

理论计算。结果表明,这几种附加气体所起的作用与一般预电离型快放电  $\text{CO}_2$  TEA 器件不完全相同,它们在更大程度上参与了激光体系上、下能级的能量弛豫过程。在  $\text{CO}_2-\text{N}_2-\text{H}_2$  (或  $\text{H}_2\text{O}$ ) 体系中,我们获得了近 30 焦耳/升·大气压的激光输出。

## 波导激光器的若干理论问题

五机部二〇九所 贾有涵

(一) 考虑到在气体波导激光器中,波导管内充入的混合气体的导电性和其它损耗,因而不能再认为波导管是空心的。为此,我们用场的正切分量匹配法对介质壁圆柱形波导管重新推导出了相应于  $\text{TE}_{0m}$ 、 $\text{TM}_{0m}$  和  $\text{EH}_{nm}$  三种波导模式的特征方程,并在光波段作了近似解,求出了各种光波导模式的衰减常数。结果表明管中气体的导电性所带来的影响表现在:

(1) 在管中气体处于辉光放电的情况下,气体的导电性等效于使介质壁的折射率有微小的改变,从而使管壁的泄漏损耗有微小的增加。

(2) 衰减常数中出现了  $\frac{\sigma}{2} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_{\text{内}}}}$  的项 ( $\sigma$ ——等离子体的电导率,  $\mu_0$ ——自由空间的磁导率,  $\epsilon_{\text{内}}$ ——管中气体复数折射率的实部),它表征光波在导电的等离子体媒质中传播时所产生的损耗,并对这一损耗作了讨论。关于空心波导的结果可方便地运用于固体波导激光器的情况。

(二) 分析了目前关于波导激光器共振腔的理论后,我们认为:当采用平面反射镜并使其与波导端口十分靠近时,上述的理论不再适用。对于一实例进行的估算表明,此时应近似地将两个反射镜和波导管一起视为构成一个封闭式光学共振腔,为此,我们提出了圆柱形介质壁波导式封闭光腔的理论,并且对主要的  $\text{EH}_{nm}$  模式进行如下的理论推导:

(1) 求出了封闭腔中的场的解析式,结果表明:由于介质壁的泄漏损耗,腔中的场是一驻波与行波乘积的混合波场,行波部分是由于介质壁的泄漏所引起。若泄漏损耗很小,则场的能量主要是包含在驻波场中,对于这样的封闭光腔,我们可以定义其混合波场的驻波振幅为腔的共振模式,并给出了共振模式的解析式的解。

(2) 推导出了封闭式腔的共振频率的表达式,我们所得的结果的极限情况即相应于无损耗的圆柱形波导共振腔和通常的开放式光腔的结果。当泄漏损耗很小时,封闭腔的相邻两纵模的频率间隔与通常的开放式腔相比较多了一个小于 1 的附加项。

(3) 求得了相应于各阶  $\text{EH}_{nm}$  共振模式的  $Q$  值的解析表达式,对于  $\text{EH}_{11}$  最低阶的共振模式,当激光波长为  $\lambda=10.6$  微米时,计算得其  $Q$  值高达  $10^7$ ,而随着共振模式的阶数的增加,其  $Q$  值则急剧下降。由于介质壁波导式封闭腔在光频段对于低阶共振模式有很高的  $Q$  值而又具有十分良好的模式选择作用(它通过泄漏损耗进行模式选择),因此我们建议将其结果运用于固体激光器中去,以期改善激光的输出特性和提高固体激光器的效率,为此给出了固体激光器的介质壁波导式封闭光腔的实验原理图。

## 64 瓦 选 频 $\text{CO}_2$ 激 光 器

中国科学院电子学研究所五室选频  $\text{CO}_2$  激光组

近年来连续波选频  $\text{CO}_2$  激光器在激光化学、同位素分离、探测大气污染、激光光泵和激光光谱学等研究领域获得了广泛的应用。本文报导我们在近期工作中取得的良好进展。文中分析了选频  $\text{CO}_2$  激光器

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  $\text{CO}_2$  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  $\text{NaCl}$  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<sup>#</sup> 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  $\text{CO}_2$   $[00^\circ 1 \sim 10^\circ 0]$  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<sup>#</sup> 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 $\text{CO}_2$ 激光器的寿命问题

重庆情报分所 青永斌

$\text{CO}_2$  激光器的寿命受  $\text{CO}_2$  分子离解的影响很大,由于大部分  $\text{O}_2$  和  $\text{CO}$  在阴极表面形成氧化层及氮的氧化物等,使  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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:  $\text{Ag-CuO}$  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  $\text{N}_2$  混合气体中,不能用这种电极,只能用  $\text{Pt-Cu}$  合金电极;还有铯-铂合金和铜阴极效果都很好。二、补充  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  分压不变。另加一钛吸气剂,吸附  $\text{CO}$ 。此外还可加入氧气,使  $\text{CO}$  氧化成  $\text{CO}_2$ ,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  $\text{CO}_2$  的离解,从而延长寿命。

## 双放电 $\text{CO}_2$ 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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  分子直接电子碰撞激励发生,另一部分是靠与处于上能级  $\text{N}_2$  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  $\text{CO}_2$  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