

# ITO /Alq<sub>3</sub>/Al 电致发光器件 工作寿命研究<sup>\*</sup>

杨志敏 赵安庆 冯朝岭 张凤玲 王永生 林铁生  
( 河南农业大学, 郑州, 450002) ( 北方交通大学, 北京, 100044)

**摘 要** 用合成的高纯度 Alq<sub>3</sub> 制备出单层小分子器件 ITO /Alq<sub>3</sub>/Al 。在不同工作条件下, 测试了器件亮度随时间的变化, 讨论了不同真空度、不同湿度、不同温度和不同工作电压对器件工作寿命的影响。

**关键词** 有机薄膜; 电致发光; 小分子材料; 工作寿命

**中图分类号** O 561.2

## 0 引 言

1987 年, C · W · Tang 等人报导了高量子效率、低驱动电压的有机薄膜电致发光( OT - FEL) 器件<sup>[ 1]</sup>。此后各国研究界分别从新材料、发光机理、实用开发等方面对这类器件进行了广泛的研究。OTFEL 器件与微电子电路可以良好匹配, 容易实现多色显示, 在平板显示器件中具有广阔的应用前景, 其实用化是人们关注的重点之一。而器件的工作寿命是影响其走向实用的 1 个重要因素。

在具有一定载流子迁移率和固态荧光量子效率的有机薄膜发光材料的两边各加 1 个电极, 即可制备出简单的 OTFEL 器件, 如图 1。

OTFEL 器件属载流子双注入型发光器件, 一般采用直流电压驱动, 从正极注入的空穴和从负极注入的电子在发光层中相遇形成激子( 激子是指处在激发态能级上的电子与价带中的空穴通过静电作用束缚在一起而形成的 1 种中性准粒子), 激子复合发生辐射跃迁, 导致有机材料的电致发光。由于发光层非常薄, 厚度一般在几十纳米范围内, 10V 左右的驱动电压便可在发光层形成 10<sup>4</sup>~10<sup>5</sup>V /cm 的高场强, 使得电子和空穴均可有效地注入。有机小分子作发光层时, 与 ITO 界面形成 1 个类似于无机半导体的 P - N 结, 与金属负电极形成欧姆接触<sup>[ 2]</sup>, 器件的 I - V 曲线类似于无机半导体二极管的 I - V 特性曲线。

用有机小分子材料制备的电致发光( EL) 器件, 目前面临的主要问题是发光稳定性差, 工作寿命短, 发光机理尚不十分明了。本文着重讨论外部工作条件对有机小分子材料 8 - 羟基喹啉铝( Alq<sub>3</sub>) 单层有机薄膜电致发光器件工作寿命的影响。

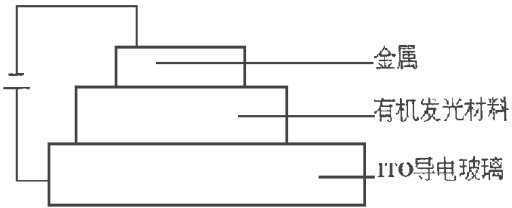


图 1 OTFEL 器件结构示意图

<sup>\*</sup> 国家自然科学基金资助项目( 19571038)

收稿日期: 1998 - 03 - 11

第一作者 女 1963 年 3 月生 硕士学位 讲师

1 实 验

$\text{Alq}_3$  由  $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$  和 8 羟基喹啉的甲醇饱和溶液进行螯合反应而制得,用 DM-4500A 型真空镀膜机蒸镀  $\text{Alq}_3$  层,厚度选为  $50\text{nm}^{[3]}$ ,由 IL-100 膜厚速度率监控测出厚度,镀膜时的真空度为  $2\times 10^{-5}\text{torr}$ ,蒸发速率为  $0.1\sim 0.2\text{nm/s}$ 。然后用同样方法蒸镀 Al 电极。制成单层有机薄膜电致发光器件ITO/ $\text{Alq}_3$ /Al。用直流稳压电源提供直流驱动,用数字万用表和ST-86 数字屏幕亮度计测出器件工作时的电流、电压和亮度值,将器件置于不同工作环境中,对其性能进行了分析研究。

2 结果分析与讨论

实验中我们发现,工作环境对所制小分子 OTFEL 器件性能的影响主要体现在环境的真空度、湿度和温度对器件性能有明显作用;不同工作电压下,器件性能也有明显的变化。所测单层  $\text{Alq}_3$  器件在不同条件下,亮度随时间衰减的规律见图 2,3,4,5。

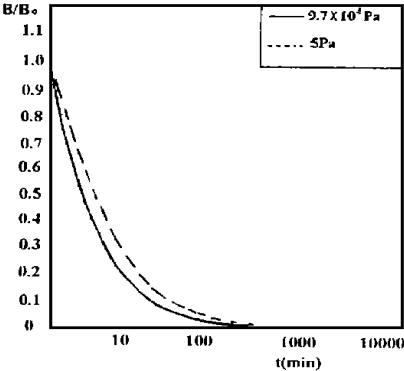


图 2 不同真空度下器件亮度的衰减曲线(17V)

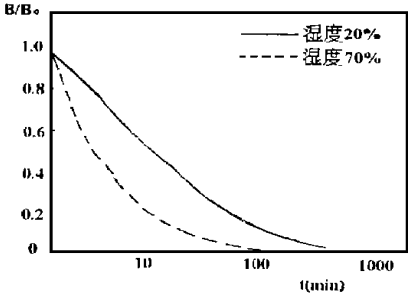


图 3 不同湿度下器件亮度的衰减曲线(12V)

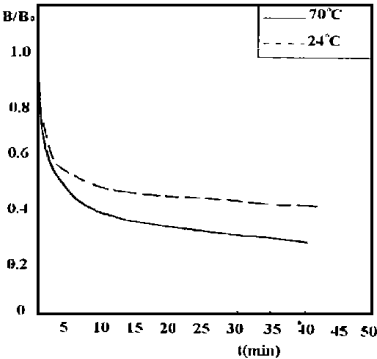


图 4 不同温度下器件亮度的衰减曲线(4V)

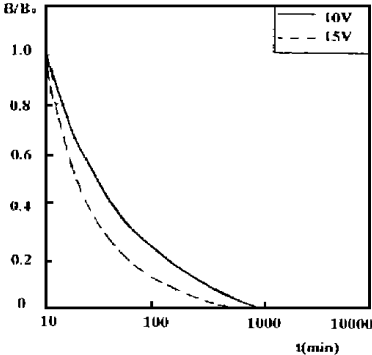


图 5 不同电压下器件亮度的衰减曲线

由图 2 可见,对于单层小分子器件ITO/ $\text{Alq}_3$ /Al,真空度提高时,器件的亮度衰减变慢,真空或隔氧状态可以延长器件的工作寿命。由于  $\text{Alq}_3$  分子是 1 个较为稳定的结构,不易与空气分子及空气中的杂质气体发生反应,所以大气中器件衰减较快的现象应是 Al 电极的氧化造成的。Al 电极的氧化造成电子注入效率降低,从而降低了电子与空穴在发光层中的辐

射复合机率。

湿度增大也会使器件衰减明显加快(见图 3),Alq<sub>3</sub> 不溶于水,因而湿度对器件性能的影响也应从 Al 电极的角度来考虑。湿度较大时,空气中的 CO<sub>2</sub> 溶于水形成微酸性环境,Al 电极在这种环境中更容易被氧化,使电极的功函数变大,减少了载流子的注入。实验中可以观察到,铝层较薄的光斑边缘处,亮度的衰减比光斑中心要快,这是因为较薄的铝层很快被氧化,使光斑边缘处的发光迅速衰减。所以环境因素引起的铝电极的氧化是影响 OTFEL 器件寿命的 1 个重要因素。

理论上非晶态的有机小分子薄膜在高温时,很容易重结晶,使有机层与电极之间的电接触被破坏,影响器件使用寿命。所以在较高的环境温度下工作时,小分子器件的衰减会加快,这与我们的实验结果相一致,见图 4。

随着工作电压的加大,注入器件的电流密度相应增大,实验中可以明显观察到器件的发热,温度很快升高,这同样会引起小分子材料的晶化。所以随着工作电压的升高,小分子器件的衰减加快,见图 5。因而发光材料本身的热稳定性是影响器件寿命的又 1 个重要因素。同时,设计实用化的有机电致发光器件时,应考虑有良好的散热条件。

3 结 论

由以上的分析可知,真空度、湿度、温度和工作电压对单层小分子 Alq<sub>3</sub> 器件的工作寿命有不同程度的影响,其中湿度对器件寿命的影响相对较大。所以对于小分子 OTFEL 器件,在选择合适的发光材料时,要考虑到材料的热稳定性;对金属电极的选择,要求有较小的功函数,同时要从器件制作过程及封装工艺上,尽量减少铝电极的氧化,以减缓器件的衰减,延长器件工作寿命。外界条件影响 OTFEL 器件寿命的机制尚需做更深入的研究。

参考文献

1 C.W.Tang et al., Electroluminescence of Doped Organic Thin Films, Appl. Phys. Lett. 1987, 51, 91  
2 王光明. 掺杂有机单层薄膜电致发光特性研究[博士学位论文]. 南京:东南大学, 1996. 15  
3 杨志敏. 有机薄膜电致发光稳定性研究[硕士学位论文]. 北京:北方交通大学, 1998. 20~25

Study on Lifetime of Alq<sub>3</sub> Organic Thin Film  
Electroluminescence Devices

Yang Zhi min Zhao Anqing Feng Chaoling  
( Henan Agriculture University)  
Zhang Fengling Wang Yongsheng Lin Tiesheng  
( Northern Jiaotong University)

**Abstract** This paper presents a method of fabricating Alq<sub>3</sub>single layer OTFEL devices , and the lifetime of the devices under different work conditions such as temperature , humidity , air pressure and the work voltage were measured .

**Keywords** organic thin film ;electroluminescence ; organic small molecular material ;life - time