

空腔灯泵浦激光器

西北大学物理系激光教研室、光电试验厂

提 要

本文叙述了用空腔(同轴)灯来泵浦圆柱棒状玻璃的空腔灯泵浦激光器的实验装置与测试结果,并把它们与常用的椭圆聚光罩直管灯泵浦激光器的实验结果进行了比较。

一、引 言

空腔(同轴)灯泵浦激光器的特点,是激活介质被放置在灯的内腔里承受泵浦,而现在常用的固体激光器,一般是用直管灯从外侧面泵浦激活介质。

空腔(同轴)型灯与普通直管灯的区别在于:它的放电是在两根同轴的玻璃(或石英)管所构成的腔里进行,被照物体放置在灯的内腔里。实验证实利用空腔(同轴)灯,在圆柱形被照物体上所获得的能量密度,比相应尺寸的直管灯要优越得多^[1,2],合理地选择系统的各种参数,它能得到很高的效率^[3,4]。正是利用这一优点,设计制作了空腔灯泵浦激光器。

二、实 验

图1是我们实验用的空腔灯泵浦激光器的结构。

我们所用的空腔灯为圆柱腔形,由二根同轴的厚1毫米的玻璃管构成,其外径为20毫米,内径为12毫米,二层灯管间距离为4毫米,管长200毫米,内充235托的氙气。在电容量 $C=1500$ 微法,电压 $V=1200$ 伏,输入能量 $T=1080$ 焦耳,电流密度 $=1270$ 安/厘米²时空腔灯的光谱分布曲线如图2所示。

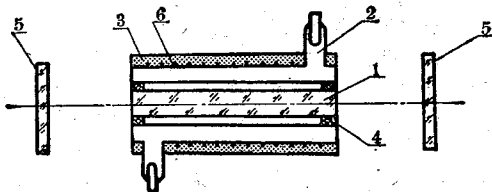


图1 空腔灯泵浦激光器

- 1—钎玻璃棒 2—空腔灯 3—氧化镁层
4—橡皮垫圈 5—介质膜片 6—镍铬丝

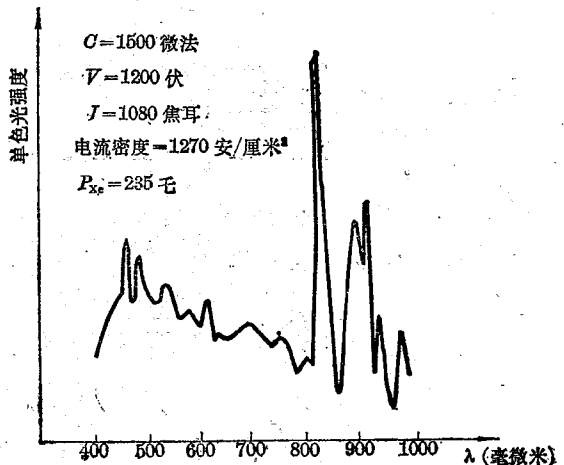


图2 空腔灯的光谱分布曲线

$\phi 8 \times 200$ 毫米的圆柱形钨玻璃棒置于空腔灯内，钨玻璃棒端部与灯之间用橡皮垫圈紧密接触。在灯的外层涂上厚 2 毫米的氧化镁粉。谐振腔的全反射膜和半反射膜的反射率分别为 99% 和 65%，其距棒端面距离均为 133 毫米。触发脉冲是加在缠绕于空腔灯圆柱外表面上的镍铬合金丝上。放电电容量为 1500 微法。

我们用来作比较实验的椭圆聚光罩直管灯泵浦激光器的结构如图 3 所示。

椭圆柱聚光罩长轴为 80 毫米，椭圆度 $e=0.5$ ，腔长为 200 毫米，内表面镀银抛光为镜面。钨玻璃棒、介质膜、介质膜距棒之距离，均与空腔灯泵浦激光器实验所用相同。采用 $\phi 16 \times 200$ 毫米的直管氙灯进行泵浦。灯与棒分别置于椭圆柱聚光罩的两个焦点上。触发脉冲是加在缠绕于直管灯圆柱外表面上的镍铬合金丝上。

激光输出能量是用标准灯标定的同一激光炭斗进行测定的。

在进行工作时，每触发一次脉冲之间的间隙都为 15 分钟，间隙时用电风扇进行强制风冷。

下表列出了用空腔灯泵浦和用直管灯泵浦同一根棒的实验结果。

实验结果表

输入能量(焦耳)	圆柱形空腔灯泵浦激光器		$e=0.5$ 的椭圆柱聚光罩直管灯泵浦激光器	
	输出能量(焦耳)	转换效率(%)	输出能量(焦耳)	转换效率(%)
859	18.3	2.1	4.6	0.54
908	21.8	2.5	5.3	0.58
970	26.2	2.7	6.1	0.63
1080	30.4	2.8	7.2	0.67

三、讨 论

1. 作比较用的椭圆度 $e=0.5$ 的椭圆聚光罩直管灯泵浦激光器，是现在常用的转换效率较好的一种直管灯泵浦激光器，而我们的实验指出，空腔灯泵浦激光器的转换效率却比它有成倍增加。因此，空腔灯泵浦激光器的能量特性是十分令人满意的。

2. 实验中曾发现，当外层氧化镁层脱落成泄光现象时，转换效率大幅度降低。例如氧化镁层脱落约十分之一，在输入能量为 970 焦耳时，输出能量仅为 3.6 焦耳，即比原来降低了好几倍。在我们的实验中，外层所涂氧化镁粉还不够均匀，厚度也还不够足以让灯光全部反射向激光棒，若今后设法改进外层反射面，无疑能提高转换效率，将会获得更加令人满意的能量特性。

3. 从转换效率的变化看，随着输入能量的增大，转换效率是上升的。因此，在使用大能量空腔灯泵浦激光器时，会获得更高的转换效率。

4. 同样输出能量的空腔灯泵浦激光器的体积，比现在常用的直管灯泵浦激光器的体积小无

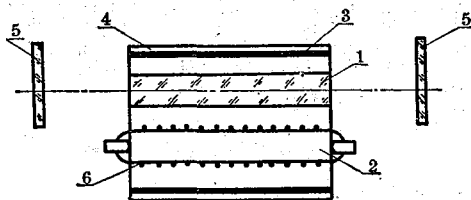


图 3 椭圆腔直管灯泵浦激光器

1—钨玻璃棒 2—直管氙灯 3—镀银层
4—椭圆柱腔 5—介质膜片 6—镍铬丝

疑会小得多。我们实验中的两个激光器，空腔灯泵浦激光器仅约为直管灯泵浦激光器的十分之一，而前者的输出能量比后者还有成倍增加。前者的成本也比后者低好多倍。

5. 由于空腔灯泵浦激光器的工作物质被紧包在空腔灯的中心，其散热状况比直管灯泵浦激光器为差，因此空腔灯泵浦激光器的冷却问题就较为突出。根据这个原因，在我们的实验中，每两次脉冲闪光之间的间隙取十五分钟。若今后采用流动滤光液冷却等处理，会使这个间隙时间大大缩短。

6. 与条件相近的直管灯相比，从光谱分布图可知，空腔灯的电流密度小，紫外辐射较低^[1]。

参 考 资 料

- [1] 西北大学激光教研室，脉冲氙灯的发射光谱；西北大学学报（自然科学版）1974年第2期。
- [2] В. П. Кирсанов, С. В. Трошкин; *Светотехника*, 1969, № 1, 12~15.
- [3] Lesnick I. P., Church C. H., *IEEEJ.*, QE-2, 16, (1966). *Electr. News*, 14, N 529, (1966).
- [4] Ю. А. Ананьев, Э. Ф. Дауэнгауэр, В. Ф. Мнускин, О. А. Шорохов; *ОМП*, 1972, № 9, 35~36.

陕西省科技局召开激光技术经验交流会

陕西省革命委员会科技局于一九七四年十一月十六日到二十三日在西安召开了全省激光技术经验交流会。参加会议的有研究、生产、应用激光技术的工矿企业、科研单位、大专院校等共一百三十八个单位的二百多名代表。会上，交流了激光技术工作中的经验，讨论了激光材料、激光器件、激光应用等问题，研究了加强社会主义大协作的办法，酝酿了今后的发展规划。同志们一致表示，今后一定要在毛主席革命路线指引下，积极宣传、推广群众创造的激光科技成果，认真总结群众中的先进经验，坚持搞好社会主义协作，鼓足干劲，在激光科学技术研究工作中做出新的成绩，为发展激光技术作出新的贡献。

（陕西省科技局通讯组供稿）

（上接第5页）

系列的技术问题和理论问题需要我们进一步去解决。毛主席教导我们说：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”我们有决心在党的领导下，充分发挥“三结合”科研小组的作用，努力攀登科学实验的高峰，为革命搞好激光育种。