

# 氮分子激光泵浦 POPOP 染料蒸气

傅克坚 宋云

(中国科学院物理研究所)

## 提 要

本文简单报导了用脉冲氮分子激光泵浦 POPOP 染料蒸气, 并对电激励染料蒸气进行初步探讨。

## 一、引 言

由于染料激光器的波长可调谐, 因此应用范围很广<sup>[1]</sup>。一般都用染料溶液作激光工作物质, 近年来才开始对染料蒸气进行一些探索<sup>[2]</sup>。这不仅因为气相激光工作物质可以克服溶液中光的不均匀性、热畸变及湍流等问题, 更重要的是, 光泵染料蒸气的成功给人们很大启示, 能否用电直接激励染料蒸气, 从而获得转换效率高、输出能量大的调频器件。

POPOP 是 1, 4 = [2(5 苯氧氮茂基)] 苯的简称, 其结构式为:



由于它的光学性能稳定、阈值低、易气化(在 350°C 它的蒸气密度相当于  $10^{-4}$  克分子溶液的浓度), 而且与其溶液一样, 也有宽的荧光发射谱带, 适用于调频, 所以是染料蒸气最佳的候选者。

我们用脉冲氮分子激光泵浦 POPOP 蒸气, 获得了激光, 并用光栅进行了初步调频。

## 二、实验及结果

实验装置见图 1。

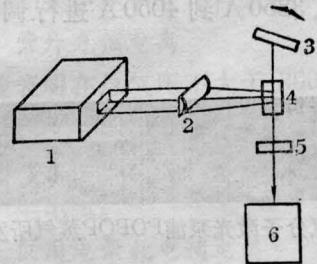


图 1 氮分子激光泵浦 POPOP 染料蒸气装置图

1—氮分子激光器; 2—柱面镜; 3—光栅; 4—染料蒸气池; 5—宽带反射镜; 6—光栅光谱仪

脉冲氮分子激光器由物理所氮分子激光器小组研制, 输出波长  $3371 \text{ \AA}$ , 输出功率 500 千瓦, 脉宽 6 毫微秒, 重复频率 10 次/秒。

染料蒸气池长 20 厘米, 直径 20 厘米。三面镶有光学石英窗, 其中旁侧的窗口正好垂直于两个端面石英窗, 并凹进去位于它们的中间。氮分子激光经过一个焦距为 38 厘米的石英柱面镜聚焦成一条线, 正好落在入射窗片的紧贴内壁处。染料池有一个小尾管, 用来放固体染料。

收稿日期: 1979 年 3 月 13 日。

整个染料蒸气池放在特制的可控温的炉内。在  $600^{\circ}\text{C}$  抽真空至  $10^{-6}$  除气。然后在尾管放入 5 毫克 POPOP 染料，再抽至  $10^{-6}$  封结。

POPOP 染料为分析纯，由上海试剂总厂制造。我们用前再重结晶纯化。

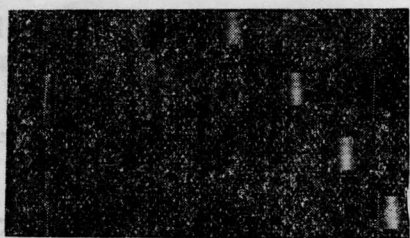
氮分子激光泵浦过程中，必须严格控制温度。一般使蒸气池主体温度为  $380^{\circ}\text{C}$ ，高于尾管  $30^{\circ}\text{C}$ 。这样一方面保证 POPOP 蒸气密度接近于它的溶液浓度，另一方面防止窗口雾霜。

在染料蒸气池两边加一对曲率半径为 2 米的宽带 ( $3800\sim 4200\text{ \AA}$ ) 反射镜构成谐振腔。一端为全反，一端反射率为 80%。

于染料激光输出的一端，用 1 米 WPG-100 型光栅光谱仪 (北京光学仪器二厂制) 摄谱，并用 Hg 灯定标。光谱见照片 1。然后将全反射镜换成一块 1200 条/毫米的平面反射光栅，可从  $3850\text{ \AA}$  到  $4050\text{ \AA}$  进行调谐 (见照片 2)。



照片 1 氮分子激光泵浦 POPOP 蒸气所发射的激光



照片 2 POPOP 蒸气发射激光，用光栅调谐

### 三、讨 论

我们在实验中多次观察到，氮分子激光聚焦在染料池入射窗壁处，形成一条黑线。为了排除温度的影响，我们特意控制染料蒸气池温度至  $390^{\circ}\text{C}$ ，历经 12 小时，未发现变

黑现象，证明不是因高温分解的，而是脉冲氮分子激光泵浦过程中，光引起 POPOP 分子分解，与 Smith<sup>[3]</sup> 看法一致。他们推测了 POPOP 蒸气光分解率为 13%。光分解率如此大，限制了染料蒸气激光器的效率。

我们可以设想用电激励 POPOP 染料蒸气时，会遇到两个关键问题：

(1) 大分子中化学键断键的问题。 $3371\text{ \AA}$  光子已观察到相当严重的光分解，可以想象当电激励染料蒸气时，由于电子能量服从麦克斯韦分布，某些电子能量远远超过化学键时，会使大分子断裂。因此，最好采用流动体系，不断补充新鲜染料蒸气。

(2) 三重态的干扰问题。在光激励过程中， $S_0$  (基态) 到  $S_1$  (激发单态) 为光允许跃迁； $S_0$  (基态) 到  $T_1$  态 (三重态) 为光禁戒跃迁。因此，只要在脉冲器件中，采取快速上升时间，基本上可以避免三重态的干扰。但是，电激励却不同，由于没有严格的选择定则，有可能从  $S_0$  态直接激励到  $T_1$  三重态。最近，H. W. Herman 等<sup>[4]</sup> 用初始能量为 25 电子伏的电子激励 POPOP 蒸气，研究了它的电子能量损耗谱图，证实可从基态跃迁到三重态，减弱了向  $S_1$  (激发单态) 的激励；更重要的是由于自旋允许跃迁的缘故， $T_1$  到  $T_2$  跃迁较强，这种三重态吸收光谱通常和荧光发射光谱有某种程度的重叠，使激光损耗。消除三重态的干扰，除了采用上升时间快速的电脉冲激励外，还要加入其他大量的缓冲气体，先使它激励到亚稳态，其能量比激发单态稍大几个电子伏特，再将激发能量转移给染料分子的  $S_1$  态。若解决这两者，将有大进展。

最近，G. Marowsky 等<sup>[5]</sup> 用电子束激励 POPOP 染料蒸气，首次观察到超辐射。无疑，这对电直接激励有机大分子的工作将是很大的促进。

染料蒸气池由高植权与于书吉师傅研制，特此表示感谢。

## 参 考 文 献

- [1] D. F. Schafer; «Dye Laser» (1973).  
[2] P. W. Smith; *Opt. Acta*, 1976, **23**, No. 11, 901.  
[3] P. W. Smith, P. F. Liao; *Opt. Commun.*, 1976, **17**, No. 3, 219.  
[4] H. N. Hermann, I. V. Hertel, G. Marowsky; *Appl. Phys.*, 1978, **15**, 185.  
[5] G. Marowsky, R. Cordray; *Appl. Phys. Lett.*, 1978, **32**, 561.

## POPOP dye vapor pumped by a molecular nitrogen laser

Fu Kejian Song Yun

(Institute of Physics, Academia Sinica)

### Abstract

Investigations on POPOP dye vapor pumped by a molecular nitrogen laser are briefly described and a preliminary study on electric excitation of the dye vapor is also introduced.



(上接第 64 页)

- (1970).  
[9] R. A. Wood *et al.*; *Opt. Commun.*, **8**, 248(1973).  
[10] R. S. Eng *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, **25**, 453 (1974).  
[11] C. K. N. Patel; *Appl. Phys. Lett.*, **28**, 603(1976).  
[12] J. F. Scott *et al.*; *Phys. Rev. Lett.*, **29**, 107(1972),  
[13] J. P. Sattler *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, **25**, 491 (1974).  
[14] M. A. Guerra *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-9**, 1157 (1973).  
[15] C. K. N. Patel; *Appl. Phys. Lett.*, **25**, 112(1974).  
[16] C. R. Pidgeon; *Appl. Phys. Lett.*, **19**, 333(1973).  
[17] N. Brignall *et al.*; *Opt. Commun.* **12**, 17(1974).  
[18] L. B. Kreuzer *et al.*; *Science NY*, **173**, 45(1971).  
[19] C. K. N. Patel; *Appl. Phys. Lett.*, **18**, 274(1971).7

## Spin-flip Raman laser

Cao Hongru

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

### Abstract

Fundamental principles, application and recent development of the spin-flip Raman laser are presented in detail. Stress is laid on the establishment of the physical concept and image rather than the complicated numerical derivations. A comprehensive introduction on the development of the spinflip Raman lasers abroad is given, and the features and possible trends for the development are analyzed.