

确定高功率脉冲激光器共光谱增益和吸收系数的新方法

Shao-Chi Lin and Sheng-bai Zhu

(加利福尼亚大学圣地亚哥分校)

楼祺洪

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

何麒生

(华中工学院, 武汉)

激活介质的小信号增益 $g(\lambda)$ 和非饱和吸收系数, $\kappa(\lambda)$ 都是重要的参数, 它们控制着所有高功率激光振荡器和放大器的模建立时间饱和强度以及最终的光学提取效率。当存在增益时, 在线中心波长 λ_0 直接测量吸收系数一般说来是困难的。因此, 以往测量 $\kappa(\lambda)$ 通常仅限于对光谱区多少偏离激光发射谱的峰。

本文描述一种在相同的 λ 值(可以包括 λ_0 在内)测定 $g(\lambda)$ 和 $\kappa(\lambda)$ 的新方法。这种方法似乎特别适合于高增益系统, 例如稀有气体卤素准分子激光, 在小的光学腔中, 它的激光模建立时间比总的激发时间可能做得非常短。在其他激发条件都相同时, 这种方法由两种分别进行的测量联合而成。第一种是用光学探测束测量激活介质的净增益, $g(\lambda) - \kappa(\lambda)$, 探测束可以是低功率的激光或在需要的波长 λ 有足够窄的光谱宽度 $\Delta\lambda$ 的非相干光源。第二种是测量饱和激光器在相同的波长间隔在两种或多种不同的腔损耗系数 α_c 时激活介质的输出功率 P_L 。按照已知的激光振荡器和放大器理论, 在波长 λ 上进行激光振荡的均匀加宽谱线的饱和强度正比于因子 $\gamma(\lambda) \equiv [g(\lambda)/\alpha(\lambda)] - 1$, 其中 $\alpha(\lambda) = \kappa(\lambda) + \alpha_c$ 是单位增益长度的等价总损耗系数。两种测量的联合应提供一个确定 $g(\lambda)$, $\kappa(\lambda)$ 和 P_L 与 $\gamma(\lambda)$ 之间的比例常数的灵敏的方法, 其中比例常数包含理论参数(上、下能态的平均寿命、无位相碰撞频率等), 它们经常是不太清楚的。

所描述的方法已试验过, 并发现对电激励的 XeCl 激光介质工作很合适。激活介质由小体积的放电产生, 典型的情况如以前所描述那样。测量 $g(\lambda) - \kappa(\lambda)$ 所用的探测束是另一个用类似的激励方式的小型 XeCl 激光器。通过在光腔中插入附加的宽带损耗元件(倾斜的熔石英平板)测量 P_L 的变化 α_c 。初步的结果表明, 在相应于两条最强的 XeCl 激光线中心(实际上是来自 $B^2\Sigma \rightarrow X^2\Sigma(0-1)$ 和 $(0-2)$ 发射的同时振荡的转动线的两个窄带), $\lambda_0 = 307.9$ 和 308.2nm , $g(\lambda_0)$ 和 $\kappa(\lambda_0)$ 既是初始混合物的成分及气压又是放电电流密度的灵敏函数。而比率 $g(\lambda_0)/\kappa(\lambda_0)$ 似乎是相对不变的。以稀薄的 Ne/Xe/HCl 混合物为例, 在 $2 < p < 5\text{atm}$ 和 $0.2 < j < 0.8\text{kA/cm}^2$, $g(\lambda_0)$ 的数值通常在 0.06 到 0.23cm^{-1} 范围内, 而 $g(\lambda_0)/\kappa(\lambda_0) \approx 4.5 \pm 0.7$ 。