

1,4-双[β-(取代苯基)乙烯基]苯衍生物的 激光转换效率与调谐范围测试

薛价猷*

(南开大学化学系)

提要: 测试了五种 1,4-双[β-(取代苯基)乙烯基]苯衍生物的激光转换效率和调谐范围。其激光转换效率高于 PPO 和香豆素-120 染料。这些化合物与氮分子激光或 Nd:YAG 激光三次谐波相匹配,可作为调谐范围在 4075~4300 Å 之间的激光染料使用。

Measurement of the conversion efficiency and tuning range of some 1,4-bis [β-(substituted phenyl) ethenyl] benzene derivatives

Xue Jiayou

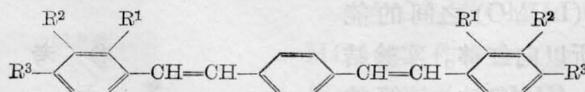
(Department of Chemistry, Nankai University)

Abstract: The conversion efficiency and tuning range excited with nitrogen laser or Nd:YAG (THG 354.7 nm) laser have been measured. It was found that these dyes give higher conversion efficiency than PPO and coumarin-120. The tuning range is between 4075~4300 Å.

1,4-双[β-(取代苯基)乙烯基]苯是一类比较优良的有机荧光物质,可用作有机闪烁剂、荧光增白剂。近年发现这类化合物也具有较好的激光性能^[1],是调谐范围在 4050~4300 Å 之间较适宜的激光染料。

我们合成并用氮分子激光器和 Nd:YAG 激光器(三次谐波)测试其激光性能。

1,4-双[β-(取代苯基)乙烯基]苯的结构式为:



化合物编号	I	II	III	IV	V
取	R ¹	H	H	H	OCH ₃
代	R ²	H	H	H	OCH ₃
基	R ³	H	CH ₃	C(CH ₃) ₃	Cl

收稿日期: 1982年4月23日。

* 参加本工作的还有张毓凡、潘家杏、王明真、汪小兰及上海光机所的叶霖和北京光电所的吴爱萍、吴黎华等同志。

表 1 氮分子激光泵浦化合物 I~V 的激光性能

化合物	激光峰值波长 (Å)	激光调谐范围 (Å)	浓度* (M)	熔点 (°C)	颜色	激光相对能量 (任意单位)
I	4134	4072~4182	5×10^{-3}	265~266	浅绿	23
II	4190	4098~4245	1×10^{-3}	307~308	浅黄	41
III	4190	4134~4266	1×10^{-3}	296~297.5	蓝绿	23
IV	4205	4134~4266	1×10^{-3}	297~298	黄绿	34
V	4208	4135~4303	1×10^{-3}	176~178	无色	30
PPO	3780 与 3810	3725~3855	5×10^{-3}		无色	14

* 除 PPO 使用二氧六环外,其余均以四氢呋喃作溶剂。

一、实验

1. 合成: 采用 Wittig 反应制备,用有机溶剂重结晶精制提纯,实验步骤见文献[2]。

2. 测定调谐范围和效率

按图 1 实验装置以氮分子激光作为泵浦源进行测试,结果列于表 1。激光调谐曲线见图 2。

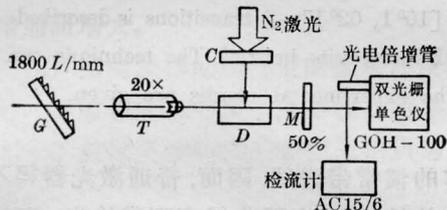


图 1 染料激光调谐范围测试装置示意图

C—石英柱面透镜; D—染料池; G—光栅; M—谐振腔反射镜; T—扩束望远镜

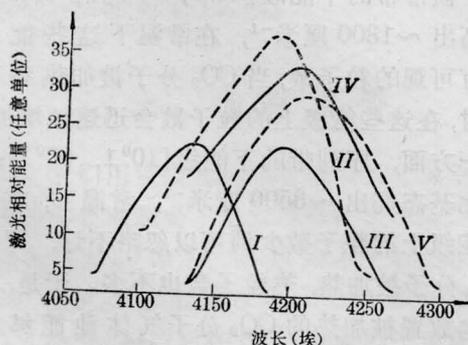


图 2 N_2 激光泵浦的染料激光调谐曲线

我们再将上述染料用 Nd:YAG 激光三次谐波 (354.7 毫微米) 作泵浦源测试其激光

能量转换效率,结果见表 2。

表 2 Nd:YAG 激光三次谐波泵浦化合物 I~V 的能量转换效率

化合物	浓度 (M)	溶剂	能量转换效率 (%)
I	1×10^{-3}	THF*	20
II	5×10^{-4}	THF	23
III	1×10^{-3}	THF	31.7
IV	1×10^{-3}	THF	25.5
V	1×10^{-3}	THF	19~20
香豆素-120	5×10^{-3}	乙醇	15.2

* THF 为四氢呋喃。

二、结论与讨论

1. 从表 1 的激光相对能量看, 1, 4-双 [β-(取代苯基) 乙烯基] 苯类染料能量转换效率比紫外区染料 PPO (2, 5-二苯基噁唑) 约高 50% 到 100%。说明共轭体系增大, 激光效率增加。若用 Nd:YAG 激光三次谐波泵浦, 其效率比香豆素-120 染料高 (表 2)。因此, 这些染料与氮分子激光或 Nd:YAG 激光三次谐波相匹配, 可作为调谐范围为 4075~4300 Å 波段之间的激光染料。

2. 一般来说, 在两端苯环的对位导入给电子取代基时电子光谱的最大峰值向红移, 激光峰值波长也如此。化合物 II~V 上的取代基 (甲基、叔丁基、氯和甲氧基) 都是给电子基团, 它们的激光峰值波长比母体 I 均移向长波段。给电子基团增大共轭大 π 体系 (下转第 209 页)

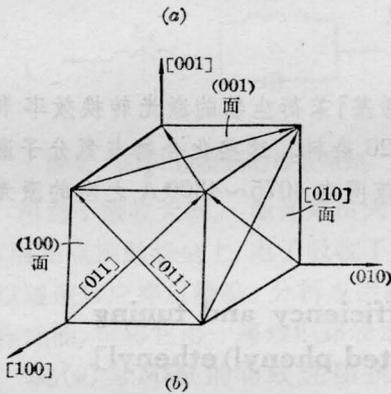
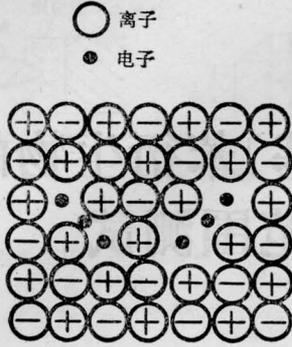


图2 F_2 心模型(a)及六个等同的取向(b)

F_2 晶体中, 只有电矢量在 $[011]$ 及 $[0\bar{1}1]$ 的正负方向上的光子才有最大吸收, 也就是只有沿 $[011]$ 及 $[0\bar{1}1]$ 方向振动的光子才产生“漂白”效应。和腔内驻波场引起多纵模振荡完全相反, 饱和吸收体中的驻波场只造成最大吸收谱线的饱和透明, 因而可以选出单纵模输出。二个沿 $[011]$ 及 $[0\bar{1}1]$ 振荡模有相同的

(上接第 211 页)

电子云的活动范围, 缩小了最高占有轨道(HOMO)和最低空轨道(LUMO)之间的能差, 也即降低了跃迁能, 所以向红移。实验结果与 Hückel 分子轨道法(HMO法)计算的结论是一致的^[3]。另外, 给电子基团提高激光能量转换效率。从表 1 和表 2 看, 染料 II ~ V 的激光效率等于或高于母体 I。

3. 1, 4-双 $[\beta$ -(取代苯基)乙烯基]苯类

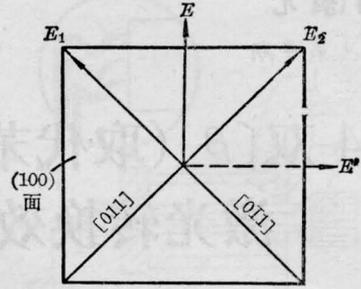


图3 偏振光的产生原理

波长。同时又有相同数量的 F_2 心, 二个振荡模强度相等。这样腔内同时振荡着二个振幅相等、波长相同而又相互垂直的模。谐振腔的驻波条件及半波损失, 使镜面上产生节点, 也就是二个波初相相同或相差为 π , 二个波迭加结果产生输出偏振光, 其电矢量或者垂直于棱 ab , 或者平行于棱 ab , 如图 3 的 E 及 E' 所示。

按照上述模型, 则能圆满解释实验中所观察到的现象。

为了改善输出线偏振光的特性, 我们在腔内插入洛匈棱镜起偏, 这样既消除了跳变现象, 同时又提高了偏振度, 在 ± 0.98 以上。

参 考 文 献

- [1] B. A. Бученков и др.; *Кван. электр.*, 1981, **8**, No. 10, 2239.
- [2] J. H. Schulman, W. D. Compton; "Color Centers in Solids", Pergman Press, 1962, p. 115.

染料的热稳定性好, 低于熔点温度没有分解现象。

参 考 文 献

- [1] Azuma Kensaku; *J. Appl. Phys.*, 1979, **18**, No. 1, 209.
- [2] 汪小兰等; 《高等学校化学学报》, 1980, **1**, No. 2, 125.
- [3] 薛价献等; 《高等学校化学学报》, 1982, **3**, No. 1, 93.