



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110112325 A

(43)申请公布日 2019.08.09

(21)申请号 201910531572.5

(22)申请日 2019.06.19

(71)申请人 京东方科技集团股份有限公司

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

(72)发明人 刘晓云 黄清雨 闫华杰 焦志强

康亮亮

(74)专利代理机构 北京律智知识产权代理有限

公司 11438

代理人 王辉 阚梓瑄

(51) Int. Cl.

H01L 51/52(2006.01)

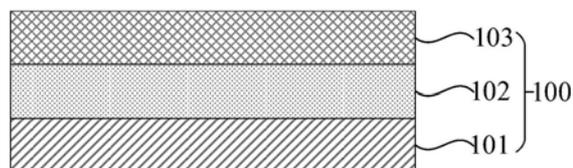
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

透明阴极结构、有机发光二极管、阵列基板和显示装置

(57)摘要

本公开提供了一种透明阴极结构、有机发光二极管、阵列基板和显示装置,属于显示技术领域。该透明阴极结构包括第一电介质层、透明金属层和第二电介质层;其中,第一电介质层包括相互混合的第一电介质材料和第一掺杂材料;所述第一掺杂材料的功函数低于所述第一电介质材料的功函数;透明金属层设于所述第一电介质层的一表面;第二电介质层设于所述透明金属层远离所述第一电介质层的表面。该透明阴极结构能够提高有机发光二极管的性能。



1. 一种透明阴极结构,其特征在于,包括:
第一电介质层,包括相互混合的第一电介质材料和第一掺杂材料;其中,所述第一掺杂材料的功函数低于所述第一电介质材料的功函数;
透明金属层,设于所述第一电介质层的一表面;
第二电介质层,设于所述透明金属层远离所述第一电介质层的表面。
2. 根据权利要求1所述的透明阴极结构,其特征在于,所述第一电介质层的厚度为4~10nm。
3. 根据权利要求1所述的透明阴极结构,其特征在于,所述第一电介质材料为金属氧化物。
4. 根据权利要求3所述的透明阴极结构,其特征在于,所述金属氧化物包括氧化钼或者氧化钨中的至少一种。
5. 根据权利要求1所述的透明阴极结构,其特征在于,所述第一掺杂材料包括功函数低于4.0eV的金属。
6. 根据权利要求5所述的透明阴极结构,其特征在于,所述第一掺杂材料包括镁、钙、锶、镱、钡、锂和钪中的至少一种。
7. 根据权利要求5所述的透明阴极结构,其特征在于,在第一电介质层中,所述第一掺杂材料的质量含量为20%~50%。
8. 根据权利要求1所述的透明阴极结构,其特征在于,所述透明金属层的厚度为5~20nm。
9. 根据权利要求8所述的透明阴极结构,其特征在于,所述透明金属层的厚度为6.5~8nm。
10. 根据权利要求1所述的透明阴极结构,其特征在于,所述透明金属层包括相互混合的导电金属和第二掺杂材料,其中,所述第二掺杂材料在所述透明金属层中的质量比为0.5%~1.5%。
11. 根据权利要求10所述的透明阴极结构,其特征在于,所述导电金属包括银;所述第二掺杂材料包括铝、铜和镍中的至少一种。
12. 一种有机发光二极管,其特征在于,包括:
权利要求1~11任一项所述的透明阴极结构;
有机发光层,设于所述透明阴极结构的第一电介质层远离所述透明金属层的表面;
阳极层,设于所述有机发光层远离所述透明阴极结构的表面。
13. 一种阵列基板,其特征在于,包括权利要求12所述的有机发光二极管。
14. 一种显示装置,其特征在于,包括权利要求13所述的阵列基板。

透明阴极结构、有机发光二极管、阵列基板和显示装置

技术领域

[0001] 本公开涉及显示技术领域,尤其涉及一种透明阴极结构、有机发光二极管、阵列基板和显示装置。

背景技术

[0002] 电介质-金属-电介质(DMD)结构的透明电极具有制备方便、成本低、电性能优越优点,可以被用作OLED(有机发光二极管)的透明电极。电介质层通常采用高折射率的材料,例如采用三氧化钼或者氧化钨等氧化物;然而,这些电介质材料向OLED注入电子困难,限制了OLED的性能。

[0003] 所述背景技术部分公开的上述信息仅用于加强对本公开的背景的理解,因此它可以包括不构成对本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

发明内容

[0004] 本公开的目的在于提供一种透明阴极结构、有机发光二极管、阵列基板和显示装置,提高有机发光二极管的性能。

[0005] 为实现上述发明目的,本公开采用如下技术方案:

[0006] 根据本公开的第一个方面,提供一种透明阴极结构,包括:

[0007] 第一电介质层,包括相互混合的第一电介质材料和第一掺杂材料;其中,所述第一掺杂材料的功函数低于所述第一电介质材料的功函数;

[0008] 透明金属层,设于所述第一电介质层的一表面;

[0009] 第二电介质层,设于所述透明金属层远离所述第一电介质层的表面。

[0010] 在本公开的一种示例性实施例中,所述第一电介质层的厚度为4~10nm。

[0011] 在本公开的一种示例性实施例中,所述第一电介质材料为金属氧化物。

[0012] 在本公开的一种示例性实施例中,所述金属氧化物包括氧化钼或者氧化钨中的至少一种。

[0013] 在本公开的一种示例性实施例中,所述第一掺杂材料包括功函数低于4.0eV的金属。

[0014] 在本公开的一种示例性实施例中,所述第一掺杂材料包括镁、钙、锶、钇、钡、锂和铈中的至少一种。

[0015] 在本公开的一种示例性实施例中,在第一电介质层中,所述第一掺杂材料的质量含量为20%~50%。

[0016] 在本公开的一种示例性实施例中,所述透明金属层的厚度为5~20nm。

[0017] 在本公开的一种示例性实施例中,所述透明金属层的厚度为6.5~8nm。

[0018] 在本公开的一种示例性实施例中,所述透明金属层包括相互混合的导电金属和第二掺杂材料,其中,所述第二掺杂材料在所述透明金属层中的质量比为0.5%~1.5%。

[0019] 在本公开的一种示例性实施例中,所述导电金属包括银;所述第二掺杂材料包括

铝、铜和镍中的至少一种。

[0020] 根据本公开的第二个方面,提供一种有机发光二极管,包括:

[0021] 上述的透明阴极结构;

[0022] 有机发光层,设于所述透明阴极结构的第一电介质层远离所述透明金属层的表面;

[0023] 阳极层,设于所述有机发光层远离所述透明阴极结构的表面。

[0024] 根据本公开的第三个方面,提供一种阵列基板,包括上述的有机发光二极管。

[0025] 根据本公开的第四个方面,提供一种显示装置,包括上述的阵列基板。

[0026] 本公开提供的透明阴极结构、有机发光二极管、阵列基板和显示装置中,第一电介质层掺杂有第一掺杂材料,降低了第一电介质层的功函数,使得第一电介质层的功函数靠近或者匹配电子传输层的功函数,提高了第一电介质层向电子传输层注入电子的能力,进而提高透明阴极结构的性能,能够提高应用该透明阴极结构的有机发光二极管的性能。

附图说明

[0027] 通过参照附图详细描述其示例实施方式,本公开的上述和其它特征及优点将变得更加明显。

[0028] 图1是本公开实施方式的透明阴极结构的结构示意图。

[0029] 图2是本公开实施方式的有机发光二极管的结构示意图。

[0030] 图3是本公开实施方式的白光OLED器件的电致光谱图。

[0031] 图4是本公开实施方式的白光OLED器件的电流效率-电流密度特性曲线图。

[0032] 图中主要元件附图标记说明如下:

[0033] 100、透明阴极结构;101、第一电介质层;102、透明金属层;103、第二电介质层;200、有机发光层;201、空穴注入层;202、空穴传输层;203、发光层;204、电子传输层;300、阳极层。

具体实施方式

[0034] 现在将参考附图更全面地描述示例实施例。然而,示例实施例能够以多种形式实施,且不应被理解为限于在此阐述的范例;相反,提供这些实施例使得本公开将更加全面和完整,并将示例实施例的构思全面地传达给本领域的技术人员。所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施例中。在下面的描述中,提供许多具体细节从而给出对本公开的实施例的充分理解。

[0035] 在图中,为了清晰,可能夸大了区域和层的厚度。在图中相同的附图标记表示相同或类似的结构,因而将省略它们的详细描述。

[0036] 用语“一个”、“一”、“所述”用以表示存在一个或多个要素/组成部分/等;用语“包括”和“具有”用以表示开放式的包括在内的意思并且是指除了列出的要素/组成部分/等之外还可存在另外的要素/组成部分/等。用语“第一”和“第二”等仅作为标记使用,不是对其对象的数量限制。

[0037] 本公开实施方式中提供一种透明阴极结构,如图1和图2所示,该透明阴极结构100包括第一电介质层101、透明金属层102和第二电介质层103;其中,

[0038] 第一电介质层101包括相互混合的第一电介质材料和第一掺杂材料,第一掺杂材料的功函数低于第一电介质材料的功函数;透明金属层102设于第一电介质层101的一表面;第二电介质层103设于透明金属层102远离第一电介质层101的表面。

[0039] 本公开提供的透明阴极结构100中,第一电介质层101掺杂有第一掺杂材料,降低了第一电介质层101的功函数,使得第一电介质层101的功函数靠近或者匹配电子传输层的功函数,提高了第一电介质层101向电子传输层204注入电子的能力,进而提高透明阴极结构100的性能,能够提高应用该透明阴极结构100的OLED(有机发光二极管)的性能。

[0040] 下面结合附图对本公开实施方式提供的透明阴极结构100的各部件进行详细说明:

[0041] 第一电介质层101的厚度可以为4~10nm。第一电介质层101的厚度较小,可以进一步缩小透明金属层102与OLED的电子传输层100的距离,进一步提高透明阴极结构100向OLED注入电子的能力,进而进一步提高OLED的性能。

[0042] 第一电介质材料可以为金属氧化物,以保护透明金属层102。举例而言,第一电介质材料可以包括氧化钼或者氧化钨中的至少一种。氧化钼或者氧化钨具有较高的功函数,其功函数通常无法与电子传输层204相匹配;因此,若仅仅采用氧化钼或者氧化钨等材料作为第一电介质层101,则第一电介质层101的功函数将与电子传输层204的功函数难以匹配,造成第一电介质层101向电子传输层204注入电子困难,进而制约OLED的性能。第一掺杂材料的功函数低于第一电介质材料的功函数,将降低第一电介质层101的功函数,使得第一电介质层101的功函数靠近或者匹配电子传输层204的功函数,进而提高第一电介质层101向电子传输层204注入电子的能力。

[0043] 第一掺杂材料可以包括功函数低于4.0eV的金属。举例而言,第一掺杂材料包括镁、钙、锶、镱、钡、锂和钪中的至少一种。在一实施方式中,第一掺杂材料可以为镁或者钙。

[0044] 在第一电介质层101中,第一掺杂材料的质量含量可以为20%~50%。即,第一掺杂材料的质量,为第一电介质层101总质量的20%~50%。举例而言,在一实施方式中,第一电介质层101为50%质量的氧化钼和50%质量的镁共同蒸镀形成的,厚度为5nm。

[0045] 透明金属层102的厚度可以为5~20nm,以提高透明金属层102的透光性能。其中,透明金属层102的厚度越小,其透光性能越强。然而,当透明金属层102的厚度降低时,导电金属的成膜性越差,将会导致透明金属层102的方阻增大,降低OLED的性能。举例而言,透明金属层102由银组成,则当透明金属层102的厚度小于10nm时,金属银膜的薄膜形貌呈不连续的岛状,所形成的金属银膜无法导电。

[0046] 在一实施方式中,透明金属层102可以包括相互混合的导电金属和第二掺杂材料,其中,第二掺杂材料在透明金属层102中的质量比为0.5%~1.5%。第二掺杂材料和导电金属可以通过共蒸发-沉积(共同蒸镀)的方式形成透明金属层102,提高导电金属的成膜性,进而降低透明金属层102的厚度。如此,可以在保证透明金属层102的导电性能的前提下,进一步降低透明金属层102的厚度,提高透明金属层102的透光性能,进而进一步提高OLED的性能。可选的,导电金属可以为银;第二掺杂材料包括铝、铜和镍中的至少一种。可选的,透明金属层102的厚度为6.5~8nm。

[0047] 在一实施方式中,在蒸镀形成透明金属层102时,可以采用较高的沉积速度,以进一步提高透明金属层102的成膜性和完整性。在一实施方式中,可以以不小于 $1.5\text{\AA}/\text{S}$ 的沉

积速率形成透明金属层102。举例而言,可以以 $3\text{\AA}/\text{S}$ 的沉积速率形成透明金属层102。

[0048] 下面,以三种不同的白光OLED器件,来进一步解释和说明本公开的透明阴极结构100的效果和性能。

[0049] 器件D1包括依次层叠的如下材料膜层:

[0050] D1:Ag/ITO/NPD(40nm)/CBP:5%BCzVBi(15nm)/CBP(4nm)/CBP:4%PQIr(8nm)/CBP:5%Ir(ppy)₃(12nm)/CBP:5%BCzVBi(10nm)/Bphen/Bphen:2%Li(8nm)/MoO₃:50%Mg(5nm)/Ag(8nm)/MoO₃(30nm)。

[0051] 器件D2,包括依次层叠的如下材料膜层:

[0052] D2:Ag/ITO/NPD(40nm)/CBP:5%BCzVBi(15nm)/CBP(4nm)/CBP:4%PQIr(8nm)/CBP:5%Ir(ppy)₃(12nm)/CBP:5%BCzVBi(10nm)/Bphen/Bphen:2%Li(8nm)/MoO₃(5nm)/Ag(8nm)/MoO₃(30nm)。

[0053] 器件D3,包括依次层叠的如下材料膜层:

[0054] D3:Ag/ITO/NPD(40nm)/CBP:5%BCzVBi(15nm)/CBP(4nm)/CBP:4%PQIr(8nm)/CBP:5%Ir(ppy)₃(12nm)/CBP:5%BCzVBi(10nm)/Bphen/Bphen:2%Li(8nm)/LiF/Mg:Ag(12nm)/CPL(65nm)。

[0055] 其中,Ag/ITO作为白光OLED器件的阳极,Ag层作为反射电极。

[0056] NPD为N,N'-双(1-奈基)-N,N'-二苯基-1,1'-二苯基-4,4'-二胺;NPD(40nm)表示NPD层的厚度为40nm,NPD层作为OLED器件的空穴传输层。

[0057] CBP为N,N'-二甲基硫脲(N,N'-dicarbazolyl-44'-biphenyl);用于作为发光层的基质材料。CBP(4nm)表示CBP层的厚度为4nm。

[0058] BCzVBi为4,4'-双(9-乙基-3-咪唑乙烯基)-1,1'-联苯(4,4-Bis(9-ethyl-3-carbazovinylenyl)-1,1-biphenyl),为蓝光掺杂剂;CBP:5%BCzVBi(15nm)为蓝光发光层,其厚度为15nm,其组分为掺杂了5%(质量)的BCzVBi的CBP材料。CBP:5%BCzVBi(10nm)为厚度15nm的蓝光发光层。

[0059] PQIr为Acetylacetonatobis(2-phenylquinolino)iridium,为红光掺杂剂。CBP:4%PQIr(8nm)为红光发光层,其厚度为8nm,其组分为掺杂了4%(质量)的PQIr的CBP材料。

[0060] Ir(ppy)₃为(三(2-苯基吡啶)合铱),为绿光掺杂剂。CBP:5%Ir(ppy)₃(12nm)为绿色发光层,其厚度为12nm,其组分为掺杂了5%(质量)的Ir(ppy)₃的CBP材料。

[0061] Bphen为(4,7-二苯基-1,10-菲咯啉),是一种电子传输材料;Bphen:2%Li(8nm)为电子传输层,厚度为8nm,材料为掺杂了2%(质量)的Li的Bphen材料。

[0062] 在器件D1中,MoO₃:50%Mg(5nm)/Ag(8nm)/MoO₃(30nm)为本公开的一种透明阴极结构,是器件D1的阴极。其中,MoO₃:50%Mg(5nm)层为第一电介质层101,其组分为掺杂了50%(质量)的Mg的MoO₃材料,厚度为5nm。Ag(8nm)的厚度为8nm,且掺杂有1%质量的铝、铜或镍,作为透明金属层102。MoO₃(30nm)的厚度为30nm,材料为MoO₃,作为第二电介质层103。

[0063] 在器件D2中,MoO₃(5nm)/Ag(8nm)/MoO₃(30nm)为器件D2的阴极,呈DMD结构。其中,MoO₃(5nm)层为电介质层,厚度为5nm;Ag(8nm)层厚度为8nm且掺杂有1%质量的铝、铜或镍,器件D2的Ag(8nm)与器件D1的Ag(8nm)层相同;MoO₃(30nm)为电介质层,厚度为30nm。

[0064] 在器件D3中,LiF/Mg:Ag(12nm)/CPL(65nm)为器件D3的阴极。其中,LiF层作为电子

注入层,用于增强阴极向电子传输层注入电子的能力,Mg:Ag (12nm)为金属层,其厚度为12nm,材料为掺杂有Mg的Ag;CPL (capping layer) (65nm)层为电介质层,厚度为65nm,可以采用高折射率、低光吸收率的材料。

[0065] 比较器件D1、器件D2和器件D3可以发现,三个器件的不同仅在于阴极不同。其中,器件D1与器件D2的不同在于,器件D1的阴极中的第一电介质层101掺杂有50%的镁。器件D1与器件D3的不同在于,器件D1设置了降低功函数的第一电介质层101,器件D3设置增强电子注入能力的电子注入层;器件D1和器件D3的阴极的金属层的组成和厚度不同;器件D1和器件D3最外侧的电介质层不同,但是鉴于最外侧的电介质层均采用高折射率、低吸光率的材料,因此器件D1和器件D3最外侧的电介质层的不同对OLED的性能的影响可以忽略。

[0066] 上述三个白光OLED器件均采用相同的流程制备,且在制备相同的膜层时均采用相同的工艺条件。在形成任意一个OLED器件时,可以采用如下流程:

[0067] 将带有阳极层的玻璃基底,经过光刻形成阳极,然后依次将玻璃基底在去离子水、丙酮和无水乙醇中超声清洗,结束后用N₂吹干并进行O₂plasma的处理。各膜层材料以热蒸发的方式成膜(蒸镀成膜),热蒸发时腔体真空度为 3×10^{-6} Torr,蒸发速率维持在0.8~1.2。其中,在形成阴极的金属层时,金属层的沉积速率控制在 $3 \sim 4 \text{ \AA/s}$ 。各个膜层厚度由XP-2台阶仪测得。为保证实验结果的准确性,还可以对各白光OLED器件进行封装处理。实验中采用的封装方法是使用玻璃盖板盖住要封装区域,然后在其四周涂上紫外固化胶,放在265nm的紫外灯下照射20-25分钟。所形成的各个白光OLED器件的发光面积为 $3\text{mm} \times 3\text{mm}$ 。

[0068] 在一实施方式中,测量各个白光OLED器件在 10mA/cm^2 的电流下的电致光谱,结果如图3所示。根据图3可以看出,相较于器件D2和器件D3,在相同的驱动电流下器件D1的绿光波段和红光波段均有明显增强。由于器件D1、器件D2和器件D3的区别仅在于阴极的不同,因此可以明确D1的阴极具有更强的透光性,即本公开的透明阴极结构具有更强的透光性。

[0069] 在一实施方式中,测量各个白光OLED器件的电流效率-电流密度特性曲线,结果如图4所示。根据图4可知,器件D1的电流效率高于器件D2和器件D3。由于器件D1与器件D2的不同仅在于阴极的内电介质层(内电介质层为介于电子传输层和阴极的金属层之间的电介质层,器件D1的内电介质层为器件D1的第一电介质层101)的材料不同,因此可以明确,氧化钼层掺杂有低功函数材料后其费米能级将向电子传输层的能级弯曲,进而提高了氧化钼层注入电子的能力。即,本公开的透明阴极结构100具有更强的电子注入能力。

[0070] 在其他实施方式中,还测量了各个白光OLED器件在 10mA/cm^2 的电流下的其余性能参数并展示于表1中。

[0071] 表1:各个白光OLED器件的性能

[0072]

白光OLED器件	电压降 (V)	发光亮度 (cd/m ²)	电容效率	外量子效率
器件D1	6.75	4323	43.23	17.47
器件D2	7.1	1977	19.8	7.3
器件D3	7	3496	34.96	13.5

[0073] 根据表1可以看出,器件D1的电压降比器件D2和器件D3低约0.3V,表明本公开的透明阴极结构100具有更强的导电能力。根据表1可以看出,器件D1的发光亮度和电容效率均比器件D3高23.6%,比器件D2高119%。器件D1的外量子效率比器件D3高29%,比器件D2高

85%。因此,器件D1的发光效率高于器件D2和D3,器件表明本公开的透明阴极结构可器件以提高OLED器件的电学性能和彩色表现力。

[0074] 本公开还提供一种有机发光二极管。如图2所示,该有机发光二极管包括上述透明阴极结构实施方式所描述的透明阴极结构100,以及包括有机发光层200和阳极层300。有机发光层200设于透明阴极结构100的第一电介质层101远离透明金属层102的表面;阳极层300设于有机发光层200远离透明阴极结构100的表面。

[0075] 在一实施方式中,如图2所示,有机发光层200可以包括依次层叠于阳极层300上的空穴注入层201、空穴传输层202、发光层203和电子传输层204。

[0076] 本公开实施方式的有机发光二极管采用的透明阴极结构100与上述透明阴极结构的实施方式中的透明阴极结构100相同,因此,具有相同的有益效果,在此不再赘述。

[0077] 本公开还提供一种阵列基板,包括上述有机发光二极管实施方式所描述的有机发光二极管。该阵列基板可以为刚性阵列基板、柔性阵列基板或者其他类型的阵列基板,本公开对此不做特殊限定。

[0078] 本公开实施方式的阵列基板采用的有机发光二极管与上述有机发光二极管的实施方式中的有机发光二极管相同,因此,具有相同的有益效果,在此不再赘述。

[0079] 本公开还提供一种显示装置,包括上述阵列基板实施方式所描述的阵列基板。该显示装置可以为智能手机、电视机、电子广告屏、电脑屏幕或者其他类型的显示装置,本公开对此不做特殊限定。

[0080] 本公开实施方式的显示装置采用的阵列基板与上述阵列基板的实施方式中的阵列基板相同,因此,具有相同的有益效果,在此不再赘述。

[0081] 应可理解的是,本公开不将其应用限制到本说明书提出的部件的详细结构和布置方式。本公开能够具有其他实施方式,并且能够以多种方式实现并且执行。前述变形形式和修改形式落在本公开的范围。应可理解的是,本说明书公开和限定的本公开延伸到文中和/或附图中提到或明显的两个或两个以上单独特征的所有可替代组合。所有这些不同的组合构成本公开的多个可替代方面。本说明书所述的实施方式说明了已知用于实现本公开的最佳方式,并且将使本领域技术人员能够利用本公开。

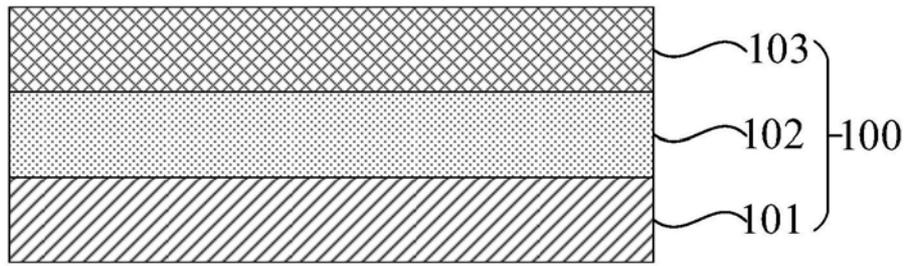


图1

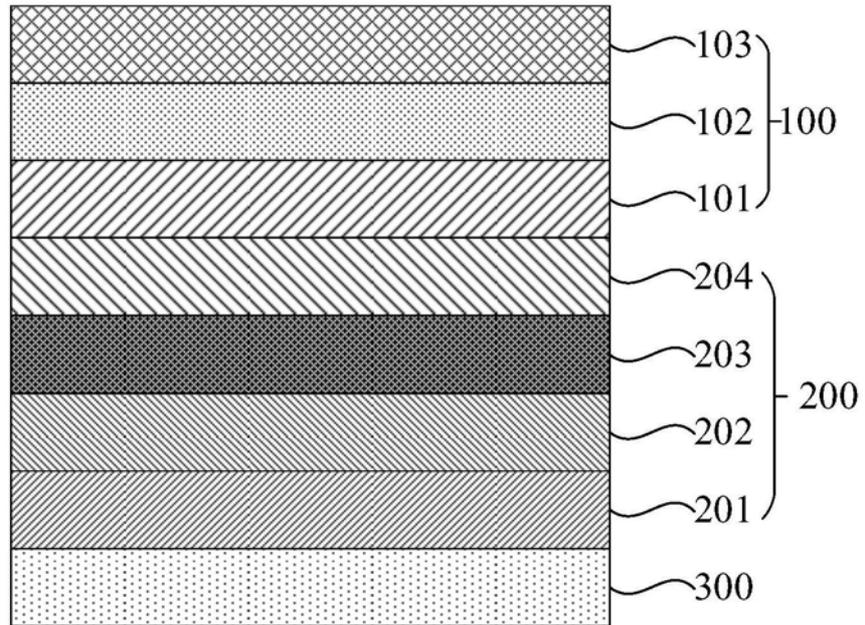


图2

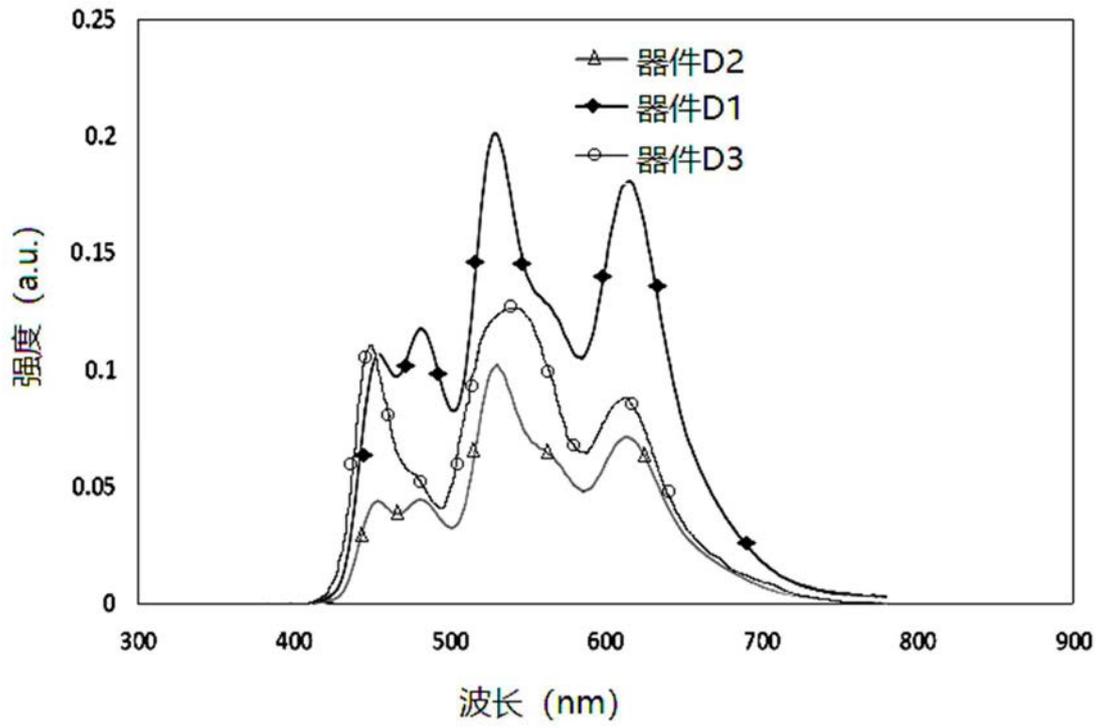


图3

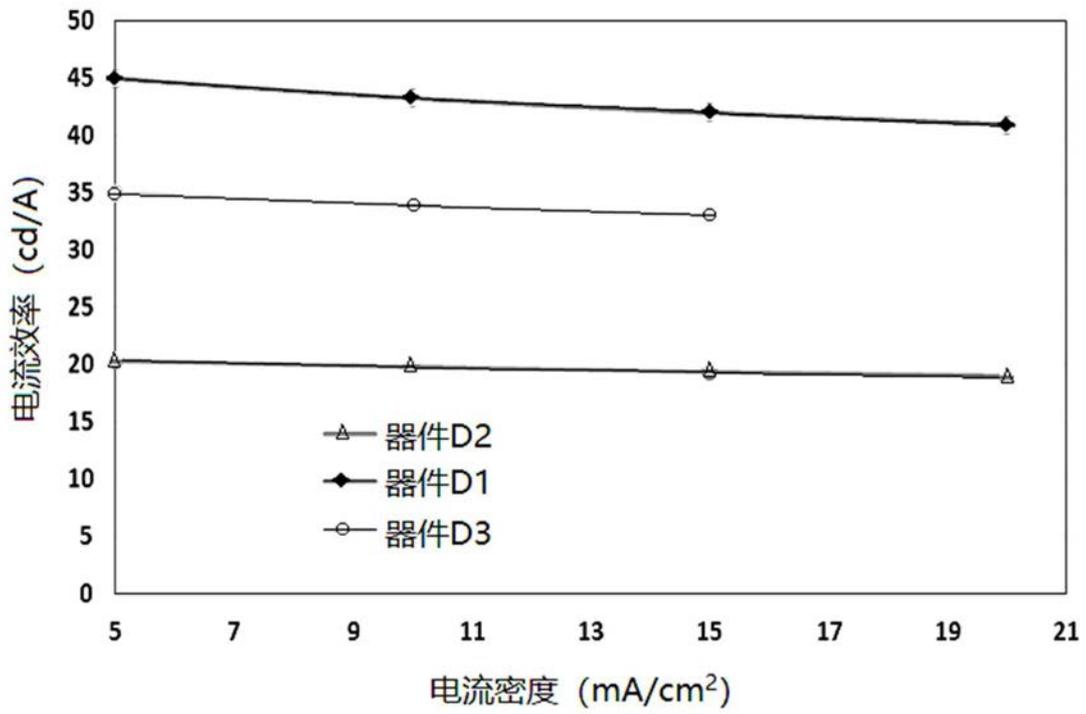


图4

专利名称(译)	透明阴极结构、有机发光二极管、阵列基板和显示装置		
公开(公告)号	CN110112325A	公开(公告)日	2019-08-09
申请号	CN201910531572.5	申请日	2019-06-19
[标]申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
[标]发明人	刘晓云 黄清雨 闫华杰 焦志强 康亮亮		
发明人	刘晓云 黄清雨 闫华杰 焦志强 康亮亮		
IPC分类号	H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/5234		
代理人(译)	王辉		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本公开提供了一种透明阴极结构、有机发光二极管、阵列基板和显示装置，属于显示技术领域。该透明阴极结构包括第一电介质层、透明金属层和第二电介质层；其中，第一电介质层包括相互混合的第一电介质材料和第一掺杂材料；所述第一掺杂材料的功函数低于所述第一电介质材料的功函数；透明金属层设于所述第一电介质层的一表面；第二电介质层设于所述透明金属层远离所述第一电介质层的表面。该透明阴极结构能够提高有机发光二极管的性能。

