

的工作机理,说明了大幅度地提高选频输出功率的可能性。实验是在典型的封离型 CO_2 激光器中进行的,放电长度为 1.6 米,管径 12 毫米。采用衍射光栅作为谐振腔的一个反射镜进行跃迁选择。考虑到现有的光栅的效率较低,采用光栅的零级反射作为输出耦合。谐振腔的另一个反射镜是曲率半径为 8 米的镀金全反射镜,直接密封在放电管的一端,放电管的另一端采用布儒斯特角与管轴垂直的 NaCl 窗密封。所用的光栅线数分别为 66、80、100 线/毫米,闪耀波长在 10.6 微米,用 2[#] 光栅做实验,最强线是 $[00^\circ 1 \sim 02^\circ 0]$ 带的 P 18 线,输出功率高达 64 瓦,在 CO_2 $[00^\circ 1 \sim 10^\circ 0]$ 带和 $[00^\circ 1 \sim 02^\circ 0]$ 带的 P 支和 R 支进行调谐,获得的谱线数目超过 80 条。在 3[#] 光栅的情形,最强线位于 $[00^\circ 1 \sim 02^\circ 0]$ 带的 R20 线附近,输出 54 瓦。4 个支的功率分布相当均匀。

关于 CO_2 激光器的寿命问题

重庆情报分所 青永斌

CO_2 激光器的寿命受 CO_2 分子离解的影响很大,由于大部分 O_2 和 CO 在阴极表面形成氧化层及氮的氧化物等,使 CO_2 分子浓度降低,以致耗尽,无激光输出。比较有效的解决办法有如下几种:一、选用合适的电极,要求它的金属氧化物的离解压力大于 CO_2 的离解压力,溅射率低,溅射物负离子又极少且不消耗氧的金属材料。满足这些条件最理想的是周期表中第 I 族元素。实验发现: Ag-CuO 阴极,含银量 95%,含铜量 5%,工作一万二千小时后功率只降低 30%;但在含 N_2 混合气体中,不能用这种电极,只能用 Pt-Cu 合金电极;还有铯-铂合金和铜阴极效果都很好。二、补充 CO_2 气,在激光管旁加一补充气源的支管。保持碱土金属碳酸盐源一定温度,以维持激光管中 CO_2 分压不变。另加一钛吸气剂,吸附 CO 。此外还可加入氧气,使 CO 氧化成 CO_2 ,恢复工作物质浓度。三、在管内壁上,涂以树脂酸铂溶液,以降低 CO_2 的离解,从而延长寿命。

双放电 CO_2 激光器非稳定腔输出及脉冲宽度影响因素的实验研究

中国科学院力学研究所 傅裕寿 王春奎

在进行激光与物质相互作用及激光工业加工的研究时,对 CO_2 脉冲激光器而言,输出光束质量及脉冲宽度是两个重要的参数,本文是对上述两个问题所做的实验研究的总结。实验是在力学所自制的双放电 CO_2 激光器上做的。实验结果证实:(1)非稳定腔是改进输出光束的有效方法。非稳定腔设计成正支共焦结构,腔长 1 米,反射凹面镜曲率半径 $R=6$ 米,凸反射镜曲率半径 $R_2=4$ 米, $\phi 35$ 毫米的凸透镜粘贴在锗片窗口上,锗透射率为 96% 左右。光输出的近场图样是一个规则的圆环,而远场图样是一个均匀圆斑。

(2)控制脉冲宽度 激光与材料相互作用的一个直接结果,就是激光对材料的破坏。在同样的光学聚焦系统中,不同的脉宽可以形成不同的功率密度,因而引起材料的破坏的物理过程也是极不相同的,因此控制脉冲宽度是十分必要的措施。

在双放电 CO_2 激光器件中,影响脉冲宽度的主要因素是气比和气压,这是因为:(1)激光上能级的集居数一部分是由于 CO_2 分子直接电子碰撞激励发生,另一部分是靠与处于上能级 N_2 分子碰撞发生共振转移所致,这种碰撞共振转移导致脉冲宽度的加宽。

(2)激光器脉宽随气压增高而减小,这是 CO_2 分子碰撞率随气压增加而增加的一个反映。因为激光泵浦机

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