



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109564983 A

(43)申请公布日 2019.04.02

(21)申请号 201680088464.X

瓦格萨·西那拉特内

(22)申请日 2016.09.23

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

(30)优先权数据

有限公司 11006

62/361,192 2016.07.12 US

代理人 徐金国 吴启超

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2019.02.15

H01L 51/52(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/053495 2016.09.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/013160 EN 2018.01.18

(71)申请人 康宁公司

地址 美国纽约

(72)发明人 阿驰特·莱尔

帕梅拉·阿琳·玛瑞伊

丹尼尔·阿洛伊修斯·诺兰

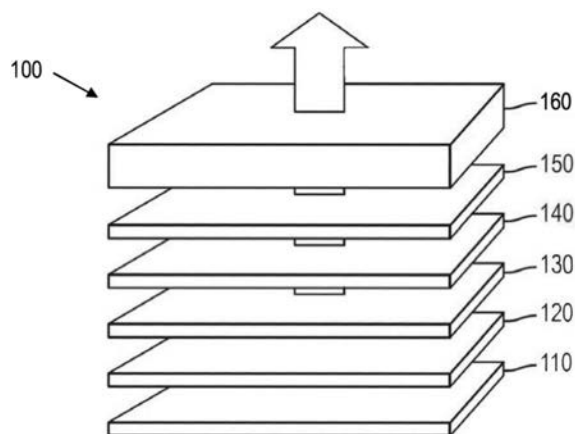
权利要求书3页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

含有光提取纳米结构的波导以及含有此波导的显示器件

(57)摘要

本文公开包括波导(160)的OLED器件(100),所述波导包括至少一个波导层(390),所述波导层包括至少一种无机纳米粒子和至少一种粘结剂并具有小于约20nm的RMS表面粗糙度。本文进一步公开包括这些OLED器件的发光和显示器件以及用于制造所述波导的方法。



1. 一种有机发光二极管器件, 包括:
阴极;
阳极;
有机发光层, 设置在所述阴极与所述阳极之间; 和
基板, 包括至少一个波导层, 所述至少一个波导层包括:
至少一种无机纳米粒子, 具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ,
至少一种粘结剂, 具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b , 和
RMS表面粗糙度, 小于约20nm。
2. 如权利要求1所述的器件, 其中所述至少一种无机纳米粒子选自锆、锌、钛、铈、铅、铋、钽或铝氧化物、上述无机纳米粒子的混合的金属氧化物以及上述无机纳米粒子的组合。
3. 如权利要求1或2所述的器件, 其中所述至少一种无机纳米粒子包括第一金属氧化物纳米粒子和第二金属氧化物纳米粒子的组合, 所述第一金属氧化物纳米粒子和第二金属氧化物纳米粒子具有不同的粒度分布。
4. 如权利要求1-3中任一项所述的器件, 其中所述至少一种粘结剂选自硅酸盐和有机硅材料。
5. 如权利要求1-4中任一项所述的器件, 其中所述衬底包括单一波导层。
6. 如权利要求1-5中任一项所述的器件, 其中所述基板在约420nm至约750nm范围内的可见波长下具有在约1.3至约1.8范围内的折射率 n_s 和大于约75%的光透射率。
7. 如权利要求1-6中任一项所述的器件, 其中所述波导层包括高密度区域和低密度区域, 所述高密度区域具有大于或等于约1.7的有效折射率 n_{w1} , 所述低密度区域具有在约1.4至小于约1.7范围内的有效折射率 n_{w2} 。
8. 如权利要求7所述的器件, 其中所述高密度区域设置在所述基板与所述低密度区域之间。
9. 如权利要求7或8所述的器件, 其中所述低密度区域设置在所述基板与所述高密度区域之间。
10. 如权利要求7-9所述的器件, 其中所述高密度区域具有在约200nm至约2 μ m范围内的厚度, 并且所述低密度区域具有小于约200nm的厚度。
11. 如权利要求7-10所述的器件, 其中所述高密度区域包括以体积计约30%至约90%的涂层。
12. 如权利要求1-11所述的器件, 其中所述至少一个波导层在约420nm至约750nm范围内的可见波长下具有小于约50%的雾度和大于约75%的光透射率。
13. 如权利要求1-12中任一项所述的器件, 其中所述至少一个波导层具有在约100nm至约2 μ m范围内的厚度。
14. 如权利要求1-13中任一项所述的器件, 其中所述至少一个波导层具有大于或等于约2的替代光提取效率值。
15. 如权利要求1-14中任一项所述的器件, 其中所述器件不包括平坦化膜。
16. 一种显示或发光器件, 包括如权利要求1-15中任一项所述的有机发光二极管器件。
17. 一种制造波导的方法, 包括:
将第一分散体和第二分散体组合以形成组合分散体, 其中:

所述第一分散体包括至少一种第一溶剂和具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m 的至少一种无机纳米粒子,

所述第二分散体包括至少一种第二溶剂和具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b 的至少一种粘结剂;

将所述组合分散体涂覆在基板的至少一个表面上,以形成具有小于约20nm的RMS表面粗糙度的波导层。

18. 如权利要求17所述的方法,其中所述至少一种无机纳米粒子包括具有在约5nm至约500nm范围内的粒度分布的金属氧化物纳米粒子。

19. 如权利要求17或18所述的方法,其中可相同或不同的所述至少一种第一溶剂和所述至少一种第二溶剂选自水溶剂、醇溶剂和上述溶剂的混合物。

20. 如权利要求17-19中任一项的方法,其中所述第一分散体具有在约20cP至约500cP范围内的粘度,并且所述第二分散体具有在约1cP至约500cP范围内的粘度。

21. 如权利要求17-20中任一项所述的方法,进一步包括将具有小于约50nm的厚度的平坦化层施加到所述波导层。

22. 如权利要求17-21中任一项所述的方法,其中平坦化层不施加到所述波导层。

23. 如权利要求17-22中任一项所述的方法,进一步包括使用热或紫外辐射固化或干燥所述波导层。

24. 一种用于波导的涂层组合物,包括:

至少一种金属氧化物纳米粒子,具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ,

至少一种粘结剂,选自硅酸盐和有机硅材料,具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ,

和

至少一种溶剂,

其中所述涂层组合物在施加到基板表面上时具有小于约20nm的RMS表面粗糙度。

25. 一种有机发光二极管器件,包括:

阴极;

阳极;

有机发光层,设置在所述阴极与所述阳极之间;和

基板,包括至少一个波导层,所述至少一个波导层包括:

至少一种无机纳米粒子,具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ,

至少一种粘结剂,具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ,

高密度区域,具有大于或等于约1.7的有效折射率 n_{w1} ,和

低密度区域,具有在约1.4至小于约1.7范围内的有效折射率 n_{w2} 。

26. 如权利要求25所述的器件,其中所述至少一个波导层具有小于约20nm的RMS表面粗糙度。

27. 如权利要求25或26所述的器件,其中所述至少一种无机纳米粒子选自锆、锌、钛、铈、钪、铌、钽或铝氧化物、上述无机纳米粒子的混合的金属氧化物以及上述无机纳米粒子的组合。

28. 如权利要求25-27中任一项所述的器件,其中所述至少一种无机纳米粒子包括第一金属氧化物纳米粒子和第二金属氧化物纳米粒子的组合,所述第一金属氧化物纳米粒子和

第二金属氧化物纳米粒子具有不同的粒度分布。

29. 如权利要求25-28中任一项所述的器件,其中所述至少一种粘结剂选自硅酸盐和有机硅材料。

30. 如权利要求25-29中任一项所述的器件,其中所述基板包括单一波导层。

31. 如权利要求25-30中任一项所述的器件,其中所述基板在约420nm至约750nm范围内的可见波长下具有在约1.3至约1.8范围内的折射率 n_s 和大于约75%的光透射率。

32. 如权利要求25-31中任一项所述的器件,其中所述至少一个波导层具有在约100nm至约2 μ m范围内的厚度。

33. 如权利要求25-32中任一项所述的器件,其中所述高密度区域设置在所述基板与所述低密度区域之间。

34. 如权利要求25-33中任一项所述的器件,其中所述低密度区域设置在所述基板与所述高密度区域之间。

35. 如权利要求25-34中任一项所述的器件,其中所述高密度区域具有在约200nm至约2 μ m范围内的厚度,并且所述低密度区域具有小于约200nm的厚度。

36. 如权利要求25-35中任一项所述的器件,其中所述高密度区域包括以体积计约30%至约90%的涂层。

37. 如权利要求25-36中任一项所述的器件,其中所述至少一个波导层在约420nm至约750nm范围内的可见波长下具有小于约50%的雾度和大于约75%的光透射率。

38. 如权利要求25-37中任一项所述的器件,其中所述至少一个波导层具有大于或等于约2的替代光提取效率值。

39. 如权利要求25-38中任一项所述的器件,其中所述器件不包括平坦化膜。

40. 一种显示或发光器件,包括如权利要求25-39所述的有机发光二极管器件。

含有光提取纳米结构的波导以及含有此波导的显示器件

[0001] 相关申请

[0002] 本申请案主张于2016年7月12日提出申请之美国专利临时申请案第62/361,192号的优先权益,所述临时申请案的内容是本申请案的依据,且所述临时申请案的全文以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开内容总体涉及波导以及包括此波导的显示器件,并且更特定地涉及包括至少一个光提取纳米结构的波导以及包括所述波导的OLED器件。

背景技术

[0004] 高性能显示器件,诸如液晶(LC)、有机发光二极管(OLED)以及等离子体显示器,常被用于各种电子装置,例如手机、笔记本电脑、电子平板、电视和计算机屏幕。由于OLED光源的改良色域(color gamut)、高对比度度、宽视角、快速响应时间、低操作电压和/或改良的能量效率,将OLED光源用于显示和发光器件已日益普和。由于OLED光源的相对可挠曲性,将OLED光源用于曲面显示器中的需求也增加。

[0005] 基本的OLED结构可包括设置在阳极与阴极之间的有机发光材料。此多层结构可以包括例如阳极、空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层以及阴极。在操作期间,来自阴极的注入电子与来自阳极的空穴可以在发光层中再结合以产生激子。当电流被提供至有机发光材料时,由于激子的辐射衰减(radioactive decay)而发出光。为了形成包括OLED的显示器件,可以经由薄膜晶体管(TFT)电路来驱动复数个阳极和阴极。TFT阵列从而提供随后可被用于经由施加电流通过阳极和阴极来显示所选图像的像素阵列。

[0006] 虽然OLED显示器件可能具有许多优点优于其它显示器件(例如LCD),但是OLED仍可能存在一个或多个的缺点。例如,与其它光源相比,OLED会具有有限的光输出效率(亮度)。在一些情况下,多达80%由OLED所发射的光能可能会被限制在显示器件中。由于这些层之间的折射率(n)值差异大(例如, $n_e \approx 1.9$, $n_g \approx 1.5$),所以由发光层所产生的光会例如被限制在器件的电极以及玻璃基板内。Snell定律提出,折射率的差异会产生约20%范围内的低外部耦合效率(low out-coupling efficiency),其中所述效率水平是以表面发射对总发射光的比率表示。因此,即使已有报导内部效率可接近100%,但是低外部耦合效率最终限制了OLED器件的亮度和效率。

[0007] 许多用于改良OLED器件的光提取效率的方法已被报导,包括高折射基板 and 粒子和/或各种的表面改质。然而,这些技术可能需要昂贵的材料和/或复杂的工艺,例如光刻(photolithography)等,这会不必要地增加器件的制造时间和总成本。用以提高OLED器件的光输出的尝试还包括在相对高的电流水平下驱动OLED。然而,这样的高电流对OLED的寿命具有负面影响,因此也无法提供理想的解决方案。

[0008] 其它用以改良光提取效率的尝试包括例如与OLED层的厚度和/或折射率上匹配的波导,使得在OLED内的模态(mode)能与波导内的模态相匹配。如此波导能被沉积在玻璃基

板上并随后被涂覆有平坦的(例如平滑的)层。已观察到相对薄的平坦化层(planarizer layer)(例如,小于约0.5微米)可改善光提取。较厚的平坦化层可例如在衰减的OLED光(evanescent OLED light)与波导模式之间产生不够小的重迭。然而,较薄的平坦化层可能导致波导与OLED层之间的过度粗糙界面,这会在OLED的模式内引起耦合,使得光可以从这些传播模式的其中一种模式耦合至表面等离子体子模式(或表面等离子体极化子(surface plasmon polariton))。表面等离子体模式是高吸收性的,因此,光与这些模式的耦合通常是不期望的。此外,包括平坦化层的波导需要多步骤处理,这会增加制造时间和/或成本。

[0009] 因此,提供用于显示(例如OLED)器件的波导是有利的,其可提供改良的光提取效率,同时还可降低制造器件的成本、复杂性和/或时间。此外,提供具有期望的表面粗糙度且不使用平坦化层的波导是有利的。另外,提供用于制造使用单一步骤涂覆工艺的波导的方法是有利的。

发明内容

[0010] 在各种实施方式中,本公开内容涉及有机发光二极管器件,所述有机发光二极管器件包括:阴极;阳极;有机发光层,设置在所述阴极与所述阳极之间;以及基板,包括至少一个波导层,所述波导层包括:至少一种无机纳米粒子,具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ;至少一种粘结剂,具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ;和小于约20nm的RMS表面粗糙度。

[0011] 本文还公开有机发光二极管器件,所述有机发光二极管器件包括:阴极;阳极;有机发光层,设置在所述阴极与所述阳极之间;以及基板,包括至少一个波导层,所述波导层包括:至少一种无机纳米粒子,具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ;至少一种粘结剂,具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ;高密度区域,具有大于或等于约1.7的有效折射率 n_{w1} ;和低密度区域,具有在约1.4至小于约1.7范围内的有效折射率 n_{w2} 。

[0012] 本文进一步公开用于波导的涂层组合物,所述组合物包括:至少一种金属氧化物纳米粒子,具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ;至少一种粘结剂,选自硅酸盐和有机硅材料,具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ;和至少一种溶剂,其中所述涂层组合物在被施加到基板表面时具有小于约20nm的RMS表面粗糙度。

[0013] 本文进一步公开用于制造波导的方法,所述方法包括以下步骤:将第一分散体和第二分散体组合以形成组合分散体(combined dispersion),其中所述第一分散体包括至少一种第一溶剂和具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m 的至少一种无机纳米粒子,所述第二分散体包括至少一种第二溶剂和具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b 的至少一种粘结剂;和将组合分散体涂覆在基板的至少一个表面上以形成具有小于约20nm的RMS表面粗糙度的波导层。

[0014] 根据各种实施方式,至少一种无机纳米粒子可以选自锆、锌、钛、铈、钪、铟、钽或铝氧化物、上述无机纳米粒子的混合的金属氧化物以及上述无机纳米粒子的组合。至少一种无机纳米粒子可以例如包括第一金属氧化物纳米粒子和第二金属氧化物纳米粒子的组合,并且在一些实施方式中,第一金属氧化物纳米粒子和第二金属氧化物纳米粒子可以具有不同的粒度分布(particle size distribution)。在另外的实施方式中,至少一种粘结剂可以选自硅酸盐和有机硅材料。至少一个波导层在可见波长下可以具有小于约50%的雾度

(haze) 和大于约75%的光透射率(optical transmission)。根据另外的实施方式,至少一个波导层可以具有在约100nm至约2微米范围内的厚度。在另外的实施方式中,至少一个波导层可以具有至少约2的替代光提取效率值(surrogate light extraction efficiency value)。根据另外的实施方式,基板可以包括单一波导层和/或可以不包括平坦化膜(planarizer film)。

[0015] 本公开内容的其它特征和优点将于以下具体实施方式提出并部分地对于本领域的技术人员将是显而易见或可通过实施如本文所述的方法、包括以下具体实施方式、权利要求书和所附图式认识到。

[0016] 应理解,以上一般描述和以下详细描述都呈现了本公开内容的各种实施方式,并且旨在提供用于理解权利要求书的性质和特征的概述或框架。所附图式提供对本公开内容的进一步了解,并且将并入本说明书中并构成本说明书的一部分。各图式示出了本公开内容的各种实施方式并结合描述来说明本公开内容的原理和操作。

附图说明

[0017] 结合以下图式阅读,可以进一步理解以下具体实施方式。

[0018] 图1示出了据本公开内容的各种实施方式描绘的有机发光二极管(OLED)器件。

[0019] 图2描绘了包括光散射层和平坦化层的OLED器件。

[0020] 图3是如图2所示的配置的OLED器件的扫描式电子显微镜(SEM)图像。

[0021] 图4描绘了根据本公开内容的某些实施方式的包括单一波导层的示例性OLED器件。

[0022] 图5是如图4所示的配置的OLED器件的SEM图像。

[0023] 图6描绘了根据本公开内容的各种实施方式的包括具有高密度区域和低密度区域的波导层的示例性OLED器件。

[0024] 图7A-B是如图6所示的配置的OLED器件的SEM图像。

[0025] 图8是示例性波导层的SEM图像。

[0026] 图9是作为波导层中的纳米粒子浓度的函数绘制的雾度(haze)和RMS表面粗糙度的图示。

[0027] 图10是作为波导层中的纳米粒子浓度的函数绘制的光学替代EE和RMS表面粗糙度的图示。

具体实施方式

[0028] 器件

[0029] 本文公开有机发光二极管器件,所述有机发光二极管器件包括:阴极;阳极;有机发光层,设置在阴极与阳极之间;和基板,包括至少一个波导层,波导层包括:至少一种无机纳米粒子,具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ;至少一种粘结剂,具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ;和小于约20nm的RMS表面粗糙度。本文还公开有机发光二极管器件,有机发光二极管器件包括:阴极;阳极;有机发光层,设置在阴极与阳极之间;和基板,包括至少一个波导层,波导层包括:至少一种无机纳米粒子,具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ;至少一种粘结剂,具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ;高密度区域,具有大于

或等于约1.7的有效折射率 n_{w1} ;和低密度区域,具有在约1.4至小于约1.7范围内的有效折射率 n_{w2} 。

[0030] 图1是示例性OLED器件100。器件100可以包括阴极110、电子传输层120、有机发光层130、空穴传输层140、阳极150以及波导160。在所示实施方式中,器件可以通过波导160发射光,在这种情况下,阳极150可以包括实质上透明或半透明的材料,例如氧化铟锡(ITO)或者任何其它具有合适透明度的导电材料。阴极任选自导电材料,例如Ag、Au、Al、Sm、Tm、Yb和上述的混合物,或者双金属材料,例如Ca:Al、Eu:Yb或Tm:Yb。在其它未描绘出的实施方式中,器件100可以通过透明或半透明阴极110(例如有机层)发射光,在这种情况下,波导160可以被置于相邻阴极110。发光器件100中的额外层可以包括空穴注入层(HIL)和/或电子注入层(EIL)(未描绘出)。在一些实施方式中,本文公开的波导可以包括基板和涂覆在基板上的至少一个光散射层。例如,光散射层可以被置于基板与阳极或阴极之间,如结合图4和图6的进一步描述。

[0031] 图2示出了包括二极管结构270和光提取结构260的OLED器件200。二极管结构270可以包括阴极210、有机发光层230和阳极250以及其它未描绘构件。光提取结构260可以邻近阳极250(如图所描绘)或阴极210定位。例如,光提取结构260可以与阳极或阴极或者任何其它的二极管结构270构件直接物理接触。光提取结构260可包括涂覆有至少一个光散射层290的基板280。如图所描绘,光散射层可以具有不适于与OLED的其它构件电接触的粗糙的不平坦表面295(例如,RMS粗糙度 $>20\text{nm}$ 或甚至 $>50\text{nm}$)。因此,光散射层通常涂覆有分离的平坦化层290',以减小光散射层的粗糙度和产生更平滑界面295'。

[0032] 图3是如图2所示配置的扫描式电子显微镜(SEM)图像。基板280涂覆有光散射层290,光散射层290涂覆有平坦化层290'。在层290和290'之间可目视观察到界限分明的界面,这表示这些层是分开的且是不同的层。虽然包括这种平坦化层可以降低光散射层的粗糙度,从而改善器件的稳定性,但是与提供分离的平坦化层有关的额外步骤可能是昂贵的和/或耗时的。因此,提供包括单一光散射层的基板将是有利的,例如,不需要分离的平坦化层。

[0033] 图4和图6示出了根据本公开内容的各种实施方式描绘的示例性OLED器件300。参考图4,器件300可以包括二极管结构370(阳极310、发光层330、阴极350)以及光提取结构360(基板380、波导层390)。在非限制性实施方式中,波导层390可具有小于约20nm的均方根(Root Mean Square,RMS)表面粗糙度。在某些实施方式中,波导层390可以具有实质上为平滑(小于约20nm的RMS)的光散射表面,例如与阳极或阴极接触的光散射表面,使得在波导层与阳极或阴极之间不需要附加的平坦化层。然而,在其它实施方式中,平坦化层任选择性地存在于光提取结构360中。

[0034] 参考图6,器件400可以包括二极管结构470(阳极410、发光层430、阴极450)以及光提取结构460(基板480、波导层490)。在非限制性实施方式中,波导层490可以包括高密度区域490A和低密度区域490B。本文中使用的“高密度”和“低密度”的区域意指在各个区域中的无机纳米粒子浓度。与较低纳米粒子浓度的区域相比,具有较高纳米粒子浓度的区域可具有较高的密度。此外,虽然图6描绘了如垂直于基板平面的方向上观察的位于基板480与低密度区域490B之间的高密度区域490A,但是反向配置也是可能的,其中低密度区域490B位于基板480与高密度区域490A之间。例如,高密度区域490A可与基板480接触,或者在反向配

置中,低密度区域490B可与基板接触。此外,无机纳米粒子的浓度梯度(以及其密度梯度)也可以存在于波导层490中,例如使得浓度和/或密度随着与基板表面的距离而减小,或反之亦然。在各种实施方式中,波导层可包括两个以上的密度区域,例如,中间密度的第三区域等。

[0035] 虽然出于说明性目的,以虚线划分图6中的区域490A、490B,但是应理解,这些区域是相同波导层490的一部分,并且不是分离的层,而是在同一层内具有不同密度的区域。例如,参考图7A至图7B,图7A至图7B是具有不同厚度的两个波导层490的SEM图像,应理解,在 高密度区域490A与低密度区域490B之间没有清楚界限,并且无机纳米粒子虽然在不同的相对浓度中仍为均匀地分布在每个区域中。

[0036] 参考图4和图6,波导层390、490可以包括至少一种无机纳米粒子,例如多种金属氧化物纳米粒子。合适的无机纳米粒子的非限制性示例可以包括例如氧化锆、氧化锆、氧化铝、锐钛矿(anatase)或金红石二氧化钛(rutile titania)、氧化铈、氧化铌、氧化铟、氧化锡、氧化钽、氧化钨、混合的金属氧化物以及上述无机纳米粒子的组合。纳米粒子还可包括至少一种稳定剂,诸如Y、Yb、Ca、Mg、Sc以及上述稳定剂的组合。例如,纳米粒子可以包括多达约9摩尔%的至少一种稳定剂,诸如以重量计为约1摩尔%至约8摩尔%、约2摩尔%至约7摩尔%、约3摩尔%至约6摩尔%或者约4摩尔%至约5摩尔%的稳定剂。在某些实施方式中,纳米粒子可以包括经氧化钇稳定的四方氧化锆纳米粒子,诸如3YSZ(3摩尔%经氧化钇稳定的氧化锆)。

[0037] 在非限制性实施方式中,至少一种无机纳米粒子可以具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ,诸如约1.6至约2.5、约1.7至约2.4、从1.8至约2.3、约1.9至约2.2或约2至约2.1,包括它们之间的所有范围和子范围。根据各种实施方式,无机纳米粒子可以具有沿其最长尺寸范围的平均粒度,例如约2nm至约250nm,诸如约5nm至约200nm、约10nm至约100nm、约20nm至约90nm、约30nm至约80nm、约40nm至约70nm或约50nm至约60nm,包括它们之间的所有范围和子范围。根据各种实施方式,纳米粒子可变成团聚的,这些团聚物(agglomerate)具有多达约1微米的平均大小尺寸,例如在约50nm至约900nm范围内、在约100nm至约800nm范围内、在约200nm至约700nm范围内、在约300nm至约600nm范围内或在约400nm至约500nm范围内,包括它们之间的所有范围和子范围。

[0038] 在某些实施方式中, 纳米粒子的粒度分布 (PSD) 可以被选择为约散射的光波长量级, 例如 PSD 可以在约 5nm 至约 500nm 范围内, 诸如约 100nm 至约 450nm 或约 200nm 至约 400nm, 包括它们之间的所有范围和子范围。因此, 可以选择纳米粒子 PSD 以减少波导层的雾度和/或月晕效应 (halo effect) 和/或改善 OLED 器件的视角, 例如通过选择既不显著大于也不显著小于被散射的光波长的纳米粒子。

[0039] 在非限制性实施方式中,波导层390、490可以包括两种或更多种无机纳米粒子的混合物,其可具有相同或不同的平均粒度和/或相同或不同的PSD。例如,如图5所示,波导层390可以包括多种第一金属氧化物纳米粒子 M^1O_x 和多种第二金属氧化物纳米粒子 M^2O_x ,其可具有不同的平均粒度和/或PSD,其中 M^1 和 M^2 是金属, x 是化学计量整数。作为非限制性示例,图5的SEM图像描绘了包括 Al_2O_3 (200–500nm) 和 ZrO_2 (5–50nm) 纳米粒子 ($M^1=Al$; $M^2=Zr$) 的混合物的波导层390。当然,可以使用金属氧化物和/或粒度的任何其它组合。

[0040] 波导层390、490可进一步包括至少一种粘结剂,例如有机-无机混成化合物,诸如

包括但不限于硅氧烷和硅倍半氧烷的硅酸盐和有机硅材料。在一些实施方式中,在波导层中粘结剂的存在可有助于纳米粒子对基板的粘附和/或纳米粒子彼此的粘附。合适的粘结剂的非限制性示例包括例如聚甲基硅倍半氧烷、聚苯基硅倍半氧烷、聚甲基苯基硅倍半氧烷、聚甲基硅氧烷、聚硅酸盐硅倍半氧烷、部分聚合的聚甲基硅氧烷(例如T-11、T-12、512B旋涂式玻璃(Honeywell))、聚二甲基硅氧烷、聚二苯基硅氧烷、部分聚合的聚硅倍半氧烷、聚甲基硅倍半氧烷(HardSil™ AM(Gelest))以及聚苯基硅倍半氧烷、聚甲基苯基硅倍半氧烷(HardSil™ AP(Gelest))。根据各种实施方式,粘结剂化合物可以包括硅酸盐或有机硅化合物,硅酸盐或有机硅化合物在高于450℃的温度下稳定、具有低有机燃烧性,和/或可以由缩合反应固化以形成水作为副产物。在其它实施方式中,至少一种粘结剂可以具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ,诸如约1.35至约1.5或约1.4至约1.45,包括它们之间的所有范围和子范围。

[0041] 波导层390、490中可以存在足够量的至少一种无机纳米粒子和粘结剂,以产生期望的RMS表面粗糙度值,例如小于约20nm。在一些实施方式中,存在于波导层中的无机纳米粒子的浓度为相对于波导层的总重量以固体重量计小于30%,或小于25%,或甚至小于20%,诸如以固体重量计在约5%至约30%范围内、在约6%至约25%范围内、在约7%至约20%范围内、在约8%至约19%范围内、在约9%至约18%范围内、在约10%至约17%范围内、在约11%至约16%范围内、在约12%至约15%范围内或在约13%至约14%范围内。根据各种实施方式,纳米粒子固体浓度与粘结剂固体浓度的比率可以在约1:1至约3:1范围内、在约1.2:1至约2.5:1范围内、在约1.5:1至约2.4:1范围内、在约1.6:1至约2.3:1范围内、在约1.7:1至约2.2:1范围内、在约1.8:1至约2.1:1范围内或在约1.9:1至约2:1范围内,包括它们之间的所有范围和子范围。

[0042] 通过使用高折射率纳米粒子和低折射率粘结剂的混合物,有可能可改变高折射率材料的体积分数以产生期望的有效折射率。在某些实施方式中,波导层390、490可以具有至少约1.4的有效折射率 n_w ,诸如在约1.5至约1.8范围内或在约1.6至约1.7范围内,包括它们之间的所有范围和子范围。复合材料的有效折射率可以例如通过使用Maxwell Garnett模型(modeling)来计算。或者,波导层的有效折射率可以通过以下公式计算:

$$[0043] \quad n_w = \sqrt{f(n_m^2) + (1-f)(n_b^2)}$$

[0044] 其中 f 是基于SEM横截面和图像分析的体积分数。

[0045] 参考图6,波导层490可以包括具有有效折射率 n_{w1} 的高密度区域490A和具有有效折射率 n_{w2} 的低密度区域。在某些实施方式中,高密度区域的有效折射率 n_{w1} 可以大于低密度区域的有效折射率 n_{w2} 。例如, n_{w1} 可以大于或等于约1.7,而 n_{w2} 可以小于约1.7。在一些实施方式中, n_{w1} 可以在约1.7至约2.6范围内,诸如约1.8至约2.5、约1.9至约2.4、约2至约2.3或约2.1至约2.2,包括它们之间的所有范围和子范围。在另外的实施方式中, n_{w2} 可以在约1.4至约1.65范围内,诸如约1.45至约1.6或约1.5至约1.55,包括它们之间的所有范围和子范围。

[0046] 波导层390、490的厚度可以变化,并且在一些实施方式中,可以在约100nm至约2 μ m范围内。根据非限制性示例性实施方式,厚度可以在约200nm至约1.5 μ m范围内、在约300nm至约1 μ m范围内、在约400nm至约900nm范围内、在约500nm至约800nm范围内或在约600nm至约700nm范围内,包括它们之间的所有范围和子范围。根据各种实施方式,波导层可以是光学透明的。本文中使用的术语“光学透明的”是指层或基板在可见波长(例如,约420–750nm)

下具有至少约75%的光透射率,诸如至少约80%、至少约85%、至少约90%或至少约95%的光透射率。在一些实施方式中,光学透明的波导层还可具有小于约50%的雾度,诸如小于约45%、小于约40%、小于约35%、小于约30%、小于约25%、小于约20%、小于约15%或小于约10%,例如在约1%至约50%范围内,包括它们之间的所有范围和子范围。

[0047] 参考图6,波导层490可以包括具有第一厚度 t_1 的高密度区域490A和具有第二厚度 t_2 的低密度区域。在某些实施方式中,高密度区域的第一厚度 t_1 可以大于低密度区域的第二厚度 t_2 。例如, t_1 可以大于或等于约200nm,而 t_2 可以小于约200nm。在一些实施方式中, t_1 可以在约200nm至约2 μ m范围内,例如约300nm至约1 μ m、约400nm至约900nm、约500nm至约800nm或约600nm至约700nm,包括它们之间的所有范围和子范围。在另外的实施方式中, t_2 可在约10nm至约190nm范围内,例如约25nm至约175nm、约50nm至约150nm或约75nm至约100nm,包括它们之间的所有范围和子范围。在一些实施方式中,第二厚度 t_2 可以小于50nm,例如小于40nm、小于30nm、小于20nm或小于10nm,包括它们之间的所有范围和子范围。根据另外的非限制性实施方式,相对于波导层490的总体积,高密度区域490A的体积分为至少约30%,诸如在约30%至约90%范围内、在约40%至约80%范围内、在约50%至约75%范围内或在约60%至约70%范围内,包括它们之间的所有范围和子范围。

[0048] 通过使用纳米粒子和粘结剂的混合物,还可以降低波导层的孔隙率和/或移除任何被困在波导层中的气体和/或减少在随后的处理步骤期间于波导层中所形成的针孔。根据各种实施方式,波导层390、490可具有高密度和/或低孔隙率。例如,波导层的整体密度可以大于约1.8g/cm³,诸如大于约2g/cm³、大于约2.5g/cm³、大于约3g/cm³、大于约3.5g/cm³、大于约4g/cm³、大于约4.5g/cm³、大于约5g/cm³或大于约5.5g/cm³,或更高,例如在约1.8至约6g/cm³范围内,包括它们之间的所有范围和子范围。在一些实施方式中,波导层的整体孔隙率可以是小于约10%,诸如小于约5%、小于约4%、小于约3%、小于约2%或小于约1%,包括它们之间的所有范围和子范围。参考图6,波导层490可以包括高密度区域490A(例如,在约2.5-5.5g/cm³范围内的密度)以及低密度区域490B(例如,在约1-3g/cm³范围内的密度)。

[0049] 根据非限制性实施方式,波导层390、490可以具有小于约20nm的RMS表面粗糙度,例如小于约15nm、小于约10nm或小于约5nm(例如20、19、18、17、16、15、14、13、12、11、10、9、8、7、6、5、4、3、2或1nm),包括它们之间的所有范围和子范围。在各种实施方式中,RMS表面粗糙度可以大于20nm,例如大于30nm、大于40nm或甚至高达50nm,在所述实施方式中,可以包括任选的平坦化层。在ASME B46.1中,RMS粗糙度被描述为轮廓高度与平均线的偏差的均方根平均值,记录在评估长度内。在一些实施方式中,可以通过原子力显微镜(AFM)测量表面粗糙度。根据另外的实施方式,波导层的RMS表面粗糙度可意指波导的光散射表面(例如,表面395、495)的粗糙度。例如,与OLED构件(例如,阴极或阳极)相邻的光散射表面可以具有小于约20nm的RMS表面粗糙度。

[0050] 本文中使用的术语“光散射表面”、“散射表面”以及“散射层”可以互换使用来意指能够散射入射光的区域。“表面”不需要是OLED器件的外表面,而是还可以指堆叠内的内部散射区域(例如,层之间的界面)。波导层中的光提取可以通过表面散射(外部散射表面和/或内部散射表面)和/或体积散射机制(层中的空隙)的方式发生,这可以允许波导层有效地从OLED器件内提取光到环境。

[0051] 不希望受理论束缚,据信波导层的低表面粗糙度可以防止OLED层内的横向电场的

(transverse electric, TE) 和横向磁场的 (transverse magnetic, TM) 模态显著模态耦合至高度衰减的表面等离子体模态。然而, 表面形态可以包括高到足以引起TE与TM模态之间模态耦合的侧表面频率, 这可以促进从较低、更紧密相连的导引模态(guided mode) 耦合至更容易提取的较高模态。因此, 波导层390、490的替代光提取效率(EE) 值可以大于约2, 或甚至高达约3, 例如在约2至约2.9范围内、在约2.1至约2.8范围内、在约2.2至约2.7范围内、在约2.3至约2.6范围内或在约2.4至约2.5范围内, 包括它们之间的所有范围和子范围。具有低表面粗糙度的波导层还可以防止OLED器件的电气退化和/或防止由于OLED器件中的金属粗糙度导致金属阴极的光吸收。

[0052] 根据各种实施方式, 本文公开的OLED器件可包括具有单一波导层的基板。本文中使用的“单一”层意指个波导, 其中纳米粒子和粘结剂被散布在个层中, 而不是分层为两个分开的膜(例如, 比较图3具有分离的光散射层和平坦化层)。在某些实施方式中, 波导层390、490可以具有足够低的RMS表面粗糙度, 使得不需要平坦化层来平滑波导层的表面。因此, 本文公开的OLED器件可以没有平坦化层或可以包括不包括平坦化层的光提取结构。例如, 包括至少一个波导层的基板可不包括平坦化膜。然而, 在某些实施方式中, 可以存在一个或多个平坦化层, 并且这些层可以例如具有小于或等于约200nm的厚度, 诸如小于约150nm、小于约100nm、小于约50nm、小于约40nm、小于约30nm、小于约20nm或小于约10nm, 例如在约10nm至约200nm范围内, 包括它们之间的所有范围和子范围。

[0053] 示例性基板380、480可以包括任何适用于OLED和显示器件内的基板, 例如玻璃和塑料基板。合适的基板的非限制性示例可以包括但不限于聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA) 以及玻璃, 例如熔融二氧化硅、石英、硅铝酸盐、碱金属-铝硅酸盐、硼硅酸盐、碱金属-硼硅酸盐、铝硼硅酸盐或碱金属-铝硼硅酸盐玻璃。适用的市售玻璃的非限制性示例包括, 例如来自康宁公司的EAGLE[®] XG[®]、Iris[™]、Lotus[™]、Willow[®]和Gorilla[®]玻璃。

[0054] 在某些实施方式中, 基板可以具有小于或等于约3mm的厚度, 例如, 在约0.1mm至约2.5mm范围内、在约0.3mm至约2mm范围内、在约0.7mm至约1.5mm范围内或在约1mm至约1.2mm范围内, 包括它们之间的所有范围和子范围。根据另外的实施方式, 基板可以具有在约1.3至约1.8范围内的折射率 n_s , 诸如约1.35至约1.7、约1.4至约1.65、约1.45至约1.6或约1.5至约1.5, 包括它们之间的所有范围和子范围。在另外的实施方式中, 基板可以是光学透明的。

[0055] 方法

[0056] 本文公开用于制造波导的方法, 所述方法包括以下步骤: 将第一分散体和第二分散体组合以形成组合分散体(combined dispersion), 其中所述第一分散体包括至少一种第一溶剂和具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m 的至少一种无机纳米粒子, 所述第二分散体包括至少一个第二溶剂和具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b 的至少一种粘结剂; 和将组合分散体涂覆在基板的至少一个表面上, 以形成具有小于约20nm的RMS表面粗糙度的波导层。

[0057] 根据各种实施方式, 第一分散体可包括以重量计约10%至约75%的无机纳米粒子(固体含量), 例如以重量计为约15%至约70%、约20%至约65%、约25%至约60%、约30%至约55%、约35%至约50%或约40%至约45%的无机纳米粒子, 包括它们之间的所有范围和子范围。在某些实施方式中, 第一分散体的粘度可为在约20cP至约500cP范围内, 例如约

50cP至约400cP、约100cP至约300cP或约200cP至约250cP,包括它们之间的所有范围和子范围。

[0058] 第二分散体可以包括以重量计约10%至约30%的粘结剂(固体含量),诸如以重量计约12%至约25%或约15%至约20%的粘结剂,包括它们之间的所有范围和子范围。在某些实施方式中,第二分散体的粘度可以是在约1cP至约500cP范围内,诸如约5cP至约400cP、约10cP至约300cP、约20cP至约200cP或约50cP至约100cP,包括它们之间的所有范围和子范围。根据一些非限制性实施方式,第二分散体可以具有小于20cP的粘度,诸如在约5cP至约10cP范围内。

[0059] 合适的溶剂可以包括,例如水、醇、极性和非极性有机溶剂、以及以上项的组合。第一分散体和/或第二分散体可以进一步包括选自粘结剂、分散剂、界面活性剂等的一种或多种添加剂。可使用粘结剂以例如在涂覆工艺以及任何随后的干燥或固化工艺期间将纳米粒子保持在一起。粘结剂的非限制性示例包括,例如聚乙烯醇、丙烯酸聚合物(acrylics)、聚乙烯醇缩丁醛、各种分子量的聚氧化乙烯和聚乙二醇、聚乙烯氢吡咯酮、纤维素(诸如羟甲基纤维素、羟乙基纤维素和羟丙基纤维素)、胶(诸如洋菜胶和阿拉伯胶)、丙烯酸聚合物、乙烯丙烯酸聚合物(vinylacrylics)、丙烯酸、聚丙烯酰胺、淀粉、以及以上项的组合。分散剂或界面活性剂可被用来涂覆纳米粒子和/或使凝聚最小化。合适的分散剂或界面活性剂可以包括例如Emphos PS-21A和絮凝剂(诸如冰醋酸)。

[0060] 产生波导层的涂覆方法包括本领域已知的用于制造具有期望性质的表面的薄涂层的方法。可以改变纳米粒子、粘结剂和溶剂浓度以在最终产物中提供期望浓度。示例性方法包括但不限于浸涂、缝涂、旋涂、网印、喷墨涂覆、喷涂、蒸气或粒子沉积、辊涂或卷对卷才处理(roll-to-roll processing)等。用于在基板表面上形成薄层的其它技术也被设想为落入本公开内容的范围内。

[0061] 在基板表面上涂覆组合分散体之后,可以对组合分散体进行热处理步骤,例如烧掉任何有机材料(例如,溶剂、粘结剂、分散剂等)和/或固化或交联粘结剂。例如,可以将波导层加热到大于约125℃的第一温度,诸如大于约150℃、大于约200℃、大于约250℃、大于约300℃、大于约350℃、大于约400℃、大于约420℃或大于约450℃,包括它们之间的所有范围和子范围。热处理时间可以根据波导的应用和/或期望性质而变化,并且可以在例如约10分钟至约3小时范围内,例如约30分钟至约2小时或约60分钟至约90分钟,包括它们之间的所有范围和子范围。也可以使用多步骤热处理,例如,保持在第一处理温度下经过第一时段和保持在第二处理温度下经过第二时段,处理温度和时段选自以上所列出的那些。

[0062] 根据各种实施方式,可以将任选的平坦化层施加到本文公开的波导的一个或多个表面,例如施加到单层波导的第一表面和/或第二表面或施加到多层波导的外表面。可以使用任何本领域已知的方法来施加平坦化层,例如缝涂、浸涂、真空沉积、以及其它类似的工艺。在一些实施方式中,平坦化层可以具有小于约100nm的厚度,诸如小于约50nm、小于约40nm、小于约30nm、小于约20nm或小于约10nm,包括它们之间的所有范围和子范围。

[0063] 应理解,所公开的各种实施方式可以涉及结合特定实施方式进行描述的具体特征、元件或步骤。还应理解,虽然结合特定实施方式进行描述,但是具体特征、元件或步骤可以在各种未示出组合或变更中与替代实施方式互换或组合。

[0064] 在态样(1)中,本公开内容提供了一种有机发光二极管(OLED)器件,有机发光二极

管器件包括:阴极;阳极;有机发光层,设置在阴极与阳极之间;和基板,包括至少一个波导层,波导层包括:至少一种无机纳米粒子,具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ;至少一种粘结剂,具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ;和小于约20nm之RMS表面粗糙度。在另一态样(2)中,本公开内容提供了态样(1)的OLED器件,其中至少一种无机纳米粒子选自锆、铈、钽、铪、铌、钽或铝氧化物、上述无机纳米粒子的混合的金属氧化物以及上述无机纳米粒子的组合。在另一态样(3)中,本公开内容提供了态样(1)或态样(2)的OLED器件,其中至少一种无机纳米粒子包括第一金属氧化物纳米粒子和第二金属氧化物纳米粒子的组合,第一金属氧化物纳米粒子和第二金属氧化物纳米粒子具有不同的粒度分布。在另一态样(4)中,本公开内容提供了态样(1)-(3)中任一态样的OLED器件,其中至少一种粘结剂选自硅酸盐和有机硅材料。在另一态样(5)中,本公开内容提供了态样(1)-(4)中任一态样的OLED器件,其中基板包括单一波导层。在另一态样(6)中,本公开内容提供了态样(1)-(5)中任一态样的OLED器件,其中基板在在约420nm至约750nm范围内的可见波长下具有在约1.3至约1.8范围内的折射率 n_s 和大于约75%的光透射率。

[0065] 在另一态样(7)中,本公开内容提供了态样(1)-(6)中任一态样的OLED器件,其中波导层包括:高密度区域,具有大于或等于约1.7的有效折射率 n_{w1} ;和低密度区域具有在约1.4至小于约1.7范围内的有效折射率 n_{w2} 。在态样(8)中,本公开内容提供了态样(7)的OLED器件,其中高密度区域设置在基板与低密度区域之间。在态样(9)中,本公开内容提供了态样(7)的OLED器件,其中低密度区域设置在基板与高密度区域之间。在态样(10)中,本公开内容提供了态样(7)的OLED器件,其中高密度区域具有在约200nm至约2 μ m范围内的厚度,并且低密度区域具有小于约200nm的厚度。在态样(11)中,本公开内容提供了态样(7)的OLED器件,其中高密度区域包括以体积计30%至约90%的涂层。

[0066] 在另一态样(12)中,本公开内容提供了态样(1)-(11)中任一态样的OLED器件,其中至少一个波导层在在约420nm至约750nm范围内的可见波长下具有小于约50%的雾度和大于约75%的光透射率。在另一态样(13)中,本公开内容提供了态样(1)-(12)中任一态样的OLED器件,其中至少一个波导层具有在约100nm至约2 μ m范围内的厚度。在另一态样(14)中,本公开内容提供了态样(1)-(13)中任一态样的OLED器件,其中至少一个波导层具有大于或等于约2的替代光提取效率值。在另一态样(15)中,本公开内容提供了态样(1)-(14)中任一态样的OLED器件,其中器件不包括平坦化膜。

[0067] 在态样(16)中,本公开内容提供了一种显示或发光器件,所述显示或发光器件包括态样(1)-(15)中任一态样的OLED器件。

[0068] 在态样(17)中,本公开内容提供了一种用于制造波导的方法,所述方法包括以下步骤:将第一分散体和第二分散体组合以形成组合分散体,其中:第一分散体包括至少一个第一溶剂和具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m 的至少一种无机纳米粒子,第二分散体包括至少一个第二溶剂和具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b 的至少一种粘结剂;和将组合分散体涂覆在基板的至少一个表面上,以形成具有小于约20nm的RMS表面粗糙度的波导层。在另一态样(18)中,本公开内容提供了态样(17)的方法,其中至少一种无机纳米粒子包括具有在约5nm至约500nm范围内的粒度分布的金属氧化物纳米粒子。在另一态样(19)中,本公开内容提供了态样(17)或态样(18)的方法,其中可相同或不同的至少一个第一溶剂和至少一个第二溶剂选自水溶剂、醇溶剂和上述溶剂的混合物。在另一态样(20)中,本公

开内容提供了态样(17)–(19)中任一态样的方法,其中第一分散体具有在约20cP至约500cP范围内的粘度,并且第二分散体具有在约1cP至约500cP范围内的粘度。在另一态样(21)中,本公开内容提供了态样(17)–(20)中任一态样的方法,进一步包括将具有小于约50nm的厚度的平坦化层施加到波导层。在另一态样(22)中,本公开内容提供了态样(17)–(21)中任一态样的方法,其中不将平坦化层施加到波导层。在另一态样(23)中,本公开内容提供了态样(17)–(22)中任一态样的方法,进一步包括使用热或紫外光辐射以固化或干燥波导层。

[0069] 在态样(24)中,本公开内容提供了一种用于波导的涂层组合物,所述涂层组合物包括:至少一种金属氧化物纳米粒子,具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ;至少一种粘结剂,选自硅酸盐和有机硅材料,具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ;和至少一种溶剂,其中涂层组合物在被施加到基板表面时具有小于约20nm的RMS表面粗糙度。

[0070] 在态样(25)中,本公开内容提供了一种有机发光二极管(OLED)器件,有机发光二极管器件包括:阴极;阳极;有机发光层,设置在阴极与阳极之间;和基板,包括至少一个波导层,波导层包括:至少一种无机纳米粒子,具有在约1.6至约2.6范围内的折射率 n_m ;至少一种粘结剂,具有在约1.3至约1.55范围内的折射率 n_b ;高密度区域,具有大于或等于约1.7的有效折射率 n_{w1} ;和低密度区域,具有在约1.4至小于约1.7范围内的有效折射率 n_{w2} 。在另一态样(26)中,本公开内容提供了态样(25)的OLED器件,其中至少一个波导层具有小于约20nm的RMS表面粗糙度。在另一态样(27)中,本公开内容提供了态样(25)或(26)的OLED器件,其中至少一种无机纳米粒子选自锆、铟、钛、钪、钽或铝氧化物、上述无机纳米粒的混合的金属氧化物以及上述无机纳米粒的组合。在另一态样(28)中,本公开内容提供了态样(25)–(27)中任一态样的OLED器件,其中至少一种无机纳米粒子包括第一金属氧化物纳米粒子和第二金属氧化物纳米粒子的组合,第一金属氧化物纳米粒子和第二金属氧化物纳米粒子具有不同的粒度分布。在另一态样(29)中,本公开内容提供了态样(25)–(28)中任一态样的OLED器件,其中至少一种粘结剂选自硅酸盐和有机硅材料。在另一态样(30)中,本公开内容提供了态样(25)–(29)中任一态样的OLED器件,其中基板包括单一波导层。在另一态样(31)中,本公开内容提供了态样(25)–(30)中任一态样的OLED器件,其中基板在在约420nm至约750nm范围内的可见波长下具有在约1.3至约1.8范围内的折射率 n_s 和大于约75%的光透射率。在另一态样(32)中,本公开内容提供了态样(25)–(31)中任一态样的OLED器件,其中至少一个波导层具有在约100nm至约2 μ m范围内的厚度。在另一态样(33)中,本公开内容提供了态样(25)–(32)中任一态样的OLED器件,其中高密度区域设置在基板与低密度区域之间。在另一态样(34)中,本公开内容提供了态样(25)–(33)中任一态样的OLED器件,其中低密度区域设置在基板与高密度区域之间。在另一态样(35)中,本公开内容提供了态样(25)–(34)中任一态样的OLED器件,其中高密度区域具有在约200nm至约2 μ m范围内的厚度,并且低密度区域具有小于约200nm的厚度。在另一态样(36)中,本公开内容提供了态样(25)–(35)中任一态样的OLED器件,其中高密度区域包括以体积计约30%至约90%的涂层。在另一态样(37)中,本公开内容提供了态样(25)–(36)中任一态样的OLED器件,其中至少一个波导层在在约420nm至约750nm范围内的可见波长下具有小于约50%的雾度和大于约75%的光透射率。在另一态样(38)中,本公开内容提供了态样(25)–(37)中任一态样的OLED器件,其中至少一个波导层具有大于或等于约2的替代光提取效率值。在另一态样(39)中,本公开内容提供了态样(25)–(38)中任一态样的OLED器件,其中器件不包括平坦化膜。

[0071] 在一态样(40)中,本公开内容提供了一种显示或发光器件,所述显示或发光器件包括态样(25)–(39)中任一态样的有机发光二极管器件。

[0072] 还应理解,除非明确指示相反,否则本文中使用的术语“所述”、“一个”或“一种”意指“至少一个”,并且不应被限制于“仅一个”。因此,除非上下文明确地另有指示,例如提及“一个层”包括具有两个或更多个这样的层的示例。同样地,“多个”旨在表示“多于一个”。因此,“多个层”包括两个或更多个这样的层,例如三个或更多个这样的层等。

[0073] 本文中可以将范围表达为从“约”一个特定值和/或至“约”另一个特定值。当表达这样的范围时,示例包括从一个特定值和/或到另一个特定值。类似地,当使用先行词“约”表示值为近似值时,应理解,特定值形成另一态样。还应理解,每个范围的一个端点是相关于另一个端点和独立于另一个端点都是有意义的。

[0074] 本文中使用的术语“实质上”和其变化旨在表明所描述的特征为等于或近似等于一个值或描述。例如,“实质上平坦的”表面旨在表示表面为平坦的或近似平坦的。另外,如上文所限定,“实质上类似的”旨在表示两个值为相等的或近似相等的。在一些实施方式中,“实质上类似的”可以表示彼此间值差在约10%以内,诸如彼此间值差在约5%以内或彼此间值差在约2%以内。

[0075] 除非另有明确表述,否则无意将本文阐述的任何方法解释为需要以特定顺序来执行这些步骤。因此,在方法权利要求没有实际上表述这些步骤所需遵循的顺序,或在权利要求书或说明书中没有另外具体地表述将这些步骤限制于特定顺序,那么决不意图推断任何特定的顺序。

[0076] 虽然可以使用连接词“包括”来公开特定实施方式的各种特征、元件或步骤,但是应理解,也暗示了替代实施方式,包括可使用连接词“组成”或“主要由……组成”来描述的那些特征、元件或步骤。因此,例如,包括A+B+C的器件的所暗示的替代实施方式包括由A+B+C组成的器件的实施方式以及主要由A+B+C组成的器件的实施方式。

[0077] 对于本领域的技术人员显而易见的是,在不脱离本公开内容的精神和范围的情况下,可以对本公开内容进行各种修改和变化。由于本领域的技术人员可以想到并入本公开内容的精神和实质的所公开的实施方式的修改组合、子组合和变化,因此应将本公开内容解释为包括所附权利要求书和其等效物的范围内的所有内容。

[0078] 以下示例仅意图是非限制性和说明性的,本发明的范围由权利要求书限定。

[0079] 示例

[0080] 示例1

[0081] 通过将氧化锆和聚硅氧烷512B(Honeywell,约10–15wt%聚合物固体)的各种组合分散体缝涂在玻璃基板上制备波导层,以产生具有10–20微米的湿厚度的波导层。随后在420℃干燥波导层。波导层中的氧化锆浓度为在10wt%至35wt%范围内。对波导样品进行横截面SEM分析。图8所示样品的氧化锆纳米粒子的总面积分率为48%。纳米粒子在样品的下半部中的面积分率为50%,而在上半部中的面积分率为46%。在样品的顶部200nm中的纳米粒子的面积分率为42%。3D体积分析证实面积分率值良好地对应于体积分率值。

[0082] 在图9中,将波导层的雾度和RMS粗糙度绘制为纳米粒子浓度的函数。从绘制的图中可看出,大部分的测试样品所显示的雾度值为低于30%(包括34wt%氧化锆的样品除外),这表示波导层具有可接受的光学性质。然而,框A内的样品呈现约20nm或更小的RMS表

面粗糙度值,而框B内的样品呈现更高的RMS值。框A代表具有小于2.5:1的纳米粒子:粘结剂重量比的那些样品,而框B代表具有大于2.5:1比率的样品。为了防止OLED器件的电气退化,应将落入框B内的波导层涂覆附加的平坦化层,以使RMS值降低至小于20nm。相比的下,落入框A内的波导层可以在没有这样的平坦化层的情况下被使用。

[0083] 示例2

[0084] 通过将OLED活性材料(A1Q3)和阴极(Ag)材料蒸发到波导层上来进一步处理示例1的波导层。使用荧光显微镜量测所得堆叠的光提取效率。在图10中,将波导的光学替代提取效率(EE)和RMS粗糙度绘制为纳米粒子浓度的函数。再次,框A代表具有小于2.5:1的纳米粒子:粘结剂的重量比的那些样品,而框B代表具有大于2.5:1比率的样品。落入框A内的样品呈现约20nm或更小的RMS值以及大约1.6-2.1的替代EE值。落入框B内的样品不仅呈现大约2-2.3的替代EE值,而且具有较高的RMS值(约35-50nm),这表示了OLED器件将电气故障,除非包括附加的平坦化层来平滑波导层。相比的下,具有小于20nm的RMS表面粗糙度的波导层可以在不具有附加的平坦化膜的情况下被使用,并且可以呈现相对高的替代EE值。

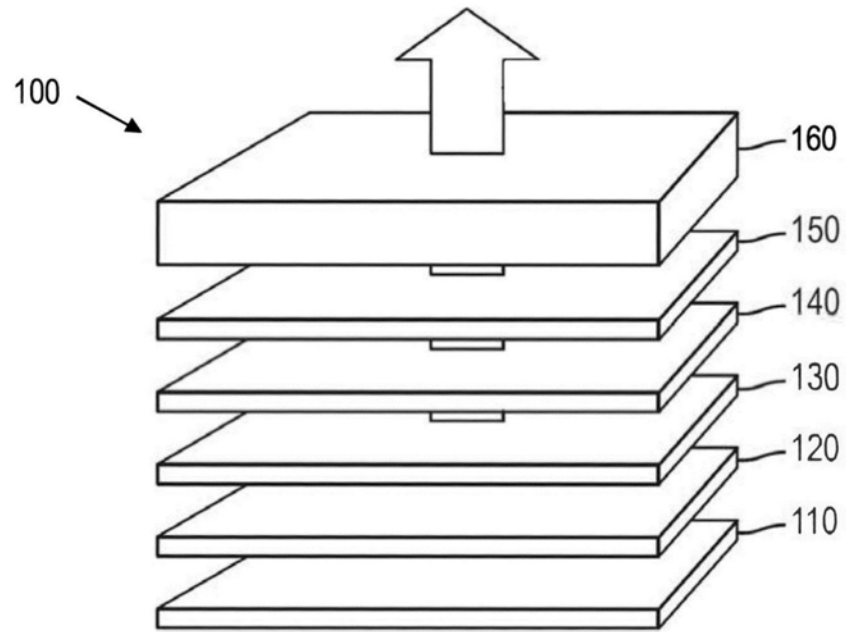


图1

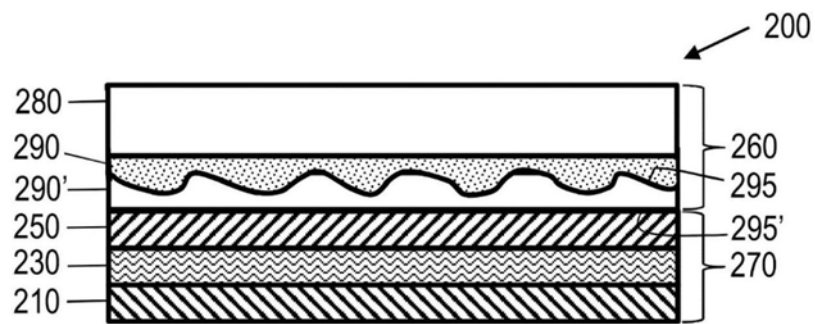


图2

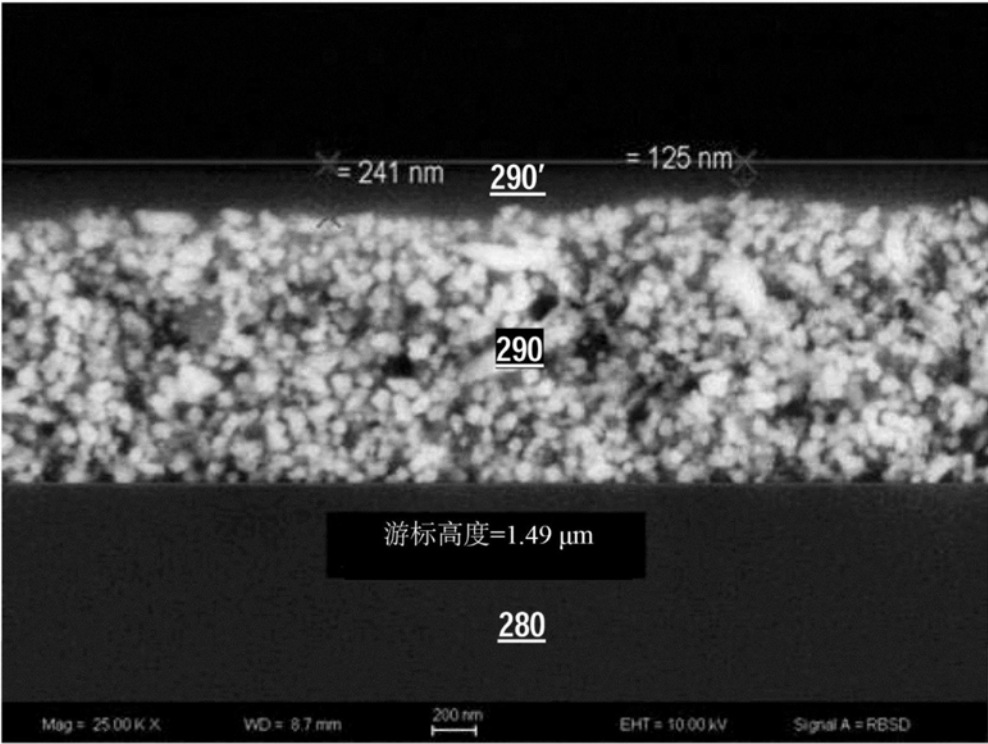


图3



图4

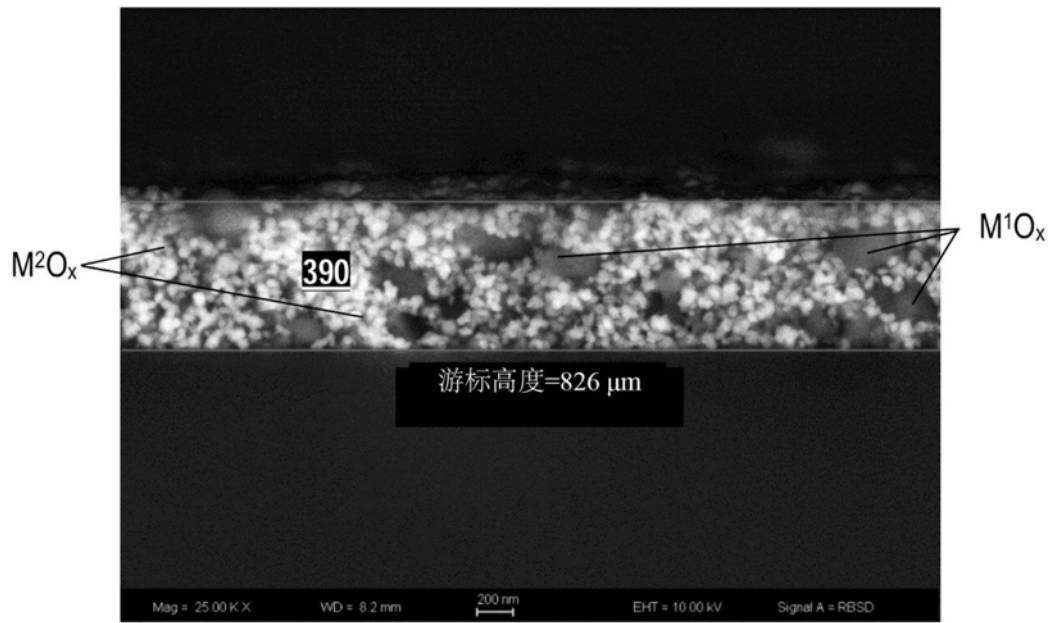


图5

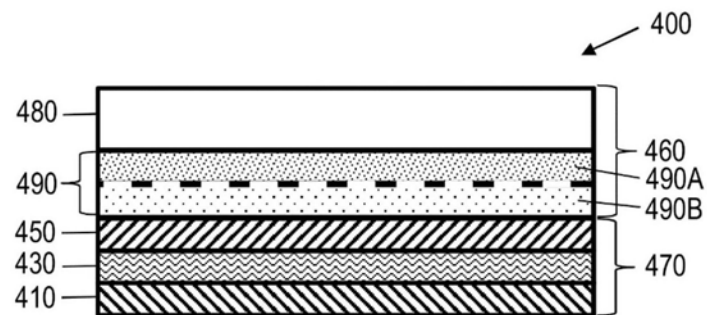


图6

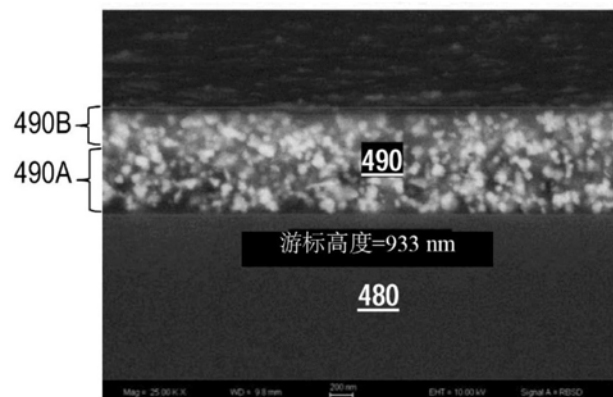


图7A

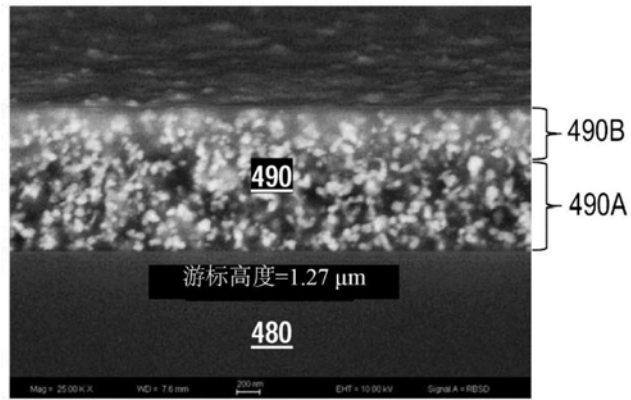


图7B

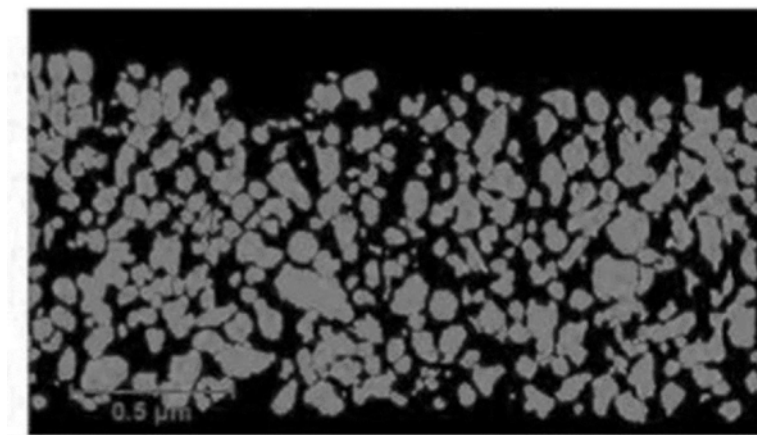


图8

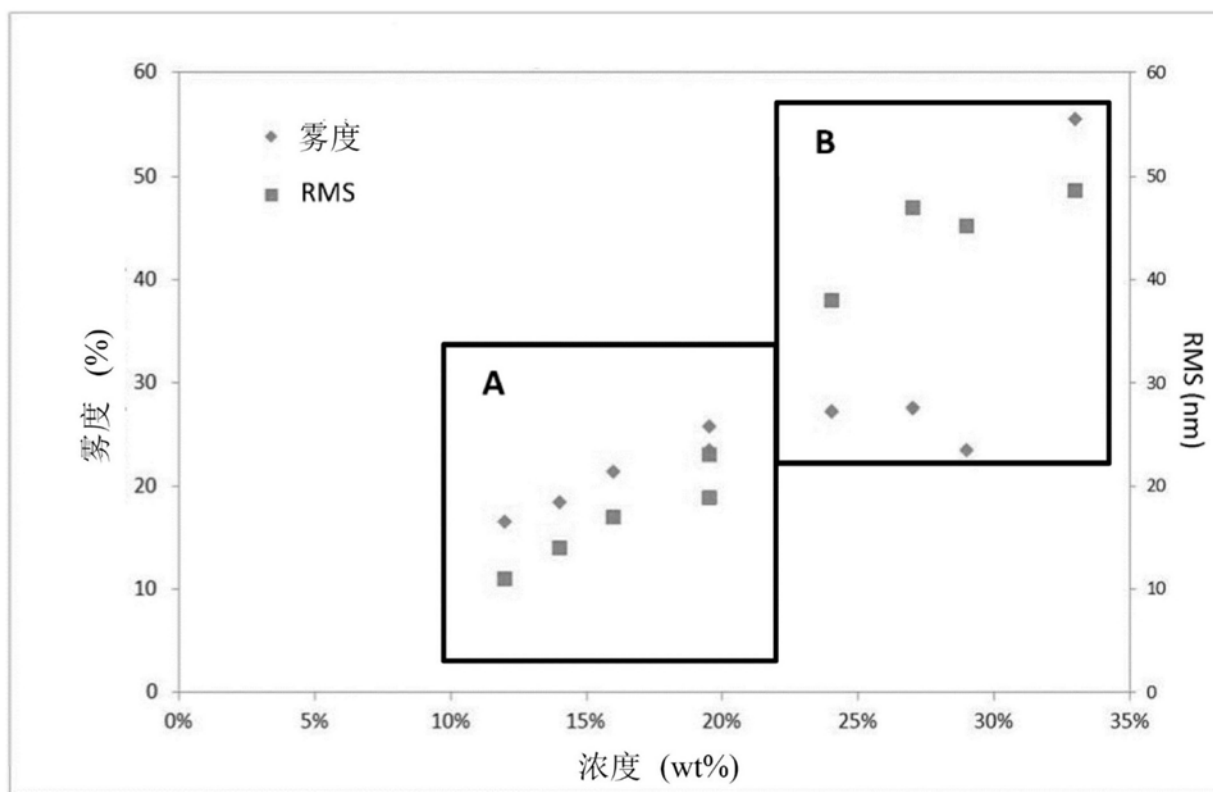


图9

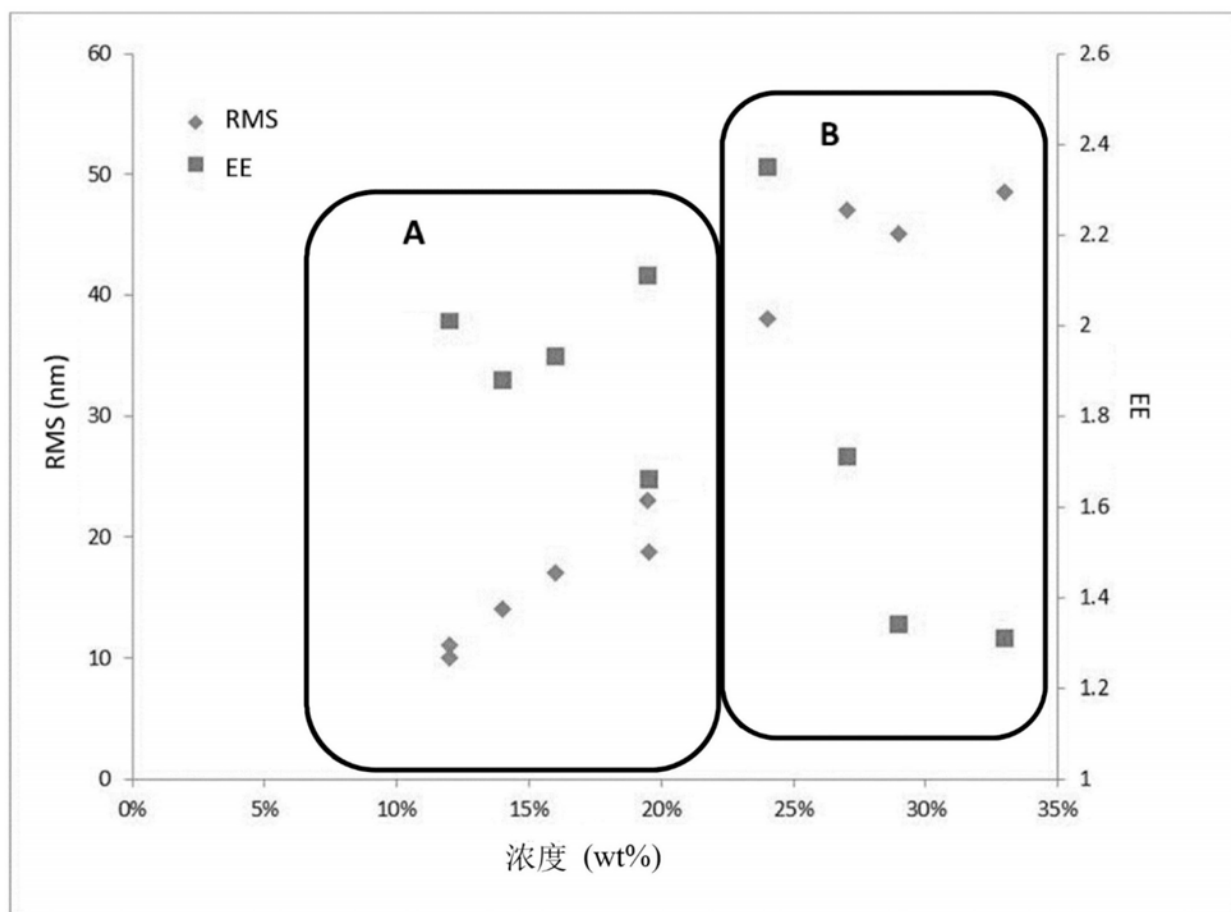


图10

专利名称(译)	含有光提取纳米结构的波导以及含有此波导的显示器件		
公开(公告)号	CN109564983A	公开(公告)日	2019-04-02
申请号	CN201680088464.X	申请日	2016-09-23
[标]申请(专利权)人(译)	康宁股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	康宁公司		
当前申请(专利权)人(译)	康宁公司		
[标]发明人	帕梅拉阿琳玛瑞伊 丹尼尔阿洛伊修斯诺兰 瓦格萨西那拉特内		
发明人	阿驰特·莱尔 帕梅拉·阿琳·玛瑞伊 丹尼尔·阿洛伊修斯·诺兰 瓦格萨·西那拉特内		
IPC分类号	H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/5262 G02B6/0041 G02B6/0043 G02B6/0065 H01L27/32 H01L51/5275 H01L2251/5369		
代理人(译)	徐金国 吴启超		
优先权	62/361192 2016-07-12 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本文公开包括波导(160)的OLED器件(100)，所述波导包括至少一个波导层(390)，所述波导层包括至少一种无机纳米粒子和至少一种粘结剂并具有小于约20nm的RMS表面粗糙度。本文进一步公开包括这些OLED器件的发光和显示器件以及用于制造所述波导的方法。

