

# 长寿命封离式溴化亚铜激光器的研究

赵裕兴 梁宝根 汤星里

(中国科学院上海光机所)

## Study of longlife-time sealed-off copper-bromide vapor laser

Zhao Yuxing, Liang Baogen, Tang Xinli

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

**Abstract:** A stable discharge laser structure was used. Pollution of two lasers with the same structure but different heat preservation conditions were compared. It is pointed out that the transmittance of output windows was one of the main causes which limits the life-time of the copper-bromide vapor laser.

### 一、引言

卤化亚铜激光器由于其工作温度比纯铜激光器低得多,在使用、制作上都更方便,越来越受到人们的关注。作为实用化器件,封离式是比较简单的。但由于寿命比较短,限制了它的应用。器件寿命短的原因,有人认为是热扩散减少了管中工作物质<sup>[1]</sup>;另一看法是扩散引起窗口污染<sup>[2]</sup>。文献[3]利用加热保护窗口和在电极上放多孔铜的方法减少溴密度,器件能在2到4W输出达500多小时。

从[2,3]的实验中,虽然窗口温度达到工作温度,但效果还不是十分理想。我们对保温方法作了改进,得到了更好的结果。

### 二、实验描述

激光器结构如图(1)所示。

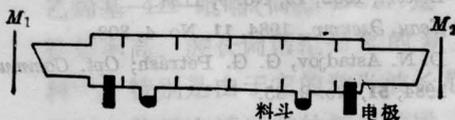


图1 实验用激光器结构

主放电管外径4cm,中间封有5个厚3mm的石英环,其内径为1.9cm,有效放电体积约280cm<sup>3</sup>。后腔片是半径为5m的凹面镜,前腔片M<sub>2</sub>是普通的平板玻璃。

经过改进后的激光器保温系统如图2所示。在窗口和电极之间留有一冷区,其目的是为了更有效地阻止物质向窗口扩散。

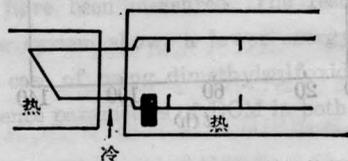


图2 管(1)的保温系统

我们利用氦氖激光632.8nm,在实验中对激光器的透过率进行了测量。

两料斗中装有35g溴化亚铜料,用数字式温度计检测管壁温度,通过调节外加电压就可以使主放电管管壁温度在520°C,工作频率为16.7kHz,输入功率1000W左右。

### 三、实验结果和讨论

管(1)是窗口保温的激光管,管(2)是窗口自然

冷却的激光管。

图3给出了激光器(1)工作过程中输出功率和透过率的变化。管(1)工作了300小时输出还没有明显下降的趋势。管(2)的窗口没有得到保护,透过率和输出很快地下降(管(2)的工作条件与管(1)的基本相同)。

在实验中发现,工作物质的消耗不是影响输出功率的主要因素。料消耗率约为14小时1g。

从透过率的测量结果看,我们采用的分段保温方法取得了比较满意的结果,300小时后,窗口基本无污染,透过率仅下降10%。而从文献[2,3]的结果看,150小时时透过率就下降了30%,输出下降了一半。

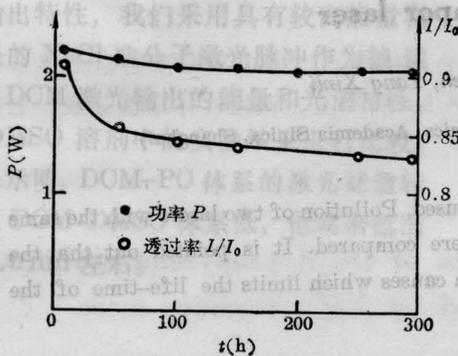


图3. 管(1)输出功率和透过率随工作时间的变化

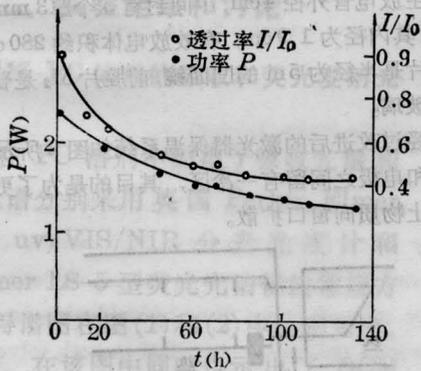


图4. 管(2)的输出功率和透过率随工作时间的变化

#### 四、理论计算

我们建立了一个以氖气为缓冲气体的铜蒸气激光器的动力学模型。模型中腔内光强的表达式为

$$\frac{dI}{dt} = IBh\nu\Delta nL_a/L_c - CI(1-R)/L_c + h\nu CA[Cu^*]\alpha - \frac{CI(1-T)}{L_c}$$

式中B是受激辐射系数; $\Delta n$ 为反转粒子数密

度; $L_a$ 为激光器有效增益区长度; $L_c$ 是激光器腔长; $C$ 为光速; $R$ 为输出镜的反射率; $A$ 是自发辐射系数; $[Cu^*]$ 表示激光上能级粒子密度; $\alpha$ 为几何因子; $T$ 为激光器透过率。在一定的初始条件下,不同透过率时,计算了输出光强峰值 $I_{0max}$ ,输出光波形脉宽 $\Delta t$ 的变化。

图5给出了 $I_{0max}$ 相对值随透过率 $T$ 的变化关系,可见二者的关系是线性的,即 $I_{0max}=I'T$ , $I'$ 是无窗口损耗时的输出光强峰值。同时从图6的脉宽 $\Delta t$ 和透过率 $T$ 的关系看出,也是一个线性关系,即 $\Delta t=\Delta t'T$ , $\Delta t'$ 是无窗口损耗时的脉冲宽度。可以得到,输出功率 $P$ 随窗口透过率的变化关系近似为 $P=P_0T^2$ , $P_0$ 为 $T=100\%$ 时的输出功率。可见,激光器窗口透过率的下降对输出功率有很大的影响。但由于采用的是纯铜激光器的模型,这里的计算结果只是强调了透过率对激光器工作影响的重要性。

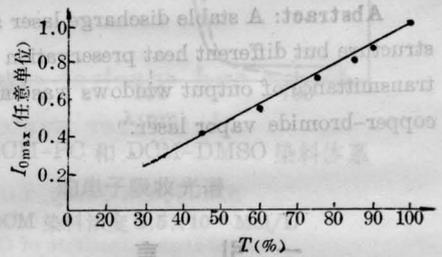


图5 输出光强峰值随透过率变化的计算结果

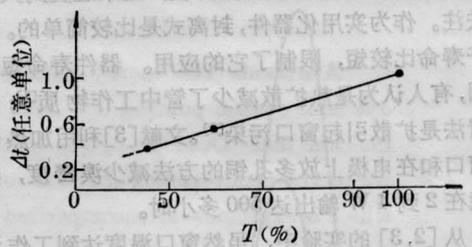


图6 脉宽随透过率变化的计算结果

#### 参考文献

- [1] N. Kvaehkov, G. G. Petrash; *Sov. J. Quant. Electr.*, 1982, 12, No. 9, 1128.
- [2] *Кван. Электр.*, 1984, 11, No. 4, 808.
- [3] D. N. Astadjov, G. G. Petrash; *Opt. Commun.*, 1984, 51, No. 2, 85.

(收稿日期:1986年9月4日)