

银离子空心阴极 4788 埃激光器

莫应安 伍长征

(复旦大学物理系)

提要: 本文报导了一个连续工作的空心阴极放电银蒸气激光器, 给出了器件结构和一些实验结果, 在 50 厘米放电长度已获得输出功率 30 毫瓦。

A hollow cathode CW silver ion laser at 4788 Å

Mo Yingan Wu Changzheng

(Department of Physics, Fudan University)

Abstract: A CW silver ion laser by hollow cathode discharge is described. The device structure and some experimental results are presented. An output power of 30 mW has been obtained with 50 cm long discharging length.

以前, 我们曾报道过在 He-Cu^+ 空心阴极放电中获得 7808 埃^[1] 的连续激光输出和 Ne-Cu^+ 2600 埃^[2] 准连续激光输出及其器件的工作特性。本文将介绍在 Ne-Ag^+ 空心阴极放电中连续运转的研究。由于银离子在近红外区、可见光区和紫外区都有较丰富的激光谱线, 并且可能实现较大的激光输出功率^[3], 所以具有一定的研究价值。最近我们对银离子激光器进行了初步的研究, 在一个放电长度为 50 厘米的 Ne-Ag^+ 空心阴极放电中, 已获得连续 4788 埃激光输出, 在没有最佳偶合条件下已获得连续输出功率 30 毫瓦, 与国外同类型相比较, 由于结构上的不同, 大大降低了阈值电流。

激光器的结构如图 1 所示。阴极为一根长 50 厘米, 粗 1.4 厘米的银棒(纯度大于 99.9%), 棒上开有一个 2 毫米宽, 6 毫米深的矩形槽作为空心阴极放电激励区, 银棒通水冷却, 用直径为 3~4 毫米的冷却铜管来回

埋在银棒里面, 使进出水管位于同一端。阳极用直径为 4 毫米的钨棒平行地放置在阴极上面, 间距为 4 毫米左右, 为避免两端电场不均匀引起局部产生电弧而将钨棒两端适当向上弯曲。

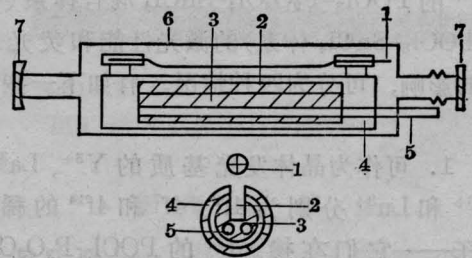


图 1 激光器结构简图

1—钨棒阳极; 2—空心阴极放电区; 3—银棒阴极; 4—阴极玻璃套管; 5—冷却水管; 6—玻璃外套管; 7—反射镜

为了使放电能量比较集中于银棒槽内, 防止银棒表面放电而损耗能量, 提高激励效率, 我们在银棒外表面用玻璃套管绝缘, 玻璃

收稿日期: 1980 年 7 月 7 日。

套管同样开有 2 毫米宽的直槽和银棒槽相对应。套管明显地使放电约束在矩形槽内，大大降低了激光输出的阈值电流，在相同的几何尺寸条件下，文献[4]获得 4788 埃激光的阈值电流为 5.5 安培，而我们仅为 1.7 安培。阴极棒加了绝缘套管还为减少放电处理时间带来很大好处。

为避免布氏窗引起的光损耗，激光腔采用全内腔结构，一端固定，一端用波纹管连接反射镜以便于调节，反射镜选用多层介质膜片。

激励电源采用普通的整流滤波直流电源，我们的直流电源工作范围从 0~6 安培，6 安培时仍不是 4788 埃激光的最佳值，为了观察 6 安培以上输出功率的变化情况，我们采用了准连续激励的方式，准连续电源峰值电流为 60 安培，脉宽 200 微秒，重复频率每秒 25 次，图 2 为这种交、直流混合电源结构。

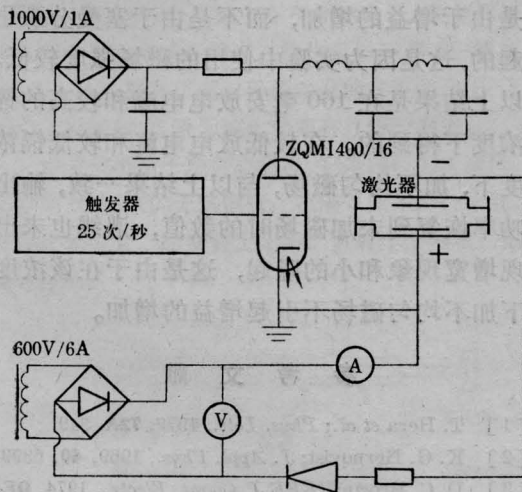


图 2 交、直流混合电源结构图

激光功率用 GG-2 型激光功率计测量，激光光斑呈矩形，类似于放电槽的形状。连续激光输出功率与放电电流的关系如图 3 所示。

在氖气压为 8.2 托，放电电流 6 安培时测得连续输出功率为 30 毫瓦。高于 6 安培

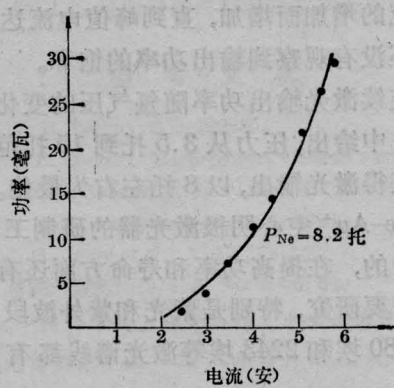


图 3 连续输出功率与放电电流的关系

采用准连续的脉冲激励(附加 1 安培直流作为维持放电)。图 4 给出了输出功率随峰值电流变化的关系。从图中可见输出功率随放

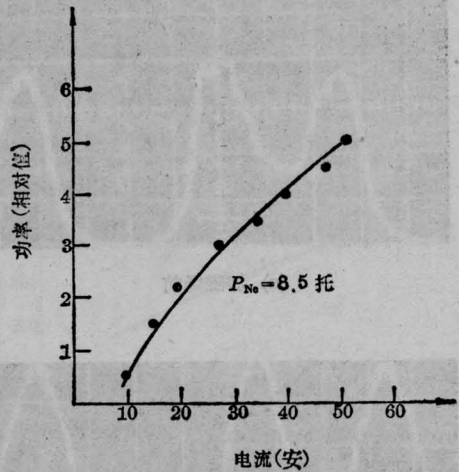


图 4 准连续输出功率与电流的关系

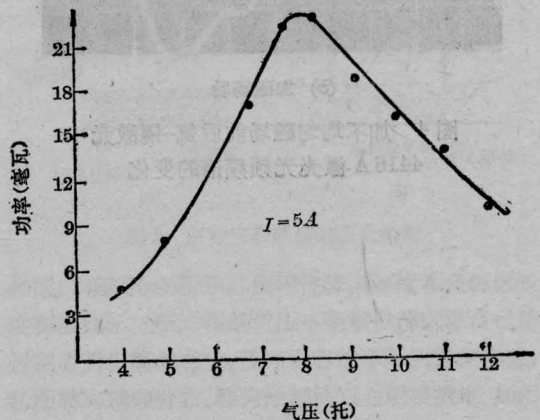


图 5 连续输出功率与氖气压的关系

电电流的增加而增加,直到峰值电流达到 50 安培还没有观察到输出功率的饱和。

连续激光输出功率随氖气压的变化关系在图 5 中给出,压力从 3.5 托到 15 托范围内均能获得激光输出,以 8 托左右为最佳。

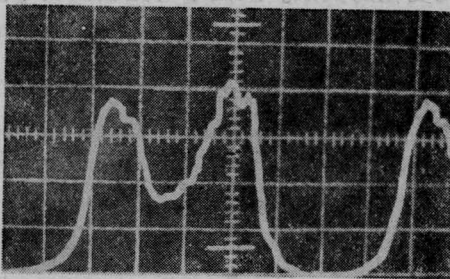
Ne-Ag⁺ 空心阴极激光器的研制工作还是初步的,在提高功率和寿命方面还有许多问题需要研究,特别是紫光和紫外波段 4086 埃、3180 埃和 2243 埃等激光谱线都有重要

的应用价值,有待进一步研究。

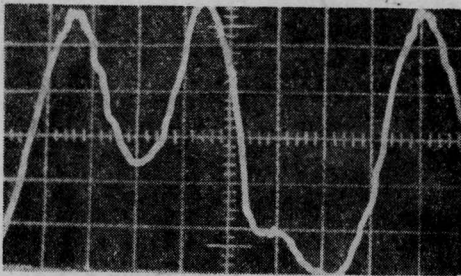
参 考 文 献

- [1] 伍长征等;《激光》,1979,6, No. 8, 28.
- [2] 伍长征等;《物理》,1980,9, No. 4, 299.
- [3] B. E. Warner *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1978, **QE-14**, No. 8, 568.
- [4] W. E. Jonnson *et. al.*, *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **29**, 101-102.

(上接第 18 页)



(a) 加磁场前



(b) 加磁场后

图 4 加不均匀磁场前后氖-镉激光 4416 Å 激光光频频谱的变化

峰是同位素 Cd¹¹² 和 Cd¹¹⁴ 的激光谱线。峰的宽度对应于多普勒增益曲线高于阈值部分,加磁场前后分别为 640 兆赫及 960 兆赫,加不均匀磁场后出现了一个小峰隆起,是由除 Cd¹¹²、Cd¹¹⁴ 以外其它同位素的激光振荡引起的。在不均匀磁场中激光谱线的加宽主要是由于增益的增加,而不是由于塞曼分裂引起的,这是因为实验中使用的磁场强度较低。以上结果是在 160 毫安放电电流和较高的镉浓度下得到的。在较低放电电流和较低镉浓度下,加不均匀磁场,与以上结果一致,输出功率恢复到未加磁场时的数值,谱线也未出现增宽现象和小的隆起,这是由于在该浓度下加不均匀磁场不引起增益的增加。

参 考 文 献

- [1] T. Hera *et al.*; *Phys. Lett.*, 1979, **72A**, 349.
- [2] K. G. Hernqvist; *J. Appl. Phys.*, 1969, **40**, 5399.
- [3] D. C. Brown; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1974, **QE-10**, 94.