

亚皮秒激光作用下掺半导体玻璃 的饱和吸收*

梁培辉 赵庆春 张伟清

(中国科学院上海光机所, 201800)

摘要: 测量了在脉冲宽度为 750 fs、波长为 616 nm 强光作用下掺半导体玻璃 RG645 Schott 滤光片的饱和吸收特性, 同时观察到在高功率密度下光束经玻璃后产生明显的自聚焦现象。

关键词: 半导体玻璃, 饱和吸收

Saturable absorption of semiconductor-doped glasses irradiated with sub-picosecond pulses

Liang Peihui, Zhao Qingchun, Zhang Weiqing

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai)

Abstract: Employing intense laser beams at 616nm and 750fs pulse width, we measured the saturable absorptive property of Schott filters RG645 made of semiconductor doped glass, and observed clearly self-focusing during the beam passed through the sample at high power densities.

Key words: semiconductor-doped glasses, saturable absorption

掺半导体 CdS、Se 玻璃是常用的锐截止颜色滤光片。早在六十年代中期就已经注意到 RG 系列滤光片对红宝石激光(694.3 nm)的饱和吸收现象^[1], 将滤光片插入红宝石激光器腔内能获得脉冲宽度为 50 ns 的调 Q 脉冲。最近, 在研制紫外飞秒高功率激光系统的工作中, 使用掺半导体玻璃滤光片 OG530 和 RG645 作为染料放大器间的隔离器, 成功地在波长 248 nm 和 308 nm 分别得到宽度为 60 fs 和 170 fs 的强脉冲^[2, 3]。为了弄清亚皮秒下滤光片的工作特性, 我们测量了该材料的饱和吸收特性并观察了高功率密度下光束的自聚焦现象

用于实验的亚皮秒脉冲来自以 Lambda Physik EMG150 型准分子激光泵浦的染料激光系统, 它由猝灭腔、短腔、分布反馈振荡器和放大器组成, 最终(即分布反馈振荡器)工作波长为 616 nm, 重复率 1 Hz, 设脉冲为 Sech² 型, 由自相关法测出脉宽为 0.75 ps。

被测量的样品是 RG645 Schott 滤光片, 厚度 1 mm。该滤光片的截止波长为 645 nm。图 1 内的附图绘出样品在室温下的吸收光谱, 可以看出, 对于通常光强来说, 该滤光片对 616 nm 的光线是全吸收的。

收稿日期: 1989 年 5 月 18 日。

* 本实验工作完成于德国马普生物物理化学所激光物理实验室。

单脉冲激光能量约 $50 \mu\text{J}$, 聚焦后通过滤光片, 光斑尺寸为 $5 \times 10^{-4} \text{cm}^2$ 。用分光的办法同时记录入射光束的能量和透过滤光片的光束能量便得出样品的透过率(表面反射的作用没有扣除)。插入不同的中性滤光片测量出不同功率密度下的透过曲线, 即样品的饱和吸收特性, 见图 1。由图 1 看出, 当入射光功率密度高于 $30 \text{GW}/\text{cm}^2$, 样品的透过率趋于饱和, 其数值约 50%, 扣除表面反射, 饱和的吸收率为 45% 左右。

我们注意到, 即使入射激光功率密度高达 $10^{11} \text{GW}/\text{cm}^2$, 但样品还没有破坏。而在通常的激光实验中, 如 [1] 所报道, RG10 滤光片的破坏阈值约 $10^8 \text{W}/\text{cm}^2$ 。这表明起主导地位的破坏机构不是电场造成的击穿。但是, 当功率密度很高时, 虽然滤光片没有破裂, 但因为吸收了相当多的光能, 且玻璃的热导甚差, 会呈现光束自聚焦。

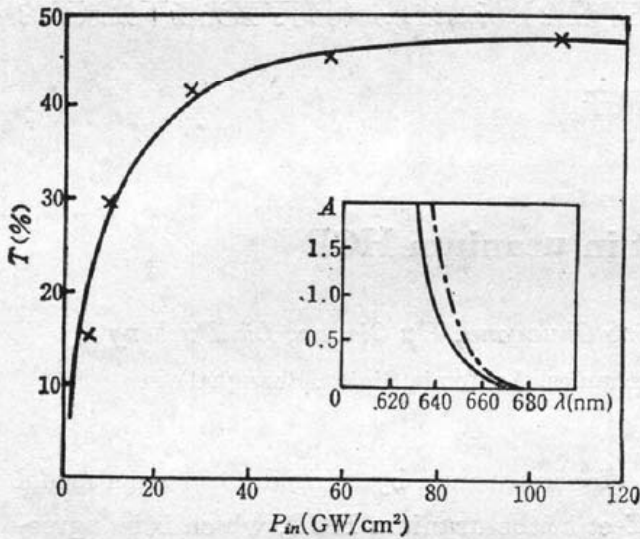


Fig. 1 Saturable absorption of the RG645 filter
insert: absorption spectrum in normal light intensity
at 20°C (solid line) and at 80°C (dashed line)

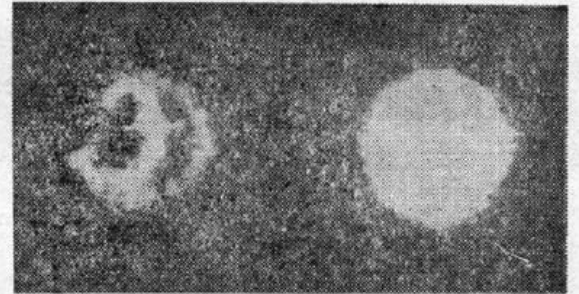


Fig. 2 Patterns of the convergent laser beam passing through the filter; left, the filter located near the focus; right, away from the focus

为了观察并记录高功率密度下样品感生的光学不均匀性, 我们仍将样品置于汇聚光束聚斑附近, 在焦点后一段距离处放置 Polaroid 底片, 经多次曝光后可得出光束的场图。图 2 之左右两个光斑, 分别为样品位于焦点与离焦点稍远的光束截面图。两者的曝光次数相同, 显然样品近焦点、功率密度高时, 光束的传输受到光致不均匀性的扰动, 造成光场分布明显的变化, 估计是热自聚焦现象。我们也直接测量了样品吸收光谱随工作温度上升时的变化。图 1 附图的虚线绘出 80°C 时的吸收特性, 它表明随着温度增高, 截止波长红移(约 $0.17 \text{nm}/^\circ\text{C}$)。对于固定入射波长, 吸收随温升而增大。这种温度效应的正反馈导致饱和吸收和自聚焦现象的加重。

有色滤光片玻璃的光学行为与掺进的小颗粒状的半导体 (CdS , Se) 密切相关, 近来人们对这种零维材料的非线性光学特性产生了浓厚的兴趣, 做了许多研究。但就我们所知, 它作为亚皮秒、飞秒染料激光系统的饱和吸收光隔离器, 是一个成功的实用范例。通过我们上面介绍的实验结果, 不难看出, 在这种应用中, 虽然滤光片的功率负载很高, 但应该注意适当的入射功率密度, 使之既有较高的透过率, 同时又能保持激光束的光学质量

参 考 文 献

- 1 F. Gires, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-2**, 624 (1966)
- 2 Q. Zhao et al., *Appl. Phys. B*, **B46**, 139 (1988)
- 3 F. P. Schäfer et al., *Technical Digest of IQEC'88*, Tokyo, 1988