

聚烷基芴电致发光与谱线窄化特性研究*

彭俊彪 王淑梅 许 武 巴小微^{a)}
谢德民^{a)} 赵建军^{b)} 李文连^{b)} 赵 丹^{b)}
洪振译^{b)} 赵东旭^{b)} 梁春军^{b)} 刘星元^{b)}

(中国科学院激发态物理开放研究实验室, 长春 130021)

^{a)}(东北师范大学化学系, 长春 130024)

^{b)}(中国科学院长春物理研究所, 长春 130021)

摘要 重点研究了聚(9-丁基芴)的光致发光谱线窄化特性. 以不同接收方式均得到多模发射. 通过激发态寿命的测量和分析, 分辨出谱线窄化的不同微观机制, 并在实验中观察到了产生激射的泵浦光的阈值.

关键词 聚烷基芴, 光致发光, 光谱窄化

1 引 言

最近几年, 国际上对有机薄膜发射激光研究发生兴趣^[1], 从薄膜中不仅获得了光泵浦激光, 而且期望获得电泵浦激光. 文献报道的聚(9,9-二己基芴)是发光效率高、稳定的蓝色发光材料^[2]. 据此, 我们合成了一系列聚烷基芴并研究了聚(9-丁基芴)(PBF)的电致发光和光致发光(PL)特性^[3]. 这里重点研究 PBF 薄膜的光激发发射光谱窄化特性, 并通过激发态寿命的测量和分析, 确定光谱窄化的微观激射机制.

2 实 验

用于研究发射光谱窄化的样品为玻璃衬底上覆盖一层厚度约 $1\mu\text{m}$ 的均匀 PBF 薄膜, 泵浦激光器为高功率锁膜 Nd:YAG, 激光脉冲宽度为 $200\sim 300\text{ps}$, 激发波长为经过三倍频产生的 355nm . 简易实验装置如图1, 且用两种方式接收 PBF 的发光谱如图2.

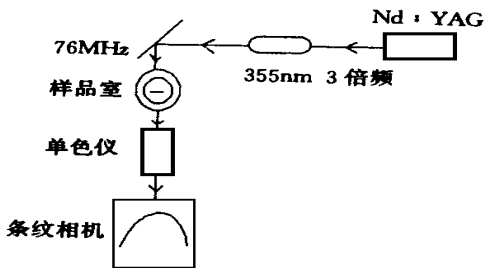


图1 光谱窄化测量装置示意图

Fig. 1 The schematic diagram for measuring spectrum narrowing.

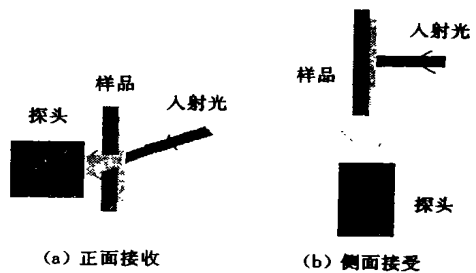


图2 测量谱线窄化实验光路图

Fig. 2 The light line for measuring spectrum narrowing.

* 国家九五期间863项目资助课题

3 实验结果与分析

用波长355nm 窄脉冲的激光激发 PBF 薄膜, 由接收方式(a)和(b)均探测到多模发射谱, 如图3, 很明显(b)方式得到的发射模密度高于(a)方式的, 因为(b)接收方式的光程较长. (a)和(b)两种接收方式得到的多模发射光谱很相近, 但它们的发射机制是否相同? 这个问题可以通过激发态寿命的测量得到回答. 图4给出了激发态寿命随激发光强度的变化曲线, 很明显(a)和(b)不同接收方式得到的激发态寿命变化趋势正好相反. (a)接收方式的激发态寿命随激发光强度的增加而减小; (b)接收方式的激发态寿命随激发光强度的增加而迅速提高. 显然, 这两种不同的激发态寿命变化趋势来源于不同的发射机制. 受激辐射寿命要较自发辐射寿命短, 这可以从爱因斯坦的受激辐射系数与自发

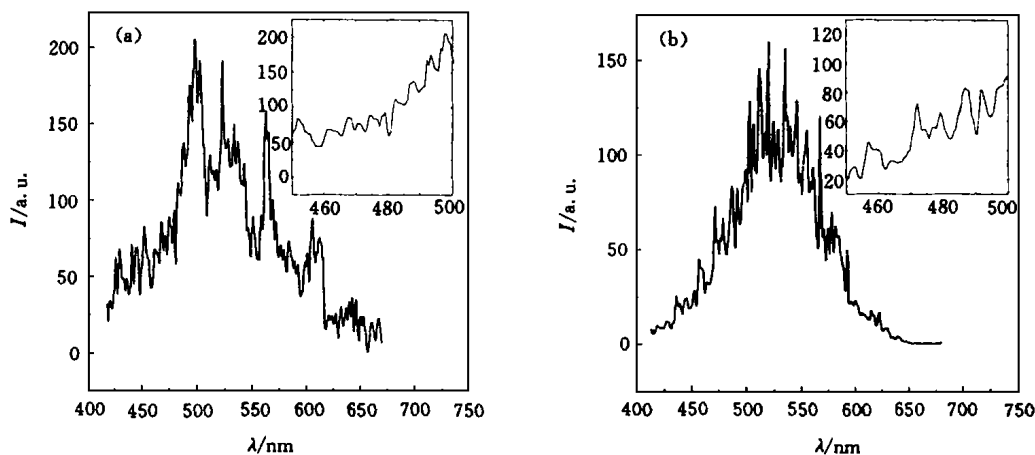


图3 PBF 薄膜的光致发光光谱 (a) 从垂直薄膜方向接收, (b) 从薄膜侧面接收. 内图为放大的曲线

Fig. 3 The photoluminescent spectrum measured from normal film (a) and from side film (b).

辐射系数的关系得到论证. 这说明在激发 PBF 薄膜过程中, 随着激发能量的提高, 受激辐射成分越来越多, 激发态寿命越来越短, 这样可以判断(a)接收方式的光辐射应属于受激辐射. 显然(b)接收方式不属于受激辐射, 对于光谱窄化现象除了受激辐射外, 还有超荧光、超辐射, 对于这类现象激发态寿命显然要比自发辐射寿命长, 这样(b)接收方式得到的光辐射应属于超荧光, 超辐射. 对应于(a)接收方式, 随着激发能量的提高, 发射光谱出现明显尖峰, 且发射强度迅速增加, 如图5, 能量阈值在 $8 \sim 15 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ 之间.

4 结 论

聚合物 PBF 既是一类较好的电致发光材料. 又是一类较好的激光激活介质, 而且可望从这种材料中获得浓度变色激射现象.

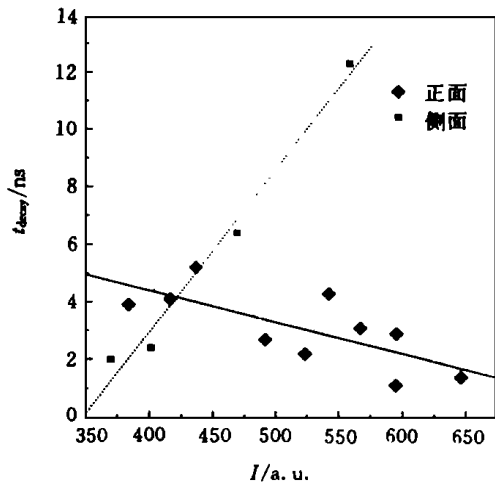


图4 PBF 薄膜发光衰减寿命与激光强度的关系

Fig. 4 The relationship of photoluminescent decay time in PBF film and laser excitation intensity.

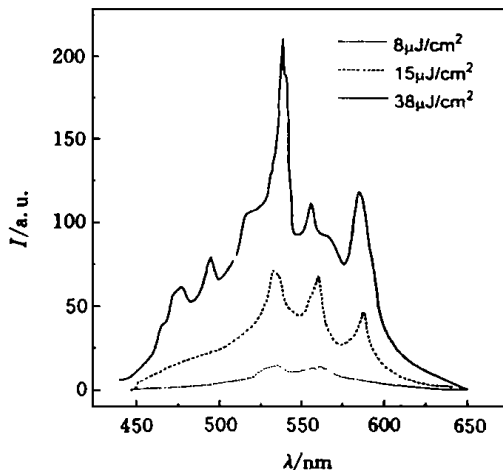


图5 PBF 薄膜的发射光谱与激光强度的关系

Fig. 5 The relationship of emitting spectra and laser excitation intensity in PBF film.

参 考 文 献

- [1] Kozlov V G, Bulovic V, Burrows P E *et al*, Nature, 1997, **389**: 362.
 [2] Ohmori Y, Uchida M, Muro K *et al*, Jpn. J. Appl. Phys., 1991, **30**(11B): L194.
 [3] 彭俊彪等. 发光学报, 1997, **18**: 329.

PHOTOLUMINESCENT SPECTRUM NARROWING IN POLY(ALKYLFLUORENE) FILM

Peng Junpiao Wang Shumei Xu Wu Ba Xiaowei^{a)}
 Xie Demin^{a)} Zhao Jianjun^{b)} Li Wenlian^{b)} Zhao Dan^{b)}
 Hong Zhenyi^{b)} Zhao Dongxu^{b)} Liang Chunjun^{b)} Liu Xingyuan^{b)}
 (Laboratory of Excited State Processes, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)
^{a)} (Department of Chemistry, Northeast Normal University, Changchun 130024)
^{b)} (Changchun Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)

Abstract

The spectrum narrowing of poly (9-butylfluorene) (PBF) was studied and confirmed the stimulated emitting phenomenon in PBF films, named laser action. The energy threshold of emitting laser in PBF film with $\sim 1\mu\text{m}$ thickness was at $8 \sim 15\mu\text{J}/\text{cm}^2$.

Key words poly(9-butylfluorene), photoluminescence, spectrum narrowing