

# 提高紫外氦-镉激光器的输出功率

郑思定 钱红声 杨寅 莫应安 伍长征

(复旦大学激光器件组)

## 提 要

本文介绍了提高 3250Å 氦-镉激光器输出功率的一些方法和实验结果,在 95 厘米长的放电毛细管中获得单模输出功率 15 毫瓦左右。还介绍了在 He-Cd<sup>+</sup> 正柱中加入少量碘蒸气可提高激光输出功率。

## Increase of output power for UV He-Cd laser

Zheng Siding Qian Hongsheng Yang Yin Mo Ying'an Wu Changzheng

(Laser Device Group, Fudan University)

## Abstract

Some methods and experimental results for increasing the output power of a 3250Å He-Cd laser are presented, monomode output power of about 15mW has been obtained with a 95cm long discharging capillary. It is shown that laser output power can be increased by adding a small quantity of iodine vapor into the He-Cd<sup>+</sup> positive column.

最初研制的 3250Å 氦-镉激光器<sup>[1]</sup>,为了适应研制过程的要求,采用全外腔结构,而且总的腔长达 2.5 米,不但增加二个布氏窗引起的光损耗,降低激光输出功率,而且在使用上不方便。为提高激光输出功率和实用上的方便,采取了一些有效措施:保证放电管有良好的直度并适当缩短放电管长度;选择最佳的放电参数;选取最佳的反射镜匹配;采用全内腔结构。同时为了适应长时间的连续工作和改善功率稳定性,放电管仍采用石英材料制作。

激光管结构简图见图 1。放电毛细管长度 95 厘米,内径 2.1 毫米,腔长 115 厘米。天然镉放置在靠近阳极一端,由外部加热产生镉金属蒸气。毛细管外面有一个抽真空的外套,以维持放电管内的温度。在反射镜



图 1 激光管结构简图

收稿日期: 1979 年 6 月 22 日。

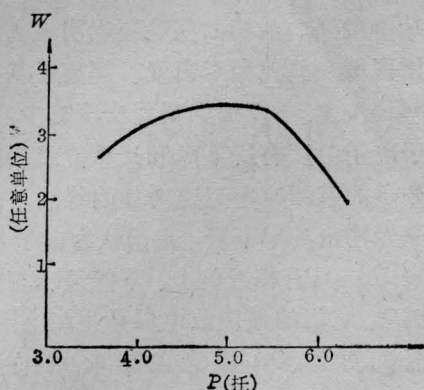


图2 输出功率与氦气压的关系  
 镭炉温度 210°C, 放电电流 90 毫安

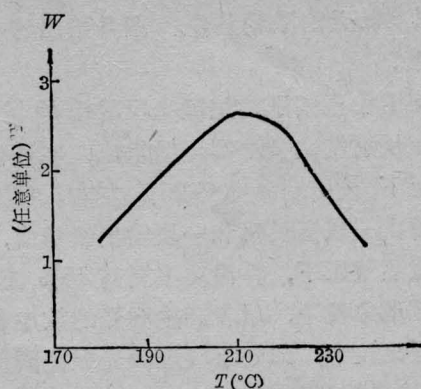


图3 输出功率与镭炉温度的关系  
 氦气压 4.9 托, 放电电流 90 毫安

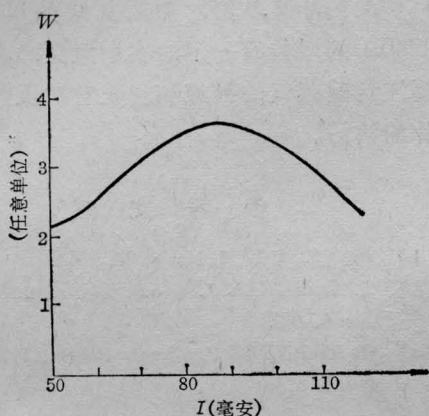


图4 输出功率与放电电流的关系  
 氦气压 4.9 托, 镭炉温度 210°C

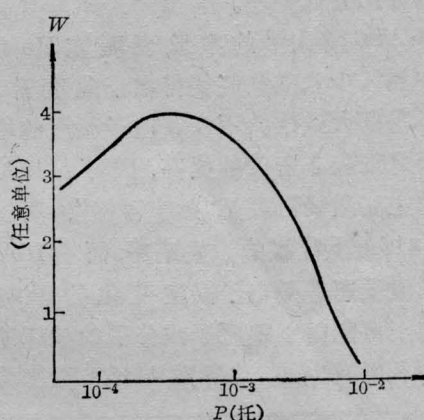


图5 输出功率与碘蒸气压的关系  
 (最佳放电条件下)

(硬膜)匹配上, 因为不能准确地确定反射镜的反射率, 只能在反射镜的层数上做出选择。我们从实验上选用了一块球面镜 ( $R=2$  米) 23 层和一块平面镜 17 层, 结果比较好。

输出功率随放电参数的变化关系在以前的工作<sup>[1]</sup>中也测量了, 并且作了定性解释, 这里仅给出实验结果。图 2、3、4 分别为输出功率随氦气压、镭炉加热温度和放电电流的变化关系。从这些结果我们确定了最佳放电条件为氦气压 5.0 托, 镭炉加热温度 210°C, 放电电流 90 毫安, 这时 3250Å TEM<sub>00</sub> 模激光输出功率约 15 毫瓦左右。

在提高 3250Å 激光输出功率方面, 我们还对碘的影响进行了试验。T·Arai 等人<sup>[2]</sup>在氦-镭激光中加入少量碘, 提高了 4416Å

激光输出功率 30~40%。我们观察了碘对 3250Å 激光输出功率的影响。氦-镭激光器选用电泳式全内腔结构, 放电毛细管长 65 厘米, 内径 2.2 毫米, 腔长 90 厘米。碘蒸气获得方法是先将高纯碘在真空中升华后注入分子筛, 吸收碘蒸气的分子筛通过加热很容易重新释放出来, 然后由阳极端进入激光管, 电泳效应使碘分子分布在整個放电通道上。在 3250Å 激光的最佳放电条件下, 观察碘分子对输出功率的影响, 当碘蒸气压在  $5 \times 10^{-4}$  托附近时, 输出功率增加到一个峰值, 碘蒸气压升高到  $5 \times 10^{-3}$  托附近时输出功率开始下降, 碘蒸气压到达  $1 \times 10^{-2}$  托时激光完全消失, 这个变化规律和 T·Arai 的结果基本一致, 它间接证明了 3250Å 和 4416Å 能级接

近,具有相近的激励条件。图5给出这个实验结果。

实验中观察了两组激光反射镜的情况,第一组反射镜由2块高反镜组成,在最佳碘蒸气压下,输出功率提高25%左右。第二组反射镜由一块高反镜和一块输出镜组成,在最佳碘蒸气压下,输出功率提高45%左右。从实验现象发现,后者产生激光的放电参数的范围比较窄,即处于接近激光振荡阈值的情况(输出镜透射率偏大),故碘蒸气对输出功率的影响比较显著,在一般情况下估计增加的百分比会低一些。

T. Arai 等人<sup>[3]</sup>的实验表明在 He-Cd<sup>+</sup> 正柱中加入少量碘蒸气使得电子温度升高,而电子密度大致维持不变。电子温度的增加有利于氦亚稳态密度的提高,因为 4416Å 上能级的主要激励机理是“彭宁碰撞”,所以增加了 4416Å 上能级的激发速率,而 4416Å 下能级的激发速率受电子温度变化的影响不大,甚至可能由于碘原子或分子的破坏速率增加而有所减少,最终导致 4416Å 激光输出

功率增强。他们的实验还表明在高的碘蒸气压区域,氦亚稳态密度、镉离子基态密度和 4416Å 上、下能级的集居密度减少,这可能由于电子温度有所下降和这些能级受碘原子或分子的破坏速率迅速增加的缘故,故 4416Å 激光输出功率下降。我们认为由于 3250Å 和 4416Å 具有相近的上、下能级和相同的激励机理,它们的最佳放电参数也相当<sup>[1]</sup>,使得碘蒸气对 3250Å 激光的影响结果和 4416Å 基本相同。

在相同放电条件下,3250Å 的增益比 4416Å 约小 2.5 倍,加入少量的碘对提高 3250Å 的增益有一定的实用意义,在使用中要注意碘蒸气的提纯和防止它对反射镜或窗片的沾污。

### 参 考 文 献

- [1] 《激光》, 1979, 6, No. 8, 28.
- [2] T. Arai; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1977, **QE-13**, No. 6, 405.
- [3] T. Arai; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1978, **QE-14**, No. 5, 374.

### 简 讯

## 79-激光国际会议简介

由光学和量子电子学协会主持的 79-激光国际会议于 1979 年 12 月 17~21 日在美国佛罗里达州奥兰多市召开。参加会议的有四百多人,其中百余名来自西欧、东欧、苏联、日本、新、澳、北美和南美等十五个国家。我国干福熹(中国科学院上海光学精密机械研究所)和吕保维(中国科学院电子学研究所)作为特邀代表参加,在会上分别作了“中国科学院的激光研究”和“中国的气体激光器”报告,受到会议的注意。在 5 天时间内分三个会议,进行了 265 篇报告,分成 26 个专题。会议的内容着重于新型激光器、激光单元技术的应用。在新型激光器方面对分子激光器、自由电子激光器、金属蒸气激光器、空心阴极激光器、闭合循环高重复频率气体激光器和小型可调谐固体激光器等比较重视;在激光基础研究方面有亚微微秒激光光谱、双稳态、相共轭、超辐

射、激光反应动力学、多光子吸收和解离等;在单元技术的应用方面有自适应光学、激光实时全息、激光陀螺、激光遥感、激光雷达和激光在医学上的应用等。对自由电子激光器、准分子激光器和空心阴极激光器的前景还分别举行了专题讨论。据各方面反应,与上届会议相比较,报告的质量和与会者讨论的兴趣都有所提高。大家还认为,根据会议的性质和宗旨,在基础研究方面报告较多,应用研究的报告还感不足。我国代表首次参加会议,了解到不少激光发展的动向和激光研究的新结果,在会内外与国外学者作了广泛交谈,增加相互了解和友谊,有助于国际间激光学术交流。下届会议——80 激光国际会议将在美国路易西安纳州新奥尔良(New Orleans, Louisiana USA)于 1980 年 12 月 14~19 日召开。

(干福熹)