

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 11 月 20 日 (20.11.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/183418 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 51/05 (2006.01) *H01L 51/40* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/088130
- (22) 国际申请日: 2013 年 11 月 29 日 (29.11.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310181851.6 2013 年 5 月 16 日 (16.05.2013) CN
- (71) 申请人: 京东方科技集团股份有限公司 (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区酒仙桥路 10 号, Beijing 100015 (CN)。
- (72) 发明人: 王向华 (WANG, Xianghua); 中国北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。熊贤风 (XIONG, Xianfeng); 中国北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。刘则 (LIU, Ze); 中国北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。邱龙臻 (QIU, Longzhen); 中

国北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京市柳沈律师事务所 (LIU, SHEN & ASSOCIATES); 中国北京市朝阳区北辰东路 8 号汇宾大厦 A0601, Beijing 100101 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: ORGANIC THIN-FILM TRANSISTOR AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 有机薄膜晶体管及其制备方法

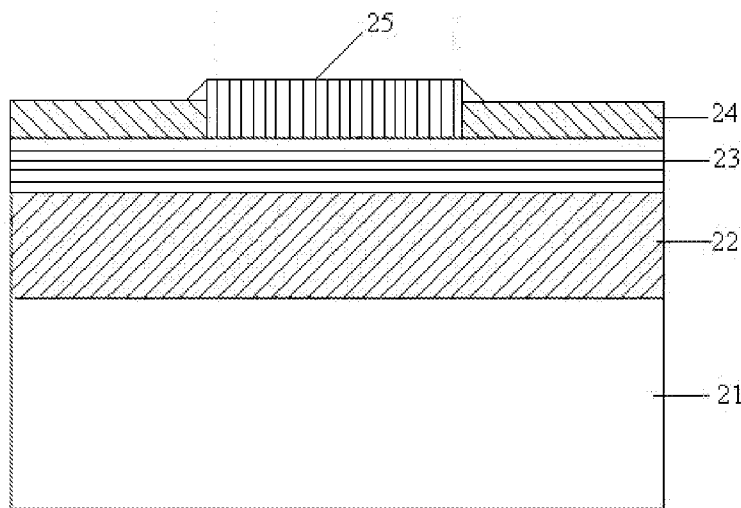


图 2 /Fig.2

(57) Abstract: An organic thin-film transistor and a preparation method therefor. The organic thin-film transistor comprises a substrate, a gate electrode layer (21) and a source-drain electrode layer (24) formed on the substrate, wherein an organic semiconductor layer (25) is formed between a source electrode and a drain electrode of the source-drain electrode layer (24); and an organic insulating layer (23) which is formed between the gate electrode layer (21) and the organic semiconductor layer (25) and is made of an organic polymer material.

(57) 摘要: 一种有机薄膜晶体管及其制备方法。该有机薄膜晶体管包括基板, 形成在所述基板上的栅电极层 (21) 和源漏电极层 (24); 在源漏电极层 (24) 的源漏电极之间形成有有机半导体层 (25); 以及形成在所述栅电极层 (21) 和有机半导体层 (25) 之间且由有机聚合物材料制成的有机绝缘层 (23)。



WO 2014/183418 A1



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

有机薄膜晶体管及其制备方法

技术领域

5 本发明的实施例涉及一种有机薄膜晶体管及其制备方法。

背景技术

有机薄膜晶体管 (Organic Thin Film Transistor, OTFT) 是一种用有机材料代替传统无机材料制成的半导体器件。相对于无机材料制成的晶体管而言,
10 OTFT 的成膜技术更多、更新,从而使制作工艺简单、多样、成本低,制成的晶体管更具有柔性。

由于氧化硅是硅基半导体器件中非常重要的绝缘材料且制备工艺成熟,因此在如图 1 所示的现有的有机薄膜晶体管结构中,通常采用氧化硅作为栅电极层 11 上的绝缘层 12,之后在绝缘层 12 上制备源漏电极层 13,并在源漏
15 电极层 13 上打印有机半导体材料形成有机半导体层 14。

在现有的喷墨打印制备有机薄膜晶体管的工艺中,多数是将有机半导体墨水材料直接打印在氧化硅衬底上,由于有机半导体材料在氧化硅表面和金属电极表面的结晶性能存在差异,因此导致了有机半导体薄膜在沟道边界的不连续,从而无法满足跨沟道打印连续有机半导体薄膜的需要,最终会破坏
20 有机半导体薄膜的连续性和失去对有机半导体薄膜晶体结构的控制作用。此外,从器件性能角度看,直接将有机半导体材料打印在氧化硅衬底上,其传输特性往往还表现有明显的迟滞现象。

发明内容

25 本发明的一个实施例提供一种有机薄膜晶体管,包括:

基板;

形成在所述基板上的栅电极层和源漏电极层;

在源漏电极层的源漏电极之间形成有有机半导体层;以及

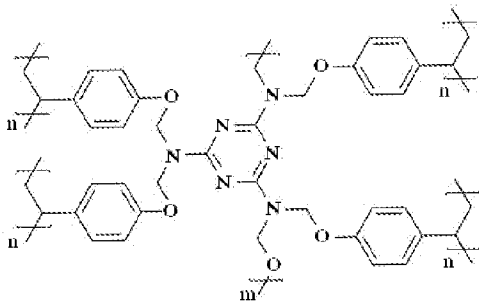
形成在所述栅电极层和有机半导体层之间且由有机聚合物材料制成的有
30 机绝缘层。

在一个示例中，在所述栅电极层和所述有机半导体层之间还形成有无机绝缘层，所述有机绝缘层位于所述无机绝缘层和所述有机半导体层之间。

在一个示例中，所述有机半导体层的至少一部分与所述有机绝缘层直接接触。

- 5 在一个示例中，所述有机半导体层的至少用于形成沟道的部分与所述有机绝缘层直接接触。

在一个示例中，所述有机聚合物材料由聚(4-乙烯基苯酚)和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)发生交联反应生成，所述有机聚合物材料具有式(I)所示的甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)交联聚(4-乙烯基苯酚)重复单元：



(I)。

在一个示例中，所述有机聚合物材料中的聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数之和占总质量份数的 5~15%，且聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数比小于 5，大于 1。

本发明的另一个实施例提供一种有机薄膜晶体管的制备方法，包括：

- 15 在形成有栅电极层的基板上形成有由有机聚合物材料制成的有机绝缘层；

在形成有所述有机绝缘层的基板上形成源漏电极层和有机半导体层。

在一个示例中，所述在形成有栅电极层的基板上形成有由有机聚合物材料制成的有机绝缘层包括：

- 20 制备有机聚合物材料的溶液；

将制备的有机聚合物材料溶液涂覆在形成有栅电极层的基板上，以便形成有机绝缘层；或

在形成有栅电极层的基板上形成无机绝缘层；

制备有机聚合物材料的溶液；

- 25 将制备的有机聚合物材料溶液涂覆在形成有栅电极层和无机绝缘层的基板上，以便形成有机绝缘层。

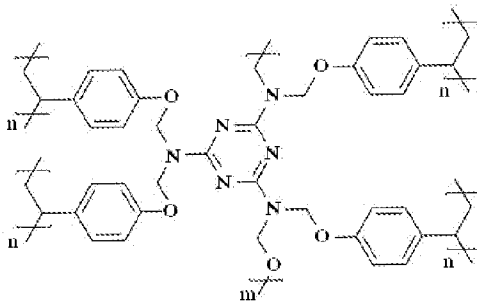
在一个示例中，所述制备有机聚合物材料的溶液包括：

将聚(4-乙烯基苯酚)、甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)溶于丙二醇单甲醚乙酸酯混合制成所述有机聚合物材料的溶液；

所述将制备的有机聚合物材料溶液涂覆形成有机绝缘层包括：

- 5 聚(4-乙烯基苯酚)和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)在加热条件下发生有机交联反应，形成所述有机绝缘层。

在一个示例中，聚(4-乙烯基苯酚)和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)发生交联反应生成有机高分子聚合物，所述有机高分子聚合物具有式(I)所示的甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)交联聚(4-乙烯基苯酚)重复单元：



10

(I)。

在一个示例中，所述溶液中的聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数之和占所述溶液总质量份数的5~15%，且聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数比为小于5，大于1。

- 15 在一个示例中，聚(4-乙烯基苯酚)、甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)和丙二醇单甲醚乙酸酯按照质量比6:4:90混合制成所述溶液。

在一个示例中，将制备的有机聚合物材料溶液以先低速旋涂后高速旋涂的方式涂覆在形成有栅电极层的基板上或形成有栅电极层和无机绝缘层的基板上。

- 20 在一个示例中，低速旋涂为以800转/分钟的转速旋涂，高速旋转为以4000转/分钟的转速旋涂。

在一个示例中，将制备的有机聚合物材料溶液涂覆在形成有栅电极层的基板上或形成有栅电极层和无机绝缘层的基板上之后，

- 25 将涂覆有有机聚合物材料溶液的基板放入真空干燥箱中进行热处理，使聚(4-乙烯基苯酚)和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)在加热条件下发生有机交联反应，以形成有机绝缘层。

在一个示例中，将涂覆有有机聚合物材料溶液的基板放入真空干燥箱中

加热的温度为 180℃。

附图说明

5 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅涉及本发明的一些实施例，而非对本发明的限制。

图 1 为现有技术中的有机薄膜晶体管结构示意图；

图 2 为本发明实施例一种有机薄膜晶体管示意图；

图 3 为本发明实施例另一种有机薄膜晶体管示意图；

10 图 4 为本发明实施例中两种大小不同的源漏电极示意图；

图 5 为本发明实施例使用图 4 所示大小不同的电极制备的底栅顶接触有机薄膜晶体管在 12 小时真空处理前后的场效应迁移率统计图；

图 6 为本发明实施例底栅底接触结构的有机薄膜晶体管在沟道区的高倍偏光显微镜照片；

15 图 7 为本发明实施例使用图 4 所示大小不同的电极和沟道长度的底栅底接触结构的有机薄膜晶体管的场效应迁移率统计图；

图 8 为本发明实施例底栅底接触有机薄膜晶体管与相应的底栅顶接触器件的传输特性对比图。

20 具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获
25 得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

下面结合附图对本发明实施例提供一种有机薄膜晶体管及其制备方法进行详细描述。

本发明实施例提供了一种有机薄膜晶体管，包括基板以及形成在所述基板上的栅电极层和源漏电极层，在源漏电极层的源漏电极之间形成有有机半
30 导体层，在所述栅电极层和有机半导体层之间还形成有由有机聚合物材料制

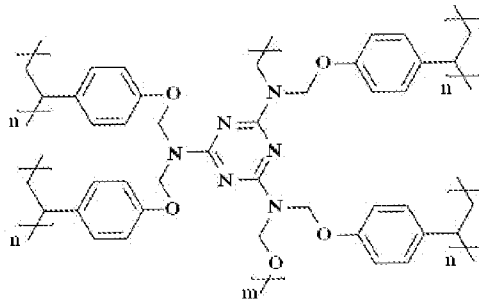
成的有机绝缘层。

本发明实施例提供了一种有机薄膜晶体管，是在栅电极层和有机半导体层之间增加了一层由有机聚合物材料制成的有机绝缘层。与由氧化硅材料形成的绝缘层相比，因为由有机聚合物材料形成的有机绝缘层的表面能与源漏电极层的表面能具有更好的相似性，所以改善了在现有技术中有机半导体材料打印在源漏电极层表面与绝缘层表面产生的结晶行为的差异性，能够很好地解决有机半导体材料打印在源漏电极沟道内部、沟道与源漏电极过渡的局部区域上所形成的薄膜性质不连续的问题，从而较好地消除了有机薄膜晶体管输出特性的迟滞现象，实现有机薄膜晶体管大规模地连续性打印。

有机薄膜晶体管就其结构而言，根据栅电极的位置不同，可将其分为顶栅结构和底栅结构，此两类结构又可根据源漏电极与有机半导体层的位置不同，细分为底栅底接触结构、底栅顶接触结构、顶栅底接触结构和顶栅顶接触结构四种类型。由于在底栅底接触的有机薄膜晶体管中有机半导体的制备是在最后步骤进行的，因此制备得到的有机半导体薄膜不易在后续的制备过程中遭到破坏。相反，在底栅顶接触结构的有机薄膜晶体管中，由于需要在比较脆弱的有机半导体上制备源漏电极，因此无法采用高精度的微刻蚀工艺，而必须要透过掩模版才能进行源漏电极的制作，结果导致有机薄膜晶体管电极图案的分辨率大幅下降。因此采用底栅底接触结构制备有机薄膜晶体管更加契合应用的要求。下面分别以图 2 所示的底栅底接触结构的有机薄膜晶体管和图 3 所示的底栅顶接触结构的有机薄膜晶体管为例进行说明。

如图 2 所示，底栅底接触结构的有机薄膜晶体管包括：栅电极层 21、绝缘层 22、有机绝缘层 23、源漏电极层 24 和有机半导体层 25。有机绝缘层 23 由聚（4-乙烯基苯酚）、甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)溶于丙二醇单甲醚乙酸酯制成的溶液涂覆形成。

需要说明的是，在涂覆形成有机绝缘层的过程中，聚（4-乙烯基苯酚）和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛) 在加热条件下发生交联反应生成有机高分子聚合物，所述有机高分子聚合物具有式（I）所示的甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)交联聚（4-乙烯基苯酚）重复单元：



(I)。

其中， m 、 n 为大于等于 1 的正整数， m 、 n 的上限取值范围可根据所需材料的分子量的大小而定。例如， $m=3$ ， $n=230$ 。

通常，由聚(4-乙烯基苯酚)、甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)交联制成的材料可以统称为 PVP 材料。选用以上材料作为有机绝缘层，主要是因为 PVP 材料的表面能与源漏电极层所具有的表面能相似，可以较好地改善有机半导体材料打印在源漏电极层表面与绝缘层表面产生的结晶行为的差异性，有效地消除有机薄膜晶体管输出特性的迟滞现象，从而实现有机薄膜晶体管大规模地连续性打印。

在本发明的其他实施例中，如果有机绝缘层的电绝缘性能足够好，也可以直接使用由有机聚合物材料制作的有机绝缘层作为栅绝缘层，即不需要在栅电极层上再制备绝缘层。

在用于制备所述 PVP 材料的上述溶液中的聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数之和占总质量份数的 5~15%，且聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数比小于 5，大于 1。优选地，聚(4-乙烯基苯酚)、甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)和丙二醇单甲醚乙酸酯按质量比 6:4:90 制成。选用此比例配制而成的 PVP 材料制成的有机绝缘层，可以与源漏电极层具有更加相似的表面能，可以较好地改善有机半导体材料打印在源漏电极层表面与绝缘层表面产生的结晶行为的差异性，从而实现有机薄膜晶体管大规模地连续性打印。

图 3 所示实施例为图 2 所示实施例的一种变型，其与图 2 所示实施例的不同主要在于薄膜晶体管的结构。如图 3 所示，底栅顶接触结构的有机薄膜晶体管包括：栅电极层 31、绝缘层 32、有机绝缘层 33、源漏电极层 34 和有机半导体层 35。有机绝缘层 33 的制备方法与图 2 所示实施例中的有机绝缘层 23 的制备方法相同。

从以上图 2 和图 3 可以看到，本发明实施例的有机薄膜晶体管中，有机半导体层的至少一部分与有机绝缘层直接接触。例如，有机半导体层的至少用于形成沟道的部分与有机绝缘层直接接触。

5 本发明实施例还提供了一种有机薄膜晶体管的制备方法，包括：在形成有栅电极层的基板上形成有由有机聚合物材料制成的有机绝缘层；在形成有

所述有机绝缘层的基板上形成源漏电极层和有机半导体层。

10 本发明实施例提供的这种有机薄膜晶体管制备方法，是在栅电极层和有机半导体层之间制备了一层由有机聚合物材料制成的有机绝缘层。与由氧化硅材料形成的绝缘层相比，因为由有机聚合物材料形成的有机绝缘层的表面能与源漏电极层的表面能具有更好的相似性，所以改善了在现有技术中有机半导体材料打印在源漏电极层表面与绝缘层表面产生的结晶行为的差异性，能够很好地解决有机半导体材料打印在源漏电极沟道内部、沟道与源漏电极过渡的局部区域上所形成的薄膜性质不连续的问题，从而较好地消除了有机薄膜晶体管输出特性的迟滞现象，实现有机薄膜晶体管大规模地连续性打印。

15 例如，本发明的实施例提供的有机薄膜晶体管的制备方法，可以包括以下步骤：

步骤 1、在基板上形成栅电极层；

可以使用现有的方法在基板上形成栅电极层，此处不再详述。

步骤 2、在形成有栅电极层的基板上形成绝缘层；

20 绝缘层由氧化硅材料制成。在基板上制备绝缘衬底即绝缘层时：首先是将氧化硅片放入体积比为 7:3 的浓硫酸与双氧水的混合溶液中进行浸泡，直到附着于氧化硅片表面的气泡消失、去除了氧化硅片表面的有机污染为止，然后再用紫外臭氧进行清洗 30 分钟。为了加快去除氧化硅片表面有机污染的速度，可以将浓硫酸与双氧水的混合溶液放置在 90℃ 的热台上。

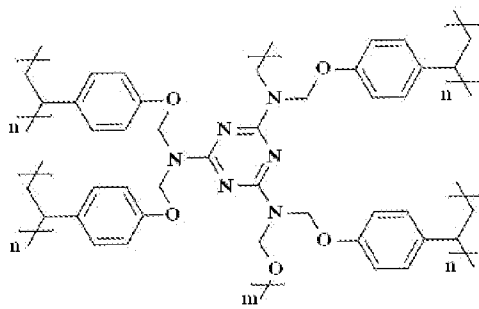
25 步骤 3、在形成有栅电极层和绝缘层的基板上形成有机绝缘层；

有机绝缘层可以由有机聚合物材料制成。制备第二绝缘衬底即有机绝缘层时可以按照如下步骤进行：首先将有机聚合物材料聚（4-乙烯基苯酚）、甲基化聚（三聚氰胺-co-甲醛）溶于丙二醇单甲醚乙酸酯制成所述有机聚合物材料的溶液；然后，将制备的有机聚合物材料溶液涂覆在形成有栅电极层和

30 绝缘层的基板上；再然后，将涂覆有有机聚合物材料溶液的基板放入真空干

燥箱中进行热处理,即可形成第二绝缘衬底。需要说明的是,在涂覆形成第二绝缘衬底的过程中,聚(4-乙烯基苯酚)和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)在加热条件下发生有机交联反应生成有机高分子聚合物,所述有机高分子聚合物具有式(I)所示的甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)交联聚(4-乙烯基苯酚)重

5 复单元:



(I)。

可选的,在制备有机聚合物材料溶液时,所述有机聚合物材料溶液中的聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数之和占所述溶液总质量份数的 5~15%,且聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-
10 甲醛)的质量份数比小于 5,大于 1。优选地,聚(4-乙烯基苯酚)、甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)和丙二醇单甲醚乙酸酯按照质量比 6:4:90 制成所述溶液。

在将有机聚合物材料溶液涂覆在形成有栅电极层和绝缘层的基板上时,所述有机聚合物材料溶液是以先低速旋涂后高速旋涂的方式涂覆在形成有栅
15 电极层和绝缘层的基板上的。可选的,低速旋涂为以 800 转/分钟的转速旋涂 8 秒,高速旋转为以 4000 转/分钟的转速旋涂 40 秒。从而,能够更好地将有机聚合物材料溶液均匀地旋涂在基板上。

可选的,在真空干燥箱中进行热处理时,所述涂覆有有机聚合物材料溶液的基板的热处理条件为在 180℃温度下热处理 90 分钟。当然,还可以根据
20 涂覆的有机溶液的厚度而对热处理的温度或时间做出适当的调整,本发明的实施例对此不作限制。

步骤 4、在形成有栅电极层、绝缘层和有机绝缘层的基板上喷墨打印有机半导体材料,以形成有机半导体层;

此步骤包括两个方面:一是有机半导体材料的配制;二是喷墨打印有机
25 半导体材料。

喷墨打印所需的有机半导体材料是以邻二氯苯为溶剂，该溶剂与作为溶质的有机半导体材料 TIPS-并五苯按重量比为 1:0.02 的比例进行混合得到混合液，然后将混合液放置在 40-45℃ 的热台上加热处理 20 分钟，直到溶质完全溶解即可使用。

- 5 在喷墨打印有机半导体材料的过程中，可以对喷头数目、点间距和单程线条间距进行设置，优选地，喷头数目为 3 个，点间距为 20 微米和单程线条间距为 100 微米。设置完成之后进行打印，将打印后的有机薄膜晶体管置于真空干燥箱中在 60℃ 温度下热处理 20 分钟。

- 10 步骤 5、在形成有栅电极层、绝缘层、有机绝缘层和有机半导体层的基板上制备源漏电极层。

- 15 可以使用现有的方法形成源漏电极层，将形成有源漏电极层图案的掩模版与在有机半导体层上已形成的图案按照有机薄膜晶体管结构要求对准，紧贴放置在有机半导体层之上，采用真空蒸镀的方法将金镀在未被掩模版遮住的区域形成源漏电极，然后在真空干燥箱中放置 12 小时，即可得到有机薄膜晶体管。该有机薄膜晶体管为底栅顶接触结构。

- 20 源漏电极的设计可分为小电极和大电极，如图 4 所示，图中位于上面的为小电极、位于下面的为大电极。小电极与大电极的主要不同在于：在小电极有机薄膜晶体管中，有机半导体层与有机绝缘层的接触面积相对于有机半导体与源漏电极的接触面积较大。采用两种大小不同的电极（但是，小电极间和大电极间的沟道尺寸是相同的）制备的有机薄膜晶体管在真空干燥箱中放置 12 小时后，有机薄膜晶体管的性能都得到了提升；如图 4 所示，小电极制备的有机薄膜晶体管在性能上优于大电极制备的有机薄膜晶体管，说明有机半导体薄膜在真空的条件下发生了重结晶，这主要是由于有机绝缘层与有机半导体层的均匀界面形成的。通过原子力显微镜表征可以发现，在旋涂有机绝缘层薄膜前后，衬底（在旋涂有机绝缘层薄膜前，该衬底指的是绝缘层；在旋涂有机绝缘层薄膜后，该衬底指的是有机绝缘层）的粗糙度从 0.5-0.6 纳米（绝缘层的粗糙度）下降到 0.3-0.4 纳米（有机绝缘层的粗糙度）。较低的粗糙度有利于形成高质量的有机半导体层和有机绝缘层的界面。因此在有机半导体结构设计方面，采用小电极可以提高有机半导体层和表面光滑的有机绝缘层的界面面积与有机半导体层和源漏电极的界面面积之比，因此有利于
- 25
- 30

提高有机薄膜晶体管的性能。

需要说明的是，在本发明的其他实施例中，如果有机绝缘层的电绝缘性能足够好，也可以直接使用由有机聚合物材料制作的有机绝缘层作为栅绝缘层，即不需要在栅电极层上再制备绝缘层，因此上面实施例中的步骤 2 可以

5 省略。

作为对上述底栅顶接触结构的有机薄膜晶体管制备方法的一种变型，本发明实施例还提供了一种制备底栅底接触结构的有机薄膜晶体管的制备方法。具体而言，是将上述制备方法中的步骤 4 和步骤 5 互换。可选的，还可以在互换后的步骤 4 和步骤 5 之间设置其他步骤。例如，在本发明的一个实
10 施例中，在制备源漏电极层之后且在喷墨打印有机半导体材料之前，该制备底栅底接触结构的有机薄膜晶体管的制备方法还可包括如下步骤：

对源漏电极层的表面进行五氟苯硫酚处理。

可选的，对源漏电极层的表面进行五氟苯硫酚处理，可以有三种方法，包括：

15 (1) 干法自组装单分子工艺，将干燥器中滴入 0.1 毫升五氟苯硫酚，放入制备有源漏电极层的基板，密封放置 12 小时；或者，

(2) 湿法自组装单分子工艺，以甲苯为溶剂，甲苯与五氟苯硫酚按照体积比为 75: 0.1 进行混合，将制备有源漏电极层的基板放入五氟苯硫酚的溶液中浸泡半小时取出，用乙醇进行冲洗，旋干，放置在 100℃ 的热台上加入
20 处理 10-20 分钟；或者，

(3) 喷墨打印图案化表面处理工艺，将五氟苯硫酚的溶液喷于金电极（即表面镀有金的源漏电极）上，使溶剂慢慢挥干，在源漏电极层表面留下表面处理剂单分子层。

在本发明实施例提供的底栅底接触有机薄膜晶体管的制备方法中，通过
25 对沟道区进行高倍偏光显微镜放大，如图 6 所示，发现所制备的底栅底接触有机薄膜晶体管在沟道边界是连续的；并且对底栅底接触结构中的源漏电极层也采用两种大小不同的电极对制备的有机薄膜晶体管在真空干燥箱中放置 12 小时后，如图 7 所示，具有较小的电极和较大的沟道长度的底栅底接触有机薄膜晶体管的场效应迁移率较高，这也再次说明了有机半导体与绝缘层之
30 间的界面大小对于有机薄膜晶体管的性能产生重要的影响作用。

除此之外，还对制备的底栅底接触有机薄膜晶体管与相应的底栅顶接触有机薄膜晶体管的传输特性做了对比，因为就有机电子而言，常选用具有底栅结构的有机薄膜晶体管，并且一般认为底栅顶接触有机薄膜晶体管在性能上更加突出，而底栅底接触电极结构在打印制备有机薄膜之前因其基板上有栅绝缘层和源漏金属电极两种介质，在其上生长的有机薄膜的性能不同，从而会影响到整个晶体管的性能。而采用本发明实施例提供的这种有机薄膜晶体管的制备方法，对比底栅底接触有机薄膜晶体管与相应的底栅顶接触有机薄膜晶体管的传输特性，如图 8 所示，对比发现二者的迁移率和开光比等性能指标相当，而且与底栅顶接触相比，底栅底接触器件具有更小的亚阈值摆动，同时采用选择性表面修饰技术后，克服了底栅底接触有机薄膜晶体管在沟道区域薄膜不连续的问题，在获得高迁移率的同时，还提高了有机薄膜晶体管的开关速度。

以上所述仅是本发明的示范性实施方式，而非用于限制本发明的保护范围，本发明的保护范围由所附的权利要求确定。

权利要求书

1、一种有机薄膜晶体管，包括：

基板；

5 形成在所述基板上的栅电极层和源漏电极层；

在源漏电极层的源漏电极之间形成有有机半导体层；以及

形成在所述栅电极层和有机半导体层之间且由有机聚合物材料制成的有机绝缘层。

2、根据权利要求1所述的有机薄膜晶体管，其中，在所述栅电极层和所述有机半导体层之间还形成有无机绝缘层，所述有机绝缘层位于所述无机绝缘层和所述有机半导体层之间。

3、根据权利要求1或2所述的有机薄膜晶体管，其中，所述有机半导体层的至少一部分与所述有机绝缘层直接接触。

4、根据权利要求3所述的有机薄膜晶体管，其中，所述有机半导体层的至少用于形成沟道的部分与所述有机绝缘层直接接触。

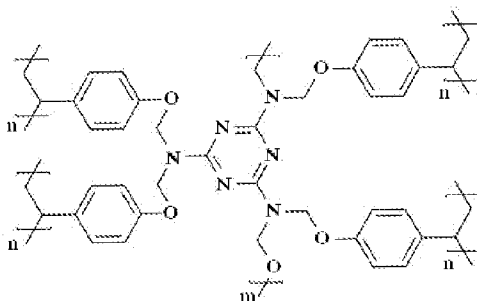
5、根据权利要求1-4任一项所述的有机薄膜晶体管，其中，制备所述有机绝缘层包括：

将聚(4-乙烯基苯酚)、甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)溶于丙二醇单甲醚乙酸酯混合制成有机聚合物材料的溶液；

20 将所述有机聚合物材料的溶液进行涂覆，聚(4-乙烯基苯酚)和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)在加热条件下发生交联反应，形成所述有机绝缘层。

6、根据权利要求1-5任一项所述的有机薄膜晶体管，其中，所述有机聚合物材料由聚(4-乙烯基苯酚)和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)发生交联反应生成，所述有机聚合物材料具有式(I)所示的甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)

25 交联聚(4-乙烯基苯酚)重复单元：



(I)。

7、根据权利要求5所述的有机薄膜晶体管，其中，所述溶液中的聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数之和占所述溶液总质量份数的5~15%，且聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数比小于5，大于1。

5 8、根据权利要求5所述的有机薄膜晶体管，其中，所述溶液是由聚(4-乙烯基苯酚)、甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)和丙二醇单甲醚乙酸酯按照质量比6:4:90混合制成。

9、一种有机薄膜晶体管的制备方法，包括：

10 在形成有栅电极层的基板上形成有由有机聚合物材料制成的有机绝缘层；

在形成有上述有机绝缘层的基板上形成源漏电极层和有机半导体层。

10、根据权利要求9所述的有机薄膜晶体管的制备方法，其中，所述在形成有栅电极层的基板上形成有由有机聚合物材料制成的有机绝缘层包括：

制备有机聚合物材料的溶液；

15 将制备的有机聚合物材料溶液涂覆在形成有栅电极层的基板上，以便形成有机绝缘层；或

在形成有栅电极层的基板上形成无机绝缘层；

制备有机聚合物材料的溶液；

20 将制备的有机聚合物材料溶液涂覆在形成有栅电极层和无机绝缘层的基板上，以便形成有机绝缘层。

11、根据权利要求10所述的有机薄膜晶体管的制备方法，其中，所述制备有机聚合物材料的溶液包括：

将聚(4-乙烯基苯酚)、甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)溶于丙二醇单甲醚乙酸酯混合制成所述有机聚合物材料的溶液；

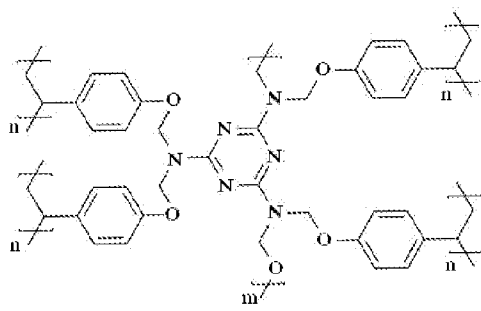
25 所述将制备的有机聚合物材料溶液涂覆形成有机绝缘层包括：

聚(4-乙烯基苯酚)和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)在加热条件下发生有机交联反应，形成所述有机绝缘层。

12、根据权利要求11所述的有机薄膜晶体管的制备方法，其中，聚(4-乙烯基苯酚)和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)发生交联反应生成有机高分子聚合物，所述有机高分子聚合物具有式(I)所示的甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)

30

交联聚(4-乙烯基苯酚)重复单元:



(I)。

13、根据权利要求 11 所述的有机薄膜晶体管的制备方法，其中，所述溶液中的聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数之和占
5 所述溶液总质量份数的 5~15%，且聚(4-乙烯基苯酚)与甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)的质量份数比为小于 5，大于 1。

14、根据权利要求 11 所述的有机薄膜晶体管的制备方法，其中，聚(4-乙烯基苯酚)、甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)和丙二醇单甲醚乙酸酯按照质量比 6:4:90 混合制成所述溶液。

10 15、根据权利要求 10 所述的有机薄膜晶体管的制备方法，其中，将制备的有机聚合物材料溶液以先低速旋涂后高速旋涂的方式涂覆在形成有栅电极层的基板上或形成有栅电极层和无机绝缘层的基板上。

16、根据权利要求 15 所述的有机薄膜晶体管的制备方法，其中，低速旋涂为以 800 转/分钟的转速旋涂，高速旋转为以 4000 转/分钟的转速旋涂。

15 17、根据权利要求 11 所述的有机薄膜晶体管的制备方法，其中，将制备的有机聚合物材料溶液涂覆在形成有栅电极层的基板上或形成有栅电极层和无机绝缘层的基板上之后，

20 将涂覆有有机聚合物材料溶液的基板放入真空干燥箱中进行热处理，使聚(4-乙烯基苯酚)和甲基化聚(三聚氰胺-co-甲醛)在加热条件下发生有机交联反应，以形成有机绝缘层。

18、根据权利要求 17 所述的有机薄膜晶体管的制备方法，其中，将涂覆有有机聚合物材料溶液的基板放入真空干燥箱中加热的温度为 180℃。

1/4

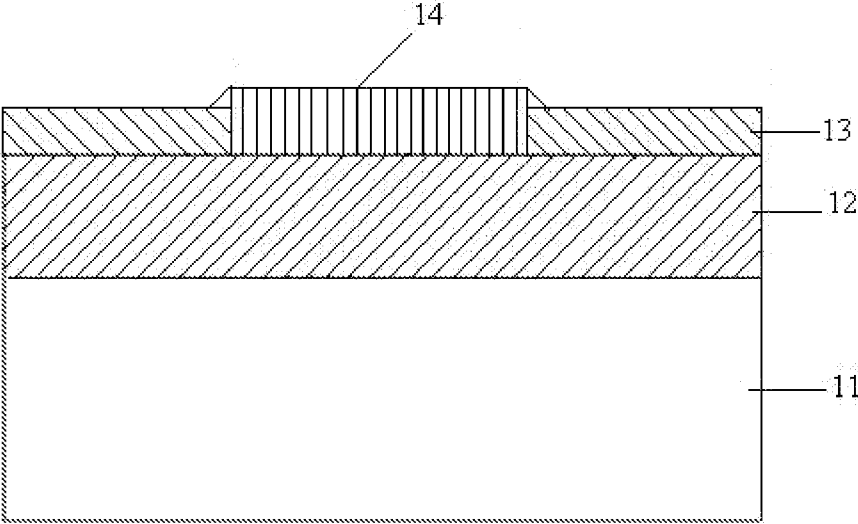


图 1

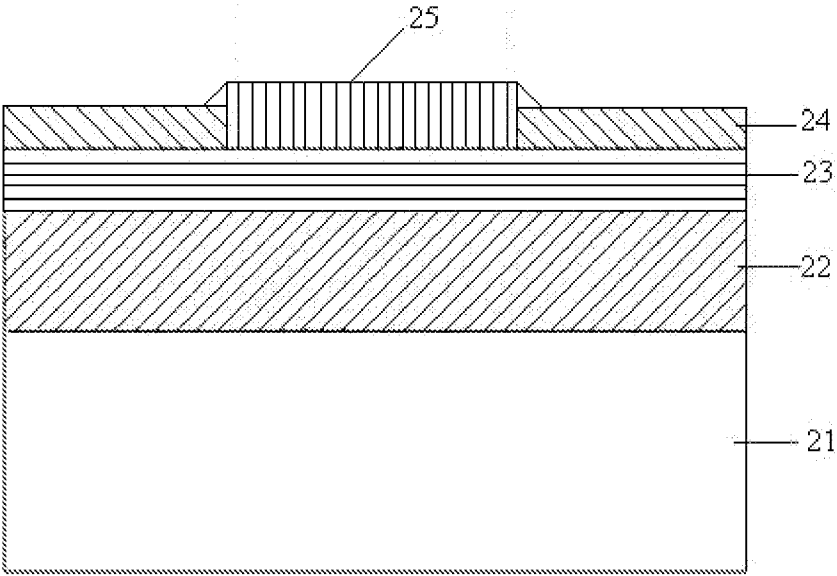


图 2

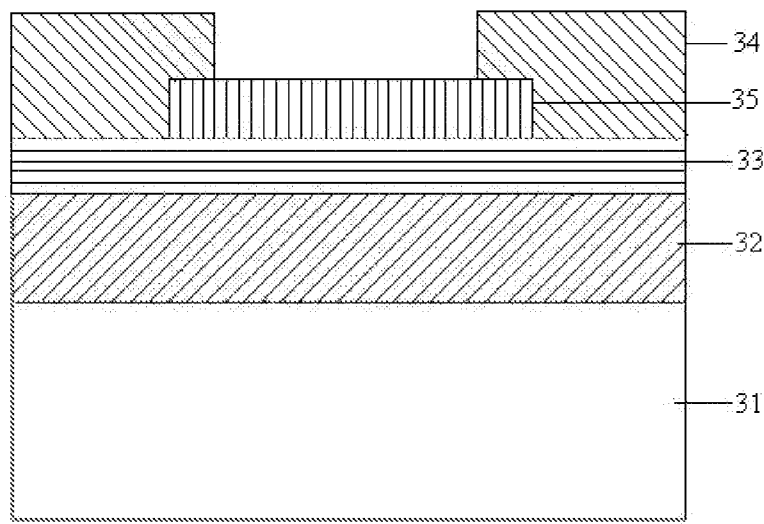


图 3

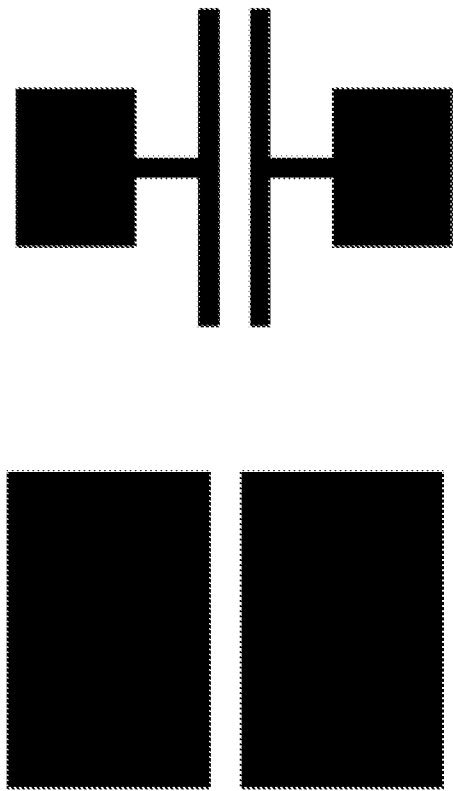


图 4

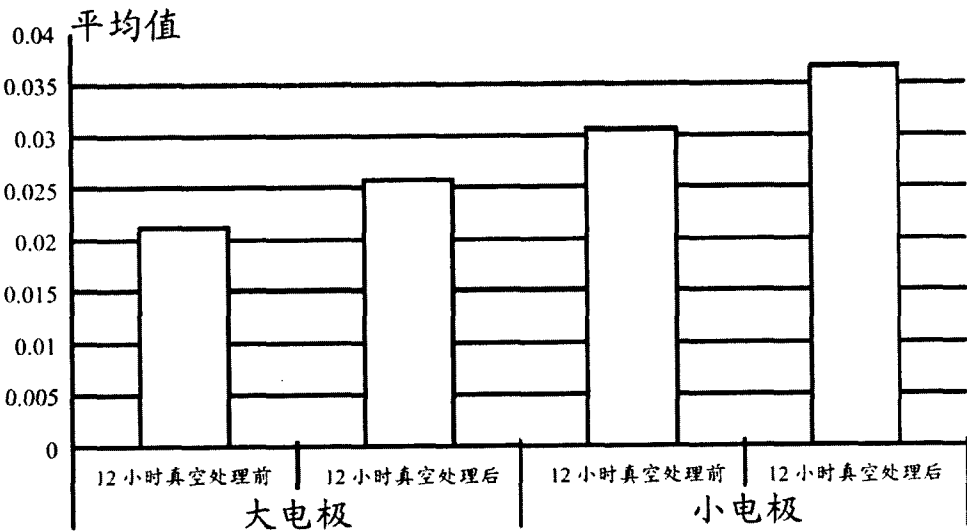


图 5



图 6

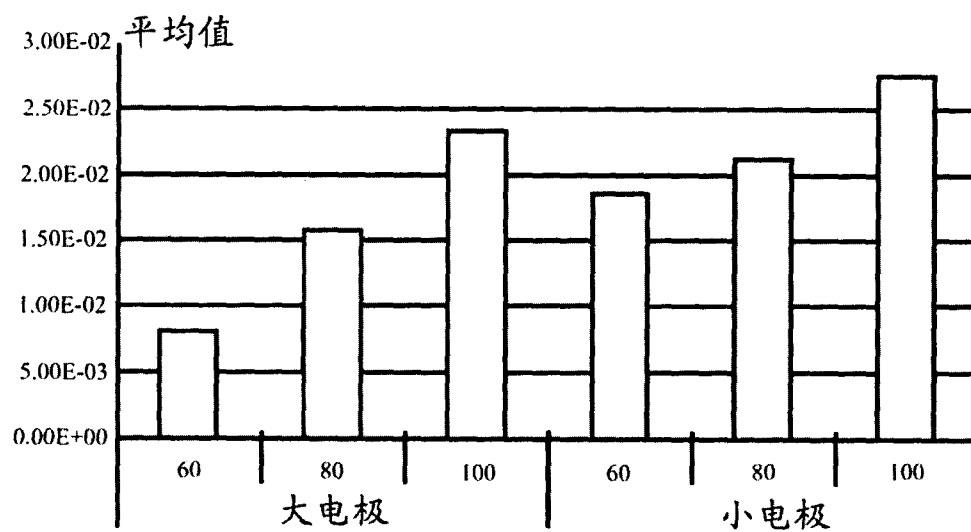


图 7

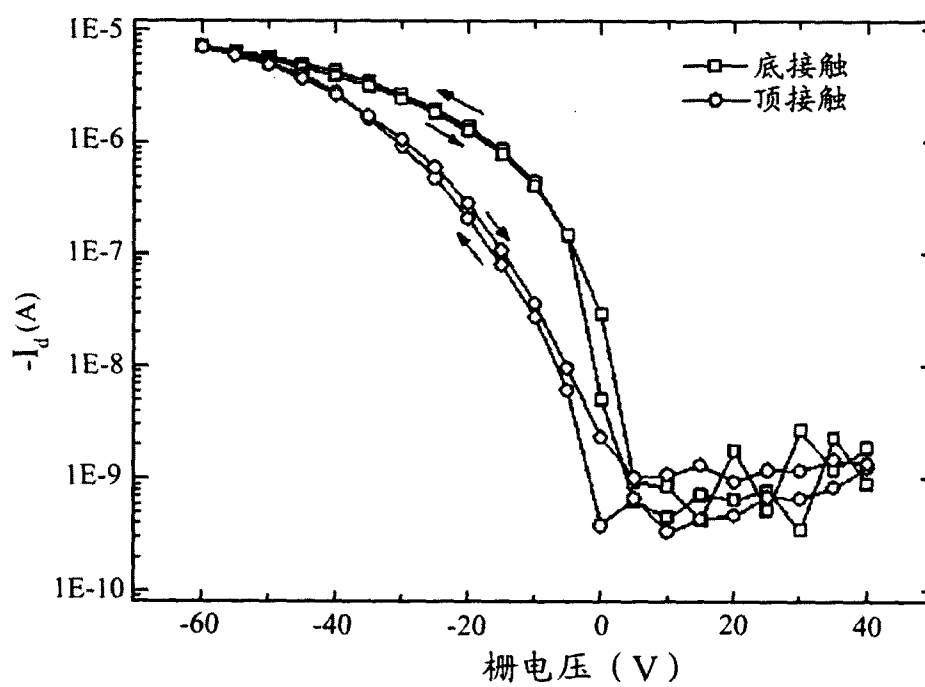


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/088130

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: thin film transistor, field effect tube, copolymerization, cross-linking, solution, solvent, vinylphenol, melamine, propylene glycol, methyl ether, acetate, TFT, OTFT, FET, PVP, PMF, PGMEA, organic, polymer+, polymelamine, formaldehyde, copolymer, polyvinyl, phenol, dielectric, insulate, cross, link+, cur+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101542744 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY AND MATERIALS), 23 September 2009 (23.09.2009), description, page 4, line 18 to page 8, line 8, and figures 1-12	1, 3-9
Y		2, 10-18
Y	CN 101645488 A (SONY CORPORATION), 10 February 2010 (10.02.2010), description, page 5, line 5 to page 9, line 12, and figures 1-5	2, 10-18
PX	CN 103325943 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.), 25 September 2013 (25.09.2013), the whole document	1-18
A	CN 101589482 A (TORAY INDUSTRIES, INC.), 25 November 2009 (25.11.2009), description, page 78, line 16 to page 79, line 10, and figures 1-2	1-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 21 January 2014 (21.01.2014)	Date of mailing of the international search report 20 February 2014 (20.02.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Ying Telephone No.: (86-10) 62412110

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/088130

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-305950 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD.), 22 November 2007 (22.11.2007), the whole document	1-18
A	HWANG, D.K. et al. Comparative Studies on the Stability of Polymer Versus SiO ₂ Gate Dielectrics for Pentacene Thin-Film Transistors. APPLIED PHYSICS LETTERS. 2006, vol.89, pages 093507~093507-3, ISSN 0003-6951	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/088130

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101542744 A	23.09.2009	KR 20090045884 A	08.05.2009
		KR 100832873 B1	02.06.2008
		CN 101542744 B	04.07.2012
		US 2010176379 A1	15.07.2010
		WO 2009005221 A1	08.01.2009
		EP 2165370 A1	24.03.2010
		JP 2010532559 A	07.10.2010
CN 101645488 A	10.02.2010	US 2010032660 A1	11.02.2010
		JP 2010040897 A	18.02.2010
		CN 101645488 B	10.10.2012
		CN 102891254 A	23.01.2013
		TW 201014005 A	01.04.2010
		KR 20100019375 A	18.02.2010
CN 103325943 A	25.09.2013	None	
CN 101589482 A	25.11.2009	US 2010102299 A1	29.04.2010
		TW 200838857 A	01.10.2008
		CN 101589482 B	30.11.2011
		US 8441002 B2	14.05.2013
		JPWO 2008090969 A1	20.05.2010
		EP 2109162 B1	01.05.2013
		EP 2109162 A1	14.10.2009
		WO 2008090969 A1	31.07.2008
		KR 20090113285 A	29.10.2009
JP 2007-305950 A	22.11.2007	JP 4807159 B2	02.11.2011

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/088130

CONTINUATION CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

H01L 51/05 (2006.01) i

H01L 51/40 (2006.01) i

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:H01L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC 薄膜晶体管, 场效应管, 有机, 聚合, 共聚, 交联, 介电, 电介, 绝缘, 溶液, 溶剂, 乙烯基苯酚, 三聚氰胺, 丙二醇, 甲醚, 乙酸酯, TFT, OTFT, FET, PVP, PMF, PGMEA, organic, polymer+, polymelamine, formaldehyde, copolymer, polyvinyl, phenol, dielectric, insulate, cross, link+, cur+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN101542744A (韩国机械研究院), 23.9 月 2009 (23.9.2009), 说明书第 4 页第 18 行—第 8 页第 8 行、附图 1—12	1,3-9
Y		2,10-18
Y	CN101645488A (索尼株式会社), 10.2 月 2010 (10.02.2010), 说明书第 5 页第 5 行—第 19 页第 12 行、附图 1—5	2,10-18
PX	CN103325943A (京东方科技集团股份有限公司), 25.9 月 2013 (25.09.2013), 全文	1-18
A	CN101589482A (东丽株式会社), 25.11 月 2009 (25.11.2009), 说明书第 78 页第 16 行—第 79 页第 10 行、附图 1—2	1-18

☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

21.1 月 2014(21.01.2014)

国际检索报告邮寄日期

20.2 月 2014 (20.02.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

李莹

电话号码: (86-10) 62412110

C(续). 相关文件

类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	JP2007-305950A (TOPPAN PRINTING CO LTD), 22.11 月 2007 (22.11.2007), 全文	1-18
A	HWANG, D. K. et al. Comparative Studies on the Stability of Polymer Versus SiO ₂ Gate Dielectrics for Pentacene Thin-Film Transistors. APPLIED PHYSICS LETTERS. 2006, 89 卷,第 093507~093507-3 页,ISSN 0003-6951	1-18

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/088130

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101542744A	23.9.2009	KR20090045884A	08.05.2009
		KR100832873B1	02.06.2008
		CN101542744B	04.07.2012
		US2010176379A1	15.07.2010
		WO2009005221A1	08.01.2009
		EP2165370A1	24.03.2010
		JP2010532559A	07.10.2010
CN101645488A	10.02.2010	US2010032660A1	11.02.2010
		JP2010040897A	18.02.2010
		CN101645488B	10.10.2012
		CN102891254A	23.01.2013
		TW201014005A	01.04.2010
		KR20100019375A	18.02.2010
CN103325943A	25.09.2013	无	
CN101589482A	25.11.2009	US2010102299A1	29.04.2010
		TW200838857A	01.10.2008
		CN101589482B	30.11.2011
		US8441002B2	14.05.2013
		JPWO2008090969A1	20.05.2010
		EP2109162B1	01.05.2013
		EP2109162A1	14.10.2009
		WO2008090969A1	31.07.2008
		KR20090113285A	29.10.2009
JP2007-305950A	22.11.2007	JP4807159B2	02.11.2011

续主题的分类:

H01L51/05(2006.01)i

H01L51/40(2006.01)i