

国产磷酸盐钕玻璃的若干激光性能

高脐媛 范滇元

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

掺钕磷酸盐玻璃是一种有发展前途的工作物质。对实际应用有直接意义的是它在激光作用下所表现出的综合性能。本文给出了国产 N24 型玻璃的研究结果。

1. 增益系数 β

除和聚光器、泵浦强度、几何尺寸等外部因素有关外,增益系数综合地反映了磷玻璃的吸收效率、受激跃迁截面(σ)、荧光寿命(τ)及线宽等内在性质的总效果。我们系统地测量了 β 随光泵密度(ρ)和光泵脉宽(Δt)的变化规律,得到经验关系式: $\beta = K \cdot \rho$ 。当 $\Delta t/\tau = 1$ 时, $\phi 20$ 放大器的 K 值可达 $2 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{J}$ 。而同样条件下 III 型硅酸盐钕玻璃为 $1 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{J}$ 。若 $\Delta t/\tau = 2$, K 值将下降 20~25%。

2. 增益饱和通量 E_s

按定义 $E_s = h\nu/s\sigma$ 。饱和系数 S 和玻璃中钕离子能级的简并度、弛豫速率等有关,因而也和激光脉宽有关。在相同光泵强度下,我们对 4ns 激光测量了输出能量随输入能量变化的实验规律,通过最小二乘方拟合,得到 $E_s = 4.37 \text{J}/\text{cm}^2$ 。相应的 $S = 1.15$, 这和日本 LHG-8 玻璃相近 ($S = 1.11$)。

3. 非线性吸收系数 γ

已经清楚钕玻璃中非线性吸收的主要来源是双光子吸收。强激光通过样品棒的透过率将随光强的增大而减小。据此测得 $\gamma = 0.1 \times wt \text{ cm}^2/\text{GW}$, wt 是掺钕浓度(重量百分比)。计算表明,非线性吸收对大型激光系统的总体性能有显著影响。

4. 重复率工作下的热焦距 f

磷玻璃的折射率温度系数是负值,因而它的热光系数和热透镜效应将显著小于硅玻璃。对 $\phi 5.5 \times 90 \text{mm}$ 棒的测量表明它还略优于同尺寸的 YAG。

在上述研究基础上,我们将磷玻璃用于放大器、调 Q、主动和被动锁模振荡器,均获得良好结果,并得出适于磷玻璃器件的最佳设计方法。