

2.0 μm 石墨烯被动调 Q 掺铥全光纤激光器

石墨烯(Graphene)材料作为可饱和吸收体与半导体可饱和吸收镜(SESAM)相比具有制作简单、成本低廉、恢复时间快、可饱和吸收阈值低、并能覆盖从可见光到中红外(400~2000 nm)波段的超宽带宽等优点。在 1.0~1.1 μm 掺镱和 1.5~1.6 μm 掺铒波段,基于石墨烯可饱和吸收体的被动锁模、被动调 Q 激光器的研究已有报道。目前,石墨烯材料作为可饱和吸收体用于 2.0 μm 波段激光器的被动锁模或被动调 Q 的研究国内外还未见任何报道。

北京工业大学高功率光纤激光课题组首次成功实现了全光纤结构石墨烯被动调 Q 的 2.0 μm 掺铥脉冲光纤激光器。整个激光器采用了环形腔结构设计,而新型功能材料石墨烯作为激光被动调 Q 器件,图 1(a)为石墨烯可饱和吸收体的拉曼光谱,其 G 峰和 2D 峰分别位于 1581 cm⁻¹和 2710 cm⁻¹处,G 峰位

置处于 1581 cm⁻¹以及 2D 峰的形状较窄表明石墨烯的层数在 4~6 层之间,饱和吸收调制深度约为 10%。当抽运功率为 1.3 W 时,开始得到稳定的重复频率为 44 kHz 的调 Q 激光脉冲输出,平均输出功率约为 2.9 mW,脉冲宽度约为 3.0 μs。随着抽运功率的增加,平均输出功率和重复频率几乎成线性增加[图 1(b)]。当抽运功率增加到 1.6 W 时,最大平均输出功率约为 5.0 mW,相应的单脉冲能量为 89 nJ,脉冲宽度为 1.4 μs,中心波长为 2007 nm[图 1(c)]。为了研究调 Q 激光脉冲的稳定性,我们采用频谱分析仪测量了重复频率为 51 kHz 时的信噪比[图 1(d)],其值大约为 40 dB,表明调 Q 激光脉冲很稳定。本实验结果充分证明石墨烯材料在 2.0 μm 波段具有可饱和吸收特性,为石墨烯可饱和吸收体成为很有潜力的激光被动锁模、被动调 Q 器件奠定了基础。

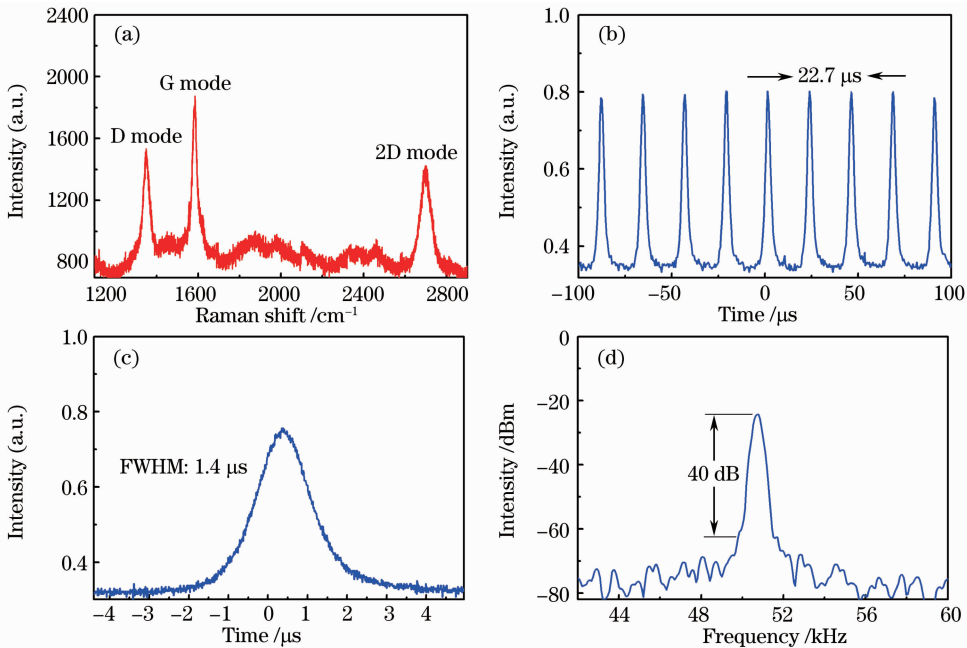


图 1 (a)石墨烯的拉曼光谱;(b)石墨烯调 Q 脉冲串;(c)石墨烯调 Q 最窄脉冲宽度;
(d)石墨烯调 Q 激光脉冲的无线射频谱

Fig. 1 (a) Raman spectrum of the graphene saturable absorber; (b) pulse train of the Q-switched graphene; (c) minimal pulse width of the Q-switched graphene; (d) radio frequency spectrum of the Q-switched graphene fiber laser

刘 江 王 璞*

(北京工业大学激光工程研究院 国家产学研激光技术中心, 北京 100124)

* E-mail: wangpuemail@bjut.edu.cn

收稿日期: 2011-07-21; 收到修改稿日期: 2011-08-29