

理主要是碰撞,在较高的气压下,所有的过程以更快的时间速率发生。

我们在气压为 60、90、150、200 托的压力下做了各种不同的气比下(气比 $\text{CO}_2/\text{CO}_2 + \text{N}_2$ 从 1 到 1/20 的范围)脉冲宽度变化的实验,结果可使脉宽在 1~100 微秒的范围内可调。

对流放电 CO_2 激光器的饱和特性

中国科学院力学研究所 林光海

从微观的分子模型出发,求解了对流冷却电激励 CO_2 激光器的三能级速率方程,除了考虑分子的激励、碰撞弛豫、受激发射和受激吸收,振动能级中的转动分布、流动以及 N_2 分子与 CO_2 分子振动能级之间的相互能量转移外,还考虑了不同粒子因速度分布而具有的多普勒加宽和受激发射截面的压力加宽(包括自然加宽)。在稳态情况下,得到了饱和强度的定量解析表达式:

$$I_s = \frac{4\pi^2 h c \tau \Delta\nu_c}{\lambda^3} \left[\frac{f_2 \tau_2 \tau_F}{(1+A)\tau_2 + \tau_F} + \frac{f_1 \tau_1 \tau_F (2j-1)}{(\tau_1 + \tau_F)(2j+1)} \right]^{-1} \quad (1)$$

其中

$$A = \frac{N_{\text{N}_2}}{N_{\text{CO}_2}} \frac{\exp(hc\omega/KT)}{\prod_{i=1}^2 \left[1 - \exp\left(-\frac{hc\omega_i}{KT}\right) \right]^{g_i}} \left\{ 1 - \frac{1}{1 + \frac{K_f \tau_F N_{\text{CO}_2}}{\exp(hc\omega/KT)} \prod_{j=1}^3 \left[1 - \exp\left(-\frac{hc\omega_j}{KT_j}\right) \right]^{g_j}} \right\} \quad (2)$$

A 代表了在激光过程中受激 $\text{N}_2(\nu=1)$ 到受激 $\text{CO}_2(001)$ 之间的能量转移,括号内一项代表 $\text{N}_2(\nu=1)$ 态和 $\text{CO}_2(001)$ 态之间偏离热平衡的程度。增益 α 为:

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{\left(1 + \frac{I}{I_s}\right)^{1/2}} \frac{\operatorname{erfc}\left[\left(1 + \frac{I}{I_s}\right)^{1/2} (\ln 2)^{1/2} \frac{\Delta\nu_c}{\Delta\nu_D}\right]}{\operatorname{erfc}\left[(\ln 2)^{1/2} \frac{\Delta\nu_c}{\Delta\nu_D}\right]} \exp\left[\frac{I}{I_s} \ln 2 \left(\frac{\Delta\nu_c}{\Delta\nu_D}\right)^2\right] \quad (3)$$

在极限情况下,分别转化为

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{\left(1 + I/I_s\right)^{1/2}} \quad \Delta\nu_c \ll \Delta\nu_D$$

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{1 + I/I_s} \quad \Delta\nu_c \gg \Delta\nu_D$$

进一步考虑了激励区气压、温度、流速的变化,计算了不同参量下激励区各点的饱和强度及小信号增益,分析讨论了气压、流速、气比、放电比功率对饱和强度和小信号增益的影响,得到以下结论:(1)随着流速的增加,饱和强度和小信号增益都增加,单位体积最大可能输出功率近似与流速的 1.8 次方成正比。(2)气压增高,饱和强度增加,在低流速时,饱和强度近似与气压的平方成正比,而在极高流速时,则近似与气压一次方成正比。小信号增益则近似与气压成反比。(3)饱和强度随放电比功率的增加而增加,而小信号增益则开始随放电比功率增加,随后出现一个极大值。增加流速,可使极大值出现在较高的放电比功率下。(4)对流冷却电激励 CO_2 激光器 CO_2 的比例不宜过大,一般在 5% 左右。流速低,He 气的比例要适当多一些;流速高,He 气的比例可少一些,一般在 60% 到 80% 范围内选择。

还将饱和强度的计算值与实验值作了比较,得到了较好的符合。

氩离子激光器长时间工作的探讨

中国科学院物理研究所氩激光器组

氩离子激光器在可见及紫外线波段有很强的连续激光输出,因此在各方面都有广泛的应用,特别是用于