

准分子激光泵浦的可调谐染料激光的研究

窦爱荣 上官诚 袁才来 叶超 权松*

(中国科学院上海光机所)

提要: 用 KrF 准分子激光泵浦 PTP 染料, 在甲醇、乙醇、环己烷和二噁烷四种溶剂中得到了紫外激光, 调谐范围为 335.8~345.9 毫微米, 激光线宽约 8 埃。用乙醇作溶剂时激光转换效率为 21%。

Investigation on tunable lasers pumped by an excimer laser

Dou Airong, Shangguan Cheng, Yuan Cailai, Ye Chao, Quan Song

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

Abstract: UV laser emission from the dye solutions of P-terphenyl in methanol, ethanol, cyclohexane and P-dioxane pumped by an UV-preionized KrF excimer laser is reported. Laser conversion efficiency is 21% when ethanol is used as solvent. UV tunable laser emission has been obtained in the range of 335.8~345.9 nm with the tuned linewidth of ~8 Å.

一、前言

用准分子激光泵浦 PTP 染料获得紫外波段激光, 国外已进行了广泛的研究, 例如 [1, 2] 的工作, 他们分别在 346.1~335.4 毫微米和 323~364 毫微米内获得了调谐激光。我们应用几十毫焦耳的 KrF 激光脉冲(波长 248 毫微米)泵浦 PTP 染料, 在甲醇、乙醇、环己烷和二噁烷等四种溶剂中都获得了紫外激光并有较高的激光转换效率。

二、实验装置

实验装置如图 1 所示。所用的 KrF 准

分子激光器输出波长为 248 毫微米, 激光光斑尺寸为 23×5 毫米²。C 是石英染料盒, 长、宽、高都是 2.5 厘米, 盒的两个输出窗口与泵浦光入射窗口成 85° 角, 这种安排是为了消除由染料盒窗口的反射所引起的寄生振荡。L 是石英透镜, 焦距为 54 厘米, D 是柱面透镜, 焦距为 8 厘米。M 为部分反射镜, G 为 1200 条/毫米光栅。PTP 染料由上海试剂一厂制造。KrF 激光经石英透镜和柱面透镜聚焦在染料盒内, 泵浦前 KrF 激光能量和所得到的染料激光, 分别用两个能量计 J_1 和 J_2 检测。KrF 激光的能量输出较稳定, 每喷射一次能量下降 $< 0.5\%$ 。

收稿日期: 1982 年 4 月 7 日。

* 长春光机学院。

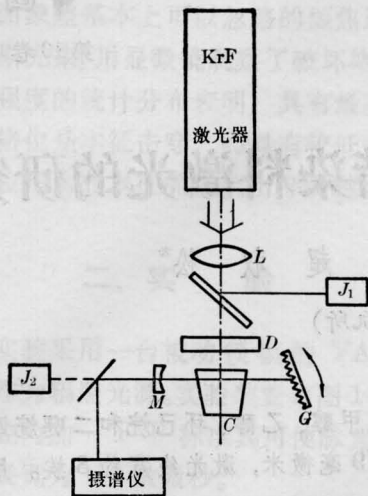


图1 KrF激光泵浦PTP染料激光调谐装置
L—石英透镜; D—石英柱面透镜; M—输出反射镜;
G—光栅; C—染料盒; J₁、J₂—能量计

三、实验结果

1. 激光能量转换效率

在染料激光输出的一端用 WPG-100 型 1 米光栅光谱仪(北京第二光学仪器厂制)摄谱,用 Hg 灯定标,对于甲醇、乙醇、二噁烷和环己烷四种不同溶剂的 PTP 染料激光的中心波长分别测得为 338、339、341、342 毫微

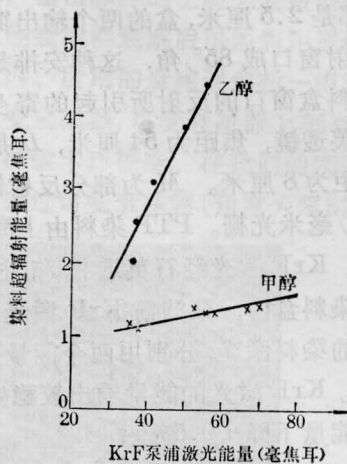


图2 在 10^{-2} 克分子/升 PTP 浓度下,不同溶剂的超辐射转换效率比较

米,其中以甲醇作为 PTP 染料溶剂是目前国外没有做过的,它的输出激光中心波长在这四种溶剂中最短。

在没有谐振腔的情况下,PTP 染料溶液在强的 KrF 激光照射时,在染料盒两端出现很强的紫外超辐射输出。图 2 是以甲醇和乙醇为溶剂的 PTP 染料溶液的紫外超辐射能量转换效率。

将图 1 装置上的输出镜换成不镀膜的石英平板,光栅换成全反射介质膜镜,测量以上几种溶剂的 PTP 染料激光的转换效率。在 10^{-2} 克分子/升的浓度下,乙醇、环己烷和二噁烷溶剂的转换效率分别为百分之 21、17.3、7.8。同一种溶剂含 PTP 染料的浓度不同,能量转换效率也不同。结果示于图 3 和图 4。

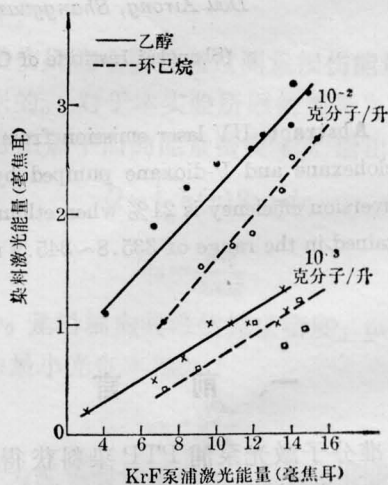


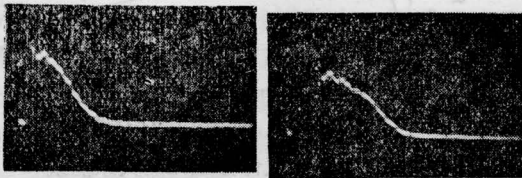
图3 以乙醇和环己烷为溶剂,对不同的 PTP 浓度的激光转换效率

2. 宽带调谐

按图 1 所示的实验装置, M 选用部分反射镜介质膜,透过率 20%(中心波长 3450 埃),对 PTP 染料激光的输出进行连续调谐,用 1 米平面光栅光谱仪摄取调谐谱,调谐谱示于图 5。由谱图可知,激光调谐范围为 335.8~345.9 毫微米,激光线宽 ~ 8 埃,与 D. G. Sutton 的实验结果相一致^[1]。

(下转第 288 页)

F 原子和其它 HF 分子的振动去激活作用。而激光波形不光滑，是由于振动能级的级联效应，形成了依次出现的振荡尖峰。



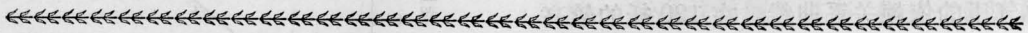
(a) $P_H=120$ 托 (b) $P_H=40$ 托

图 5 激光脉冲波形

$\tau = P_S/P_H = 5$; 主放电 32.5 千伏; 预电离 23 千伏
 时标: 100 毫微秒/格

用 W44 光栅单色仪 (光栅为 300 条/毫米) 测量了谱线的相对能量分布。在 120 托工作气压下, 共测得 19 条谱线, 最强的谱线是 $P_1(10)$ 支 (波长为 2.86 微米)。由于 HF 分子在被激发时, 级联效应使 $v=1 \rightarrow 0$ 跃迁加强, 而 $v=3 \rightarrow 2$ 在其后出现, 因此 $v=1 \rightarrow 0$ 的谱线最强, 而 $v=3 \rightarrow 2$ 的谱线较弱。没有进行时间分辨谱的研究。

在我们的实验中, 一次充气工作 100 次以上时, 激光输出能量下降 20%。由于反应



(上接第 282 页)

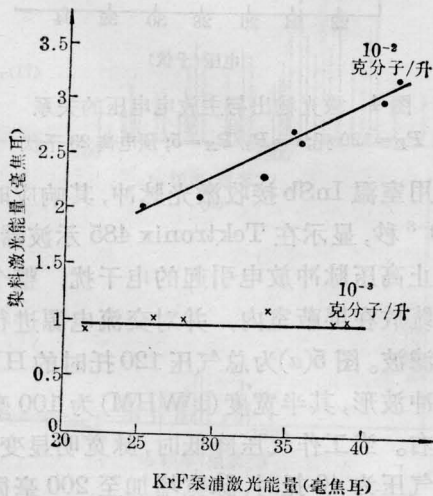


图 4 以二噁烷为溶剂的不同 PTP 浓度的激光转换效率

的不可逆性, 多次工作后应更换新的气体。

四、讨 论

激发参数最佳化主要有二方面的因素: 一是上面所研究的使气体工作参数最佳化, 它决定了 F 原子的产额及由此产生的振动激发 HF 分子数目, 在一定的放电条件下, 得到最强的激光辐射。另一因素是使放电参数最佳化。由于 HF 分子的振动弛豫速率很快, 需要快速激发, 我们曾用 C804 无感电容取代平板电容做了比较, 用铜皮与器件对称相连, 在同样的储能条件下 HF 激光输出只有 40 毫焦耳, 效率约 0.1%, 原因是集中参数电容的电感量使激发电流上升速率变慢。此外, 使传输线的特征阻抗和激光等离子体阻抗良好匹配是必要的, 这主要应从主放电元件值的选择及合理布局来进行研究。

参 考 文 献

[1] T. V. Jacobson *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1973, **QE-9**, 496.

3125.7 Å [3131.6 Å (Hg 灯线)] [3341.5 Å (Hg 灯线)] 3650.1 Å [3663 Å (Hg 灯线)]

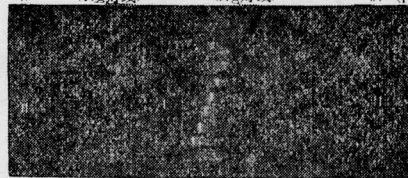


图 5 KrF 泵浦 PTP 染料激光调谐谱

参 考 文 献

[1] D. G. Sutton; *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **29**, No. 9, 563.
 [2] B. G. Odard; *Opt. Commun.*, 1976, **19**, No. 3, 325.