

波长分隔滤光玻璃

茅 森 毛涵芬 李玉玲* 杨来娣

(中国科学院上海光机所, 201800)

提要: 本文研制了一种波长分隔滤光玻璃, 在激光中心波长(1053 nm)透过率 $<1\%$, 而在可见光波长(530nm)处的透过率 $>87\%$ 。

关键词: 波长分隔, 滤光玻璃

Wavelength separation filter glasses

Mao Sen, Mao Hanfen, Li Yuling, Yang Laidi

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

Abstract: A wavelength separation filter glass is studied for Nd^{3+} glass laser frequency-doubling. The transmission is less than 10% at the central laser wavelength (1053nm) and over 87% at the visible wavelength (530nm).

Key words: wavelength separation, filter glass

近几年来, 由于激光核聚变试验的需要, 大口径倍频技术有了较大的发展, 应用大口径KDP晶体的非线性倍频效应, 将大型钕玻璃激光器输出的1053 nm红外激光转为530 nm短波长激光是目前得到高亮度短波长强激光的有效技术途径。

为了获得优质的倍频激光, 消除剩余的低频光, 我们研究了一种波长分隔滤光玻璃, 这种滤光玻璃在激光中心波长1053 nm处, 透过率必须小于1%, 而在波长530 nm处透过率大于99%。此外, 还要求玻璃具有优良的物理化学性能。

本文叙述了波长分隔滤光玻璃的光谱及物理化学性能, 对这种滤光玻璃制造工艺进行了分析。

一、波长分隔滤光玻璃的光谱与物理性质

波长分隔滤光玻璃的研究是在激光防护玻璃研究的基础上进行的^[1], 由于这种玻璃对波长的分隔有特殊的要求, 所以我们根据要求, 选择了硼硅酸盐玻璃系统、偏磷酸盐玻璃系统和硅酸盐玻璃系统作为基质, 掺杂 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Co^{3+} 等过渡金属离子及稀土金属离子 Er^{3+} 、 Sm^{3+} 、

Ce³⁺ 等,使玻璃产生选择性吸收,由于 Fe²⁺ 与 Fe³⁺ 离子在玻璃中处于平衡状态,三价铁离子在 380nm、420nm、435nm 有弱的吸收峰,二价铁离子在 1050 nm 附近有强的吸收峰^[2],所以选择了硼硅酸盐玻璃与偏磷酸盐掺 FeCl₂ 的玻璃,得到的玻璃加工成 2 mm 厚的样品及 φ30 × 4mm 样品分别在 LAMBDA-9 型分光光度计与 GFS 高反射测量仪上测定了光谱性质,测定结果如图 1 所示,纵坐标表示透射率,横坐标为波长,由图 1 可见,1053 nm 透过率 *T* 接近于零,而 530 nm 波段透过率大于 80%,而从高反射测量仪上测定结果为 1053 nm 透过率(*T*)为 0.24%,反射率 *R* 为 4.45%,而 530 nm 透过率(*T*)为 84%。

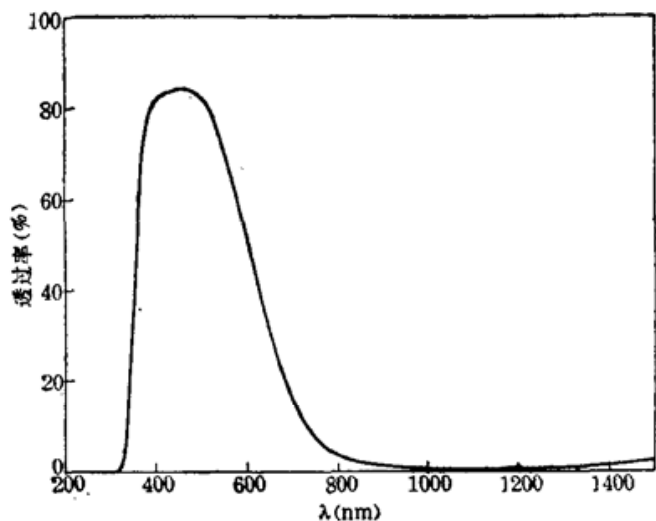


图 1 掺 FeCl₂2.0Wt%硼硅酸盐玻璃的透射率曲线

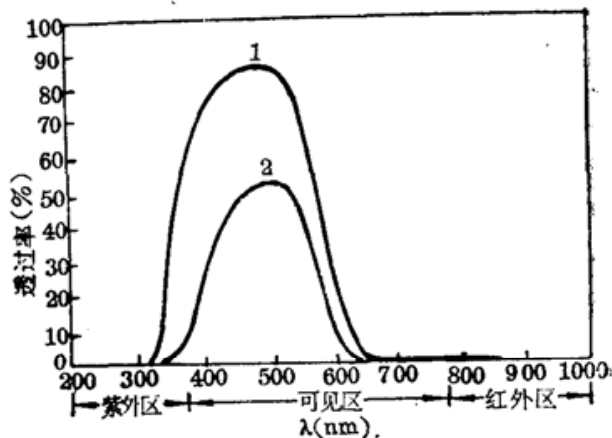


图 2 掺 Cu₂O1.0Wt%硼硅酸盐玻璃(1) Fig-1 及 4.0Wt%Cu₂O 硼硅酸盐玻璃(2)的光透射曲线

文献[3]曾提到二价铜在钠-钙-硅酸盐玻璃中最大吸收峰在 780 nm,而我们的实验中在硼硅酸盐玻璃中掺入二价铜,结果随着掺氧化铜浓度的增加,最大的吸收峰由 780 nm 移向

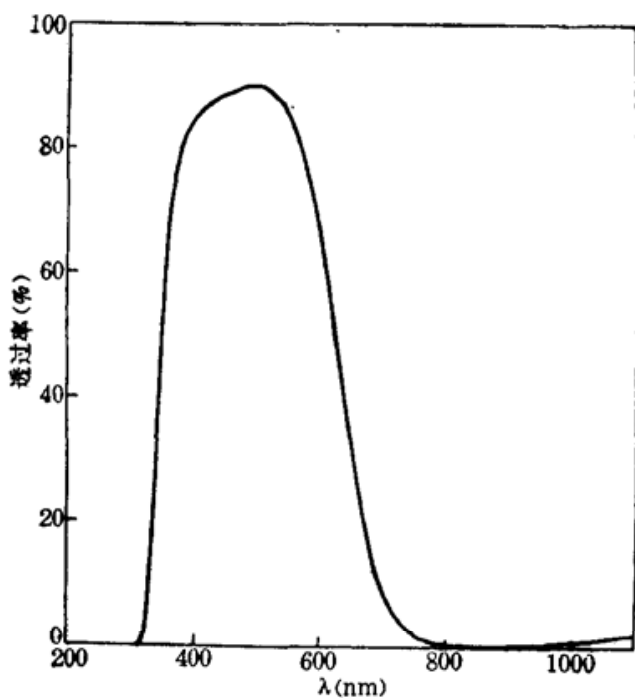


图 3 掺 1.0Wt%Cu₂O 的磷酸盐玻璃 Fig-2 的透射曲线

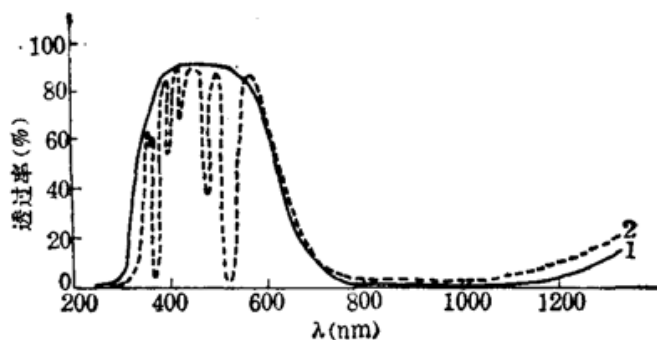


图 4 掺 1.5Wt%Cu₂O 磷酸盐玻璃(1) 和掺 1.5Wt%Cu₂O+30Wt%Er₂O₃ 磷酸盐玻璃(2).

1053 nm, 这种掺氧化铜的硼硅酸盐玻璃, 掺氧化铜的浓度从 1.0Wt% 增加到 4Wt%, 光谱曲线如图 2 所示, 其中曲线 1 为 CuO_2 1.0Wt%, 曲线 2 为 Cu_2O 4.0Wt%。图 3 为掺 1.0Wt% Cu_2O 的磷酸盐玻璃, 用 GFS 高反射仪测定结果, 1053 nm 透射率 $T \leq 0.09\%$, 530 nm 透射率大于 87%。

图 4 结果与文献[4]所述完全一致, 文献[4]表 4 中提示 Er^{3+} 在 524 nm 和 375 nm 波段有大的振子强度, 并有强的吸收峰, 本工作所得结果也是在 375 nm 和 524 nm 波段有强的吸收峰, 而在 800 nm~1100 nm 吸收峰是二价铜离子引起的吸收, 这与前述图 3 的结果一致, 这种玻璃, 由于在 375 nm、524 nm、1053 nm 三个波段均有吸收, 故可作三倍频分隔滤光玻璃。

本实验测定了硼硅酸盐玻璃和磷酸盐玻璃的物理性质列于表 1, 其中 Fg-1 为硼硅酸盐分隔滤光玻璃, Fg-2 为磷酸盐分隔滤光玻璃。由表 1 可见, 磷酸盐分隔滤光玻璃的膨胀系数较大, 析晶性能也不如硼硅酸盐玻璃, 因此要获得大块的均匀玻璃, 在制造工艺上必须有较多的措施。

表 1 滤光玻璃的物理性质

玻璃性质	Fg-1	Fg-2
密度(g/cm ³)	2.62	2.80
硬度(kg/mm ²)	457	415.2
热膨胀系数 α ($\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$)	74.8	103
软化温度 T_f ($^\circ\text{C}$)	596	554
转变温度 T_g ($^\circ\text{C}$)	526	520
弹性模量 E ($\times 10^{-5}\text{kg/cm}^2$)	7.82	4.23
折射率 n_D	1.528	1.5399
析晶性能 700~1200 $^\circ\text{C}/1.5\text{Hr}$	不析晶	表面析晶

二、波长分隔滤光玻璃的制造工艺分析

我们研制的波长分隔滤光玻璃, 硼硅酸盐掺杂玻璃是在铂坩埚中制造, 而掺杂的磷酸盐玻璃是用两步法制造, 先在石英坩埚中烧成玻璃熟料, 再在铂坩埚中搅拌均匀, 然后用漏注法成型, 或用浇注法成型后, 精选、槽沉。

近几年来光学玻璃的制造工艺大部分由单坩埚浇注法改为单坩埚漏注法成型, 所得光学玻璃成品率可达 90% 以上, 这为波长分隔滤光玻璃的制造提供了有利条件, 波长分隔滤光玻璃完全可借助单坩埚漏注工艺, 获得尺寸较大、光学均匀性好的玻璃。

参 考 文 献

- 1 茅 森 *et al.*, 中国激光, 15(7), 417(1988)
- 2 茅 森 *et al.*, 硅酸盐学报, 14(3), 298(1986)
- 3 C. R. Bamford, Colour Generation and Control in Glass, New York, 1977, 35
- 4 K. PÁTEK, Glass Lasers, London ILIFFE Books, 1970, 80~81