



(45)授權公告日 2019.08.13

权利要求书2页 说明书10页 附图6页

1. 一种有机发光二极管,包括:
第一电极;
面对所述第一电极的第二电极;
在所述第一电极与所述第二电极之间的发光材料层;以及
在所述发光材料层与所述第二电极之间的中间层,并且所述中间层包括基础材料和电子注入材料,
其中所述中间层接触所述第二电极,
其中所述基础材料是所述发光材料层的基质材料,
其中所述中间层具有3.0eV至2.6eV的LUMO能级、以及2.0eV至2.5eV的三重态能级。
2. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其中所述中间层的电子迁移率为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 至 $10^{-4}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 。
3. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其中所述电子注入材料在所述中间层的与所述发光材料层相邻的下部中具有第一密度,以及在所述中间层的与所述第二电极相邻的上部中具有第二密度,所述第二密度大于所述第一密度。
4. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其中所述电子注入材料包括碱金属。
5. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其中所述发光材料层使用有机溶剂形成;以及所述中间层使用其中分散有作为所述电子注入材料的水溶性或脂溶性的碱金属的水溶性材料形成。
6. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其中所述发光材料层使用水溶性材料形成;以及所述中间层使用其中分散有作为所述电子注入材料的水溶性或脂溶性的碱金属的有机溶剂形成。
7. 一种有机发光二极管显示装置,包括:
包括多个子像素的基板;
在每个子像素中的晶体管;以及
根据权利要求1至6中任一项所述的有机发光二极管,所述有机发光二极管位于每个子像素中并且连接至所述晶体管。
8. 一种用于制造有机发光二极管的方法,所述方法包括:
形成第一电极;
在所述第一电极上形成发光材料层;
在所述发光材料层上形成包括基础材料和电子注入材料的中间层;以及
在所述中间层上形成接触所述中间层的第二电极,
其中所述发光材料层和所述中间层通过溶液工艺形成,
其中所述基础材料是所述发光材料层的基质材料,
其中所述中间层具有3.0eV至2.6eV的LUMO能级、以及2.0eV至2.5eV的三重态能级。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述溶液工艺包括喷墨印刷工艺、转印工艺和旋涂工艺中的任一种。
10. 根据权利要求8所述的方法,其中所述溶液工艺包括热喷印刷工艺、辊印刷工艺和凹版印刷工艺中的任一种。
11. 根据权利要求8所述的方法,其中所述溶液工艺为喷嘴印刷工艺。

12. 根据权利要求8至11中任一项所述的方法, 其中所述发光材料层使用有机溶剂形成; 以及所述中间层使用其中分散有作为所述电子注入材料的水溶性或脂溶性的碱金属的水溶性材料形成。

13. 根据权利要求8至11中任一项所述的方法, 其中所述发光材料层使用水溶性材料形成; 以及所述中间层使用其中分散有作为所述电子注入材料的水溶性或脂溶性的碱金属的有机溶剂形成。

有机发光二极管、其制造方法、及包括该有机发光二极管的有机发光二极管显示装置

[0001] 本申请要求2015年11月30日在韩国提交的韩国专利申请第10-2015-0169502号的权益,其内容通过引用并入本文中。

技术领域

[0002] 本发明涉及有机发光二极管(OLED)显示装置,更具体地,涉及具有提高的发光效率和简单结构的有机发光二极管和OLED显示装置。

背景技术

[0003] 代替阴极射线管(CRD),具有轻的重量和薄的外形的平板显示(FPD)装置得到广泛研究或使用。

[0004] 在这些FPD装置中,液晶显示(LCD)装置已经得到广泛使用。然而,作为非自发光型显示装置的LCD装置在亮度、对比度、以及视角方面具有缺点,OLED显示装置新近得到研究。

[0005] 由于OLED显示装置是没有背光单元的自发光型显示装置,所以OLED显示装置在重量和厚度方面具有优点。另外,OLED显示装置在视角、对比度、响应时间、功耗等方面具有优异特性。

[0006] 图1是示出OLED显示装置的发光机制的图。

[0007] 参照图1,OLED显示装置包括有机发光二极管。有机发光二极管可以包括:作为阳极的第一电极18;作为阴极的第二电极28;以及在第一电极18与第二电极28之间的第一有机层至第五有机层30a、30b、30c、30d、以及30e。

[0008] 第一有机层30a至第五有机层30e分别用作为空穴注入层(HIL) 30a、空穴传输层(HTL) 30b、发光材料层(EML) 30c、电子传输层(ETL) 30d、以及电子注入层(EIL) 30e。

[0009] 当正电压和负电极分别施加到第一电极18和第二电极28时,来自第一电极18的空穴和来自第二电极28的电子传输到EML 30c中并且在EML 30c中结合以形成激子。激子从激发态迁跃到基态(即,稳定态),使得光从有机发光二极管中发出。

[0010] 在OLED显示装置中,包括有机发光二极管的子像素布置为矩阵形状,并且通过选择性地控制子像素来显示图像。

[0011] OLED显示装置可以分为无源矩阵型和有源矩阵型。在有源矩阵型OLED显示装置中,将薄膜晶体管导通和关断以选择子像素,并且通过存储电容器中的电压保持子像素的发光。

[0012] 通常,有机发光二极管通过沉积工艺制造。即,在沉积腔室中蒸镀待沉积的材料使得在基板上沉积目标层。

[0013] 然而,在沉积工艺中,沉积腔室的尺寸应大于基板的尺寸。另外,需要附加的空间用于基板的输入/输出。因此,对于大尺寸显示装置在沉积工艺方面存在限制。

[0014] 为了克服沉积工艺的限制,引入了溶液工艺。

[0015] 图2是通过溶液工艺制造的相关技术的有机发光二极管的示意性截面图。

[0016] 参照图2,有机发光二极管包括堆叠在基板1上的第一电极18、发光部30、以及第二电极28。

[0017] 发光部30包括HTL 30b、ETL 30d、以及在HTL 30b与ETL 30d之间的EML 30c。为了提高发光效率,在第一电极18与HTL 30b之间形成有HIL 30a,并且在第二电极28与ETL 30d之间形成有EIL 30e。

[0018] 发光部30的一部分通过溶液工艺制造以在红色子像素R、绿色子像素G、蓝色子像素B中分开。HIL 30a、HTL 30b、EML 30c通过溶液工艺形成。然而,由于ETL 30d和EIL 30e的材料对溶液工艺具有不充分的稳定性,所以ETL 30d和EIL 30e通过沉积工艺形成。

[0019] 需要ETL 30d和EIL 30e以通过将电子有效地注入和/或传输到EML 30c中来提高有机发光二极管的发光效率。

[0020] 另一方面,包括氟化钠(NaF)的EIL 30e可以形成在EML 30c上而无需ETL 30d。在这种情况下,EIL 30e的材料扩散到EML 30c中使得电子注入增加。

[0021] 然而,由于EML 30c的一部分由于EIL 30e材料的扩散变成非发光部,所以EML 30c的厚度应增加到大于预定厚度。因此,有机发光二极管驱动电压增加,并且在溶液工艺中对于增加EML 30c的厚度存在限制。

[0022] 即,EIL 30e的Na⁺离子扩散到EML 30c中,使得电子传输性能增加,而发光效率通过EML 30c的Na⁺离子扩散部而减小。为了防止发光效率的减小,需要增加EML 30c的厚度。然而,有机发光二极管的驱动电压因EML 30c的厚度增加而增加。另外,由于溶液工艺的溶液的粘度应增加以增加EML 30c的厚度,所以涂覆性能降低。

发明内容

[0023] 因此,本发明涉及一种有机发光二极管以及包括其的OLED显示装置,其基本上消除了由于相关技术的限制和确定造成的一个或更多个问题。

[0024] 本发明的另外的特征和优点将阐述于下面的描述中,并且从以下的描述中本发明的另外的特征和优点部分地是明显的,或者可以从本发明的实践中获知本发明的另外的特征和优点。通过在书面描述及其权利要求以及附图中具体指出的结构可以实现和得到本发明的这些和其他的目的和优点。

[0025] 为了实现这些和其他优点以及根据本发明的目的,如实施和广泛描述的,本发明提供一种有机发光二极管,其包括:第一电极;面对第一电极的第二电极;在第一电极与第二电极之间的发光材料层;以及中间层,其在发光材料层与第二电极之间,并且包括基础材料和电子注入材料,其中中间层接触第二电极。

[0026] 在本发明的另一方面中,本发明提供一种有机发光二极管显示装置,其包括:包括多个子像素的基板;在每一个子像素中的晶体管;以及上述有机发光二极管,其位于每一个子像素中并且连接至晶体管。

[0027] 在本发明的另一方面中,本发明提供一种用于制造有机发光二极管的方法,包括:形成第一电极;在第一电极上形成发光材料层;在发光材料层上形成包括基础材料和电子注入材料的中间层;以及在中间层上形成接触中间层的第二电极,其中发光材料层和中间层通过溶液工艺形成。

[0028] 应当理解的是,前述概述的描述和以下详细的描述是示例性和解释性的,其目的

是对如要求保护的本发明提供进一步的解释。

附图说明

[0029] 本申请包括附图以提供对本发明的进一步理解,附图并入并构成该申请的一部分,附图示出本发明的实施方案并且与描述一起用于说明本发明的原理。

[0030] 图1是示出OLED显示装置的发光机制的图。

[0031] 图2是通过溶液工艺制造的相关技术的有机发光二极管的示意性截面图。

[0032] 图3是示出根据本发明的OLED显示装置的示意性框图。

[0033] 图4是根据本发明的OLED显示装置中的子像素的电路图。

[0034] 图5是根据本发明的OLED显示装置的示意性截面图。

[0035] 图6是根据本发明的有机发光二极管的示意性截面图。

[0036] 图7A和图7B是示出根据本发明的有机发光二极管的溶液工艺的示意性视图。

[0037] 图8是在有机发光二极管中根据电压的电流密度的图。

[0038] 图9是在有机发光二极管中根据电流密度的电流效率的图。

[0039] 图10是在有机发光二极管中根据光波长的光强度的图。

[0040] 图11是根据本发明的OLED显示装置的示意性截面图。

[0041] 图12是根据本发明的有机发光二极管的示意性截面图。

[0042] 图13是图12中的部分“A”的放大图。

[0043] 图14是在有机发光二极管中根据电压的电流密度的图。

具体实施方式

[0044] 在本说明书中,当第一元件称为在第二元件“上”时,其可以直接在第二元件的上表面上,或者也可以存在第三插入元件。

[0045] 现在将详细参考优选实施方案,其示例在附图中示出。

[0046] 图3是示出根据本发明的OLED显示装置的示意性框图。

[0047] 参照图3,OLED显示装置包括图像处理单元115、数据转换单元114、定时控制器113、数据驱动器112、栅极驱动器111以及显示面板110。

[0048] 图像处理单元115执行各种图像处理过程,例如根据平均图像水平设置用于提供最大亮度的伽马电压,使用RGB数据信号,并且图像处理单元115输出经处理的RGB数据。另外,图像处理单元115输出包括垂直同步信号(Vsync)、水平同步信号(Hsync)、数据使能信号(DES)、以及时钟信号(CLK)中至少之一的驱动信号。

[0049] 定时控制器113接收包括Vsync、Hsync、DES、以及CLK中至少之一的驱动信号。定时控制器113根据驱动信号输出用于控制栅极驱动器111的操作定时的栅极定时控制信号GCS和用于控制数据驱动器112的操作定时的数据定时控制信号DCS。另外,定时控制器113对应于GCS和DCS输出数据信号DATA。

[0050] 响应于DCS,数据驱动器112执行对来自定时控制器113的DATA的采样处理以输出伽马参考电压。数据驱动器112将修改的DATA输出至数据线DL1至DLm。数据驱动器112包括集成电路(IC)。

[0051] 响应于来自定时控制器113的GCS,栅极驱动器111使栅极电压的电平移位并且输

出栅极信号。栅极驱动器111将栅极信号输出至栅极线GL1至GLn。栅极驱动器111包括IC或者以板内栅极 (GIP) 型安装在显示面板110上。

[0052] 显示面板110可以包括红色子像素SPr、绿色子像素SPg、以及蓝色子像素SPb。即，一个像素P可以包括红色子像素SPr、绿色子像素SPg、以及蓝色子像素SPb，但其不限于此。例如，像素P还可以包括白色子像素。

[0053] 图4是根据本发明的OLED显示装置中的子像素的电路图。

[0054] 在图4中，子像素包括开关晶体管、驱动晶体管、电容器、以及有机发光二极管。即，子像素具有2个晶体管1个电容器 (2T1C) 结构。可替代地，子像素可以具有3T1C结构、4T2C结构或5T2C结构。

[0055] 参照图4，在OLED显示装置中，子像素区由栅极线GL、数据线DL、以及驱动电源线VDDL限定。栅极线GL沿第一方向延伸，并且数据线DL和驱动电源线VDDL中的每一个沿第二方向延伸以与栅极线GL交叉。数据线DL和驱动电源线VDDL彼此隔开以彼此平行。

[0056] 在每一个子像素中，包含开关晶体管SW、驱动晶体管DR、电容器Cst、补偿电路CC以及有机发光二极管OLED。

[0057] 有机发光二极管被操作以根据通过驱动晶体管DR的驱动电流来发光。开关晶体管SW被切换以将根据通过栅极线GL提供的栅极信号通过数据线DL提供的数据信号存储在电容器Cst中作为数据电压。驱动晶体管DR被操作以根据电容器Cst中的数据电压来将驱动电源线VDDL的信号提供至接地GND。驱动晶体管DR的阈值电压通过补偿电路CC来补偿。例如，补偿电路CC可以包括至少一个晶体管和至少一个电容器，但其不限于此。

[0058] OLED显示装置可以根据光的发射方向分为顶部发光型、底部发光型或者双发光型。

[0059] 图5是根据本发明的OLED显示装置的示意性截面图，并且图6是根据本发明的有机发光二极管的示意性截面图。

[0060] 在图5中，一个像素包括红色、绿色、以及蓝色 (RGB) 子像素。将以底部发光型的方式来解释图5中的OLED显示装置。即，来自有机发光二极管的光穿过基板101以显示图像。可替代地，来自有机发光二极管的光可以穿过第二电极128 (顶部发光型)。另外，来自有机发光二极管的光可以穿过基板101和第二电极128二者 (双发光型)。

[0061] 在图5中，OLED显示装置包括共面结构的薄膜晶体管，但其不限于此。

[0062] 参照图5和图6，OLED显示装置包括在基板101上的晶体管TFT，以及在基板101上方的有机发光二极管OLED。

[0063] 例如，基板101可以分为红色子像素R、绿色子像素G、以及蓝色子像素B，并且R子像素、G子像素以及B子像素可以在每一个行方向上或在斜线方向上有规律地重复。

[0064] 作为驱动薄膜晶体管的晶体管TFT包括半导体层124、栅电极121、源电极122、以及漏电极123。

[0065] 半导体层124形成在由绝缘材料例如透明塑料或透明聚合物膜形成的基板101上。

[0066] 半导体层124可以由非晶硅、多晶硅、氧化物半导体或者有机半导体形成。

[0067] 可以在基板101与半导体层124之间形成有缓冲层 (未示出)。通过缓冲层保护晶体管TFT免受来自基板101的杂质 (例如碱离子) 的影响。

[0068] 在半导体层124上形成有栅极绝缘层125a。例如，栅极绝缘层125a可以由无机绝缘

材料例如硅氧化物或硅氮化物形成。在栅极绝缘层125a上形成有栅电极121、栅极线(未示出)、以及第一电容器电极(未示出)。栅电极121对应于半导体层124。

[0069] 栅电极121、栅极线、以及第一电容器电极中的每一个由具有低电阻的第一金属材料形成。例如,栅电极121、栅极线、以及第一电容器电极中的每一个可以由铝(Al)、铜(Cu)、钼(Mo)、铬(Cr)、金(Au)、钛(Ti)、镍(Ni)、钕(Nd)及其合金中至少之一形成,并且可以具有单层结构或多层结构。

[0070] 在栅电极121、栅极线、以及第一电容器电极上形成有由无机材料(例如硅氧化物或硅氮化物)形成的层间绝缘层125b,并且在层间绝缘层125b上形成有数据线(未示出)、驱动电源线(未示出)、源电极122、漏电极123、以及第二电容器电极(未示出)。

[0071] 源电极122和漏电极123彼此间隔开并且分别电连接至半导体层124。例如,穿过栅极绝缘层125a和层间绝缘层125b形成有第一半导体接触孔和第二半导体接触孔以使半导体层124的两端露出,并且源电极122和漏电极123通过第一半导体接触孔和第二半导体接触孔分别接触半导体层124。

[0072] 第二电容器电极交叠第一电容器电极以形成存储电容器,在第二电容器电极与第一电容器电极之间具有层间绝缘层125b。

[0073] 数据线、驱动电源线、源电极122、漏电极123、以及第二电容器电极中的每一个可以由具有低电阻的第二金属材料形成。例如,数据线、驱动电源线、源电极122、漏电极123、以及第二电容器电极中的每一个可以由Al、Cu、Mo、Cr、Au、Ti、Ni、Nd、及其合金中至少之一形成,并且可以具有单层结构或多层结构。

[0074] 在包括数据线、驱动电源线、源电极122、漏电极123、以及第二电容器电极的基板101上方形成有钝化层(或平坦化层)125c,并且在钝化层125c上形成有覆盖层125d。穿过覆盖层125d和钝化层125c形成有使漏电极123露出的漏极接触孔。

[0075] 钝化层125c可以由有机材料、无机材料或其混合物形成。当钝化层125c具有覆盖层的功能时,可以省略覆盖层125d。

[0076] 在覆盖层125d上形成有包括第一电极118、发光部130、以及第二电极128的有机发光二极管OLED。

[0077] 有机发光二极管OLED电连接至驱动薄膜晶体管TFT。更具体地,在覆盖层125d上的第一电极118通过漏极接触孔电连接至驱动薄膜晶体管TFT的漏电极123。

[0078] 向发光部130提供电流(或电压)的第一电极118限定预定区域的发光区。

[0079] 第一电极118包括相对高的功函数以用作为阳极。例如,第一电极118可以包括透明导电材料例如铟锡氧化物(ITO)或铟锌氧化物(IZO),但其不限于此。

[0080] 在图5中,R子像素、G子像素、以及B子像素中的第一电极118彼此隔开。可替代地,R子像素、G子像素、以及B子像素中的第一电极118集成为一体。

[0081] 在包括第一电极118的基板101上方形成有堤部125e。堤部125e覆盖第一电极118的边缘以包围子像素。即,堤部125e具有对应于第一电极118的中心的开口。堤部125e可以包括有机材料。堤部125e可以由包括黑色颜料的光敏材料形成以用作为遮光元件。

[0082] 发光部130和第二电极128依次形成在包括堤部125e的基板101上方。

[0083] 发光部130设置在第一电极118与第二电极128之间。来自第一电极118的空穴和来自第二电极128的电子在发光部130中结合使得发光部130发光。

[0084] 发光部130包括作为辅助层的HTL 130b和作为发光层的EML 130c。HTL 130b可以具有单层结构或多层结构。为了提高发光效率,发光部130还可以包括在第一电极118与HTL 130b之间的HIL 130a。

[0085] EML 130包括:与HTL 130b具有提高的界面性能的第一发光层130c';以及具有提高的电子注入性能的第二发光层130c''(在另一实施方案中称为“中间层”)。电子注入材料添加到EML 130的发光材料中以形成第二发光层130c''。

[0086] 即,第一发光层130c'包括提高与HTL 130b的界面性能的材料以增加有机发光二极管OLED的寿命。另一方面,第二发光层130c''包括发光注入材料以具有提高的电子注入性能使得有机发光二极管OLED的发光效率增加。

[0087] 电子注入材料可以具有如在使用图13解释的第二发光层130c''中的浓度(或密度)梯度。即,第二发光层130c''的与第一发光层130c'相邻的下部中的电子注入材料可以具有关于第二发光层130c''中的发光材料的第一浓度(或密度),并且第二发光层130c''的与第二电极128相邻的上部中的电子注入材料可以具有关于第二发光层130c''中的发光材料的大于第一浓度(或密度)的第二浓度(或密度)。

[0088] 第二发光层130c''通过使用对第一发光层130c'损害较小的溶剂的溶液工艺形成。因此,由于电子注入性能通过第二发光层130c''得以提高,所以有机发光二极管OLED的发光效率在没有ETL和EIL的情况下增加。

[0089] 例如,电子注入材料可以包括水溶性或脂溶性碱金属。当第一发光层130c'使用有机溶剂(即,脂溶性)形成时,第二发光层130c''使用水溶性材料形成以防止对第一发光层130c'的损坏。可替代地,当第一发光层130c'使用水溶性溶剂形成时,第二发光层130c''使用有机溶剂(即,脂溶性溶剂)形成以防止对第一发光层130c'的损坏。

[0090] 第二发光层130c''具有相对低的最低未占分子轨道能级(LUMO)能级(例如,约3.0eV至2.6eV),以及具有约2.0eV至约2.5eV的三重态能级(T1)。另外,第二发光层130c''具有约 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 至约 $10^{-4}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 的电子迁移率。

[0091] 在本发明的有机发光二极管OLED中,由于来自第二电极128的电子在没有ETL和EIL的情况下确保传输到EML 130c中,所以OLED在具有简单结构的情况下具有充足的发光效率和寿命。

[0092] 即,在该有机发光二极管OLED和OLED显示装置中防止了在相关技术的有机发光二极管中由于EIL和/或ETL中材料扩散到EML中所产生的问题。

[0093] 发光部130通过溶液工艺在R、G、以及B子像素中制造。即,在第一电极130上涂覆低分子聚合物材料或高分子聚合物材料以形成发光部130。

[0094] 在发光部130中,可以省略HIL 130a。可替代地,HIL 130a和HTL 130b可以通过具有混合材料的一层形成。另外,HIL 130a和HTL 130b中至少之一可以具有至少双层结构。

[0095] R子像素、G子像素、以及B子像素中的EML 130c包括荧光发光材料或磷光发光材料。另外,EML 130c可以包括至少一种基质和至少一种掺杂剂。

[0096] 发光部130的溶液工艺可以是喷墨印刷工艺、喷嘴印刷工艺、转印工艺、热喷印刷工艺、辊印刷工艺、凹版印刷工艺、以及旋涂工艺之一。然而,其不限于此。

[0097] 溶液工艺可以在没有掩模或腔室的情况下执行。因此,相比于沉积工艺,由于溶液工艺较简单并且处理成本较便宜,所以有机发光二极管和OLED显示装置的处理时间和生产

成本降低。

[0098] 另外,由于可以省略通过沉积工艺制造的ETL和EIL,所以有机发光二极管和OLED显示装置的产量增加。

[0099] 图7A和图7B是示出根据本发明的有机发光二极管的溶液工艺的示意性视图。

[0100] 图7A示出喷墨印刷工艺。如图7A中所示,在基板101上方设置有包括头部140的喷墨设备(未示出),并且将墨印刷在基板101上。头部140包括用于喷墨的喷射孔。

[0101] 在这种情况下,头部140或基板101在喷墨期间沿至少一个方向移动,使得将墨145选择性地印刷在子像素中。

[0102] 在喷嘴印刷工艺中,使用具有槽形状的至少一个喷嘴将墨印刷在基板上。与喷墨印刷工艺相比,喷嘴印刷工艺适合于大尺寸的基板。例如,通过整个表面喷嘴印刷工艺在其中形成有堤部的基板101上方印刷一层。

[0103] 图7B示出辊印刷工艺。如图7B中所示,形成有图案155的主辊150在基板101上转动以形成印刷图案。在这种情况下,辅助辊151连接至提供印刷溶液的头部,使得印刷溶液持续地提供到主辊150上的图案155中。在没有图案155的情况下,材料可以印刷或涂覆在基板101的整个表面上。

[0104] 再次参照图5和图6,第二电极128形成在发光部130上,并且电子从第二电极128提供到发光部130中。

[0105] 第二电极128形成在基板101的整个表面上。即,子像素中的第二电极128集成为一体。

[0106] 图8是在有机发光二极管中根据电压的电流密度的图,图9是在有机发光二极管中根据电流密度的电流效率的图,并且图10是在有机发光二极管中根据光波长的光强度的图。图10中的图在红色子像素中获得。

[0107] 在图8至图10中,比较例1(Com1)的有机发光二极管包括电子注入层(EIL)而没有电子传输层(ETL),并且比较例2(Com2)的有机发光二极管包括EIL和ETL二者。

[0108] 参照图8,“Com1”的有机发光二极管中的电流强度(Cd)在相同电压下低于“Com2”的有机发光二极管的电流强度。包括第一发光层130c'和第二发光层130c"而没有EIL和ETL的实施例1(Ex1)的有机发光二极管的电流密度(Cd)高于“Com1”和“Com2”的有机发光二极管中的电流密度。即,本发明的有机发光二极管的驱动效率提高,并且本发明的有机发光二极管的驱动电压降低。

[0109] 参照图9,实施例1(Ex1)的有机发光二极管的电流效率(Ce)高于“Com1”和“Com2”的有机发光二极管的电流效率。其表明本发明的有机发光二极管的寿命增加。

[0110] 参照图10,在“Com1”的有机发光二极管中,EIL中的电子注入材料扩散到EML中,使得发光区移动。因此,存在大于红色波长即600nm至650nm的波长峰值。然而,在“Com2”和“Ex1”的有机发光二极管中,峰值移动问题减小,使得色彩纯度得以提高。

[0111] 图11是根据本发明的OLED显示装置的示意性截面图,并且图12是根据本发明的有机发光二极管的示意性截面图。

[0112] 参照图11和图12,OLED显示装置包括在基板201上的晶体管TFT以及在基板201上方的有机发光二极管OLED。

[0113] 基板201可以分为红色子像素R、绿色子像素G、以及蓝色子像素B,并且红色子像素

R、绿色子像素G、以及蓝色子像素B可以有规律地重复。例如，基板201由绝缘材料例如透明塑料或透明聚合物膜形成以是柔性的。

[0114] 作为驱动元件的晶体管TFT包括半导体层224、栅电极221、源电极222、以及漏电极223。

[0115] 半导体层224形成基板201上。例如，半导体层224可以由非晶硅、多晶硅、氧化物半导体或者有机半导体形成。

[0116] 可以在基板201与半导体层224之间形成有缓冲层(未示出)。通过缓冲层保护晶体管TFT免受来自基板201的杂质(例如，碱离子)的影响。

[0117] 在半导体层224上形成有栅极绝缘层225a。例如，栅极绝缘层225a可以由无机绝缘材料例如硅氧化物或硅氮化物形成。

[0118] 栅电极221、栅极线(未示出)、以及第一电容器电极(未示出)形成在栅极绝缘层225a上。栅电极221对应于半导体层224。

[0119] 栅电极221、栅极线、以及第一电容器电极中的每一个由具有低电阻的第一金属材料形成。例如，栅电极221、栅极线、以及第一电容器电极中的每一个可以由铝(Al)、铜(Cu)、钼(Mo)、铬(Cr)、金(Au)、钛(Ti)、镍(Ni)、钕(Nd)及其合金中至少之一形成，并且可以具有单层结构或多层结构。

[0120] 在栅电极221、栅极线、以及第一电容器电极上形成有层间绝缘层225b。例如，层间绝缘层225b可以由无机材料例如硅氧化物或硅氮化物形成。

[0121] 在层间绝缘层225b上形成有数据线(未示出)、驱动电源线(未示出)、源电极222、漏电极223、以及第二电容器电极(未示出)。

[0122] 源电极222和漏电极223彼此隔开并且分别电连接至半导体层224。例如，穿过栅极绝缘层225a和层间绝缘层225b形成有第一半导体接触孔和第二半导体接触孔以使半导体层224的两端露出，并且源电极222和漏电极223通过第一半导体接触孔和第二半导体接触孔分别接触半导体层224。

[0123] 第二电容器电极交叠第一电容器电极以形成存储电容器，在第二电容器电极与第一电容器电极之间具有层间绝缘层225b。

[0124] 数据线、驱动电源线、源电极222、漏电极223、以及第二电容器电极中的每一个可以由具有低电阻的第二金属材料形成。例如，数据线、驱动电源线、源电极222、漏电极223、以及第二电容器电极中的每一个可以由Al、Cu、Mo、Cr、Au、Ti、Ni、Nd及其合金中至少之一形成，并且可以具有单层结构或多层结构。

[0125] 虽然未示出，但是在R子像素、G子像素、以及B子像素中还形成有结构与晶体管TFT基本相同的开关元件。开关元件电连接至栅极线、数据线、以及晶体管TFT。

[0126] 在包括数据线、驱动电源线、源电极222、漏电极223、以及第二电容器电极的基板201上方形成有钝化层(或平坦化层)225c，并且在钝化层225c上形成有覆盖层225d。穿过覆盖层225d和钝化层225c形成有使漏电极223露出的漏极接触孔。

[0127] 钝化层225c和覆盖层225d中的每一个由无机绝缘材料(例如，硅氧化物或硅氮化物)或者有机绝缘材料(例如，光丙烯酸类物质)形成。可以省略钝化层225c和覆盖层225d之一。

[0128] 在覆盖层225d上形成有包括第一电极218、发光部230、以及第二电极228的有机发

光二极管OLED。有机发光二极管OLED电连接至晶体管TFT。

[0129] 第一电极218形成在覆盖层225d上以在R子像素、G子像素、以及B子像素中分开,并且通过漏极接触孔电连接至晶体管TFT的漏电极223。

[0130] 向发光部230提供电流(或电压)的第一电极218限定预定区的发光区域。

[0131] 第一电极218包括相对高的功函数以用作为阳极。例如,第一电极218可以包括透明导电材料,例如铟锡氧化物(ITO)或铟锌氧化物(IZO),但其不限于此。

[0132] 在顶部发光型OLED显示装置中,可以在第一电极218下和/或上形成反射电极或反射层。例如,反射电极或反射层中的每一个可以包括铝-钼-铜(APC)合金。换言之,第一电极218可以具有包括透明导电电极和在透明导电电极下的反射电极或反射层的双层结构,或者包括透明导电电极和在透明导电电极下的反射电极或反射层的三层结构。

[0133] 在包括第一电极218的基板201上方形成有堤部225e。堤部225e覆盖第一电极218的边缘以包围子像素,即,堤部225e具有对应于第一电极218的中心的开口。堤部225e可以包括有机材料。堤部225e可以由包括黑色颜料的光敏材料形成以用作为遮光元件。

[0134] 在包括堤部225e的基板201上方依次形成有发光部230和第二电极228。

[0135] 发光部230设置在第一电极218与第二电极228之间。来自第一电极218的空穴和来自第二电极228的电子在发光部230中结合使得发光部230发光。

[0136] 发光部230包括在EML 230与第二电极228之间的EML 230c和ETL 230d,而没有电子注入层。即,ETL 230d接触第二电极228。另外,发光部230还可以包括依次堆叠在第一电极218上并且在EML 230c下的HIL 230a和HTL 230b。

[0137] ETL 230d(在另一实施方案中称为“中间层”)包括具有优异电子特性的电子传输材料(未示出)和电子注入材料232(图13)。换言之,电子注入材料232掺杂到ETL 230d中。

[0138] 电子传输材料具有约3.0eV至约2.0eV的LUMO能级和约 $10^{-5}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 至约 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 的电子迁移率。另外,掺杂电子注入材料232的ETL 230d具有约2.0eV至约2.5eV的三重态能量(T1)。例如,电子注入材料232可以包括水溶性或脂溶性碱金属。

[0139] 当发光材料层230c使用有机溶剂(即,脂溶性)形成时,电子传输层230d使用水溶性材料形成以防止对发光材料层230c的损坏。可替代地,当发光材料层230c使用水溶性溶剂形成时,电子传输层230d使用有机溶剂(即,脂溶性溶剂)形成,以防止对有机材料层230c的损坏。

[0140] 电子注入材料232具有在垂直方向上的浓度梯度(或密度梯度)。

[0141] 即,参照作为图12中的部分“A”的放大图的图13,电子注入材料232在ETL 230d的与EML 230c相邻的下部240中具有第一浓度(或第一密度),并且在ETL 230d的与第二电极228相邻的上部250中具有第二浓度(或第二密度)。第二浓度大于第一浓度。

[0142] 例如,电子注入材料232相对于电子传输材料在上部中具有约150的第一重量百分比,并且相对于电子传输材料在下部中具有约50的第二重量百分比。

[0143] 另外,电子注入材料232可以在下部240和上部250中的每一个中具有浓度梯度。即,在下部240和上部250的每一个中,电子注入材料232的浓度(或密度)在从上部250至下部240的方向上减小。可替代地,电子注入材料232在下部240和上部250中的每一个中可以具有相同的浓度(或密度)。

[0144] ETL 230d包括电子注入材料232使得ETL 230d的电子注入性能增加。因此,在没有

EIL的情况下,有机发光二极管具有简单结构和薄的外形。

[0145] 另外,由于电子注入材料232在ETL 230d中具有浓度梯度,所以电子注入材料232到EML 230c中的扩散得到最小化。

[0146] 为了提供ETL 230d中的期望的电子注入性能,电子注入材料232应以预定浓度掺杂到ETL 230d中。在本发明的有机发光二极管中,由于电子注入材料232在ETL 230d的与EML 230c相邻的下部240中具有相对低的浓度,所以电子注入材料232到EML 230c中的扩散得到最小化。利用ETL 230d的下部240中的电子注入材料232的第一浓度(>0),虽然由电子注入材料而在发光效率方面具有优点,但是因将电子注入材料232扩散到EML 230c中而在发光特性方面没有缺点。

[0147] 换言之,在本发明的有机发光二极管中,ETL 230d的电子注入性能通过掺杂电子注入材料而增加,并且通过电子注入材料232的浓度梯度防止了寿命和发光效率的问题。

[0148] 在玻璃基板上依次沉积有ITO层和电子阻挡层(Liq,1nm),并且在电子阻挡层上依次堆叠有以梯度掺杂电子注入材料的电子传输层(50nm)和阴极(Al,100nm)(实施例2(Ex2),仅电子的装置)。

[0149] 在玻璃基板上依次沉积有ITO层和电子阻挡层(Liq,1nm),并且在电子阻挡层上依次堆叠有没有电子注入材料的电子传输层(50nm)和阴极(Al,100nm)(比较例3(Com3),仅电子的装置)。

[0150] 如在图14中所示,图14是有机发光二极管中根据电压的电流密度的图,电子注入材料掺杂到电子传输层中以具有浓度梯度的“Ex2”的有机发光二极管中的电流密度高于“Com3”的有机发光二极管中的电流密度。即,有机发光二极管和OLED显示装置的发光效率得以提高。

[0151] 对于本领域技术人员明显的是,在不脱离本发明的精神或范围的情况下可以对本发明进行各种修改和变型。因此,本发明意在覆盖本发明的修改和变型,只要这些修改和变型落在所附权利要求及其等同内容的范围之内即可。

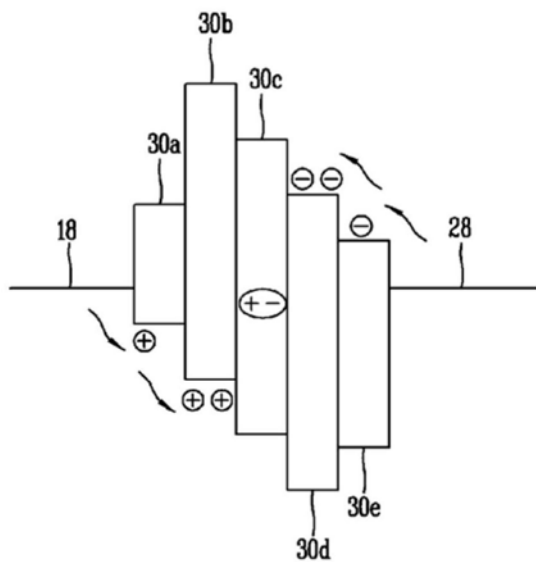


图1相关技术

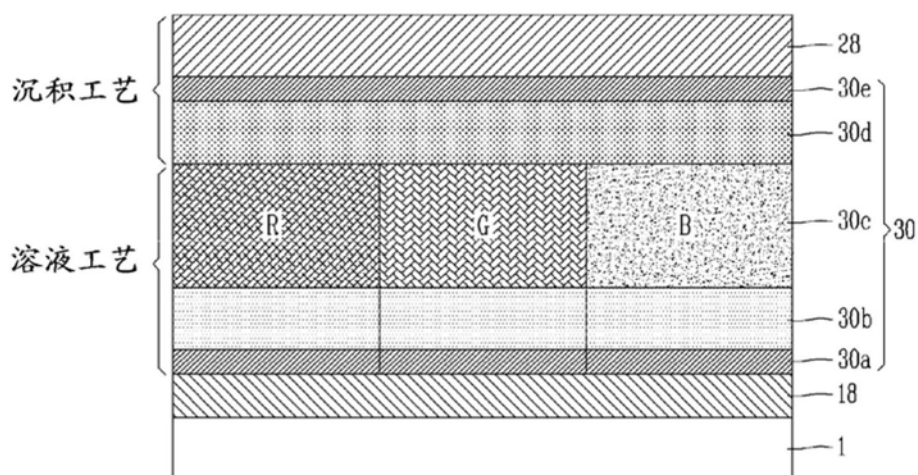


图2相关技术

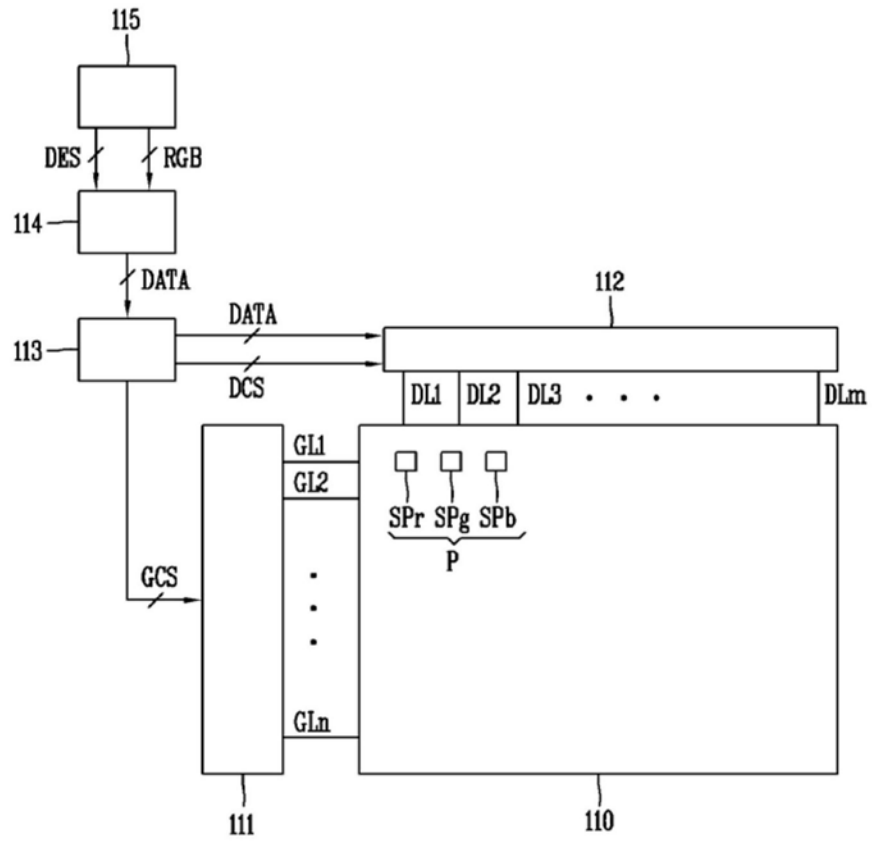


图3

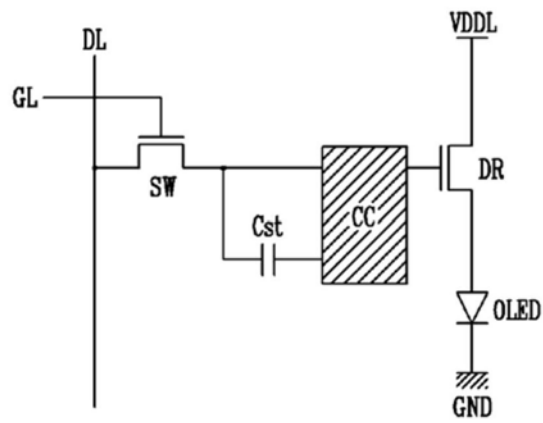


图4

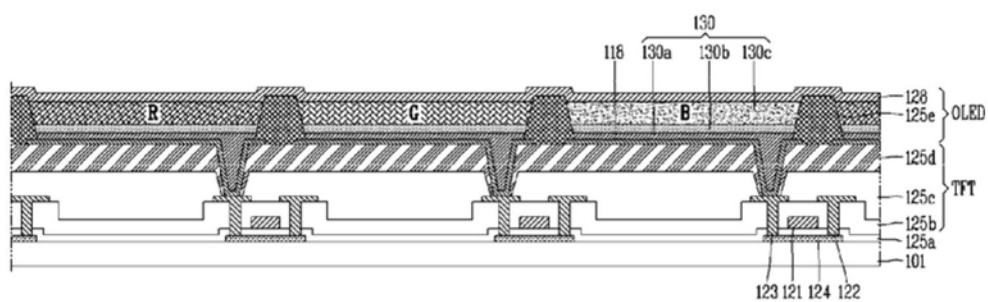


图5

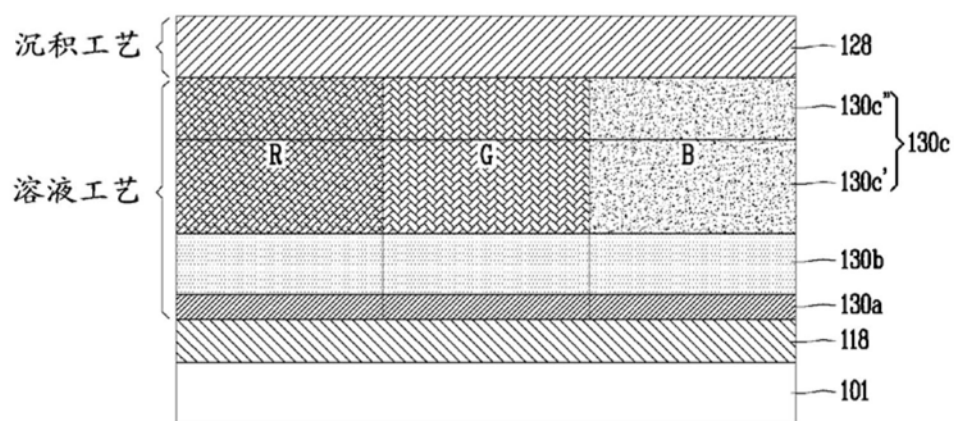


图6

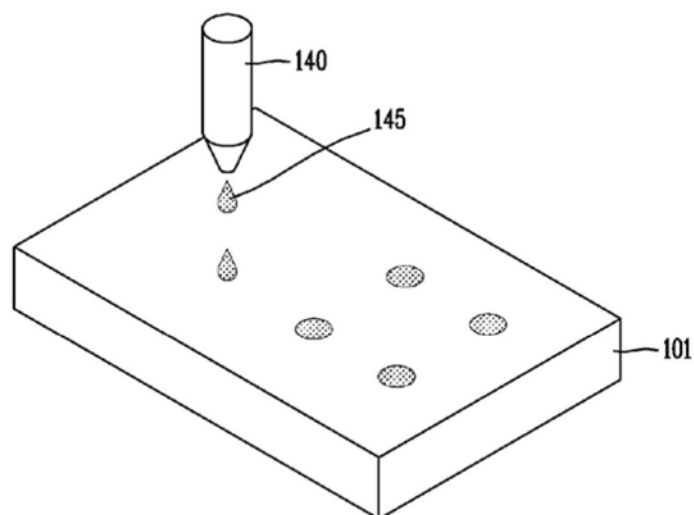


图7A

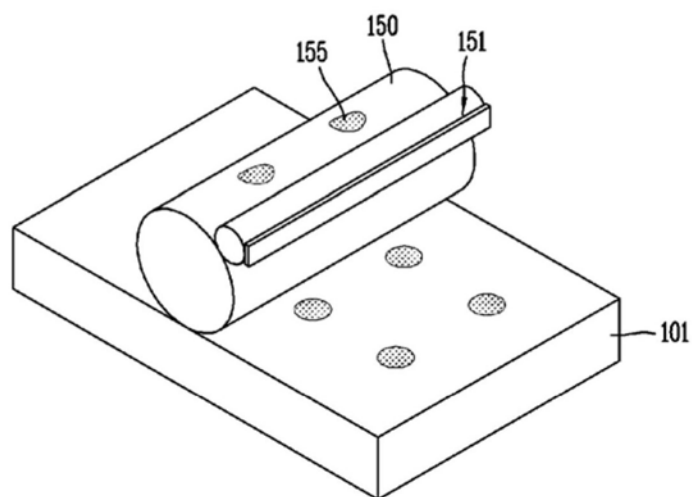


图7B

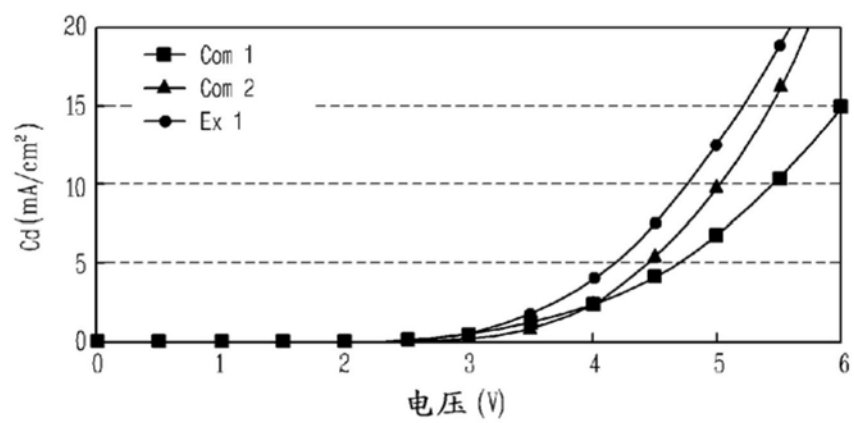


图8

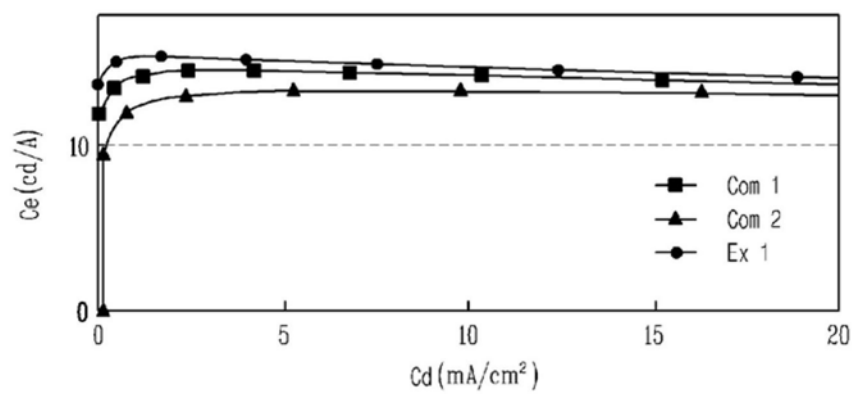


图9

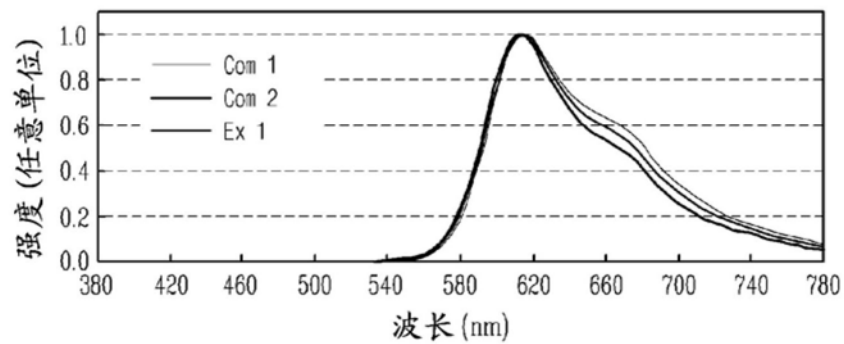


图10

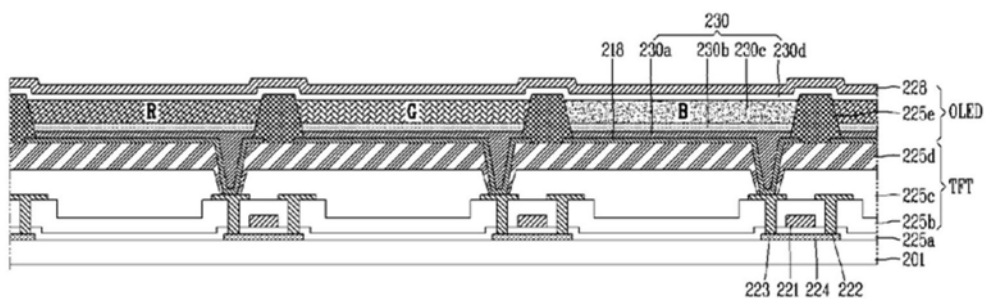


图11

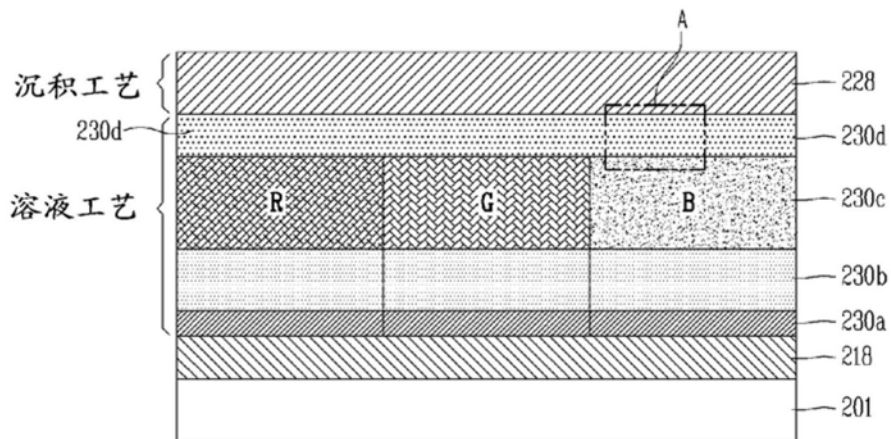


图12

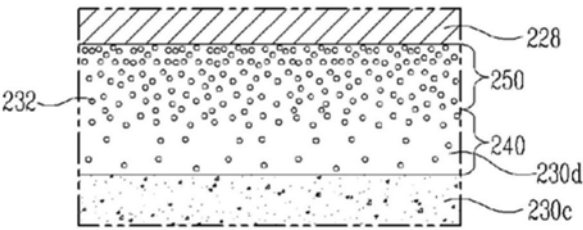


图13

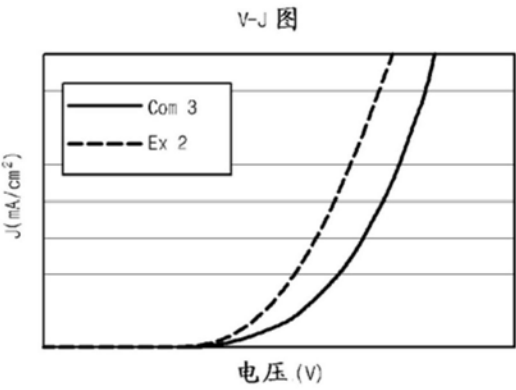


图14

专利名称(译)	有机发光二极管、其制造方法、及包括该有机发光二极管的有机发光二极管显示装置		
公开(公告)号	CN106972107B	公开(公告)日	2019-08-13
申请号	CN201611036426.8	申请日	2016-11-23
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
[标]发明人	金禧镇 李学旻 朴性洙		
发明人	金禧镇 李学旻 朴性洙		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/56 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5076 H01L27/3211 H01L27/3244 H01L51/0003 H01L51/0004 H01L51/5004 H01L51/5012 H01L51/5016 H01L51/5092 H01L51/5206 H01L51/5221 H01L51/56 H01L2251/5346 H01L2251/552		
审查员(译)	赵芳		
优先权	1020150169502 2015-11-30 KR		
其他公开文献	CN106972107A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及有机发光二极管及包括其的有机发光二极管显示装置。本发明提供一种有机发光二极管，其包括：第一电极；面对第一电极的第二电极；在第一电极与第二电极之间的发光材料层；以及中间层，其在发光材料层与第二电极之间并且包括基础材料和电子注入材料，其中中间层接触第二电极。

