

掺钕磷酸盐玻璃激光效率的研究

Abstract: Influences of pumping duration matching, fine striae and residual water in phosphate glasses on the lasing efficiency of Nd-doped phosphate glasses are studied.

磷酸盐玻璃虽然有很多优点，但也有其不足之处。例如磷酸盐玻璃的工艺比较困难，生产出来的玻璃往往光学质量较差，细条纹较多；玻璃中含有较多的残余水分和荧光寿命较短等。这些都会对磷酸盐玻璃的激光性质产生一定的影响。

本文报告我们关于细条纹、光泵匹配和玻璃中残余水分对磷酸盐玻璃激光效率的影响的实验结果。

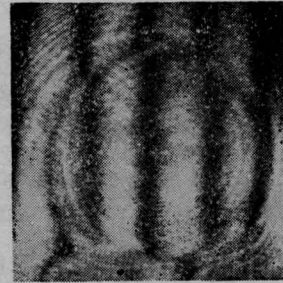
测定激光效率和阈值的玻璃棒尺寸为 $\phi 6 \times 100$ 毫米。圆柱形聚光筒，腔长50厘米，两平板的反射率分别为99%和50%。用一支 $\phi 8 \times 80$ 毫米的直管氙灯泵浦，光泵脉宽为200微秒。输出能量用炭斗接收。

1. 细条纹的影响

磷酸盐玻璃工艺比较困难，条纹不易除尽，因此磷酸盐玻璃中往往含有较多的细条纹。我们选择了六根磷酸盐玻璃棒，其中每两根为同一坩玻璃中光学质量不同的棒，用沙敏干涉仪测量了它们的光学均匀性，结果如图1所示。其中G77-26(a)、G79-21(a)和G78-66(a)这三根棒的光学均匀性较好，干涉条纹直而清晰。其余三根棒则有细条纹，因条纹很细且无规则，难以计数，我们用条纹所占的面积来估计条纹多少。G77-26(b)棒左下侧条纹面积约占棒横截面积的25%。G79-21(b)条纹约占30%。G78-66(b)条纹约占40%。在测试条件、玻璃成分和磷酸盐玻璃中残余水含量均相同的情况下，单独考察了细条纹对激光效率的影响，结果表明，由于细条纹的影响使磷酸盐玻璃的激光效率下降25~40%，见表1。有条纹的棒相对于同一坩玻璃中光学质量好的棒，其激光效率均有所下降，下降幅度与各自条纹所占的棒截面积几乎相当。

2. 光泵时间的影响

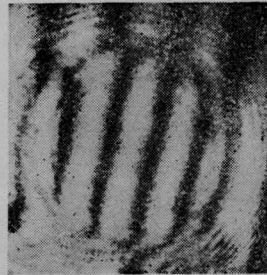
光泵匹配的实验，选择荧光寿命差别较大的两种磷酸盐玻璃棒LG706和G77-26，它们的荧光寿命分别为190和300微秒。对每根棒分别采用三种



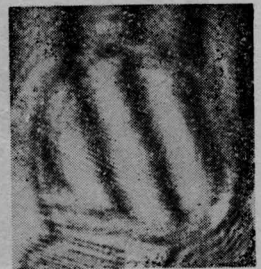
G77-26(a)



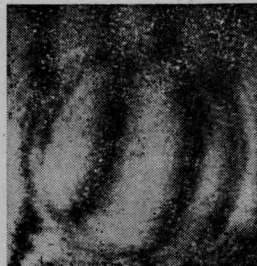
G79-21(a)



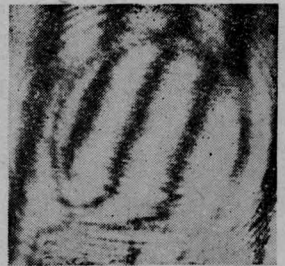
G78-66(a)



G77-26(b)



G79-21(b)



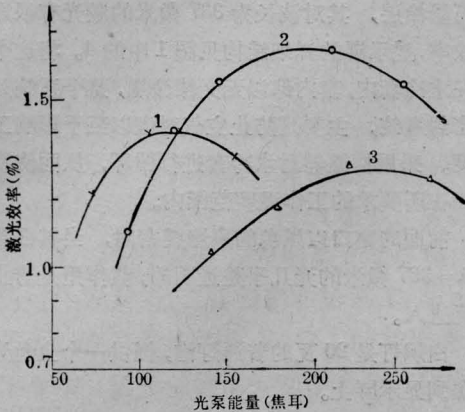
G78-66(b)

图1 干涉图

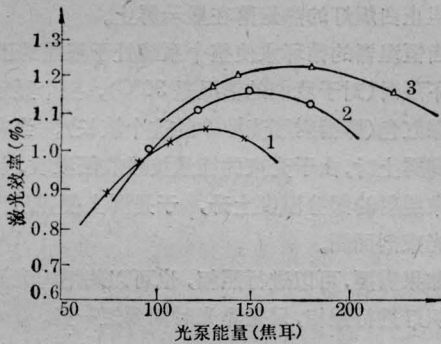
表 1 磷酸盐玻璃中的细条纹与激光效率的关系

磷酸盐玻璃	型 号	1.06 微米光吸收系数 (%厘米 ⁻¹)	光 学 质 量	激光效率 (%)	相对效率 (%)
G77-26 (a)	N ₂₁₂₀	0.10	好	1.17	100
G77-26 (b)	N ₂₁₂₀	0.20	条纹面积占棒截面积约 25%	0.88	75
G79-21 (a)	N ₂₂₂₀	0.10	好	1.28	100
G79-21 (b)	N ₂₂₂₀	0.20	条纹面积约占 30%	0.89	70
G78-66 (a)	N ₂₄₂₀	0.13	好	1.08	100
G78-66 (b)	N ₂₄₂₀	0.23	条纹面积约占 40%	0.68	63

不同的光泵时间, 测量其光泵输入能量与激光效率的关系, 结果示于图 2。



(a) LG706



(b) G77-26

图 2 激光效率与光泵时间的关系

1—100 微秒; 2—180 微秒; 3—270 微秒

结果表明, 对不同荧光寿命的磷酸盐玻璃, 为了获得高的激光效率, 必须选择不同的光泵时间。光泵时间的长短应与其荧光寿命大致对应。对尺寸 $\phi 6 \times 100$ 毫米的磷酸盐玻璃棒, 光泵时间比荧光寿命长或短 50% 左右的范围内, 因光泵不匹配所引起的激光效率的下降约 10~15%。

3. 残余水分

磷酸盐玻璃的残余水含量往往比其他的玻璃大得多, 我们选择了几种典型的磷酸盐玻璃样品, 如 LHG-5, G77-26, G78-66, G78-65, G78-63 和 G79-43 等。用 IR-450 红外分光光度计测量 2.5~5 微米范围内的红外吸收光谱。磷酸盐玻璃在 3.5 微米附近有一个很强的吸收峰, 此吸收峰表征了 P—OH 键的特征吸收。计算了这些磷酸盐玻璃在 3.5 微米附近的光吸收系数。G77-26 和 G78-65 磷酸盐玻璃的红外光吸收系数分别比 LHG-5 高 3 倍和 11 倍。G78-63 和 G78-65 是相同型号的磷酸盐玻璃, 它们的光学质量和 1.06 微米的光吸收系数相同。G78-63 磷酸盐玻璃的红外光吸收系数比 G78-65 约高 1 倍, 而 G78-63 玻璃的激光效率比 G78-65 约低 15%。N₂₁、N₂₂ 和 N₂₄ 型磷酸盐玻璃的激光效率与红外光吸收系数的关系如图 3 所示, 红外光吸收系数在 20~100 厘米⁻¹ 的范围内, 激光效率随着红外光吸收系数的增加几乎线性下降。

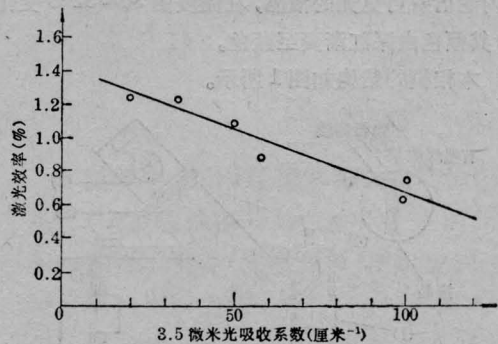


图 3 激光效率与 3.5 微米附近红外光吸收系数的关系

(中国科学院上海光机所 李仲伾

1980 年 10 月 4 日收稿)