



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101728491 A

(43) 申请公布日 2010.06.09

(21) 申请号 200910259576.9

(22) 申请日 2009.12.21

(71) 申请人 中国科学院长春应用化学研究所
地址 130000 吉林省长春市人民大街 5625 号

(72) 发明人 周亮 张洪杰 李晓娜 郭智勇 冯婧

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 魏晓波 逯长明

(51) Int. Cl.
H01L 51/50 (2006.01)
H01L 51/54 (2006.01)
H01L 51/56 (2006.01)

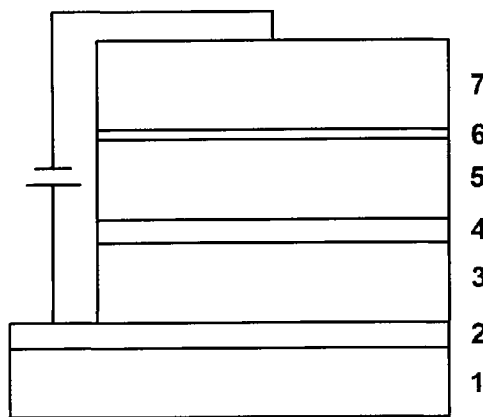
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种白色有机发光器件及其制备方法

(57) 摘要

本发明实施例提供一种白色有机发光器件及其制备方法,所述白色有机发光器件包括衬底,以及顺序设置在衬底上的:阳极层、空穴传输层、空穴限制层、电子传输层、缓冲层和金属阴极;所述空穴传输层包括 0.1wt%~0.4wt%的有机电子传输材料和 99.6wt%~99.9wt%的有机蓝色发光材料;所述电子传输层包括 99.8wt%~99.9wt%的有机电子传输材料和 0.1wt%~0.2wt%的有机红色发光材料;所述有机电子传输材料为 8-羟基喹啉铝。本发明优化了器件的设计,并且采用选择具有优越电子传输能力的 8-羟基喹啉铝作为电子注入敏化剂,从而实质性改善白色有机电致发光器件的综合性能。



1. 一种白色有机发光器件,其特征在于,包括衬底,以及顺序设置在衬底上的:
阳极层、空穴传输层、空穴限制层、电子传输层、缓冲层和金属阴极;
所述空穴传输层包括 0.1wt%~0.4wt%的有机电子传输材料和 99.6wt%~99.9wt%的有机蓝色发光材料;
所述电子传输层包括 99.8wt%~99.9wt%的有机电子传输材料和 0.1wt%~0.2wt%的有机红色发光材料;
所述有机电子传输材料为 8-羟基喹啉铝。
2. 根据权利要求 1 所述的白色有机发光器件,其特征在于,所述空穴限制层为 2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉。
3. 根据权利要求 1 所述的白色有机发光器件,其特征在于,所述有机蓝色发光材料为:4,4'-二[N-(对-甲苯基)-N-苯基-氨基]二苯基、N,N'-双(1-萘基)-N,N'-二苯基-1,1'-二苯基-4,4'-二胺或 4,4'-N,N'-二咪唑二苯基。
4. 根据权利要求 1 所述的白色有机发光器件,其特征在于,所述有机红色发光材料为 4-二氰亚甲基-2-叔丁基-6-(1,1,7,7-四甲基久洛尼定-4-黄-乙烯基)-吡喃。
5. 根据权利要求 1 至 4 任一项所述的白色有机发光器件,其特征在于,所述空穴传输层厚度为 40~70 纳米。
6. 根据权利要求 1 至 5 任一项所述的白色有机发光器件,其特征在于,所述空穴限制层厚度为 3~7 纳米。
7. 根据权利要求 1 至 5 任一项所述的白色有机发光器件,其特征在于,所述电子传输层厚度为 40~60 纳米。
8. 根据权利要求 1 至 5 任一项所述的白色有机发光器件,其特征在于,所述缓冲层为氟化锂。
9. 根据权利要求 1 至 5 任一项所述的白色有机发光器件,其特征在于,所述阳极层为铟锡氧化物。
10. 一种白色有机发光器件的制备方法,其特征在于,包括:
在衬底上形成铟锡氧化物作阳极;
将所述铟锡氧化物进行低压氧等离子处理;
在真空度达到 $1\sim 3\times 10^{-5}$ 帕时,在经过低压氧等离子处理的铟锡氧化物上依次蒸镀空穴传输层、空穴限制层和电子传输层,所述空穴传输层包括 0.1wt%~0.4wt%的有机电子传输材料和 99.6wt%~99.9wt%的有机蓝色发光材料,所述电子传输层包括 99.8wt%~99.9wt%的有机电子传输材料和 0.1wt%~0.2wt%的有机红色发光材料,所述有机电子传输材料为 8-羟基喹啉铝;
将上述蒸镀了空穴传输层、空穴限制层和电子传输层的铟锡氧化物在 $5\sim 8\times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀缓冲层和金属阴极。

一种白色有机发光器件及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及有机电致发光领域,更具体地说,涉及一种白色有机电致发光器件及其制备方法。

背景技术

[0002] 有机发光器件是一种自发光器件,当电荷被注入到电子注入电极(阳极)和空穴注入电极(阴极)之间的有机膜时,电子和空穴结合并随后湮灭,因而产生光。有机电致发光器件具有低电压、高亮度、高视野角等特性,因此有机电致发光器件在近年来得到了迅猛的发展。其中,白色有机电致发光器件可用于单色显示设备、照明光源和使用滤色器的全色显示设备等方面,已经成为目前的研究热点。

[0003] 传统的获得白色光的方法是采用多层结构法,即采用红、绿和蓝三个发光层堆积的方法,通过混合三基光来获得白光。例如,2007年,美国普林斯顿大学的 S. R. Forrest 等人设计了具有三个发光层的器件结构,通过在不同发光层掺入不同颜色的发光染料得到了复合的白光器件。该器件具有较高的发光效率和色恢复系数,然而复杂的器件结构不但导致器件的制作成本较高而且使器件的颜色非常不稳定,另外,器件的多层结构很大程度上限制了电流密度的提高,从而限制了器件的亮度。

[0004] 为了解决这些问题,我国台湾地区的 Jwo-Huei Jou 等人在 Applied Physics Letters 上报道了一种白色有机电致发光器件,其中发光层被分成了两部分,该器件虽然简化了结构,但是导致白色有机电致发光器件色恢复系数低、发光效率低和亮度低等问题没有得到实质性解决,其主要原因在于难以获得理想的蓝色有机电致发光。

[0005] 相对于绿色和红色发光材料而言,纯正的蓝色发光材料通常具有较低的发光效率,因而,在白光器件中蓝色光的效率和亮度严重制约了器件整体效率和亮度的提升。现有技术中选用效率较高的蓝绿光材料来复合白光,这一方法虽然提高了器件的效率和亮度并降低器件的制作成本,然而白色有机发光器件的发射光谱在蓝光区的覆盖不足,因而造成器件的色恢复系数较低。由此可见,白色有机电致发光器件的色恢复系数、发光效率和亮度的综合性能仍然没有得到实质性改善。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题在于,提供一种白色有机电致发光器件,使其具有良好的色恢复系数、高的发光效率和亮度。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种白色有机电致发光器件及其制备方法。

[0008] 一种白色有机发光器件,包括衬底,以及顺序设置在衬底上的:

[0009] 阳极层、空穴传输层、空穴限制层、电子传输层、缓冲层和金属阴极;

[0010] 所述空穴传输层包括 0.1wt%~0.4wt%的有机电子传输材料和 99.6wt%~99.9wt%的有机蓝色发光材料;

[0011] 所述电子传输层包括 99.8wt%~99.9wt%的有机电子传输材料和 0.1wt%~

0.2wt%的有机红色发光材料；

[0012] 所述有机电子传输材料为 8-羟基喹啉铝。

[0013] 优选的,所述空穴限制层为 2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉。

[0014] 优选的,所述有机蓝色发光材料为:4,4'-二[N-(对-甲苯基)-N-苯基-氨基]二苯基-N,N'-双(1-萘基)-N,N'-二苯基-1,1'-二苯基-4,4'-二胺或 4,4'-N,N'-二咪唑二苯基。

[0015] 优选的,所述有机红色发光材料为 4-二氰亚甲基-2-叔丁基-6-(1,1,7,7-四甲基久洛尼定-4-黄-乙烯基)-吡喃。

[0016] 优选的,所述空穴传输层厚度为 40 ~ 70 纳米。

[0017] 优选的,所述空穴限制层厚度为 3 ~ 7 纳米。

[0018] 优选的,所述电子传输层厚度为 40 ~ 60 纳米。

[0019] 优选的,所述缓冲层为氟化锂。

[0020] 优选的,所述阳极层为铟锡氧化物。

[0021] 本发明还提供一种白色有机发光器件的制备方法,包括:

[0022] 在衬底上形成铟锡氧化物作阳极;

[0023] 将所述铟锡氧化物进行低压氧等离子处理;

[0024] 在真空度达到 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕时,在经过低压氧等离子处理的铟锡氧化物上依次蒸镀空穴传输层、空穴限制层和电子传输层,所述空穴传输层包括 0.1wt% ~ 0.4wt% 的有机电子传输材料和 99.6wt% ~ 99.9wt% 的有机蓝色发光材料,所述电子传输层包括 99.8wt% ~ 99.9wt% 的有机电子传输材料和 0.1wt% ~ 0.2wt% 的有机红色发光材料,所述有机电子传输材料为 8-羟基喹啉铝;

[0025] 将上述蒸镀了空穴传输层、空穴限制层和电子传输层的铟锡氧化物在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀缓冲层和金属阴极。

[0026] 从上述的技术方案可以看出,本发明提供一种白色有机发光器件,包括衬底,以及顺序设置在衬底上的:阳极层、空穴传输层、空穴限制层、电子传输层、缓冲层和金属阴极;所述空穴传输层包括 0.1wt% ~ 0.4wt% 的有机电子传输材料和 99.6wt% ~ 99.9wt% 的有机蓝色发光材料;所述电子传输层包括 99.8wt% ~ 99.9wt% 的有机电子传输材料和 0.1wt% ~ 0.2wt% 的有机红色发光材料;所述有机电子传输材料为 8-羟基喹啉铝。本发明优化了器件的设计,在空穴传输层和电子传输层中选择具有优越电子传输能力的有机电子传输材料 8-羟基喹啉铝作为电子注入敏化剂,有利于提高蓝色光的效率和亮度,从而实质性改善白色有机电致发光器件的色恢复系数、发光效率和亮度的综合性能。

[0027] 本发明还提供一种白色有机电致发光器件的制备方法,按照此方法制备上述的白色有机电致发光器件,能够得到具有良好色恢复系数、发光效率和亮度的白色有机电致发光器件。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。

[0029] 图 1 是本发明提供的白色有机电致发光器件的结构示意图;

[0030] 图 2 是本发明实施例 1 提供的白色有机电致发光器件的电压 - 电流密度 - 亮度特性曲线；

[0031] 图 3 是本发明实施例 1 提供的白色有机电致发光器件的电流密度 - 功率效率 - 电流效率特性曲线；

[0032] 图 4 是本发明实施例 1 提供的白色有机电致发光器件在亮度为 20000cd/m² 时的光谱图；

[0033] 图 5 是本发明实施例 2 提供的白色有机电致发光器件的电压 - 电流密度 - 亮度特性曲线；

[0034] 图 6 是本发明实施例 2 提供的白色有机电致发光器件的电流密度 - 功率效率 - 电流效率特性曲线。

具体实施方式

[0035] 本发明实施例公开了一种白色有机发光器件,包括衬底 1,以及顺序设置在衬底上的:

[0036] 阳极层 2、空穴传输层 3、空穴限制层 4、电子传输层 5、缓冲层 6 和金属阴极 7；

[0037] 所述空穴传输层包括 0.1wt% ~ 0.4wt% 的有机电子传输材料和 99.6wt% ~ 99.9wt% 的有机蓝色发光材料；

[0038] 所述电子传输层包括 99.8wt% ~ 99.9wt% 的有机电子传输材料和 0.1wt% ~ 0.2wt% 的有机红色发光材料；

[0039] 所述有机电子传输材料为 8-羟基喹啉铝。

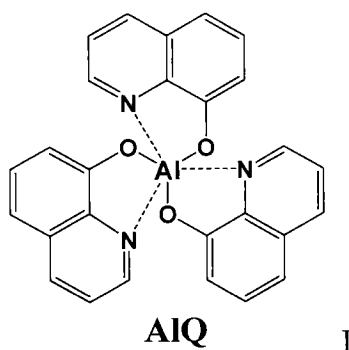
[0040] 对所述衬底并无特别限制,优选为玻璃衬底。

[0041] 所述阳极层优选为铟锡氧化物 (ITO),面阻优选为 10 ~ 25 欧姆,更优选为 10 ~ 20 欧姆。

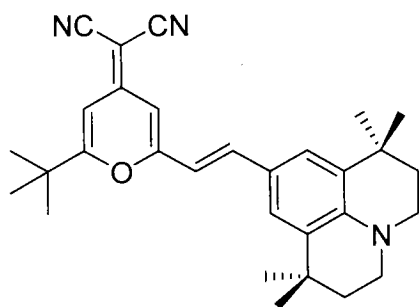
[0042] 按照本发明,所述的阳极和阴极相互交叉形成器件的发光区面积优选为 5 平方毫米 ~ 15 平方毫米,更优选为 7 平方毫米 ~ 10 平方毫米。所述空穴传输层厚度优选为 40 ~ 70 纳米,更优选为 50 ~ 70 纳米。

[0043] 按照本发明,所述有机电子传输材料为 8-羟基喹啉铝 (简称 AlQ) 原因是 AlQ 具有优越电子传输能力,同时 AlQ 还是高效的绿色发光材料,分子结构如式 I:

[0044]



[0045] 所述有机蓝色发光材料优选为:4,4'-二[N-(对-甲苯基)-N-苯基-氨基]二苯基 (简称 TPD)、N,N'-双(1-萘基)-N,N'-二苯基-1,1'-二苯基-4,4'-二胺 (简称 NPB) 或 4,4'-N,N'-二咔唑二苯基 (简称 CBP), NPB、TPD 和 CBP 都具有优越空穴传输能



DCJTB

VI

[0053] 按照本发明,所述空穴传输层同时也是空穴注入层和蓝绿色发光层,电子传输层同时也是电子注入层和橙色发光层,因此能够优化器件的结构,从而改善器件的综合性能。

[0054] 所述缓冲层的厚度优选为 0.8 ~ 1.2 纳米,更优选为 1.0 ~ 1.2 纳米,缓冲层优选采用氟化锂 (LiF)。

[0055] 所述金属阴极优选采用金属 Al,金属阴极的厚度优选为 90 到 150 纳米,更优选为 90 到 120 纳米,最优选为 90 到 100 纳米。金属阴极中 Al 的蒸发速率为 0.5 ~ 1.5 纳米/秒。

[0056] 本发明还提供一种白色有机发光器件的制备方法,其特征在于,包括:

[0057] 在衬底上形成铟锡氧化物作阳极;

[0058] 将所述铟锡氧化物进行低压氧等离子处理;

[0059] 在真空度达到 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕时,在经过低压氧等离子处理的铟锡氧化物上依次蒸镀空穴传输层、空穴限制层和电子传输层,所述空穴传输层包括 0.1wt% ~ 0.4wt% 的有机电子传输材料和 99.6wt% ~ 99.9wt% 的有机蓝色发光材料,所述电子传输层包括 99.8wt% ~ 99.9wt% 的有机电子传输材料和 0.1wt% ~ 0.2wt% 的有机红色发光材料,所述有机电子传输材料为 8-羟基喹啉铝;

[0060] 将上述蒸镀了空穴传输层、空穴限制层和电子传输层的铟锡氧化物在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀缓冲层和金属阴极。

[0061] 所述在衬底上形成铟锡氧化物作阳极具体为:将衬底上的铟锡氧化物 (ITO) 层腐蚀成细条状的电极,对所述衬底并无特别限制,优选为玻璃衬底,所述腐蚀优选为化学腐蚀。

[0062] 所述低压氧等离子处理优选为:

[0063] 在真空度优选为 8 ~ 15 帕、更优选为 8 ~ 10 帕的氛围下优选用 350 ~ 500 伏、更优选 350 ~ 400 伏的电压对腐蚀成细条状电极的铟锡氧化物优选进行 5 ~ 15 分钟、更优选 5 ~ 10 分钟的低压氧等离子处理。

[0064] 所述将衬底上的铟锡氧化物 (ITO) 层腐蚀成细条状的电极后还包括:

[0065] 将腐蚀成细条状电极的铟锡氧化物 (ITO) 优选依次用清洗液、去离子水超声清洗,清洗时间优选为 10 ~ 20 分钟,更优选为 10 ~ 15 分钟,最优选为 15 分钟,然后放入烘箱烘干;

[0066] 所述将腐蚀成细条状电极的铟锡氧化物 (ITO) 进行低压氧等离子处理为:

[0067] 将烘干后的铟锡氧化物 (ITO) 进行低压氧等离子处理。

[0068] 所述在 ITO 层上蒸镀空穴传输层和电子传输层具体为:

[0069] 蒸镀空穴传输层时,优选将有机电子传输材料和有机蓝色发光材料在不同的蒸发源中同时蒸发;

[0070] 蒸镀电子传输层时,优选将有机红色发光材料和有机电子传输材料在不同的蒸发源中同时蒸发。

[0071] 所述空穴传输层中有机蓝色发光材料蒸发速率优选为 0.05 ~ 0.1 纳米/秒,更优选为 0.08 ~ 0.1 纳米/秒;

[0072] 空穴传输层中 A1Q 的蒸发速率优选为 0.0001 ~ 0.0004 纳米/秒,更优选为 0.00016 ~ 0.0004 纳米/秒。空穴限制层的蒸发速率优选为 0.05 ~ 0.1 纳米/秒,更优选为 0.05 ~ 0.08 纳米/秒;

[0073] 电子传输层中有机红色发光材料蒸发速率优选为 0.00005 ~ 0.0002 纳米/秒,更优选为 0.00008 ~ 0.0002 纳米/秒。电子传输层中 A1Q 蒸发速率优选为 0.05 ~ 0.1 纳米/秒,更优选为 0.08 ~ 0.1 纳米/秒。所述的阳极和阴极相互交叉形成器件的发光区面积优选为 10 平方毫米;

[0074] 所述空穴传输层厚度优选为 40 ~ 70 纳米,更优选为 50 ~ 70 纳米;所述空穴限制层厚度优选为 3 ~ 7 纳米,更优选为 4 ~ 6 纳米;所述电子传输层厚度优选为 40 ~ 60 纳米,更优选为 40 ~ 50 纳米。

[0075] 按照本发明,所述缓冲层的厚度优选为 0.8 ~ 1.2 纳米,更优选为 1.0 ~ 1.2 纳米。缓冲层中 LiF 的蒸发速率优选为 0.005 ~ 0.015 纳米/秒,更优选为 0.005 ~ 0.01 纳米/秒,最优选为 0.005 纳米/秒。

[0076] 所述金属阴极优选采用金属 Al,金属阴极的厚度优选为 90 到 150 纳米,更优选为 90 到 120 纳米,最优选为 90 到 100 纳米。金属阴极中 Al 的蒸发速率为 0.5 ~ 1.5 纳米/秒,更优选为 0.5 ~ 1.0 纳米/秒,最优选为 0.5 纳米/秒。

[0077] 下面结合具体实施例进一步说明本发明提供的白色有机电致发光器件及其制备方法。

[0078] 实施例 1

[0079] 先将 ITO 玻璃上的 ITO 阳极层化学腐蚀成 10 毫米宽、30 毫米长的条状电极;

[0080] 然后依次用清洗液、去离子水超声清洗 15 分钟并放入烘箱烘干;

[0081] 接着将烘干后的衬底放入预处理真空室,在真空度为 10 帕的氛围下用 400 伏的电压对 ITO 阳极进行 10 分钟的低压氧等离子处理后将其转移到有机蒸镀室;

[0082] 在真空度为 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕的有机蒸镀室中,在 ITO 层上依次蒸镀 60 纳米厚的 A1Q 掺杂 NPB 的空穴传输层、5 纳米厚的 BCP 空穴限制层和 45 纳米厚的 DCJT B 掺杂 A1Q 的电子传输层;

[0083] 接下来,未完成的器件被转移到金属蒸镀室,在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀 1.0 纳米厚的 LiF 缓冲层,最后通过特制的掩模版在 LiF 层上蒸镀 100 纳米厚的金属 Al 电极,制备成结构为 ITO/A1Q(0.2%):NPB/BCP/DCJT B(0.1%):A1Q/LiF/Al 的有机电致发光器件。该器件的发光面积为 10 平方毫米。

[0084] 空穴传输层中 A1Q 和 NPB 的蒸发速率控制在 0.0002 纳米/秒和 0.1 纳米/秒,BCP 的蒸发速率控制在 0.05 纳米/秒,电子传输层中 DCJT B 和 A1Q 的蒸发速率控制在 0.0001 纳米/秒和 0.1 纳米/秒,LiF 的蒸发速率控制在 0.005 纳米/秒,Al 的蒸发速率控制在 0.5

纳米 / 秒。

[0085] 所得器件在直流电压驱动下,显示具有三个发射峰的白色光;当亮度为 20000cd/m² 时,器件色坐标为 (0.33,0.34),色恢复系数为 87。器件的起亮电压为 2.7 伏,器件的最大亮度为 29873.9cd/m²。器件的最大电流效率为 6.26cd/A,最大功率效率为 6.08lm/W。

[0086] 实施例 2

[0087] 先将 ITO 玻璃上的 ITO 阳极层化学腐蚀成 10 毫米宽、30 毫米长的条状电极;

[0088] 然后依次用清洗液、去离子水超声清洗 15 分钟并放入烘箱烘干;

[0089] 接着将烘干后的衬底放入预处理真空室,在真空度为 10 帕的氛围下用 400 伏的电压对 ITO 阳极进行 10 分钟的低压氧等离子处理后将其转移到有机蒸镀室;

[0090] 在真空度为 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕的有机蒸镀室中,在 ITO 层上依次蒸镀 60 纳米厚的 AlQ 掺杂 NPB 的空穴传输层、5 纳米厚的 BCP 空穴限制层和 40 纳米厚的 DCJTB 掺杂 AlQ 的电子传输层;

[0091] 接下来,未完成的器件被转移到金属蒸镀室,在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀 1.0 纳米厚的 LiF 缓冲层,最后通过特制的掩模版在 LiF 层上蒸镀 100 纳米厚的金属 Al 电极,制备成结构为 ITO/AlQ(0.2%):NPB/BCP/DCJTB(0.1%):AlQ/LiF/Al 的有机电致发光器件。该器件的发光面积为 10 平方毫米。

[0092] 空穴传输层中 AlQ 和 NPB 的蒸发速率控制在 0.0002 纳米 / 秒和 0.1 纳米 / 秒,BCP 的蒸发速率控制在 0.05 纳米 / 秒,电子传输层中 DCJTB 和 AlQ 的蒸发速率控制在 0.0001 纳米 / 秒和 0.1 纳米 / 秒,LiF 的蒸发速率控制在 0.005 纳米 / 秒,Al 的蒸发速率控制在 0.5 纳米 / 秒。

[0093] 所得器件在直流电压驱动下,显示具有三个发射峰的白色光;当亮度为 20000cd/m² 时,器件色坐标为 (0.32,0.35),色恢复系数为 86。器件的起亮电压为 2.7 伏,器件的最大亮度为 28949.8cd/m²。器件的最大电流效率为 6.67cd/A,最大功率效率为 7.76lm/W。

[0094] 实施例 3

[0095] 先将 ITO 玻璃上的 ITO 阳极层化学腐蚀成 10 毫米宽、30 毫米长的条状电极;

[0096] 然后依次用清洗液、去离子水超声清洗 15 分钟并放入烘箱烘干;

[0097] 接着将烘干后的衬底放入预处理真空室,在真空度为 10 帕的氛围下用 400 伏的电压对 ITO 阳极进行 10 分钟的低压氧等离子处理后将其转移到有机蒸镀室;

[0098] 在真空度为 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕的有机蒸镀室中,在 ITO 层上依次蒸镀 60 纳米厚的 AlQ 掺杂 NPB 的空穴传输层、5 纳米厚的 BCP 空穴限制层和 50 纳米厚的 DCJTB 掺杂 AlQ 的电子传输层;

[0099] 接下来,未完成的器件被转移到金属蒸镀室,在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀 1.0 纳米厚的 LiF 缓冲层,最后通过特制的掩模版在 LiF 层上蒸镀 100 纳米厚的金属 Al 电极,制备成结构为 ITO/AlQ(0.2%):NPB/BCP/DCJTB(0.1%):AlQ/LiF/Al 的有机电致发光器件。该器件的发光面积为 10 平方毫米。

[0100] 空穴传输层中 AlQ 和 NPB 的蒸发速率控制在 0.0002 纳米 / 秒和 0.1 纳米 / 秒,BCP 的蒸发速率控制在 0.05 纳米 / 秒,电子传输层中 DCJTB 和 AlQ 的蒸发速率控制在 0.0001 纳米 / 秒和 0.1 纳米 / 秒,LiF 的蒸发速率控制在 0.005 纳米 / 秒,Al 的蒸发速率控制在 0.5 纳米 / 秒。

[0101] 所得器件在直流电压驱动下,显示具有三个发射峰的白色光;当亮度为 20000cd/m² 时,器件色坐标为 (0.34,0.37),色恢复系数为 85。器件的起亮电压为 2.8 伏,器件的最大亮度为 32515.5cd/m²。器件的最大电流效率为 6.69cd/A,最大功率效率为 5.90lm/W。

[0102] 实施例 4:

[0103] 先将 ITO 玻璃上的 ITO 阳极层化学腐蚀成 10 毫米宽、30 毫米长的条状电极;

[0104] 然后依次用清洗液、去离子水超声清洗 15 分钟并放入烘箱烘干;

[0105] 接着将烘干后的衬底放入预处理真空室,在真空度为 10 帕的氛围下用 400 伏的电压对 ITO 阳极进行 10 分钟的低压氧等离子处理后将其转移到有机蒸镀室;

[0106] 在真空度为 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕的有机蒸镀室中,在 ITO 层上依次蒸镀 50 纳米厚的 AlQ 掺杂 NPB 的空穴传输层、5 纳米厚的 BCP 空穴限制层和 50 纳米厚的 DCJTb 掺杂 AlQ 的电子传输层;

[0107] 接下来,未完成的器件被转移到金属蒸镀室,在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀 1.0 纳米厚的 LiF 缓冲层,最后通过特制的掩模版在 LiF 层上蒸镀 100 纳米厚的金属 Al 电极,制备成结构为 ITO/AlQ(0.2%):NPB/BCP/DCJTb(0.1%):AlQ/LiF/Al 的有机电致发光器件。该器件的发光面积为 10 平方毫米。

[0108] 空穴传输层中 AlQ 和 NPB 的蒸发速率控制在 0.0002 纳米/秒和 0.1 纳米/秒,BCP 的蒸发速率控制在 0.05 纳米/秒,电子传输层中 DCJTb 和 AlQ 的蒸发速率控制在 0.0001 纳米/秒和 0.1 纳米/秒,LiF 的蒸发速率控制在 0.005 纳米/秒,Al 的蒸发速率控制在 0.5 纳米/秒。

[0109] 所得器件在直流电压驱动下,显示具有三个发射峰的白色光;当亮度为 20000cd/m² 时,器件色坐标为 (0.34,0.38),色恢复系数为 84。器件的起亮电压为 2.8 伏,器件的最大亮度为 32658.5cd/m²。器件的最大电流效率为 6.29cd/A,最大功率效率为 5.42lm/W。

[0110] 实施例 5

[0111] 先将 ITO 玻璃上的 ITO 阳极层化学腐蚀成 10 毫米宽、30 毫米长的条状电极;

[0112] 然后依次用清洗液、去离子水超声清洗 15 分钟并放入烘箱烘干;

[0113] 接着将烘干后的衬底放入预处理真空室,在真空度为 10 帕的氛围下用 400 伏的电压对 ITO 阳极进行 10 分钟的低压氧等离子处理后将其转移到有机蒸镀室;

[0114] 在真空度为 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕的有机蒸镀室中,在 ITO 层上依次蒸镀 70 纳米厚的 AlQ 掺杂 NPB 的空穴传输层、5 纳米厚的 BCP 空穴限制层和 50 纳米厚的 DCJTb 掺杂 AlQ 的电子传输层;

[0115] 接下来,未完成的器件被转移到金属蒸镀室,在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀 1.0 纳米厚的 LiF 缓冲层,最后通过特制的掩模版在 LiF 层上蒸镀 100 纳米厚的金属 Al 电极,制备成结构为 ITO/AlQ(0.2%):NPB/BCP/DCJTb(0.1%):AlQ/LiF/Al 的有机电致发光器件。该器件的发光面积为 10 平方毫米。

[0116] 空穴传输层中 AlQ 和 NPB 的蒸发速率控制在 0.0002 纳米/秒和 0.1 纳米/秒,BCP 的蒸发速率控制在 0.05 纳米/秒,电子传输层中 DCJTb 和 AlQ 的蒸发速率控制在 0.0001 纳米/秒和 0.1 纳米/秒,LiF 的蒸发速率控制在 0.005 纳米/秒,Al 的蒸发速率控制在 0.5 纳米/秒。所得器件在直流电压驱动下,显示具有三个发射峰的白色光;当亮度为 20000cd/m² 时,器件色坐标为 (0.34,0.36),色恢复系数为 85。器件的起亮电压为 2.7 伏,器件的最

大亮度为 35788.0cd/m²。器件的最大电流效率为 7.78cd/A,最大功率效率为 9.03lm/W。

[0117] 实施例 6

[0118] 先将 ITO 玻璃上的 ITO 阳极层化学腐蚀成 10 毫米宽、30 毫米长的条状电极；

[0119] 然后依次用清洗液、去离子水超声清洗 15 分钟并放入烘箱烘干；

[0120] 接着将烘干后的衬底放入预处理真空室,在真空度为 10 帕的氛围下用 400 伏的电压对 ITO 阳极进行 10 分钟的低压氧等离子处理后将其转移到有机蒸镀室；

[0121] 在真空度为 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕的有机蒸镀室中,在 ITO 层上依次蒸镀 50 纳米厚的 AlQ 掺杂 NPB 的空穴传输层、5 纳米厚的 BCP 空穴限制层和 40 纳米厚的 DCJTb 掺杂 AlQ 的电子传输层；

[0122] 接下来,未完成的器件被转移到金属蒸镀室,在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀 1.0 纳米厚的 LiF 缓冲层,最后通过特制的掩模版在 LiF 层上蒸镀 100 纳米厚的金属 Al 电极,制备成结构为 ITO/AlQ(0.2%):NPB/BCP/DCJTb(0.1%):AlQ/LiF/Al 的有机电致发光器件。该器件的发光面积为 10 平方毫米。

[0123] 空穴传输层中 AlQ 和 NPB 的蒸发速率控制在 0.0002 纳米/秒和 0.1 纳米/秒,BCP 的蒸发速率控制在 0.05 纳米/秒,电子传输层中 DCJTb 和 AlQ 的蒸发速率控制在 0.0001 纳米/秒和 0.1 纳米/秒,LiF 的蒸发速率控制在 0.005 纳米/秒,Al 的蒸发速率控制在 0.5 纳米/秒。

[0124] 所得器件在直流电压驱动下,显示具有三个发射峰的白色光;当亮度为 20000cd/m² 时,器件色坐标为 (0.34,0.38),色恢复系数为 84。器件的起亮电压为 2.7 伏,器件的最大亮度为 33115.5cd/m²。器件的最大电流效率为 6.04cd/A,最大功率效率为 4.25lm/W。

[0125] 实施例 7

[0126] 先将 ITO 玻璃上的 ITO 阳极层化学腐蚀成 10 毫米宽、30 毫米长的条状电极；

[0127] 然后依次用清洗液、去离子水超声清洗 15 分钟并放入烘箱烘干；

[0128] 接着将烘干后的衬底放入预处理真空室,在真空度为 10 帕的氛围下用 400 伏的电压对 ITO 阳极进行 10 分钟的低压氧等离子处理后将其转移到有机蒸镀室；

[0129] 真空度为 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕的有机蒸镀室中,在 ITO 层上依次蒸镀 50 纳米厚的 AlQ 掺杂 NPB 的空穴传输层、4 纳米厚的 BCP 空穴限制层和 50 纳米厚的 DCJTb 掺杂 AlQ 的电子传输层；

[0130] 接下来,未完成的器件被转移到金属蒸镀室,在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀 1.0 纳米厚的 LiF 缓冲层,最后通过特制的掩模版在 LiF 层上蒸镀 100 纳米厚的金属 Al 电极,制备成结构为 ITO/AlQ(0.2%):NPB/BCP/DCJTb(0.1%):AlQ/LiF/Al 的有机电致发光器件。该器件的发光面积为 10 平方毫米。

[0131] 空穴传输层中 AlQ 和 NPB 的蒸发速率控制在 0.0002 纳米/秒和 0.1 纳米/秒,BCP 的蒸发速率控制在 0.05 纳米/秒,电子传输层中 DCJTb 和 AlQ 的蒸发速率控制在 0.0001 纳米/秒和 0.1 纳米/秒,LiF 的蒸发速率控制在 0.005 纳米/秒,Al 的蒸发速率控制在 0.5 纳米/秒。

[0132] 所得器件在直流电压驱动下,显示具有三个发射峰的暖白光;当亮度为 20000cd/m² 时,器件色坐标为 (0.37,0.41),色恢复系数为 78。器件的起亮电压为 2.7 伏,器件的最大亮度为 44985.5cd/m²。器件的最大电流效率为 7.47cd/A,最大功率效率为 6.12lm/W。

[0133] 实施例 8

[0134] 先将 ITO 玻璃上的 ITO 阳极层化学腐蚀成 10 毫米宽、30 毫米长的条状电极；

[0135] 然后依次用清洗液、去离子水超声清洗 15 分钟并放入烘箱烘干；

[0136] 接着将烘干后的衬底放入预处理真空室，在真空度为 10 帕的氛围下用 400 伏的电压对 ITO 阳极进行 10 分钟的低压氧等离子处理后将其转移到有机蒸镀室；

[0137] 在真空度为 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕的有机蒸镀室中，在 ITO 层上依次蒸镀 50 纳米厚的 AlQ 掺杂 NPB 的空穴传输层、6 纳米厚的 BCP 空穴限制层和 50 纳米厚的 DCJTb 掺杂 AlQ 的电子传输层；

[0138] 接下来，未完成的器件被转移到金属蒸镀室，在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀 1.0 纳米厚的 LiF 缓冲层，最后通过特制的掩模版在 LiF 层上蒸镀 100 纳米厚的金属 Al 电极，制备成结构为 ITO/AlQ(0.2%):NPB/BCP/DCJTb(0.1%):AlQ/LiF/Al 的有机电致发光器件。该器件的发光面积为 10 平方毫米。

[0139] 空穴传输层中 AlQ 和 NPB 的蒸发速率控制在 0.0002 纳米/秒和 0.1 纳米/秒，BCP 的蒸发速率控制在 0.05 纳米/秒，电子传输层中 DCJTb 和 AlQ 的蒸发速率控制在 0.0001 纳米/秒和 0.1 纳米/秒，LiF 的蒸发速率控制在 0.005 纳米/秒，Al 的蒸发速率控制在 0.5 纳米/秒。

[0140] 所得器件在直流电压驱动下，显示具有三个发射峰的冷白光；当亮度为 20000cd/m² 时，器件色坐标为 (0.27, 0.30)，色恢复系数为 77。器件的起亮电压为 3.0 伏，器件的最大亮度为 23717.8cd/m²。器件的最大电流效率为 4.16cd/A，最大功率效率为 3.58lm/W。

[0141] 实施例 9

[0142] 先将 ITO 玻璃上的 ITO 阳极层化学腐蚀成 10 毫米宽、30 毫米长的条状电极；

[0143] 然后依次用清洗液、去离子水超声清洗 15 分钟并放入烘箱烘干；

[0144] 接着将烘干后的衬底放入预处理真空室，在真空度为 10 帕的氛围下用 400 伏的电压对 ITO 阳极进行 10 分钟的低压氧等离子处理后将其转移到有机蒸镀室；

[0145] 在真空度为 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕的有机蒸镀室中，在 ITO 层上依次蒸镀 50 纳米厚的 AlQ 掺杂 NPB 的空穴传输层、5 纳米厚的 BCP 空穴限制层和 50 纳米厚的 DCJTb 掺杂 AlQ 的电子传输层；

[0146] 接下来，未完成的器件被转移到金属蒸镀室，在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀 1.0 纳米厚的 LiF 缓冲层，最后通过特制的掩模版在 LiF 层上蒸镀 100 纳米厚的金属 Al 电极，制备成结构为 ITO/AlQ(0.2%):NPB/BCP/DCJTb(0.2%):AlQ/LiF/Al 的有机电致发光器件。该器件的发光面积为 10 平方毫米。

[0147] 空穴传输层中 AlQ 和 NPB 的蒸发速率控制在 0.0002 纳米/秒和 0.1 纳米/秒，BCP 的蒸发速率控制在 0.05 纳米/秒，电子传输层中 DCJTb 和 AlQ 的蒸发速率控制在 0.0001 纳米/秒和 0.1 纳米/秒，LiF 的蒸发速率控制在 0.005 纳米/秒，Al 的蒸发速率控制在 0.5 纳米/秒。

[0148] 所得器件在直流电压驱动下，显示具有三个发射峰白色光；当亮度为 20000cd/m² 时，器件色坐标为 (0.33, 0.32)，色恢复系数为 85。器件的起亮电压为 2.7 伏，器件的最大亮度为 31888.2cd/m²。器件的最大电流效率为 5.88cd/A，最大功率效率为 5.72lm/W。

[0149] 实施例 10

[0150] 先将 ITO 玻璃上的 ITO 阳极层化学腐蚀成 10 毫米宽、30 毫米长的条状电极；

[0151] 然后依次用清洗液、去离子水超声清洗 15 分钟并放入烘箱烘干；

[0152] 接着将烘干后的衬底放入预处理真空室，在真空度为 10 帕的氛围下用 400 伏的电压对 ITO 阳极进行 10 分钟的低压氧等离子处理后将其转移到有机蒸镀室；

[0153] 在真空度为 $1 \sim 3 \times 10^{-5}$ 帕的有机蒸镀室中，在 ITO 层上依次蒸镀 50 纳米厚的 AlQ 掺杂 NPB 的空穴传输层、6 纳米厚的 BCP 空穴限制层和 50 纳米厚的 DCJTb 掺杂 AlQ 的电子传输层；

[0154] 接下来，未完成的器件被转移到金属蒸镀室，在 $5 \sim 8 \times 10^{-5}$ 帕的真空氛围下依次蒸镀 1.0 纳米厚的 LiF 缓冲层，最后通过特制的掩模版在 LiF 层上蒸镀 100 纳米厚的金属 Al 电极，制备成结构为 ITO/AlQ(0.3%) : NPB/BCP/DCJTb(0.1%) : AlQ/LiF/Al 的有机电致发光器件。该器件的发光面积为 10 平方毫米。

[0155] 空穴传输层中 AlQ 和 NPB 的蒸发速率控制在 0.0002 纳米 / 秒和 0.1 纳米 / 秒，BCP 的蒸发速率控制在 0.05 纳米 / 秒，电子传输层中 DCJTb 和 AlQ 的蒸发速率控制在 0.0001 纳米 / 秒和 0.1 纳米 / 秒，LiF 的蒸发速率控制在 0.005 纳米 / 秒，Al 的蒸发速率控制在 0.5 纳米 / 秒。

[0156] 所得器件在直流电压驱动下，显示具有三个发射峰的白色光；当亮度为 20000cd/m² 时，器件色坐标为 (0.29, 0.31)，色恢复系数为 83。器件的起亮电压为 2.7 伏，器件的最大亮度为 25416.5cd/m²。器件的最大电流效率为 4.84cd/A，最大功率效率为 4.70lm/W。

[0157] 从以上实施例可以看出，本发明所提供的白色有机电致发光器件及其制备方法，实质性改善白色有机电致发光器件的综合性能。

[0158] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言，由于其与实施例公开的方法相对应，所以描述的比较简单，相关之处参见方法部分说明即可。

[0159] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

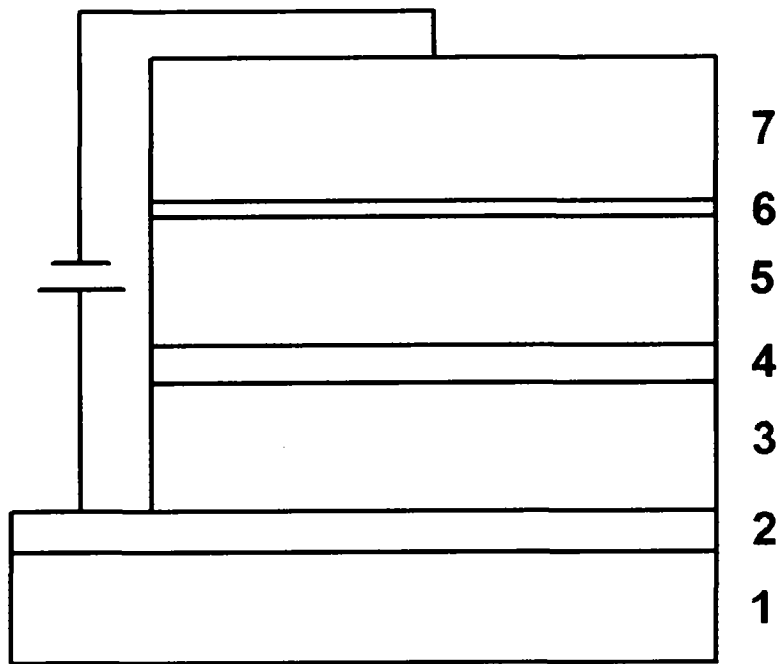


图 1

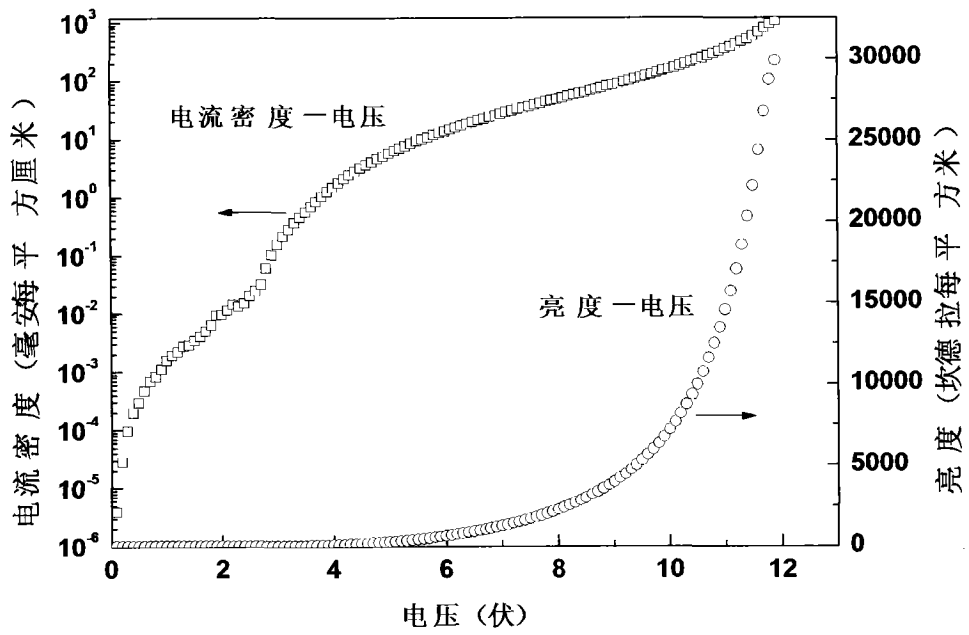


图 2

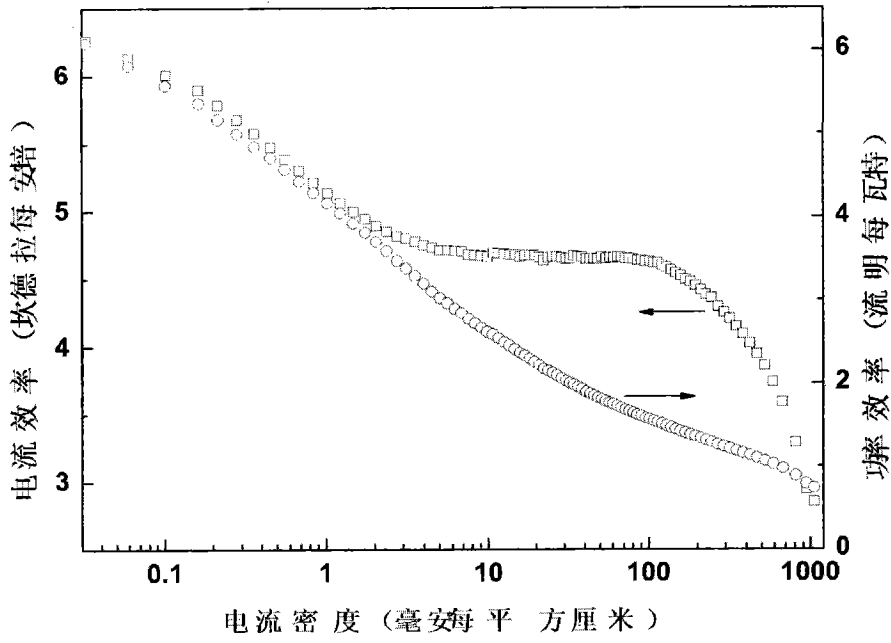


图 3

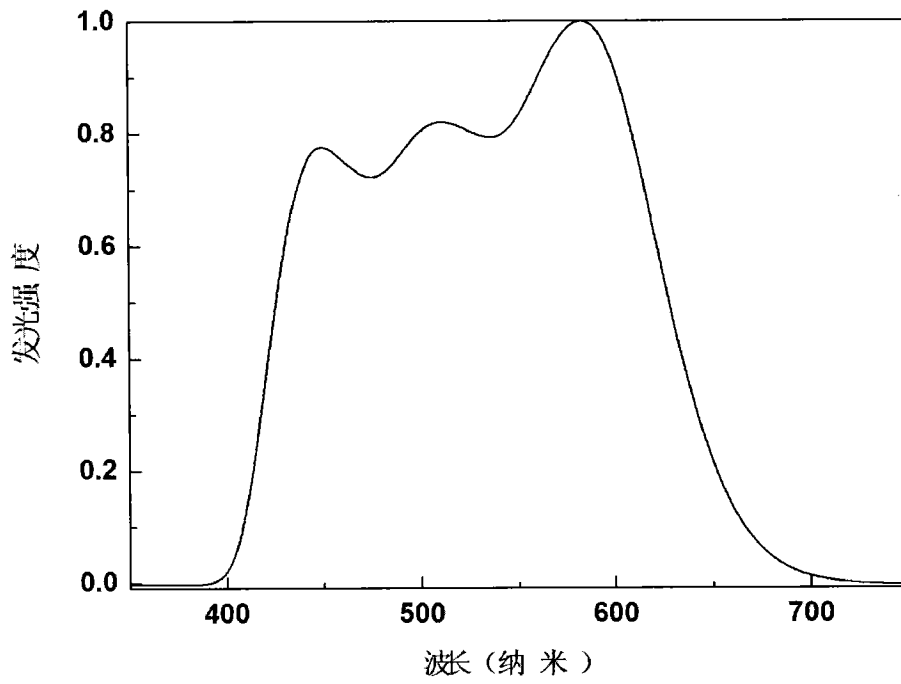


图 4

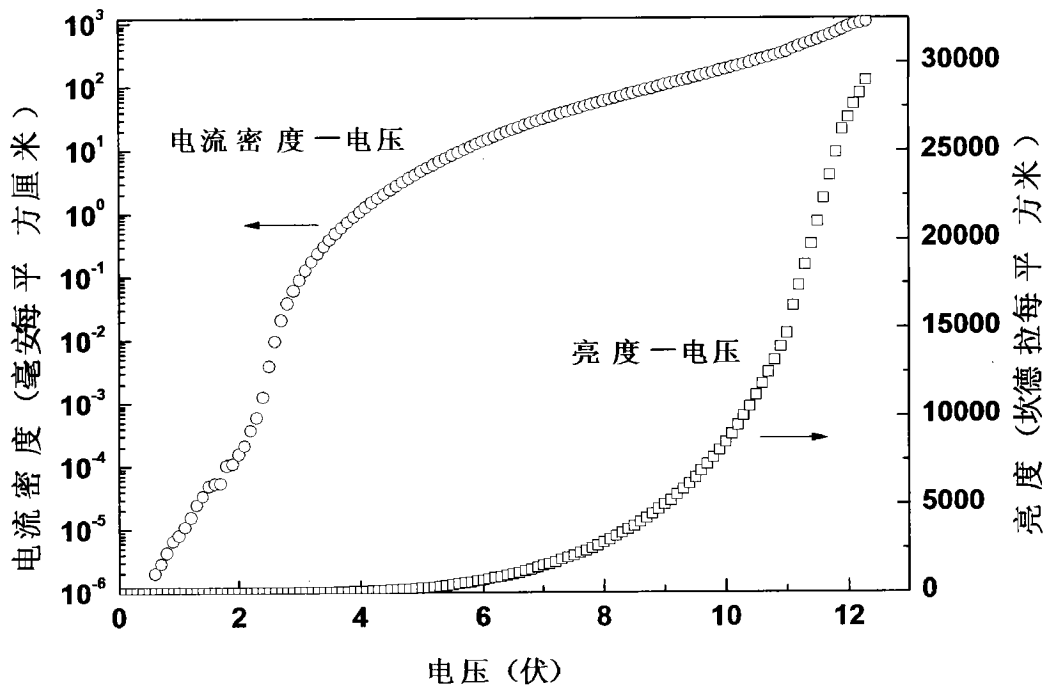


图 5

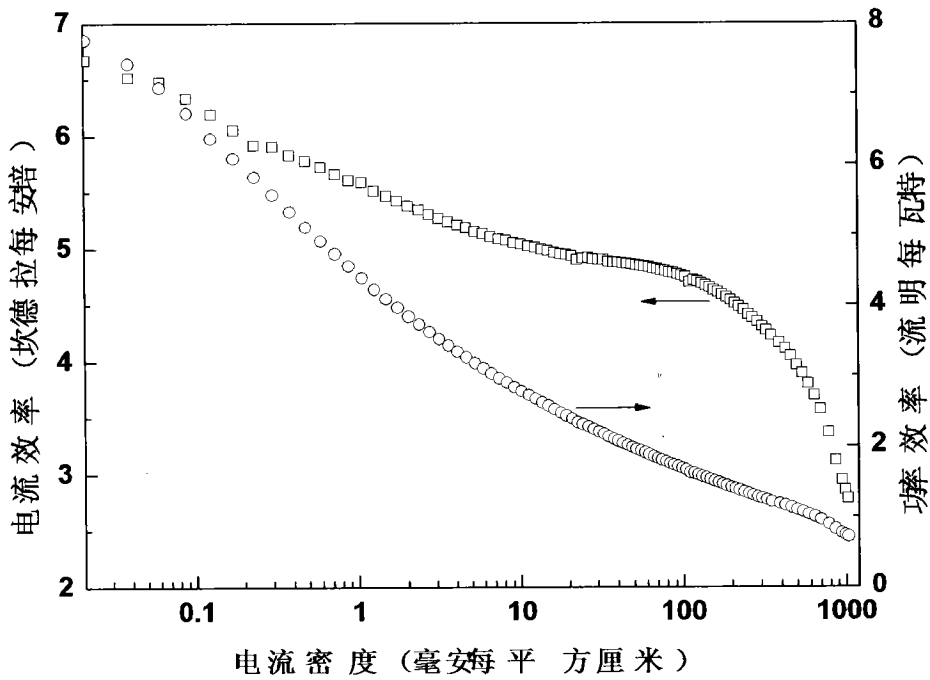


图 6