

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H05B 33/14

H05B 33/20 H05B 33/12

H05B 33/10 C09K 11/06



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410069263.4

[43] 公开日 2005 年 2 月 16 日

[11] 公开号 CN 1582073A

[22] 申请日 2004. 7. 16

[21] 申请号 200410069263.4

[30] 优先权

[32] 2004. 2. 27 [33] CN [31] 200410004468.4

[71] 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园清华大学
工物馆 209A 房间

共同申请人 北京维信诺科技有限公司

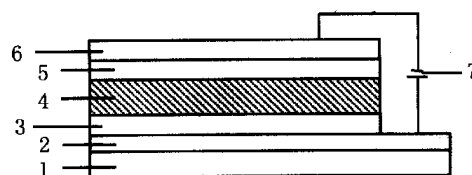
[72] 发明人 邱 勇 雷钢铁 王立铎

权利要求书 5 页 说明书 22 页 附图 4 页

[54] 发明名称 一种有机电致磷光器件及其制备方法

[57] 摘要

本发明涉及一种有机电致磷光器件及其制备方法。该器件包括透明基片、阳极层、有机功能层、阴极层，其中有机功能层包含有机发光层、选择性的具有空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层中的一层或多层，所述的有机发光层包括主体材料和磷光染料，所述的磷光染料的掺杂浓度沿阳极层到阴极层的方向随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或逐渐下降形成梯度掺杂结构。在该器件有机发光层中磷光染料以梯度掺杂方式掺杂在主体材料中，扩大了器件的发光区域，使磷光染料的利用率得到了提高，也有利于电子与空穴结合成激子，从而提高了器件的发光效率和亮度，改善了其稳定性，同时也克服了在大电流下，器件的发光效率低和稳定性差的缺点。



ISSN 1008-4274

1. 一种有机电致磷光器件，该器件依次包括透明基片、阳极层、空穴传输层、有机发光层、电子传输层和阴极层，所述的有机发光层包括主体材料和磷光染料，其特征在于：所述的磷光染料的掺杂浓度沿空穴传输层到电子传输层的方向随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或逐渐下降形成梯度掺杂结构。
2. 根据权利要求 1 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的磷光染料的平均掺杂浓度为 0.1~50wt%。
3. 根据权利要求 2 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的磷光染料的平均掺杂浓度为 1~30wt%。
4. 根据权利要求 1 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的主体材料是联苯-咔唑类或苯-咔唑类化合物中的一种材料。
5. 根据权利要求 4 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的联苯-咔唑类化合物包括 4, 4'-N, N'-二咔唑-联苯，所述的苯-咔唑类化合物包括 N, N'-二咔唑基-1, 4-二亚甲基苯或 9, 9-二(4-二咔唑-苯基)芴。
6. 根据权利要求 1 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的磷光染料是一种金属有机配合物。
7. 根据权利要求 6 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的金属有机配合物包括二[2-(4, 6-二氟苯基)吡啶基-N, C^{2'}]皮考啉酸铱(III)、二(1-苯基-异喹啉基)(乙酰丙酮)铱(III)、八乙基卟啉铂、三(2-苯基吡啶)铱(III)或二(2-苯基吡啶)(乙酰丙酮)铱(III)。
8. 根据权利要求 1 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的空穴传输层采用三苯胺类化合物中的一种材料。
9. 根据权利要求 8 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的三苯胺类化合物包括 N, N'-二-(1-萘基)-N, N'-二苯基-1, 1'-联苯基-4, 4'-二胺、N, N'-二苯基-N, N'-双(间甲基苯基)-1, 1'-联苯基-4, 4'-二胺或 4, 4', 4''-三(3-甲基苯基苯胺)三苯胺。
10. 根据权利要求 1 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的电子传输层采用金属有机配合物、芳香稠环类、邻菲咯啉类或噻二唑类化合物中的一种材料。

11. 根据权利要求 10 所述的有机电致磷光器件, 其特征在于, 所述的金属有机配合物包括三(8-羟基喹啉)铝、二(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基苯酚铝(III)、三(8-羟基喹啉)镓、(水杨醛缩邻胺苯酚)-(8-羟基喹啉)合铝(III)或(水杨醛缩邻胺苯酚)-(8-羟基喹啉)合镓(III), 所述的芳香稠环类化合物包括并五苯或花, 所述的邻菲咯啉类化合物包括 4, 7-二苯基-1, 10-邻菲咯啉或 2, 9-二甲基-4, 7-二苯基-1, 10-邻菲咯啉, 所述的噁二唑类化合物包括 2-(4-特丁基苯基)-5-(4-联苯基)-1, 3, 4-噁二唑。
12. 一种制备权利要求 1 所述的有机电致磷光器件的方法, 该方法包括以下步骤:
- ①依次对透明导电基片进行超声清洗、烘干、预处理, 其中导电基片上面的导电膜作为器件的阳极层;
 - ②将上述清洗烘干并经过预处理的透明导电基片置于真空腔内, 抽真空, 然后在上述导电膜上蒸镀空穴传输层;
 - ③保持上述真空腔内压力不变, 在上述空穴传输层上继续蒸镀掺杂有磷光染料的有机发光层, 采用双源蒸镀的方法进行梯度掺杂, 分别将主体材料和磷光染料置于不同的蒸发源中, 通过控制两个蒸发源的蒸镀速率, 使磷光染料在主体材料中的掺杂浓度随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或下降;
 - ④保持上述真空腔内压力不变, 在上述有机发光层上继续蒸镀电子传输层;
 - ⑤保持上述真空腔内压力不变, 在上述电子传输层上继续蒸镀金属层作为器件的阴极层。
13. 一种有机电致磷光器件, 该器件包括透明基片、阳极层、有机功能层、阴极层、其中有机功能层包括有机发光层, 所述的有机发光层包括主体材料和磷光染料, 其特征在于: 所述的磷光染料的掺杂浓度沿阳极层到阴极层的方向随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或逐渐下降形成梯度掺杂结构。
14. 根据权利要求 13 所述的有机电致磷光器件, 其特征在于, 所述的有机功能层包含空穴传输层和发光层。
15. 根据权利要求 13 所述的有机电致磷光器件, 其特征在于, 所述的有机功能层包含发光层和电子传输层。
16. 根据权利要求 13 所述的有机电致磷光器件, 其特征在于, 所述的有机功能层包含发光层。
17. 根据权利要求 14、15 或 16 所述的有机电致磷光器件, 其特征是, 所述的有机功能

层包含空穴注入层。

18. 根据权利要求 14、15 或 16 所述的有机电致磷光器件，其特征是，所述的有机功能层包含电子注入层。
19. 根据权利要求 13 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的磷光染料平均掺杂浓度为 0.1~50wt%。
20. 根据权利要求 13 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的磷光染料平均掺杂浓度为 1~30wt%。
21. 根据权利要求 13 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的主体材料是联苯-咔唑类或苯-咔唑类化合物中的一种材料。
22. 根据权利要求 16 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的联苯-咔唑类化合物包括 4, 4'-N, N'-二咔唑-联苯，所述的苯-咔唑类化合物包括 N, N'-二咔唑基-1, 4-二亚甲基苯或 9, 9-二(4-二咔唑-苯基)芴。
23. 根据权利要求 13 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的磷光染料是一种金属有机配合物。
24. 根据权利要求 18 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的金属有机配合物包括二[2-(4, 6-二氟苯基)吡啶基-N, C^{2'}]皮考啉酸铱(III)、二(1-苯基-异喹啉基)(乙酰丙酮)铱(III)、八乙基卟啉铂、三(2-苯基吡啶)铱(III)或二(2-苯基吡啶)(乙酰丙酮)铱(III)。
25. 根据权利要求 13 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的空穴传输层采用三苯胺类化合物中的一种材料。
26. 根据权利要求 20 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的三苯胺类化合物包括 N, N'-二-(1-萘基)-N, N'-二苯基-1, 1'-联苯基-4, 4'-二胺、N, N'-二苯基-N, N'-双(间甲基苯基)-1, 1'-联苯基-4, 4'-二胺或 4, 4', 4''-三(3-甲基苯基苯胺)三苯胺。
27. 根据权利要求 13 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的电子传输层采用金属有机配合物、芳香稠环类、邻菲咯啉类或噻二唑类化合物中的一种材料。
28. 根据权利要求 22 所述的有机电致磷光器件，其特征在于，所述的金属有机配合物包括三(8-羟基喹啉)铝、二(2-甲基-8-喹啉基)-4-苯基苯酚铝(III)、三(8-羟基喹啉)镓、(水杨醛缩邻胺苯酚)-(8-羟基喹啉)合铝(III)或(水杨醛缩邻胺苯酚)-(8-羟基喹啉)合镓(III)，所述的芳香稠环类化合物包括并五苯或

花,所述的邻菲咯啉类化合物包括 4,7-二苯基-1,10-邻菲咯啉或 2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-邻菲咯啉,所述的噻二唑类化合物包括 2-(4-特丁基苯基)-5-(4-联苯基)-1,3,4-噻二唑。

29. 一种制备权利要求 13 所述的有机电致磷光器件的方法,该方法包括以下步骤:

- ①依次对透明导电基片进行超声清洗、烘干、预处理,其中导电基片上面的导电膜作为器件的阳极层;
- ②将上述清洗烘干并经过预处理的透明导电基片置于真空腔内,抽真空,在上述阳极层上蒸镀掺杂有磷光染料的有机发光层,采用双源蒸镀的方法进行梯度掺杂,分别将主体材料和磷光染料置于不同的蒸发源中,通过控制两个蒸发源的蒸镀速率,使磷光染料在主体材料中的掺杂浓度随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或下降;
- ③保持上述真空腔内压力不变,在上述有机发光层上继续蒸镀电子传输层;
- ④保持上述真空腔内压力不变,在上述电子传输层上继续蒸镀金属层作为器件的阴极层。

30. 一种制备权利要求 13 所述的有机电致磷光器件的方法,该方法包括以下步骤:

- ①依次对透明导电基片进行超声清洗、烘干、预处理,其中导电基片上面的导电膜作为器件的阳极层;
- ②将上述清洗烘干并经过预处理的透明导电基片置于真空腔内,抽真空,然后在上述导电膜上蒸镀空穴传输层;
- ③保持上述真空腔内压力不变,在上述空穴传输层上继续蒸镀掺杂有磷光染料的有机发光层,采用双源蒸镀的方法进行梯度掺杂,分别将主体材料和磷光染料置于不同的蒸发源中,通过控制两个蒸发源的蒸镀速率,使磷光染料在主体材料中的掺杂浓度随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或下降;
- ④保持上述真空腔内压力不变,在上述有机发光层上继续蒸镀金属层作为器件的阴极层。

31. 一种制备权利要求 13 所述的有机电致磷光器件的方法,该方法包括以下步骤:

- ①依次对透明导电基片进行超声清洗、烘干、预处理,其中导电基片上面的导电膜作为器件的阳极层;
- ②将上述清洗烘干并经过预处理的透明导电基片置于真空腔内,抽真空,在阳极层上蒸镀掺杂有磷光染料的有机发光层,采用双源蒸镀的方法进行梯度掺杂,分别将主

体材料和磷光染料置于不同的蒸发源中，通过控制两个蒸发源的蒸镀速率，使磷光染料在主体材料中的掺杂浓度随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或下降；

- ③保持上述真空腔内压力不变，在上述有机发光层上继续蒸镀金属层作为器件的阴极层。

一种有机电致磷光器件及其制备方法

技术领域

本发明涉及一种有机电致磷光器件，还涉及该器件的制备方法，属于有机电致发光技术领域。

背景技术

当今，随着多媒体技术的发展和信息社会的来临，对平板显示器性能的要求越来越高。近年新出现的三种显示技术：等离子显示器、场发射显示器和有机电致发光显示器，均在一定程度上弥补了阴极射线管和液晶显示器的不足。其中，有机电致发光显示器具有自主发光、低电压直流驱动、全固化、宽视角、颜色丰富等一系列的优点，与液晶显示器相比，有机电致发光显示器不需要背光源，视角大，功率低，其响应速度可达液晶显示器的 1000 倍，其制造成本却低于同等分辨率的液晶显示器，因此，有机电致发光显示器具有广阔的应用前景。

1987 年，美国 Kodak 公司的 C. W. Tang 等人 (C. W. Tang, S. A. Vanslyke, Appl. Phys. Lett., 1987, 51, 913) 选择具有较好成膜性能的三苯胺类衍生物和 Alq_3 分别作为空穴传输层和发光层兼电子传输层，制备得到高量子效率 (1%)、高发光效率 ($>1.5\text{lm/W}$)、高亮度 ($>1000\text{cd/m}^2$) 和低驱动电压 ($<10\text{V}$) 的有机电致发光器件 (Organic Electroluminescent Devices, 以下简称 OLEDs)。这一突破性进展为有机电致发光器件的发展注入了新的动力，有机电致发光技术显示出了它潜在的实用价值。1989 年，C. W. Tang 等人 (C. W. Tang, S. A. Vanslyke, J. Appl. Phys, 1989, 65, 913) 在发光层中掺杂荧光染料来提高 OLEDs 的效率，由于荧光染料的掺杂浓度较低，它能够直接俘获载流子，同时能防止高掺杂浓度时荧光染料自吸收导致的淬灭。这种掺杂荧光染料器件的结构一般为双异质结结构，它们具有独立的空穴传输层和电子传输层，电子-空穴能够在发光层中进行有效复合，使器件的效率达到有机电致荧光器件的理论极限 (内量子效率 25%，外量子效率 5%)。

1990 年，英国 Cambridge 大学 Cavendish 实验室的 R. H. Friend 等人 (Burroughes JH, Bradley DDC, Brown AR, R. H. Friend. Nature (London), 1990, 347, 539) 以聚对苯撑乙烯 (以下简称 PPV) 为发光材料制成了聚合物 OLEDs，开辟了发光器件的又一个新领域——聚合物薄膜电致发光器件。聚合物发光材料具有热稳定性好、分子结构易调节、成膜性好、制膜工艺简单等特点。研究人员在改善聚合物发光材料的溶解性、提

高玻璃化转变温度、增强光化学稳定性、匹配载流子注入及传输平衡、提高量子效率、调节发光颜色等方面取得了显著进展,虽然起步较晚,但聚合物发光二极管的性能也已接近实用化水平。

OLEDs 研究的另一个突破是在器件发光层中掺杂磷光染料,磷光染料的引入使器件能有效地利用单线态和三线态激子,使得器件的内量子效率接近理论的上限 100%。美国专利 US6,303,238 (公告日:2001 年 10 月 16 日,专利权人:普林斯顿大学、南加州大学)中首次提出采用磷光染料作为掺杂剂制备高效率 OLEDs 的思想,这份专利及普林斯顿大学 Forrest 小组随后的文献报道中(M. A. Baldo, D. F. O' Brien, Y. You et al. *Nature*, 1998, 395, 151)都公开了以磷光染料 PtOEP 作为客体发光材料掺杂在发光层主体材料 Alq₃中的器件研究。由于激子受到自旋禁阻的限制,它们在荧光小分子 OLEDs 中的利用率较低(理论最大值为 25%),而限制了器件的外量子效率(<5%)。在 OLEDs 发光层中掺杂磷光染料,则激子的利用率理论上可以达到 100%,将会大大提高器件的效率。

梯度掺杂结构已经被广泛应用于传统的 III-V 族半导体器件中。R. H. Friend 等人在聚合物 OLEDs 中也应用了梯度结构的概念(R. H. Friend, et al. *Nature*, 2000, 404, 481),在该器件中,一种具有浓度梯度的空穴传输层被沉积在氧化铟锡(以下简称 ITO)阳极上,使器件的载流子注入达到了平衡,进而提高了器件的发光效率。

梯度结构在小分子荧光 OLEDs 中也有应用,Anna B. Chwang 等人报道了一种具有梯度混合发光层的 OLEDs(A. B. Chwang, R. C. Kwong, and J. J. Brown, *Appl. Phys. Lett.* 2002, 80, 725)。在该器件中,空穴传输材料 NPB 和电子传输/发光材料 Alq₃在不同区域按不同浓度混杂在一起,NPB 的浓度从阳极缓冲层到阴极的浓度逐渐降低,而 Alq₃的浓度从阳极缓冲层到阴极逐渐升高,形成浓度梯度的结构。在这种器件的发光层中,NPB 和 Alq₃的质量浓度比为 1:1,其中还均匀掺杂了 1wt%的荧光染料 C545T,器件的结构为:ITO/CuPc(375Å)/NPB:Alq₃(300Å, 5wt%)/NPB:Alq₃(75Å, 20wt%)/NPB:Alq₃(75Å, 35wt%)/NPB:Alq₃:C545T(500Å, [1:1]:1wt%)/NPB:Alq₃(150Å, 90wt%)/LiF(12Å)/Al(700Å)。尽管这种结构的器件效率比掺杂相同浓度 C545T 的传统异质结结构器件的发光效率要低,但器件的稳定性得到了很大改善。Dongge Ma 等人也报道了一种具有梯度结构的双极性发光层器件(Dongge Ma, C. S. Lee, S. T. Lee, and L. S. Hung, *Appl. Phys. Lett.* 2002, 80, 3641),这种器件的结构为:ITO/NPB/梯度结构的双极性发光层/Alq₃/Mg:Ag,其中 NPB 层作为空穴传输层,Alq₃层作为电子传输层,双极性发光层是由 NPB 和 Alq₃在不同区域按不同的质量浓度比制备的。在这个器件的双极性发光层中,NPB 从空穴传输层到电子传输层之间浓度逐渐降低,而 Alq₃从空穴传输层到电子传输层之间浓度逐渐升高,该结构能更好地控制载流子的传输和复合。这种结构的器件比传统的异质结结构的器件

的效率要高 1.5 倍，而起亮电压保持不变。

目前，有机电致磷光器件发光层中的磷光染料是被均匀掺杂在主体材料中的。E. Tutis 等人的研究结果表明 (E. Tutis, D. Berner, and L. Zuppiroli, Appl. Phys. Lett. 2003, 93, 4594)，载流子（电子和空穴）在 OLEDs 中的分布是不均匀的。在一般的器件中，空穴是多子，而电子是少子。在磷光器件的发光层中，沿电子传输层到空穴传输层方向，电子的浓度分布呈非线性递减趋势。因而均匀掺杂的磷光器件，只有位于发光区域的染料才能发光，其发光效率和亮度均受到了一定的限制。

发明内容

本发明的目的是提供一种发光效率高、亮度大、稳定性好的有机电致磷光器件。

本发明的另一目的是提供一种有机电致磷光器件的制备方法。

为实现上述目的，本发明的一个技术方案提供了一种有机电致磷光器件，该器件包括透明基片、阳极层、有机功能层、阴极层、其中有机功能层包含有机发光层、选择性地具有空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层中的一层或多层，有机发光层包括主体材料和磷光染料，所述的磷光染料的掺杂浓度沿阳极层到阴极层的方向随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或逐渐下降形成梯度掺杂结构。

在本发明的技术方案中所述的磷光染料的平均掺杂浓度为 0.1~50wt%。

在 OLEDs 中，电子的浓度分布一般是从电子传输层到空穴传输层非线性降低的。上述技术方案中有机发光层中磷光染料在主体材料中掺杂浓度的梯度分布是为了使磷光染料在主体材料中的分布趋势符合电子在主体材料中的分布趋势，这样的浓度分布扩大了器件的发光区域，使磷光染料的利用率得到了提高，也有利于电子与空穴结合成激子。

上述技术方案中磷光染料的掺杂浓度沿阳极层到阴极层的方向随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或下降的趋势是由磷光染料自身的性质决定的。磷光染料自身对电子或空穴的传输能力是其中的主要决定因素。对于电子传输能力强的磷光染料，其掺杂浓度分布沿阳极层到阴极层方向随发光层厚度的增加逐渐上升，而空穴传输能力强的磷光染料则反之。

本发明提出的有机电致磷光器件，具有以下优点：在有机发光层中磷光染料以梯度掺杂方式掺杂在主体材料中，扩大了器件的发光区域，使磷光染料的利用率得到了提高，也有利于电子与空穴结合成激子，从而提高了器件的发光效率和亮度，改善了其稳定性，同时也克服了在大电流下，器件的发光效率低和稳定性差的缺点。

本发明的另一个技术方案提供了一种有机电致磷光器件的制备方法，该方法包括如下四个工艺步骤制造不同结构的有机电致磷光器件：

第一种结构的工艺步骤:

- ①依次对透明导电基片进行超声清洗、烘干、预处理,其中导电基片上面的导电膜作为器件的阳极层;
- ②将上述清洗烘干并经过预处理的透明导电基片置于真空腔内,抽真空,然后在上述导电膜上蒸镀空穴传输层;
- ③保持上述真空腔内压力不变,在上述空穴传输层上继续蒸镀掺杂有磷光染料的有机发光层,采用双源蒸镀的方法进行梯度掺杂,分别将主体材料和磷光染料置于不同的蒸发源中,通过控制两个蒸发源的蒸镀速率,使磷光染料在主体材料中的掺杂浓度随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或下降;
- ④保持上述真空腔内压力不变,在上述有机发光层上继续蒸镀电子传输层;
- ⑤保持上述真空腔内压力不变,在上述电子传输层上继续蒸镀金属层作为器件的阴极层。

第二种结构的工艺步骤:

- ①依次对透明导电基片进行超声清洗、烘干、预处理,其中导电基片上面的导电膜作为器件的阳极层;
- ②将上述清洗烘干并经过预处理的透明导电基片置于真空腔内,抽真空,在上述阳极层上蒸镀掺杂有磷光染料的有机发光层,采用双源蒸镀的方法进行梯度掺杂,分别将主体材料和磷光染料置于不同的蒸发源中,通过控制两个蒸发源的蒸镀速率,使磷光染料在主体材料中的掺杂浓度随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或下降;
- ③保持上述真空腔内压力不变,在上述有机发光层上继续蒸镀电子传输层;
- ④保持上述真空腔内压力不变,在上述电子传输层上继续蒸镀金属层作为器件的阴极层。

第三种结构的工艺步骤:

- ①依次对透明导电基片进行超声清洗、烘干、预处理,其中导电基片上面的导电膜作为器件的阳极层;
- ②将上述清洗烘干并经过预处理的透明导电基片置于真空腔内,抽真空,然后在上述导电膜上蒸镀空穴传输层;
- ③保持上述真空腔内压力不变,在上述空穴传输层上继续蒸镀掺杂有磷光染料的有机发光层,采用双源蒸镀的方法进行梯度掺杂,分别将主体材料和磷光染料置于不同

的蒸发源中,通过控制两个蒸发源的蒸镀速率,使磷光染料在主体材料中的掺杂浓度随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或下降;

- ④保持上述真空腔内压力不变,在上述有机发光层上继续蒸镀金属层作为器件的阴极层。

第四种结构的工艺步骤:

- ①依次对透明导电基片进行超声清洗、烘干、预处理,其中导电基片上面的导电膜作为器件的阳极层;
- ②将上述清洗烘干并经过预处理的透明导电基片置于真空腔内,抽真空,在阳极层上蒸镀掺杂有磷光染料的有机发光层,采用双源蒸镀的方法进行梯度掺杂,分别将主体材料和磷光染料置于不同的蒸发源中,通过控制两个蒸发源的蒸镀速率,使磷光染料在主体材料中的掺杂浓度随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或下降;
- ④保持上述真空腔内压力不变,在上述有机发光层上继续蒸镀金属层作为器件的阴极层。

附图说明

下面结合附图通过具体实施方式、实施例加以说明,本发明会变得更加清楚。

图1是本发明提出的有机电致磷光器件的结构示意图,其中1是透明基片,2是阳极层,3是空穴传输层,4是有机发光层,5是电子传输层,6是阴极层,7是电源。

图2是本发明实施例1制备的OLED1中磷光染料的浓度分布曲线。

图3是本发明实施例1制备的OLED1和对比例1制备的OLED对1的亮度-电压曲线。

图4是本发明实施例1制备的OLED1和对比例1制备的OLED对1的发光效率-电流密度曲线。

图5是本发明实施例1制备的OLED1和对比例1制备的OLED对1的归一化寿命曲线(即亮度-发光时间曲线),OLED1的初始亮度为 1300cd/m^2 ,OLED对1的初始亮度为 900cd/m^2 。

图6是本发明实施例1制备的OLED1和对比例1制备的OLED对1的EL光谱图,其中CIE1931色度图中有OLED1、OLED对1发光的色坐标。

图7是本发明实施例4制备的OLED4中磷光染料的浓度分布曲线。

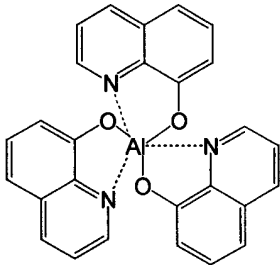
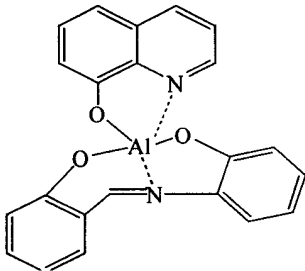
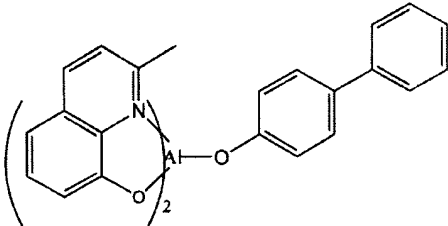
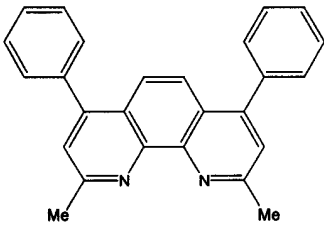
图8是本发明实施例5制备的OLED5中磷光染料的浓度分布曲线。

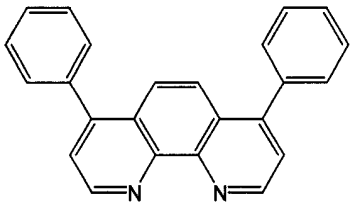
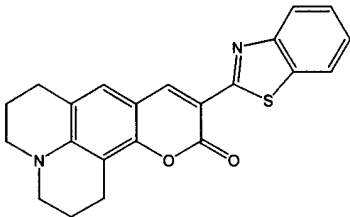
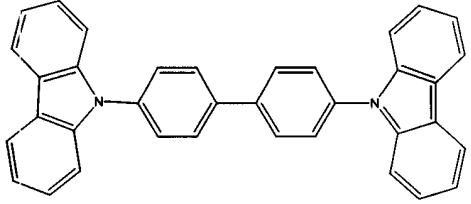
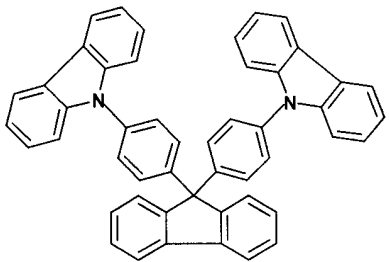
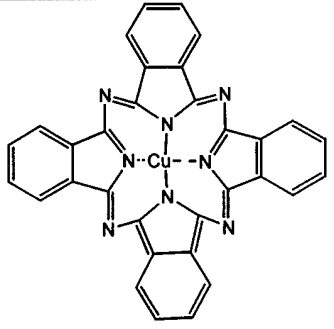
下面结合附图和具体实施方式详细阐述本发明的内容，应该理解本发明并不局限于下述优选实施方式，优选实施方式仅作为本发明的说明性实施方案。

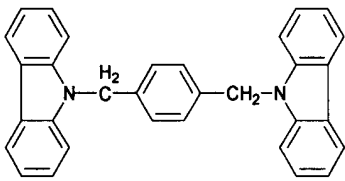
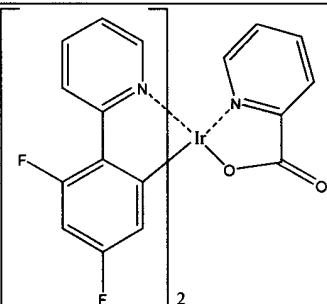
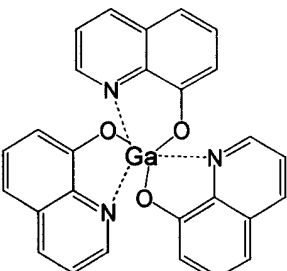
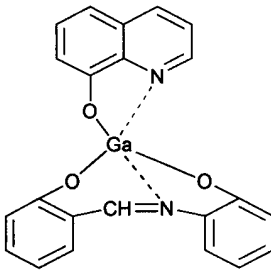
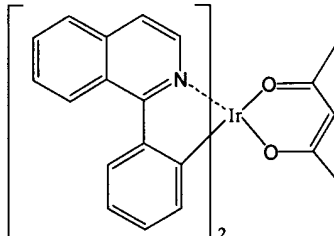
具体实施方式

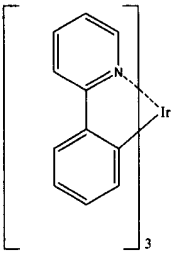
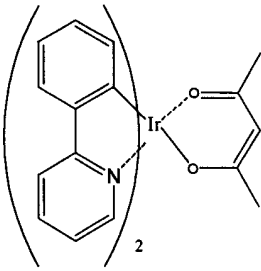
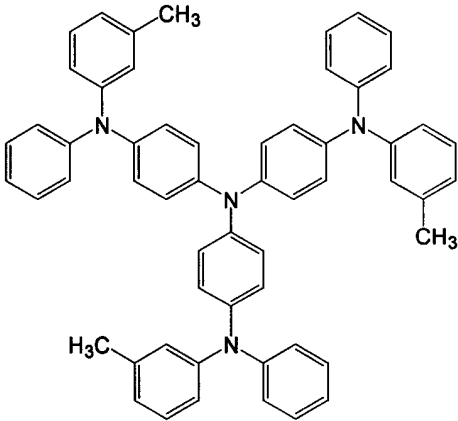
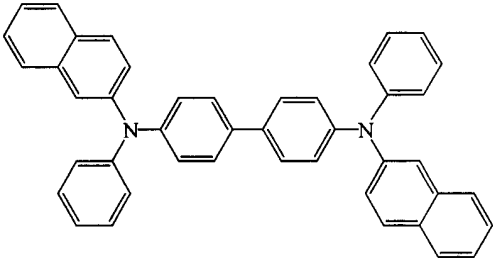
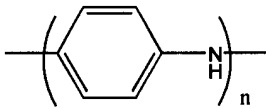
为参考起见，把本说明书中涉及的一些有机材料的缩写及全称列示如下：

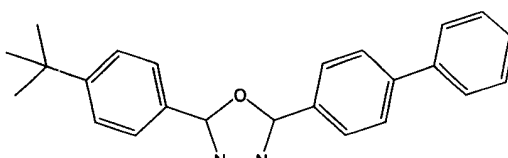
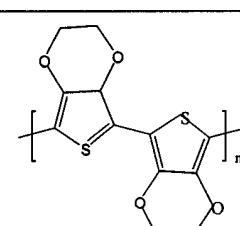
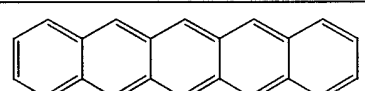
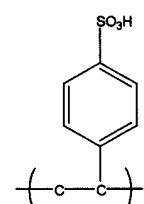
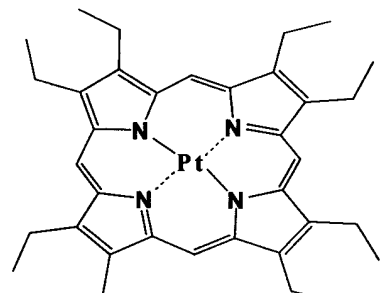
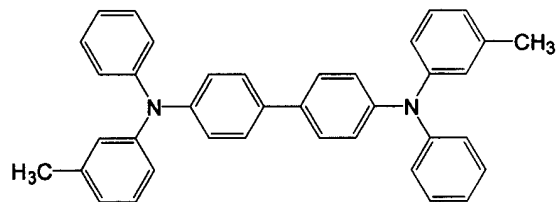
表 1

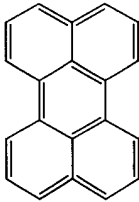
缩写	全称	结构式
Alq ₃	三（8-羟基喹啉） 铝	
Al（Saph-q）	（水杨醛缩邻胺 苯酚）－（8-羟基 喹啉）合铝（III）	
BAlq	二（2-甲基-8 -喹啉基）-4-苯 基苯酚铝（III）	
BCP	2,9- 二 甲 基 -4,7- 二 苯 基 -1,10-邻菲咯啉	

缩写	全称	结构式
Bphen	4,7-二苯基-1,10-邻菲咯啉	
C545T	10-(2-苯并噻唑)-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H,11H-苯并[1]吡喃[6,7,8-ij]喹啉嗪	
CBP	4,4'-N,N'-二咔唑-联苯	
CPF	9,9-二(4-二咔唑-苯基)芴	
CuPc	铜酞菁	

缩写	全称	结构式
DCB	N, N' -二咔唑基 -1, 4-二亚甲基苯	
FIrpic	二[2-(4,6-二氟 苯基)吡啶基-N, C ^{2'}]皮考啉酸铱 (III)	
Gaq ₃	三(8-羟基喹啉) 镓	
Ga(Saph-q)	(水杨醛缩邻胺 苯酚) - (8-羟基 喹啉) 合镓 (III)	
Ir(piq) ₂ (acac)	二(1-苯基-异喹 啉基)(乙酰丙酮) 铱 (III)	

缩写	全称	结构式
$\text{Ir}(\text{ppy})_3$	三(2-苯基吡啶)铱(III)	
$\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})$	二(2-苯基吡啶)(乙酰丙酮)铱(III)	
MTDATA	4,4',4''-三(3-甲基苯基苯胺)三苯胺	
NPB	N,N'-二-(1-萘基)-N,N'-二苯基-1,1'-联苯基-4,4'-二胺	
PANI	聚苯胺	

缩写	全称	结构式
PBD	2-(4-特丁基苯基)-5-(4-联苯基)-1,3,4-噁二唑	
PEDOT	聚噻吩	
pentacene	并五苯	
PSS	聚苯乙烯基苯磺酸	
PtOEP	八乙基卟啉铂	
TPD	N,N'-二苯基-N,N'-双(间甲基苯基)-1,1'-联苯基-4,4'-二胺	

缩写	全称	结构式
花	二萘嵌苯	

本发明提出的有机电致磷光器件的一种结构如图 1 所示，其中：1 为透明基片，可以是玻璃或是柔性基片，柔性基片采用聚酯类、聚酰亚胺类化合物中的一种材料；2 为阳极层，可以采用无机材料或有机导电聚合物，无机材料一般为 ITO、氧化锌、氧化锡锌等金属氧化物或金、铜、银等功函数较高的金属，最优化的选择为 ITO，有机导电聚合物优选为 PEDOT:PSS、PANI 中的一种材料；3 为空穴传输层，采用空穴传输能力较强的 p 型有机半导体材料，一般为三苯胺类化合物，如 NPB、TPD、MTDATA 等材料中的一种，本发明优选为 NPB；4 为有机发光层，采用小分子材料作为主体材料，该小分子材料具有较高的三线态能级，能有效地将能量传递给磷光染料，使磷光染料发光，小分子主体材料一般使用联苯-咔唑类（如 CBP）或苯-咔唑类（如 DCB、CPF）化合物中的一种材料，掺杂在主体材料中的磷光染料的掺杂浓度沿空穴传输层到电子传输层的方向随着有机发光层厚度的增加而逐渐上升或逐渐下降形成梯度掺杂结构，一般为金属有机配合物，如 FIrp_{ic}（蓝色）、Ir(piq)₂(acac)（红色）、PtOEP（红色）、Ir(ppy)₃（绿色）、Ir(ppy)₂(acac)（绿色）等材料中的一种，它的平均掺杂浓度为 0.1~50wt%，优选的平均掺杂浓度为 1~30wt%；5 为电子传输层，一般为金属有机配合物（如 Alq₃、BAIq、Gaq₃、Al(Saph-q) 或 Ga(Saph-q)）、芳香稠环类（如 pentacene、花）、邻菲咯啉类（如 Bphen、BCP）或噁二唑类（如 PBD）化合物中的一种材料；6 为阴极层（金属层），一般采用锂、镁、钙、锶、铝、铟等功函数较低的金属或它们与铜、金、银的合金，本发明优选为依次的 Mg:Ag 合金层、Ag 层或依次的 LiF 层、Al 层。

本发明提出的有机电致磷光器件还可包括阳极缓冲层（图 1 中未示），阳极缓冲层位于阳极层和空穴传输层之间，一般采用酞菁类、聚丙烯酸酯类、聚酰亚胺类、含氟聚合物、无机氟化盐、无机氧化物或金刚石中的一种材料，如 CuPc 等。

上述结构优选的一种磷光 OLEDs 具有以下结构式（1）：

Glass/ITO/NPB/有机发光层 1/Bphen/Mg:Ag/Ag (1)

上述结构式（1）中有机发光层 1 的主体材料是 DCB，这层中以梯度掺杂方式掺杂有磷光染料 FIrp_{ic}。

根据上述结构式 (1)，结合器件的制备步骤详细实施方式阐述如下：

- ①利用热的洗涤剂超声和去离子水超声的方法对透明导电基片 ITO 玻璃进行清洗，清洗后将其放置在红外灯下烘干，然后对烘干的 ITO 玻璃进行紫外臭氧清洗和低能氧离子束轰击的预处理，其中导电基片上面的 ITO 膜作为器件的阳极层，ITO 膜的方块电阻为 $5\ \Omega \sim 100\ \Omega$ ，膜厚为 $80 \sim 280\text{nm}$ ；
- ②将上述清洗烘干并经过预处理的 ITO 玻璃置于真空腔内，抽真空至 $1 \times 10^{-5} \sim 9 \times 10^{-3}\text{Pa}$ ，然后在上述 ITO 膜上蒸镀一层 NPB 作为器件的空穴传输层，NPB 薄膜的蒸镀速率为 $0.01 \sim 0.5\text{nm/s}$ ，膜厚为 $20 \sim 80\text{nm}$ ；
- ③保持上述真空腔内压力不变，在上述 NPB 空穴传输层上以梯度掺杂方式继续蒸镀掺杂有磷光染料 FIrpic 的有机发光层，采用双源蒸镀的方法进行梯度掺杂，分别将主体材料 DCB 和 FIrpic 置于不同的蒸发源中，在蒸镀同时分别用两个膜厚监测仪探头对两个蒸发源的蒸镀速率进行监测，通过控制两个蒸发源的蒸镀速率，使 FIrpic 在 DCB 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐上升，DCB、FIrpic 的蒸镀速率比为 $1000:1 \sim 1:1000$ ，FIrpic 在 DCB 中的平均掺杂浓度为 $1 \sim 30\text{wt}\%$ ，蒸镀总速率为 $0.02 \sim 0.6\text{nm/s}$ ，总膜厚为 $20 \sim 100\text{nm}$ ；
- ④保持上述真空腔内压力不变，在上述有机发光层之上继续蒸镀一层 Bphen 作为器件的电子传输层，Bphen 薄膜的蒸镀速率为 $0.01 \sim 0.5\text{nm/s}$ ，膜厚为 $20 \sim 80\text{nm}$ ；
- ⑤保持上述真空腔内压力不变，在上述 Bphen 电子传输层之上依次蒸镀 Mg:Ag 合金层、Ag 层作为器件的阴极层，其中合金层采用双源蒸镀的方法进行掺杂，合金层中 Mg、Ag 蒸镀速率比为 $10:1$ ，蒸镀总速率为 $0.6 \sim 2\text{nm/s}$ ，蒸镀总厚度为 $50 \sim 200\text{nm}$ ，Ag 层的蒸镀速率为 $0.3 \sim 0.8\text{nm/s}$ ，厚度为 $40 \sim 200\text{nm}$ 。

上述结构优选的另一种磷光 OLEDs 具有以下结构式 (2)：

Glass/ITO/NPB/有机发光层 1/BA1q/LiF/Al (2)

上述结构式 (2) 中有机发光层 1 的主体材料是 DCB，这层中以梯度掺杂方式掺杂有磷光染料 FIrpic。

根据上述结构式 (2)，结合器件的制备步骤详细实施方式阐述如下：

- ①~③同上述结构式 (1) 制备步骤中的①~③；
- ④保持上述真空腔内压力不变，在上述有机发光层之上继续蒸镀一层 BA1q 作为器件的电子传输层，BA1q 薄膜的蒸镀速率为 $0.01 \sim 0.5\text{nm/s}$ ，膜厚为 $20 \sim 80\text{nm}$ ；
- ⑤保持上述真空腔内压力不变，在上述 BA1q 电子传输层之上依次蒸镀 LiF 层、Al

层作为器件的阴极层,其中 LiF 层的厚度为 0.2~2nm,蒸镀速率为 0.01~0.1nm/s,Al 层的厚度为 40~200nm,蒸镀速率为 0.01~0.5nm/s。

本发明提出的具有透明基片、阳极、有机发光层、电子传输层结构的器件优选为以下结构式(3):

Glass/ITO/teflon/有机发光层 1 /BAIq/LiF/Al (3)

上述结构式(3)中有机发光层 1 的主体材料是 DCB,这层中以梯度掺杂方式掺杂有磷光染料 Flrpic。

根据上述结构式(3),结合器件的制备步骤详细实施方式阐述如下:

- ①同上述结构式(1)制备步骤中的①
- ②将上述清洗烘干并经过预处理的 ITO 玻璃置于真空腔内,抽真空至 $1 \times 10^{-5} \sim 9 \times 10^{-3}$ Pa,然后在上述 ITO 膜上蒸镀一层 teflon 作为器件的阳极修饰层,teflon 薄膜的蒸镀速率为 0.001~0.1nm/s,膜厚为 2~20nm;
- ③~⑤同上述结构式(2)制备步骤中的③~⑤

本发明提出的具有透明基片、阳极、有机发光层、阴极结构的器件优选为如下结构式(4):

Glass/ITO/teflon/有机发光层 1 /Mg:Ag/Ag (4)

根据上述结构式(4),结合器件的制备步骤详细实施方式阐述如下:

- ①~②同上述结构式(3)制备步骤中的①~②
- ③同上述结构式(3)制备步骤中的③
- ④保持上述真空腔内压力不变,在上述发光层之上依次蒸镀 Mg:Ag 合金层、Ag 层作为器件的阴极层,其中合金层采用双源蒸镀的方法进行掺杂,合金层中 Mg、Ag 蒸镀速率比为 10:1,蒸镀总速率为 0.6~2nm/s,蒸镀总厚度为 50~200nm,Ag 层的蒸镀速率为 0.3~0.8nm/s,厚度为 40~200nm。

本发明提出的具有透明基片、阳极、空穴传输层、有机发光层、阴极结构的器件优选为如下结构式:

Glass/ITO/NPB/有机发光层 1/Mg:Ag/Ag (5)

根据上述结构式(5),结合器件的制备步骤详细实施方式阐述如下:

- ①~③同上述结构式(1)制备步骤中的①~③

④ 保持上述真空腔内压力不变,在上述发光层之上依次蒸镀 Mg:Ag 合金层、Ag 层作为器件的阴极层,其中合金层采用双源蒸镀的方法进行掺杂,合金层中 Mg、Ag 蒸镀速率比为 10:1,蒸镀总速率为 0.6~2nm/s,蒸镀总厚度为 50~200nm,Ag 层的蒸镀速率为 0.3~0.8nm/s,厚度为 40~200nm。

实施例 1 (器件编号 OLED1)

用和上述制备结构式(1)所示器件相同的方法制备 OLED1。

对比例 1 (器件编号 OLED 对 1)

用和实施例 1 同样的方法制备 OLED 对 1,其中在器件的 NPB 空穴传输层上继续蒸镀有机发光层时双源蒸镀的蒸镀速率比保持不变,即 DCB 中均匀掺杂 FIrpic。

实施例 2 (器件编号 OLED2)

用和上述制备结构式(1)所示器件相同的方法制备 OLED2,其中器件有机发光层的主体材料采用 CBP,磷光染料采用 Ir(ppy)₃,通过控制双源蒸镀的蒸镀速率比使 Ir(ppy)₃在 CBP 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐下降。

对比例 2 (器件编号 OLED 对 2)

用和实施例 2 同样的方法制备 OLED 对 2,其中在器件的 NPB 空穴传输层上继续蒸镀有机发光层时双源蒸镀的蒸镀速率比保持不变,即 CBP 中均匀掺杂 Ir(ppy)₃。

实施例 3 (器件编号 OLED3)

用和上述制备结构式(1)所示器件相同的方法制备 OLED3,其中器件有机发光层的主体材料采用 CBP,磷光染料采用 Ir(ppy)₃,通过控制双源蒸镀的蒸镀速率比使 Ir(ppy)₃在 CBP 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐下降。

对比例 3 (器件编号 OLED 对 3)

用和实施例 3 同样的方法制备 OLED 对 3, 其中在器件的 NPB 空穴传输层上继续蒸镀有机发光层时双源蒸镀的蒸镀速率比保持不变, 即 CBP 中均匀掺杂 $\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})$ 。

上述实施例 1—3 和对比例 1—3 所制备的器件结构如表 2 所示, 器件参数如表 3 所示, 实施例 1 制备的 OLED1 和对比例 1 制备的 OLED 对 1 的亮度—电压曲线、发光效率—电流密度曲线、归一化寿命曲线、EL 光谱图和色坐标分别见图 3—6。

表 2

实施例编号	器件编号	OLEDs 结构
实施例 1	OLED1	Glass/ITO/NPB/DCB:FIrpic (25nm, 5wt%)/DCB:FIrpic (3nm, 20wt%)/DCB:FIrpic (2nm, 50wt%)/Bphen/Mg:Ag/Ag 有机发光层的膜厚为 30nm, FIrpic 的平均掺杂浓度为 9.5wt%, 它的浓度分布曲线如图 2 ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, Bphen 层的膜厚为 30nm, Mg:Ag 合金层的膜厚为 100nm, Ag 层的膜厚为 50nm
对比例 1	OLED 对 1	Glass/ITO/NPB/DCB:FIrpic (30nm, 9.5wt%)/Bphen/Mg:Ag/Ag ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, Bphen 层的膜厚为 30nm, Mg:Ag 合金层的膜厚为 100nm, Ag 层的膜厚为 50nm
实施例 2	OLED2	Glass/ITO/NPB/CBP:Ir (ppy) ₃ (3nm, 50wt%)/CBP:Ir (ppy) ₃ (5nm, 20wt%)/CBP:Ir (ppy) ₃ (27nm, 5wt%)/Bphen/Mg:Ag/Ag 有机发光层的膜厚为 35nm, Ir (ppy) ₃ 的平均掺杂浓度为 11wt% ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, Bphen 层的膜厚为 30nm, Mg:Ag 合金层的膜厚为 100nm, Ag 层的膜厚为 50nm
对比例 2	OLED 对 2	Glass/ITO/NPB/CBP:Ir (ppy) ₃ (35nm, 11wt%)/Bphen/Mg:Ag/Ag ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, Bphen 层的膜厚为 30nm, Mg:Ag 合金层的膜厚为 100nm, Ag 层的膜厚为 50nm
实施例 3	OLED3	Glass/ITO/NPB/CBP:Ir (piq) ₂ (acac) (4nm, 40wt%)/CBP:Ir (piq) ₂ (acac) (6nm, 20wt%)/CBP:Ir (piq) ₂ (acac) (30nm, 2.5wt%)/Bphen/Mg:Ag/Ag 有机发光层的膜厚为 40nm, Ir (piq) ₂ (acac) 的平均掺杂浓度为 7wt% ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, Bphen 层的膜厚为 30nm, Mg:Ag 合金层的膜厚为 100nm, Ag 层的膜厚为 50nm
对比例 3	OLED 对 3	Glass/ITO/NPB/CBP:Ir (piq) ₂ (acac) (40nm, 7wt%)/Bphen/Mg:Ag/Ag ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, Bphen 层的膜厚为 30nm, Mg:Ag 合金层的膜厚为 100nm, Ag 层的膜厚为 50nm

表 3

实施例编号		实施例 1	对比例 1	实施例 2	对比例 2	实施例 3	对比例 3
器件编号		OLED1	OLED 对 1	OLED2	OLED 对 2	OLED3	OLED 对 3
器件参数	电流密度 /A/m ²	3000					
	亮度/cd/m ²	35000	17000	83000	56000	18000	12000
	最大发光效率/cd/A	15.5	9.8	62.5	41.4	12.3	8.2
器件发光颜色		蓝	蓝	绿	绿	红	红

由表 3 可以看出，有机发光层梯度掺杂磷光染料的器件 OLED1-3 的亮度和发光效率分别优于均匀掺杂磷光染料的器件 OLED 对 1-3（器件发光颜色相同的进行对比），表明由于磷光染料在主体材料中掺杂浓度的梯度分布，符合了器件中电子的分布趋势，对器件的性能有很大改善。

从图 5 可以看出，OLED1 的寿命比 OLED 对 1 的长很多，同时图 6 表明，两者的 EL 光谱也有区别，这是由于有机发光层主体材料中以梯度掺杂方式掺杂了磷光染料使得器件的载流子复合区域（发光区域）加宽，发光中心向有机发光层中间转移，器件发出的光由阴极层反射而出，由于反射距离的加长而使得波长长的光强得到加强的缘故。

实施例 4（器件编号 OLED4）

用和上述制备结构式（1）所示器件相同的方法制备 OLED4，其中器件有机发光层的主体材料采用 CPF，磷光染料采用 FIrpic，通过控制双源蒸镀的蒸镀速率比使 FIrpic 在 CPF 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐上升。

实施例 5（器件编号 OLED5）

用和上述制备结构式（1）所示器件相同的方法制备 OLED5，其中器件有机发光层的主体材料采用 CBP，磷光染料采用 FIrpic，通过控制双源蒸镀的蒸镀速率比使 FIrpic 在

CBP 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐上升。

实施例 6（器件编号 OLED6）

用和上述制备结构式（2）所示器件相同的方法制备 OLED6，其中器件有机发光层的主体材料采用 CPF，磷光染料采用 $\text{Ir(ppy)}_2(\text{acac})$ ，通过控制双源蒸镀的蒸镀速率比使 $\text{Ir(ppy)}_2(\text{acac})$ 在 CPF 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐下降。

实施例 7（器件编号 OLED7）

用和上述制备结构式（2）所示器件相同的方法制备 OLED7，其中器件有机发光层的主体材料采用 CBP，磷光染料采用 PtOEP，通过控制双源蒸镀的蒸镀速率比使 PtOEP 在 CBP 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐下降。

实施例 8（器件编号 OLED8）

用和上述制备结构式（2）所示器件相同的方法制备 OLED8，其中器件有机发光层的主体材料采用 CPF，磷光染料采用 $\text{Ir(piq)}_2(\text{acac})$ ，通过控制双源蒸镀的蒸镀速率比使 $\text{Ir(piq)}_2(\text{acac})$ 在 CPF 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐下降。

上述实施例 4—8 所制备的器件结构如表 4 所示，器件参数如表 5 所示。

表 4

实施例编号	器件编号	OLEDs 结构
实施例 4	OLED4	Glass/ITO/NPB/CPF:FIrpic/Bphen/Mg:Ag/Ag 有机发光层的膜厚为 35nm, FIrpic 的平均掺杂浓度为 24wt%, 它的浓度分布曲线如图 7 所示 ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, Bphen 层的膜厚为 100nm, Mg:Ag 合金层的膜厚为 50nm
实施例 5	OLED5	Glass/ITO/NPB/CBP:FIrpic/Bphen/Mg:Ag/Ag 有机发光层的膜厚为 50nm, FIrpic 的平均掺杂浓度为 30wt%, 它的浓度分布曲线如图 8 所示 ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, Bphen 层的膜厚为 100nm, Mg:Ag 合金层的膜厚为 50nm
实施例 6	OLED6	Glass/ITO/NPB/CPF:Ir(pppy) ₂ (acac) (2nm, 50wt%)/CPF:Ir(pppy) ₂ (acac) (3nm, 20wt%)/CPF:Ir(pppy) ₂ (acac) (5nm, 10wt%)/CPF:Ir(pppy) ₂ (acac) (20nm, 5wt%)/BALq/LiF/Al 有机发光层的膜厚为 30nm, Ir(pppy) ₂ (acac) 的平均掺杂浓度为 10wt% ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, BALq 层的膜厚为 1nm, Al 合金层的膜厚为 100nm
实施例 7	OLED7	Glass/ITO/NPB/CBP:PtOEP (15nm, 18wt%)/CBP:PtOEP (15nm, 6wt%)/BALq/LiF/Al 有机发光层的膜厚为 30nm, PtOEP 的平均掺杂浓度为 12wt% ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, BALq 层的膜厚为 1nm, Al 合金层的膜厚为 100nm
实施例 8	OLED8	Glass/ITO/NPB/CPF:Ir(piq) ₂ (acac) (3nm, 4wt%)/CPF:Ir(piq) ₂ (acac) (10nm, 1wt%)/CPF:Ir(piq) ₂ (acac) (17nm, 0.5wt%)/BALq/LiF/Al 有机发光层的膜厚为 30nm, PtOEP 的平均掺杂浓度为 1wt% ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, BALq 层的膜厚为 1nm, Al 合金层的膜厚为 100nm

表 5

实施例编号		实施例 4	实施例 5	实施例 6	实施例 7	实施例 8
器件编号		OLED4	OLED5	OLED6	OLED7	OLED8
器件参数	电流密度 /A/m ²	3000				
	亮度/cd/m ²	28000	20900	90000	15000	8000
	最大发光效率 /cd/A	13.1	12.4	70.2	9.6	6.5
器件发光颜色		蓝	蓝	绿	红	红

实施例 9（器件编号 OLED 9）

用和上述制备结构式（3）所示器件相同的方法制备 OLED9，其中器件有机发光层的主体材料采用 CBP, 磷光染料采用 FIrpic, 通过控制双源蒸镀的蒸镀速率比使 FIrpic 在 CBP 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐上升。

实施例 10（器件编号 OLED 10）

用和上述制备结构式（4）所示器件相同的方法制备 OLED10，其中器件有机发光层的主体材料采用 DCB, 磷光染料采用 FIrpic, 通过控制双源蒸镀的蒸镀速率比使 FIrpic 在 DCB 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐上升。

实施例 11（器件编号 OLED 11）

用和上述制备结构式（5）所示器件相同的方法制备 OLED11，其中器件有机发光层的主体材料采用 CPF, 磷光染料采用 FIrpic, 通过控制双源蒸镀的蒸镀速率比使 FIrpic 在 CPF 中的掺杂浓度随着有机发光层蒸镀厚度的增加而逐渐上升。

表 6

实施例编号	器件编号	OLEDs 结构
实施例 9	OLED9	Glass/ITO/teflon/CBP:FIrpic/BAlq/LiF/Al 有机发光层的膜厚为 35nm, FIrpic 的平均掺杂浓度为 25wt%。 ITO 层的膜厚为 200nm, teflon 层的膜厚为 6nm, BAlq 层的膜厚为 30nm, LiF 合金层的膜厚为 1nm, Al 层的膜厚为 100nm
实施例 10	OLED10	Glass/ITO/Teflon/DCB:FIrpic/Mg:Ag/Ag 有机发光层的膜厚为 50nm, FIrpic 的平均掺杂浓度为 30wt%。 ITO 层的膜厚为 200nm, teflon 层的膜厚为 4nm, Mg:Ag 合金层的膜厚为 100nm, Ag 层的膜厚为 50nm
实施例 11	OLED11	Glass/ITO/NPB/CPF:FIrpic/Mg:Ag/Ag 有机发光层的膜厚为 40nm, FIrpic 的平均掺杂浓度为 20wt%。 ITO 层的膜厚为 200nm, NPB 层的膜厚为 40nm, Mg:Ag 合金层的膜厚为 100nm, Ag 层的膜厚为 50nm

表 7

实施例编号		实施例 9	实施例 10	实施例 11
器件编号		OLED9	OLED10	OLED11
器件参数	电流密度 /A/m ²	3000		
	亮度/cd/m ²	42000	23000	21000
	最大发光效率 /cd/A	17.1	13.3	12.5
器件发光颜色		蓝	蓝	蓝

尽管结合优选实施例对本发明进行了说明，但本发明并不局限于上述实施例和附图，应当理解，在本发明构思的引导下，本领域技术人员可进行各种修改和改进，所附权利要求概括了本发明的范围。

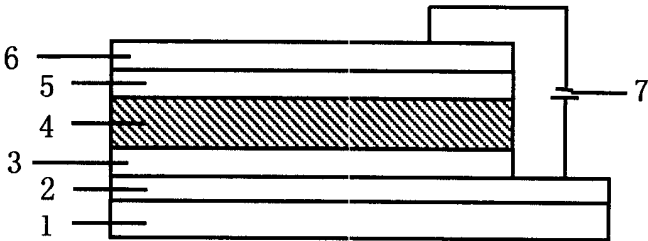


图 1

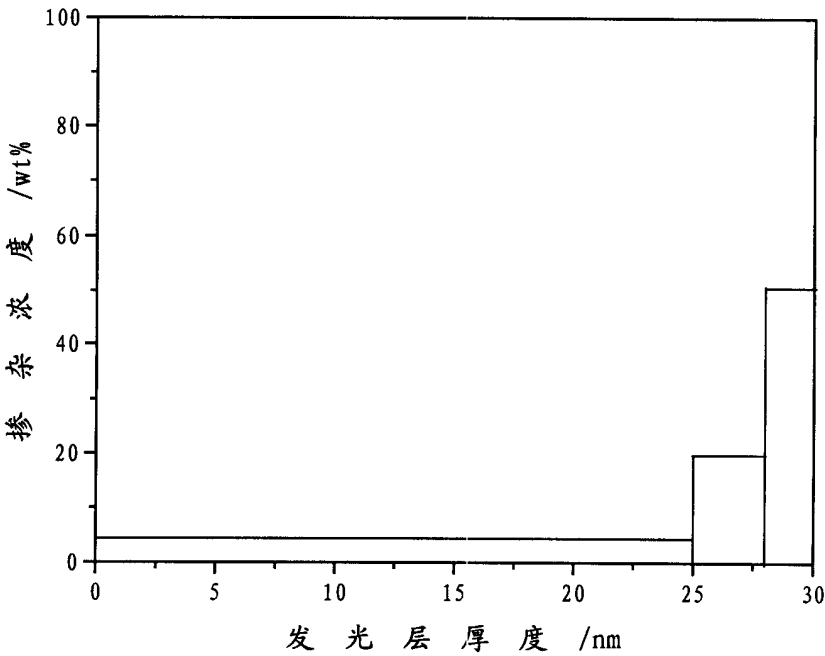
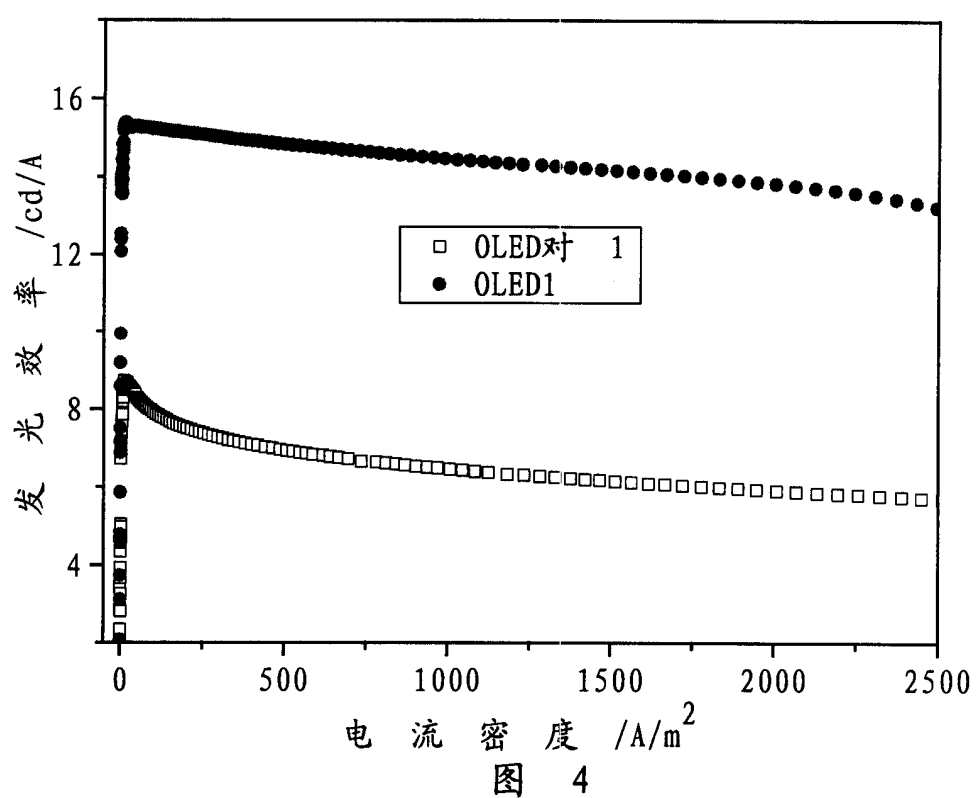
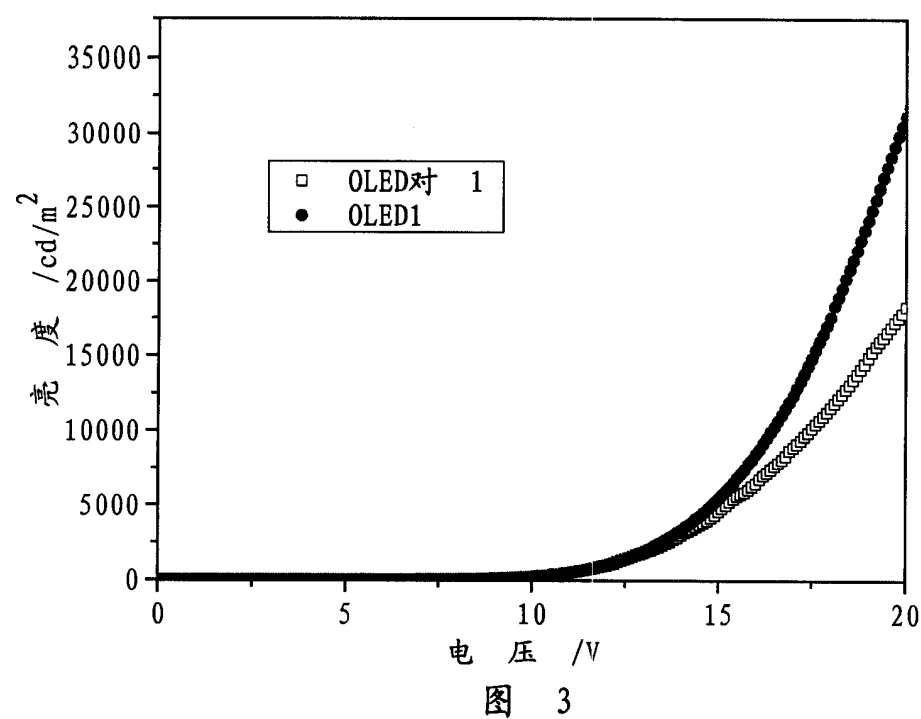


图 2



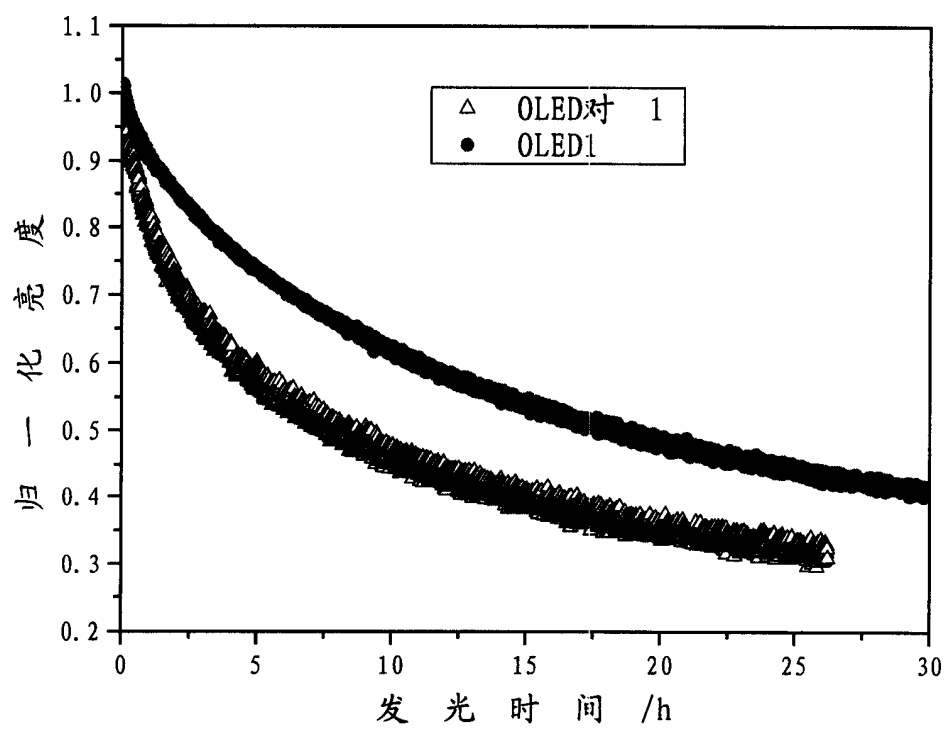


图 5

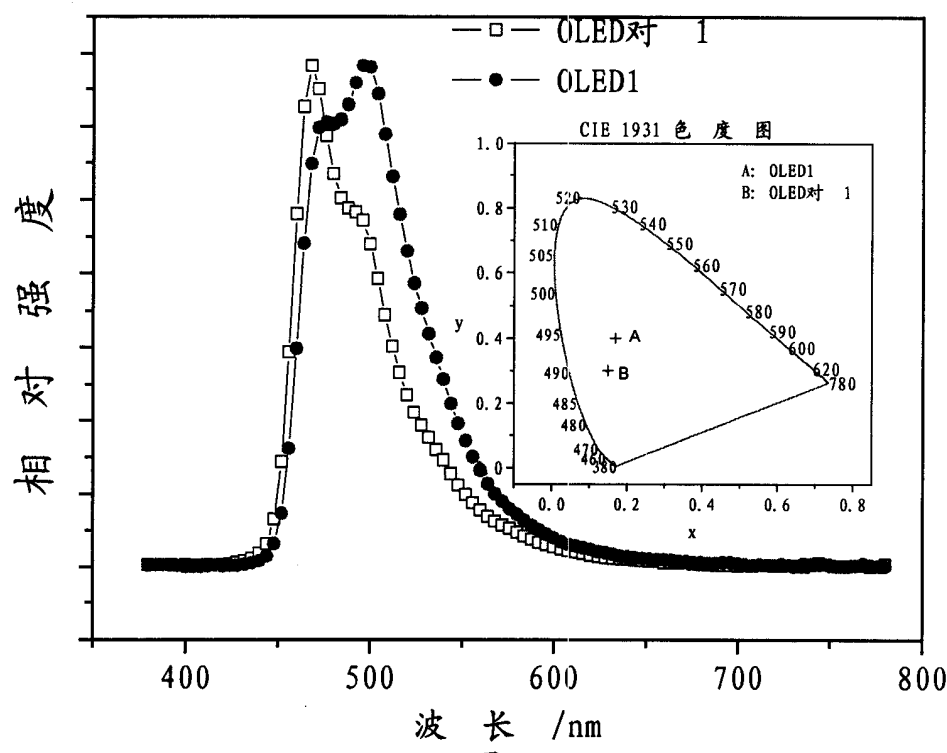


图 6

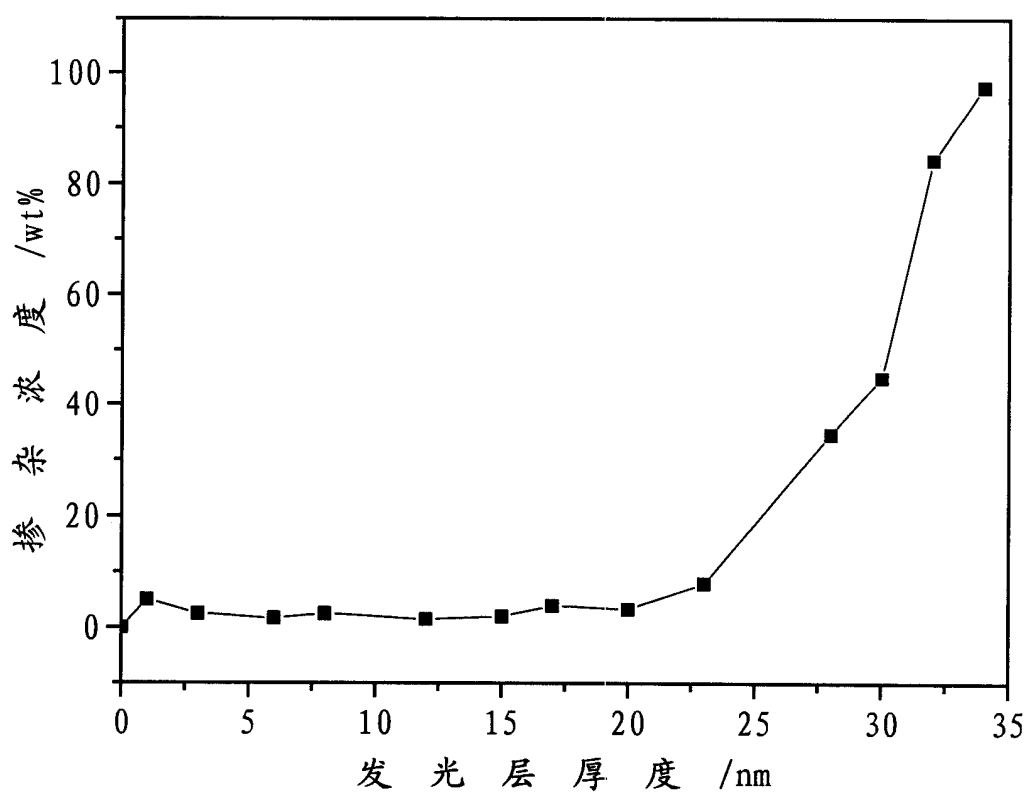


图 7

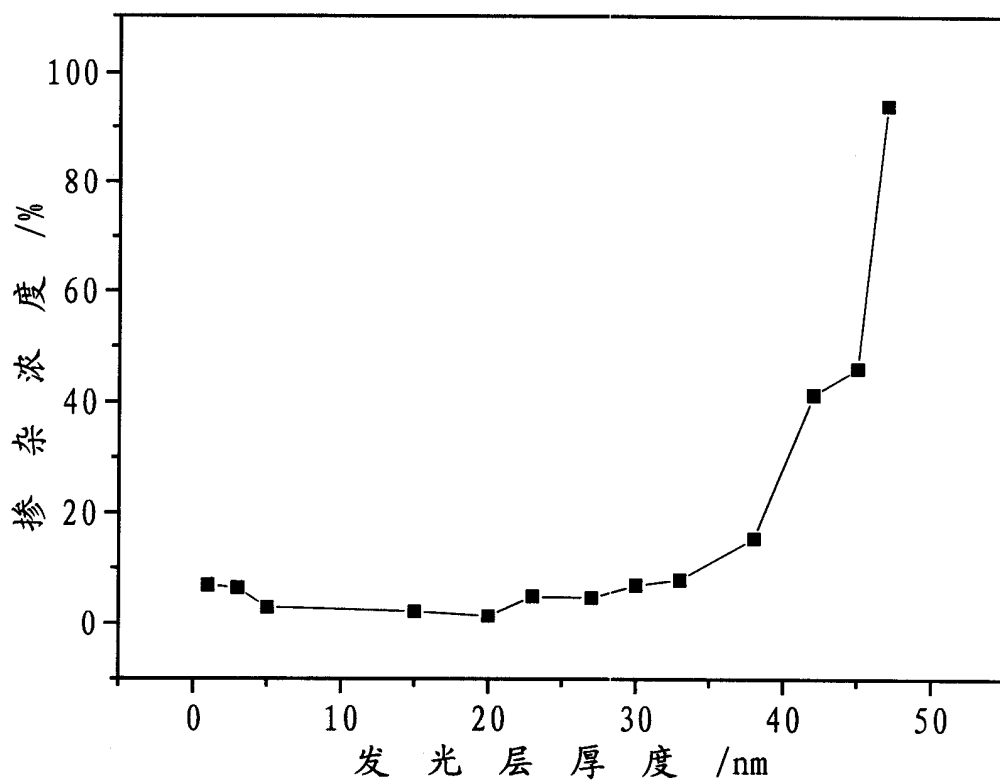


图 8