

## 简单紧凑的电晕预电离溴化汞准分子激光器

**Abstract:** The experimental results on HgBr ( $B^2\Sigma_u^+ - X^2\Sigma_u^+$ ) excimer laser oscillation with corona preionization and transverse fast-discharge in Ne-N<sub>2</sub>-HgBr<sub>2</sub> mixtures are reported.

### 一、引言

蓝绿波段是海水的“窗口”。蓝绿激光在海底通讯、海洋地形测绘等方面有极广泛的用途。

实现蓝绿激光的方法很多，本文主要报道运转在 502~504 nm 的放电激励溴化汞准分子激光器的振荡特性及初步分析激光器效率不能达到文献[1]所预算的 1.4% 的原因。

### 二、实验与结果

实验是在放电体积为  $0.5 \times 1.6 \times 60$  cm 金属法兰封激光管内进行，见图 1 所示。激光管长为 1080 mm，内径  $\phi 50$  mm，两端带有喇叭口的石英管；阳极为长 600 mm，外径 10 mm，两端有一定锥度的钼棒；阴极为内径  $\phi 20$  mm 的空心不锈钢套，放电弧面用宽 15 mm 的 80 目/mm 的不锈钢丝网包制而成。每根电极都用 10 个钢封线引出。用电晕预电离方式，其电极是用一根粗为  $\phi 0.05$  mm 镍铬丝封装在  $\phi 5$  mm 的石英细管内，并平放在空心阴极内。主电极与预电离电极由微晶玻璃制成的环状支架支撑，两端用不锈钢法兰和防氟密封圈使腔体与一组耦合镜密封。溴化汞的粉末放置在放电管中央突出的小球内。长为 600 mm 的加热炉对工作区加热，温度控制在  $150 \sim 200^\circ\text{C}$  之间，相应于溴化汞分压力变化范围为  $1 \sim 15$  Torr。用 Blumlein 电路提供泵浦能量。

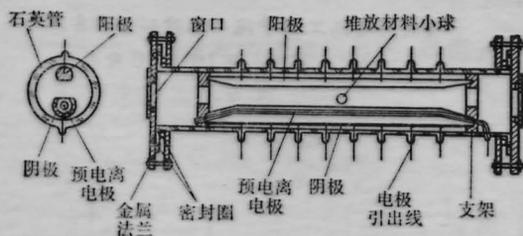


图 1 实验装置示意图

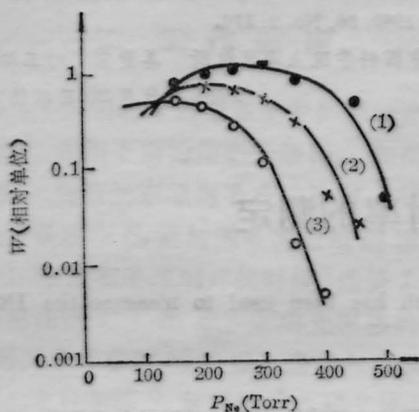
图 2 给出了一组典型的工作气压与输出强度的特征曲线。当 N<sub>2</sub> 与 Ne 的气压比为 1:7.5 时有最强的激光输出。在工作电压  $V_0$  为 25 kV，充 40 Torr 的 N<sub>2</sub> 和 300 Torr 的 Ne 以及 HgBr<sub>2</sub> 加热温度为  $180^\circ\text{C}$  时得到激光单脉冲输出能量为 3 mJ，效率约为 0.03%。而根据文献[1]上理论估算为 1~2%。激光器效率不高，在本实验中主要有以下几方面的原因。

实验测量了工作电压  $V_0$  与输出能量的关系。随着工作电压的升高，输出能量也增大，但到了 30 kV 后输出趋向饱和。这是由于电压过高在放电区产生弧光放电而造成的。产生弧光放电的工作电压与电极形状、表面平整度及电极表面的污染情况有关。图 3(1) 是激光器工作一个月后测得的曲线，它在 25 kV 时出现弧光，而曲线(2)是器件经过清洗后测得的，它在 33 kV 时才发生弧光放电。

其次是能量不能有效地注入激光介质。激光器的输出能量与器件两端的上升速率有关。因此除了增加储能电容的电压外，还必须尽量减少火花隙及回路的杂散电感  $L_s$  和脉冲传输线的电容  $C_p$  (当然传输线的电容不能太小，一般与储能电容之比为 1:2)。图 4 和表 1 给出了同一条件下，由 Blumlein 电路的平板电容和 CH-1 型陶瓷电容所组成的电路测得的激光脉冲波形。使用了集中参数电容使得  $L_s$  增加，影响了激光输出，导致激光效率的降低。

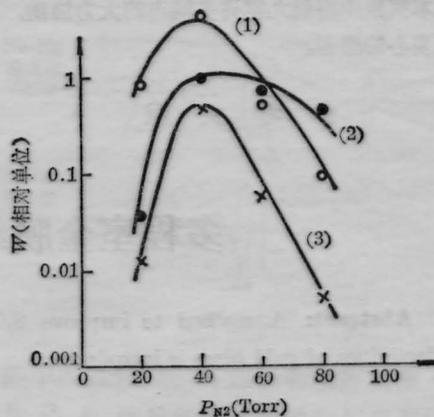
表 1 两种不同电容组成的电路的放电参数比较

	电容类型	前沿	半宽	底宽	相对强度
(1)	Blumlein 平板电容	60 ns	360 ns	1000 ns	1
(2)	CH-1 陶瓷电容	120 ns	400 ns	1600 ns	0.5



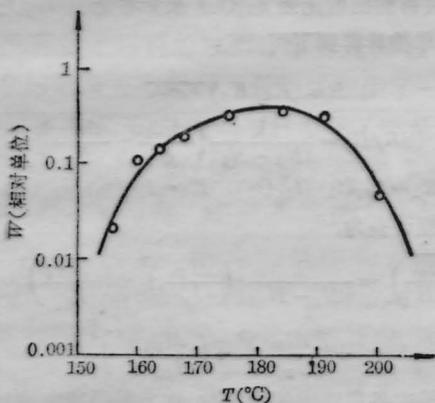
(a) 输出强度  $W$  与 Ne 气压关系

$V_0=20\text{kV}$ ;  $T=180^\circ\text{C}$ ;  
 $P_{N_2}=40\sim 80\text{Torr}$



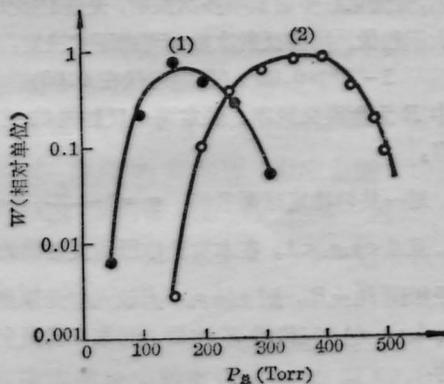
(b) 输出强度与  $N_2$  气压关系

$V_0=20\text{kV}$ ;  $T=180^\circ\text{C}$ ;  
 $P_{N_2}=(1)300\text{Torr}, (2)200\text{Torr}, (3)400\text{Torr}$



(c) 输出强度与  $\text{HgBr}_2$  加热温度关系

$V_0=20\text{kV}$ ;  $P_{N_2}=40\text{Torr}$ ;  
 $P_{N_0}=200\text{Torr}$



(d) 输出强度与总气压关系

$T=180^\circ\text{C}$ ;  $V_0=20\text{kV}$ ;  
(1)  $P_{N_2}:P_{N_0}=1:5$ , (2)  $P_{N_2}:P_{N_0}=1:10$

图2 激光输出强度与工作气压关系

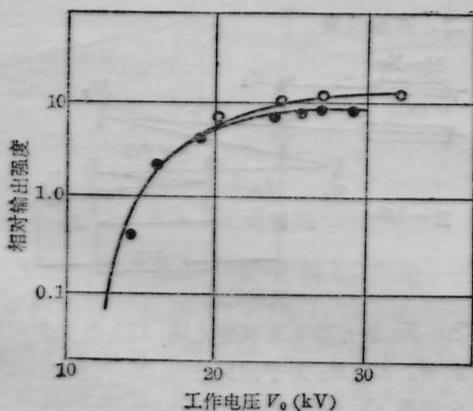


图3 工作电压与输出激光的关系

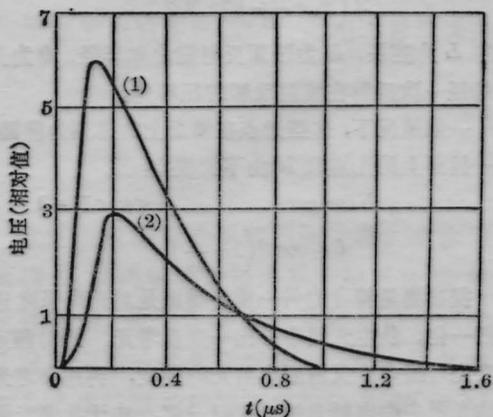


图4 溴化汞激光波形图

在本实验中得到九室许多同志的大力协助，在此表示衷心的感谢。

[1] E. J. Shimitschek, J. E. Celto; *Appl. Phys. Lett.*, 1980, 36, No. 3, 176.

(中国科学院上海光机所 姜爱宝 叶玉梅

1984年9月25日收稿)

## 参 考 文 献

# 多程室金膜红外反射率的测定

**Abstract:** A method to improve S/N ratio which has been used to measure the IR reflectivities of gold films is introduced.

### 一、测量原理

一般情况下，金膜有较高的反射率，在一次反射中损失的能量很小。同时 CO<sub>2</sub> 器件的输出功率不稳定，一般起伏在 5%。为了提高信噪比，利用多程室技术，让光束在多程室中多次反射，使透射损失的总和大于起伏。所需反射次数  $n$  可由下式决定：

$$1 - R^n > 0.05 \quad (\text{假定起伏在 } 0.05)$$

式中  $R$  为金膜反射率。假定两个反射镜的反射率相等。

对一共轴稳定球面系统： $g_1 = 1 - \frac{L}{R_1}$ ， $g_2 = 1 - \frac{L}{R_2}$ ，且  $0 < g_1 g_2 < 1$ 。在本实验中所用反射镜的曲率半径相同  $R_1 = R_2$ ，则  $g_1 = g_2 = g$ 。设入射光束坐标为  $(x_0, x'_0, y_0, y'_0)$ ，在传播  $N$  次后，光束在镜面上的坐标为：

$$x_N = (x_0 \cos N\theta + Lg/|g^2(1-g^2)|^{\frac{1}{2}}) \times (x'_0 - \frac{x_0}{R}) \sin N\theta$$

$$y_N = (y_0 \cos N\theta + Lg/|g^2(1-g^2)|^{\frac{1}{2}}) \times (y'_0 - \frac{y_0}{R}) \sin N\theta$$

式中  $L$  为腔长， $R$  为凹面反射镜曲率半径， $\theta$  为光束每经一次反射在镜面投影的扭转角。

一般情况下，这些光点在镜面上的排列为椭圆，每一镜面上的光点数  $N$  由下式决定：

$$N\theta = \mu\pi \quad 1 < \mu < N - 1$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(1 - \frac{1}{R}\right)$$

提高测量精度的另一重要措施是对光束强度进行归一化。从主光路中分出一束参考光，同时测定此束光与经多次反射后出射光的强度，再用参考光束的光强去除出射光强进行归一化。由于参考光强与出射光强及入射到多程室的光强具有相同的时间

因子，因此它们的比值是与时间无关的常数，这样就基本上消除了光强随时间起伏的影响。

在  $t_1$  时刻，同时测出经  $N_1$  次反射的出射光强  $I_{N_1}(t_1)$  及参考光强  $I_{D_1}(t_1)$ ；在  $t_2$  时刻，同时测出经  $N_2$  次反射的出射光强  $I_{N_2}(t_2)$  及参考光强  $I_{D_2}(t_2)$ ，经过简单推算得到下列公式：

$$R = (K_2/K_1)^{\frac{1}{N_2 - N_1}}$$

$$(\Delta R/R) = \frac{1}{|N_2 - N_1|} \left( \frac{\Delta K_2}{K_2} - \frac{\Delta K_1}{K_1} \right)$$

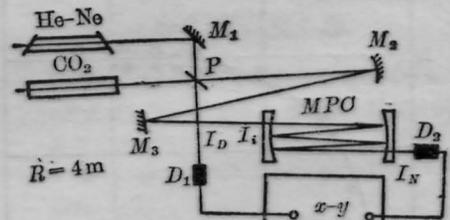
其中： $K_1 = I_{N_1}(t_1)/I_{D_1}(t_1)$ ， $K_2 = I_{N_2}(t_2)/I_{D_2}(t_2)$

其均方根误差为：

$$\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_s = \frac{1}{|N_2 - N_1|} \left[ \left(\frac{\Delta I_{N_1}}{I_{N_1}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I_{N_2}}{I_{N_2}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I_{D_1}}{I_{D_1}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I_{D_2}}{I_{D_2}}\right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

可见根号中各项均为仪器常数，均方根误差由  $N_2 - N_1$  的绝对值决定。本实验中选用西南电子技术研究所生产的“激光功率计”为探测器，精度 5%，记录仪为 X-Y 函数记录仪，精度 5%，则该系统理论误差并不大于 0.004 (取  $|N_2 - N_1| = 30$ )。

### 二、实验装置



实验装置

He-Ne 激光器用来调整光路，CO<sub>2</sub> 激光器用来进行测量。M<sub>1</sub>、M<sub>3</sub> 为平面反射镜，M<sub>2</sub> 为模匹配镜，P 为分束器，D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub> 为激光功率计。

在测量前先使氦-氖激光器与 CO<sub>2</sub> 激光器同光