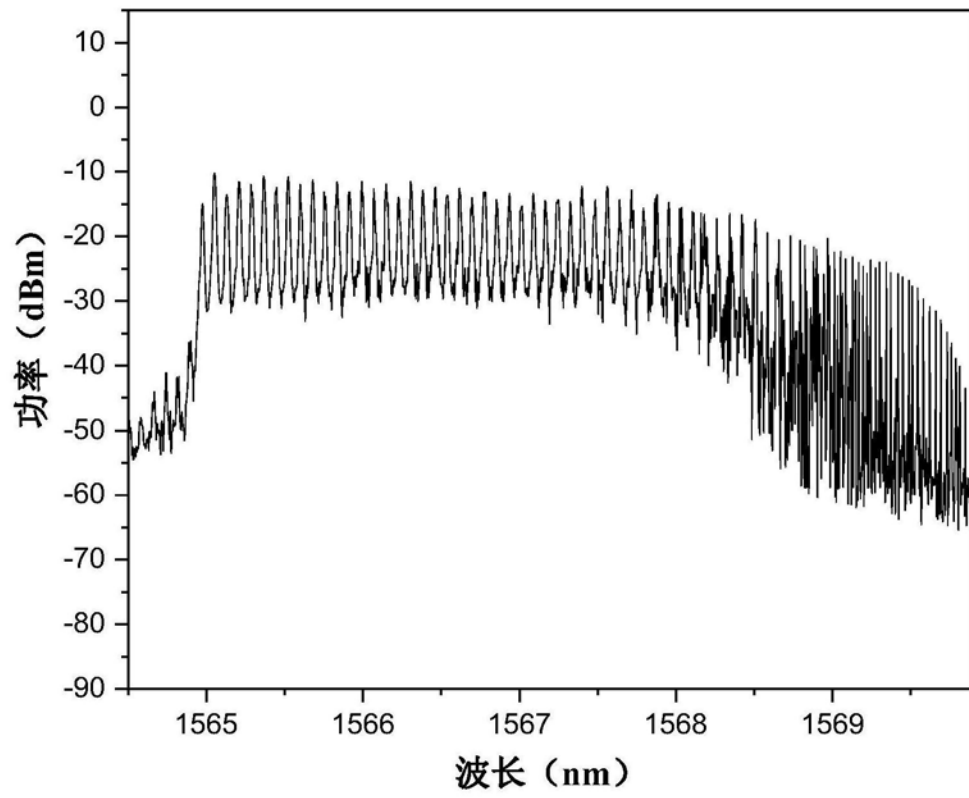


图3 (f)