

飞秒激光作用下光学与激光玻璃的暗化阈值测量

姜雄伟^{1), 2)} 邱建荣²⁾ 朱从善¹⁾ Hiraio K²⁾ 干福熹¹⁾

1), 中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800
2), Photon Craft Project, ERATO, Kyoto 606, Japan

摘 要 报道了各种商用光学玻璃和激光玻璃在 800 nm、120 fs、1 kHz 钛宝石脉冲激光作用下, 产生光致暗化的阈值。

关键词 阈值, 玻璃, 暗化, 飞秒激光。

在固体激光器中, 大量使用了各种光学参数的光学玻璃。所以, 在固体激光器使用过程中, 各种光学玻璃元件性能的变化, 将直接影响到激光的效率和传输性能。玻璃元件的光致暗化是使上述性能变化的重要起因^[1]。特别是在超短脉冲、高功率激光器中, 预防光致暗化的产生, 显得尤其重要。

本文测量确定了不同光学玻璃和激光玻璃在飞秒激光脉冲照射下, 相互作用区域在可见光范围的透过产生降低时最小的激光光强, 此时的光强我们称为暗化阈值。

图 1 是本实验所使用的飞秒激光系统、光束聚焦系统和三维调整平台。其中飞秒激光系统参数为: 波长 800 nm, 脉冲宽度 120 fs, 重复频率 1 kHz, 平均功率 1 W。光束聚焦系统是一台显微镜, 所使用的物镜有: 5×/0. 13、10×/0. 30、40×/0. 65 和 50×/0. 80。三维调整平台的控制精度达到 100 nm。

实验中采用的玻璃有: 石英玻璃、氟化物玻璃, 国标牌号为 K₉、ZK₆、ZF₆ 和 LaF₂ 光学玻璃, 以及未掺 Nd³⁺ 离子的两种磷酸盐激光

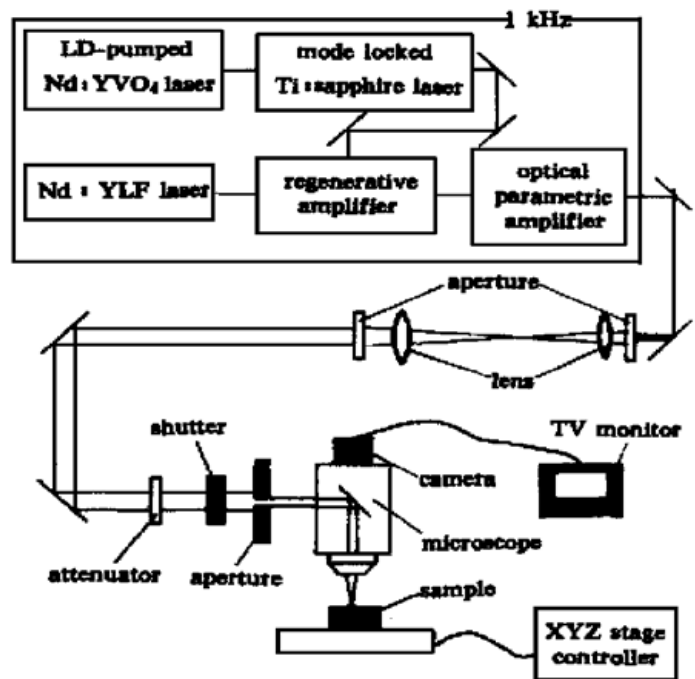


Fig. 1 Experimental setup for exposure of glass to 800 nm femtosecond laser pulse

玻璃 (N₂₁型和 N₃₁型)。

实验方法: 用显微镜镜头将激光光束会聚于玻璃内部, 利用衰减器调节激光的功率, 再使用快门来控制激光照射的时间, 均为 1 秒。在显微镜下观察激光照射后的变化, 以观察不到照射点变暗灰色时的光强作为光致暗化的阈值。结果如表 1 所示。

Table. 1 The darkening thresholds of different optical and laser glasses irradiated by femtosecond laser

glass	silicate				phosphate		fluoride	pure silica
	ZF ₆	LaF ₂	ZK ₆	K ₉	N ₂₁	N ₃₁		
threshold (10 ¹² W/cm ²)	0. 95	2. 65	5. 30	6. 05	5. 84	6. 68	9. 02	> 10

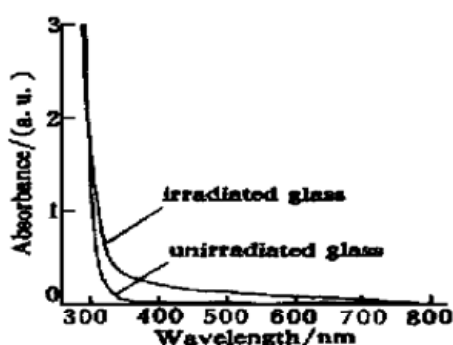


Fig. 2 Absorption spectra of K₉ glass before and after irradiated by 800 nm femtosecond laser pulse

实验结果表明, 除纯石英玻璃外, 各种玻璃在飞秒激光照射后, 其在可见光范围的吸收均有明显的增加, 如图 2 所示。

飞秒激光照射后, 玻璃在可见光区域吸收大大增加, 是由于玻璃内部产生了色心。这种色心是通过多光子吸收来实现的。通过比较玻璃的光致暗化阈值和玻璃紫外截止波长的关系, 发现玻璃的紫外截止波长越大, 它的暗化阈值就越小。这符合多光子吸收的理论。因为, 玻璃的紫外截止波长越长, 就意味着可通过较低阶的多光子吸收在玻璃中形成电子-空穴对。而低阶多光子吸收比高阶多光子吸收来说, 效率要高得多。也就是说, 可以通过较低的激光功率引致较低阶的多光子吸收。反映在阈值上, 就表现出阈值明显减小。

参 考 文 献

- [1] Efimov O M, Gabel K, Garnov S V. Color-center generation in silicate glasses exposed to infrared femtosecond pulses. *J. Opt. Soc. Am. (B)*, 1998, **15** (1): 193~199

Thresholds of Femtosecond Laser Induced Darkening in Optical and Laser Glasses

Jiang Xiongwei^{1),2)} Qiu Jianrong²⁾ Zhu Congshan¹⁾ K Hirao²⁾ Gan Fuxi¹⁾

1), Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, The Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800
2), Photon Craft Project, ERATO, Kyoto 606, Japan

(Received 9 September 2000)

Abstract The thresholds of laser-induced darkening in different optical and laser glasses irradiated by a 800 nm, 120 fs, 1 kHz Ti:sapphire laser are reported.

Key words threshold, glass, darkening, femtosecond laser.