

增加紫外预电离火花密度使 XeCl 激光输出能量提高

Abstract: Output energy increase of over 40% from a XeCl laser have been obtained by increasing the spark numbers of UV preionization.

我们将紫外预电离火花由原来的 30 个增加至 60 个, 有效地扩大了预电离火花辐照体积, 放电均匀性明显变好, 激光输出提高 40%, 效率也提高了 40%。

实验装置

XeCl 激光器结构截面示意图和激光电原理图示于图 1。在主放电电极阴极两侧安装有作为预电离用的针状电极。直接与阴极充放电产生火花。针状电极在激光器气室外串联一个可拆卸的无感小电容, 容量约 200 pF。预电离电极距主电极为 ~ 5 mm, 共 60 个, 分布于 40 cm 长的阴极两侧。在测量参数时, 用拆去预电离电容来改变火花的数目。主放电电极材料为黄铜, 面形为弧形。阴极为 $R=5$ mm, 阳极为 $R=10$ mm, 电极间距为 20 mm, 腔长 600 mm。激光谐振腔一端为介质膜全反射镜 ($R=\infty$), 另一端为平板光学石英耦合输出窗片。激光气室体积为 $500 \times 50 \times 40 = 1$ L。 C_s 为贮能电容, 容量为 $0.1 \mu\text{F}$, SG 为火花球隙。

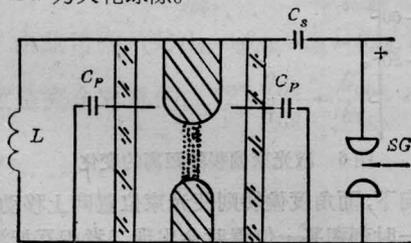


图 1 激光器横截面装置和电原理图

实验结果与讨论

在 UV 预电离放电泵浦的激光器中, 仔细观察其放电时的现象和拆卸后主电极表面, 会发现由于预电离火花不够密集, 导致雪崩放电中辉光放电强弱差异较大。强辉光放电对应于 UV 火花发生区, 偏离火花区的辉光放电较差。很清楚, 辉光放电的强弱实际上也影响激光上能态粒子密度分布状态。

图 2 给出的是激光输出与预电离火花数目的关系。工作电压 30 kV, 工作总气压 2.75 atm, 8 Torr/HCl, 30 Torr/Xe, ~ 1.25 atm/Ar, 其余为 Ne 缓冲气体。图中横坐标为预电离电极数目, 纵坐标为激

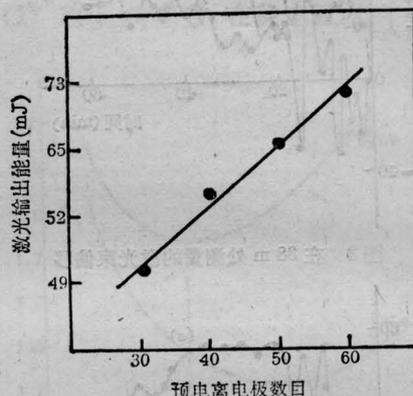
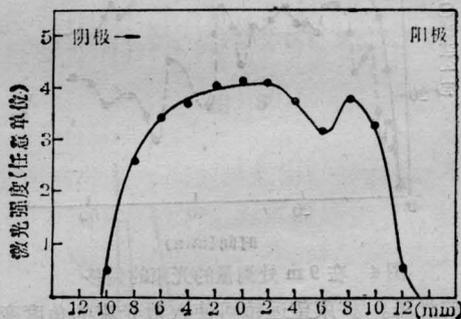
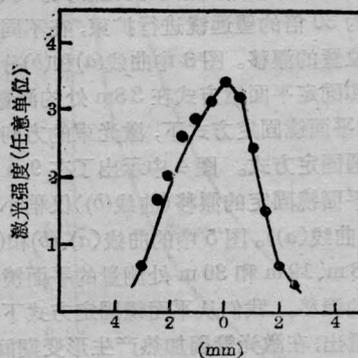


图 2 激光输出与预电离电极数目的关系



(a) 两主电极间光强分布



(b) 垂直放电方向的光强分布

图 3 横向、纵向近场光强分布

光输出的相对强度。可以看出, 随着预电离电极的增加, 激光输出呈线性提高。在增减预电离火花时,

透过激光器有机玻璃盖板观察到上面讨论的实验现象。30个预电离火花时,强辉光放电有30处,它们分别对应于30个火花产生区,在两火花之间的中间部分放电较弱。随着预电离火花增加,强辉光逐个增加。即使火花隙增加到60个,强辉光放电区实际上也还没有完全联接。这意味着随预电离火花的增加激光输出能量可进一步提高。

在图3(a)中给出了两主电极间的近场光强分布,图3(b)是垂直主放电间的光强分布。工作电压和气压以及气体比份与图2实验相同。光强分布的

测量是用1mm的狭缝靠近输出窗口沿输出光斑的一边逐阶推向另一边测量的。通过狭缝的激光用炭斗和直流复合计检测。图3(a)的光强分布在接近阳极区出现凹陷,可能与电子的分布、气体带电粒子以及它的激发态粒子分布有关,导致在这个区域受激XeCl*粒子降低。

(中国科学院安徽光机所 姚永邦 马树森
朱俊杰* 秦玉英 王广昌 王绍卿
1986年8月20日收稿)

有耦合孔谐振腔的紫翠宝石激光器的选模特性

Abstract: This paper presents the mode selection characters of the resonator with an output-coupling aperture in alexandrite lasers. The experimental results are analyzed and discussed.

一、引言

紫翠宝石(BeAl₂O₄:Cr³⁺)激光器是室温下在700.0~800.0nm间可调谐的终端声子振荡器,目前已经达到了较高的输出功率水平。但由于Cr³⁺离子的受激发射截面比较小(7×10⁻²¹~3×10⁻²⁰cm²),增益系数相应较低,国内外多采用多模振荡的谐振腔结构以获得低阈值及高输出能量。然而,激光器的单模运转又是很多激光应用所要求的。因此,对紫翠宝石激光器进行选模方面的研究是十分必要的。

不稳定腔是一种很好的选模谐振腔。但紫翠宝石增益低,按我们目前取得的数据,放大率一般要选在1.1~1.2之间。这样一来输出衍射环很窄,选模性能得不到多少改善。采用传统的腔内加小孔光阑选模,则因衍射损失的增加使阈值迅速增加,输出能量急剧下降,也不是一种好办法。采用耦合孔输出方式选模,既降低了阈值又得到相当高的能量输出,是一种比较合适的选模腔结构。

文献[1]的作者计算了具有耦合孔非对称球面腔本征模结构及损耗,但只计算了小耦合孔情况。这虽然有利于选模,但耦合输出能量很小,实际应用不宜采用。文献[2]的作者计算了具有大耦合孔圆形单面镜腔中的模结构及损耗,所用的模型与我们的实验结构比较接近,可以用来分析这里所得的实验结果。

二、实验装置及结果

实验使用的紫翠宝石棒尺寸为φ5×70mm,实

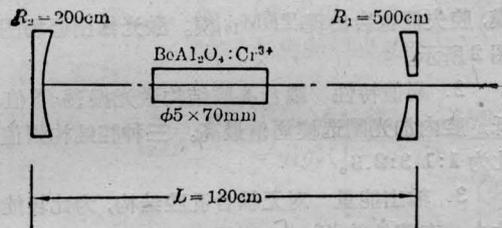


图1 耦合孔腔结构示意图

验测得最佳输出耦合率 $T=20\%$, 因此选用φ2mm的耦合孔。谐振腔是非对称稳定球面腔,两反射镜的曲率半径分别为 $R_1=500$ cm, $R_2=200$ cm, 均镀宽带全反射膜。在 R_1 镜中心开孔。实验装置如图1所示。当 R_1 镜上无耦合孔时,镜面上的斑点尺寸为 $w_1^2 = \left(\frac{\lambda L}{\pi}\right) \left[\frac{g_2}{g_1(1-g_1g_2)}\right]^{1/2}$, 对上述给定的 R_1 和 R_2 , 当 $L=120$ cm 时, w_1 有极大值且等于0.05mm。当用腔内加小孔光阑选模时,根据自孔径选模条件,小孔半径为 w_1 的二倍,即也是φ2mm。

实验比较了三种腔结构的激光输出性能:(1)腔开φ2mm耦合腔;(2)腔参数与(1)相同,但无耦合孔;(3)腔内加φ2mm选模光阑。在后两种情况中输出镜取最佳耦合率值。实验结果如下:

1. 选模性能 耦合腔在低光泵激励时,输出TEM₀₀模,强光泵时(三倍于阈值能量以上)输出TEM₀₁模,有时也会出现TEM₁₀模,和激光棒热形变造成腔的失调有关。腔内加小孔光阑输出TEM₀₀

* 华中大学院82届毕业实习生。