



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103222081 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201180055677. X

H01L 51/00(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 11. 17

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

61/415, 975 2010. 11. 22 US

CN 101359719 A, 2009. 02. 04,

CN 101681929 A, 2010. 03. 24,

CN 101826563 A, 2010. 09. 08,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 05. 17

US 6955939 B1, 2005. 10. 18,

JP 2009-130368 A, 2009. 06. 11,

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/061199 2011. 11. 17

审查员 王小峰

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/071243 EN 2012. 05. 31

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 R·S·克拉夫 J·C·诺瓦克

D·H·雷丁杰 毛国平

M·E·格里芬

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 陈长会

(51) Int. Cl.

H01L 51/05(2006. 01)

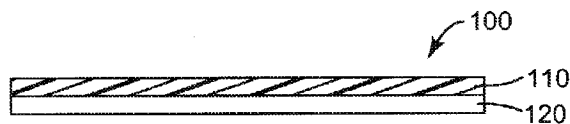
权利要求书2页 说明书20页 附图3页

(54) 发明名称

组件和包括该组件的电子器件

(57) 摘要

本发明涉及一种包括与半导体层相接触的电介质层的组件。所述电介质层包含具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料,其中所述电介质层不含氧化锆粒子。所述半导体层包含非聚合物型有机半导体材料,并且基本上不含电绝缘聚合物。本发明还公开了包括所述组件的电子元件和器件。



1. 一种有机薄膜晶体管,其包括:

设置在晶体管基底上的栅极;

源极;

漏极;

包含具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料的电介质层,其中所述具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料由包含具有至少两个(甲基)丙烯酰基团的可自由基聚合的单体的单体组合物制成,其中所述电介质层不含氧化锆粒子;其中所述源极和所述漏极设置在所述电介质层上,并且其中所述电介质层设置在栅极上或夹在所述栅极和所述电介质层之间的无机物层上;以及

设置在所述电介质层、所述源极、和所述漏极上的半导体层,其中所述半导体层含有非聚合物型有机半导体材料,并且其中所述半导体层包含基于所述半导体层的总重量计小于 3 重量%的电绝缘聚合物。

2. 一种有机薄膜晶体管,其包括:

栅极;

源极;

漏极;

包含具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料的电介质层,其中所述具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料由包含具有至少两个(甲基)丙烯酰基团的可自由基聚合的单体的单体组合物制成,其中所述电介质层不含氧化锆粒子;和

与所述电介质层接触的半导体层,其中所述半导体层含有非聚合物型有机半导体材料,并且其中所述半导体层包含基于所述半导体层的总重量计小于 3 重量%的电绝缘聚合物,其中所述半导体层设置在晶体管基底上,其中所述源极和漏极设置在所述半导体层上,其中所述栅极设置在所述电介质层上或设置在夹在所述栅极和所述电介质层之间的无机氧化物层上。

3. 一种有机薄膜晶体管,其包括:

设置在晶体管基底上的栅极;

源极;

漏极;

包含具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料的电介质层,其中所述具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料由包含具有至少两个(甲基)丙烯酰基团的可自由基聚合的单体的单体组合物制成,其中所述电介质层不含氧化锆粒子,其中所述源极和漏极设置在所述电介质层上,并且所述电介质层设置在所述栅极上或设置在夹在所述栅极和所述电介质层之间的无机物层上;和

设置在所述电介质层上的半导体层,其中所述半导体层含有非聚合物型有机半导体材料,并且其中所述半导体层包含基于所述半导体层的总重量计小于 3 重量%的电绝缘聚合物,并且其中所述源极和漏极设置在所述半导体层上。

4. 一种有机薄膜晶体管,其包括:

设置在晶体管基底上的源极和漏极;

设置在所述源极和漏极和所述晶体管基底上的半导体层;

其中所述半导体层包含非聚合物型有机半导体材料,并且其中所述半导体层包含基于所述半导体层的总重量计小于 3 重量%的电绝缘聚合物;

设置在所述半导体层上的电介质层,所述电介质层包含具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料,其中所述具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料由包含具有至少两个(甲基)丙烯酰基团的可自由基聚合的单体的单体组合物制成,其中所述电介质层不含氧化锆粒子;和

栅极,其设置在

所述电介质层上;或

夹在所述栅极和所述电介质层之间的无机氧化物层上。

组件和包括该组件的电子器件

背景技术

[0001] 多种电子器件包括具有半导体的元件；例如，具有与电介质层接触的半导体层的元件。例如，半导体层和通常被称为“栅极电介质”的电介质层可以是薄膜晶体管（TFT）的一部分。

[0002] 认为栅极电介质的物理和化学性质皆影响在与栅极电介质连接的界面处的有机半导体的电子性能。当有机 TFT (OTFT) 在开启状态下时，即当已达到或超过某个栅极到源极的偏压并且漏电流已呈指数方式上升时，随着电荷从源电极通过有机半导体沿该界面传输到漏极，该界面对于性能而言是至关重要的。因此，人们在寻找电子性能优越的栅极电介质，所述优越的电子性能例如较高的载流子迁移率、较高的开 / 关电流比、较低的关断电流以及与有机半导体结合时的较小的亚阈值斜率。

[0003] 在商业产品中实施 OTFT 所需的一个改进方面是使以相同方式制造的 OTFT 之间的电子性能更为一致或可重复，并且使同一个 OTFT 在各循环内的性能更为一致或可重复。人们寻找的是在 OTFT 运行期间更小的滞后。在驱动 OTFT 期间，由于多种因素包括电荷捕集和积聚在有机半导体和栅极电介质之间、或栅极电介质的暂时极化、或水分被栅极电介质吸收，可能导致滞后。

发明内容

[0004] 在一个方面，本发明提供了组件，其包括：

[0005] 包含具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料的电介质层，其中该电介质层不含氧化锆粒子；以及

[0006] 与电介质层接触的半导体层，其中该半导体层含有非聚合物型有机半导体材料，其中该半导体层基本上不含电绝缘聚合物，并且其中。

[0007] 根据本发明的组件在（例如）电子元件和器件中是有用的。

[0008] 因此，还提供了包括根据本发明的组件的电子器件。

[0009] 在另一个方面，本发明提供了有机薄膜晶体管，其包括：

[0010] 栅极、

[0011] 源极、

[0012] 漏极，

[0013] 以及根据本发明的组件，其中栅极与电介质层相邻，并且其中源极和漏极与半导体层相邻。

[0014] 在又一个方面，本发明提供了有机薄膜晶体管，其包括：

[0015] 栅极、

[0016] 无机氧化物层、

[0017] 源极、

[0018] 漏极，

[0019] 以及根据本发明的组件，其中无机氧化物层被夹在栅极和电介质层之间，并且其

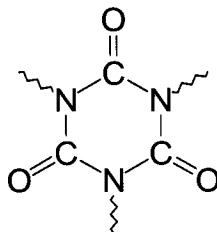
中源极和漏极与半导体层相邻。

[0020] 如本文所用：

[0021] “(甲基)丙烯酰基”是指丙烯酰基和/或甲基丙烯酰基；并且

[0022] “异氰脲酸酯基团”是指由以下结构表示的杂环基团：

[0023]



[0024] 其中~~~~是指可用于形成共价键的位点。

[0025] 在考虑具体实施方式以及所附权利要求书之后,将进一步理解本发明的特征和优点。

附图说明

[0026] 图1是根据本发明的示例性组件的示意性侧视图；

[0027] 图2A-2D是示例性薄膜晶体管的实施例的示意性剖视图；并且

[0028] 图3是实例1和比较例C-2的漏源电流与栅源偏压的关系的图线。

[0029] 尽管上述附图示出了本发明的若干示例性实施例,但如论述中所述,也可以构想出其他实施例。在所有情况下,本公开都是示例性而非限制性地示出本发明。附图可能并未按比例绘制。

具体实施方式

[0030] 现在参见图1,示例性组件100包括电介质层110和与电介质层110接触的半导体层120。

[0031] 电介质层110包含具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料,其中该电介质层不含氧化锆粒子。所述具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料可以是具有异氰脲酸酯基团的任何聚合物材料。例子包括聚合的可聚合组合物,其中该可聚合组合物包含具有以下基团的至少一种化合物:至少一个异氰脲酸酯基团和至少一个可聚合基团例如环氧基团、异氰酸酯基团($-N=C=O$)、可水解的硅烷基团(例如, $-\text{Si}(\text{OR})_3$,其中R为 C_1 - C_4 烷基或 C_1 - C_4 酰基)、可自由基聚合的基团(例如,(甲基)丙烯酰基)和/或它们的组合。该可聚合组合物还可以包含不含有异氰脲酸酯基团的另外的可聚合材料。例子包括环氧树脂、多异氰酸酯、可水解硅烷、(甲基)丙烯酸酯以及它们的组合。还可以使用能经受诸如缩聚反应的聚合方法的其他官能团。对另外的可聚合材料、固化剂/引发剂和聚合的类型的选择对于本领域的技术人员将是显而易见的。为了确保交联,通常需要可聚合组合物的至少一个可聚合组分是多官能的(即,其具有至少两个可聚合基团)。

[0032] 具有异氰脲酸酯基团的一个示例性环氧树脂为三(2,3-环氧丙基)异氰脲酸酯(其也称为异氰尿酸三缩水甘油酯),其可商购自多种来源。可用的环氧树脂可包含其中的仅有一些具有异氰脲酸酯基团的环氧化合物的组合。环氧树脂的固化剂可包括(例如)胺、

脒（例如，双氰胺）和硫醇。

[0033] 具有异氰脲酸酯基团的多异氰酸酯可以商购获得；例如，以商品名 DESMODUR N3300 得自美国宾夕法尼亚州匹兹堡美国拜耳公司 (Bayer Corporation USA (Pittsburgh, Pennsylvania)) 的六亚甲基二异氰酸酯三聚物。可用的多异氰酸酯可包含（例如）其中的仅有一些具有异氰脲酸酯基团的多异氰酸酯化合物的组合。多异氰酸酯的固化剂可包括（例如）多胺、多元醇和水分。

[0034] 具有可水解硅烷基团和异氰脲酸酯基团的示例性化合物为三（3-三甲氧基甲基丙基）异氰脲酸酯，其可商购自美国宾夕法尼亚州塔利敦的盖勒斯特有限公司 (Gelest, Inc. (Tullytown, Pennsylvania))。具有可水解硅烷基团的化合物通常为湿固化的。

[0035] 示例性的含有可自由基聚合的异氰脲酸酯基团的化合物包括三（2-羟乙基）异氰脲酸酯三丙烯酸酯（也称为三（2-丙烯酰氧基乙基）异氰脲酸酯），其以商品名为 SR368 得自美国宾夕法尼亚州艾克斯顿的沙多玛公司 (Sartomer Co. (Exton, Pennsylvania))；以及异氰尿酸三烯丙酯，其可得自美国加利福尼亚州萨克拉门托市的依斯塔化学制品公司 (Eastar Chemical Corporation (Sacramento, California))。热引发剂和 / 或光引发剂和 / 或电子束辐射可用于引发自由基聚合反应。

[0036] 相似地，异氰脲酸酯基团可以结合到用于环氧树脂、（甲基）丙烯酸树脂和 / 或多异氰酸酯例如三（氨乙基）异氰脲酸酯、三（氨丙基）异氰脲酸酯、三（氨己基）异氰脲酸酯的固化剂中。

[0037] 能够与包含可自由基聚合的异氰脲酸酯基团的化合物共聚的示例性可自由基聚合的化合物包括单（甲基）丙烯酸酯和多官能（甲基）丙烯酸酯例如二（甲基）丙烯酸酯、三（甲基）丙烯酸酯、四（甲基）丙烯酸酯、五（甲基）丙烯酸酯和低聚的聚（甲基）丙烯酸酯。

[0038] 单（甲基）丙烯酸酯的例子包括 C_{12} - C_{14} 甲基丙烯酸酯、丙烯酸异癸酯、丙烯酸 2-乙氧基乙酯、丙烯酸四氢糠基酯、丙烯酸己内酯、丙烯酸异冰片酯和环氧丙烯酸酯。

[0039] 二（甲基）丙烯酸酯的例子包括 1,3-丁二醇二丙烯酸酯、1,4-丁二醇二丙烯酸酯、1,6-己二醇二丙烯酸酯、1,6-己二醇单丙烯酸酯单甲基丙烯酸酯、乙二醇二丙烯酸酯、烷氧基化脂族二丙烯酸酯、烷氧基化环己烷二甲醇二丙烯酸酯、烷氧基化己二醇二丙烯酸酯、烷氧基化新戊二醇二丙烯酸酯、己内酯改性的新戊二醇羟基特戊酸酯二丙烯酸酯、环己烷二甲醇二丙烯酸酯、二乙二醇二丙烯酸酯、二丙二醇二丙烯酸酯、乙氧基化 (10) 双酚 A 二丙烯酸酯、乙氧基化 (3) 双酚 A 二丙烯酸酯、乙氧基化 (30) 双酚 A 二丙烯酸酯、乙氧基化 (4) 双酚 A 二丙烯酸酯、乙氧基化 (4) 双酚 A 二甲基丙烯酸酯、羟基新戊醛改性的三羟甲基丙烷二丙烯酸酯、新戊二醇二丙烯酸酯、聚乙二醇 (200) 二丙烯酸酯、聚乙二醇 (400) 二丙烯酸酯、聚乙二醇 (600) 二丙烯酸酯、丙氧基化新戊二醇二丙烯酸酯、四乙二醇二丙烯酸酯、三环癸烷二甲醇二丙烯酸酯、三乙二醇二丙烯酸酯和三丙二醇二丙烯酸酯。

[0040] 三（甲基）丙烯酸酯的例子包括甘油三丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、乙氧基化三丙烯酸酯（例如，乙氧基化 (3) 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、乙氧基化 (6) 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、乙氧基化 (9) 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、乙氧基化 (15) 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、乙氧基化 (20) 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯）、季戊四醇三丙烯酸酯、丙氧基化三丙烯

酸酯（例如，丙氧基化（3）甘油基三丙烯酸酯、丙氧基化（5.5）甘油基三丙烯酸酯、丙氧基化（3）三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、丙氧基化（6）三羟甲基丙烷三丙烯酸酯），以及三羟甲基丙烷三丙烯酸酯。

[0041] 更高官能度的（甲基）丙烯酸化合物的例子包括双三羟甲基丙烷四丙烯酸酯、双季戊四醇五丙烯酸酯、乙氧基化（4）季戊四醇四丙烯酸酯、季戊四醇四丙烯酸酯和己内酯改性的双季戊四醇六丙烯酸酯。

[0042] 低聚的可聚合（甲基）丙烯酸化合物的例子包括聚氨酯丙烯酸酯、聚酯丙烯酸酯和环氧丙烯酸酯。另外的可用的（甲基）丙烯酸酯材料包括含有乙内酰脲部分的聚（甲基）丙烯酸酯，例如，如 U. S. 4, 262, 072 (Wendling 等人) 中所述。

[0043] 有利地，基于在可聚合组合物中的可自由基聚合的化合物的总重量计，该可聚合组合物包含至少 50、65、75、80、85、90、95 或甚至至少 99 重量%的可自由基聚合的异氰脲酸酯单体。

[0044] 在每个上述情况下，至少一些可聚合材料每分子应具有不止一个可聚合基团，使得交联可以发生。

[0045] 可聚合组合物通常包含有效量的适当引发剂和 / 或固化剂使得聚合反应将发生，其选择对于本领域的技术人员将是显而易见的，并且将取决于可聚合组合物的化学性质。

[0046] 正如就可聚合（甲基）丙烯酸树脂而言，如果可聚合组合物是可自由基聚合的，则热和 / 或光引发剂可包含在该可聚合组合物中。可使用包括偶氮化合物（例如，2,2' - 偶氮双异丁腈 (AIBN)、2,2' - 偶氮二 (2- 甲基丁腈)、2,2' - 偶氮二 (2,4- 二甲基戊腈) 和过氧化物化合物（例如，过氧化苯甲酰或过氧化月桂酰）的示例性热引发剂。示例性光引发剂包括 1- 羟基 - 环己基苯基甲酮、2- 羟基 - 2- 甲基 - 1- 苯基 - 1- 丙酮、 α , α - 甲氧基 - α - 苯基苯乙酮和苯基双 (2,4,6- 三甲基苯甲酰基) 氧化膦。通常，基于电介质层的总重量计，聚合引发剂（不论是热引发剂还是光引发剂）的用量为约 0.1 重量%至 20 重量%，更通常地为约 1 重量%至约 5 重量%，但这并非必需。

[0047] 可任选地，可聚合组合物和 / 或所得的交联聚合物材料可包含添加剂，例如抑制剂、润湿剂、流变改性剂、填充剂、着色剂和光稳定剂。

[0048] 为了形成电介质层，可使用任何液相沉积技术将可聚合组合物沉积到基底上。所述基底可以是支撑整个电子器件的基底（“器件基底”）或为该器件的另一层或另一结构。例如，其可以沉积在栅极或无机氧化物层（例如，栅极上的二氧化硅或氧化铝）上。能够（例如）通过旋涂、浸涂、弯月面涂布、凹版印刷涂布或诸如喷墨印刷和柔性版印刷的印刷技术沉积可聚合组合物。

[0049] 可聚合组合物可以纯态沉积，或溶解或分散在溶剂中以形成涂层组合物。通常，可使用与树脂相容的任何溶剂（例如，有机溶剂）。溶剂和其用量的选择通常取决于所采用的液相沉积技术以及要沉积的可聚合组合物的层厚度。所用溶剂的量可用于控制涂层组合物的粘度。然而，合适的粘度范围通常取决于沉积涂层组合物所凭借的方法，因为广泛范围的剪切率与不同方法相关。

[0050] 在沉积涂层组合物之后，可将涂层组合物干燥以移除一些或全部溶剂，从而留下具有或不具有溶剂的可聚合组合物。在干燥之后，有利地是该可聚合组合物含有少于 5 重量%的溶剂。

[0051] 通常可使用能量诸如,热能、微波能、紫外线 (UV)、可见光和 / 或微粒辐射 (例如,电子束辐射) 来达到使可聚合组合物聚合和交联的目的。在一些实施例中,可聚合组合物通过自由基光聚合机制而聚合。在此类情况下,聚合反应通常在惰性气体 (诸如氮气) 的气氛下进行。能量剂量通常取决于电介质层的厚度和组成。

[0052] 在一些实施例中,电介质层基本上不含或不含无机氧化物粒子。如本文所用,术语“基本上不含无机氧化物粒子”意指电介质层包含少于 3 重量%的无机氧化物粒子。

[0053] 电介质层可 (例如) 通过使用喷墨印刷或掩模技术而图案化。要使用掩模技术而进行图案化,可如上所述沉积一层可聚合组合物。然后,可通过将该层的预定区域暴露于穿过光掩模的紫外光而使该层图案化,其中所述光掩模仅允许光根据所需图案通过。只有暴露于光的区域将固化。然后可以 (例如,与溶剂一起) 移除非聚合区域。

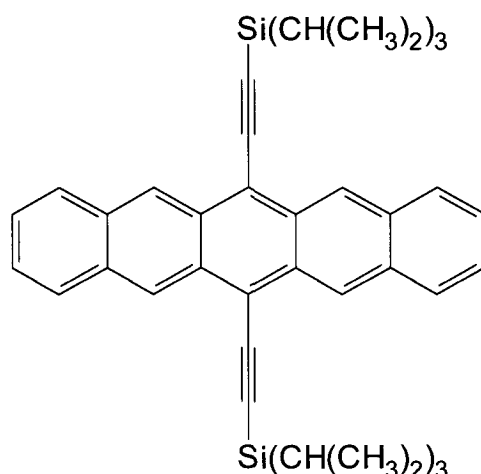
[0054] 半导体层 120 包含非聚合物型有机半导体材料。可用的有机半导体材料包括并苯、杂并苯以及它们的取代衍生物。并苯的特定例子包括蒽、萘、并四苯、并五苯以及取代的并五苯。另一个例子包括二萘嵌苯和取代的衍生物。可用的双-(2-并苯基)乙炔半导体材料在美国专利 No. 7, 109, 519 (Gerlach) 中有所描述。可用的并苯-噻吩半导体材料在美国专利 No. 6, 998, 068 (Gerlach) 中有所描述。

[0055] 并苯的取代衍生物包括被至少一个供电子基团、卤素原子或其组合取代的并苯,或任选地被至少一个供电子基团、卤素原子或其组合取代的苯并稠合并苯或聚苯并稠合并苯。所述供电子基团选自具有 1 至 24 个碳原子的烷基、烷氧基或硫代烷氧基。示例性烷基包括甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、正戊基、正己基、正庚基、2-甲基己基、2-乙基己基、正辛基、正壬基、正癸基、正十二烷基、正十八烷基以及 3,5,5-三甲基己基。取代的并五苯及其制备方法在美国专利 No. 6, 974, 877 (Vogel 等人) 和 No. 6, 864, 396 (Smith 等人) 中进行了教导。

[0056] 可用的有机半导体材料的其他例子包括富勒烯、酞菁、金属酞菁以及取代衍生物。

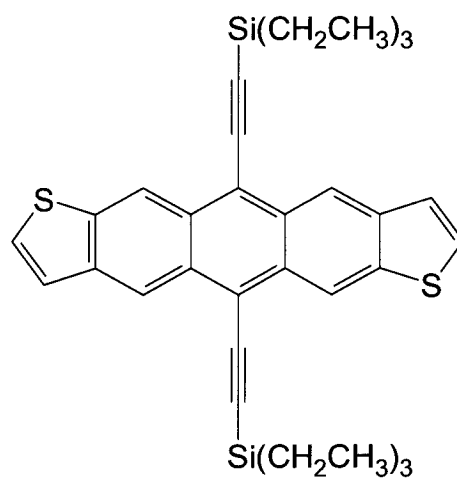
[0057] 有利地,半导体材料是可进行溶液沉积的那些。可进行溶液沉积的合适的半导体材料的例子包括:

[0058]



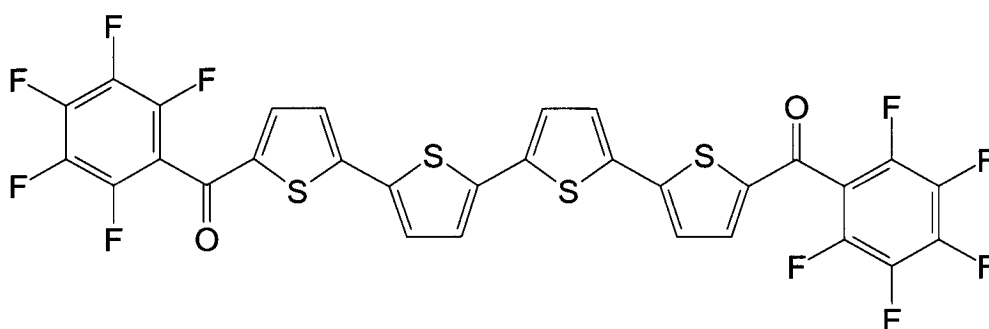
[0059] 6,13-双(三异丙基甲硅烷基乙炔基)并五苯 (TIPS 并五苯),

[0060]



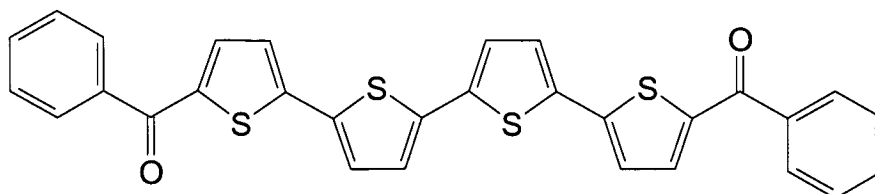
[0061] TES- 蒽二噻吩,

[0062]



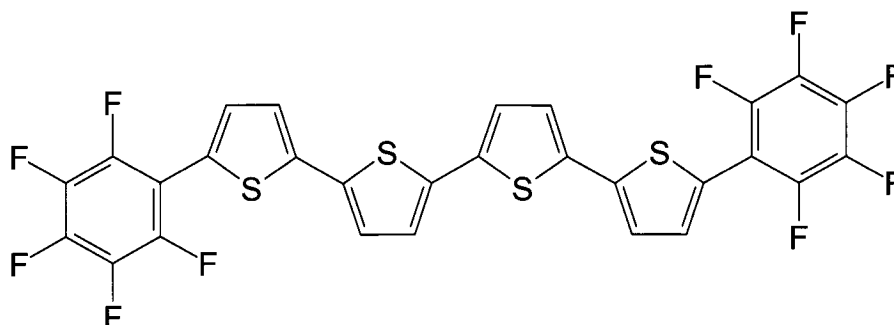
[0063] DFHC0-4T,

[0064]



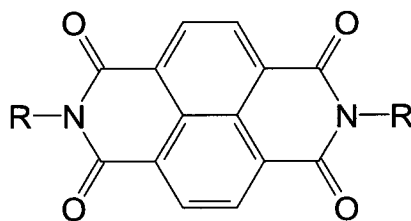
[0065] DHCO-4T,

[0066]



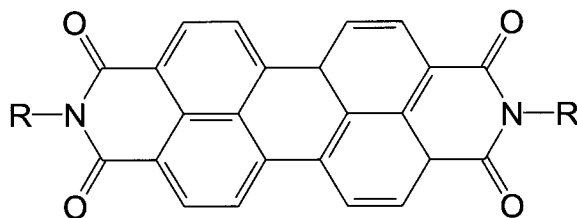
[0067] DFB-4T,

[0068]



[0069] 萘四羧酸二酰亚胺, 以及

[0070]



[0071] 芴四羧酸二酰亚胺。

[0072] 另外的合适的半导体材料包括：

[0073] 6,13- 双（异丙烯基二异丙基甲硅烷基乙炔基）并五苯、

[0074] 6,13- 双（烯丙基二异丙基甲硅烷基乙炔基）并五苯、

[0075] 6,13- 双（环丙基二异丙基甲硅烷基乙炔基）并五苯、

[0076] 6,13- 双（（1- 亚甲基丙基）二异丙基甲硅烷基乙炔基）并五苯、

[0077] 6,13- 双（环丙基二异丙基甲硅烷基乙炔基）-2,3,9,10- 四甲基 - 并五苯、6,13- 双（烯丙基二环丙基甲硅烷基乙炔基）并五苯, 以及如在 PCT 公布的专利申请 No. WO 2009/155106 A1 (Anthony 等人) 和 No. WO 2009/158201 A1 (Clough 等人) 中所述的有机半导体, 所述专利申请的相关公开内容以引用的方式并入本文。有利地, 该半导体层包含甲硅烷基乙炔基取代的并五苯（例如, TIPS 并五苯）。

[0078] 该半导体层基本上不含电绝缘聚合物。在一些实施例中, 该半导体层不含电绝缘聚合物。电绝缘聚合物的例子包括聚苯乙烯、聚（ α -甲基苯乙烯）、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙烯、聚丙烯以及聚对苯二甲酸乙二醇酯。如本文所用, 短语“基本上不含电绝缘聚合物”意指包含基于半导体层的总重量计小于 3 重量%的电绝缘聚合物。。

[0079] 半导体层可通过任何可用的方式诸如液相沉积（例如溶液沉积）或气相沉积（有利地, 通过溶液沉积）来提供。液相和溶液沉积技术可以包括旋涂、浸涂、模具涂布、辊涂、凹版印刷涂布和印刷技术。半导体层的图案化可通过已知方法例如多孔障板法、加成光刻法、减成光刻法、图案涂层法和印刷法诸如喷墨印刷法、微接触印刷法和柔性版印刷法（有利地, 通过印刷）来实现。

[0080] 根据本发明的电介质层 / 半导体层组件是可用的 ; 例如, 可以在多种类型的电子器件例如晶体管（例如, 结式晶体管或薄膜晶体管）、二极管（例如, 发光二极管）、光伏电池、传感器和显示器中使用。电子器件的剩余结构和层能够（例如）使用恰当且熟知的方法制造。

[0081] 薄膜晶体管 (TFT) 是一类特别有用的电子器件。TFT 总体上包括晶体管基底、栅极、栅极电介质（对应于本发明的电介质层）、源极、漏极以及邻近栅极电介质和邻近源极和漏极的半导体层（对应于本发明的半导体层）。可以采用多种构型组装这些元件。例如, 源极和漏极可以邻近栅极电介质, 同时半导体层处于源极和漏极之上, 或者可以在源极和

漏极及栅极电介质之间插入半导体层。更具体地讲,TFT 可配置成 (1) 底部栅极、底部接触 TFT, (2) 顶部栅极、顶部接触 TFT, (3) 底部栅极、顶部接触 TFT, 或 (4) 顶部栅极、底部接触 TFT。

[0082] 图 2A 示出了底部栅极、底部接触 TFT。栅极 211 设置在晶体管基底 210 上。电介质层 212(栅极电介质)设置在栅极 211 上或设置在任选的无机氧化物层 219 上,如果该无机氧化物层 219 存在,则其被夹在栅极 211 和电介质层 212 之间。图案化的源极 213 和漏极 214 设置在电介质层 212 上。半导体层 215 设置在源极 213、漏极 214 和电介质层 212 上。可任选地,封壳层 216 可设置在半导体层 215 上。

[0083] 图 2B 示出了顶部栅极、顶部接触 TFT。半导体层 221 设置在晶体管基底 220 上。图案化的源极 222 和漏极 223 设置在半导体层 221 上。电介质层 224(栅极电介质)设置在源极 222、漏极 223 和半导体层 221 上。栅极 225 设置在电介质层 224 上或设置在任选的无机氧化物层 229 上,如果该无机氧化物层 229 存在,则其被夹在栅极 225 和电介质层 224 之间。可任选地,封壳层 226 可设置在栅极 225 上。

[0084] 图 2C 示出了底部栅极、顶部接触 TFT。栅极 231 设置在晶体管基底 230 上。电介质层 232(栅极电介质)设置在栅极 231 上或设置在任选的无机氧化物层 239 上,如果该无机氧化物层 239 存在,则其被夹在栅极 231 和电介质层 232 之间。半导体层 233 设置在电介质层 232 上。图案化的源极 234 和漏极 235 设置在半导体层 233 上。任选的封壳层 236 设置在源极 234、漏极 235 和半导体层 233 上。

[0085] 图 2D 示出了顶部栅极、底部接触 TFT。图案化的源极 241 和漏极 242 设置在晶体管基底 240 上。半导体层 243 设置在源极 241、漏极 242 和基底 240 上。电介质层 244(栅极电介质)设置在半导体层 243 上。栅极 245 设置在电介质层 244 上或设置在任选的无机氧化物层 249 上,如果该无机氧化物层 249 存在,则其被夹在栅极 245 和电介质层 244 之间。任选的封壳层 246 设置在栅极 245 上。

[0086] 任选的无机层可以包含无机氧化物,例如,硅的氧化物(例如, SiO_2)或铝的氧化物(例如, Al_2O_3)。

[0087] 可在基底(“晶体管基底”)上提供根据本发明制备的 TFT。在制造、测试和/或使用的过程中,晶体管基底通常支持 TFT。例如,当选择另一个晶体管基底用于商业实施例时,可选择一个晶体管基底用于测试或筛选各种实施例。可选地,晶体管基底可为 TFT 提供电功能。可用的晶体管基底材料包括有机和无机材料。例如,晶体管基底可包括无机玻璃、陶瓷箔、聚合物材料(例如丙烯酸、环氧树脂、聚酰胺、聚碳酸酯、聚酰亚胺、聚酮、聚(氧化-1,4-亚苯氧基-1,4-苯甲酰-1,4-亚苯基)(有时称为聚(醚醚酮)或 PEEK)、聚降冰片烯、聚苯醚、聚(萘二甲酸乙二醇酯)(PEN)、聚(对苯二甲酸乙二醇酯)(PET)、聚(苯硫醚)(PPS))、填充聚合物材料(例如纤维增强塑料(FRP))、纤维材料(例如纸和纺织品)以及涂布或未涂布的金属箔。有利地,晶体管基底包含聚合物材料。

[0088] 可以使用柔性的晶体管基底。柔性的晶体管基底允许滚轴加工,该加工可为连续的,可在平坦和/或刚性的基底上实现尺寸及制造的经济性。有利选择的柔性晶体管基底能够环绕直径小于约 50cm(有利地,直径小于约 25cm;更有利地,小于约 10cm;最有利地,小于约 5cm)的圆柱体一周而不发生扭曲或断裂。用于将本发明的柔性晶体管基底卷绕在特定圆柱体周围的力通常较小,例如通过手在无协助情况下的操作(即,没有杠杆、机器、

液压等的协助)。

[0089] TFT 的栅极可以是任何有用的导电材料。例如,栅极可包含掺杂质的硅或金属(例如铝、铜、铬、金、银、镍、钯、铂、钽和钛),以及透明的传导氧化物(例如铟锡氧化物)或掺杂质的氧化锌(例如,掺杂铝的氧化锌或掺杂镓的氧化锌)。也可使用导电聚合物,例如聚苯胺或聚(3,4-乙烯基二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸盐)(PEDOT:PSS)。另外,这些材料的合金、组合和多层物可能是有用的。在某些 TFT 中,相同的材料可实现栅极功能以及晶体管基底的支持功能。例如,掺杂质的硅可用作栅极并支持 TFT。

[0090] 栅极电介质将栅极与 TFT 装置的余量绝缘。栅极电介质有利地具有大于约 2(更有利地,大于约 3)的相对介电常数。根据本发明的电介质层可用作 TFT 的栅极电介质。

[0091] TFT 的源极和漏极可以是任何可用的导电材料。有用的材料包括(例如)铝、钨、铬、铜、金、银、镍、钯、铂、钛、透明传导氧化物(例如铟锡氧化物)、掺杂质的氧化锌(例如,掺杂铝的氧化锌或掺杂镓的氧化锌)、聚苯胺、PEDOT:PSS、其他导电聚合物、它们的合金、它们的组合以及它们的多层物。

[0092] TFT 电极(即,栅极、源极和漏极)可通过任何可用的方法例如电镀、喷墨印刷或气相沉积(例如,热蒸镀或溅射)来提供。可通过已知方法来实现薄膜电极的图案化,这些方法例如为多孔障板法、加成光刻法、减成光刻法、印刷法、微接触印刷法和图案涂层法。

[0093] 可通过任何可用的方法来提供任选的无机氧化物层,所述方法例如为对栅极表面进行热氧化或电化学氧化、将无机氧化物电子束蒸镀到栅极上、化学气相沉积到栅极上或溅射到栅极上。可通过已知方法来实现无机氧化物层的图案化,所述方法例如为多孔障板法、加成光刻法或减成光刻法。

[0094] 多个 TFT 可互相连接以形成集成电路(IC)。集成电路包括但不限于(例如)环形振荡器、射频识别(RFID)电路、逻辑元件、放大器和时钟。因此,本发明的 TFT 可通过本领域已知的方法与其他 TFT 互连以形成集成电路。本发明的 TFT 还可用于多种电子产品例如 RFID 标签、(例如,个人电脑、手机或手持式装置中所用的)显示器的背板、智能卡和存储设备中。

[0095] 还可制成包括根据本发明制得的至少一个 TFT 的 TFT 阵列。TFT 阵列可(例如)通过将用于每个 TFT 的多个晶体管层和结构依次沉积到晶体管基底上而制得。

[0096] 根据本发明制得的 TFT 可具有期望的性能,所述性能包括(例如)高载流子迁移率、高开/关电流比、低关断电流和小亚阈值斜率。它们也可呈现出这些性能特性以及阈值电压与以相同方式制造的 TFT 的开启电压的一致性。TFT 在运行期间还可能呈现出低滞后性。

[0097] 本发明的选择实施例

[0098] 在第一实施例中,本发明提供了一种组件,其包括:

[0099] 包含具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料的电介质层,其中该电介质层不含氧化锆粒子;以及

[0100] 与电介质层接触的半导体层,其中该半导体层含有非聚合物型有机半导体材料,并且其中该半导体层基本上不含电绝缘聚合物。

[0101] 在第二实施例中,本发明提供了根据第一实施例的组件,其中所述半导体层不含或基本上不含聚合物型有机半导体。

[0102] 在第三实施例中,本发明提供了根据第一或第二实施例的组件,其中具有异氰脲酸酯基团的交联的聚合物材料由包含可自由基聚合的异氰脲酸酯单体的单体组合物制成。

[0103] 在第四实施例中,本发明提供了根据第三实施例的组件,其中所述可自由基聚合的异氰脲酸酯单体包含至少两个(甲基)丙烯酰基团。

[0104] 在第五实施例中,本发明提供了根据第三或第四实施例的组件,其中单体组合物包含基于该单体组合物中的可自由基聚合的化合物的总重量计至少 95 重量%的可自由基聚合的异氰脲酸酯单体。

[0105] 在第六实施例中,本发明提供了根据第三或第四实施例的组件,其中单体组合物包含基于该单体组合物中的可自由基聚合的化合物的总重量计至少 99 重量%的可自由基聚合的异氰脲酸酯单体。

[0106] 在第七实施例中,本发明提供了根据第三至第六实施例中的任一个的组件,其中可自由基聚合的异氰脲酸酯单体包括三(2-羟基乙基)异氰脲酸酯三(甲基)丙烯酸酯。

[0107] 在第八实施例中,本发明提供了根据第一至第七实施例中的任一个的组件,其中非聚合物型有机半导体包含并苯、杂并苯或它们的取代衍生物。

[0108] 在第九实施例中,本发明提供了根据第八实施例的组件,其中所述并苯、杂并苯或它们的取代衍生物包含至少一个甲硅烷基乙炔基取代基。

[0109] 在第十实施例中,本发明提供了根据第九实施例的组件,其中并苯选自 6,13-双(三异丙基甲硅烷基乙炔基)并五苯、

[0110] 6,13-双(异丙烯基二异丙基甲硅烷基乙炔基)并五苯、

[0111] 6,13-双(烯丙基二异丙基甲硅烷基乙炔基)并五苯、

[0112] 6,13-双(环丙基二异丙基甲硅烷基乙炔基)并五苯、

[0113] 6,13-双((1-亚甲基丙基)二异丙基甲硅烷基乙炔基)并五苯、

[0114] 6,13-双(烯丙基二环丙基甲硅烷基乙炔基)并五苯,以及

[0115] 6,13-双(环丙基二异丙基甲硅烷基乙炔基)-2,3,9,10-四甲基-并五苯。

[0116] 在第十一实施例中,本发明提供了包括根据第一至第十实施例中的任一个的组件的电子器件。

[0117] 在第十二实施例中,本发明提供了有机薄膜晶体管,其包括:

[0118] 栅极、

[0119] 源极、

[0120] 漏极,

[0121] 以及根据第一至第十实施例中的任一个的组件,其中栅极邻近电介质层,并且其中源极和漏极与半导体层相邻。

[0122] 在第十三实施例中,本发明提供了根据第十二实施例的组件,其中有机薄膜晶体管设置在聚合物基底上。

[0123] 在第十四实施例中,本发明提供了有机薄膜晶体管,其包括:

[0124] 栅极、

[0125] 无机氧化物层、

[0126] 源极、

[0127] 漏极,

[0128] 以及根据第一至第十实施例中的任一个的组件,其中无机氧化物层被夹在栅极和电介质层之间,并且其中源极和漏极与半导体层相邻。

[0129] 在第十五实施例中,本发明提供了根据第十四实施例的组件,其中有机薄膜晶体管设置在聚合物基底上。

[0130] 通过以下非限制性实例,进一步说明了本发明的目的和优点,但这些实例中所述的具体材料及其用量以及其他条件和细节均不应视为对本发明进行不当限定。

[0131] 实例

[0132] 除非另外指明,否则在实例及本说明书的其余部分中的所有份数、百分数、比率等均为以重量计。下文中未特别指出来源的化学品可从合格的化学品供应商例如美国威斯康星州密尔沃基的西格玛奥德里奇化工公司 (Sigma-Aldrich Chemical Co. (Milwaukee, Wisconsin)) 等处容易地获得。

[0133] 材料

[0134]

材料	说明
IRG184	1-羟基环己基苯基甲酮，其为以商品名 IRGACURE 184 得自美国新泽西州弗洛勒姆帕克巴斯夫公司(BASF Corp. (Florham Park, New Jersey))的光引发剂。
异佛乐酮	3,5,5-三甲基-2-环己烯-1-酮，购自美国马萨诸塞州沃德希尔阿法埃莎公司(Alpha Aesar(Ward Hill, Massachusetts))。
三聚氰胺- 甲醛共聚物 溶液	在 1-丁醇中进行甲基化的 84 重量%三聚氰胺-甲醛共聚物溶液，购自美国威斯康星州密尔沃基的西格玛奥德里奇化工公司(Sigma-Aldrich Chemical Company (Milwaukee, Wisconsin))，产品目录号为 41,856-0。
等离子体清洁 系统	型号 YES-G1000，购自美国加利福尼亚州利弗莫尔亿尔德工程系统有限公司(Yield Engineering Systems, Inc. (Livermore, California))。
PGMEA	乙酸-1-甲氧基-2-丙酯

[0135]

PTFE 过滤器	孔径为 0.2 微米且直径为 25mm 的聚四氟乙烯过滤器，其以商品名 ACRODISC CR 购自纽约州东山颇尔生命科学公司(Pall Life Sciences (East Hills, New York))。
PVP	分子量(M_w)为约 20,000 克/摩尔的聚(4-乙基苯酚)，购自奥德里奇化工公司(Aldrich Chemical Company)，产品目录号为 43,622-4。
硅片	具有热氧化物的直径为 4 英寸(10cm)的 n 型硅片 (n+区高度掺杂 (砷) 的硅 <100>片，其电阻率小于 $0.005\Omega\cdot\text{cm}$ ，正面具有 100nm 的热氧化物(SiO_2)且背面涂覆有 10nm 的氮化钛和 500nm 的铝)，得自美国加利福尼亚州坎贝尔诺埃尔科技有限公司(Noel Technologies, Inc. (Campbell, California))。
A-174	(3-甲基丙烯酰氧基丙基)三甲氧基硅烷，以商品名 SILQUEST A-174 得自美国康涅狄格州威尔顿迈图高新材料公司(Momentive Performance Materials (Wilton, Connecticut))。
TMPTA	三羟甲基丙烷三丙烯酸酯，作为 SR-351 购自美国宾夕法尼亚州艾克斯顿的沙多玛公司(Sartomer Co. (Exton, Pennsylvania))。

[0136]

THEITA	三(2-羟乙基)异氰脲酸酯三丙烯酸酯, 作为 SR-368 购自沙多玛公司(Sartomer Co.)。
TIPS 并五苯	6,13-双(三异丙基甲硅烷基乙炔基)并五苯, 购自美国肯塔基州路易斯维尔先驱者科技有限责任公司(Outrider Technologies, LLC (Louisville, Kentucky))。

[0137] ZrO₂-P 树脂的制备

[0138] 使用水热技术制备氧化锆纳米粒子, 该技术大体上在美国专利 No. 7, 241, 437 (Davidson 等人) 中有所描述。对包含锆盐的第一原料进行了第一水热处理, 形成了含锆中间体和副产物。通过移除至少一些在第一水热处理期间形成的酸性副产物制备了第二原料。然后对第二原料进行第二水热处理, 形成包含氧化锆纳米粒子的氧化锆溶胶。通过透射电子显微镜确定纳米粒子的尺寸。纳米粒子的粒度范围为大约 1.8 纳米至 11.2 纳米 (nm), 其平均粒度为大约 4.7nm, 标准偏差为 1.3nm。纳米粒子的长宽比在大约 1 至 3.4 的范围内。然后通过与美国专利 No. 7, 264, 872 (Walker, Jr. 等人, 该专利以引用的方式并入本文) 的实例 2 中所述的方法类似的方法用 (3-甲基丙烯酰氧基丙基) 三甲氧基硅烷 (A-174) 对氧化锆溶胶的氧化锆纳米粒子进行表面改性处理, 不同的是仅使用了一种硅烷 A-174。该方法形成表面改性的氧化锆纳米粒子分散体。将该表面改性的氧化锆纳米粒子分散体在异佛乐酮溶剂中与 THEITA 和 IRG184 混合。共混的材料通过磁力搅拌混合。混合物受到采用 65℃ 的浴温和真空 (6mmHg, 800Pa) 的旋转蒸发, 确保优先移除水、甲基乙基酮和 1-甲氧基-2-丙醇。所得的混合物含有大约 8.5 重量% 的 THEITA 和 40.0 重量% 的表面改性的氧化锆纳米粒子、1.5 重量% 的 IRG184 以及 50.0 重量% 的异佛乐酮。所得混合物包含 50 重量% 的固体和 40 重量% 的表面改性的氧化锆纳米粒子。混合物被冷却至室温, 然后通过 1.0 微米过滤器滤入干净的琥珀色玻璃广口瓶中。

[0139] 电介质配方的制备

[0140] 配方 1

[0141] 将 THEITA (1.2061g)、0.2099 克的 IRG184 以及 18.6026 克的正丁基苯置于具有磁力搅拌棒的琥珀色玻璃广口瓶中。将广口瓶盖住, 然后将内容物搅拌以提供配方 1。

[0142] 配方 2

[0143] 将 ZrO₂-P 树脂和异佛乐酮置于具有磁力搅拌棒的琥珀色玻璃广口瓶中。将广口瓶盖住, 然后将内容物搅拌以提供配方 2。

[0144] 配方 3

[0145] 将 TMPTA (16.9992g)、2.9959 克的 IRG184 置于具有磁力搅拌棒的琥珀色玻璃广口瓶中, 将广口瓶盖住, 然后搅拌内容物直到 IRG184 溶解。将该溶液的一部分 (1.0459g) 和

13. 8930 克的正丁基苯添加到具有磁力搅拌棒的单独的琥珀色玻璃广口瓶中。将广口瓶盖住,然后将内容物搅拌以提供配方 3。

[0146] 配方 4

[0147] 将 PVP (0.6476g) 和 17.1185 克的 PGMEA 置于具有磁力搅拌棒的琥珀色玻璃广口瓶中。将广口瓶盖住,然后搅拌内容物直到 PVP 溶解。随后,将 0.1924 克的三聚氰胺-甲醛共聚物溶液添加到广口瓶中,并且搅拌内容物以提供配方 4。

[0148] 下表 1 中总结了配方 1-4。

[0149] 表 1

[0150]

配方	固体组分的重量比	固体重量%	溶剂
----	----------	-------	----

[0151]

1	85/15 THEITA/IRG184	7	正丁基苯
2	17/3/80 THEITA/IRG184/经 硅烷处理的 ZrO ₂ 纳 米粒子	30	异佛乐酮
3	85/15 TMPTA/IRG184	7	正丁基苯
4	80/20 PVP/甲基化的三聚 氰胺-甲醛共聚物	4.5	99.82/0.18 PGMEA/1- 丁醇

[0152] 栅极 / 栅极电介质基底的制备

[0153] 栅极 / 栅极电介质基底 1

[0154] 将硅片大致对半裂开,然后用氧等离子体清洁。将裂开的硅片在等离子体清洁系统中用 500W 的功率设置和 1 标准立方厘米 / 分钟 (sccm) 的氧气流处理 3 分钟。在清洁后,使所得的经等离子体清洁的裂开晶片冷却数分钟以确保其处于室温下,然后在 2 分钟内将配方 1 以 2000rpm 的转速 (其增大速率为 432 转 / 分 / 秒 (rpm/s)) 旋涂到晶片的热氧化物表面上。将被涂布基底移至氮气吹扫的紫外线辐照室 (254nm 的杀菌灯) 内,在此处将被涂布的电介质辐照 10 分钟 (剂量 = 1.2 焦耳 / 平方厘米)。在紫外线辐照后,将基底置于预热至 100℃ 的热板上保持 10 分钟。电介质层的厚度为大约 66nm。

[0155] 栅极 / 栅极电介质基底 2

[0156] 使用氧等离子体清洁硅片。将所述硅片在等离子体清洁系统中用 500W 的功率设置和 1 标准立方厘米 / 分钟 (sccm) 的氧气流处理 3 分钟。在清洁后,使经等离子体清洁的晶片冷却数分钟以确保其处于室温下,然后在 1 分钟内将配方 2 以 2000rpm 的转速 (其增大速率为 432rpm/s) 旋涂到晶片的热氧化物表面上。将被涂布基底置于预热至 100℃ 的热板上保持 10 分钟。然后,将该基底移至氮气吹扫的紫外线辐照室 (254nm 的杀菌灯) 内,在此处将被涂布的电介质辐照 10 分钟 (剂量 = 1.2 焦耳 / 平方厘米)。在紫外线辐照后,将基底置于预热至 100℃ 的热板上保持 10 分钟。

[0157] 栅极 / 栅极电介质基底 3

[0158] 将硅片大致对半裂开,然后用氧等离子体清洁。将裂开的硅片在等离子体清洁系统中用 500W 的功率设置和 1 标准立方厘米 / 分钟 (sccm) 的氧气流处理 3 分钟。在清洁后,使经等离子体清洁的裂开晶片冷却数分钟以确保其处于室温下,然后在 2 分钟内将配方 3 以 2000rpm 的转速 (其增大速率为 432rpm/s) 旋涂到晶片的热氧化物表面上。将被涂布基底移至氮气吹扫的紫外线辐照室 (254nm 的杀菌灯) 内,在此处将被涂布的电介质辐照 10 分钟 (剂量 = 1.2 焦耳 / 平方厘米)。在紫外线辐照后,将基底置于预热至 100℃ 的热板上保持 10 分钟。电介质层的厚度为大约 65nm。

[0159] 栅极 / 栅极电介质基底 4

[0160] 将硅片大致对半裂开,然后用氧等离子体清洁。将裂开的硅片在等离子体清洁系统中用 500W 的功率设置和 1 标准立方厘米 / 分钟 (sccm) 的氧气流处理 3 分钟。在清洁后,使经等离子体清洁的裂开晶片冷却数分钟以确保其处于室温下,然后在 1 分钟内将配方 4 以 2000rpm 的转速 (其增大速率为 432rpm/s) 旋涂到晶片的热氧化物表面上。将被涂布基底置于在 100℃ 下预热的热板上保持 2 分钟。然后,将被涂布基底置于预热至 160℃ 的另一块热板上,保持 30 分钟。

[0161] 有机半导体溶液的制备

[0162] 称量苯甲醚和癸烷,然后将其置于玻璃瓶中,将该玻璃瓶盖上并摇动以提供 91/9w/w 的苯甲醚 / 癸烷溶剂共混物。将 TIPS 并五苯和苯甲醚 / 癸烷溶剂共混物在具有磁力搅拌棒的琥珀色玻璃广口瓶中混合,然后将广口瓶盖上并用金属罐覆盖以遮蔽光线,接着在室温下搅拌大约 48 小时,从而提供具有 1.8 重量 % 的 TIPS 并五苯的苯甲醚 / 癸烷溶液。将该溶液过滤通过 PTFE 过滤器,然后进行栅极 / 栅极电介质基底的浸涂。

[0163] 实例 1 以及比较例 C-1、C-2 和 C-3

[0164] 将栅极 / 栅极电介质基底裂开成大约 25mm × 35mm 的小片。使用每种栅极 / 栅极电介质基底的一个小片来确定基底的栅极电介质电容,并使用另一个小片来制造薄膜晶体管 (TFT)。栅极电介质的电容按如下方式测定。使用热蒸发器将直径为 5mm 的金圆形垫或电极通过荫罩板气相沉积到栅极电介质表面上。使用 AGILENT E4980A 精密 LCR 测试仪 (美国加利福尼亚州圣克拉拉安捷伦科技有限公司 (Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, California)) 测量重掺杂 Si 的电极 (栅极) 和金电极之间的复合栅极电介质 (涂层加入 SiO₂) 的电容。100nm 热氧化物 (SiO₂) 的电容为 345 皮法拉 / 平方毫米 (pF/mm²)。分别在实例 1、比较例 C-1、比较例 C-2 和比较例 C-3 中使用的栅极 / 栅极电介质基底 1、2、3 和 4 的复合栅极电介质 (涂层加入 SiO₂) 的总电容记录在下表 2 中。

[0165] 表 2

[0166]

	栅极/栅极电介质基底	SiO ₂ 上的电介质涂层	总电容 (pF/mm ²)
实例 1	1	THEITA	188.8
比较例 C-1	2	ZrO ₂ 存在于 THEITA 中	170.0
比较例 C-2	3	TMPTA	192.9
比较例 C-3	4	PVP	165.1

[0167] 薄膜晶体管 (TFT) 按如下方式制备。将大约 5mL 的有机半导体溶液置于浸涂槽 (大约 50mm 长、5mm 宽和 30mm 高) 中。采用可以商品名 NIMA D1L 得自英国考文垂尼玛科技股份有限公司 (Nima Technology Ltd. (Coventry, United Kingdom)) 的浸涂设备将每种栅极 / 栅极电介质基底的一个小片以大约 3 毫米 / 分钟的牵引速率在有机半导体溶液中进行浸涂。让每种样品在室温下干燥。使用热蒸发器通过荫罩板气相沉积金源极和金漏极 (大约 80-100nm 厚), 从而形成具有底部栅极、顶部接触结构的晶体管。源极和漏极是矩形的并且彼此平行, 并且取向为使得电极的长维度 (其对应于沟道宽度) 垂直于浸涂方向或浸渍轴线。源触点和漏触点的尺寸设定为使得晶体管的宽度为大约 1000 微米并且沟道长度为大约 100 微米。

[0168] TFT 的迁移率按如下方式测量。针对每个实例和每个比较例, 连续测量十个 TFT。随机选择 TFT, 只需注意所选择的 TFT 不与基底的边缘相邻这一规则。使用两个源极测量装置 (型号 2400, 得自美国俄亥俄州克利夫兰吉时利仪器有限公司 (Keithley Instruments, Inc., Cleveland, Ohio)) 在环境条件下测定饱和场效应迁移率 (μ)。将这些装置放在 S-1160 系列探针台上并将探针用 S-725-PRM 操纵器连接 (两者均得自美国加利福尼亚州吉尔罗伊西格那托公司 (Signatone Corp., Gilroy, California))。漏源偏压 (V_{DS}) 保持在 -40V, 而栅源偏压 (V_{GS}) 以 1V 的步长在 +10V 至 -40V 的范围内增加。在 -40V 的恒定 V_{DS} 下测量以 +10V 到 -40V 的 V_{GS} 为函数的漏源电流 (I_{DS})。使用以下方程, 由 I_{DS} 平方根对 V_{GS} 的曲线的线性部分的斜率计算饱和场效应迁移率 (μ) :

$$[0169] \quad I_{DS} = \mu WC (V_{GS} - V_t)^2 \div 2L$$

[0170] 其中通过以下方程, 饱和场效应迁移率 (μ) 与 I_{DS} 平方根对 V_{GS} 的曲线的斜率 (m) 相关 :

$$[0171] \quad \mu = 2 \left(\frac{m^2 L}{WC} \right)$$

[0172] 其中 C 为栅极电介质的比电容 (即, 表 2 中给定的总电容), W 为沟道宽度, 并且 L 为沟道长度。使用 I_{DS} 的平方根相对 V_{GS} 的曲线图, 将线性部分到 X 轴 (即, 此处 I_{DS} 的平方根等于零) 的直线拟合的外推值提供为 X 轴截距, 其被取作阈值电压 (V_t)。此外, 将 I_{DS} (使用对数标度) 作为 V_{GS} 的函数作图而得到一曲线, 其中沿着所述曲线的包含 V_t 的部分画出直线拟合。将亚阈值斜率 (S) 限定为该线斜率的倒数。在 I_{DS} 开始呈指数级且连续上升之

前,将关断电流取作 I_{DS} 的值。将开 / 关电流比取作来自 I_{DS} 相对 V_{GS} 的测量的最大 I_{DS} 值与关断电流的比率。在环境条件下测量所有的器件,所述环境条件对于实例 1、比较例 C-2 和比较例 C-3 而言为大约 25℃和 31%的相对湿度 (R. H.), 并且对于比较例 C-1 而言为大约 24℃和 22% R. H. 。

[0173] 在测量了来自样品的 10 个 TFT 之后,以相同的方式测量了来自样品的 2 个另外的 TFT,不同的是将 V_{GS} 从 +10V 向 -40V 扫描 (正向扫描),然后以 1V 的步长扫描回到 +10V (反向扫描),以便评估器件的滞后。反向扫描过程 (其中 I_{DS} 与在正向扫描过程中的相同电压处获得的其值偏离超过 5%) 中最早的 V_{GS} 在此被定义为发散电压。在环境条件下测量所有的器件,所述环境条件对于实例 1、比较例 C-2 和比较例 C-3 而言为大约 25℃和 31%的相对湿度 (R. H.), 并且对于比较例 C-1 而言为大约 24℃和 22% R. H. 。

[0174] 下表 3 记录了实例 1 和比较例 C-1、C-2 和 C-3 的性能特性。

[0175] 表 3

[0176]

	实例 1	比较例 C-1	比较例 C-2	比较例 C-3
平均迁移率($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)	0.288	0.00319	0.233	0.323
标准差	0.041	0.00135	0.018	0.022
最小标准差	0.202	0.00173	0.206	0.285

[0177]

最大标准差	0.343	0.00551	0.264	0.347
平均开/关电流比	2.38×10^5	3.22×10^3	5.99×10^4	9.34×10^4
标准差	1.17×10^5	2.11×10^3	5.99×10^4	6.47×10^4
最小标准差	1.08×10^5	1.41×10^3	2.06×10^4	2.76×10^4
最大标准差	5.14×10^5	8.44×10^3	9.75×10^4	1.91×10^5
平均关断电流(pA)	185	158	812	535
标准差	62	71	459	377
最小标准差	108	41	138	149
最大标准差	309	268	1470	1250
平均斜率, 亚阈值斜率(V/decade)	1.07	2.30	1.93	1.99
标准差	0.17	0.50	0.44	0.19
最小标准差	0.91	1.79	1.10	1.57
最大标准差	1.48	3.55	2.37	2.23
平均 V_t , 阈值电压(V)	-5.00	4.90	-5.52	-3.96
标准差	0.29	0.73	0.15	2.41
最小标准差	-5.50	2.92	-5.79	-8.83
最大标准差	-4.43	5.57	-5.29	-1.79
平均 V_{ON} , 开启电压(V)	0.01	0.89	0.26	2.35

[0178]

标准差	0.41	0.88	0.29	1.97
最小标准差	-0.79	-0.68	0.11	-1.81
最大标准差	0.29	2.14	1.07	4.13
2 个 TFT 的发散电压 (V)	-2.75, -3.73	-12.55, -10.59	-23.33, -18.43	-40.00, -40.00

[0179] 图 3 示出在对具有 -2.75V 发散电压的实例 1 的 TFT 和具有 -18.43V 发散电压的比较例 C-2 的 TFT 的 V_{GS} 进行正向和反向扫描期间的 V_{GS} 的 I_{DS} 。

[0180] 在不脱离本发明的范围和精神的前提下,本领域的技术人员可对本发明进行各种修改和更改,并且应当理解,本发明不应不当地受限于本文所述的示例性实施例。

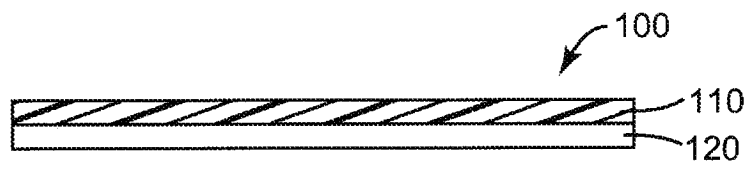


图 1

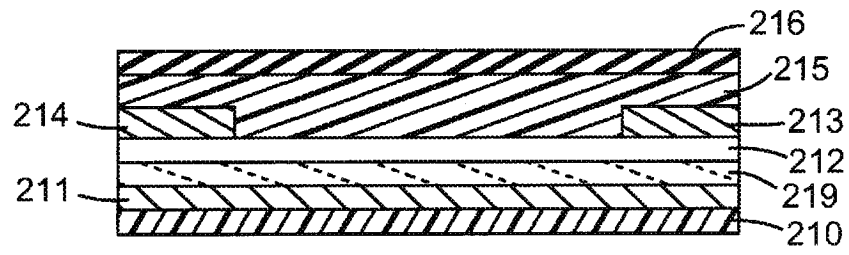


图 2A

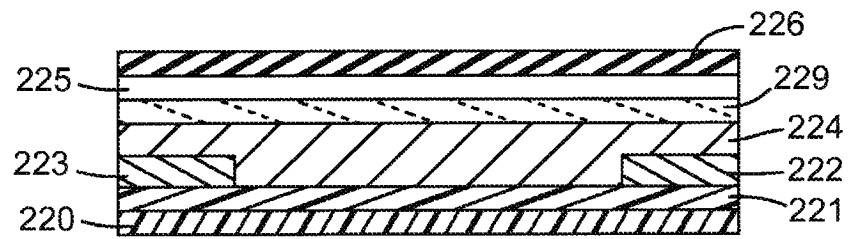


图 2B

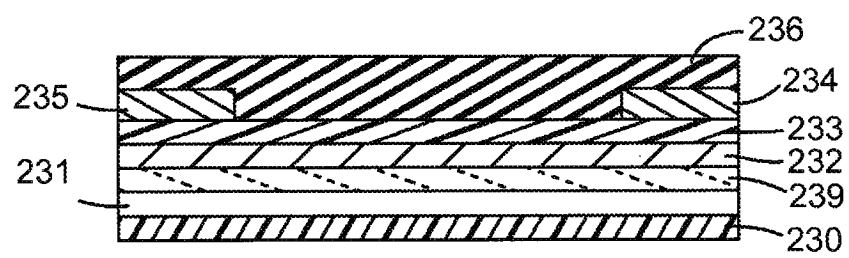


图 2C

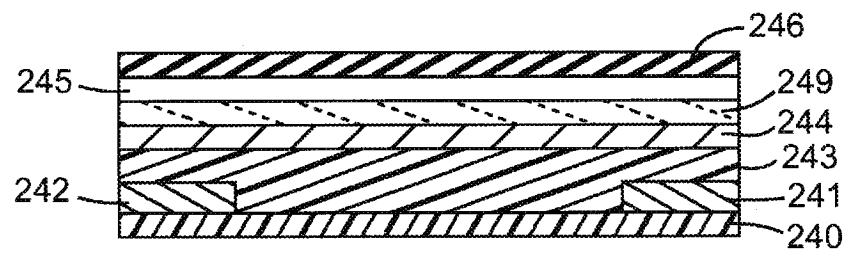


图 2D

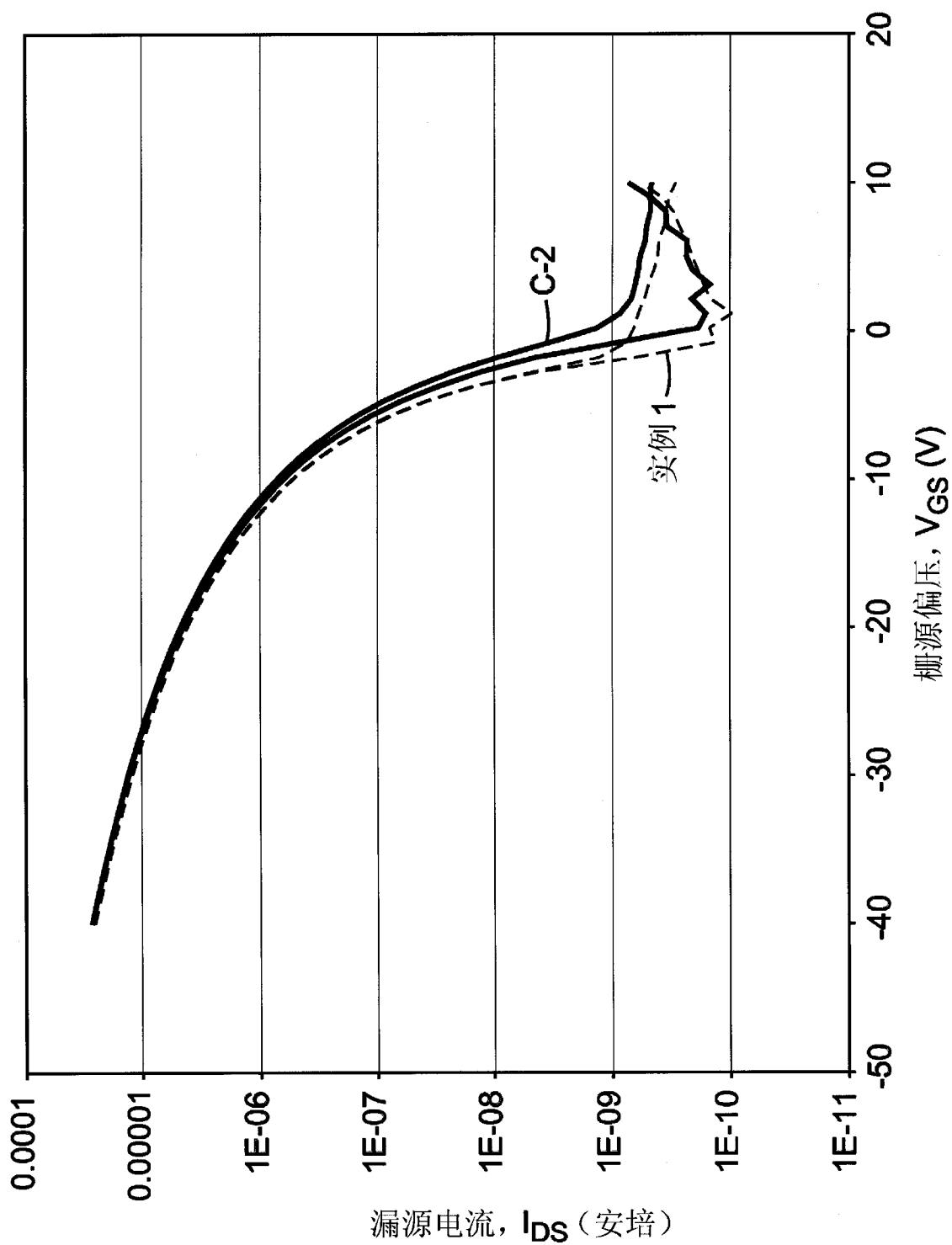


图 3