

新型近红外域调 Q 及锁模用染料 *

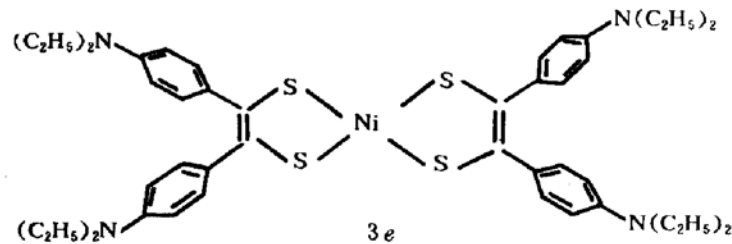
陈翔风 程铸生

(华东理工大学精细化学系, 上海 200237)

提要 合成了吸收在红外域 1270 nm 的红外调 Q、锁模染料, 它的四氯乙烯溶液及聚甲基丙烯酸甲酯薄膜能对 1064 nm 和 1079 nm 激光进行满意的调 Q, 脉宽为 4~7 ns。当用其二甲基亚砷溶液对 1079 nm 和 1340 nm 激光进行锁模时, 显示出优良性能, 锁模脉宽为 30~50 ps。

关键词 染料, 激光染料, 调 Q, 锁模

本文成功地合成了新型近红外染料: 二〔1, 2—二(4-N,N—二乙氨基苯基)-1, 2-二硫代乙炔〕合镍, 化学结构为^[1,2]



属镍络硫代双烯型结构, 具有优良光化学稳定性, 经化学元素分析, 红外光谱、质谱、紫外光谱等鉴定, 确证了结构。

1 染料的紫外光谱测试

测试结果示于表 1。

Table 1 Absorption of dye BDN-3e

Solvent	Triethylamine	Tetrachloro-ethylene	1,2-Dichloro-ethane	DMF	Cyclobutyl-sulfone	DMSO
λ_{max} (nm)	1070	1085	1195	1225	1260	1270

* 国家自然科学基金资助项目。

收稿日期: 1993 年 9 月 2 日, 收到修改稿日期: 1993 年 12 月 3 日

2 染料调 Q 性能测试

染料用于调 Q、锁模时可以将染料溶于适当溶剂中，然后注入染料盒。放在激光谐振腔内，实验中我们除用染料溶液法外，还应用高分子材料，以聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)及聚砜塑料作为分散介质，做成含有染料的薄膜。作为轻便的固体元件，有利于激光器的微型化。

2.1 聚甲基丙烯酸甲酯染料薄膜的制备

将纯化过的聚甲基丙烯酸甲酯溶于甲苯溶液中，然后与定量染料氯仿溶液混合均匀，将此溶液在玻璃板上涂布，待溶剂蒸发。取下薄膜即成，其所含染料浓度为 $3.93 \times 10^{-6} \text{ mol/g}$ 。标号为(BDN-3e-2)。

聚砜塑料染料薄膜按上述同样方法制备，其所含染料浓度为 $3.15 \times 10^{-6} \text{ mol/g}$ 和 $3.94 \times 10^{-6} \text{ mol/g}$ 。标号为(BDN-3e-3)和(BDN-3e-4)。

2.2 染料调 Q 性能测试

测试装置简图如图 1。图中 1 为 He-Ne 激光器，2 为光阑，3 为全反射膜，4 为染料盒(片)，5 为激光谐振腔含氙灯，6 为半反膜，7 为能量计，8 为光电探测器，9 为内调焦望远镜，10 为固体激光电源，11 为检流计，12 为示波器，13 为直流电源。

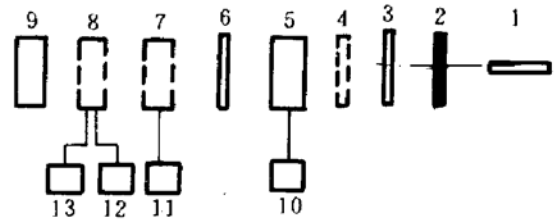


Fig. 1 Experimental arrangement of Q-switching

2.2.1 染料调 Q Nd : YAG 激光器

测试条件为：激光波长： $1.064 \mu\text{m}$ ；工作物质棒： $\phi 3.5 \times 50 \text{ mm}$ Nd : YAG 棒；谐振腔长： 73 mm ；储能电容： $C_1 \sim C_5$ ；输出镜透过率： $T = 50\%$ 。

测试结果见表 2，能量输出特性曲线见图 2，调 Q 脉冲波形见图 3。

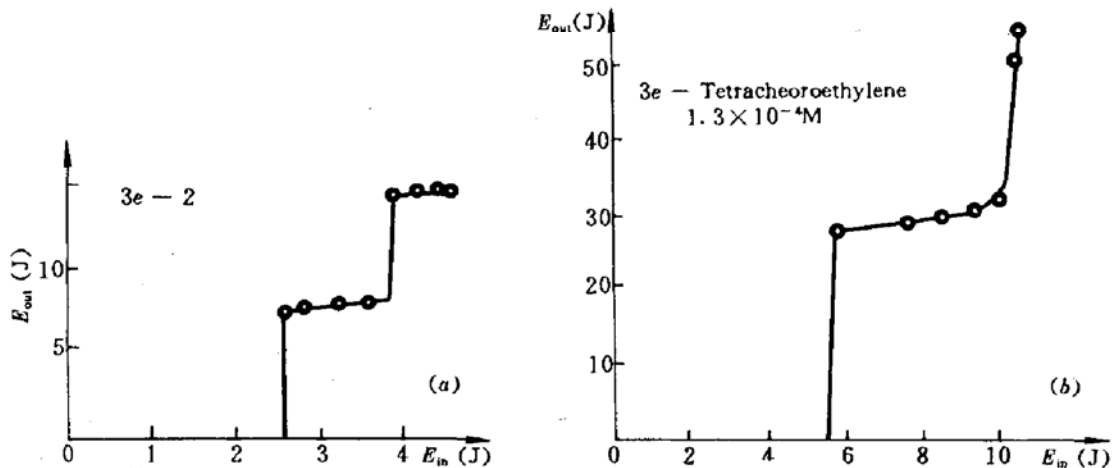


Fig. 2 $E_{out} \sim E_{in}$ curve

2.2.2 染料调 Q Nd : YAP 激光器

测试条件为激光波长： $1.079 \mu\text{m}$ ；工作物质棒： $\phi 3.5 \times 50 \text{ mm}$ (Ce,Nd) : YAP；谐振腔长： 130 mm ；储能电容： $C = 21 \mu\text{f}$ ；输出镜透过率： $T = 92\%$ 。

Table 2

Q-switching elements	Input voltage U (V)	Input energy E_{in} (J)	Output energy E_{out} (mJ)	Static output energy E_{out} (mJ)	Dynamic-static ratio η	pulsed width (ns)
3e-C ₂ Cl ₄ 1.6 × 10 ⁻⁵ mol/l C ₁ = 42 μf	430	3.9	14.8	52.0	29%	
	550	6.4	14.2			
	570	6.8	14.5			
	600	7.6	28.0			
	650	8.9	28.7			
3e-C ₂ Cl ₄ 1.3 × 10 ⁻⁴ mol/l C ₂ = 12 μf	730	5.6	27.7	81.0	34%	4
	850	7.6	28.2			
	900	8.5	28.5			
	950	9.5	30.5			
	1000	10.5	48.0			
	1010	10.7	55.0			
3e-2 C ₃ = 12 μf	690	2.8	7.6	34.5	22%	7~8
	700	2.9	7.9			
	750	3.4	7.7			
	780	3.7	7.6			
	810	3.9	14.6			
	840	4.2	14.7			
3e-3 C ₄ = 12 μf	810	3.9	4.2	57.0	7%	7
	850	4.3	4.2			
	900	4.9	4.5			
	930	5.2	8.2			
3e-4 C ₅ = 12 μf	740	3.3	2.8	46.4	6%	15
	800	3.8	3.5			
	820	4.0	3.6			
	840	4.2	6.7			

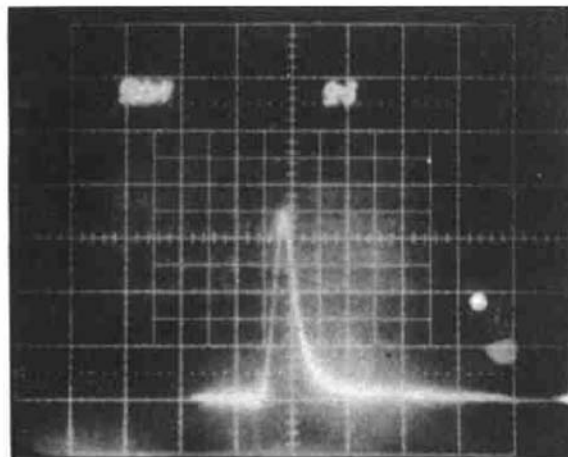


Fig. 3 Oscillogram of 3e tetrachloroethylene switching

测试结果见表 3, 能量输出特性曲线见图 4, 调 Q 脉冲波形图见图 5。

Table 3

Q-switching element	Input voltage U (V)	Input energy E_{in} (J)	Output energy E_{out} (mJ)	Static output energy E_{out} (mJ)	Dynamic-static ratio η	Pulsed width (ns)
3e- C_2Cl_4 1.6×10^{-5} mol/l	710	5.3	4.3	19.0	23%	
	730	5.6	4.1			
	750	5.9	4.5			
	780	6.4	9.0			
	800	6.7	9.2			
3e- C_2Cl_4 1.3×10^{-4} mol/l	720	5.4	8.2	34.0	24%	6
	760	6.1	8.8			
	780	6.3	9.2			
	800	6.7	16.8			
	840	7.4	17.2			

表 2, 表 3 中的 $\eta = \frac{E_{out}^{Tr}}{E_{out}} \times 10\%$ (E_{out}^{Tr} 为阈值输出能量, 即每组 E_{out} 的第一个数据)。

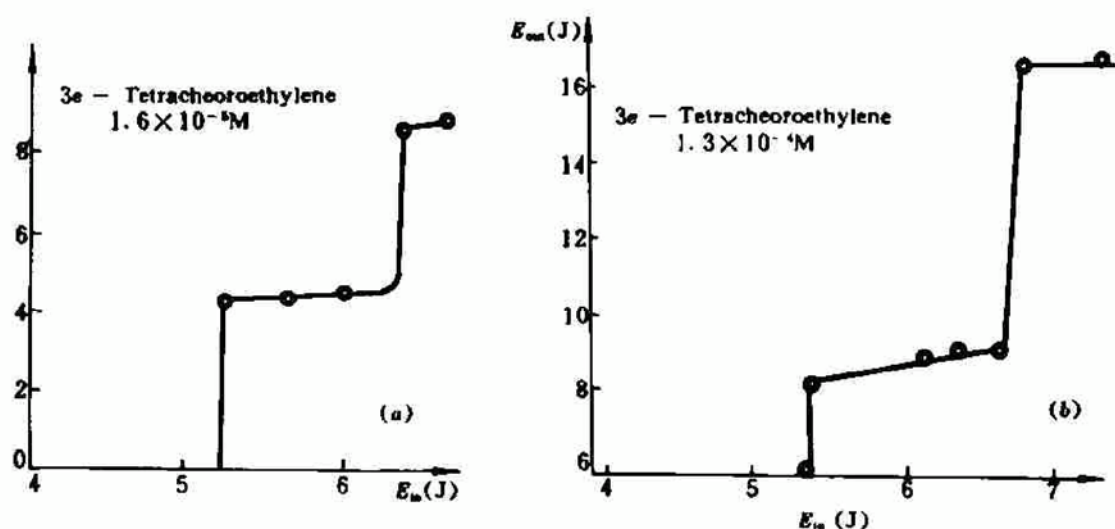
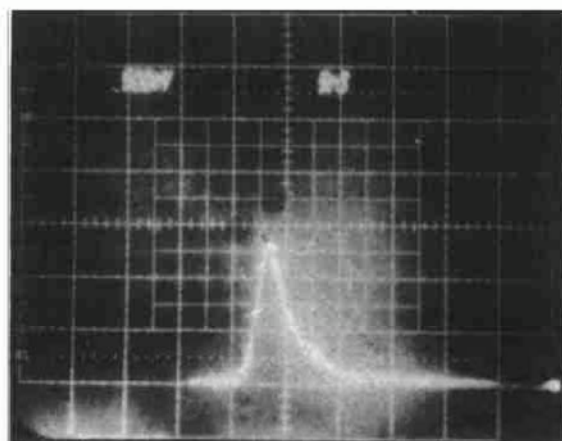
Fig. 4 $E_{out} \sim E_{in}$ curve

Fig. 5 Oscillogram of 3e tetrachloroethylene switching

3 染料锁模性能测试

测试装置如图 6 所示。图中 1 为 $1.079\ \mu\text{m}$, $1.340\ \mu\text{m}$ 部分反射膜; 2 为倍频晶体; 3 为 $1.079\ \mu\text{m}$ 全反射膜; 4 为 $(\text{Ce}, \text{Nd}) : \text{YAP}$ 棒; 5 为染料池; 6 为 $1.340\ \mu\text{m}$ 全反射膜; 7 为能量计; 8 为示波器。

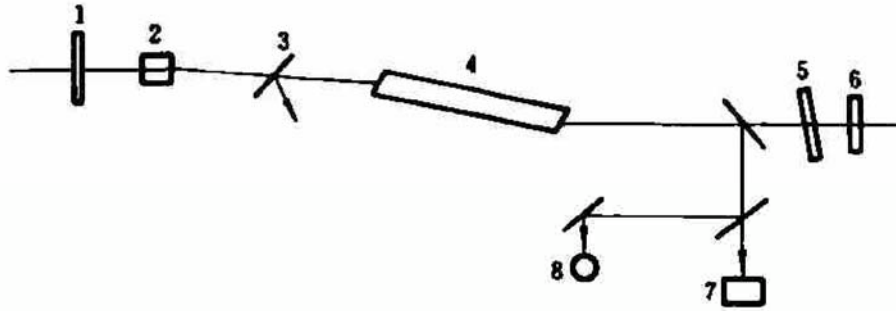


Fig. 6 Diagram of mode-locking

3.1 用 $3e$ 的二甲亚砷溶液对 $1.079\ \mu\text{m}$ 激光进行锁模, 获得稳定的锁模波形, 见图 7, 脉宽为 $30\sim 50\ \text{ps}$ 。输出能量为 28.6, 27.4, 25.7, 24.2, 24.3, 23.0, 27.0 mJ, 平均为 25.7 mJ。

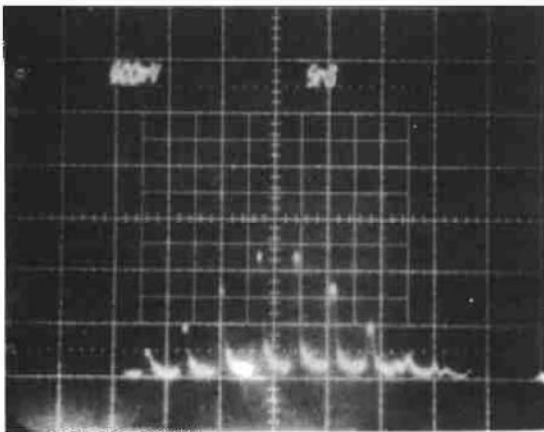


Fig. 7

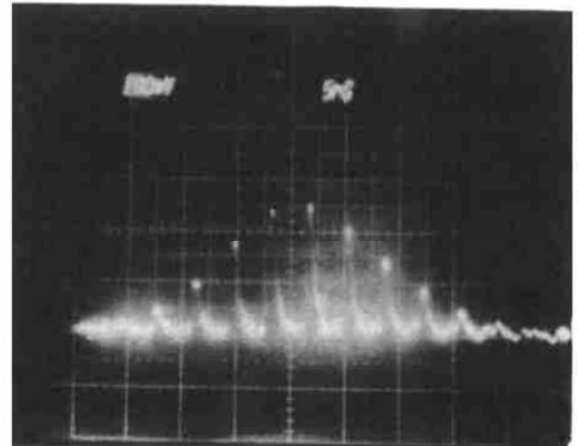


Fig. 8

3.2 用 $3e$ 的二甲亚砷溶液对 $1.340\ \mu\text{m}$ 激光进行锁模, 得到稳定的锁模波形, 示于图 8。脉宽为 $30\sim 50\ \text{ps}$ 。输出能量为 22.1, 19.5, 20.6, 22.7, 21.6, 25.0, 23.8, 25.3, 25.7 mJ, 平均为 22.9 mJ。

3.3 用 $3e-4$ (聚砷薄膜) 对 $1.340\ \mu\text{m}$ 激光进行锁模, 能得到锁模波形, 但波的稳定性稍差, 脉宽也稍宽些 (见图 9)。输出能量为 3.8, 3.3, 3.8, 3.5, 3.1, 3.5, 3.1, 3.3, 3.2, 3.1, 3.2 mJ, 平均为 3.4 mJ。

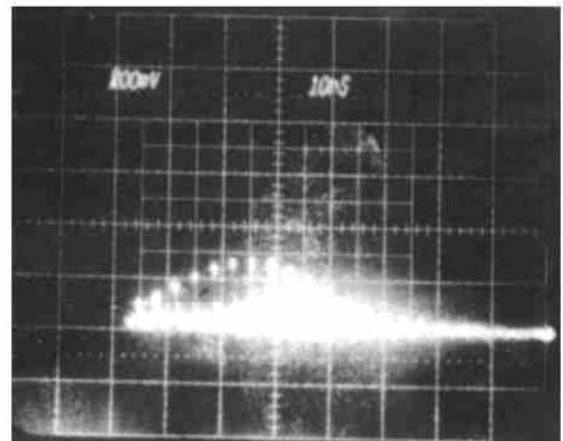


Fig. 9

参 考 文 献

- 1 Nobuhiro Kuramoto, Katsuya Asao. *Dyes and Pigments*, 1990, 12 : 65~77
- 2 Wolfgang Freyer. *J. Prakt. Chem.*, 1986, 328(2) : 253~260

A Novel Infrared Switching and Mode-locking Dye

Chen Xiangfeng Cheng Zhusheng

(*East China University of Chemical Technology, Shanghai 200237*)

Abstract A novel infrared laser dye absorbing at 1270 nm was synthesized. The properties of switching and mode-locking for different laser were investigated. It can *Q*-switch 1064 nm and 1079 nm lasers satisfactorily with tetrachloroethylene and PMMA film. The pulse-widths are 4~7 ns. It's DMSO solution shows excellent ability in mode-locking 1079 nm and 1340 nm laser. The pulse-widths are 30~50 ps.

Key words dye, lasing dye, *Q*-switching, mode-locking