

## 环形电极同轴氙灯泵浦染料激光器

**Abstract:** A new type of dye laser pumped by a coaxial flashlamp with annular electrodes is reported. It is compact and gives high power output and high conversion efficiency.

同轴氙灯泵浦的染料激光器以高能输出和高激光转换效率而著称<sup>[1-3]</sup>。在氙灯泵浦的染料激光器中,为了抑制染料分子能级结构的三重态影响,必须采用快速泵浦技术。根据 Schmidt 和 Schäfer<sup>[4]</sup>用模拟计算机求解不同光泵上升时间与激发单重态粒子密度的关系中,得到泵浦光脉冲上升时间小于 100 ns 时,荧光量子效率最高。为了达到上述条件往往要求氙灯放电回路电感要小,除采用低电感电容外,尽量缩短放电回路的引线。有的采用同轴电容套在激光器头外面做成同轴结构<sup>[1]</sup>,这样一来激光器头就比较庞大,在某些应用中带来不便。最近我们采用环形电极同轴氙灯制成一台小型染料激光器,激光器头与庞大的储能电容和放电开关闸流管分离,它们之间用一米长同轴电缆作为放电回路的馈线。在这装置上已获得 0.2% 转换效率的激光输出。

环形电极同轴氙灯染料激光器如图 1。它由环形电极同轴氙灯、谐振腔、低倍激光扩束望远镜及其调节架所组成。所有部件安装在 400×60×90 mm<sup>3</sup> 的罩壳内,氙灯采用特殊的封接方法由石英制成,灯管四周放电通道均匀,能对染料激光工作物质均匀泵浦。灯的尺寸是  $\phi 12 \times 200$  mm 细管形结构,电极间距 150 mm,放电间隙为 1 mm,灯内氙气气压 100 Torr。氙灯内壁即中心毛细管( $\phi 3.5 \sim 5$  m/m)直接

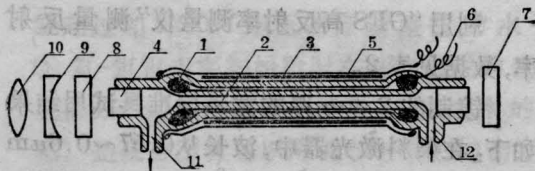


图 1 染料激光器头

- 1—环形电极同轴氙灯; 2—染料毛细管盒;
- 3—聚光腔; 4—染料盒窗口; 5、6—电极引线;
- 7、8—谐振腔; 9、10—扩束望远镜;
- 11、12—染料进出口

用作流通染料溶液的染料盒,用若丹明 6G 酒精溶液作为激活介质。把铝箔紧包在灯管外层作为聚光腔。环形电极一端通过电缆接高压放电开关,另一端经过灯管最外面的金属包层接地,形成同轴放电形式,以减少氙灯放电感抗和起到氙灯放电预电离的效果。激光谐振腔由两块平面基板镀上中心波长为 5900 Å 的宽带高温介质膜组成。一块反射率 99.5%,全反射镜,另一块的反射率为 20~30%。在激光器中引进扩束望远镜(1.5 倍至 2 倍)的目的是改善染料激光的发射度。激光工作物质若丹明 6G 的乙醇溶液( $2.5 \times 10^{-4}$  M)是通过不锈钢与聚四氟为材料的电磁齿轮泵进行循环的。同轴氙灯泵浦的染料溶液是在氙灯轴线上流动的。在氙灯泵浦区两头存在一定长度泵浦不到的区域。泵浦不到的染料区对激光有一定的吸收,为了消除这种激光腔内吸收,我们选用两端平行性好的抛光玻璃棒插入同轴氙灯两端作为染料盒的端窗,用以减少染料非泵浦区的长度。

用 1  $\mu$ F 低电感电容作为储能电容,用闸流管(ZQM<sub>1</sub> 1000/25)作为放电高压开关,可获得单脉冲为 300 mJ、转换效率为 0.2%、脉冲宽度为 1.6  $\mu$ s 的激光输出(图 2)。

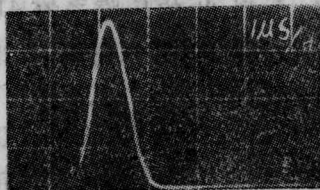


图 2 染料激光输出脉冲波形  
(1  $\mu$ s/div)

在染料激光中染料浓度不但影响激光输出波长,而且跟激光输出的能量和模式有关。输出耦合反射镜反射率为 30%,染料盒管径为  $\phi 3.5$  mm 的

表 1 染料浓度对激光输出能量的影响

输入能量 (J)	160						110					
	$1 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$2.5 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$2.5 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^{-4}$
输出能量 (mJ)	18.2	106	132.5	153.7	185.5	132.5	13.5	74.2	90.1	103.4	122	95.4

条件下,测定了染料浓度对激光输出的影响(见表 1)。最佳浓度为  $2.5 \times 10^{-4}$  M。在最佳染料浓度下激光输出能量与输入的关系示于图 3。可以清楚地看到在很大的输入能量范围内,激光器输出能量随输入能量线性增加。当输入能量在 100J 以上,激光输出增长的速度变慢,逐渐出现饱和。已获得的最大输出为 300mJ。在输出耦合为 80% 和 70% 时(相当于  $R=20\%$  和  $30\%$ ),斜率效率分别为 0.25% 和 0.20%。

这种环形电极氙灯放电通道比较均匀,因此具有较高的激光转换效率和稳定性。表 2 列出了不同输入能量下,测定十次激光脉冲得到的平均激光输出能量与偏差。能量起伏均小于  $\pm 1.2\%$ 。这种器件装在激光眼科治疗机上经过一年使用效率没有发现有明显的下降。通过把端面抛光的玻璃棒插入氙灯两端作为染料盒的窗口,可以有效地减少非泵浦区染料的腔内吸收,使激光输出增加 7%。

表 2 不同输入能量下染料激光的平均输出能量与偏差

输入能量* (kV)	10	12	14	16	18	19
平均输出能量 (mJ)	$49.7 \pm 0.5$	$94.5 \pm 1.2$	$133.8 \pm 1.0$	$166.9 \pm 1.8$	$195.2 \pm 1.2$	$208.5 \pm 1.2$

\* 输入能量相对地以贮能电容的输入电压表示。

参 考 文 献

[1] T. Morrow, H. T. W. Price; *Opt. Commun.*, 1974, 10, 133.  
 [2] Mitsuo Maeda, Yashushi Miyazoe; *Japan. J. Appl. Phys.*, 1972, 11, 692.  
 [3] 吕诚哉等;《复旦学报》,1978, 7, No. 2.  
 [4] W. Schmidt, F. P. Schäfer; *Z. Naturforsch.*

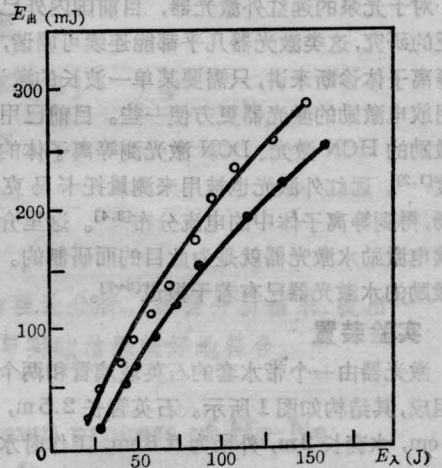


图 3 泵浦能量与激光输出的关系

○—输出耦合 80%; ●—输出耦合 70%

1967, 22A, 1563.

(复旦大学 吕诚哉 叶衍铭  
 吴善亮 李郁芬  
 上海特种灯泡厂 闻鹤龄 陆建国  
 沈梓森  
 1984 年 1 月 9 日收稿  
 1984 年 7 月 16 日收到修改稿)