



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103782408 B

(45)授权公告日 2016.08.31

(21)申请号 201280038511.1

(22)申请日 2012.07.26

(30)优先权数据

2011A001445 2011.07.29 IT

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.01.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/053814 2012.07.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/017999 EN 2013.02.07

(73)专利权人 E.T.C.有限责任公司

地址 意大利博洛尼亚

(72)发明人 M·默西尼 R·卡佩立

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 罗亚男

(51)Int.Cl.

H01L 51/52(2006.01)

(56)对比文件

US 2008/0173866 A1, 2008.07.24,

DE 202006003360 U1, 2006.07.06,

US 2009/0008628 A1, 2009.01.08,

审查员 丁瑞平

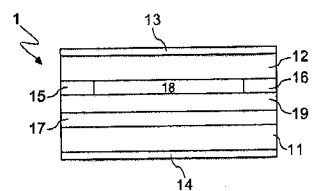
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

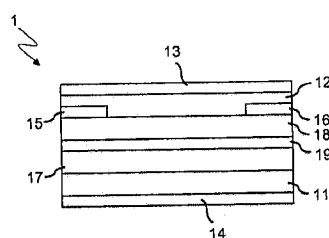
电致发光有机双栅晶体管

(57)摘要

本发明涉及一种有机电致发光晶体管(1),包括第一介电层(11)和第二介电层(12),第一控制电极(14)和第二控制电极(13),以及包括源电极(15)、漏电极(16)和双极通道的组件。所述双极通道包括第一半导体材料层(17)、第二半导体材料层(18)和发射材料层(19),发射材料层(19)设置在所述第一半导体材料层(17)和所述第二半导体材料层(18)之间。所述源电极(15)和所述漏电极(16)都与所述两个半导体材料层(17,18)中的仅一个接触。



a



b

1. 一种有机电致发光晶体管(1),包括第一介电层(11)和第二介电层(12),第一控制电极(14)和第二控制电极(13),以及包括一源电极(15)、一漏电极(16)和一双极通道(17,18,19)的组件(15,16,17,18,19),其中:

所述组件(15,16,17,18,19)设置在所述第一介电层(11)和所述第二介电层(12)之间;

所述第一介电层(11)设置在所述第一控制电极(14)和所述组件之间;以及

所述第二介电层(12)设置在所述第二控制电极(13)和所述组件之间;

所述双极通道(17,18,19)包括第一半导体材料层(17)、第二半导体材料层(18)和发射材料层(19),发射材料层(19)设置在所述第一半导体材料层(17)和所述第二半导体材料层(18)之间;

其特征在于:

所述源电极(15)和所述漏电极(16)形成在所述双极通道(17,18,19)的各层中的与水平接触表面对应的同一层上,并且

所述源电极(15)和所述漏电极(16)都与在所述第一半导体材料层(17)和所述第二半导体材料层(18)中选择的同一层接触。

2. 如上一个权利要求所述的有机电致发光晶体管,其特征在于,所述源电极(15)和所述漏电极(16)都设置在与所述第一半导体材料层(17)或所述第二半导体材料层(18)所在的平面平行的一平面上。

3. 如权利要求1所述的有机电致发光晶体管,其特征在于,所述第一半导体材料层(17)的厚度和所述第二半导体材料层(18)的厚度在5nm至50nm之间。

4. 如上一个权利要求所述的有机电致发光晶体管,其特征在于,所述第一半导体材料层(17)的厚度和所述第二半导体材料层(18)的厚度在5nm至20nm之间。

5. 如权利要求1所述的有机电致发光晶体管,其特征在于,所述发射材料层(19)的厚度在10nm至100nm之间。

6. 如上一个权利要求所述的有机电致发光晶体管,其特征在于,所述发射材料层(19)的厚度在10nm至40nm之间。

电致发光有机双栅晶体管

[0001] 本发明涉及一种电致发光有机双栅晶体管,以及所述晶体管的驱动方法。

[0002] 从申请W02010/049871中可知一种场效应晶体管,其包括两个介电层,两个控制电极或栅电极,以及一组件,该组件由一源电极或源极、一漏电极或漏极,和与所述源极和漏极接触的一有机半导体组成。该组件设置在所述两个介电层之间,每一个介电层设置在所述组件与控制电极之间。公开了一种包括这种晶体管的光发射晶体管,其中所述有机半导体是双极有机半导体层。所述半导体层的厚度必须被限定为几个分子层的厚度,优选地,所述半导体层的厚度少于10nm,以允许电子和空穴的辐射复合,其中电子和空穴分别从源极和漏极被注入,并被传送到该半导体层与其间设置所述半导体层的介电层的两个界面。

[0003] 但是,根据申请W02010/049871的光发射晶体管的发射特性受内在因素的限制。

[0004] 实际上,由于上面提及的已知的晶体管的半导体层的最大厚度的尺寸限制,在其中电荷发生辐射复合的半导体材料的体积小,光发射的强度相应地也受到了限制。

[0005] 另外,在已知的晶体管中,单个半导体层负责电子和空穴二者的传送,因此在实际应用中限制了器件的电特性。

[0006] 此外,根据申请W02010/049871的光发射晶体管在器件的驱动方面有受限的灵活性。

[0007] 从US2009/0008628还知道一种场效应晶体管,其包括两个介电层,两个控制电极或栅电极,设置在两个介电层之间的由两个传送层、设置在这两个传送层之间的一发射层、以及源极和漏极组成的组件,其中,源极和漏极或者两者都通过触点的垂直表面与导电层的垂直表面之间的相接而与两个导电层者接触,或者使一个电极(源极或漏极)的垂直表面与一个导电层的垂直表面接触,另一个电极(漏极或源极)的垂直表面与另一个导电层的垂直表面接触。

[0008] 根据US2009/0008628的有机场效应晶体管的实际应用受传送层/源极和漏极触点几何结构的影响,其限制了电荷注入传送层的效率,因此限制了器件的总体电特性。另外,事实是,根据US2009/0008628的场效应晶体管的实际实现不能使用标准的制造技术来实现满意的质量和工业生产率。在制造过程中,在导电层的垂直表面与触点之间很可能产生坏的触点和阴影效应,因为US2009/0008628的多层结构需要在源电极和漏电极之间在与这些电极平行的方向上顺序形成的一空穴传送层、一光发射层、一电子传送层和一第二绝缘层。

[0009] 本发明的一个目的是提供一种没有上述缺陷的电致发光有机晶体管。所述目的利用一种电致发光有机晶体管实现,该晶体管的主要特征在第一个权利要求中描述,其他的特征在其余权利要求中描述。

[0010] 根据本发明的电致发光有机晶体管的第一个优点是,相比于现有技术的单层晶体管,发射性能有了改善。事实上,在根据本发明的晶体管的双极通道中提供具体专用于发光的在光的产生方面具有极好效率的材料。

[0011] 另外,在根据本发明的电致发光有机晶体管的通道中的发射层可具有比已知的单层晶体管中的其中发生复合的半导体层更大的厚度,因此在根据本发明的器件中的发光强度比已知的单层晶体管的发光强度更高。

[0012] 根据本发明的电致发光有机晶体管相比于已知的单层晶体管,进一步的优点在于事实上是使得电荷传送最优化。事实上,由于两个控制电极和包括两个半导体层的双极通道的存在,每一个被优化仅仅用于一种类型的电荷的传送,因此,所述两个半导体层中在电荷迁移率和电流密度方面的差距可以通过对两个控制电极的电势的合适的调整而被更有效地平衡。

[0013] 根据本发明的电致发光有机晶体管相对于已知的三层晶体管的另一个优点,在于电荷更有效地注入到器件的有源通道中,其导致整体更高的电子性能和光电性能。

[0014] 根据本发明的电致发光晶体管能够以正向或反向模式驱动。实际上,在根据本发明的器件中,电荷不仅能够在半导体层和介电层之间的界面上被传送,而且也能在半导体层和发射层之间的界面上被传送,其在发射效率和强度上具有直接的益处。

[0015] 从以下参考附图对本发明的实施例的详细而非限制性的描述中,根据本发明的电致发光有机晶体管的更多优点和特征将对本领域技术人员变得明显,在附图中:

[0016] 附图1a和1b示出了根据本发明的两个可能的实施例的晶体管的示意截面图;

[0017] 附图2a和2b示出了分别根据附图1a和1b的第一和第二实施例的晶体管的示意截面图,其中示出了正向模式驱动下的理想电荷累积;

[0018] 附图3a和3b示出了分别根据附图1a和1b的第一和第二实施例的晶体管的示意截面图,其中示出了反向模式驱动下的理想电荷累积。

[0019] 附图的特征并不成比例,而是,它们的尺寸为了增加附图的清晰度而被放大或缩小。

[0020] 参考附图1a和1b,示出了根据本发明的第一实施例的电致发光有机晶体管1,其包括第一介电层11,第二介电层12,第一控制电极14和第二控制电极13。

[0021] 根据本发明的实施例的晶体管进一步包括一个组件,其设置在所述第一介电层11和第二介电层12之间,其由源电极15、漏电极16和双极通道形成。

[0022] 所述第一介电层11设置在第一控制电极14和所述组件之间;同样的方式,第二介电层12设置在所述第二控制电极13和所述组件之间。换句话说,两个控制电极13和14设置在器件的外面,并分别与两个介电层12和11接触,进而密封由双极通道和源电极15和漏电极16形成的组件。

[0023] 第一介电层11和第二介电层12的材料可从用于电致发光有机晶体管的常见介电材料中选择。具体地,可以使用从如下群组选择的材料或材料的组合,该群组包括二氧化硅、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、氧化锌、氧化铝、氧化锆、二氧化锆、含氟聚合物,例如可使用商品Cytotop™,聚乙烯醇(PVA)和聚苯乙烯(PS)。优选地,所述第一介电层11包括两层氧化锆和聚甲基丙烯酸甲酯,所述第二介电层12由聚甲基丙烯酸甲酯或Cytotop™构成。

[0024] 第一控制电极14和第二控制电极13的材料可从氧化铟锡(ITO)、金、铜、银、铝的组中进行选择。特别地,可使用氧化铟和锡和/或金。

[0025] 源电极15和漏电极16的材料可从氧化铟锡(ITO)、金、铜、银、铝、钙、镁、铬、铁和聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚对苯乙烯磺酸(PEDOT:PSS)或所述材料的组合中选择。

[0026] 优选地,所述源电极15的材料可使用铝、钙、镁或金。

[0027] 优选地,所述漏电极16的材料可使用金或氧化铟锡(ITO)。

[0028] 根据本发明,双极通道包括第一半导体材料层17,第二半导体材料层18和设置在

所述第一半导体材料层17和所述第二半导体材料层18之间的发射材料层19。

[0029] 所述层17和18的半导体材料可从下面的组中选择,该组包括并苯、并噻吩和并芴,并噻吩的嘧啶衍生物、 α 和 ω 位置被烷基链取代的四噻吩(tetrathiophenes)、二萘嵌苯和并噻吩的二酰胺衍生物、并噻吩的嘧啶衍生物,具有噻唑核的并噻吩,六苯并苯衍生物和 α 和 ω 位置被全氟化链取代的四噻吩。在特别好的方式中, α 和 ω 位置被烷基链取代的四噻吩用于层17, α 和 ω 位置被全氟化链取代的四噻吩用于层18。

[0030] 作为发射层19的材料,可以有利地使用例如用4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-(对-二甲氨基苯乙烯基)-4H-吡喃、八乙基卟啉铂、乙酰丙酮铈苯基异喹啉不同地掺杂的铝喹啉矩阵主-客体系。

[0031] 第一半导体材料层17的厚度和第二半导体材料层18的厚度在5nm至50nm之间。优选地,该厚度在5nm至20nm之间。

[0032] 发射材料层19具有在10nm至100nm之间的厚度。优选的,该厚度在10至40nm之间。

[0033] 在组件的内部,所述源电极15和所述漏电极16都与所述第一半导体材料层17或与第二半导体材料层18接触。

[0034] 根据本发明优选的实施例,所述源电极15和所述漏电极16两个都设置在与它们接触的半导体材料层的上面,或都设置在其下面。根据本发明的进一步的实施例,所述源电极15和所述漏电极16具有与他们接触的半导体材料层同样的厚度,并相对它同平面设置。因此,在任何情况下,所述源电极15和所述漏电极16都在平行于所述第一半导体材料层或所述第二半导体材料层的一个平面上。

[0035] 根据本发明的一个方面,提供一种电致发光有机晶体管的驱动方法,其中电荷的积累和电荷的传送发生在半导体材料层17和18与介电层11和12之间的界面处,如附图2中示出的。这种驱动方法提供:施加于控制电极13的电压引起半导体层18中的电荷在与介电层12的界面处积累,施加于控制电极14的电压引起半导体层17中的电荷在与介电层11的界面处积累。例如,这可以通过如下方式实现:给控制电极13施加一负电压值,其引起P型半导体材料层18中的正电荷在与介电层12的界面处积累,同时给控制电极14施加一正电压值,其引起N型半导体材料层17中的负电荷在与介电层11的界面处积累。

[0036] 根据本发明更进一步的一个方面,提供一种电致发光有机晶体管的驱动方法,其中电荷的积累和电荷的传送发生在半导体材料层17和18与发射层19之间的界面处,如图3所示。这种驱动方法提供:施加于控制电极13的电压引起半导体材料层17中的电荷在与发射层19的界面处积累,并且施加于控制电极14的电压引起半导体材料层18中的电荷在与发射层19的界面处积累。例如,这可以通过如下方式实现:给控制电极13施加一正电压值,其引起N型半导体材料层17中的负电荷在与发射层19的界面处积累,同时给控制电极14施加一负电压值,其引起P型半导体材料层18中的正电荷在与发射层19的界面处积累。

[0037] 根据本发明的电致发光有机晶体管可以使用已知的用于制造多层有机晶体管的方法生产。优选地,电致发光有机晶体管可以通过采用有机材料、金属和导电及绝缘氧化物的真空沉积技术和/或溶液沉积技术和/或溅射技术而实现。

[0038] 本领域技术人员可以在权利要求的范围内对以上公开和图示的实施例进行可能的修改和/或添加。

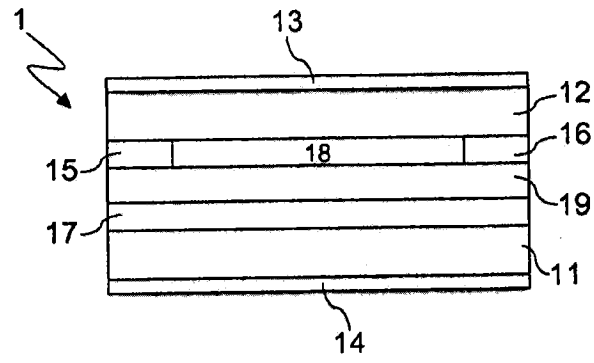


图1a

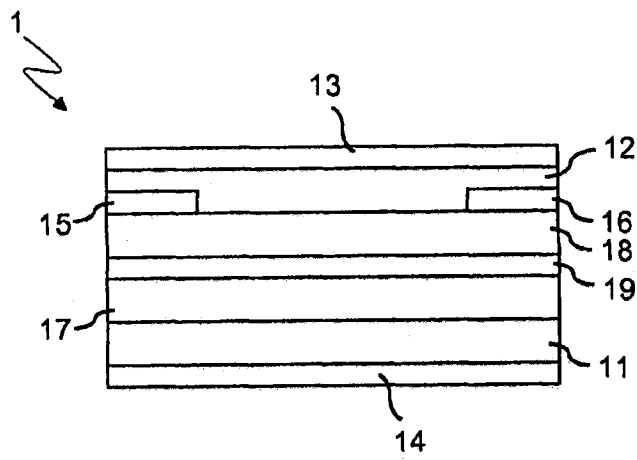


图1b

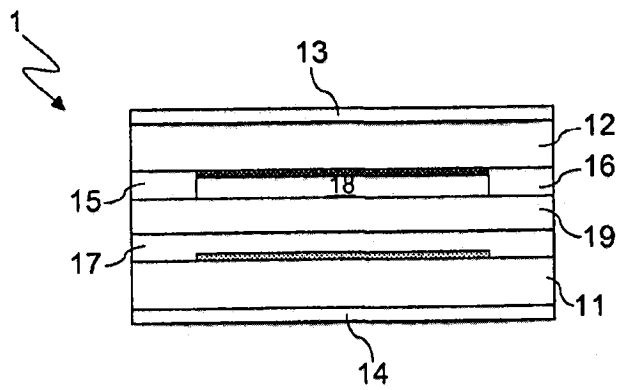


图2a

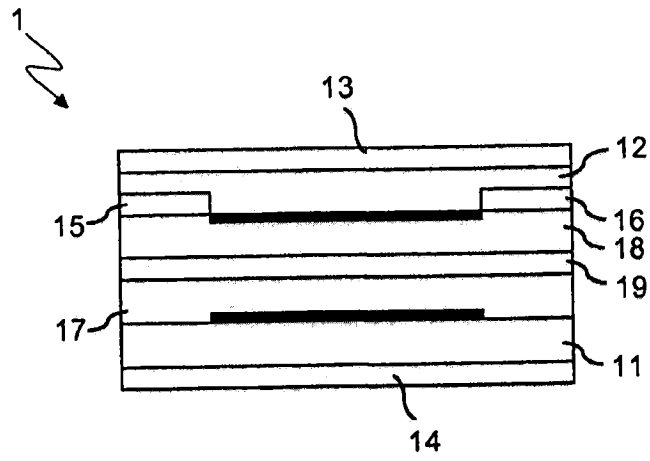


图2b

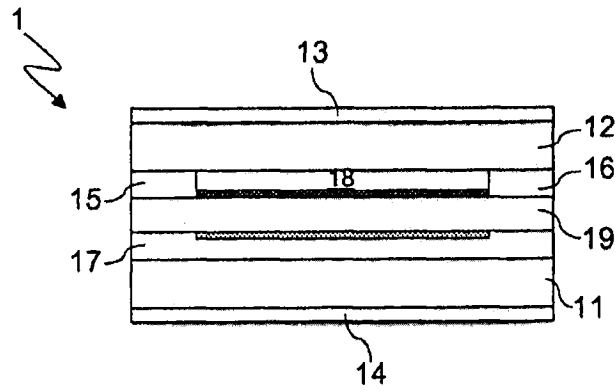


图3a

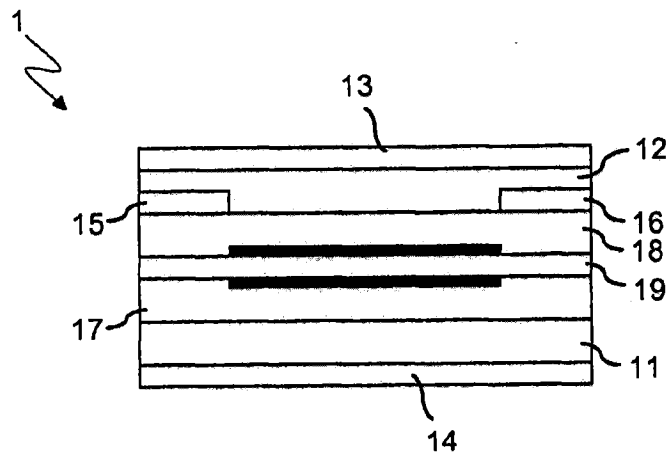


图3b