

这些结果为进一步研制大口径的放大器提供了设计基础。目前已研制了体积为 $80 \times 70 \times 500$ 毫米³ 的大口径器件,并获得了均匀的辉光放电。用电阻分压器和罗可夫斯基线圈对放电电压和放电电流进行了测量。

紫外预电离高压连续调谐 CO₂ 激光器的研究

中国科学院电子学研究所五室紫外预电离激光组

该器件是我们从 1975 至 1977 年研制的我国第一台高达 12 大气压的波长连续可调的 CO₂ 激光器,具有高功率密度、高能量密度及大带宽下连续调谐等特性。这些特性在激光光谱学、微微秒超短脉冲技术、激光化学、激光分离同位素以及作为分离铀同位素的 16 微米波段激光器的高强度激光泵浦源等方面有巨大的潜力。

该器件的特点是采用了新的电缆耦合紫外预电离方案,在主电极的两旁排列了两行预电离放电钨针,每根钨针通过电缆分别与主电极连接。在主放电之前,高压脉冲电源首先通过电缆使预电离钨针放电。由钨针电弧产生的紫外光照射主放电区域产生强烈的预电离,使主放电能在高达 12 大气压下保持均匀放电。文中将我们的方案与加拿大的紫外预电离高压器件的方案进行了对比。实验表明,我们的器件在预电离耗能低、工作性能稳定、运转次数多、重复频率高等方面具有明显的优越性。

激光器的高气压室的外壳采用有机玻璃,研制了方形的和圆形的两种结构。放电截面为 1 厘米 \times 1 厘米,在放电长度为 25 厘米、40 厘米和 80 厘米三种情况下用光栅进行调谐,得到 CO₂ 在 9.4 微米带与 10.4 微米带 P 支和 R 支共 4 个支上总调谐范围约 110 厘米^{-1} 。其最强线的最大输出能量受光学元件损坏阈值的限制为 1 焦耳,相应的脉冲功率为 20 兆瓦,最高重复频率 2 赫,无弧运转次数 500 次。

文中最后介绍了在高气压下频率的连续调谐和牵引效应。在 12 大气压下,相邻振-转跃迁线的重迭使激光器能够连续地调谐;另一方面,由于增益轮廓的起伏,输出频率被牵引指向线中心。频率牵引效应减少了调谐范围,降低了调谐精度。在同样的气压和放电条件下,频率牵引与谐振腔的参数有关。改变球面反射镜的曲率半径进行实验,得到最高的调谐精度约为 0.1 厘米^{-1} 。

电子束控制放电 CO₂ 激光器

中国科学院上海光机所电子束控制放电题目组

本文简要描述了电子束控制放电 CO₂ 激光器的一般设计原理,并以放电体积 4 升的热电子束控制放电 CO₂ 激光器件的实验结果为主,简要介绍了这类非自持放电器件的某些特性。

实验观察到激光输出能量密度随放电输入能量密度的增加而呈现出饱和状态,对于 CO₂-N₂-He 体系,饱和点发生在 400 焦耳/升·大气压左右。当输出窗口(锆平板)或反射镜(镀金)承受的能量水平达到了 3 焦耳/厘米² 以上时,元件表面出现“雾”状损坏。在此器件上获得的最高输出能量密度是 70 焦耳/升·大气压。

在几种不同的气体比条件下,维持电子枪工作条件不变,进行了变化 E/N 以影响放电输入能量密度的实验,结果指出,放电输入能量密度大致与 E/N 的 (1~2) 次方成正比;另外,在一个大气压范围内的实验指出,放电输入能量密度(或激光输出能量密度)与气压的 $3/2$ 次方成正比,这些说明在这台器件上有可能获得更高的输出能量。

我们还对诸如 He、H₂、H₂O 一类附加气体在 CO₂-N₂ 10.6 微米体系中所起的作用进行了实验研究与

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 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 CO_2 - N_2 - H_2 (或 H_2O) 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 TE_{0m} 、 TM_{0m} 和 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 (σ ——等离子体的电导率, μ_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 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 EH_{nm} 共振模式的 Q 值的解析表达式,对于 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 CO_2 激 光 器

中国科学院电子学研究所五室选频 CO_2 激光组

近年来连续波选频 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 CO_2 激光器