

## 40 W 铜蒸气激光器的研究

陶永祥 梁宝根 尹宪华 崔健力 陈莉菲

(中国科学院上海光机所)

### Study of 40W copper vapor lasers

Tao Yongxiang, Liang Baogen, Yin Xianhua, Cui Jianli, Chen Lifen

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia, Sinica Shanghai)

**Abstract:** The design and performances of a 40W copper vapor laser are described, and the operation parameters of this laser are given.

**Key words:** copper vapor, aluminum oxide ceramic fiber

I. Smilanski<sup>[1,2]</sup> 和 Anderson, B. E. Warner<sup>[3]</sup> 等人在大口径器件上首次实现了平均输出功率 20 W 以上的铜蒸气激光器的运转, 证实了利用管径比例法可以实现 50 W 以上的铜蒸气激光功率输出。由于铜蒸气激光器脉冲重复频率高 (5~15 kHz), 发射波长为绿色 (510.6 nm) 和黄色 (578.2 nm), 短脉宽 (~30 ns), 使它在激光分离同位素铀、燃烧研究、水下研究、摄影术和全息术、半导体制造、指纹检测、医疗等方面都有重要的应用潜力。本文报道 40 W 铜蒸气激光器的研究结果。

### 一、激光器的结构和放电电路

激光器的结构示于图 1。高温金属电极与高纯陶瓷放电管 ( $\phi_{\text{内}}35 \times 1000 \text{ mm}$ ) 同轴放置

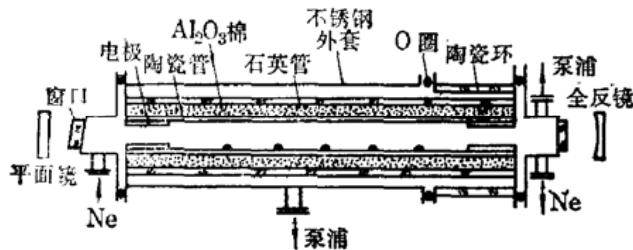


图 1 40 W 铜蒸气激光器结构原理

组成放电室, 铜蒸气源——纯铜块置于陶瓷放电管内。管外用氧化铝陶瓷纤维棉作绝热层, 绝热层外为一石英管。石英管外为一不锈钢外套管, 作为器件放电时的回流套, 以减小放电电感, 提高放电电流脉冲上升速率。为防止在石英管与回流套之间产生击穿放电和进一步改善放电管与外界绝热效果, 石英管与回流套之间需抽成  $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{ Torr}$  的真空。激光谐振腔由相距 1750 mm 的全反射平凹腔镜 ( $R=5000 \text{ mm}$ ) 和平板玻璃镜组成。

激光器放电电路中, 储能电容取 6 nf, 锐化电容取 1 nf, 用 4050 型闸流管作开关。放电脉冲重复频率为 5~8 kHz, 放电电压为 10~16 kV, 输入平均电功率为 4.5~6 kW。

激光器放电电路中, 储能电容取 6 nf, 锐化电容取 1 nf, 用 4050 型闸流管作开关。放电脉冲重复频率为 5~8 kHz, 放电电压为 10~16 kV, 输入平均电功率为 4.5~6 kW。

### 二、实验结果和讨论

1. 当激光器用 15~30 Torr 的 Ne 作缓冲气体, 放电重复频率为 5~7 kHz, 放电电压为

12~16 kV 工作时, 输出 41 W 最高激光平均功率, 效率为 0.7%。图 2 示出了激光器的效率曲线。随着输入功率的增加, 放电管的管壁温度增高, 铜蒸气密度也增大, 从而激光输出功率也增加。用光学电子高温计测得 6 kW 输入状态时放电管的内壁温度仅为 1450°C, 这说明器件基本工作于“负”高温状态。

2. 当激光器运行在一定的输入功率 ( $P_{in}=5.5\sim6.0$  kW) 状态时, 激光输出功率明显地随缓冲 Ne 气压的增高而减小(图 3)。Ne 气压增高, 激光输出功率减小的主要原因是电子与 Ne 原子的碰撞速率随气压增高而增大, 导致铜原子的峰值电子温度下降的结果。此外, Ne 气压增高, 还使放电电流脉冲的峰值减低, 宽度增大, 电子密度上升, 这也将导致等离子体柱内的超弹性碰撞速率增大, 亚稳原子的密度增加, 这也是激光功率下降的原因之一。

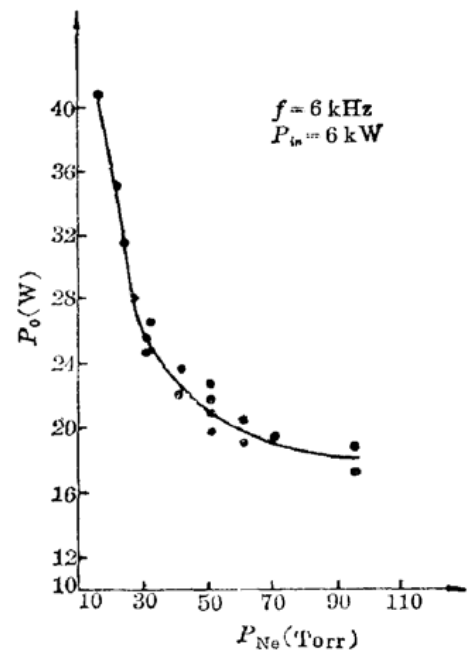
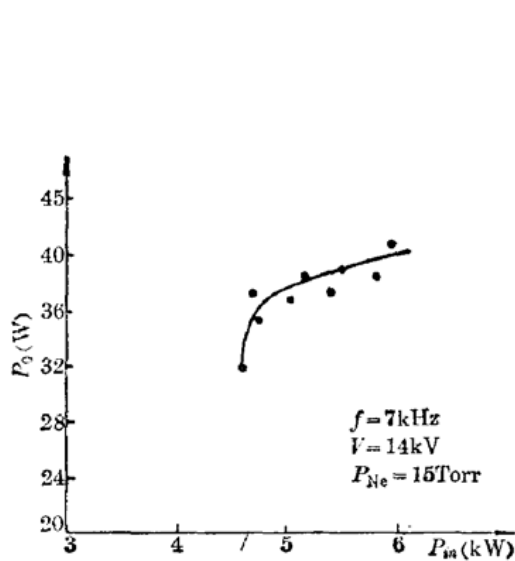


图 2 激光输出功率  $P_0$  与输入功率  $P_{in}$  的关系曲线

图 3 激光输出功率  $P_0$  与 Ne 气压  $P_{Ne}$  的关系曲线

3. 由于放电管的冷端效应, 铜原子蒸气密度存在明显的轴向梯度  $dn/dx$ , 从而造成它们向两端的扩散。我们观察到工作在  $P_{Ne}=25\sim30$  Torr,  $P_{in}=6$  kW 状态的激光器, 其两端窗口玻璃在累计工作 100 小时以后, 便出现明显沾污。与新的干净窗玻璃相比较, 对激光器的二个工作波长的透过率均有明显的下降。这将使激光器的输出功率明显下降。

4. 激光器的输出特性为黄(578.2 nm)绿(510.6 nm)光之比约为 3.6:6.4, 激光光束直径  $\sim\phi 33$  mm; 光束发散角  $<10$  mrad; 激光脉冲宽度  $\sim 30$  ns; 峰值功率  $\sim 230$  kW。长时间(100 小时以上)运转表明, 这种器件保温层的结构和参数、激励电源与放电管之间的电耦合效率、窗口的沾污、光束质量等方面还将待进一步改善和提高。

### 参 考 文 献

1. I. Smilanski *et al.*, *Opt. Commun.*, **25**, 79(1978)
2. I. Smilanski *et al.*, *Opt. Commun.*, **30**, 70(1979)
3. B. E. Warner *et al.*, in CLEOS, 26~28 Feb. 1980, Digest of Technical papers(Opt. Soc. of Am, Wash. D. C.), 90(1980)

(收稿日期: 1988 年 5 月 3 日)