

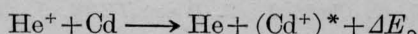
自加热空心阴极氦-镉激光器

上海市激光技术研究所氦-镉激光组 上海海光玻璃制品厂

提 要

本文介绍采用放电加热方法获得空心阴极氦-镉激光器,并给出各种参数。当放电电流为 1.1 安培时,蓝色激光和绿色激光输出均可达 5 毫瓦以上,红色激光输出为 2 毫瓦。

氦-镉激光器有轴向放电结构^[1]和空心阴极结构^[2]。在轴向氦-镉激光器中起主要作用的是彭宁效应,由氦亚稳态(2^3S)作为能级载体。而在空心阴极中,由于激光作用区在阴极位降区,大量快速电子存在,通过电离碰撞产生足够浓度的氦离子,起主要作用的是转荷效应:



转荷效应激发了更高的镉能级,使更高的镉能级之间发生集居数反转,因而产生更长波长的激光输出,同时空心阴极中仍有一定量的亚稳态 $\text{He}(2^3S)$ 的浓度,可获得 4416 埃振荡输出的集居数。

空心阴极氦-镉激光可用于彩色显示与彩色全息(它的三个基色配合得比氩、氦离子激光更为合理)。还可作为校准单色仪的光源,代替钠光灯和水银灯,一直可以校准到红外。目前国内外对镉蒸气控制的加热无不感到讨厌,有人设计了金属陶瓷的分段空心阴极结构^[3]。本文介绍了一种结构,可运用放电加热状态,与轴向放电加热概念类似,利用放电释放出的能量加热镉池,使镉池获得适当的温度。

1. 激光管的结构

激光管壳用 GG17 硬质玻璃烧制,空心阴极采用内径为 3.5 毫米,外径为 6 毫米的无氧铜管。长为 31 厘米的两段无氧铜管,每

根开 5 个直径为 3.5 毫米的边孔,孔距为 6 厘米,相对于每个孔的玻管上各封接上一根钨杆作为阳极,如图 1 所示,两个无氧铜管之间有镉池。

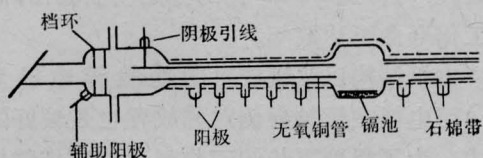


图 1 放电加热空心阴极氦-镉激光器

图 1 右边一端与左边完全对称,在激光管外边包上三层至四层石棉带保温,辅助阳极用以防止布氏窗窗片沾污,通过电泳效应排斥扩散来的镉。

2. 放电电源

放电电源采用三相桥式全波整流,通过三相调压器调压可使电压从零调至直流 530 伏以上,辅助阳极电源采用三相线的两根相线倍压整流,由于接在调压器输入端,不受调压影响,始终保持约为 1000 伏的电压输出,因此辅助阳极从接通电源开始到切断电源为止,均能工作,有效地防止了镉蒸气对窗片的污染。

3. 实验结果

空心阴极氦-镉激光特性已有报导^[4,5],本文不作重复叙述,以下讨论六个结果。

收稿日期: 1978 年 3 月 24 日。

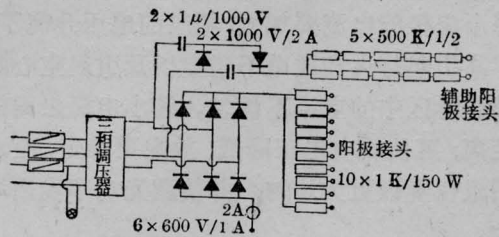


图2 空心阳极放电电源

(1) 输出功率与锅炉温度在很宽广的温度范围内是近似不变的,如图3所示,4416埃在240度至310度之间输出功率都在4.5至5毫瓦之间,这就给空心阴极能运用在自加热状态提供了有利的条件。在适当放电电流下,空心阴极因放电加热,一般可以达到此温度范围,最佳输出功率时的温度约在270~280度之间。

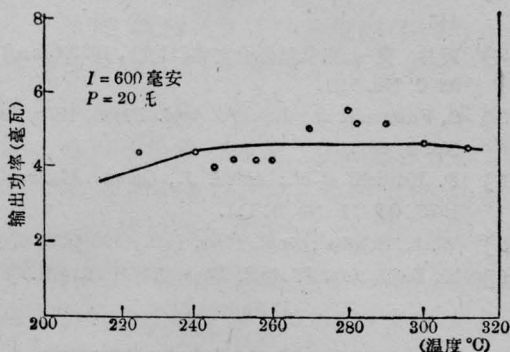


图3 4416埃输出功率与锅炉温度的关系

(2) 输出功率在较低气压下随放电电流升高而增大,但在较高气压下,随放电电流增加很快达到饱和。图4和图5表明对红光与绿光最佳充气压是不同的,饱和发生的气压也是不同的。

(3) 整个管子加热温度的均匀性对激光增益有很大影响,检查放电情况的办法是:断去一个电极,观察功率下降为原来的几分之几,实验的气压为14托,锅炉温度为300度,放电电流为700毫安时对5378埃和5337埃的观察。

表1表明两点:第4、第7电极影响最大。说明第4、第7电极处金属蒸气浓度最合

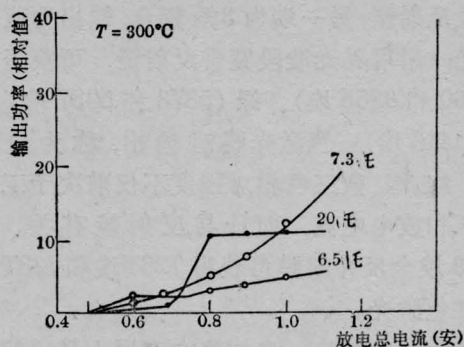


图4 5378埃和5337埃输出功率与放电电流特性曲线

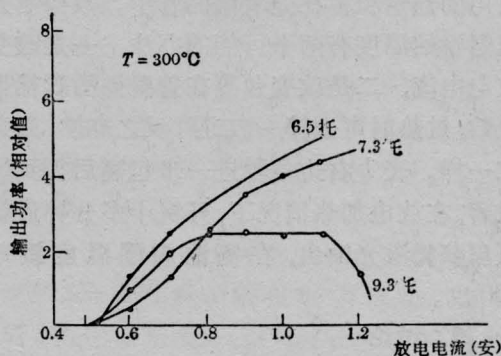


图5 6360埃和6355埃输出功率与放电电流的特性曲线

适,第5个与第6个电极处浓度过高,其他电极浓度偏低,第9、第10电极浓度过低,基本上不起作用。

表1 各电极放电对激光功率的影响

去掉电极	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
激光功率与原来比值	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1.8}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1.2}$	1

(4) 绿色激光与蓝色激光均可达到5毫瓦以上的功率输出,但红色功率较小,在低气压下,红色激光强度增加,蓝激光与绿激光强度减小。要达到与红色平衡,通过抑制蓝绿激光功率的方法才能实现。

(5) 谱线:若用6328埃全反射镜获得了红绿激光输出;如一端换成5894埃反射镜则5894埃反射镜一端输出为红色,6328埃反射镜一端输出为绿色激光;如一端用4416埃

全反射镜,另一端为3%耦合,输出为蓝色激光;用可见光波段宽带反射镜,可获得红(6360和6355埃)、绿(5378和5337埃)和蓝(4416埃)三色激光同时输出,称为白激光。红、绿、蓝三色相对强度不仅取决于工作气压和放电电流,而且与反射镜有关。用7479埃全反介质膜可获得7284埃和7237埃深红色激光。

(6) 自加热:自加热在应用上是比较方便的^[3]。这里用的是三层至四层石棉带,将放电的热量积蓄在无氧铜的管中。故控制无氧铜管的温度有两个可能的办法:一是改变放电电流,二是改变包裹在管壁外的石棉带层数,过热时可去掉一、二层,反之亦然,如穿衣一样。表1右边各段进一步包裹后得到了改善,在放电加热情况下,开机十多分钟后就可以获得激光输出,在镉池周围温度接近300度。

4. 讨论

表1的实验表明了一个电极断掉了,因而电极之间距离过大,致使激光功率下降为原来的1/3至1/2。我们采用6厘米极间距,而国外为8厘米极间距^[6]。在8厘米间距下,

每个电极的电流要加大,相应的电压升高了,容易引起打火和放电不稳定以及引起空心阴极位降区中的电流不均匀。缩小电极之间的距离,可使放电电压降低,放电更稳定,空心阴极位降区更为均匀,并使激光功率输出增大。

阴极位降区场强很高, E/P 值达到350伏/厘米·托,阴极电压为400伏,大部分电压降在空心阴极内部。

当放电管温度升高时,在同样电压下,放电电流下降,反之亦然,这是因为气压随温度升高,在较高的气压下,阴极位降增加,反之亦然。

参 考 文 献

- [1] W. T. Siltvast *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1971, **19**, 445.
- [2] 藤井 宽一,电气学会论文志(日文),1973 (Jan.), **93-C**, No. 1, 1.
- [3] S. Fukuo *et al.*; *Jap. J. Appl. Phys.*, 1974, **13**, No. 4, 667.
- [4] F. Kanichi *et al.*; *IEEE J., Quant. Electron.*, 1975, **QE-11**, No. 3, 111.
- [5] W. K. Schebal; *Appl. Phys. Lett.*, 1968, **16**, 470.
- [6] K. Fujii; *Jap. J. Appl. Phys.*, 1974, **13**, 571.

试生产钕铝石榴石连续激光器

最近,我厂对研制成功的钕铝石榴石连续激光器(见封四)进行了小批量试产。这种激光器结构精密、部件简单、调整方便,可供科研、大专院校、医学、国防和工农业生产单位作激光研究或作激光光源与其它仪器设备配套使用。

现在这批激光器已分批供应各科研、医学单位使用,情况良好。

激光器的主要技术参数:

输出激光波长: 1.06微米

工作物质(Nd:YAG): $\phi 5 \times 60 \sim 80$ 毫米

激光输出功率: >20瓦

总体转换效率: $\sim 0.7\%$

发散度: ~ 6 毫弧度

输入电源(三相): 380伏50赫芝

电源输出最大电流: 40安培

电源输出功率: (1)6千瓦(2)12千瓦

电流纹波: 0.5%

激光器外型尺寸: 470×100×130(毫米)

电源箱外型尺寸: (上下二层一组) 1300×500×400(毫米)

(上海东方仪表厂)