



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209747523 U

(45)授权公告日 2019.12.06

(21)申请号 201920491294.0

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2019.04.12

(73)专利权人 西交利物浦大学

地址 215000 江苏省苏州市工业园区仁爱路111号

(72)发明人 赵天石 赵春 赵策洲 杨莉

(74)专利代理机构 苏州创元专利商标事务有限公司 32103

代理人 范晴 吴音

(51) Int. Cl.

H01L 29/786(2006.01)

H01L 29/51(2006.01)

H01L 21/34(2006.01)

B82Y 10/00(2011.01)

B82Y 30/00(2011.01)

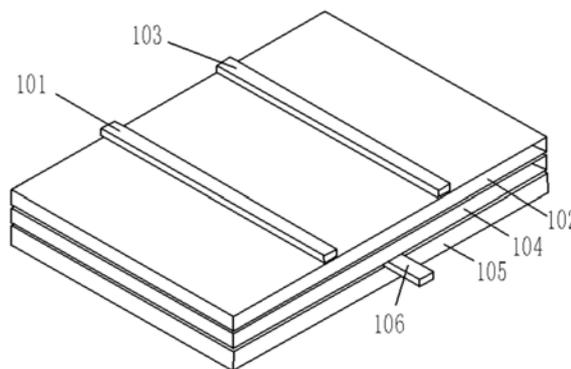
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管

(57)摘要

本实用新型公开了一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管,包括衬底、电极、绝缘层和半导体层;所述电极分为栅电极、源电极和漏电极;所述衬底上设置有绝缘层;所述绝缘层和衬底之间设置有栅电极;所述绝缘层上设置有半导体层;所述半导体层上设置有源电极和漏电极。本实用新型半导体层的结合能较高,比较稳定,具有很高的抗偏压、抗辐射特性;制备中通过深紫外退火,起到提高整个器件性能、匹配柔性衬底温度的作用;本工艺流程具有工艺简单、可在空气中低退火温度下进行的优点,生产成本较低。



1. 一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管,其特征在於:包括衬底、电极、绝缘层和半导体层;所述电极分为栅电极、源电极和漏电极;所述衬底上设置有绝缘层;所述绝缘层和衬底之间设置有栅电极;所述绝缘层上设置有半导体层;所述半导体层上设置有源电极和漏电极;所述衬底为柔性材料;所述绝缘层为纳米簇材料;所述半导体层为金属氧化物半导体层。

2. 根据权利要求1所述的一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管,其特征在於:所述电极的材料为金。

3. 根据权利要求1所述的一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管,其特征在於:所述绝缘层为水溶液法制备的铪掺杂氧化铝纳米簇材料。

4. 根据权利要求1所述的一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管,其特征在於:所述半导体层为锌锡氧材料。

5. 根据权利要求1所述的一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管,其特征在於:所述衬底为柔性透明材料聚酰亚胺或聚对苯二甲酸乙二醇酯或聚乙烯萘树脂。

一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管

技术领域

[0001] 本实用新型涉及属于微电子器件领域,尤其是涉及一种基于柔性衬底的金属氧化物异质结薄膜晶体管。

背景技术

[0002] 近些年来,包括有源矩阵液晶显示器(AMLCD)与有源矩阵有机发光二极管(AMOLED)的平板显示器(FPD)在提高分辨率、屏幕面积与降低功耗方面的需求与日俱增。薄膜晶体管(TFT)是FPD在生产应用中的关键器件。而比较高载流子迁移率、透明度、均匀性以及电稳定性使得金属氧化物被认为是可以取代传统非晶硅作为TFT中半导体的重要材料。传统半导体金属氧化物的制备工艺一般需要基于真空环境进行,并且需要较高的退火温度,这不利于电子器件的大规模、低成本的生产应用。溶液法与之相比,具有工艺简单、可在空气中低退火温度下进行的优点,因此可以应用于柔性衬底上制造柔性器件并且大幅降低生产成本。

[0003] 经研究发现,绝缘层的性能会对器件的性能以及稳定性方面产生重要影响,比起传统的二氧化硅(SiO_2),溶液法制备的高介电常数材料,如 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Y_2O_3 等,具有低驱动电压、增加器件整体器件电子迁移率等优点。因此,基于溶液法的高介电常数绝缘层制备目前成为了研究重点。然而,传统的硝酸盐溶液前驱体源在成膜过程中通常需要较高的温度来提供形成M-O键所需的能量,同时还会因残余杂质的去除而在膜内部形成孔洞、引入缺陷,对器件的性能产生负面影响。本实用新型将硝酸盐溶液的前驱体源进行进一步加工,以新型前驱体源制备出可形成质密高质量的纳米簇薄膜。于此同时,引入深紫外退火的工艺,可将制备温度降低到 60°C 。

实用新型内容

[0004] 本实用新型目的是:提供一种一种利用溶液法制备的可应用于大规模柔性集成电路的高性能薄膜晶体管。

[0005] 本实用新型的技术方案是:一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管,包括衬底、电极、绝缘层和半导体层;所述电极分为栅电极、源电极和漏电极;所述衬底上设置有绝缘层;所述绝缘层和衬底之间设置有栅电极;所述绝缘层上设置有半导体层;所述半导体层上设置有源电极和漏电极;所述衬底为柔性材料;所述绝缘层为纳米簇材料;所述半导体层为金属氧化物半导体层。

[0006] 优选的,所述电极的材料为金。

[0007] 优选的,所述绝缘层为水溶液法制备的铪掺杂氧化铝纳米簇材料。

[0008] 优选的,所述半导体层为锌锡氧材料。

[0009] 优选的,所述衬底为柔性透明材料聚酰亚胺或聚对苯二甲酸乙二醇酯或聚乙烯萘树脂。

[0010] 一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管的制备方法:具体制备步骤包括:

[0011] 1)清洗衬底:将衬底先用丙酮溶液超声清洗15-25 min,再用乙醇溶液超声清洗15-25 min,最后去离子水冲洗,氮气吹干;

[0012] 2) 生长栅电极:在衬底上利用正胶光刻工艺匀胶、图案化显影后,用电子束蒸发工艺在衬底上以0.8-1.2Å/s的速率生长45-55nm厚的Au作为栅电极;

[0013] 3)栅电极图案化:将生长电极后的器件置入丙酮溶液中超声清洗25-35秒后,置入无水乙醇溶液中浸泡4.5-5.5分钟,随后用去胶液浸泡4.5-5.5分钟、超声清洗0.5-1.5分钟,去掉非保留部分的栅电极;

[0014] 4)衬底亲水性处理:将生长了图案化栅电极后的衬底置入紫外灯下,以90 %的254 nm波长+10 % 的183 nm波长的紫外光在室温下照射1小时;其中90%和10%为占总光强的比例,总光强为3mW/cm²;

[0015] 5)制备纳米簇材料:将硝酸铝九水合物与四氯化铪以1.0 mol/L的浓度溶解于20 mL去离子水中,得到溶液I;将1.13 g纳米锌粉加入溶液I中,并搅拌23-25小时,得到溶液II;将溶液II通过滤纸过滤至培养皿中,并放在通风处内进行沉淀,得到沉积物III;将沉积物III以99.9%异丙醇溶液冲洗,洗去表面残余的铝、锌、铪盐,得到Hf-Al纳米簇盐;

[0016] 6)生长纳米簇绝缘层:将所得的Hf-Al纳米簇盐以0.06 mol/L的浓度溶于添加7.5 mol/L过氧化氢的去离子水中,并在阴暗处超声清洗15分钟,得到HfAlO纳米簇前驱体溶液IV;将溶液以喷涂于衬底之上,并在90 %的253.7 nm波长与10 %的184.9 nm 波长的紫外线灯照射下,其中90%和10%为占总光强的比例,总光强为3mW/cm²,以60 °C的温度退火一个小时;层厚度为55 nm;

[0017] 7)生长半导体层:将Zn(CH₃COO)₂与SnCl₄分别以0.1 mol/L与0.15 mol/L的浓度溶于去离子水中得到前驱体溶液V,然后将溶液搅拌5-7小时后喷涂于纳米簇绝缘层之上,并在90 %的253.7 nm波长与10 %的184.9 nm 波长的紫外线灯照射下,其中90%和10%为占总光强的比例,总光强为3mW/cm²,以60 °C的温度退火一个小时成膜;层厚度为8-12 nm。

[0018] 优选的,所述源电极、漏电极的宽长比为13-17。

[0019] 本实用新型的优点是:

[0020] 1. 半导体层的金属-氧键(M-O)结合能较高,比较稳定,具有很高的抗偏压、抗辐射特性;

[0021] 2. 制备中通过深紫外退火来减少缺陷和退火温度,起到提高整个器件性能、匹配柔性衬底温度的作用;

[0022] 3. 本工艺流程具有工艺简单、可在空气中低退火温度下进行的优点;

[0023] 4. 生产成本较低,同时由于有源层具有良好的光吸收特性,可在光学领域中有重要应用。

附图说明

[0024] 下面结合附图及实施例对本实用新型作进一步描述:

[0025] 图1本案所述的一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管的结构示意图;

[0026] 图2本案所述的一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管的电学输出曲线示意图;

[0027] 其中:101、源电极;102、半导体层;103、漏电极;104、绝缘层;105、衬底;106、栅电

极。

具体实施方式

[0028] 实施例：

[0029] 如附图1-2所示，一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管，包括衬底105、电极、绝缘层104和半导体层102；所述电极分为栅电极106、源电极101和漏电极103；所述衬底105上设置有绝缘层104；所述绝缘层104和衬底105之间设置有栅电极106；所述绝缘层上设置有半导体层102；所述半导体层102上设置有源电极101和漏电极103；所述衬底105为柔性材料；所述绝缘层104为纳米簇材料；所述半导体层102为金属氧化物半导体层；所述电极的材料为金；所述绝缘层104为水溶液法制备的铪掺杂氧化铝纳米簇材料；所述半导体层102为锌锡氧材料；所述衬底105为柔性透明材料聚酰亚胺或聚对苯二甲酸乙二醇酯或聚乙烯萘树脂。

[0030] 一种基于纳米簇绝缘层的高性能薄膜晶体管的制备方法：具体制备步骤包括：

[0031] 1) 清洗衬底：将PI衬底先用丙酮溶液超声清洗20 min，再用酮溶液超声清洗20 min，最后去离子水冲洗，氮气吹干；

[0032] 2) 生长栅电极：在PI衬底上利用正胶光刻工艺匀胶、图案化显影后，用电子束蒸发工艺现在PI衬底上以 $1\text{\AA}/\text{s}$ 的速率生长50nm厚的Au作为栅电极；

[0033] 3) 栅电极图案化：将生长电极后的器件置入丙酮溶液中超声清洗30秒后，置入无水乙醇溶液中浸泡5分钟，随后用去胶液浸泡5分钟、超声清洗2分钟，去掉非保留部分的栅电极；

[0034] 4) 衬底亲水性处理：将生长了图案化栅电极后的衬底置入紫外灯下，以90 %的254 nm波长+10 % 的183 nm波长的紫外光在室温下照射1小时；其中90%和10%为占总光强的比例，总光强为 $3\text{mW}/\text{cm}^2$ ；

[0035] 5) 制备HfAlO₃纳米簇材料：将硝酸铝九水合物与四氯化铪以1.0 mol/L的浓度溶解于20 ml去离子水中，得到溶液I；将1.13 g纳米锌粉加入溶液I中，并搅拌24小时，得到溶液II；将溶液II通过滤纸过滤至培养皿中，并放在通风处内进行沉淀，得到沉积物III；将沉积物III以99.9%异丙醇溶液冲洗，洗去表面残余的铝、锌、铪盐，得到Hf-Al纳米簇盐；

[0036] 6) 生长HfAlO₃纳米簇绝缘层：将所得的Hf-Al纳米簇盐以0.06 mol/L的浓度溶于添加7.5 mol/L过氧化氢的去离子水中，并在阴暗处超声清洗15分钟，得到HfAlO₃纳米簇前驱体溶液IV；将溶液以喷涂于PI衬底之上，并在90 %的253.7 nm波长与10 %的184.9 nm 波长的紫外线灯照射下，其中90%和10%为占总光强的比例，总光强为 $3\text{mW}/\text{cm}^2$ ，以60 °C的温度退火1个小时，层厚度为55 nm左右；

[0037] 7) 生长半导体层：将 $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 与 SnCl_4 分别以0.1 mol/L与0.15 mol/L的浓度溶于去离子水中得到前驱体溶液V，然后将溶液搅拌6小时后喷涂于纳米簇绝缘层之上，并在90 %的253.7 nm波长与10 %的184.9 nm 波长的紫外线灯照射下，其中90%和10%为占总光强的比例，总光强为 $3\text{mW}/\text{cm}^2$ ，以60 °C的温度退火1个小时成膜；层厚度为10 nm左右。

[0038] 在半导体层上，所述源电极、漏电极的宽长比为15，工作时形成的导电沟道为n型，开启电压为2-3 V，属于增强型器件，电学输出特性曲线如图2所示，在源极偏压为0时具有较小的漏电（漏极电流），并且在栅极电压较小（ $<3\text{ V}$ ）时即可开启，表明器件功耗较小；所述

薄膜晶体管衬底为疏水材料,旋涂上层溶液时需要利用紫外灯照射工艺来改善亲水性;所述栅电极以及绝缘层、半导体层可用光刻剥离工艺进行图案化,从而制作简单的逻辑电路;电极的Au材料厚度为50 nm,电子束蒸发生长速率为 $1\sim 2 \text{ \AA/s}$,具有良好的导电特性,可与相邻层形成肖特基接触;所述HfAlO纳米簇结构薄膜相比于传统的溶液法制备的薄膜具有更致密的物理结构、更稳固的M-O键;所述HfAlO纳米簇结构薄膜分为两个步骤制成,第一步为制备HfAl纳米簇盐,第二步为利用HfAl纳米簇盐制备HfAlO纳米簇结构薄膜,厚度为55 nm左右;所述制备HfAlO纳米簇结构薄膜步骤中,于前驱体溶液IV中加入浓度为7.5 M的 H_2O_2 溶液用以减少薄膜的氧空位缺陷;整个工艺流程中最高温度为 60°C ,在所选柔性衬底可承受范围内,属于超低温工艺;图案化工艺与电极生长工艺比较简单,无需传统意义上的光刻与真空下镀膜,可大幅减少生产时间与经济成本。

[0039] 上述实施例仅例示性说明本实用新型的原理及其功效,而非用于限制本实用新型。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本实用新型的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本实用新型的所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本实用新型的权利要求所涵盖。

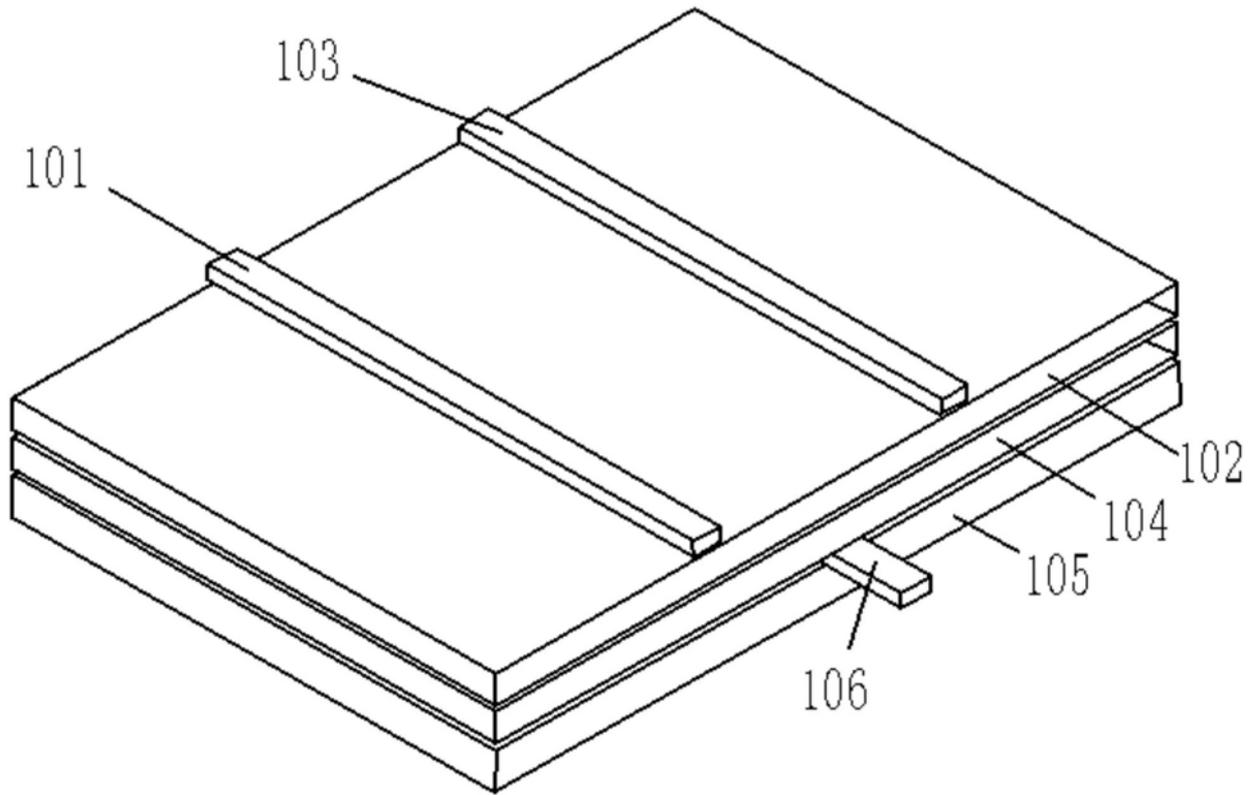


图1

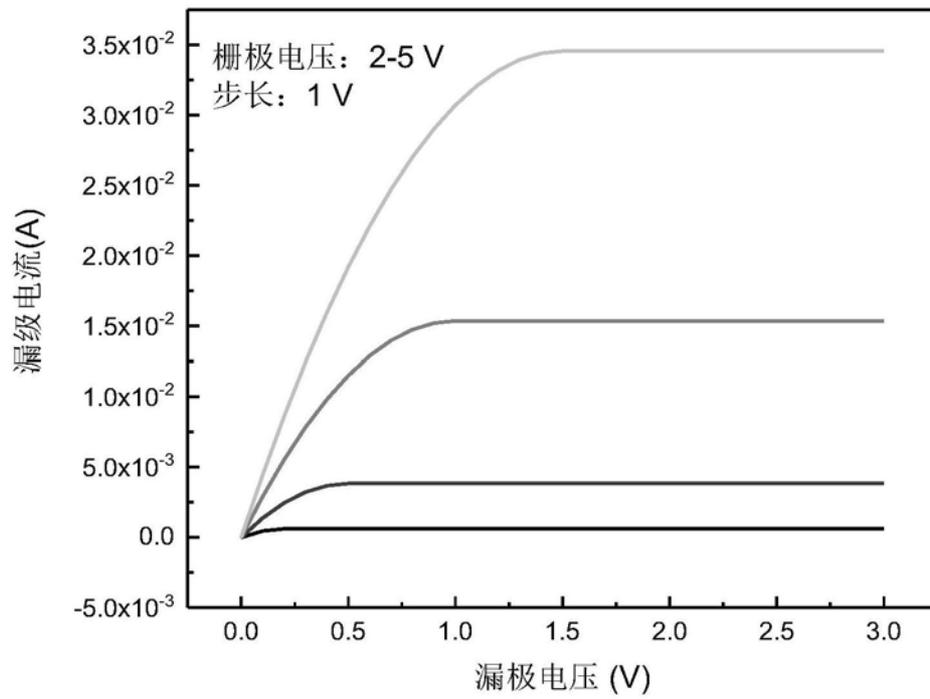


图2