



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102751447 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 12

(21) 申请号 201210230664. 8

(22) 申请日 2012. 07. 04

(73) 专利权人 信利半导体有限公司

地址 516600 广东省汕尾市城区工业大道信
利电子工业城

(72) 发明人 何剑 张色冯 苏君海 柯贤军

(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 曹志霞

(51) Int. Cl.

H01L 51/52(2006. 01)

H01L 51/54(2006. 01)

H01L 51/56(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1709965 A, 2005. 12. 21,

US 2010113638 A1, 2010. 05. 06, 全文.

审查员 白若鸽

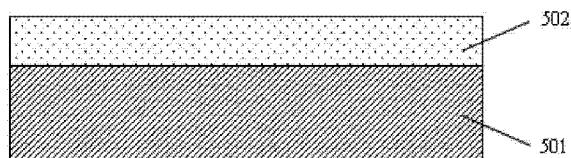
权利要求书4页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

光学过渡层材料、光学基板 / 封装层、OLED 及
各自制法

(57) 摘要

本发明涉及有机电致发光技术,具体公开一种可提高出光效率的方法,可以应用于底发射、顶发射和透明等各类型 OLED 器件上,包括光学过渡层材料、光学基板(封装层)、OLED 及其制法。若为底发射 OLED,则光学过渡层制作在基板上;若为顶发射 OLED,则光学过渡层制作在封装层上;若为透明 OLED,则光学过渡层可单独或同时制作在基板或封装层上。本发明通过选取高透光率、适中折射率的有机材料主体和高透光率、低吸收率的无机纳米颗粒,并将无机纳米颗粒作为散射介质,弥散分布于有机材料主体之中,以制备光学过渡层材料;将该光学过渡层材料用于在玻璃等基板(封装层)上面制备光学过渡层,从而有效地减少出射光的全反射损失,提高 OLED 出光效率 20-50%。



1. 一种光学过渡层材料,其特征在于,包括有机材料主体和无机纳米颗粒;所述有机材料主体的可见光透过率高于预设第一可见光透过率预设值,折射率接近或大于基板/封装层的折射率;所述无机纳米颗粒的可见光透过率高于预设第二可见光透过率预设值,吸光率低于吸光率预设值;所述无机纳米颗粒作为散射介质,弥散分布于所述有机材料主体之中;

所述无机纳米颗粒的表面以聚合物偶联剂进行修饰,其中,对无机纳米颗粒的表面进行修饰的步骤包括:将聚合物偶联剂加入溶剂中并加热至预设温度完全溶解,得到聚合物偶联剂溶液;将无机纳米颗粒加入聚合物偶联剂溶液中;搅拌并分散无机纳米颗粒,使无机纳米颗粒与聚合物偶联剂充分接触,实现聚合物偶联剂对无机纳米颗粒的完全包覆;清洗及干燥,得到表面修饰后的无机纳米颗粒,并将无机纳米颗粒均匀弥散分布于有机材料主体之中,之后置入真空腔内除气。

2. 如权利要求1所述的光学过渡层材料,其特征在于,所述有机材料主体的材料为有机硅树脂、环氧或亚克力。

3. 如权利要求1所述的光学过渡层材料,其特征在于,所述无机纳米颗粒的材料为宽带隙半导体材料或绝缘体材料。

4. 如权利要求3所述的光学过渡层材料,其特征在于,所述无机纳米颗粒的材料为 SiO_2 、 MgO 、 MgF_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 或 ZrO_2 中的至少一种。

5. 如权利要求1所述的光学过渡层材料,其特征在于,所述聚合物偶联剂为KH550、KH560或KH570。

6. 如权利要求1~5任一项所述的光学过渡层材料,其特征在于,所述无机纳米颗粒的质量含量为0.05%~20%。

7. 一种光学过渡层材料制法,其特征在于,包括:获取有机材料主体和作为散射介质的无机纳米颗粒,其中有机材料主体的可见光透过率高于预设第一可见光透过率预设值、折射率接近或大于基板/封装层的折射率,无机纳米颗粒的可见光透过率高于预设第二可见光透过率预设值、吸光率低于吸光率预设值;将无机纳米颗粒作为散射介质,弥散分布于有机材料主体之中;

通过聚合物偶联剂,预先对无机纳米颗粒的表面进行修饰;

对无机纳米颗粒的表面进行修饰的步骤包括:将聚合物偶联剂加入溶剂中并加热至预设温度完全溶解,得到聚合物偶联剂溶液;将无机纳米颗粒加入聚合物偶联剂溶液中;搅拌并分散无机纳米颗粒,使无机纳米颗粒与聚合物偶联剂充分接触,实现聚合物偶联剂对无机纳米颗粒的完全包覆;清洗及干燥,得到表面修饰后的无机纳米颗粒,并将无机纳米颗粒均匀弥散分布于有机材料主体之中,之后置入真空腔内除气。

8. 如权利要求7所述的光学过渡层材料制法,其特征在于,选取有机硅树脂、环氧或亚克力作为有机材料主体的材料。

9. 如权利要求7所述的光学过渡层材料制法,选取宽带隙半导体材料或绝缘体材料作为无机纳米颗粒的材料。

10. 如权利要求7所述的光学过渡层材料制法,其特征在于,选取 SiO_2 、 MgO 、 MgF_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 或 ZrO_2 中的至少一种作为无机纳米颗粒的材料。

11. 如权利要求7所述的光学过渡层材料制法,其特征在于,选取KH550、KH560或

KH570 作为聚合物偶联剂。

12. 如权利要求 7 所述的光学过渡层材料制法, 其特征在于, 通过机械方式进行搅拌, 同时利用超声振动分散无机纳米颗粒, 使无机纳米颗粒与聚合物偶联剂充分接触, 实现聚合物偶联剂对无机纳米颗粒的完全包覆。

13. 如权利要求 7 所述的光学过渡层材料制法, 其特征在于, 用无水乙醇和去离子水清洗, 真空干燥后获得表面修饰后的无机纳米颗粒。

14. 如权利要求 7 所述的光学过渡层材料制法, 其特征在于, 溶剂为乙醇或甲苯。

15. 如权利要求 7 所述的光学过渡层材料制法, 其特征在于, 聚合物偶联剂溶液中, 聚合物偶联剂的重量含量为 0.3%~3%。

16. 如权利要求 7 所述的光学过渡层材料制法, 其特征在于, 通过机械搅拌和 / 或超声振动将无机纳米颗粒均匀弥散分布于有机材料主体之中, 之后置入真空腔内除气。

17. 如权利要求 16 所述的光学过渡层材料制法, 其特征在于, 真空腔的真空度小于 0.1Pa, 除气时间为 5-30min。

18. 如权利要求 7~17 任一项所述的光学过渡层材料制法, 其特征在于, 无机纳米颗粒的质量含量为 0.05%~20%。

19. 一种光学基板, 其特征在于, 所述光学基板的背面设置有如权利要求 1~5 任一项所述的光学过渡层材料形成的光学过渡层。

20. 如权利要求 19 所述的光学基板, 其特征在于, 所述光学过渡层的厚度为 0.1 μm -100 μm 。

21. 如权利要求 19 所述的光学基板, 其特征在于, 所述光学基板为玻璃基板、透明有机物材料基板、透明无机材料基板或透明金属层基板。

22. 一种光学基板制法, 其特征在于, 采用如权利要求 7~18 任一项所述的光学过渡层材料制法, 获得光学过渡层材料; 在光学基板的背面涂覆光学过渡层材料, 固化后形成光学过渡层。

23. 如权利要求 22 所述的光学基板制法, 其特征在于, 通过丝印、移印或旋涂方式涂覆光学过渡层材料。

24. 如权利要求 22 所述的光学基板制法, 其特征在于, 在光学基板的背面涂覆 0.1 μm -100 μm 厚光学过渡层材料作为光学过渡层。

25. 如权利要求 24 所述的光学基板制法, 其特征在于, 选取玻璃基板、透明有机物材料基板、透明无机材料基板或透明金属层基板作为光学基板。

26. 一种封装层, 其特征在于, 所述封装层的背面设置有如权利要求 1~5 任一项所述的光学过渡层材料形成的光学过渡层。

27. 如权利要求 26 所述的封装层, 其特征在于, 所述光学过渡层的厚度为 0.1 μm -100 μm 。

28. 如权利要求 26 所述的封装层, 其特征在于, 所述封装层为玻璃封装层、透明有机物材料封装层、透明无机材料封装层或透明金属层封装层。

29. 一种封装层制法, 其特征在于, 采用如权利要求 7~18 任一项所述的光学过渡层材料制法, 获得光学过渡层材料; 在封装层的背面涂覆光学过渡层材料, 固化后形成光学过渡层。

30. 如权利要求 29 所述的封装层制法,其特征在于,通过丝印、移印或旋涂方式涂覆光学过渡层材料。

31. 如权利要求 29 所述的封装层制法,其特征在于,在封装层的背面涂覆 $0.1\ \mu\text{m}$ – $100\ \mu\text{m}$ 厚光学过渡层材料作为光学过渡层。

32. 如权利要求 31 所述的封装层制法,其特征在于,选取玻璃封装层、透明有机物材料封装层、透明无机材料封装层或透明金属层封装层作为封装层。

33. 一种 OLED,为底发射 OLED,包括光学基板,所述光学基板上设置电极、沉积有机物功能层、制作封装层、集成 IC,形成 OLED 器件,其特征在于,所述光学基板的背面设置有如权利要求 1 ~ 5 任一项所述的光学过渡层材料形成的光学过渡层。

34. 一种 OLED,为顶发射 OLED,包括光学基板、电极、有机材料功能层、封装层、封装集成 IC,形成 OLED 器件,其特征在于,所述封装层的背面设备有如权利要求 1–5 任一项所述的光学过渡层材料形成的光学过渡层。

35. 如权利要求 33 或 34 所述的 OLED,其特征在于,所述光学基板为玻璃基板、透明有机物材料基板、透明无机材料基板或透明金属层基板。

36. 一种 OLED,为透明 OLED,包括光学基板、电极、有机材料功能层、封装层、封装集成 IC,形成 OLED 器件,其特征在于,所光学基板和 / 或封装层的背面设备有如权利要求 1–5 任一项所述的光学过渡层材料形成的光学过渡层。

37. 如权利要求 33、34 或 36 所述的 OLED,其特征在于,所述光学过渡层的厚度为 $0.1\ \mu\text{m}$ – $100\ \mu\text{m}$ 。

38. 如权利要求 34 或 36 所述的 OLED,其特征在于,所述封装层为玻璃封装层、透明有机物材料封装层、透明无机材料封装层或透明金属层封装层。

39. 一种 OLED 制法,适用于底发射 OLED,其特征在于,包括:采用如权利要求 7 ~ 17 任一项所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在光学基板上通过电极制作、有机功能层沉积、封装集成 IC 工艺,制备 OLED 器件;在制备好 OLED 器件的光学基板背面涂覆光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层。

40. 一种 OLED 制法,适用于顶发射 OLED,其特征在于,包括:采用如权利要求 7 ~ 17 任一项所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在光学基板上通过电极制作、有机功能层沉积、通过封装层封装集成 IC 工艺,制备 OLED 器件;在制备好 OLED 器件的封装层背面涂覆光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层。

41. 如权利要求 39 或 40 所述的 OLED 制法,其特征在于,在光学基板的背面涂覆 $0.1\ \mu\text{m}$ – $100\ \mu\text{m}$ 厚光学过渡层材料作为光学过渡层。

42. 如权利要求 39 或 40 所述的 OLED 制法,其特征在于,将光学基板背面涂覆光学过渡层材料的 OLED 器件置于烘箱内烘烤固化。

43. 一种 OLED 制法,适用于透明 OLED,其特征在于,包括:采用如权利要求 7 ~ 17 任一项所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在光学基板上通过电极制作、有机功能层沉积、通过封装层、封装集成 IC 工艺,制备 OLED 器件;在制备好 OLED 器件的光学基板和 / 或封装层背面涂覆光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层。

44. 如权利要求 39、40 或 43 所述的 OLED 制法,其特征在于,通过丝印、移印或旋涂方式涂覆光学过渡层材料。

45. 如权利要求 40 或 43 所述的 OLED 制法, 其特征在于, 在封装层的背面涂覆 $0.1\ \mu\text{m}$ – $100\ \mu\text{m}$ 厚光学过渡层材料作为光学过渡层。

46. 如权利要求 40 或 43 所述的 OLED 制法, 其特征在于, 将封装层背面涂覆光学过渡层材料的 OLED 器件置于烘箱内烘烤固化。

47. 如权利要求 39、40、或 43 所述的 OLED 制法, 其特征在于, 于 $60\ ^\circ\text{C}$ ~ $120\ ^\circ\text{C}$ 烘烤 60min ~ 720min , 随烘箱冷却后取出。

48. 如权利要求 39、40 或 43 所述的 OLED 制法, 其特征在于, 预先采用丙酮、无水乙醇、去离子水清洗, 热风干燥后涂覆光学过渡层材料。

光学过渡层材料、光学基板 / 封装层、OLED 及各自制法

技术领域

[0001] 本发明涉及有机电致发光技术,尤其涉及一种可提高出光效率的光学过渡层材料、光学基板(封装层)、OLED 及各自制法。

背景技术

[0002] 有机电致发光(OLED, Organic Light-Emitting Diode)是由电能激发有机材料而发光的现象。OLED 是一种“三明治”结构,由阳极、阴极和位于它们之间的有机材料层组成。有机材料层通常包括空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层和电子注入层。通过在电极之间施加适当的电压, OLED 器件就能发光。

[0003] 参见图 1,表示 OLED 结构及其光传播路径,其中:玻璃基体 106 的内侧面镀 ITO 导电膜 105 作为阳极,其与阴极 101 之间依次填充空穴传输层 104、发光层(填充有机发光材料)103 和电子传输层 102,各层折射率各不相同,例如,电子传输层 102 折射率为 1.76;发光层 103 折射率为 1.72;空穴传输层 104 折射率为 1.76;ITO 导电膜 105 折射率为 1.8~2.2;玻璃基体 106 折射率为 1.55;空气 107 折射率为 1.0。图 1 中, θ 表示反射角, θ_1 、 θ_c 表示入射角, θ_2 表示出射角,P 表示正常出射光,由于各层折射率各不相同,光线在经过这些界面时会发生全反射损失,其中:ITO/有机物波导损失 P1 约 50%;玻璃基体波导损失 P2 约 20%;从玻璃基体逃逸部分光线 P3 仅约 20%。

[0004] OLED 的内量子效率已接近 100%,但由于各有机材料层之间、有机材料与 ITO 之间、ITO 与玻璃之间、玻璃与空气之间的折射率差异,使得光线在经过这些界面时会发生全反射损失(如图 1 所示)。使得最终从玻璃出射的光子仅占全部光子数量的 20%,效率极低。这种状况会带来如下问题:(1)低的光取出效率迫使人们采用高档次的发光材料或增大输入电流,以满足高亮度的使用要求,从而增加了材料成本、缩短了器件的使用寿命;(2)无法取出的能量(近 80%)会转变成热,使有机功能层温度大幅增加,不仅会恶化 OLED 的稳定性与光电参数性能,还会缩短 OLED 的寿命;(3)为了消除产生的热量对 OLED 性能和寿命的影响,必须进行散热设计,增加了生产成本。因此,对 OLED 器件进行结构与改性,提高其光取出效率是很有必要的。

[0005] 如图 1 所示, OLED 中光的全反射损失主要发生在 ITO (折射率为 1.8~2.2) 与玻璃(折射率为 1.55)界面、玻璃与空气(折射率约为 1.0)界面。由于 ITO 层极薄(通常为 100~200nm),对其进行加工或结构改性难度大,且可能影响其上沉积的有机物的结构与性能,故通常在玻璃表面采用粗化、微透镜、过渡层、散射介质等方式,以破坏光线的界面全反射,提高 OLED 出光效率。表面粗化会严重降低玻璃的光透过率,使得光取出效率提升效果不明显;微透镜能大幅度提高光取出效率,但制作工艺复杂;采用高光透过率、耐短波长照射、可低温短时间固化的有机材料(折射率介于玻璃与空气之间)制作过渡层,不会影响光线的出射,但目前可应用于此的有机材料折射率在 1.4~1.55 之间,尚无符合条件的有机材料(折射率在 1.25~1.35)。

[0006] 有研究指出,在玻璃表面制作一层散射介质层,可将光取出效率提高 40%,但如何

制作散射介质层,并具体应用于 OLED 产品上则暂未发现公开的文献资料,为此有必要就此进行深入的研究。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种光学过渡层材料、光学基板(封装层)、OLED 及各自制法,可以有效提高出光效率。

[0008] 为解决以上技术问题,本发明提供的技术方案是,一种光学过渡层材料,包括有机材料主体和无机纳米颗粒;所述有机材料主体的可见光透过率高于预设第一可见光透过率预设值,折射率接近或大于基板(封装层)的折射率;所述无机纳米颗粒的可见光透过率高于预设第二可见光透过率预设值,吸光率低于吸光率预设值;所述无机纳米颗粒作为散射介质,弥散分布于所述有机材料主体之中。

[0009] 较优地,所述有机材料主体的材料为有机硅树脂、环氧或亚克力。

[0010] 较优地,所述无机纳米颗粒的材料为宽带隙半导体材料或绝缘体材料。

[0011] 较优地,所述无机纳米颗粒的材料为 SiO_2 、 MgO 、 MgF_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 或 ZrO_2 中的至少一种。

[0012] 较优地,所述无机纳米颗粒的表面以聚合物偶联剂进行饰。

[0013] 较优地,所述聚合物偶联剂为 KH550、KH560 或 KH570。

[0014] 较优地,所述无机纳米颗粒的质量含量为 0.05%~20%。

[0015] 相应地,该光学过渡层材料制法,包括:获取有机材料主体和作为散射介质的无机纳米颗粒,其中有机材料主体的可见光透过率高于预设第一可见光透过率预设值、折射率接近或大于玻璃的折射率,无机纳米颗粒的可见光透过率高于预设第二可见光透过率预设值、吸光率低于吸光率预设值;将无机纳米颗粒作为散射介质,弥散分布于有机材料主体之中。较优地,选取有机硅树脂、环氧或亚克力作为有机材料主体的材料。

[0016] 较优地,选取宽带隙半导体材料或绝缘体材料作为无机纳米颗粒的材料。

[0017] 较优地,选取 SiO_2 、 MgO 、 MgF_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 或 ZrO_2 中的至少一种作为无机纳米颗粒的材料。

[0018] 较优地,通过聚合物偶联剂,预先对无机纳米颗粒的表面进行修饰。

[0019] 较优地,选取 KH550、KH560 或 KH570 作为聚合物偶联剂。

[0020] 较优地,对无机纳米颗粒的表面进行修饰的步骤包括:将聚合物偶联剂加入溶剂中并加热至预设温度完全溶解,得到聚合物偶联剂溶液;将无机纳米颗粒加入聚合物偶联剂溶液中;搅拌并分散无机纳米颗粒,使无机纳米颗粒与聚合物偶联剂充分接触,实现聚合物偶联剂对无机纳米颗粒的完全包覆;清洗及干燥,得到表面修饰后的无机纳米颗粒。

[0021] 较优地,通过机械方式进行搅拌,同时利用超声振动分散无机纳米颗粒,使无机纳米颗粒与聚合物偶联剂充分接触,实现聚合物偶联剂对无机纳米颗粒的完全包覆。

[0022] 较优地,用无水乙醇和去离子水清洗,真空干燥后获得表面修饰后的无机纳米颗粒。

[0023] 较优地,溶剂为乙醇或甲苯。

[0024] 较优地,聚合物偶联剂溶液中,聚合物偶联剂的重量含量为 0.3%~3%。

[0025] 较优地,通过机械搅拌和 / 或超声振动将无机纳米颗粒均匀弥散分布于有机材料

主体之中,之后置入真空腔内除气。

[0026] 较优地,真空腔的真空度小于 0.1Pa,除气时间为 5-30min。

[0027] 较优地,无机纳米颗粒的质量含量为 0.05%~20%。

[0028] 同时,本发明提供一种光学基板(封装层),所述光学基板(封装层)的背面设置有以上所述的光学过渡层材料形成的光学过渡层。

[0029] 较优地,所述光学过渡层的厚度为 0.1 μm -100 μm 。

[0030] 较优地,所述光学基板(封装层)为玻璃基板(封装层)、透明有机物材料基板(封装层)、透明无机材料基板(封装层)或透明金属层基板(封装层)。

[0031] 相应地,该光学基板(封装层)制法,采用以上所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在光学基板(封装层)的背面涂覆光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层。

[0032] 较优地,通过丝印、移印或旋涂方式涂覆光学过渡层材料。较优地,在光学基板(封装层)的背面涂覆 0.1 μm -100 μm 厚光学过渡层材料作为光学过渡层。

[0033] 较优地,选取玻璃基板(封装层)、透明有机物材料基板(封装层)、透明无机材料基板(封装层)或透明金属层基板(封装层)作为光学基板(封装层)。

[0034] 此外,本发明还提供一种底发射 OLED,包括光学基板,所述光学基板上设置电极、沉积有机物功能层、制作封装层、集成 IC,形成 OLED 器件,所述光学基板的背面设置有如以上所述的光学过渡层材料形成的光学过渡层。

[0035] 此外,本发明还提供一种顶发射 OLED,包括基板、电极、有机材料功能层、封装层、集成 IC,形成 OLED 器件,所述光学封装层的背面设置有如以上所述的光学过渡层材料形成的光学过渡层。

[0036] 此外,本发明还提供一种透明 OLED,包括基板、电极、有机材料功能层、封装层、集成 IC,形成 OLED 器件,所述光学封装层和 / 或光学基板的背面设置有如以上所述的光学过渡层材料形成的光学过渡层。较优地,所述光学过渡层的厚度为 0.1 μm -100 μm 。

[0037] 较优地,所述光学基板(封装层)为玻璃基板(封装层)、透明有机物材料基板(封装层)、透明无机材料基板(封装层)或透明金属层基板(封装层)。

[0038] 相应地,底发射 OLED 制法,包括:采用以上所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在光学基板上通过电极制作、有机功能层沉积、封装集成 IC 工艺,制备 OLED 器件;在制备好 OLED 器件的光学基板和 / 或封装层背面涂覆光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层。

[0039] 相应地,顶发射 OLED 制法,包括:采用以上所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在基板上通过电极制作、有机功能层沉积、封装、集成 IC 工艺,制备 OLED 器件;在制备好的 OLED 器件的光学封装层背面涂覆光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层。

[0040] 相应地,透明 OLED 制法,包括:采用以上所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在基板上通过电极制作、有机功能层沉积、封装、集成 IC 工艺,制备 OLED 器件;在制备好的 OLED 器件的光学基板和 / 或封装层背面涂覆光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层。较优地,通过丝印、移印或旋涂方式涂覆光学过渡层材料。

[0041] 较优地,在光学基板(封装层)的背面涂覆 0.1 μm -100 μm 厚光学过渡层材料作为光学过渡层。

[0042] 较优地,将光学基板(封装层)背面涂覆光学过渡层材料的 OLED 器件置于烘箱内烘

烤固化。

[0043] 较优地,于 60℃~120℃烘烤 60min~720min,随烘箱冷却后取出。

[0044] 较优地,预先采用丙酮、无水乙醇、去离子水清洗,热风干燥后涂覆光学过渡层材料。

[0045] 与现有技术相比,本发明由高透光率、适中折射率的有机材料主体和高透光率、低吸收率的无机纳米颗粒制备光学过渡层材料,其可用于在玻璃基板(封装层)等上面制备光学过渡层,形成优化的光学基板(封装层),由此可以减少光的全反射损失,有效地提高 OLED 出光效率。特别地,通过优化涂膜工艺,可在基板(封装层)表面获得了大面积、厚度均匀的纳米颗粒填充有机材料的过渡层;而通过调整无机纳米颗粒的种类、含量、形状、尺寸等和调节过渡层厚度,将 OLED 光取出效率提高了 20%-50%。

附图说明

[0046] 图 1 表示现有 OLED 结构及其光传播路径示意图;

[0047] 图 2 表示本发明聚合物偶联剂表面修饰无机纳米颗粒的示意图;

[0048] 图 3 表示本发明偶联剂表面修饰纳米颗粒的微观形貌;

[0049] 图 4 表示本发明无机纳米颗粒在有机硅树脂类有机材料主体中的分布示意图;

[0050] 图 5 表示本发明镀过光学过渡层材料后的 OLED 器件示意图。

具体实施方式

[0051] 本发明的基本构思是:为提高 OLED 出光效率,制备特殊的光学过渡层材料,通过在玻璃等材料的基板(封装层)表面制备一层光学过渡层,该光学过渡层由有机材料主体层和无机纳米颗粒组成,因而可减少光的全反射损失,较大地提高出光效率。

[0052] 本发明的关键在于:

[0053] (1) 纳米颗粒的选择,需要高可见光透光率、低吸光率、物理化学性质(光、热、水气、氧气)稳定、不与有机物载体发生反应,一般为宽带隙半导体和绝缘氧化物,如 SiO_2 、 MgO 、 MgF_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 等;

[0054] (2) 有机材料的选择,需要高可见光透光率、耐短波长辐照、与基板(封装层)附着强度高、不与上述纳米颗粒发生反应、使用寿命长、物理化学性质稳定,一般为有机硅树脂、环氧树脂、亚克力(PMMA)等。

[0055] (3) 纳米颗粒的表面修饰,由于纳米颗粒的强极性,很难将它们在有机物中均匀分散。为此,通过聚合物偶联剂对纳米颗粒进行表面改性,增加其与有机材料的亲和力。

[0056] (4) 纳米颗粒的分散,借助超声设备,将团聚在一起的纳米颗粒充分分离,然后采用机械搅拌方式实现了纳米颗粒在有机物中均匀地分散。

[0057] (5) 纳米颗粒含量,较少的纳米颗粒无法对光线进行充分和有效的散射;过多的纳米颗粒则会阻挡光线的出射,反而使出光效率降低。

[0058] (6) 光学过渡层厚度,当一定含量的纳米颗粒在有机物中均匀分散时,较薄的过渡层内纳米颗粒含量少,对出光效率的提升效果有限;过厚的过渡层的光线透过率严重下降,反而降低了光取出效率。

[0059] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合附图和具体实

施例对本发明作进一步的详细说明。

[0060] 本发明实施例中,光学过渡层材料包括有机材料主体(以下简称有机材料)和无机纳米颗粒(以下简称纳米颗粒),所述无机纳米颗粒的质量含量优选为 0.05%~20%,以保证合适的透光率,其中:有机材料主体为高可见光透过率、适中折射率的材料,即可见光透过率高于预设第一可见光透过率预设值(可根据不同要求具体设定),折射率接近或大于基板(封装层)的折射率;无机纳米颗粒为高可见光透光率、低吸光率的材料,即可见光透过率高于预设第二可见光透过率预设值(可根据不同要求具体设定),吸光率低于吸光率预设值(可根据不同要求具体设定);无机纳米颗粒作为散射介质,弥散分布于有机材料主体之中。

[0061] 所述有机材料主体具有如下特性:(1)高的可见光透过率,使光透过损失达到最少;(2)在蓝光、紫光甚至紫外光的照射下,不会发生结构和性能变化;(3)折射率接近或大于玻璃折射率,以将光在玻璃/有机物界面处的全反射损失将至最低;(4)能在 100~120℃ 范围内长时间工作,不会发生结构和性能变化;(5)能与玻璃等基板(封装层)粘接牢靠,不会在使用过程中与玻璃发生分离乃至脱落;(6)无毒环保,价格低廉。符合条件的有机材料主要为有机硅树脂、环氧、亚克力等,优选为有机硅树脂,便于在高温状态下成熔融胶状而扩散无机纳米颗粒。

[0062] 所述无机纳米颗粒具有以下特性:(1)具有稳定的物理化学性质,不会与有机材料发生反应或导致有机物变性;(2)具有高的光透过率,不吸收或几乎不吸收可见光;(3)在长期的使用过程中,能够保持结构与性能不发生变化;(4)无毒环保,价格低廉。符合条件的无机纳米颗粒主要有 SiO_2 、 MgO 、 MgF_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 等大禁带宽度(宽带隙)的半导体或绝缘体材料。

[0063] 由于纳米颗粒的强极性,它们之间极易团聚,为了使纳米颗粒能够在有机材料中均匀分散,采用聚合物偶联剂(以下简称偶联剂,如 KH550、KH560、KH570 等)对其进行表面修饰,可增加纳米颗粒与有机材料的亲和力;特别地借助超声振动,可实现纳米颗粒在有机硅树脂中的均匀分布。

[0064] 上述光学过渡层材料的制法为:(1)获取有机材料主体和作为散射介质的无机纳米颗粒,其中无机纳米颗粒的质量含量为 0.05%~20%,所述有机材料主体的可见光透过率高于预设第一可见光透过率预设值、折射率接近或大于基板(封装层)的折射率,所述无机纳米颗粒的可见光透过率高于预设第二可见光透过率预设值、吸光率低于吸光率预设值;(2)将无机纳米颗粒作为散射介质,弥散分布于有机材料主体之中。

[0065] 具体地,可选取有机硅树脂、环氧或亚克力作为有机材料主体的材料;选取宽带隙半导体材料或绝缘体材料,如 SiO_2 、 MgO 、 MgF_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 或 ZrO_2 中的至少一种作为无机纳米颗粒的材料。

[0066] 特别地,选取 KH550、KH560 或 KH570 作为聚合物偶联剂,通过聚合物偶联剂预先对无机纳米颗粒的表面进行修饰,具制修饰过程为:将聚合物偶联剂加入溶剂(如乙醇或甲苯)中并加热至预设温度完全溶解,得到聚合物偶联剂溶液,其中聚合物偶联剂的重量含量为 0.3%~3%;将无机纳米颗粒加入聚合物偶联剂溶液中;通过机械等方式进行搅拌,同时利用超声振动等方式分散无机纳米颗粒,使无机纳米颗粒与聚合物偶联剂充分接触,实现聚合物偶联剂对无机纳米颗粒的完全包覆;用无水乙醇和去离子水清洗等方式清洗,真空干燥等方式干燥后获得表面修饰后的无机纳米颗粒。

[0067] 获取上述表面修改的无机纳米颗粒后,通过机械搅拌和 / 或超声振动等方式将无机纳米颗粒均匀弥散分布于有机材料主体之中,之后置入真空腔内除气,其中真空腔的真空度小于 0.1Pa,除气时间为 5-30min。得到的光学过渡层材料可用于制备光学基板的光学过渡层,用于 OLED 产品可提高出光效率。当然也可将这种光学过渡层材料用于制备光学封装层(透明封装层,光线可从其射出),以下重点以光学基板进行说明。

[0068] 这种光学基板(封装层)可为玻璃基板(封装层)、透明有机物材料基板(封装层)、透明无机材料基板(封装层)或透明金属层基板(封装层),它的背面设置有以上所述的光学过渡层材料形成的光学过渡层,其厚度为 0.1 μm -100 μm ,可以有效地提高出光效率。

[0069] 该光学基板(封装层)的制法较为简便,其包括:采用以上所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在光学基板(封装层)(如玻璃基板(封装层)、透明有机物材料基板(封装层)、透明无机材料基板(封装层)或透明金属层基板(封装层)作为光学基板(封装层))的背面通过丝印、移印或旋涂等方式等涂覆 0.1 μm -100 μm 厚光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层,优选的固化温度为 60 $^{\circ}\text{C}$ ~120 $^{\circ}\text{C}$,固化时间为 60min~300min;当然,固化温度、时间参数也可选取其它参数,不再赘述。

[0070] 以上的光学过渡层材料可方便地用于 OLED 产品上,其通过调整纳米颗粒的种类、含量、形状、尺寸等和调节光学过渡层厚度,可将 OLED 光取出效率提高了 20%-50%。具体地,可通过优化涂膜工艺,在玻璃等基板(封装层)表面获得大面积、厚度均匀的纳米颗粒填充有机材料的过渡层。

[0071] 所述的涂膜工艺包括旋涂、丝印、移印等,其中:旋涂为基片垂直于自身表面的轴旋转,同时把液态涂覆材料涂覆在基片上的工艺;丝印指丝网印刷,是通过丝网印做网孔把油墨漏印在承印物上;移印是运用胶头,把充满油墨的图案通过机械传动从钢板印到物件上的过程。它们均可通过优化工艺获得均匀的光学过渡层,其中:

[0072] 如果采用旋涂工艺,则通过调整转速、旋转时间、有机材料点胶位置及用量、固化温度与时间等参数,获得质量较优的过渡层。如,将转速设置为 3000rpm,时间为 1min,将喷头对准 OLED 器件中央部位,根据器件的面积与过渡层厚度估算有机材料用量,然后进行旋涂。

[0073] 如果采用丝印工艺,则通过调整丝印速率、器件与模具的位置,固化温度与时间等参数,获得质量较优的过渡层。如,将丝印速率设置为 1m/min,根据过渡层厚度调整模版与 OLED 器件之间的高度,将有机材料印刷在 OLED 器件表面。

[0074] 如果采用移印方式,则通过调整移印速率、移印胶量,固化温度与时间等参数,获得质量较优的过渡层。如,将移印(滚印)速率设置为 5rpm,根据过渡层厚度调整模版胶量,将有机材料印刷在 OLED 器件表面。

[0075] 上述的光学基板(封装层)可用于底发射 OLED、顶发射 OLED 或透明 OLED,其中:对于底发射 OLED 来说,光线从基板输出;对于顶发射 OLED 来说,光线从封装层输出;对于透明 OLED 来说,光线从基板和封装层同时输出。在光学基板或封装层上设置光学过渡层的方式具体为:若为底发射 OLED,则光学过渡层制作在基板上;若为顶发射 OLED,则光学过渡层制作在封装层上;若为透明 OLED,则光学过渡层可单独或同时制作在基板或封装层上。以下以底发射 OLED 为重点,进一步进行说明。

[0076] 本发明的底发射或透明 OLED 包括光学基板,其为玻璃基板、透明有机物材料基

板、透明无机材料基板或透明金属层基板等,上面设置电极、沉积有机物功能层、封装集成 IC,形成 OLED 器件;顶发射或透明 OLED 包括基板,上面设置电极、沉积有机物功能层、封装、集成 IC,形成 OLED 器件。光学基板(封装层)的背面设置有以上所述的光学过渡层材料形成 $0.1\mu\text{m}$ – $100\mu\text{m}$ 厚度的光学过渡层,该过渡层能将 OLED 出光效率提高 20%–50% 不等。提升效果最显著的是蓝光器件,出光效率提升了 50% 以上,可以明显地有效提高出光效率。

[0077] 本发明的 OLED 制法优选实施例的基本步骤为:将适量的经偶联剂修饰后的无机纳米颗粒溶于适量的有机材料中,超声混合均匀后,真空除气,然后涂覆在 OLED 器件的基板(封装层)背面上。其中:无机纳米颗粒的使用量为 0.05–20wt%;光学过渡层厚度为 0.1 – $100\mu\text{m}$;固化温度为 60 – 120°C ,固化时间为 60 – 300min ,当然也可采用其它的固化参数(温度、时间)。

[0078] 以下对本发明的 OLED 制法进行详细描述,其包括以下步骤:

[0079] 适用于底发射 OLED 时,包括:采用以上所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在光学基板上通过电极制作、有机功能层沉积、封装集成 IC 工艺,制备 OLED 器件;在制备好 OLED 器件的光学基板背面涂覆光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层。

[0080] 适用于顶发射 OLED 时,包括:采用以上所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在光学基板上通过电极制作、有机功能层沉积、通过封装层封装集成 IC 工艺,制备 OLED 器件;在制备好 OLED 器件的封装层背面涂覆光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层。

[0081] 适用于透明 OLED 时,包括:采用以上所述的光学过渡层材料制法,获得光学过渡层材料;在光学基板上通过电极制作、有机功能层沉积、通过封装层、封装集成 IC 工艺,制备 OLED 器件;在制备好 OLED 器件的光学基板和/或封装层背面涂覆光学过渡层材料,固化后形成光学过渡层。

[0082] 对于底发射 OLED,具体包括以下步骤(顶发射 OLED 或透明 OLED 的主要步骤相同,仅在于光学过渡层涂覆在光学基板还是涂覆在封装层上):

[0083] 1、采用偶联剂(KH550、KH560、KH570)对无机纳米(SiO_2 、 MgO 、 MgF_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 等)颗粒进行修饰。将偶联剂加入溶剂(乙醇、甲苯)中加热至一定温度充分溶解,偶联剂的浓度为 0.3–3wt%;接着,将无机纳米颗粒加入偶联剂中,采用机械方式进行搅拌,同时利用超声分散纳米颗粒,使纳米颗粒与偶联剂充分接触,实现偶联剂对纳米颗粒的完全包覆;然后,用无水乙醇和去离子水清洗,真空干燥。表面修饰前、后的无机纳米颗粒形态如图 2、图 3 所示,其中:201 表示修饰前的无机纳米颗粒,202 表示聚合物偶联剂;300 表示偶联剂表面修饰后纳米颗粒的微观形貌。

[0084] 2、将有机材料 A 组分与 B 组分以 1:1–1:1.1 比例均匀混合后(也可仅采用一种或采用多种有机材料混合),加入修饰后的无机纳米颗粒,在超声振动下,机械搅拌,使无机纳米粒子在有机材料中呈均匀分散,如图 4 所示,其中 401 表示有机材料;402 表示无机纳米颗粒。然后,将有机材料置于真空腔体内,进行除气;较优地,真空腔的真空度小于 0.1Pa ,除气时间为 5 – 30min 。

[0085] 3、以高透光率的镀 ITO 浮法白玻璃为基板,通过电极制作、有机物功能层沉积、封装、集成 IC 等工艺制备 OLED 器件,该部分具体工艺为已知技术,不属于本发明的创新点,故不再赘述。OLED 器件包括但不限于玻璃基板,还包括诸如透明有机物、透明无机材料、透明

金属层等基板。

[0086] 4、将制备好的 OLED 器件的基板(封装层)背面依次采用丙酮、无水乙醇、去离子水清洗,热风干燥。采用丝印、移印、旋涂等方式将填充了纳米颗粒的有机材料均匀地涂覆在 OLED 器件基板(封装层)背面,形成有光学过渡层的 OLED 器件。如图 5 所示,其中:501 表示 OLED 基板(封装层),502 表示光学过渡层。

[0087] 5、将涂覆了有机材料层的 OLED 器件置于烘箱内,于 60-120℃烘烤 60-720min,随炉冷却后取出。当然,也可用其它设备加热固化,固化温度、时间等参数也可调整。

[0088] 本发明的以上实施例在全面考虑 OLED 各层组成结构、特性及性能改进方法的基础上,选择合适的散射颗粒,配以高光透过率、大粘接力的载体材料,在 OLED 玻璃表面制备了光学过渡层——散射介质弥散分布其中的有机材料层中,实现了出光效率的大幅度提升。

[0089] 以上仅是本发明的优选实施方式,应当指出的是,上述优选实施方式不应视为对本发明的限制,本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明的精神和范围内,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

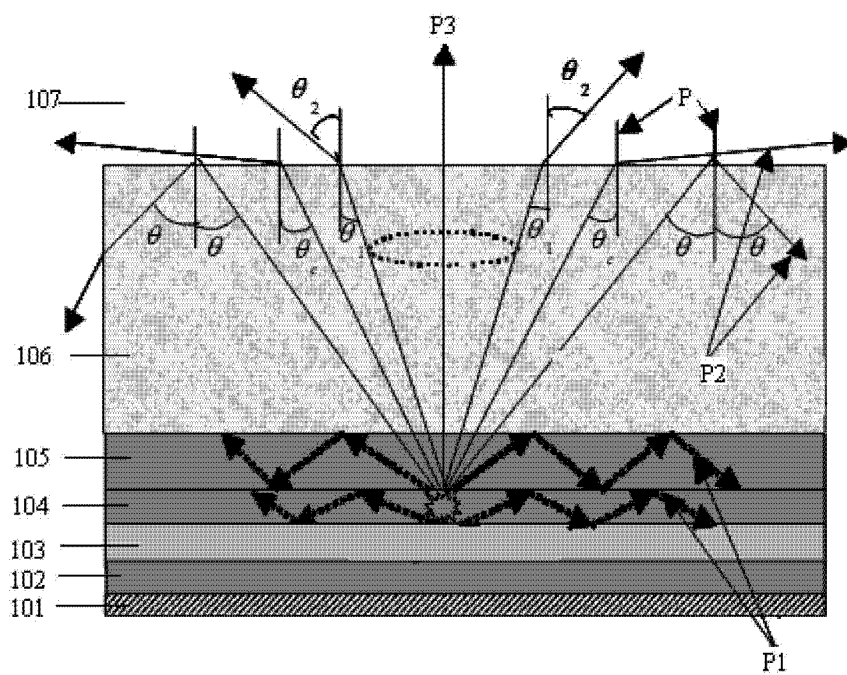


图 1

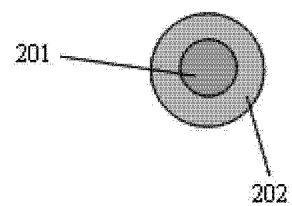


图 2

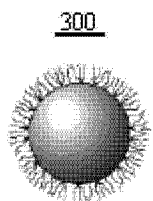


图 3

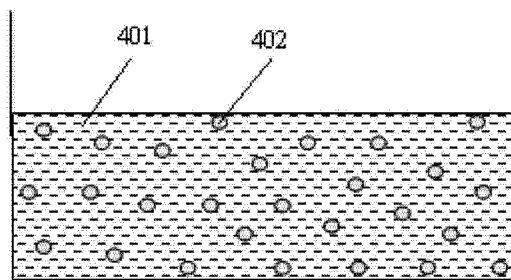


图 4

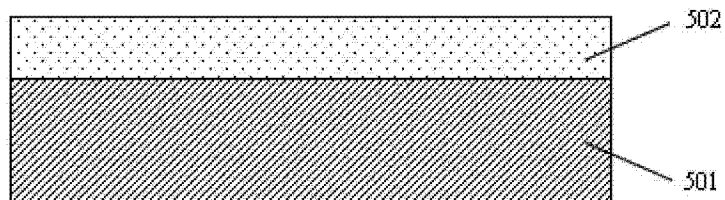


图 5

专利名称(译)	光学过渡层材料、光学基板/封装层、OLED及各自制法		
公开(公告)号	CN102751447B	公开(公告)日	2015-08-12
申请号	CN201210230664.8	申请日	2012-07-04
[标]申请(专利权)人(译)	信利半导体有限公司		
申请(专利权)人(译)	信利半导体有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	信利半导体有限公司		
[标]发明人	何剑 张色冯 苏君海 柯贤军		
发明人	何剑 张色冯 苏君海 柯贤军		
IPC分类号	H01L51/52 H01L51/54 H01L51/56		
代理人(译)	曹志霞		
其他公开文献	CN102751447A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及有机电致发光技术，具体公开一种可提高出光效率的方法，可以应用于底发射、顶发射和透明等各类型OLED器件上，包括光学过渡层材料、光学基板（封装层）、OLED及其制法。若为底发射OLED，则光学过渡层制作在基板上；若为顶发射OLED，则光学过渡层制作在封装层上；若为透明OLED，则光学过渡层可单独或同时制作在基板或封装层上。本发明通过选取高透光率、适中折射率的有机材料主体和高透光率、低吸收率的无机纳米颗粒，并将无机纳米颗粒作为散射介质，弥散分布于有机材料主体之中，以制备光学过渡层材料；将该光学过渡层材料用于在玻璃等基板（封装层）上面制备光学过渡层，从而有效地减少出射光的全反射损失，提高OLED出光效率20-50%。

