



限制电流对Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO忆阻器的开关比和稳定性调控

何朝滔 卢羽 李秀林 陈鹏

Facilitation of compliance current for resistive switching and stability of Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO

He Chao-Tao Lu Yu Li Xiu-Lin Chen Peng

引用信息 Citation: *Acta Physica Sinica*, 71, 086102 (2022) DOI: 10.7498/aps.71.20211999

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.7498/aps.71.20211999>

当期内容 View table of contents: <http://wulixb.iphy.ac.cn>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于Au/TiO₂/FTO结构忆阻器的开关特性与机理研究

Resistive switching characteristics and resistive switching mechanism of Au/TiO₂/FTO memristor

物理学报. 2018, 67(15): 157302 <https://doi.org/10.7498/aps.67.20180425>

氧分压对Ni/HfO_x/TiN阻变存储单元阻变特性的影响

Influences of different oxygen partial pressures on switching properties of Ni/HfO_x/TiN resistive switching devices

物理学报. 2018, 67(5): 057301 <https://doi.org/10.7498/aps.67.20172194>

氧空位缺陷对PbTiO₃铁电薄膜漏电流的调控

Effect of oxygen vacancy defect on leakage current of PbTiO₃ ferroelectric thin film

物理学报. 2018, 67(18): 187701 <https://doi.org/10.7498/aps.67.20181130>

尺寸调控SnO₂量子点的阻变性能及调控机理

Size-controlled resistive switching performance and regulation mechanism of SnO₂ QDs

物理学报. 2021, 70(19): 197301 <https://doi.org/10.7498/aps.70.20210608>

外延应变和铁电极化双重调控LaMnO₃/BaTiO₃超晶格的磁性

Dual control of magnetism in LaMnO₃/BaTiO₃ superlattice by epitaxial strain and ferroelectric polarization

物理学报. 2020, 69(22): 226301 <https://doi.org/10.7498/aps.69.20200839>

基于Al₂O₃/MoO₃复合阳极缓冲层的倒置聚合物太阳能电池的研究

Enhanced performance of inverted polymer solar cell based on Al₂O₃/MoO₃ as composite anode buffer layer

物理学报. 2018, 67(6): 067201 <https://doi.org/10.7498/aps.67.20172311>

限制电流对 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 忆阻器的开关比和稳定性调控

何朝滔 卢羽 李秀林 陈鹏[†]

(西南大学物理科学与技术学院, 重庆 400715)

(2021 年 10 月 28 日收到; 2021 年 12 月 27 日收到修改稿)

利用磁控溅射技术沉积了 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 多层薄膜, 观察到该结构中的电阻开关现象受到限制电流的调控. 在限制电流大小为 10^{-2} A 时, 器件中的电阻开关现象达到最优. Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 多层薄膜的电阻开关具有良好的可重复性和稳定性. 本文使用空间限制电流的传导模型对 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件中受限制电流调控的电阻开关传导机理进行了解释.

关键词: 电阻开关, 氧空位迁移, 限制电流, 焦耳热

PACS: 85.25.Hv, 81.07.-b, 73.40.Qv, 85.35.-p

DOI: 10.7498/aps.71.20211999

1 引言

电阻开关 (resistive switching, RS) 效应是一种在外加偏压之下, 器件的电阻状态可以在高电阻状态 (high resistive state, HRS) 和低电阻状态 (low resistive state, LRS) 之间发生可逆转变的物理现象^[1]. 可编程的电阻态可用于神经计算、内存逻辑硬件, 同时, 由于电阻型随机存储器 (resistive random access memory, RRAM) 器件具备结构简单、非易失、低能耗、超高的存储密度、超快的读写速度等优点, 被广泛认为是下一代非易失存储器的候选对象^[2-4]. 根据电压极性的不同, RS 可分为单极性和双极性^[5]. 目前, 人们在硫属化合物^[6]、钙钛矿型结构氧化物^[7]、金属氧化物^[8-10]、有机物^[11]等材料中都观察到了 RS 现象. 但是对于 RS 效应始终没有统一的理论对其进行解释, 人们提出了多种理论模型来解释该效应^[12-15], 其中氧空位迁移形成导电细丝是被广泛接受的主要机理之一, 值得关注的是器件中氧空位迁移主要受到焦耳热的影响^[5].

Tsai 等^[16]发现 NiO 薄膜中的 RS 现象在受到焦耳热的作用下会从单极性开关切变成双极性开关. Saylan 等^[17]介绍了基于 HfO₂ 的存储体系中焦耳热所引起的负微分电阻效应. Chen 等^[18]认为在 Bi₁₂TiO₂₀ 薄膜中焦耳热是导致多重 RS 效应的主要原因. Choi 等^[19]在 NiO 薄膜中通过尖端增强电场的方式观察焦耳热对 RS 的影响. Strachan 等^[20]在 Pt/TiO₂/Pt 器件中证明了焦耳热对其 RS 性质的积极影响.

过去, 人们广泛研究单层薄膜的 RS 现象, 大量的文章报道了诸如 Al₂O₃, BaTiO₃, TiO_x, ZnO, HfO₂^[21-25]等单层薄膜的 RS. 然而近年来, 多层薄膜的研究因为其优秀的 RS 特性、高开关比、更好的持久性、更低的工作电压, 成为了当下实验研究的热点^[26].

本文主要通过改变限制电流 (compliance current, I_{cc}) 的大小来影响 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 多层薄膜中的焦耳热, 进而调控 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件中的 RS 现象. Pan 等^[27]也曾报道通过改变 I_{cc} 来调节 LiNbO₃ 中的 RS 现象, 但是只观

[†] 通信作者. E-mail: pchen@swu.edu.cn

察到了 I_{cc} 对正偏压下 RS 现象的促进作用. 与 Pan 等 [27] 工作不同的是, 我们发现随着 I_{cc} 的增大, Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 多层薄膜的 RS 在正偏压和负偏压下都得到促进, 并且得到促进的器件具有良好的持久性和重复性.

2 实验和方法

常温下利用磁控溅射的方法, 把 BaTiO₃/Al₂O₃ 多层薄膜沉积在多晶的 ITO 导电玻璃上. 首先, 在射频溅射功率为 105 W 的情况下把 153 nm Al₂O₃ 的薄膜生长在 ITO 薄膜之上; 然后在射频溅射功率为 66 W 的情况下把 58 nm 的 BaTiO₃ 薄膜生长在 Al₂O₃ 薄膜上; 最后使用工作功率为 30 W 直流溅射在 BaTiO₃ 薄膜上生长 Ta 作为顶部电极. 图 1(a) 中插入的是 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件的结构示意图. 在溅射之前, 为保证薄膜质量, 本文抽取腔体的背景真空压强为 3.0×10^{-4} Pa, 溅射过程中通入 30 sccm 的 Ar 气并保持溅射时腔体的压强为 1 Pa. 器件截面的微观结构使用 JSM-7100 F 型热场发射扫描电子显微镜 (scanning electron microscope, SEM) 来进行表征, Keithley 2400 为 I - V 曲线的测量提供精准的电流和电压. 同时, 为了确定薄膜的晶相, 使用 X 射线衍射仪 (X-ray diffractometer, XRD) 对 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件进行表征.

3 结果与讨论

如图 1(a) 所示, XRD 图谱上所有的衍射峰都对应 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件上所有物质的晶相, 没有发现属于其他结构的杂质峰. Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 微观结构的截面 SEM 图像展示在图 1(b) 中, 表明 BaTiO₃ 和 Al₂O₃ 的厚度分别为 58 nm 和 153 nm. 图 1(c) 中呈现的是 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 结构中 Ta 电极的表面 SEM 图片, 插入在左下角位置的是对图中橙色区域用 X 射线能谱仪 (energy dispersive X-ray spectrometer, EDS) 分析得出的原子百分比图, EDS 分析证明了样品中含有 Ta, Ba, Ti, Al 和 O 元素. 从 EDS 原子百分比上看 Ba:Ti 接近 1:1, 氧原子含量约占总原子含量的 1/2, 说明除了 BaTiO₃ 中的 O 原子被检测到, Al₂O₃ 中的 O 原子也可能被检测到, 同时也暗示了结构中可能含有大量的氧空位.

利用 Keithley 2400 测试 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件 I - V 曲线的时候, 直流电压从 0 V 扫到 1 V, 再往回扫到 -1 V, 最后回到 0 V. 在大小为 ± 1 V 的扫描偏压下, 改变 I_{cc} 的大小, 分别设置为 10^{-3} , 5×10^{-3} , 10^{-2} A, Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件的 RS 现象表现在图 2(a) 中. 可以看出, 在 $I_{cc} = 10^{-3}$ A 时, 几乎没有观察到 RS 现象; 当 $I_{cc} = 5 \times 10^{-3}$ A 时, 能够观察到器件表现了较为明显的 RS

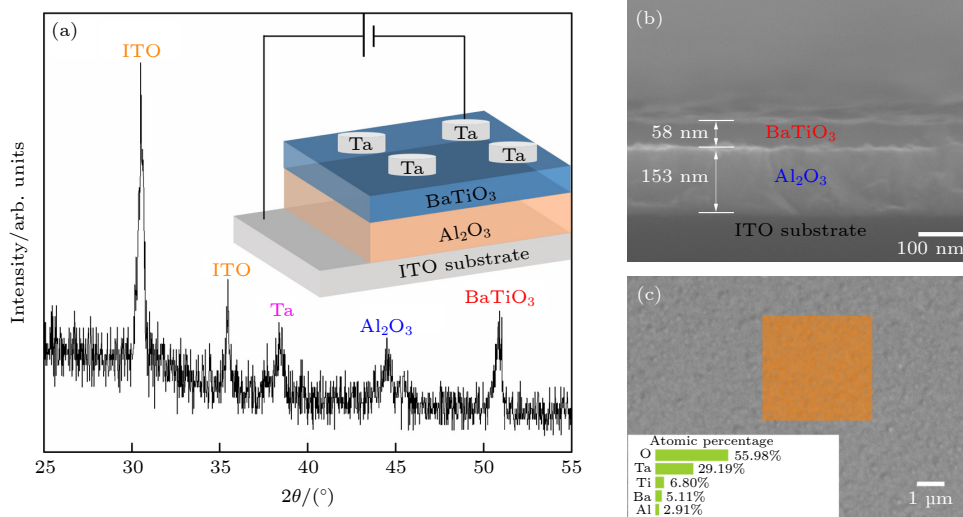


图 1 (a) Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件 XRD 图, 插图为器件结构示意图; (b) 器件截面示意图; (c) Ta 电极表面 SEM 扫描图片, 插图为 EDS 原子百分比分析结果

Fig. 1. (a) XRD pattern of Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO device, the inset shows the schematic diagram of the device; (b) SEM cross-sectional image of the device; (c) SEM image of Ta surface, the inset is the result of EDS analysis.

现象; 当继续增大 $I_{cc} = 10^{-2}$ A 时, 观测到一个最优的 RS 现象. 随着 I_{cc} 的增加, 流经 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件中的电流也增加, 直接证明了焦耳热对器件 RS 现象的促进作用. 值得注意的是, 随着 I_{cc} 的增大, 电阻开关在正偏压和负偏压下都受到促进. 为检测器件在 $I_{cc}=10^{-2}$ A 时的可重复性, 对 50 个 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件进行了测量. 图 2(b) 随机选了这 50 个器件中部分器件的 $I-V$ 曲线进行展示. 可以明显看到由焦耳热促进的 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 中的 RS 现象, 在 $I_{cc} = 10^{-2}$ A 的条件下能够完美的重复, 且具有相当高的稳定性, 说明受焦耳热调控的 RS 现象具有高重复性和高稳定性.

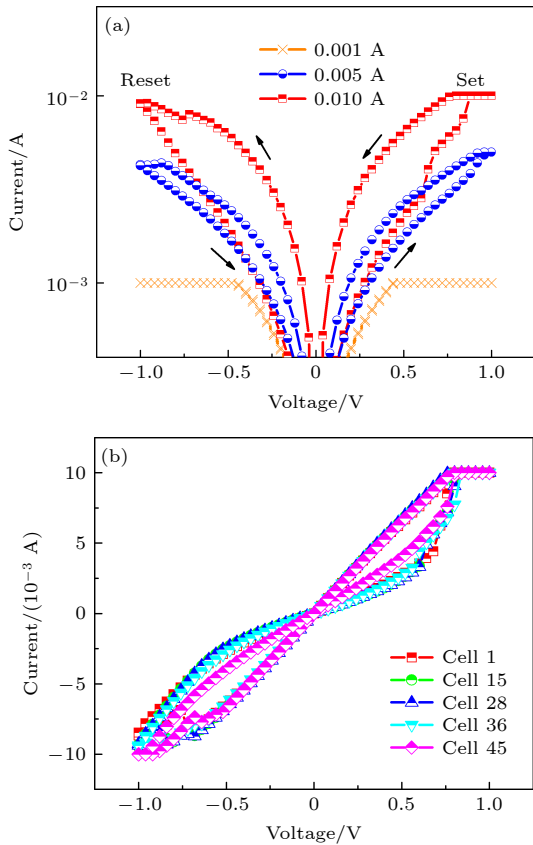


图 2 (a) Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件在 $I_{cc} = 10^{-3}, 5 \times 10^{-3}, 10^{-2}$ A 下的电阻开关; (b) 50 个器件中部分器件的 $I-V$ 曲线图

Fig. 2. (a) The RS behaviors of the Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO device with $I_{cc} = 10^{-3}, 5 \times 10^{-3}, 10^{-2}$ A; (b) $I-V$ characteristic curves for some cells of the fifty devices.

由于 BaTiO₃ 一般被认为是 n 型半导体^[28], 所以 Ta/BaTiO₃ 接触面属于金属-半导体接触. 因此, 我们在相同的环境下, 制备了 Ta/BaTiO₃/Ta 结构的器件, 示意插图位于图 3 右下角. 器件

Ta/BaTiO₃/Ta 的 $I-V$ 曲线如图 3 所示, $I-V$ 呈线性关系, 未观察到整流现象^[29], 表明 Ta 和 BaTiO₃ 的费米能级几乎持平, Ta/BaTiO₃ 接触界面属于欧姆接触.

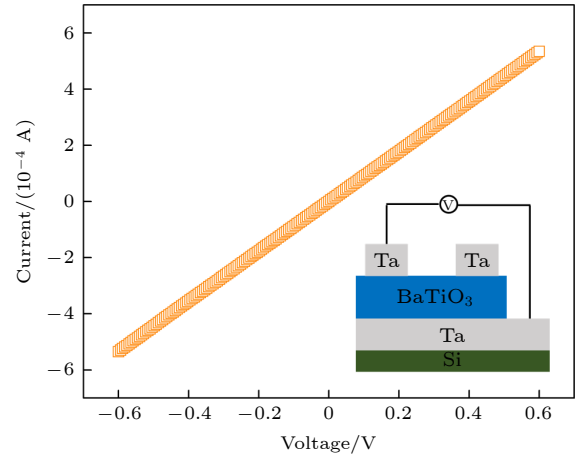


图 3 Ta/BaTiO₃/Ta 器件的 $I-V$ 特性, 插图为器件结构示意图

Fig. 3. The $I-V$ curves measured for the Ta/BaTiO₃/Ta device, the inset is schematic figure for stacked structures of the device.

为进一步确定 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件体内的电荷传导模型, 在 $\ln|I|-\ln|V|$ 坐标中拟合了 $I-V$ 曲线. 对 $I_{cc} = 10^{-2}$ A 时 $I-V$ 曲线的拟合结果如图 4(a) 所示. 在 LRS 中, 拟合斜率为 0.97 (接近 1), 所以欧姆型传导是主要的传导模型. 拟合结果在 HRS 中有两种传导模型: 在低偏压区域, 斜率接近于 1 表现为欧姆传导; 由于高偏压区域的斜率区别于低偏压区域, 所以利用主要的传导模型, 包括电子隧穿^[30] (electron tunneling, ET)、空间电荷限制电流^[31] (space charge limited current, SCLC)、肖特基发射^[32] (Schottky emission, SE)、普尔-弗兰克尔发射^[33] (Poole-Frenkel emission, PFE) 来拟合高偏压区域, 结果发现 SCLC 模型能够很好地拟合这部分曲线 (图 4(b)). SCLC 模型^[34] 表示为:

$$J = \frac{9}{8} \epsilon_i \mu \theta \frac{V^2}{d^3}, \quad (1)$$

其中, J 表示电流密度, ϵ_i 是氧化物中的介电常数, μ 是载流子的迁移率, θ 表示自由电荷和弱陷阱电荷的比值, V 是电压, d 是氧化物的厚度. 因此图 4(b) 中 $I-V^2$ 呈线性关系表明在 HRS 高偏压区域以 SCLC 传导模型为主导.

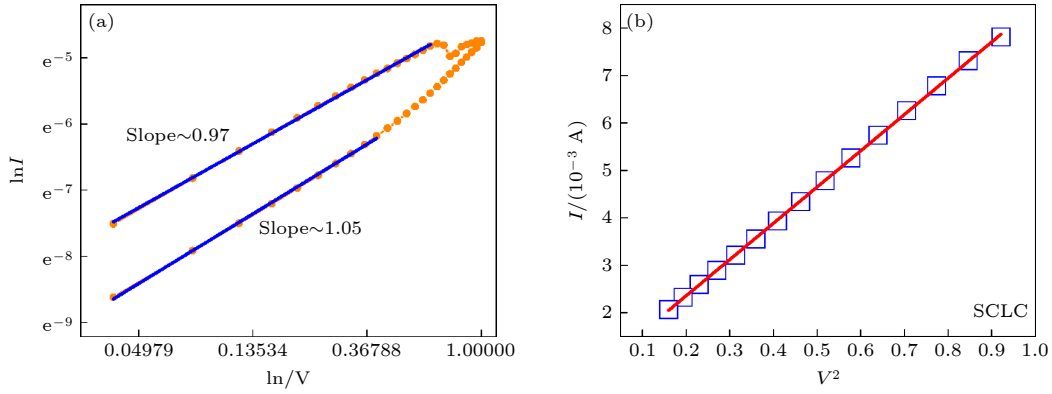

 图 4 $I_{cc} = 10^{-2}$ A, Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件相关特征的拟合结果 (a) I - V ; (b) I - V^2 (高偏压区域);

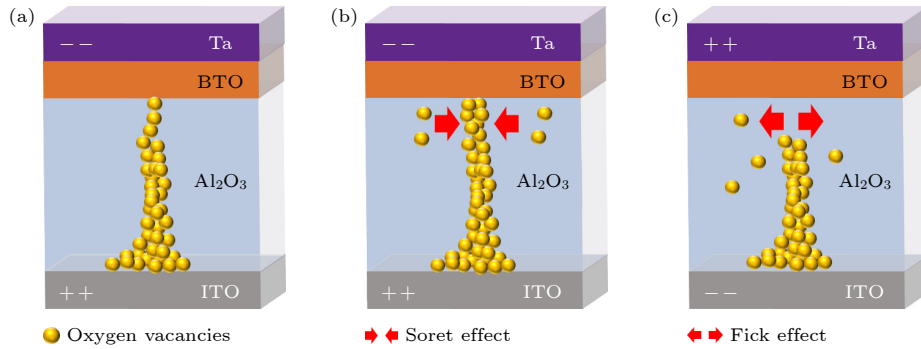
 Fig. 4. $I_{cc} = 10^{-2}$ A, the fitting result for characteristics of the Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO device: (a) I - V ; (b) I - V^2 (high-voltage region).

 图 5 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件中电阻开关的原理示意图

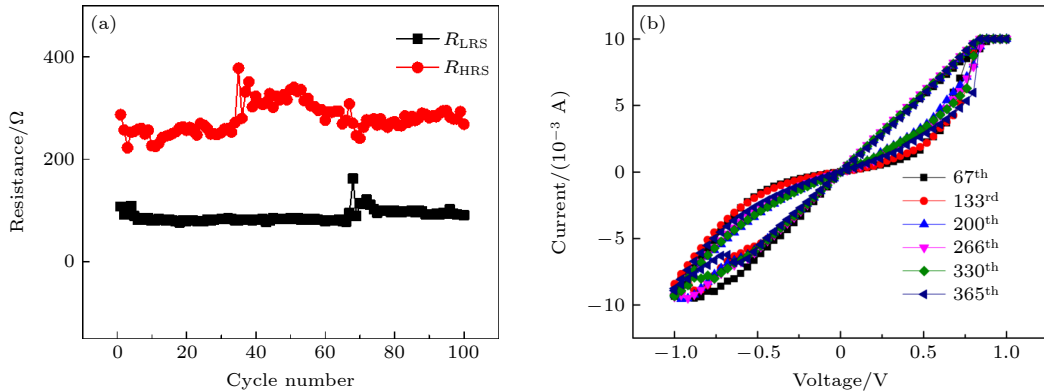
 Fig. 5. The schematic diagrams of the RS in the Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO device.

 图 6 (a) $I_{cc} = 10^{-2}$ A, Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件连续循环 100 圈后 LRS 和 HRS 变化情况; (b) 器件循环 365 圈中 RS 现象的随机选取

 Fig. 6. (a) The resistance evolution of HRS and LRS for the Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO device with $I_{cc} = 10^{-2}$ A; (b) the continuous endurance measurements for the device.

结合以上的结果, Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件中限制电流对 RS 现象的调控作用可归因于焦耳热的作用. 如图 5(a) 所示, 当 I_{cc} 较小时, 在底部电极通正向偏压, 氧空位在电场力的作用下迁移形成导电细丝, 但在 BaTiO₃/Al₂O₃ 界面附近, 可能存在氧空位被缺陷态捕获的情况, 造成此处的导电细丝并不粗壮. 所以在 I_{cc} 较小时, 器件表现出不

明显的 RS 现象. 当 I_{cc} 较大时, 流经 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件中的电流增大, 使得初步形成的导电细丝周围焦耳热增大. 焦耳热导致了以温度梯度主导的氧空位热迁移, 即 Soret 作用; 而氧空位浓度梯度会导致氧空位的扩散运动, 即 Fick 作用^[35], Soret 扩散和 Fick 扩散见图 5(b), (c) 中箭头表示. 当 I_{cc} 增大时, 给底部电极通正向偏压, 在 Soret 作

用的影响下, BaTiO₃/Al₂O₃ 界面处被缺陷态捕获的氧空位脱离捕获, 由于焦耳热形成的温度差会使氧空位会向着温度高的区域积聚 (Soret 作用), 促进导电细丝的完全形成, 从而形成了较为强壮的导电细丝 (如图 5(b) 所示), 造成了器件从 HRS 向 LRS 的切换. 在负偏压的情况下, BaTiO₃/Al₂O₃ 界面处的氧空位受到电场力和 Fick 作用的共同作用, 引起导电细丝的断裂 (如图 5(c) 所示), 造成了器件从 LRS 向 HRS 的切换.

为进一步评估 $I_{cc} = 10^{-2}$ A 时 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件的性能, 研究了器件中 RS 现象的耐久性. 在图 6(a) 中, 显示了器件连续循环 100 圈后 LRS 和 HRS 的变化情况 (读取电压为 0.52 V), 能够观察到良好的稳定性和良好的存储窗口. 有趣的是, 能够发现 HRS 下电阻状态更加稳定, 而 LRS 下的电阻状态较为分散, 这可能是在器件工作过程中焦耳热耗散所导致. 图 6(b) 展示了 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件中 RS 现象的持久性. 器件在 ± 1 V 的偏压下连续循环了 365 圈, RS 现象也没有衰退. 从图 6(b) 可知, 随机选择的六组循环, 都表现出高度的重合.

4 总 结

I_{cc} 增大使 RS 现象在 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件中更容易被观察到, 这种促进来自于焦耳热作用. 焦耳热作用影响了导电细丝的形成, 从而导致器件中稳定的、可重复生产的 RS 现象, 并通过拟合 I - V 曲线确定了 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 器件中传导模型是欧姆型和 SCLC 传导模型. 器件 Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO 在 $I_{cc} = 10^{-2}$ A 时具有可靠的存储窗口、良好的耐久性等特点, 具备成为下一代 RRAM 器件的潜质.

参考文献

- [1] Hu Z Q, Li Q, Li M Y, Wang Q W, Zhu Y D, Zhao X Z, Liu Y, Dong S X 2013 *Appl. Phys. Lett.* **102** 102901
- [2] Zhou G D, Sun B, Hu X, Sun L, Zou Z, Xiao B, Qiu W, Wu B, Li J, Han J, Liao L, Xu C, Xiao G, Xiao L, Cheng J, Zheng S, Wang L, Song Q, Duan S 2021 *Adv. Sci.* **8** 2003765
- [3] Sun B, Zhao W X, Liu Y H, Chen P 2015 *Funct. Mater. Lett.* **8** 1550010
- [4] Wang J S, Liang D D, Wu L C, Li X P, Chen P 2018 *Solid State Commun.* **275** 8
- [5] Lee J S, Lee S, Noh T W 2015 *Appl. Phys. Rev.* **2** 031303
- [6] Lacaita A L, Wouters D J 2008 *Phys. Stat. Sol. A* **205** 2281

- [7] Jeong D S, Thomas R, Katiyar R S, Scott J F, Kohlstedt H, A Petraru A, Hwang C S 2012 *Rep. Prog. Phys.* **75** 076502
- [8] Kumar P, Maikap S, Ginnaram S, Qiu J T, Jana D, Chakrabarti S, Samanta S, S Singh S, Roy A, Jana S 2017 *J. Electrochem. Soc.* **164** B127
- [9] Petzold S, Zintler A, Eilhardt R, Piros E, Kaiser N, Sharath S U, Vogel T, Major M, McKenna K P, Molina-Luna L, Alff L 2019 *Adv. Electron. Mater.* **5** 1900484
- [10] Hsieh W K, Lam K T, Chang S J 2015 *Mater. Sci. Semicon. Proc.* **35** 30
- [11] Scott J C, Bozano L D 2007 *Adv. Mater.* **19** 1452
- [12] Lai R L, Wei M L, Wang J B, Zhou K, Qiu X Y 2021 *J. Phys. D: Appl. Phys.* **54** 015101
- [13] Waser R, Dittmann R, Staikov G, Szot K 2009 *Adv. Mater.* **21** 2632
- [14] Guo T, Sun B, Ranjan S, Jiao Y, Wei L, Zhou Y N, Wu Y A 2020 *ACS Appl. Mater. Inter.* **12** 54243
- [15] Sun B, Zhou G D, Guo T, Zhou Y N, Wu Y A 2020 *Nano Energy* **75** 104938
- [16] Tsai T M, Lin C C, Chen W C, Wu C H, Yang C C, Tan Y F, Wu P Y, Huang H C, Zhang Y C, Sun L C, Chou S Y 2020 *J. Alloy. Compd.* **826** 154126
- [17] Saylan S, Aldosari H M, Humood K, Jaoude M A, Ravaux F, Mohammad B 2020 *Sci. Rep-UK* **10** 19541
- [18] Chen R, Hu W, Zou L, Xie W, Li B, Bao D 2014 *Appl. Phys. Lett.* **104** 242111
- [19] Choi H H, Paik S H, Kim Y, Kim M, Kang Y S, Lee S S, Jho J Y, Park J H 2021 *J. Ind. Eng. Chem.* **94** 233
- [20] Strachan J P, Strukov D B, Borghetti J, Yang J J, Medeiros-Ribeiro G, Williams R S 2011 *Nanotechnology* **22** 254015
- [21] Tang Y, Zhang X, Lu Y, Chen P 2021 *Functional Mater. Lett.* **14** 2150025
- [22] Liu C F, Tang X G, Wang L Q, Tang H, Jiang Y P, Liu Q X, Li W H, Tang Z H 2019 *Nanomaterials* **9** 1124
- [23] Hu C, Wang Q, Bai S, Xu M, He D, Lyu D, Qi J 2017 *Appl. Phys. Lett.* **110** 073501
- [24] Kim H D, Kim S, Yun M J 2018 *J. Alloy. Compd.* **742** 822
- [25] Zhou G D, Duan S, Li P, et al. 2018 *Adv. Electron. Mater.* **1700567**
- [26] Liu H C, Tang X G, Liu Q X, Jiang Y P, Li W H, Guo X B, Tang Z H 2020 *Ceram. Int.* **46** 21196
- [27] Pan X, Shuai Y, Wu C, Luo W, Sun X, Zeng H, Guo H, Yuan Y, Zhou S, Böttger R, Cheng H, Zhang J, Zhang W, Schmidt H 2019 *Solid State Ionics* **334** 1
- [28] Lü W, Li C, Zheng L, Xiao J, Lin W, Li Q, Wang X R, Huang Z, Zeng S, Han K, Zhou W, Zeng K, Chen J, Ariando, Cao W, Venkatesan T 2017 *Adv. Mater.* **29** 1606165
- [29] Wei L J, Yuan Y, Wang J, Tu H Q, Gao H Q, You B, Du J 2017 *Phys. Chem. Chem. Phys.* **19** 11864
- [30] Wang Y H, Zhao K H, Shi X L, Xie G L, Huang S Y, Zhang L W 2013 *Appl. Phys. Lett.* **103** 031601
- [31] Razi P M, Gangineni R B 2019 *Thin Solid Films* **685** 59
- [32] Wang G, Hu L, Xia Y, Li Q, Xu Q 2020 *J. Magn. Magn. Mater.* **493** 165728
- [33] Chen Y T, Chang T C, Yang P C, Huang J J, Tseng H C, Huang H C, Yang J B, Chu A K, Gan D S, Tsai M J, Sze S M 2013 *IEEE Electr. Device Lett.* **34** 226
- [34] Liu Y D, Hu C Z, Wang J J, Zhong N, Xiang P H, Duan C G 2020 *J. Mater. Chem. C* **8** 5815
- [35] Sharath S U, Vogel S, Molina-Luna L, Hildebrandt E, Wenger C, Kurian J, Duerrschnebel M, Niermann T, Niu G, Calka P, Lehmann M, Klebe H J, Schroeder T, Alff L 2017 *Adv. Funct. Mater.* **27** 1700432

Facilitation of compliance current for resistive switching and stability of Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO

He Chao-Tao Lu Yu Li Xiu-Lin Chen Peng[†]

(*School of Physics Science and Technology, Southwest University, Chongqing 400715, China*)

(Received 28 October 2021; revised manuscript received 27 December 2021)

Abstract

In this work, Ta/BaTiO₃/Al₂O₃ multi-layer thin film is deposited on indium tin oxide substrates by using the magnetron sputtering technology. Obvious resistive switching performance can be observed by increasing the compliance current. Ohmic and space charge limited current conduction mechanisms are demonstrated in Ta/BaTiO₃/Al₂O₃. The reproducible and stable resistive switching behaviors in Ta/BaTiO₃/Al₂O₃/ITO device at $I_{cc} = 10^{-2}$ A are reported. The results show that no obvious degradation is found after 365 successive cycles tests.

Keywords: resistive switching, oxygen vacancies migration, compliance current, Joule heating

PACS: 85.25.Hv, 81.07.-b, 73.40.Qv, 85.35.-p

DOI: [10.7498/aps.71.20211999](https://doi.org/10.7498/aps.71.20211999)

[†] Corresponding author. E-mail: pchen@swu.edu.cn