

激光染料(BzOE)₂P系列的特性研究

邵子文 唐荣森 周一民 吴燕敏
(上海激光技术研究所) (南开大学化学系)

提要: 介绍了436~490 nm波段的激光染料(BzOE)₂P系列的光谱和激光特性,研究了不同取代基及溶剂对染料激光调谐性能的影响;并和香豆素47作了比较。

关键词: 激光染料, (BzOE)₂P, 溶剂效应

Investigation of characteristics of laser dye (BzOE)₂P series

Shao Ziwen, Tang Rongsheng
(Shanghai Institute of Laser Technology, Shanghai)

Zhou Yimin, Wu Yanmin
(Department of Chemistry, Nankai University, Tianjin)

Abstract: The spectral and lasing characteristics of laser dye (BzOE)₂P series working in the wavelength region of 436~490 nm is reported. The effect of different substituents and solvents on dye laser tuning characteristics is studied and a comparison with Coumarin 47 is given.

Key words: laser dye, (BzOE)₂P, solvent effect

引 言

(BzOE)₂P激光染料系列的全称为E, E-1, 4-二[2', 2'' (苯并噁唑基乙烯基)]苯及其衍生物。文献[1]报道了已合成14种此系列激光染料,其中11种为新化合物。

本文研究了这些染料的光谱和激光特性,测定了它们的激光调谐范围、峰值波长和激光转换效率,并和同波段的激光染料香豆素47作了比较。

化学结构和光谱特性

(BzOE)₂P系列染料的结构式如图1所示。R和R'表示取代基。本文介绍的几种(BzOE)₂P激光染料的取代基位置见表1。其中,化合物1~3曾用作荧光增白剂^[2],化合物4~7均为新合成的激光染料。

用 UV-240 型紫外光谱仪测量了 $(\text{BzOE})_2\text{P}$ 染料系列的吸收光谱。样品浓度为 1×10^{-5} mol/l, 溶剂为 1, 4 二氧六环。测量结果示于图 2。

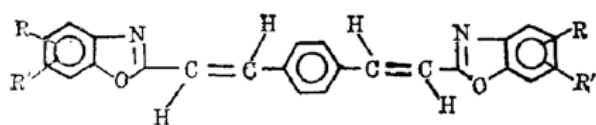


图 1 $(\text{BzOE})_2\text{P}$ 系列染料的化学结构式

测量结果示于图 2。用 MPF-4 型荧光光谱仪测量了它们的荧光光谱。样品浓度与激光工作时相同, 即 $1 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-3}$ mol/l, 激发波长为 430~435 nm, 结果见图 3。

图 3。

表 1 $(\text{BzOE})_2\text{P}$ 激光染料系列

序号	化合物	取代基 R	取代基 R'	序号	化合物	取代基 R	取代基 R'
1	$(\text{BzOE})_2\text{P}$	H	H	5	7- $\text{CH}_3\text{BzOE})_2\text{P}$	H	7', 7''- CH_3
2	($\text{CH}_3\text{BzOE})_2\text{P}$	H	5', 5''- CH_3	6	4'- $\text{CH}_3\text{BzOE})_2\text{P}$	4', 4''- CH_3	6', 6''- CH_3
3	(<i>i</i> pr $\text{BzOE})_2\text{P}$	H	5', 5''- <i>i</i> - C_3H_7	7	(二- <i>i</i> pr $\text{BzOE})_2\text{P}$	5', 5''- <i>i</i> - C_3H_7	7', 7''- <i>i</i> - C_3H_7
4	(<i>t</i> Bu $\text{BzOE})_2\text{P}$	H	5', 5''- <i>t</i> - C_4H_9				

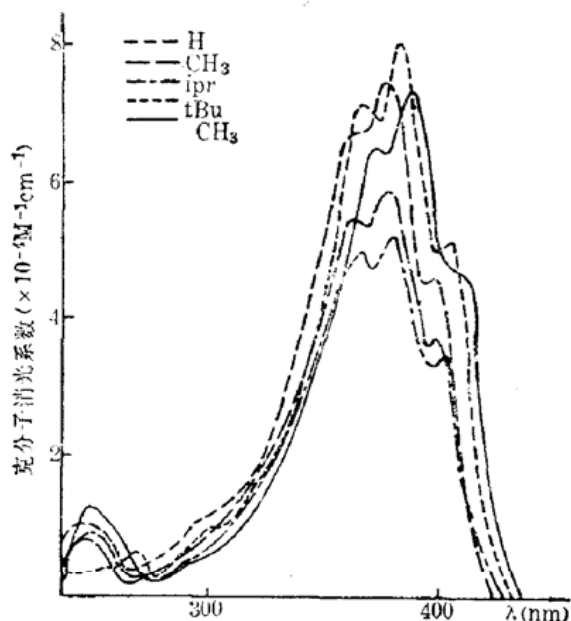


图 2 $(\text{BzOE})_2\text{P}$ 类染料的吸收光谱(图中画出了 $R' = \text{H}$ 等 5 种不同取代基的曲线)

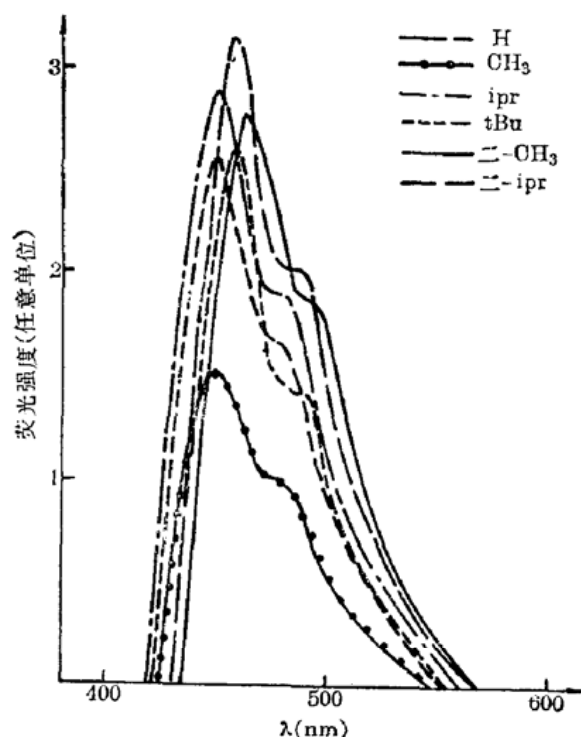


图 3 $(\text{BzOE})_2\text{P}$ 类染料的荧光光谱(图中画了 6 种不同取代基的荧光曲线)

激光特性的测试

测量了在 N_2 激光泵浦下 $(\text{BzOE})_2\text{P}$ 类染料的激光转换效率、激光调谐特性及溶剂效应。 N_2 激光峰值功率为 250 kW, 脉冲重复频率为 5 pps。染料池的容积约 2 ml, 染料无循环。用 RJ-7200 型数字式激光能量计分别测量了 N_2 激光及输出的宽带染料激光的能量。每 10 次脉冲读一个数, 取平均值。由此求得各染料的激光转换效率, 作为在同一工作条件下的相对比较。

测试激光调谐特性的装置如图 4。图中虚线框内为 PD-79s 型光栅掠入射脉冲染料激光器。用反射镜 M_4 分出一小部分 N_2 激光去触发 MGN-82 型双通道脉冲激光能量显示仪。 D_1 、 D_2 为光电接收器，接收染料激光的 D_1 用具有 1.5 ns 响应时间的高速光电倍增管 GDB-333，用普通的光电三极管接收 N_2 激光触发信号。染料激光器的输出耦合镜 M_1 是一块厚度 3mm 的石英平板玻璃，其紫外波段的反射率为 4%，以减少背景光干扰，有利于改善染料激光束的质量。另一路由光栅零级输出的染料激光，经反射镜 M_2 、 M_3 和准直镜 L 后，进入双光栅单色仪进行波长定标。染料激光器中的调谐镜由转速为每分钟 1/5 转的同步电机驱动运转。

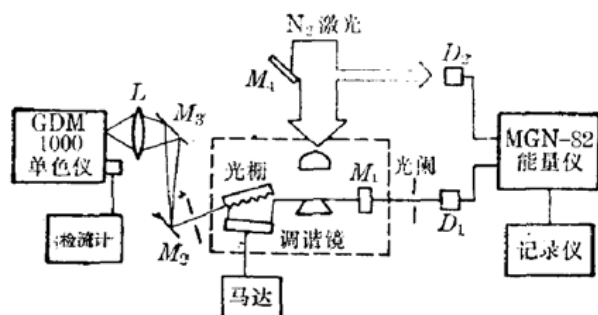


图 4 测试激光调谐曲线的装置示意图

此外，我们还在图中 D_1 的位置处用 RJ-7200 能量计逐点测量输出染料激光的能量，以便校正和比较。

表 2 (BzOE)₂P 系列染料的光谱和激光特性

化 合 物	溶 剂	浓 度 (mol)	荧光峰值 波长(nm)	吸收峰值 波长*(nm)	激光转换 效率(%)	激光峰值 波长(nm)	激光调谐 范围(nm)
(BzOE) ₂ P	二氧六环	1×10^{-3}	449	379	4.7	444.9	436~455
(CH ₃ BzOE) ₂ P	二氧六环	1×10^{-3}	455	385	4.7	450.5	443~457
(7-CH ₃ BzOE) ₂ P	二氧六环	1×10^{-3}	450	380	5.2	447.5	439~457
(iPr-BzOE) ₂ P	二氧六环	2×10^{-3}	452	383	7.0	448.7	438~461
(tBu-BzOE) ₂ P	二氧六环	2×10^{-3}	455	386	8.9	451.2	443~467
(tBu-BzOE) ₂ P	二氧六环	1×10^{-3}	454	386	5.2	450.6	442~464
(tBu-BzOE) ₂ P	甲 苯	1×10^{-3}	460	389	5.5	453.9	443~465
(tBu-BzOE) ₂ P	DMF	1×10^{-3}	462	388	5.3	455.1	445~466
(二-iPr-BzOE) ₂ P	二氧六环	2×10^{-3}	458	386	9.2	456.8	444~468
(二-iPr-BzOE) ₂ P	二氧六环	1×10^{-3}	457	386	5.5	455.7	445~467
(二-CH ₃ BzOE) ₂ P	二氧六环	1×10^{-3}	464	390	5.0	459.0	450~468

对比染料: Coumarin 47, 乙醇溶液, 浓度 5×10^{-3} mol, 激光转换效率 7.6。

* 测量吸收峰值波长时, 样品浓度均为 1×10^{-5} mol。

(BzOE)₂P 类激光染料的所有测试数据均列于表 2。作为对照, 也在同一激光器上测试

了同波段上的常用激光染料香豆素 47。可见, 在较短波长 440~460 nm 波段上, (BzOE)₂P 染料比较具有优势。

由表 2 可以看到, 染料溶液的浓度对 (BzOE)₂P 类染料的激光输出能量影响很大, 在 2×10^{-3} M 的浓度下, (BzOE)₂P 系列的激光染料一般都达到较高的激光转换效率, 而在浓度降到 1×10^{-3} M 时, 染料激光的输出能量要降去 1/3 以上。但 (BzOE)₂P 染料 ($R=R'=H$) 本身的溶解度不大, 烷基取代后, 分子间的作用力减小, 从而使溶解度得到了增大^[1]。烷基取代基还使染料激光调谐曲线发生红移, 激光峰值波长从 $R=$

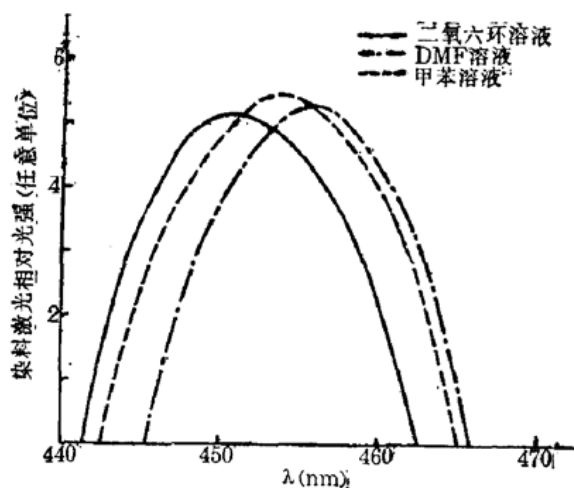


图 5 (tBuBzOE)₂P 在三种溶剂中的激光调谐特性(浓度为 1×10^{-3} mol/l)

$R' = H$ 的 444.9 nm 红移到取代基为二- CH_3 时的 459.0 nm, 向长波方向移动了 14.1 nm。

实验研究了溶剂对激光染料调谐性能的影响。选取 $(t\text{BuBzOE})_2\text{P}$ 为例, 测试了它在二氧六环、甲苯、二甲基甲酰胺(DMF)三种溶剂中的激光特性, 结果示于图 5。可见随着溶剂介电常数的增大, 其激光峰值波长也逐步红移, 峰值从二氧六环溶剂时的 450.6 nm, 移至 DMF 溶剂($\epsilon = 36.7$)时的 455.1 nm。

$(\text{BzOE})_2\text{P}$ 类染料的化学结构是较好的平面共轭体系。光化学性能比较稳定。我们曾以 $(2\text{-}i\text{prBzOE})_2\text{P}$ 染料为例, 在上述 N_2 激光功率泵浦下连续工作 8 个小时, 用 XWD1 自动电位差计记录仪监测染料激光输出能量的变化, 并没有看到其输出有任何下降的趋向。

参 考 文 献

- 1 周一民 *et al.*, 高等学校化学学报, **10**(7), 724(1988)
- 2 Vernigor E. M. *et al.*, *Khim. Geterotsikl. Soedin.*, **5**, 508 (1980).

(上接第94页)

束越细, 越可看作无限细几何光束, 对测量结果影响越小。本实验采用高放大倍率扩束系统, 最后照射到样品表面时探测光束的光斑半径不超过 $3\mu\text{m}$ 。

五、结 束 语

应用光热光束偏转方法可以测量高功率密度激光束的光斑尺寸。本实验中 CO_2 激光器的功率为 2 W 左右, 故其腰斑的功率密度在 10^0 W/m^2 左右。选择合适的物质作为接收材料, 能测光斑的功率密度还可以提高, 这是一般的测量方法无法做到的。

参 考 文 献

- 1 R. J. Shayler, *Appl. Opt.*, **17**(17), 2673(1978)
- 2 J. M. Khosrofiian *et al.*, *Appl. Opt.*, **22**(21), 3406B(1983)
- 3 R. L. McCally, *Appl. Opt.*, **23**(14), 2227(1984)
- 4 李延彬, 中国激光, **10**(2), 90(1983)
- 5 Y. C. Kiang *et al.*, *Appl. Opt.*, **22**(9), 1296(1983)
- 6 M. A. Olmstead *et al.*, *Appl. Phys. A.*, **32**(30), 143(1983)
- 7 周炳琨等编, 激光原理, (国防工业出版社, 1980)