



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109254238 A

(43)申请公布日 2019.01.22

(21)申请号 201810935350.5

(22)申请日 2018.08.16

(71)申请人 华南师范大学

地址 510006 广东省广州市番禺区外环西路378号华南师范大学华南先进光子研究院

(72)发明人 陆旭兵 麦嘉盈 唐乃维

(74)专利代理机构 广州骏思知识产权代理有限公司 44425

代理人 吴静芝

(51)Int.Cl.

G01R 31/26(2014.01)

G01N 27/00(2006.01)

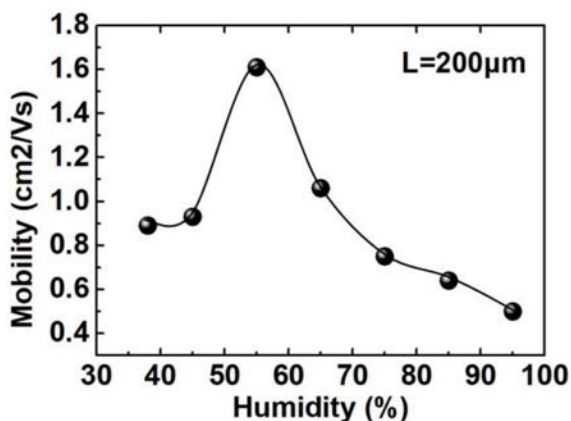
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种C8-BTBT晶体管湿度检测方法

(57)摘要

本发明提供一种C8-BTBT晶体管湿度检测方法,首先将C8-BTBT晶体管依次置于一系列具有梯度差的湿度环境下,分别测得所述C8-BTBT晶体管在各湿度下饱和区的传输特性曲线,根据该传输特性曲线计算出不同湿度下C8-BTBT晶体管的迁移率,从而得到湿度-迁移率标准曲线;再将C8-BTBT晶体管置于待测环境中,测得其饱和区的传输特性曲线,根据该传输特性曲线计算得到C8-BTBT晶体管在待测环境中的迁移率 μ ,将 μ 代入上述湿度-迁移率标准曲线即可得到待测湿度值。C8-BTBT晶体管在不同湿度下具有不同的传输特性曲线和迁移率,从而可建立湿度-迁移率标准曲线,通过检测C8-BTBT晶体管的迁移率再根据C8-BTBT晶体管的湿度-迁移率标准曲线确定湿度值。



1. 一种C8-BTBT晶体管湿度检测方法,其特征在于包括以下步骤:

S1:将C8-BTBT晶体管依次置于一系列具有梯度差的湿度环境下,分别测得所述C8-BTBT晶体管在各湿度下饱和区的传输特性曲线,根据该传输特性曲线计算出不同湿度下C8-BTBT晶体管的迁移率,从而得到湿度-迁移率标准曲线;

S2:将C8-BTBT晶体管置于待测环境中,测得其饱和区的传输特性曲线,根据该传输特性曲线计算得到C8-BTBT晶体管在待测环境中的迁移率 μ ,将 μ 代入上述湿度-迁移率标准曲线即可得到待测湿度值。

2. 根据权利要求1所述C8-BTBT晶体管湿度检测方法,其特征在于:步骤S1所述湿度为35%~95%。

3. 根据权利要求2所述C8-BTBT晶体管湿度检测方法,其特征在于:所述迁移率的计算方法为 $\mu_{\text{sat}} = \left(\frac{2L}{WC_i} \right) \left[\left(\frac{\partial(\sqrt{I_{d(\text{sat})}})}{\partial V_g} \right)^2 \right]$,其中 μ_{sat} 为饱和迁移率,L为沟道长度,W为沟道宽度,

$I_{d(\text{sat})}$ 为沟道电流, V_g 为栅极电压, C_i 为平均电容。

4. 根据权利要求3所述C8-BTBT晶体管湿度检测方法,其特征在于:所述C8-BTBT晶体管包括衬底以及衬底上依次层叠的氧化硅栅极、C8-BTBT有源层、 MoO_3 缓冲层和源漏电极。

5. 根据权利要求4所述C8-BTBT晶体管湿度检测方法,其特征在于:所述传输特性曲线的测试方法为,在常温常压下,对C8-BTBT晶体管的源漏电极施加-40V的电压,对C8-BTBT晶体管的栅极施加-30~2V的电压。

一种C8-BTBT晶体管湿度检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及有机电子学器件技术领域,尤其涉及一种C8-BTBT晶体管湿度检测方法。

背景技术

[0002] 有机薄膜晶体管是一种以有机聚合物为有源层制成的晶体管,在未来显示、逻辑、存储等领域将有着广泛的应用前景。目前大部分有机薄膜晶体管的研究及测试条件都在真空条件下进行的,使用前需要采用封装工艺后进行密封处理避免材料暴露在空气中,对材料和设备的要求较高,操作复杂且成本高。

[0003] 作为导电沟道,有源层对有机薄膜晶体管中载流子的传输具有重要作用,影响着有机薄膜晶体管的迁移率、工作电压等性能。C8-BTBT(2,7-二辛基[1]苯并噻吩并[3,2-b]苯并噻吩)是一种新型的有机薄膜晶体管有源层材料。申请号为20171037226.1X的专利申请使用溶液法制备了一种基于PMMA/C8-BTBT掺杂小分子的高迁移率晶体管,该晶体管以有机小分子C8-BTBT薄膜为有源层。虽然该晶体管具有良好的迁移率、开关比和开态电流,不过该晶体管的测试依然采用传统的真空条件测试方法,操作复杂,对设备要求高,测试成本高;且该晶体管的用途尚未明确。鉴于其表现出的良好晶体管性能,拓展该晶体管的应用范围对其未来发展将具有重要作用。

发明内容

[0004] 基于此,本发明提供一种C8-BTBT晶体管湿度检测方法,该方法基于C8-BTBT对湿度灵敏的特性,根据C8-BTBT为有源层的有机薄膜晶体管在不同湿度下具有不同的迁移率来达到湿度检测的目的。

[0005] 本发明所述C8-BTBT晶体管湿度检测方法包括以下步骤:

[0006] S1:将C8-BTBT晶体管依次置于一系列具有梯度差的湿度环境下,分别测得所述C8-BTBT晶体管在各湿度下饱和区的传输特性曲线,根据该传输特性曲线计算出不同湿度下C8-BTBT晶体管的迁移率,从而得到湿度-迁移率标准曲线;

[0007] S2:将C8-BTBT晶体管置于待测环境中,测得其饱和区的传输特性曲线,根据该传输特性曲线计算得到C8-BTBT晶体管在待测环境中的迁移率 μ ,将 μ 代入上述湿度-迁移率标准曲线即可得到待测湿度值。

[0008] 相对于现有技术,本发明通过利用C8-BTBT晶体管对湿度灵敏的特性,将其用于检测环境湿度。C8-BTBT晶体管在不同湿度下具有不同的传输特性曲线和迁移率,从而可建立湿度-迁移率标准曲线,通过检测C8-BTBT晶体管的迁移率再根据C8-BTBT晶体管的湿度-迁移率标准曲线确定湿度值。

[0009] 进一步,步骤S1所述湿度为35%~95%。

[0010] 进一步,所述迁移率的计算方法为 $\mu_{\text{sat}} = \left(\frac{2L}{WC_i} \right) \left[\left(\frac{\partial(\sqrt{I_{d(\text{sat})}})}{\partial V_g} \right)^2 \right]$,其中 μ_{sat} 为饱和迁移

率,L为沟道长度,W为沟道宽度, $I_{d(\text{sat})}$ 为沟道电流, V_g 为栅极电压, C_i 为平均电容。

[0011] 进一步,所述C8-BTBT晶体管包括衬底以及衬底上依次层叠的氧化硅栅极、C8-BTBT有源层、 MoO_3 缓冲层和源漏电极。

[0012] 进一步,所述传输特性曲线的测试方法为,在常温常压下,对C8-BTBT晶体管的源漏电极施加-40V的电压,对C8-BTBT晶体管的栅极施加-30~2V的电压。

附图说明

[0013] 图1为C8-BTBT晶体管在不同湿度下的转移特性曲线;

[0014] 图2为C8-BTBT晶体管的湿度-迁移率标准曲线。

具体实施方式

[0015] 本发明利用C8-BTBT具有对湿度灵敏的特性用其制成有机薄膜晶体管,并用于检测环境湿度,检测方法简单、准确度高。以下通过具体实施例详细说明本发明的技术方案。

[0016] (1) 准备C8-BTBT晶体管

[0017] 本发明所述C8-BTBT晶体管包括衬底以及衬底上依次层叠的氧化硅栅极、C8-BTBT有源层、 MoO_3 缓冲层和源漏电极,其制备方法如下:

[0018] 1) 衬底处理

[0019] 具体地,选取含二氧化硅的P型重掺硅片作为衬底,切成1.5cm*1.5cm的正方形,依次放入丙酮、异丙醇、去离子水中超声清洗5分钟,重复两次后再用去离子水冲洗1分钟。然后用氮气枪吹干样品表面,再将其放在热板上在120℃下烘干。最后放入紫外臭氧清洗机中,UV-Ozone处理1min即可在衬底表面得到氧化硅层作为栅极。

[0020] 2) 制备C8-BTBT有源层:配制C8-BTBT/PMMA混合液,并将该混合液旋涂到步骤1)处理好的样品表面,制得掺杂PMMA的C8-BTBT薄膜,再将该薄膜进行热处理得到最终的C8-BTBT有源层。

[0021] 具体地,将C8-BTBT和PMMA溶于氯苯中,然后超声10min,配置C8-BTBT/PMMA混合液,其中C8-BTBT和PMMA的质量浓度均为0.5%。接着用滴管将该混合溶液滴到步骤1)处理好的样品上,以2000rpm的转速旋涂40s使其铺满衬底并成膜。最后在热板上加热到60℃退火2h,制得C8-BTBT有源层。

[0022] 3) 制备缓冲层:使用掩模版采用热蒸发法在C8-BTBT有源层上沉积 MoO_3 作为缓冲层。

[0023] 具体地,在气压为 $4 \times 10^{-4} \sim 8 \times 10^{-4}$ Pa的高真空腔体中,采用热蒸发法以0.015nm/s的速度通过掩模板在C8-BTBT有源层表面沉积5nm厚的 MoO_3 ,制得缓冲层。

[0024] 4) 制备源漏电极:使用掩模版采用热蒸发法在 MoO_3 缓冲层上沉积Au作为源漏电极。

[0025] 即在气压为 $4 \times 10^{-4} \sim 8 \times 10^{-4}$ Pa的高真空腔体中,采用热蒸发法以0.025nm/s的速度通过掩模板在 MoO_3 缓冲层表面沉积40nm厚的Au电极作为源漏电极。

[0026] (2) 建立湿度-迁移率标准曲线

[0027] 在常温常压下,使用高精度焊线机外引C8-BTBT晶体管的源漏电极,并使用银浆外引C8-BTBT晶体管的栅极,然后将C8-BTBT晶体管置于无真空变温四探针台上,将外引的电极接入高精度半导体分析仪,并设置漏极电压为-40V、栅极电压为-30V~2V。接着将C8-BTBT晶体管置于湿度控制器中,设置湿度为35%,测得C8-BTBT晶体管在湿度为35%下的传输特性曲线。将湿度依次改成45%、55%、65%、75%、85%和95%,从而得到C8-BTBT晶体管在不同湿度下的传输特性曲线。根据各传输特性曲线并结合公式

$$\mu_{\text{sat}} = \left(\frac{2L}{WC_i} \right) \left[\left(\frac{\partial(\sqrt{I_d(\text{sat})})}{\partial V_g} \right)^2 \right]$$

计算得到不同湿度下C8-BTBT晶体管的迁移率。以湿度为横坐标、迁移率为纵坐标得到湿度-迁移率标准曲线。

[0028] (3) 湿度测试

[0029] 将C8-BTBT晶体管置于可编程触摸屏温湿度控制器中,随机设定湿度为70%、80%、90%,测得C8-BTBT晶体管的传输特性曲线并计算得到对应的迁移率 μ ,将该迁移率 μ 代入上述湿度-迁移率标准曲线中,找到对应的湿度H。

[0030] 步骤(1)所制得的C8-BTBT晶体管包括衬底上依次层叠的氧化硅层、栅极、C8-BTBT有源层、MoO₃缓冲层和源漏电极,其中衬底为P型重掺硅片,MoO₃缓冲层的厚度为5nm,源漏电极为Au,其厚度为40nm。

[0031] 请参考图1,该图是C8-BTBT晶体管在不同湿度下的传输特性曲线。该图反映C8-BTBT晶体管在常温常压下依然具有良好的电学性能,且在不同湿度下具有不同的转移特性曲线,湿度越大,开态电流越小,关态电流越大,开关比越小,说明C8-BTBT晶体管对湿度具有很高的灵敏度。

[0032] 请参看图2,该图是根据图1中不同湿度下的传输特性曲线计算得到的湿度-迁移率标准曲线。图2反映,在湿度为35%~55%范围内,迁移率随着湿度的增加而增加;在湿度为55%~95%范围内,迁移率随着湿度的增加而降低;在沟道为200 μm 下,C8-BTBT晶体管在湿度为55%时表现出最高的迁移率1.61 $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。

[0033] 请参看表1,在设定的湿度70%下,测得C8-BTBT晶体管的迁移率为0.86 cm^2/Vs ,将其代入图2中的湿度-迁移率标准曲线中得到其湿度值为71%,误差为+1.4%;在设定的湿度80%下,测得C8-BTBT晶体管的迁移率为0.74 cm^2/Vs ,根据湿度-迁移率标准曲线得到检测湿度为80%,误差为0;在设定的湿度90%下,测得C8-BTBT晶体管的迁移率为0.6 cm^2/Vs ,根据湿度-迁移率标准曲线得到检测湿度为89%,误差为-1.1%。可见,利用C8-BTBT晶体管可以准确地对湿度进行检测。

[0034]

设定湿度	70%	80%	90%
迁移率 (cm^2/Vs)	0.86	0.74	0.6
检测湿度H	71%	80%	89%
误差	+1.4%	0	-1.1%

[0035] 相对于现有技术,本发明通过利用C8-BTBT对湿度灵敏的特性,首次将以C8-BTBT为有源层的C8-BTBT晶体管用于检测环境湿度,C8-BTBT晶体管在湿度为35%~55%范围

内,迁移率随着湿度的增加而增加;在湿度为55%~95%范围内,迁移率随着湿度的增加而降低。在湿度为70%以上每一种湿度下具有唯一对应的迁移率,可通过检测C8-BTBT晶体管的迁移率再根据C8-BTBT晶体管的湿度-迁移率标准曲线确定湿度值。

[0036] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

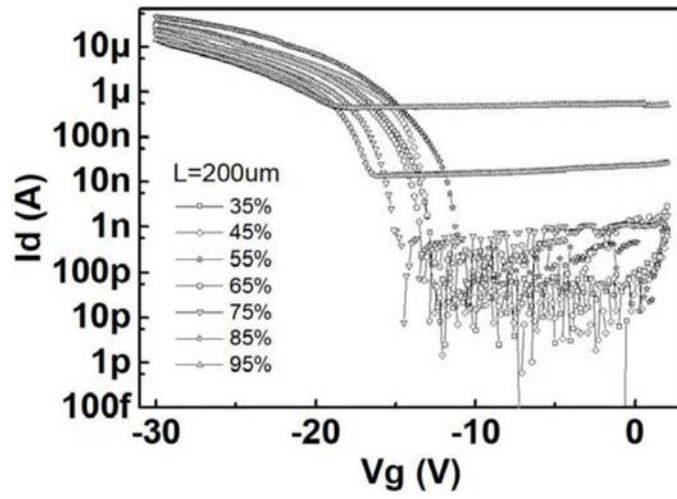


图1

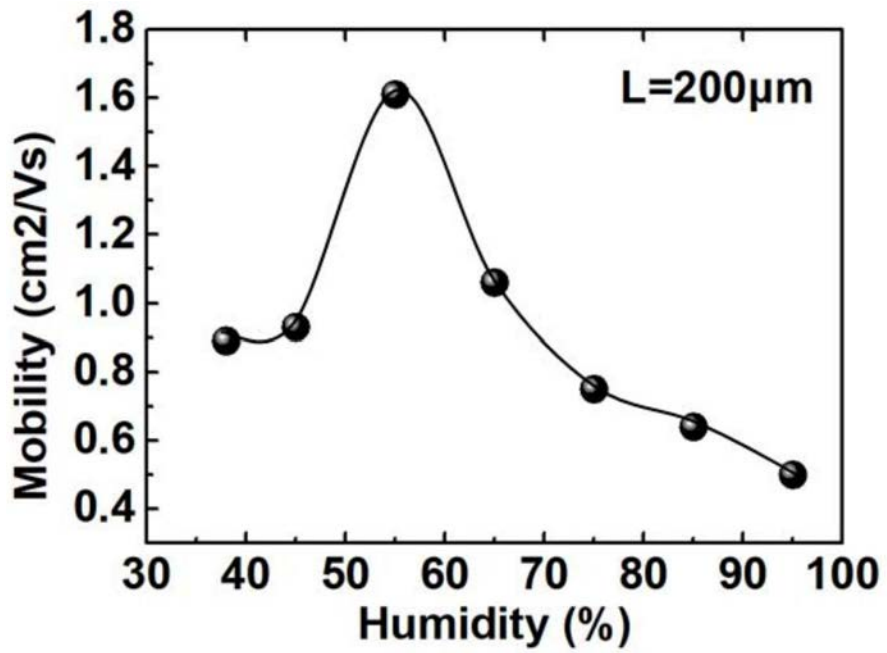


图2