

XeCl 准分子激光泵浦若丹明 6G 等的窄带调谐

上官诚 林英仪 王怡曼 窦爱荣

(中国科学院上海光机所)

黄旦洪

(上海科技大学)

提要: 本文报道 XeCl 准分子激光泵浦若丹明 6G 乙二醇溶液的窄带可调谐染料激光的实验结果。调谐激光线宽 0.004 nm, 调谐范围为 572.7~612.9 nm, 激光转换效率 16.0%。同时也报道了其他七种染料的调谐实验结果。

Narrow bandwidth tuning of rhodamine 6G dye pumped by XeCl excimer laser

Shangguan Cheng, Ling Yingyi, Wang Yiman, Dou Airong

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

Huang Danhong

(Shanghai University of Science and Technology)

Abstract: In this paper the experimental study for narrow bandwidth tuning of ethylene glycol solution of rhodamine 6G pumped by a XeCl excimer laser is reported. The tunable range from 572.7 nm to 612.9 nm with linewidth of 0.004 nm has been obtained. The conversion efficiency is 16.0%. The experimental results of other seven dyes are also presented.

引言

若丹明 6G 染料具有多种优良特性, 在 YAG 和 N₂ 分子激光泵浦下获得高性能的可调谐染料激光。若丹明 6G 在紫外区有小吸收峰^[1], 在 XeCl 激光波长 308 nm 的吸收

系数和 N₂ 分子激光的数值接近, 但 XeCl 激光比 N₂ 分子激光的能量大得多, 因此它是若丹明 6G 较良好的泵浦光源。我们进行了 XeCl 准分子激光泵浦若丹明 6G 以及其他一些染料的调谐激光实验研究。现将所得结果简要描述于下。

收稿日期: 1984 年 10 月 10 日。

实验装置

图1是实验装置示意图。泵浦激光源是308 nm XeCl 准分子激光器^[2]，输出激光光斑尺寸 $23 \times 5 \text{ mm}^2$ 。柱面透镜的焦距为5 cm，染料盒由紫外石英制成，长、宽、高各为 $2.5 \text{ cm}^{[3]}$ 。染料激光腔由二块全反射平面铝镜 M_1 、 M_2 和全息光栅 G 组成。光栅刻线是2400条/mm，光栅宽度45 mm，是上海光学仪器厂提供的。采用大角度掠射方式放置光栅，光束全部充满光栅，使光栅既起扩束又起色散的双重作用，把零级作为输出。 M_2 安装在转台上，可以大角度转动。染料激光腔长为21.1 cm。虚线方框内的扩束器 D 、F-P标准具和透镜 L_2 是用于测定染料激光线宽的。 L_2 的焦距为11 cm，标准具厚2 mm。 SP 是1米平面光栅摄谱仪，光栅刻线1200条/mm，闪耀波长500 nm，用于摄取调谐激光辐射谱。

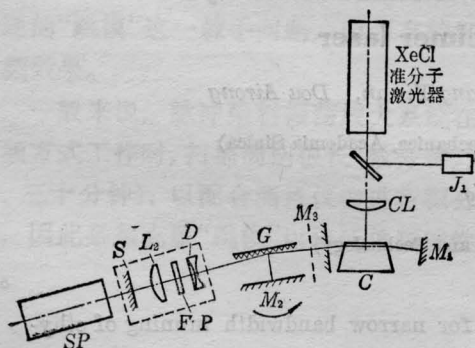


图1 实验装置图

J_1 —能量计； CL —柱面透镜； M_1 、 M_2 —全反铝镜； C —染料盒； G —光栅； D —扩束器； $F-P$ —标准具； L_2 —透镜； SP —摄谱仪

实验结果和讨论

1. 激光能量转换效率

XeCl 准分子激光泵浦若丹明6G的调谐研究文献中多半采用乙醇作为溶剂^[4]。我们通过若丹明6G溶剂效应的荧光谱的研究，

观察到乙二醇溶剂并不亚于乙醇溶剂。为此选用了乙二醇作为溶剂。溶液浓度为 $1.9 \times 10^{-3} \text{ M/l}$ 。

在图1的装置上，于染料盒的两侧放置两块反射镜 M_1 和 M_3 。 M_1 是全反射铝镜， M_3 是部分反射镜，透过率 $T=50\%$ 。由 M_3 耦合输出的染料激光能量可用能量计 J_2 直接测量，而泵浦激光能量由分束器分出一部分 J_1 测量。改变泵浦激光能量，测出染料激光能量。测量结果表示在图2上。激光能量转换效率约为16%。

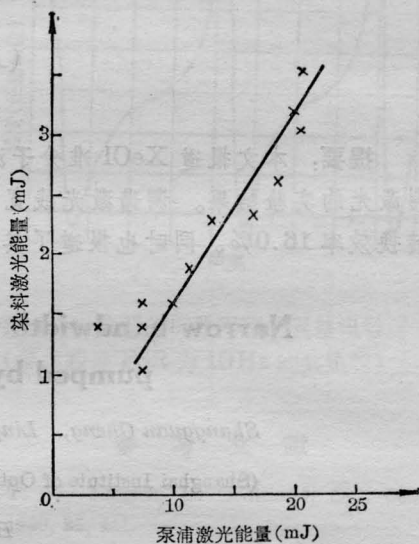


图2 染料激光能量随泵浦激光能量的变化关系

将染料激光引入光谱仪内，拍摄未调谐激光辐射谱，用汞灯标定，测得激光辐射谱的中心波长为581.8 nm。

2. 调谐激光

我们拍摄了若丹明6G的调谐激光辐射谱，调谐激光谱照片示于图3上。由调谐谱测得的调谐范围为572.7到612.9 nm，在光谱仪观察到的调谐范围比上述数据更宽，约46 nm。由于我们摄谱用的干板是过期的黄快干板，对长于600 nm以上的光感光很不灵敏，致使红端处的几条线未感光。

表1 XeCl 准分子激光泵浦多种染料的实验结果

染料名称	溶剂	浓度 (M/l)	峰值波长 (nm)	调谐范围 (nm)	转换效率 (%)
香豆素 151*	二氧六圆	6.8×10^{-3}	456.0	441.0~497.5	15.7
香豆素 152*	二氧六环	6.7×10^{-3}	483.0	458.0~514.0	13.8
香豆素 153*	二氧六环	7.2×10^{-3}	514.0	482.0~539.5	10.2
香豆素 47	乙醇	1.0×10^{-2}	462.0	448.0~471.5	4.2
香豆素 152	乙醇	1.0×10^{-3}	516.0	498.0~550.0	6.6
荧光素 Na	乙醇	1.2×10^{-3}	549.0	532.0~563.0	
若丹明 6G	乙二醇	1.9×10^{-3}	582.0	572.7~612.9	16.0
若丹明 6G/若丹明 B=1/5	乙二醇	6×10^{-3}	604.0	589.0~626.0	

* 天津化学试剂研究所提供的染料。

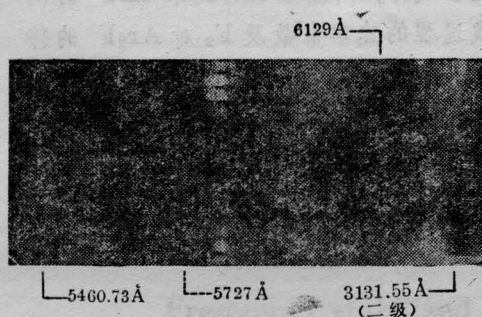


图3 调谐激光辐射谱

摄谱条件: 狭缝 $10 \mu\text{m}$; 曝光次数: 从下至上分别为 60、45、3、1、2、5、10、10、20、40

3. 调谐激光线宽的测量

我们主要以增大光栅掠角的方式来压窄线宽, 实测掠角为 $89^\circ 23'$ 。腔长亦较短, $\sim 21 \text{ cm}$ 。输出调谐染料激光经扩束, 通过 F-P 标准具产生干涉条纹, 在透镜 L_2 的焦平面 S 上成象, 照相记录。染料激光波长由分束器分出一部分染料激光输入单色仪测定, $\lambda = 578 \text{ nm}$ 。测得的干涉环照片示于图 4 上。根据干涉环照片, 测得近中心第一和第二圆环的直径 d_1 和 d_2 以及第一圈条纹的宽度 Δd_1 , 按下式^[5]

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{nd} \frac{\Delta d_1 \cdot d_2}{d_2^2 - d_1^2} \quad (1)$$

计算。式中 $n = 1.458$ ——标准具的折射率。 $d = 2 \text{ mm}$ ——标准具的厚度。实测调谐激光线宽为 0.004 nm 。

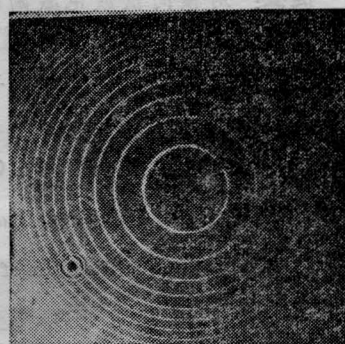


图4 若丹明6G调谐激光干涉环

4. 其他染料的调谐实验

XeCl 准分子激光适于泵浦许多种染料^[4], 特别适于泵浦香豆素类染料。我们也研究了五种香豆素染料的调谐激光, 有些指标如 C_{153} 的效率优于文献数值^[4]。另外我们还用于泵浦若丹明 6G 和若丹明 B 的混合染料, 测得的激光峰值波长和调谐范围发生了明显的红移, 所得结果都列于表 1。

杨光同志参加本实验的部分工作, 吴正亮同志提供了部分染料, 沈桂荣同志提供了高质量光栅, 特此致谢。

参 考 文 献

- [1] K. L. Hohla; *Laser Focus*, 1982, 18, No. 6, 67.
- [2] 上官诚等; 《中国激光》, 1984, 11, No. 1, 4.
- [3] 窦爱荣等; 《激光》, 1983, 10, No. 5, 281.
- [4] H. Tello, W. H. Her; *Opt. Commun.*, 1981, 38, No. 5~6, 402.