



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112366228 A

(43) 申请公布日 2021. 02. 12

(21) 申请号 202011157568.6

(22) 申请日 2020.10.26

(71) 申请人 苏州科技大学

地址 215011 江苏省苏州市苏州高新区科
锐路1号

(72) 发明人 姜昱丞 黄根生 周鹏飞 殷凌煜

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有
限公司 32103

代理人 陶海锋

(51) Int. Cl.

H01L 29/06 (2006.01)

H01L 29/12 (2006.01)

H01L 29/36 (2006.01)

G04G 15/00 (2006.01)

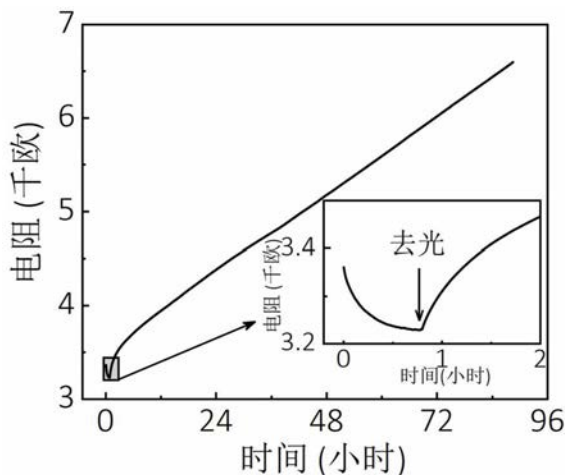
权利要求书1页 说明书2页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于钽酸钾表面电子气的自激励电阻
计时器及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于钽酸钾表面电子气的
自激励电阻计时器及其制备方法。以钽酸钾单晶
材料为衬底,采用Ar⁺氩离子束轰击工艺,在钽酸
钾表面产生氧空位,形成二维电子气层;通过改
变Ar⁺轰击电压,调制二维电子气的载流子密度,
得到对应的电阻随时间增长速率不同的自激励
电阻计时器。经电学测量结果表明,该器件的电
阻随时间线性增加,利用这种线性关系即可实现
对时间的记录。在稳恒条件下,其具有固定的电
阻增长速率,且可长时间保持。本发明提供的自
激励电阻计时器性能稳定、结构简单,时间记录
过程中无需电驱动,可广泛应用于电子芯片、智
能器件等领域。



1. 一种基于钽酸钾表面电子气的自激励电阻计时器,其特征在於:它包括金属电极、钽酸钾单晶基片;基片表面具有高能氩离子束轰击产生的氧空位,形成二维电子气层,电阻随时间的延长呈线性增长。

2. 一种基于钽酸钾表面电子气的自激励电阻计时器的制备方法,其特征在於:以钽酸钾单晶材料为衬底,采用 Ar^+ 氩离子束轰击工艺,在钽酸钾表面产生氧空位,形成二维电子气层;通过改变 Ar^+ 轰击电压,调制二维电子气的载流子密度,得到对应的电阻随时间增长速率不同的自激励电阻计时器。

3. 根据权利要求2所述的一种基于钽酸钾表面电子气的自激励电阻计时器的制备方法,其特征在於: Ar^+ 轰击电压为 200~500 V,氩气气压为 $2 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-4}$ mbar,轰击时间为2~15分钟。

4. 根据权利要求2所述的一种基于钽酸钾表面二维电子气的自激励电阻计时器的制备方法,其特征在於:用聚甲基丙烯酸甲酯旋涂于钽酸钾表面,排除空气中的氧气对于表面电子气层的负面影响。

一种基于钽酸钾表面电子气的自激励电阻计时器及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于材料技术领域,具体涉及基于电子气的电阻计时器件。

背景技术

[0002] 在氧化物界面识别的二维电子气(two-dimensional electron gas, 2DEG)因其显著的物理性质,如超导性、磁阻和铁磁性等,近些年引起了人们的极大关注。具体来说,LaAlO₃/SrTiO₃界面处的2DEG显示出高迁移率和持久的光电导性,使其成为未来电子和存储器件的候选材料。随着研究的进展,一种更简单的方法被开发出来,通过产生氧空位在STO表面诱导一个二维电子气层。氩离子(Ar⁺)轰击是一种从氧化物中分离氧离子的有效技术,从而导致氧空位。电荷载流子密度由轰击电压和时间决定。尽管制备方法不同,这些2DEG系统显示出相似的光电传输特性。它们的固有电阻是稳定的,与时间无关。作为另一种钙钛矿结构的氧化物,碳酸钾(KTaO₃, KTO)表面可以通过在其上轰击氩离子束来形成高迁移率的2DEG。与STO的相比,KTO的一个明显的优点是存在大的自旋轨道耦合。尽管对基于KTO的二维电子气已经进行了一些研究,但都没有阐明电阻与时间的依赖关系。阐明氧空位诱导的二维电子气的输运性质实际上是非常重要的,它避免了其他氧化物的影响,从而直接反映了KTO的性质。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于利用Ar⁺轰击在钽酸钾(KTO)衬底上获得高载流子密度的二维电子气,其电阻具有对时间线性依赖的特性,提供一种基于钽酸钾表面电子气的自激励电阻计时器。

[0004] 实现本发明目的的技术方案是提供一种基于钽酸钾表面电子气的自激励电阻计时器,它包括金属电极、钽酸钾单晶基片;基片表面具有高能氩离子束轰击产生的氧空位,形成二维电子气层,电阻随时间的延长呈线性增长。

[0005] 本发明技术方案还包括一种基于钽酸钾表面电子气的自激励电阻计时器的制备方法,以钽酸钾单晶材料为衬底,采用Ar⁺氩离子束轰击工艺,在钽酸钾表面产生氧空位,形成二维电子气层;通过改变Ar⁺轰击电压,调制二维电子气的载流子密度,得到对应的电阻随时间增长速率不同的自激励电阻计时器。

[0006] 上述基于钽酸钾表面电子气的自激励电阻计时器的制备方法中,Ar⁺轰击电压为200~500 V,氩气气压为 $2 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-4}$ mbar,轰击时间为2~15分钟;还可以用聚甲基丙烯酸甲酯旋涂于钽酸钾表面,排除空气中的氧气对于表面电子气层的负面影响。

[0007] 本发明提供的是KTO衬底上获得高载流子密度的二维电子气,这是一种具有特殊的电输运亚稳特性的材料,其电阻具有对时间线性依赖的特性,且可在没有电驱动的情况下执行长时间的时间记录。这种材料可以用于那些无法长期无电源供电的场景中,它具有那些普通电驱动计时器无法比拟的优势。

[0008] 本发明的有益效果在于：

1. 本发明提供的电子气材料，其电阻可随时间线性增大，且电阻及其增长率都可由Ar⁺轰击电压决定，从而可实现对时间的记录。

[0009] 2. 本发明提供的电子气材料，电阻自然增大的过程无需持续的电驱动。其与传统的基于晶体振荡器的计时器相比，KTO上的2DEG可以在没有电驱动的情况下执行长时间的时间记录。在稳定的环境中，即使是在很长一段时间内，器件都不会偏离电阻的线性增加。

附图说明

[0010] 图1为本发明实施例提供的自激励电阻计时器的制备工艺流程示意图；

图2为本发明实施例提供的电阻计时器在关闭环境光后的电阻-时间曲线图；

图3为本发明实施例在不同的Ar⁺轰击电压下所制备的样品的电阻-时间曲线图。

具体实施方式

[0011] 下面结合附图和实施例对本发明技术方案作进一步的阐述。

[0012] 实施例1

参见附图1，它是本实施例提供的自激励电阻计时器的制备工艺流程示意图，样品的制备过程如下：对(001)取向的KTO单晶在水冷样品架上进行10分钟的Ar⁺轰击，采用的Ar⁺轰击电压为250伏，氩气气压为10⁻⁴mbar，轰击时间为10分钟，在KTO基片上形成导电层2DEG；利用键合机在KTO表面2DEG上引入导线用于电学测量；使用聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)旋涂以避免其氧化则完成了KTO电子电阻计时器。

[0013] 参见附图2，为本实施例提供的电阻计时器在关闭环境光后的电阻-时间曲线图；本实施例在250伏的Ar⁺轰击电压下所制得的电阻计时器，在室温去光的条件下，测量该器件的电阻随时间的变化。由图2可以观察到：在长达96小时的测试中，电阻始终保持着对时间的线性依赖，不会趋于稳定。在实际应用中，可以通过测量电阻值来衡量时间的流逝。这种特性是基于Ar⁺轰击后的KTO表面呈现出亚稳态运输的现象。因此，即便没有电压驱动，其电阻也会自发的线性增大，即整个过程是自激发的。

[0014] 实施例2

按实施例1提供的工艺，本实施例分别采用250V、300 V、350 V、400 V和500V的Ar⁺轰击电压，制备得到具有电阻随时间增长速率不同特性的电阻计时器。

[0015] 参见附图3，为本实施例在不同的Ar⁺轰击电压下所制备的样品的电阻-时间曲线图。由图3可以看到，不同的Ar⁺轰击电压下所制备的样品表现出了不同的电阻增长速率，图中， $R_{\text{偏移}} = R - R_0$ ，R是器件当前的电阻，R₀是器件在0时刻的电阻。它们的电阻随时间的增长速率对轰击电压有着很强的依赖。一般来说，增长速率越快的样品对时间的记录就具有更高的精度。在实际应用中，可以通过使用合适的轰击电压来获得所需增长速率的计时器件。

[0016] 本发明实施例的自激励电阻计时器无需电驱动计时，有效工作时间长。本发明的实施例产品结构简单、稳定性强，在电子芯片、智能器件等领域具有应用前景。

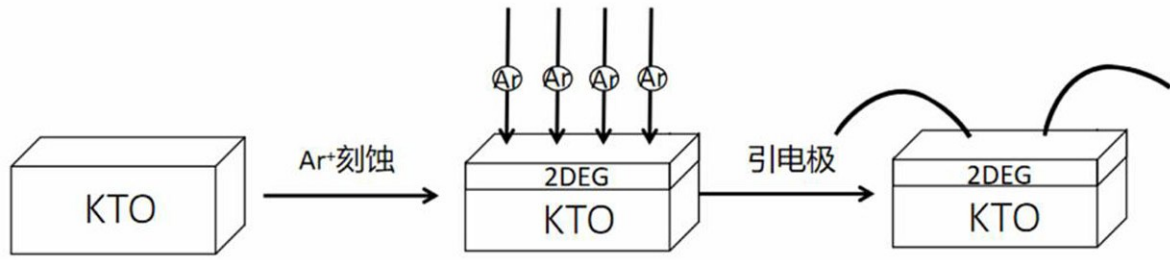


图1

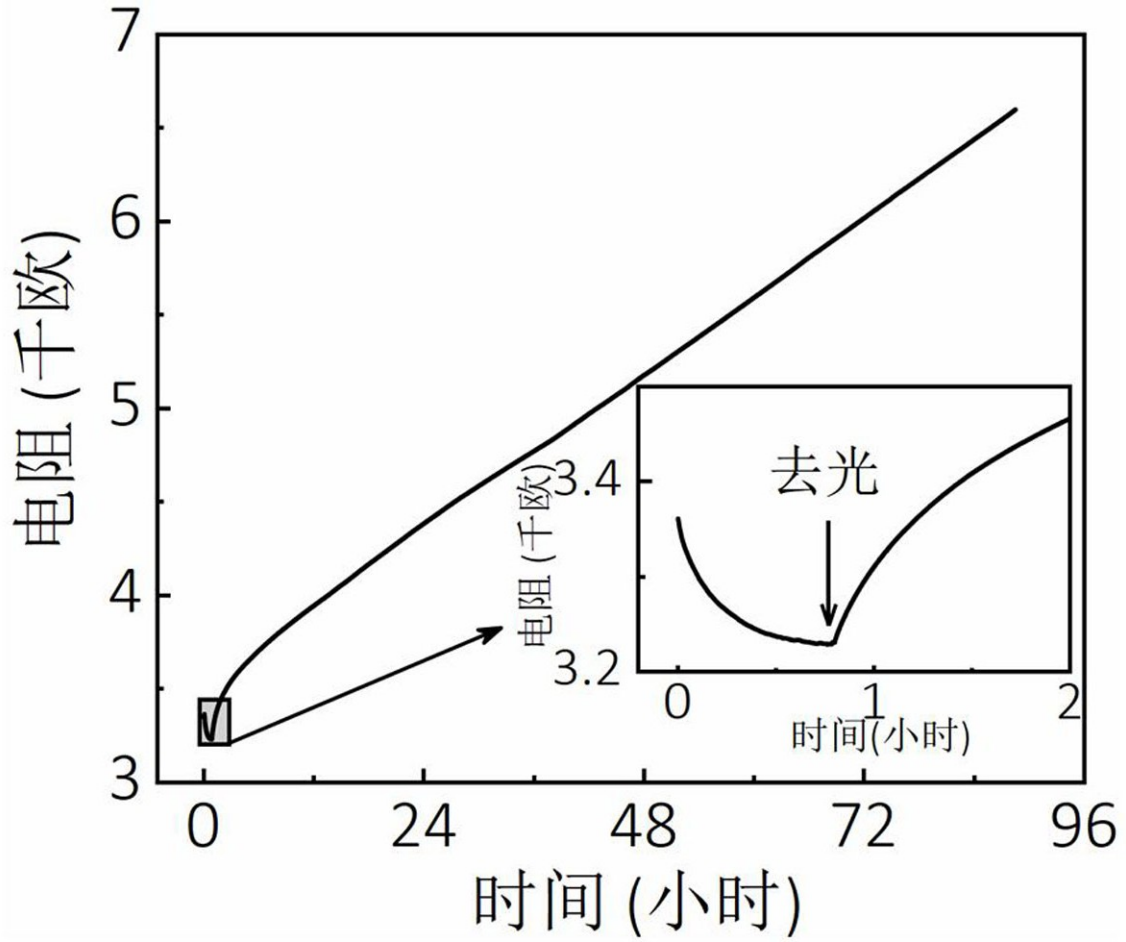


图2

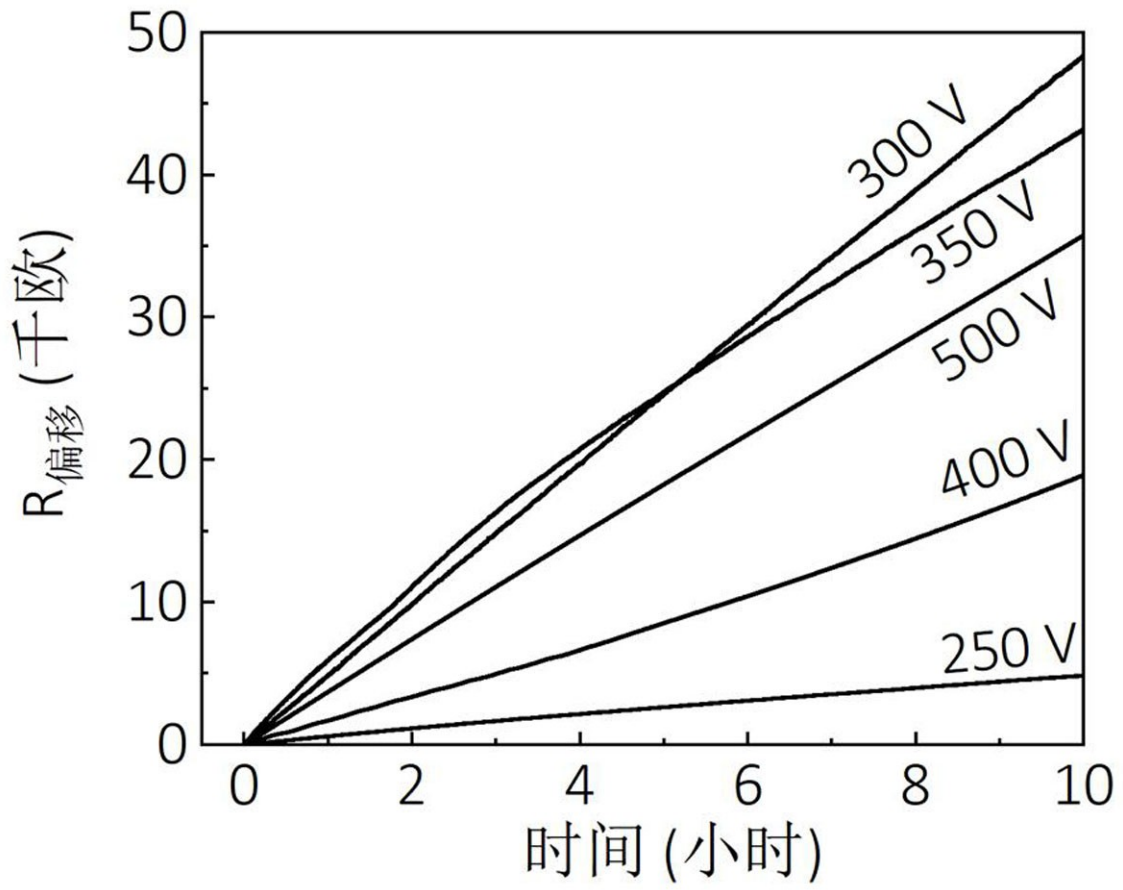


图3