



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108701717 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 26

(21) 申请号 201680001002.X

(22) 申请日 2016.10.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108701717 A

(43) 申请公布日 2018.10.23

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2016.10.11

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2016/101617 2016.10.10

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/068170 EN 2018.04.19

(73) 专利权人 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 毛德丰

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 柴亮 张天舒

(51) Int.Cl.
H01L 29/786 (2006.01)
H01L 51/05 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2010/0224862 A1, 2010.09.09
US 2008/0224128 A1, 2008.09.18
JP 特开2006-351613 A, 2006.12.28
US 2006/0214156 A1, 2006.09.28

审查员 卢振宇

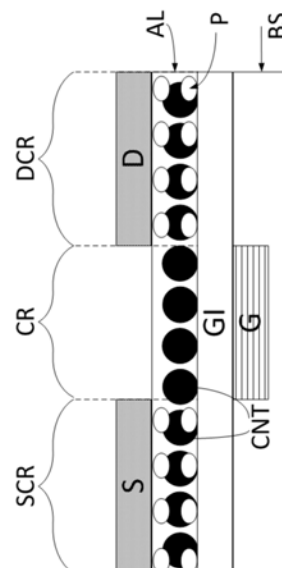
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

薄膜晶体管及其制造方法、具有其的显示面板和显示设备

(57) 摘要

提供了一种薄膜晶体管、具有该薄膜晶体管的显示面板和显示设备、以及其制造方法。所述薄膜晶体管包括底部衬底(BS)和位于所述底部衬底(BS)上的有源层(AL),所述有源层具有对应于沟道区(CR)的第一部分、对应于源极接触区(SCR)的第二部分、以及对应于漏极接触区(DCR)的第三部分,其中,所述第二部分和所述第三部分包括含有聚合物(P)和碳纳米管(CNT)材料的聚合物碳纳米管复合材料。



1. 一种制造薄膜晶体管的有源层的方法,所述有源层具有对应于沟道区的第一部分、对应于源极接触区的第二部分、以及对应于漏极接触区的第三部分,所述方法包括:利用含有聚合物和碳纳米管材料的聚合物碳纳米管复合材料来形成所述第二部分和所述第三部分;

其中,所述形成所述第二部分和所述第三部分的步骤包括:

在底部衬底上形成碳纳米管层,其位于所述沟道区、所述源极接触区和所述漏极接触区中;

用聚合物材料涂覆位于所述沟道区、所述源极接触区和所述漏极接触区中的碳纳米管层,从而形成聚合物碳纳米管复合材料层;以及

去除所述沟道区中的聚合物材料;

其中,去除所述沟道区中的聚合物材料的步骤包括:

在所述聚合物碳纳米管复合材料层的远离所述底部衬底的一侧上形成光刻胶层;

采用掩模板对所述光刻胶层进行曝光,并且对曝光后的光刻胶层进行显影以获得光刻胶图案,所述光刻胶图案具有对应于所述沟道区的第一分区以及对应于所述源极接触区和所述漏极接触区的第二分区;所述光刻胶层在所述第一分区中被去除;以及

通过电子束轰击所述第一分区中的聚合物材料,从而形成所述第一部分。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述涂覆步骤包括:用聚合物墨水涂覆位于源极接触区和漏极接触区中的碳纳米管层。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述涂覆步骤包括:用熔融聚合物材料涂覆位于源极接触区和漏极接触区中的碳纳米管层。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述聚合物是导电性聚合物。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述聚合物选自包括以下材料的组:聚苯胺(PANI)、聚(3,4-乙烯二氧噻吩)(PSS)、聚(3,4-乙烯二氧噻吩)聚苯乙烯磺酸盐(PEDOT:PSS)、聚乙炔、聚吡咯、聚乙炔-聚吡咯、及其任意衍生物和任意组合。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述碳纳米管层实质上包括半导体碳纳米管材料。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述碳纳米管材料为不含无定形碳的单壁碳纳米管材料。

8. 一种制造薄膜晶体管的方法,包括:

根据权利要求1至7中的任一项所述的方法形成有源层;

在源极接触区中形成与第二部分直接接触的源极;以及

在漏极接触区中形成与第三部分直接接触的漏极。

薄膜晶体管及其制造方法、具有其的显示面板和显示设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种薄膜晶体管、具有该薄膜晶体管的显示面板和显示设备、以及该薄膜晶体管的制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,碳纳米管材料已成为研究和开发的关注点。碳纳米管材料具有低成本、出色的机械特性以及抗腐蚀性的特点。由于这些特点,碳纳米管材料被视为下一代电子器件的优秀备选半导体材料。

发明内容

[0003] 在一个方面,本发明提供一种薄膜晶体管,包括:底部衬底和位于所述底部衬底上的有源层,所述有源层具有对应于沟道区的第一部分、对应于源极接触区的第二部分、以及对应于漏极接触区的第三部分,其中,所述第二部分和所述第三部分包括含有聚合物和碳纳米管材料的聚合物碳纳米管复合材料。

[0004] 可选地,所述聚合物为导电性聚合物。

[0005] 可选地,所述薄膜晶体管还包括:源极,其位于所述源极接触区中,与所述第二部分直接接触;以及漏极,其位于所述漏极接触区中,与所述第三部分直接接触。

[0006] 可选地,第一部分是碳纳米管层。

[0007] 可选地,碳纳米管层实质上包括半导体碳纳米管材料。

[0008] 可选地,所述聚合物碳纳米管复合材料包括涂有聚合物的碳纳米管层。

[0009] 可选地,碳纳米管材料是实质上不含无定形碳的单壁碳纳米管材料。

[0010] 可选地,所述聚合物选自包括以下材料的组:聚苯胺(PANI)、聚(3,4-乙烯二氧噻吩)(PSS)、聚(3,4-乙烯二氧噻吩)聚苯乙烯磺酸盐(PEDOT:PSS)、聚乙炔、聚吡咯、聚乙炔-聚吡咯、及其任意衍生物和任意组合。

[0011] 可选地,薄膜晶体管还包括栅极层以及位于有源层与栅极层之间的栅极绝缘层。

[0012] 在另一方面,本发明提供了一种制造薄膜晶体管的有源层的方法,所述有源层具有对应于沟道区的第一部分、对应于源极接触区的第二部分、以及对应于漏极接触区的第三部分,所述方法包括:利用含有聚合物和碳纳米管材料的聚合物碳纳米管复合材料来形成所述第二部分和所述第三部分。

[0013] 可选地,形成第二部分和第三部分的步骤包括:在底部衬底上形成碳纳米管层,其位于源极接触区和漏极接触区中;以及用聚合物材料涂覆所述源极接触区和所述漏极接触区中的碳纳米管层,从而形成包括所述聚合物碳纳米管复合材料的第二部分和第三部分。

[0014] 可选地,所述方法包括:在底部衬底上形成碳纳米管层,其位于沟道区、源极接触区和漏极接触区中;用聚合物材料涂覆位于所述沟道区、所述源极接触区和所述漏极接触区中的碳纳米管层,从而形成聚合物碳纳米管复合材料层;以及,去除沟道区中的聚合物材料。

[0015] 可选地,去除沟道区中的聚合物材料的步骤包括:在聚合物碳纳米管复合材料层的远离底部衬底的一侧上形成光刻胶层;采用掩模板对所述光刻胶层进行曝光,并且对曝光后的光刻胶层进行显影以获得光刻胶图案,所述光刻胶图案具有对应于所述沟道区的第一分区以及对应于所述源极接触区和所述漏极接触区的第二分区;所述光刻胶层在所述第一分区中被去除;以及去除所述沟道区中的聚合物材料,从而形成所述第一部分。

[0016] 可选地,在涂覆步骤之前以及在形成碳纳米管层的步骤之后,所述方法还包括:在沟道区中形成光刻胶层;以及,在涂覆步骤之后,所述方法还包括:通过剥离方法,利用剥离溶剂去除所述沟道区中的光刻胶层和聚合物材料。

[0017] 可选地,所述涂覆步骤包括:用聚合物墨水涂覆位于源极接触区和漏极接触区中的碳纳米管层。

[0018] 可选地,所述涂覆步骤包括:用熔融聚合物材料涂覆位于源极接触区和漏极接触区中的碳纳米管层。

[0019] 在另一方面,本发明提供了一种制造薄膜晶体管的方法,包括:根据本文所述的制造薄膜晶体管的有源层的方法来制造有源层;在源极接触区中形成与第二部分直接接触的源极;以及,在漏极接触区中形成与第三部分直接接触的漏极。

[0020] 在另一方面,本发明提供了一种通过本文所述的方法制造的薄膜晶体管。

[0021] 在另一方面,本发明提供了一种显示面板,其包括本文所述的或通过本文所述的方法制造的薄膜晶体管。

[0022] 在另一方面,本发明提供了一种包括本文所述的显示面板的显示设备。

附图说明

[0023] 以下附图仅仅是根据所公开的各种实施例的以示意性为目的的示例,并非旨在限定本发明的范围。

[0024] 图1是示出在根据本公开的一些实施例中的薄膜晶体管的结构示意图。

[0025] 图2A至图2G示出了制造在根据本公开的一些实施例中的薄膜晶体的处理。

具体实施方式

[0026] 现在将参照以下实施例更加详细地描述本公开。应当注意的是,在本文中,一些实施例的以下描述仅仅是以示意和说明为目的而呈现的。其不旨在详尽的或者限于所公开的精确形式。

[0027] 在常规的具有碳纳米管作为组件的薄膜晶体管中,碳纳米管与电极之间的接触区处的接触电阻通常很大。已经提出了各种方法来减少碳纳米管的接触电阻。例如,已经尝试了通过在接触区上溅射各种金属材料来减少接触电阻。然而,这些常规方法无法总是实现接触区处的良好欧姆接触。此外,溅射金属材料会引起碳纳米管结构中的不良,并且使其固有的热特性和电特性劣化。

[0028] 因此,本发明特别提出了一种薄膜晶体管、具有该薄膜晶体管的显示面板和显示设备、以及该薄膜晶体管的一种制造方法,其基本避免了由于现有技术的限制和缺点而导致的一个或多个问题。在一个方面,本公开提供了一种具有底部衬底和位于底部衬底上的有源层的薄膜晶体管,所述有源层具有对应于沟道区的第一部分、对应于源极接触区的第

二部分、以及对应于漏极接触区的第三部分。第二部分和第三部分包括含聚合物材料和碳纳米管材料的聚合物碳纳米管复合材料。

[0029] 如本文所使用的那样,术语“聚合物碳纳米管复合材料”是指至少由聚合物材料和碳纳米管材料组成的材料。可选地,在所述复合材料中,聚合物材料和碳纳米管材料在宏观尺度或微观尺度上保持独立。可选地,所述复合材料为纳米复合材料。

[0030] 碳纳米管可基于不同的电子特性而分类为金属型和半导体型。如本文所使用的那样,术语“碳纳米管”在本公开的上下文中是指半导体碳纳米管。可选地,碳纳米管可为富勒烯家族的若干圆柱形的碳的同素异形体(包括单壁碳纳米管(SWNT)、双壁碳纳米管(DWNT)、多壁碳纳米管(MWNT))中的任意一个、其任意衍生形式(例如纳米纤维)、以及其任意组合。可选地,碳纳米管的直径在约3 Å至约100nm的范围内,例如,约3 Å至约10nm。

[0031] 图1是示出在根据本公开的一些实施例中的薄膜晶体管的结构的示图。参照图1,本实施例中的薄膜晶体管包括底部衬底BS和位于底部衬底BS上的有源层AL。有源层AL包括对应于沟道区CR的第一部分、对应于源极接触区SCR的第二部分、以及对应于漏极接触区DCR的第三部分。第二部分和第三部分是包括聚合物材料P和碳纳米管材料CNT的聚合物碳纳米管复合材料层。

[0032] 聚合物碳纳米管复合材料可具有各种适当的聚合物与CNT之比。在一些实施例中,聚合物碳纳米管复合材料的聚合物与CNT之比在按重量约1.52:1的范围内,例如,按重量约1.385:1、按重量约1.25:1、按重量约1.1:1。

[0033] 在一些实施例中,聚合物碳纳米管复合材料层中的聚合物材料是导电性聚合物材料。适当的导电性聚合物材料的示例包括(但不限于):聚苯胺(PANI)、聚(3,4-乙烯二氧噻吩)(PSS)、聚(3,4-乙烯二氧噻吩)聚苯乙烯磺酸盐(PEDOT:PSS)、聚乙炔、聚吡咯、聚乙炔-聚吡咯、诸如聚乙烯二氧噻吩(PEDOT)的聚噻吩、聚(p亚苯基)、聚(三亚苯)、聚萘、聚茈、聚蒽、聚蒽、聚吡喃、聚咪唑、四硫富瓦烯取代的聚苯乙烯、二茂铁取代的聚乙烯、咪唑基取代的聚乙烯、聚氧吩嗪、聚并苯、聚(异并苯)、聚硅烷、及其任意衍生物和任意组合。

[0034] 可选地,聚合物材料选自包括以下材料的组:聚苯胺(PANI)、聚(3,4-乙烯二氧噻吩)(PSS)、聚(3,4-乙烯二氧噻吩)聚苯乙烯磺酸盐(PEDOT:PSS)、聚乙炔、聚吡咯、聚乙炔-聚吡咯、及其任意衍生物和任意组合。

[0035] 可选地,碳纳米管材料是单壁碳纳米管材料。可选地,碳纳米管材料是双壁碳纳米管材料。可选地,碳纳米管材料是多壁碳纳米管材料。可选地,碳纳米管材料是杂原子掺杂的碳纳米管材料。杂原子掺杂的碳纳米管材料的示例包括(但不限于):硼掺杂的碳纳米管材料、氮掺杂的碳纳米管材料、氧掺杂的碳纳米管材料、氢掺杂的碳纳米管材料、及其任意组合。

[0036] 在一些实施例中,聚合物碳纳米管复合材料中的聚合物材料涂覆在碳纳米管材料上,从而修改碳纳米管材料的表面以实现有利的特性。例如,聚合物材料可修改碳纳米管材料,从而使得碳纳米管材料的表面电阻显著减小。当分别在第二部分和第三部分上形成源极和漏极时,在有源层与源极和漏极之间实现了欧姆接触。因此,所述薄膜晶体管消除了对有源层与源极和漏极之间的欧姆接触层的需求。

[0037] 相应地,在一些实施例中,薄膜晶体管还包括:源极,其位于源极接触区中,与第二部分直接接触;以及漏极,其位于漏极接触区中,与第三部分直接接触。参照图1,源极S位于

第二部分的远离底部衬底BS的一侧上,并且漏极D位于第三部分的远离底部衬底BS的一侧上。第二部分的至少一部分包括聚合物碳纳米管复合材料。第三部分的至少一部分包括聚合物碳纳米管复合材料。可选地,整个第二部分包括聚合物碳纳米管复合材料。可选地,整个第三部分包括聚合物碳纳米管复合材料。

[0038] 可选地,薄膜晶体管还包括位于第二部分与源极之间的欧姆接触层。可选地,薄膜晶体管还包括位于第三部分与漏极之间的欧姆接触层。

[0039] 可选地,聚合物碳纳米管复合材料层包括至少两种彼此不同的聚合物。可选地,碳纳米管材料涂覆有至少两种不同的聚合物。

[0040] 可选地,通过在碳纳米管层上涂覆聚合物材料来形成聚合物碳纳米管复合材料层。可选地,聚合物材料包括诸如聚合物墨水的聚合物溶液或熔融聚合物材料。可选地,通过在碳纳米管层上涂覆可聚合的单体材料并在碳纳米管层上就地聚合所述单体材料,来形成聚合物碳纳米管复合材料层。

[0041] 可选地,聚合物材料可非共价地包覆在碳纳米管材料周围。可选地,聚合物材料可共价地附着于碳纳米管材料。可选地,当聚合物具有芳基官能团时,聚合物材料可通过诸如 π - π 相互作用的其他相互作用附着于碳纳米管材料。

[0042] 可选地,聚合物碳纳米管复合材料包括:基质组分(matrix constituent),其为复合材料提供内聚力;以及增强组分(reinforcer constituent),其为复合材料提供有利的电特性、机械特性和/或物理特性。可选地,碳纳米管材料是基质组分,并且聚合物材料是增强组分。可选地,聚合物材料分散在碳纳米管基质中。可选地,聚合物材料是基质组分,并且碳纳米管材料是增强组分。可选地,碳纳米管材料分散在聚合物基质中。可选地,聚合物材料修改了碳纳米管层的表面,用于提供更低的接触电阻。

[0043] 参照图1,有源层AL还包括对应于沟道区CR的第一部分。可选地,第一部分是碳纳米管层。可选地,碳纳米管层实质上由碳纳米管材料组成,例如,第一部分基本不含聚合物材料。可选地,碳纳米管层实质上包括半导体碳纳米管材料。可选地,碳纳米管层包括按重量小于约2%的聚合物材料。

[0044] 可选地,第一部分可掺有例如用于提高载流子迁移率以及减小泄漏电流的掺杂剂。所述掺杂剂是与第二部分和第三部分中的聚合物材料不同的材料。

[0045] 在一些实施例中,薄膜晶体管还包括栅极层以及位于有源层与栅极层之间的栅极绝缘层。薄膜晶体管可为顶栅型薄膜晶体管。可选地,薄膜晶体管是底栅型薄膜晶体管。图1示出了底栅型薄膜晶体管的结构。参照图1,所述薄膜晶体管包括:栅极G,其位于底部衬底BS上;栅极绝缘层GI,其位于栅极G的远离底部衬底BS的一侧上;有源层AL,其位于栅极绝缘层GI的远离栅极G的一侧上;以及源极和漏极,其位于有源层AL的远离栅极绝缘层GI的一侧上。

[0046] 可选地,所述薄膜晶体管是顶栅型薄膜晶体管。可选地,所述薄膜晶体管包括:有源层,其位于底部衬底上;源极和漏极,其位于有源层的远离底部衬底的一侧上;栅极绝缘层,其位于源极、漏极和有源层的远离底部衬底的一侧上;以及栅极,其位于栅极绝缘层的远离有源层的一侧上。

[0047] 在另一个方面,本公开提供了一种制作薄膜晶体管的有源层的方法,所述有源层具有对应于沟道区的第一部分、对应于源极接触区的第二部分、以及对应于漏极接触区的

第三部分。在一些实施例中,所述方法包括:使用含聚合物材料和碳纳米管材料的聚合物碳纳米管复合材料来形成第二部分和第三部分。具体而言,一些实施例中的方法包括:在底部衬底上形成碳纳米管层,其位于源极接触区和漏极接触区中;以及,用聚合物材料涂覆源极接触区和漏极接触区中的碳纳米管层,从而形成具有聚合物碳纳米管复合材料的第二部分和第三部分。

[0048] 可使用各种适当的方法来制造所述薄膜晶体管。例如,可利用具有对应于第二部分和第三部分的图案的掩模板,将聚合物材料直接涂覆在位于源极接触区和漏极接触区中的碳纳米管层上。例如,所述掩模板可包括对应于有源层的第二部分和第三部分的第一分区、以及对应于底部衬底的其余部分的第二分区。可通过例如旋涂将聚合物材料涂覆在碳纳米管层上。

[0049] 在一些实施例中,所述方法包括:在底部衬底上形成碳纳米管层,其位于沟道区、源极接触区和漏极接触区中;用聚合物材料涂覆位于沟道区、源极接触区和漏极接触区中的碳纳米管层,从而形成聚合物碳纳米管复合材料层;以及,去除沟道区中的聚合物材料。

[0050] 可使用各种适当的方法来去除沟道区中的聚合物材料。例如,可通过图案化工艺来去除沟道区中的聚合物材料。图2A至图2G示出了制造在根据本公开的一些实施例中的薄膜晶体的处理。参照图2A,在底部衬底BS上对应于有源层的区域中形成包括有碳纳米管材料CNT的碳纳米管层。随后,如图2B所示,用聚合物材料P涂覆碳纳米管材料CNT。聚合物材料P和碳纳米管材料CNT形成聚合物碳纳米管复合材料层CL。可利用各种适当的方法涂覆聚合物材料P。可选地,聚合物材料P旋涂在碳纳米管材料CNT上。可选地,用具有聚合物材料P的聚合物溶液(例如,聚合物墨水)来涂覆碳纳米管材料CNT。可选地,用熔融聚合物材料P来涂覆碳纳米管材料CNT。

[0051] 参照图2C,本实施例中的方法还包括:在聚合物碳纳米管复合材料层CL的远离底部衬底BS的一侧上形成光刻胶层PR。然后,在使用掩模板MP的情况下将光刻胶层PR在UV光下曝光(图2D)。对曝光后的光刻胶层PR进行显影以获得光刻胶图案,其具有对应于沟道区的第一分区S1以及对应于源极接触区和漏极接触区的第二分区S2。如图2D所示,去除第一分区S1中的光刻胶材料,从而暴露出第一分区S1中的聚合物碳纳米管复合材料层CL。

[0052] 参照图2E,通过刻蚀(例如,湿法刻蚀或干法刻蚀)去除第一分区S1中的聚合物材料P。可对刻蚀剂进行选择,以使得所选的刻蚀剂选择性地刻蚀第一分区S1中的聚合物材料P,例如,仅刻蚀聚合物材料P而不刻蚀第一分区S1中的碳纳米管材料CNT。可通过例如刻蚀剂浓度、刻蚀持续时间以及刻蚀温度来调整所述选择性。可使用酸性刻蚀剂来刻蚀碱性聚合物材料。类似地,可使用碱性刻蚀剂来刻蚀酸性聚合物材料。可选地,可通过电子束轰击来去除第一分区S1中的聚合物材料P。

[0053] 参照图2F,一旦去除了第一分区S1中的聚合物材料P,则随后去除第二分区S2中的光刻胶材料PR,从而形成具有对应于沟道区CR的第一部分、对应于源极接触区SCR的第二部分和对应于漏极接触区DCR的第三部分的有源层AL。

[0054] 参照图2G,本实施例中的方法还包括:在源极接触区中形成源极;以及,在漏极接触区中形成漏极。可选地,所述方法包括:在源极接触区中形成与第二部分直接接触的源极;以及,在漏极接触区中形成与第三部分直接接触的漏极。

[0055] 在一些实施例中,可通过剥离(lift-off)方法制造有源层。可选地,所述方法包

括:在底部衬底上形成碳纳米管层,其位于沟道区、源极接触区和漏极接触区中;在沟道区中形成光刻胶层;用聚合物材料涂覆位于沟道区、源极接触区和漏极接触区中的碳纳米管层,从而形成聚合物碳纳米管复合材料层;以及,通过剥离方法去除沟道区中的光刻胶层和聚合物材料。例如,可利用剥离方法去除沟道区中的光刻胶层和聚合物材料。适当的剥离溶剂的示例包括(但不限于)N甲基吡咯烷酮(NMP)。

[0056] 在一些实施例中,所述方法还包括:形成栅极层,以及形成有源层与栅极层之间的栅极绝缘层。薄膜晶体管可为顶栅型薄膜晶体管。可选地,薄膜晶体管是底栅型薄膜晶体管。可选地,所述方法包括:在底部衬底上形成栅极;在栅极的远离底部衬底的一侧上形成栅极绝缘层;在栅极绝缘层的远离栅极的一侧上形成有源层;以及,在有源层的远离栅极绝缘层的一侧上形成源极和漏极。可选地,所述薄膜晶体管是顶栅型薄膜晶体管。可选地,所述方法包括:在底部衬底上形成有源层;在有源层的远离底部衬底的一侧上形成源极和漏极;在源极、漏极和有源层的远离底部衬底的一侧上形成栅极绝缘层;以及,在栅极绝缘层的远离有源层的一侧上形成栅极。

[0057] 在另一方面,本公开提供了一种通过本文所述的方法制造的薄膜晶体管。

[0058] 在另一方面,本公开提供了一种显示面板,其具有本文所述的或通过本文所述的方法制造的薄膜晶体管。

[0059] 在另一方面,本公开提供了一种具有本文所述的显示面板的显示设备。适当的显示设备的示例包括(但不限于)电子纸、移动电话、平板计算机、电视、监视器、笔记本电脑、数字相册、GPS等。

[0060] 在另一方面,本公开提供了一种电子设备,其具有本文所述的或通过本文所述的方法制造的薄膜晶体管。

[0061] 已经以示意和说明为目的而呈现了本发明实施例的以上描述。其并非旨在穷举性的,也并非旨在将本发明限于所述精确形式或限于所公开的示例性实施例。因此,以上描述应当视为示意性的而非限制性的。显然,许多修改和变化对于本领域技术实践人员而言将是显而易见的。选择和描述这些实施例是为了解释本发明的原理及其最佳实际应用,以使得本领域技术人员能够通过各种实施例以及适于实际应用的各种修改例或可行的实施方式来理解本发明。除非另外指明,否则本发明的范围旨在由所附权利要求及其等价形式限定,在其中所有术语应当被理解为其最宽泛的合理含义。因此,术语“所述发明”、“本发明”等并不一定将权利要求的范围限定在特定的实施例,并且参照本发明示例性实施例并不意味着对本发明的限制,也不应推断出任何这样的限制。本发明仅由所附权利要求的精神和范围所限制。此外,这些权利要求可适于在名词或元件之前使用“第一”、“第二”等。这些术语应当理解为一种命名法,而不应被理解为对这些命名法所修饰的元件的数量进行限制,除非已经给出了具体的数量。所描述的任何优点和益处可不应用于本发明的所有实施例。本领域技术人员应当理解的是,在不脱离由所附权利要求限定的本发明的范围的情况下,可以对所描述的实施例进行各种变化。此外,本公开的任何元件和组件均不旨在贡献给公众,无论所述元件或组件是否在所附权利要求中明确提及。

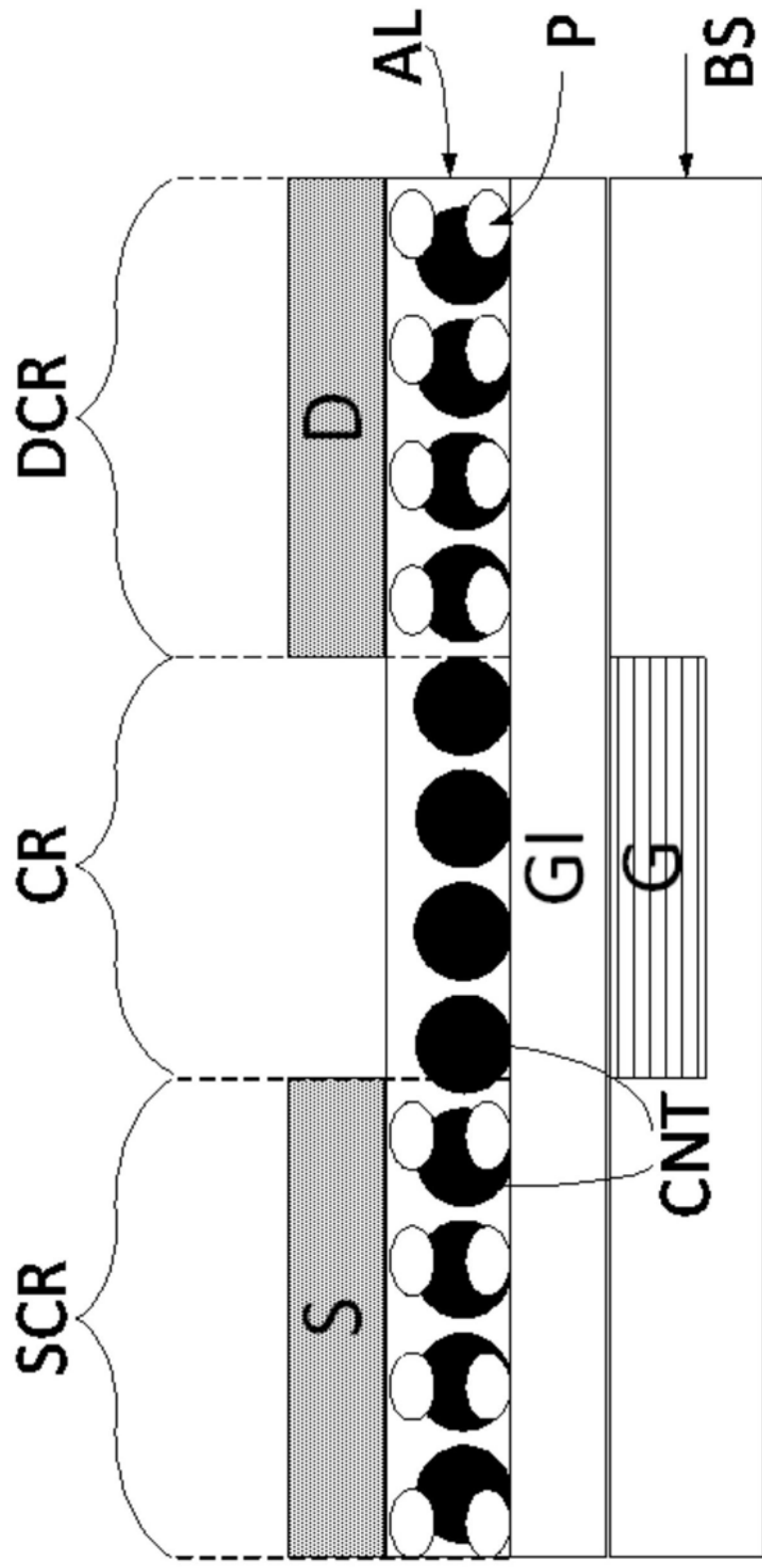


图1

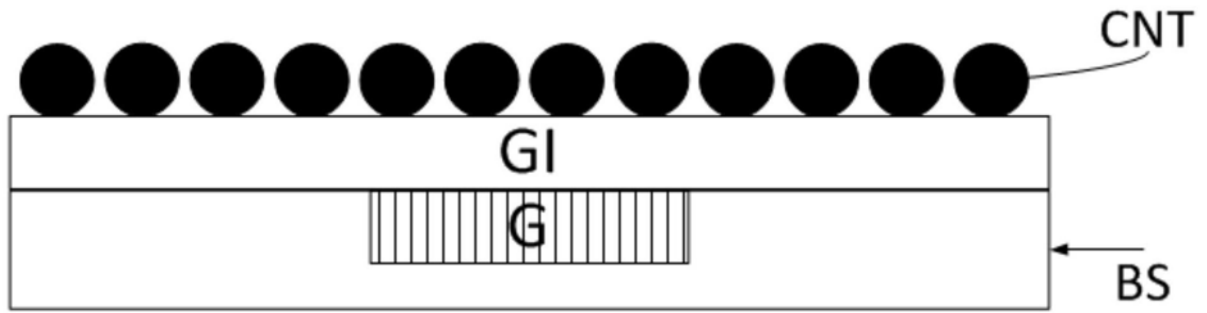


图2A

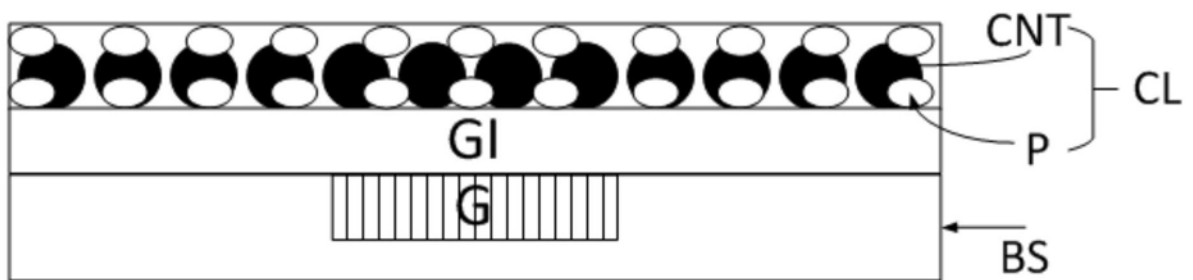


图2B

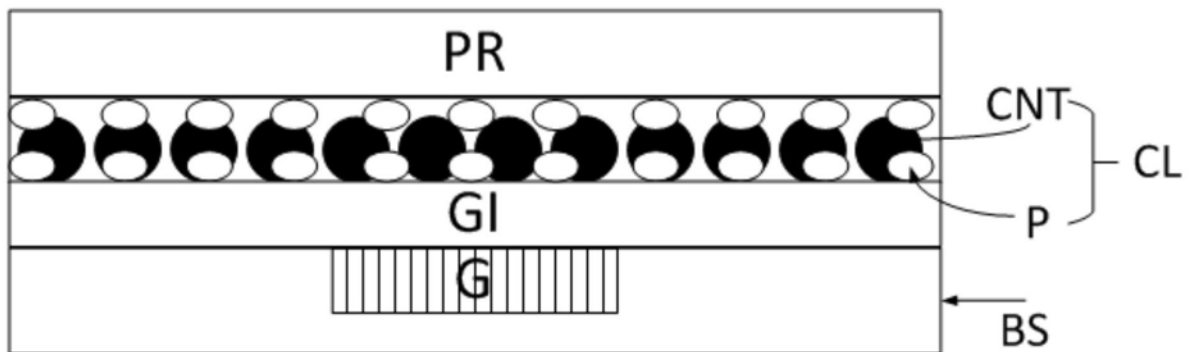


图2C

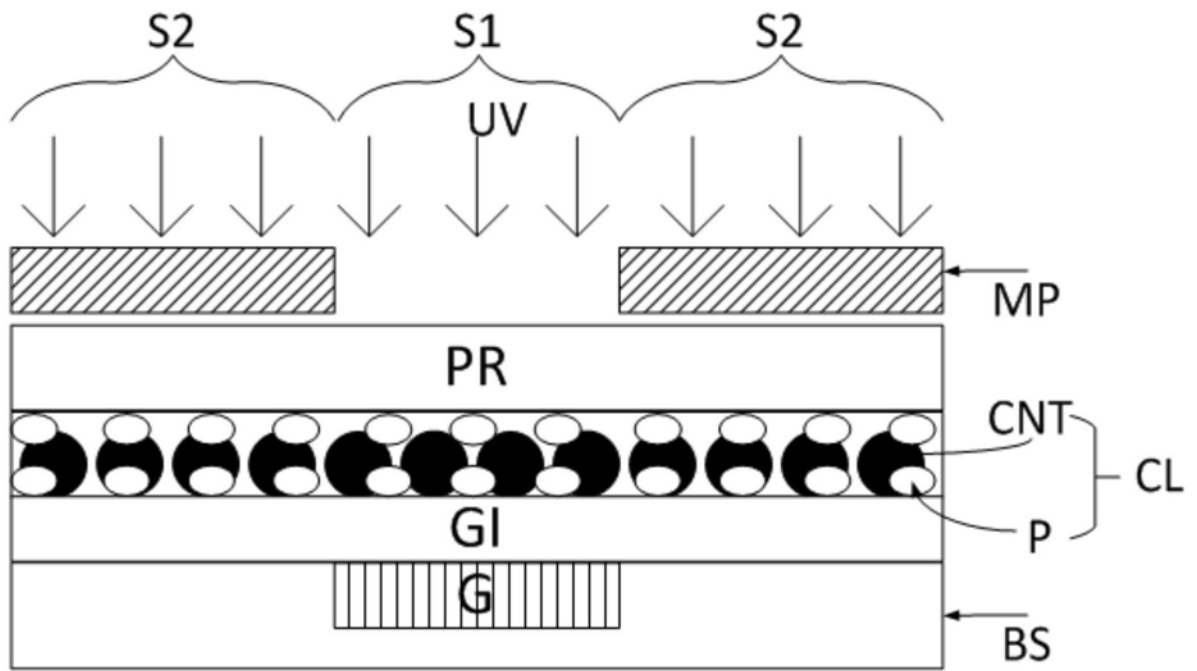


图2D

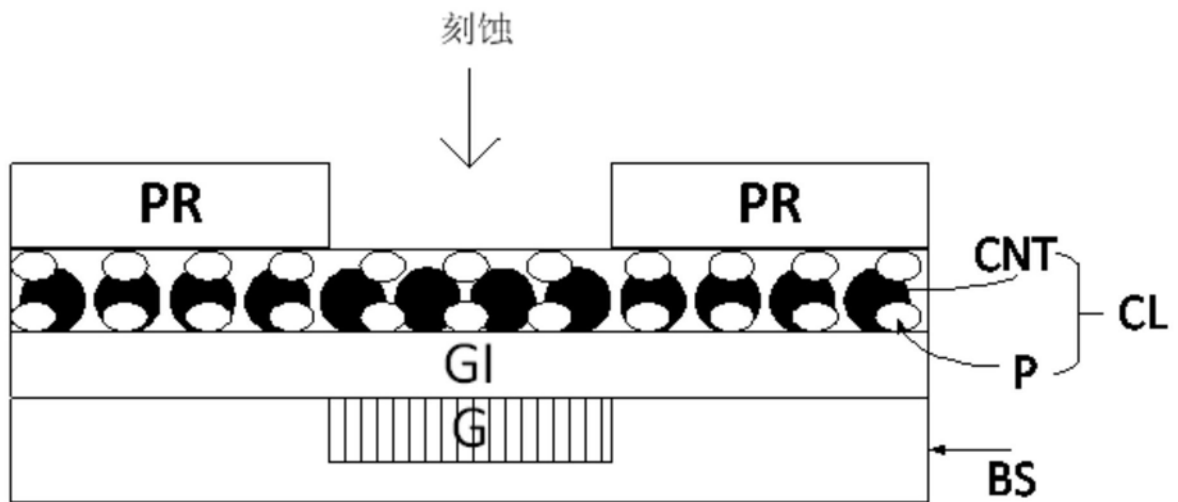


图2E

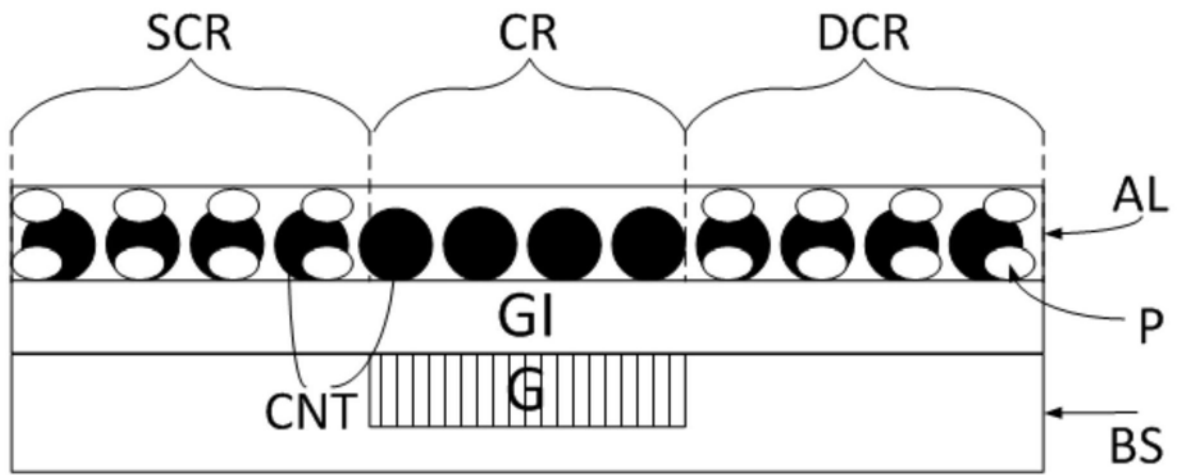


图2F

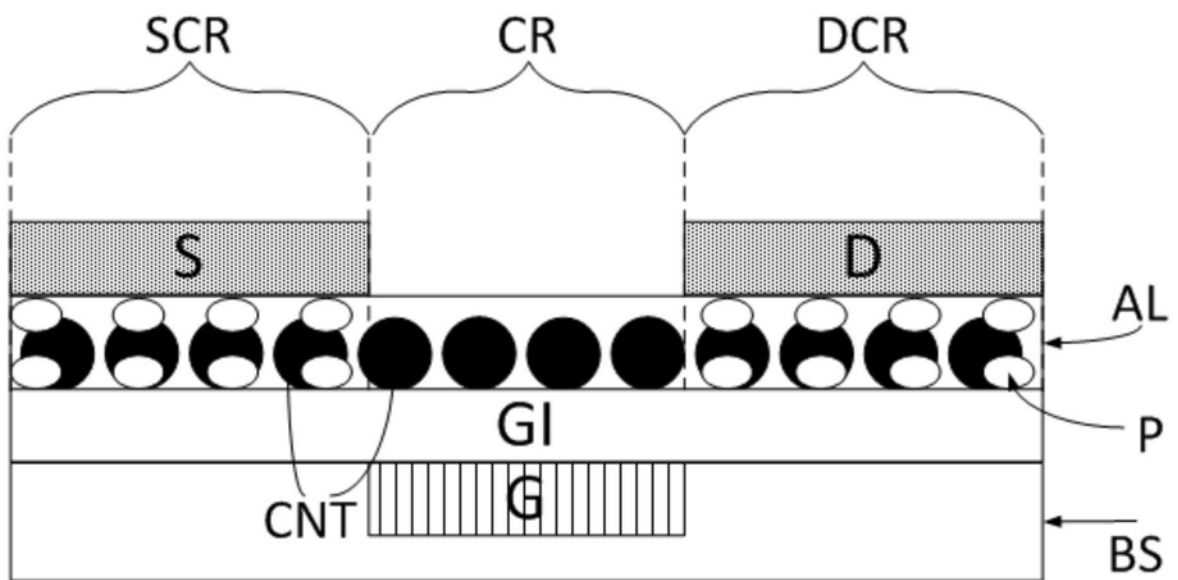


图2G