



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110571277 A

(43)申请公布日 2019.12.13

(21)申请号 201910785502.2

(22)申请日 2019.08.23

(71)申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 秦国轩 刘家立

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 琪琛

(51)Int.Cl.

H01L 29/786(2006.01)

H01L 21/336(2006.01)

H01L 29/423(2006.01)

H01L 29/49(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种柔性氧化铟锌薄膜晶体管及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种柔性金属氧化物薄膜晶体管及其制备方法, PET衬底上镀有铝薄膜和通过阳极氧化形成的氧化铝薄膜分别作为栅极和栅极绝缘层, 上面沉积有氧化铟锌薄膜, 通过 lift-off 的方法制备氧化铟锡 (ITO) 源漏电极, 最后沉积二氧化硅作为器件钝化层。柔性金属氧化物薄膜晶体管适用于柔性集成电路, 所述晶体管具有良好的性能以及较高的工作频率。并且该器件具有结构轻薄、可弯曲折叠, 抗机械冲击能力强等优点, 在柔性显示设备、智能穿戴以及光电器件领域具有广泛的应用前景。



1. 一种柔性氧化铟锌薄膜晶体管,其特征在於,结构从下到上依次为:柔性衬底、作为栅极的铝薄膜、作为栅绝缘层的通过阳极氧化法形成的氧化铝膜、氧化铟锌薄膜和铟锡氧化物漏源电极,最上面覆盖有一层二氧化硅作为器件钝化层。

2. 根据权利要求1所述柔性氧化铟锌薄膜晶体管,其特征在於,所述铝薄膜厚度为350nm。

3. 根据权利要求1所述柔性氧化铟锌薄膜晶体管,其特征在於,所述氧化铝膜厚度为150nm。

4. 根据权利要求1所述柔性氧化铟锌薄膜晶体管,其特征在於,所述氧化铟锌薄膜厚度为30nm。

5. 根据权利要求1所述柔性氧化铟锌薄膜晶体管,其特征在於,所述氧化铟锡薄膜厚度为250nm。

6. 根据权利要求1所述柔性氧化铟锌薄膜晶体管,其特征在於,所述二氧化硅厚度为200nm。

7. 根据权利要求1所述柔性氧化铟锌薄膜晶体管,其特征在於,所述柔性衬底包括聚对苯二甲酸乙二醇PET塑料基板,PET塑料基板上表面有一层基于环氧SU8树脂的光刻胶粘合层。

8. 一种柔性氧化铟锌薄膜晶体管的制备方法,其特征在於,PET衬底上通过磁控溅射的方法沉积铝薄膜和通过阳极氧化形成的氧化铝薄膜分别作为栅极和栅极绝缘层,上面沉积有氧化铟锌薄膜,通过lift-off的方法制备氧化铟锡(ITO)源漏电极,最后沉积二氧化硅作为器件钝化层。

9. 根据权利要求8所述柔性氧化铟锌薄膜晶体管的制备方法,其特征在於,具体包括以下步骤:

a. 选用200纳米厚的PET柔性材料作为衬底,首先将PET放进盛有丙酮溶液的烧杯中,然后在超声波清洗器中清洗5分钟,随后使用异丙醇溶液将用丙酮清洗过的PET在超声波清洗器中将丙酮清洗干净,得到PET衬底;

b. 在PET衬底上通过磁控溅射的方法沉积350nm的铝薄膜,通过湿法刻蚀形成栅极;

c. 在酒石酸铵和乙二醇构成的电解液中采用阳极氧化在栅极表面形成一层厚度为150nm的氧化铝栅绝缘层,其中阳极氧化时间为1.2小时;

d. 在室温下使用氧化铟(In₂O₃)和氧化锌(ZnO)靶材通过共溅射的方法沉积一层30nm的氧化铟锌(IZO)薄膜,其中铟和锌的比例为1:1,两个靶材的功率均为300W,溅射气体中氧气和氩气的流量比为50:6,溅射功率为120W;

e. 在基板上沉积一层250nm的氧化铟锡薄膜,通过lift-off的方法图案化作为晶体管的漏源电极,定义沟道宽长比为100:30微米;

f. 利用等离子增强化学气相沉积法(PECVD)沉积200nm的二氧化硅作为器件钝化层。在300度的空气气氛下退火20min。

一种柔性氧化铟锌薄膜晶体管及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种柔性金属氧化物薄膜晶体管及其制备方法。

背景技术

[0002] 柔性电子器件以其独特的延展性及其高效、低成本的制造工艺,在信息、能源、医疗、国防等领域具有广泛应用前景。近几年柔性电子技术呈现出迅速发展的趋势,可以承受拉、压、弯曲等大变形的柔性电子器件的研究已成为电子、力学、材料和物理等学科的一个研究热点。它代表了新一代半导体器件最近发展的一个方向。既具有传统基于刚性电路板系统的性能,也具有像橡皮筋一样被拉伸,像绳子一样被扭曲,像纸一样被折叠的性能。而传统的柔性有机薄膜晶体管往往存在着迁移率低这一问题,难以用于高频器件,而氧化薄膜晶体管兼具较高的载流子迁移率和均匀的电学性能,本发明将柔性衬底与氧化薄膜晶体管相结合,可以用于制作高频的柔性半导体器件。

发明内容

[0003] 本发明提供一种柔性金属氧化物薄膜晶体管及其制备方法,解决现有技术中传统的柔性有机薄膜晶体管迁移率低、难以用于高频器件的问题。

[0004] 本发明的技术方案为:

[0005] 一种柔性氧化铟锌薄膜晶体管,结构从下到上依次为:柔性衬底、作为栅极的铝薄膜、作为栅绝缘层的通过阳极氧化法形成的氧化铝膜、氧化铟锌薄膜和铟锡氧化物漏源电极,最上面覆盖有一层二氧化硅作为器件钝化层。

[0006] 所述铝薄膜厚度为350nm。

[0007] 所述氧化铝膜厚度为150nm。

[0008] 所述氧化铟锌薄膜厚度为30nm。

[0009] 所述氧化铟锡薄膜厚度为250nm。

[0010] 所述二氧化硅厚度为200nm。

[0011] 所述柔性衬底包括聚对苯二甲酸乙二醇PET塑料基板,PET塑料基板上表面有一层基于环氧SU8树脂的光刻胶粘合层。

[0012] 一种柔性氧化铟锌薄膜晶体管的制备方法,PET衬底上通过磁控溅射的方法沉积铝薄膜和通过阳极氧化形成的氧化铝薄膜分别作为栅极和栅极绝缘层,上面沉积有氧化铟锌薄膜,通过lift-off的方法制备氧化铟锡(ITO)源漏电极,最后沉积二氧化硅作为器件钝化层。

[0013] 具体包括以下步骤:

[0014] a. 选用200纳米厚的PET柔性材料作为衬底,首先将PET放进盛有丙酮溶液的烧杯中,然后在超声波清洗器中清洗5分钟,随后使用异丙醇溶液将用丙酮清洗过的PET在超声波清洗器中将丙酮清洗干净,得到PET衬底;

[0015] b. 在PET衬底上通过磁控溅射的方法沉积350nm的铝薄膜,通过湿法刻蚀形成栅

极；

[0016] c. 在酒石酸铵和乙二醇构成的电解液中采用阳极氧化在栅极表面形成一层厚度为150nm的氧化铝栅绝缘层,其中阳极氧化时间为1.2小时；

[0017] d. 在室温下使用氧化铟(In₂O₃)和氧化锌(ZnO)靶材通过共溅射的方法沉积一层30nm的氧化铟锌(IZO)薄膜,其中铟和锌的比例为1:1,两个靶材的功率均为300W,溅射气体中氧气和氩气的流量比为50:6,溅射功率为120W；

[0018] e. 在基板上沉积一层250nm的氧化铟锡薄膜,通过lift-off的方法图案化作为晶体管的漏源电极,定义沟道宽长比为100:30微米；

[0019] f. 利用等离子增强化学气相沉积法(PECVD)沉积200nm的二氧化硅作为器件钝化层。在300度的空气气氛下退火20min。

[0020] 本发明的优点是：

[0021] 本发明在PET塑料衬底上制备晶体管,实现器件的弯曲特性,此外相比较于传统硅衬底,能极大的改善器件的寄生效应,提高工作频率以及响应速度,可以实现弯曲状态下的晶体管的正常工作,大幅度提高栅极的控制能力,在智能穿戴柔性电子产品上实现广泛的应用。

[0022] 该器件具有结构轻薄、可弯曲折叠,抗机械冲击能力强等优点,在柔性显示设备、智能穿戴以及光电器件领域具有广泛的应用前景。

附图说明

[0023] 图1为本发明柔性金属氧化物薄膜晶体管的侧视结构图；自下而上依次为PET,金属铝,氧化铝,氧化铟锌,作为电极的氧化铟锡以及覆盖到器件顶部的二氧化硅；

[0024] 图2为本发明的侧视工作原理图；

[0025] 图中1:柔性衬底 2:栅极 3:栅绝缘层 4:有源区 5:源极 6:漏极 7:钝化层 8:反型层。

具体实施方式

[0026] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实例,并参照附图,对本发明进一步详细描述。

[0027] 如图1所示,本发明一种柔性氧化铟锌薄膜晶体管,结构从下到上依次为:柔性衬底(PET)1、作为栅极的铝薄膜(A1)2、作为栅绝缘层3的通过阳极氧化法形成的氧化铝膜(Al_2O_3)、氧化铟锌薄膜(IZO)4和铟锡氧化物(ITO)漏6源5电极,最上面覆盖有一层二氧化硅(SiO_2)7作为器件钝化层。

[0028] 具体的制作工艺如下：

[0029] a. 选用PET柔性材料作为衬底,首先将PET放进盛有丙酮溶液的烧杯中,然后在超声波清洗器中清洗5分钟,随后使用异丙醇溶液将用丙酮清洗过的PET在超声波清洗器中将丙酮清洗干净,得到PET衬底；

[0030] b. 在PET衬底上通过磁控溅射的方法沉积350nm的铝薄膜,通过湿法刻蚀形成栅极。

[0031] c. 在酒石酸铵和乙二醇构成的电解液中采用阳极氧化在栅极表面形成一层厚度

为150nm的氧化铝栅绝缘层,其中阳极氧化时间为1.2小时。

[0032] d.在室温下使用氧化铟(In₂O₃)和氧化锌(ZnO)靶材通过共溅射的方法沉积一层约30nm的氧化铟锌(IZO)薄膜,其中铟和锌的比例为1:1,两个靶材的功率均为300W,溅射气体中氧气和氩气的流量比为50:6,溅射功率为120W。

[0033] e.在基板上沉积一层250nm的氧化铟锡薄膜,通过lift-off的方法图案化作为晶体管的漏源电极,定义沟道宽长比为100:30微米;

[0034] f.利用等离子增强化学气相沉积法(PECVD)沉积约200nm的二氧化硅作为器件钝化层。在300度的空气气氛下退火20min。

[0035] 本发明的技术方案在于利用磁控溅射的方法在PET柔性衬底上镀铝薄膜并通过阳极氧化形成氧化铝薄膜分别作为栅极和栅极绝缘层,然后再在基板上通过共溅射法沉积氧化铟锌薄膜作为有源层,并在基板上沉积一层氧化铟锌薄膜,通过lift-off的方法图案化制备成为源漏电极,最后沉积二氧化硅作为器件钝化层。

[0036] 该柔性金属氧化物薄膜晶体管的主要工作原理在于通过在栅电极上添加偏压,在源漏掺杂区靠近栅氧化物之处会形成电子反型层,作为器件的导电沟道,器件导通,随后在源漏电极之间加上偏压,器件将会开始工作,通过栅压控制器件是否导通以及器件的源漏之间电流的原理,而柔性衬底可以减少传统硅基衬底MOSFTT晶体管的寄生效应,并可以在不同的弯曲程度之下工作,为高性能柔性电路的大规模集成以及可穿戴电子设备的广泛应用提供了可能。

[0037] 附图2为此发明的工作原理图,在底部金属栅电极中施加一定的偏压之后,通过底部的金属导电薄膜在氧化铝绝缘层顶部会产生一定的电压,当施加的偏压较小或者没有偏压时,IZO由于没有反型层的产生,即使在源漏极之间施加电压也不会有电流产生,器件关断。当电压足够大的时候,IZO薄膜和三氧化二铝接触的表面处产生电子反型层,原本空穴较多的IZO薄膜下表面将产生大量电子,此区域称为器件的沟道区,随后,在N型掺杂的源漏极施加偏压,会产生源漏之间的电流,器件导通。本发明中的器件具有较高的集成度,有更为广泛的适用范围。此外,本发明是集成在塑料衬底上的晶体管器件,当塑料衬底弯曲时此器件仍可以正常工作,因此适用于电子皮肤、医疗器械、柔性显示设备等。

[0038] 以上所述的实施例只是本发明的一种较佳的方案,并非对本发明作任何形式上的限制,在不超出权利要求所记载的技术方案的前提下还有其它的变体及改型。



图1

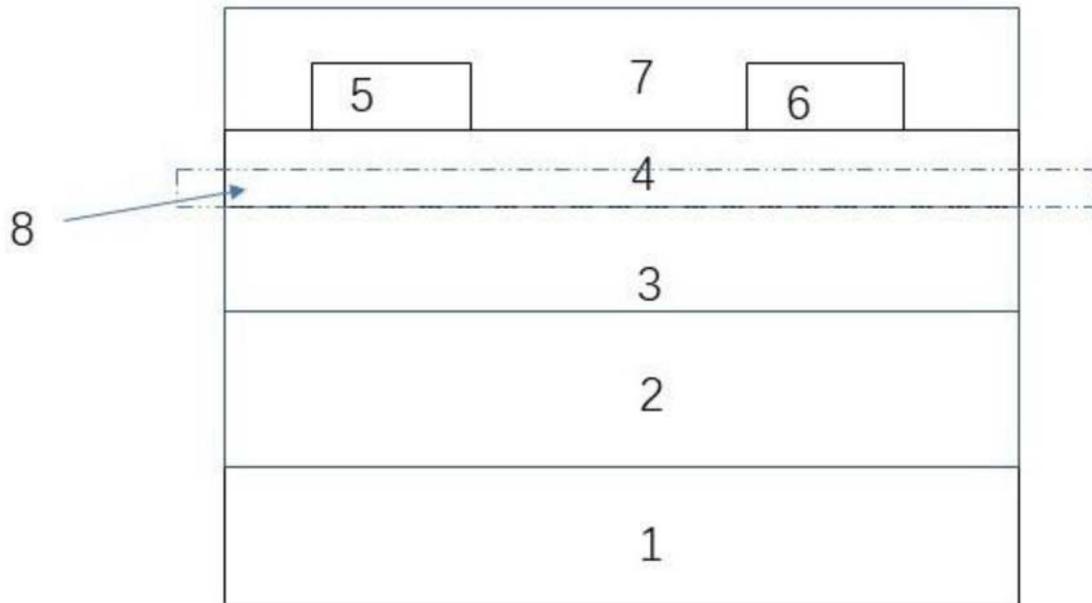


图2