

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 6 月 26 日 (26.06.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/094334 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 45/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/087714
- (22) 国际申请日: 2012 年 12 月 27 日 (27.12.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210558819.0 2012 年 12 月 20 日 (20.12.2012) CN
- (71) 申请人: 华中科技大学 (HUA ZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。
- (72) 发明人: 缪向水 (MIAO, Xiangshui); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 张金箭 (ZHANG, Jinjian); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 孙华军 (SUN, Hua jun); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 王青 (WANG, Qing); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074

(CN)。 徐小华 (XU, Xiaohua); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

- (74) 代理人: 华中科技大学专利中心 (PATENT AGENCY CENTER OF HUST); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号东一楼 340, Hubei 430074 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[见续页]

(54) Title: MEMRISTOR BASED ON AGINSBTE CHALCOGENIDE COMPOUNDS, AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种基于 AgInSbTe 硫系化合物的忆阻器及其制备方法

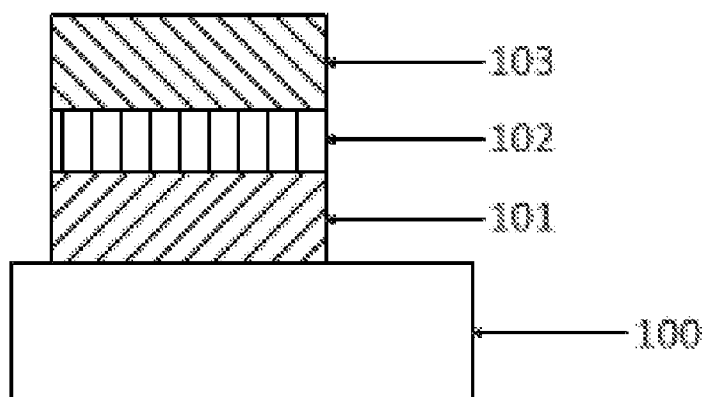


图 1 / FIG.1

(57) Abstract: Provided is a memristor based on AgInSbTe chalcogenide compounds. The memristor includes an upper electrode layer (103), a lower electrode layer (101) and a functional material layer (102) located between the upper and lower electrode layers (103, 101), wherein the functional material layer (102) is prepared from chalcogenide alloy compounds with molecular formulae such as $\text{Ag}_5\text{In}_5\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$, $\text{Ag}_{5.5}\text{In}_{6.5}\text{Sb}_{59}\text{Te}_{29}$, $\text{Ag}_7\text{In}_3\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$, $\text{Ag}_3\text{In}_4\text{Sb}_{76}\text{Te}_{17}$, $\text{Ag}_{12.4}\text{In}_{3.8}\text{Sb}_{55.2}\text{Te}_{28.6}$, $\text{Ag}_{3.4}\text{In}_{3.7}\text{Sb}_{76.4}\text{Te}_{16.5}$, AgSbTe_2 and AgInTe . Also provided is a corresponding preparation method. By means of the preparation method, a memristor component can be prepared in a mode which is low cost and convenient to control; and the prepared product can provide a non-volatile intermediate resistance state, and the multi-stage continuous adjustability of a resistor can be realized.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2014/094334 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **本国际公布:**

CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

提供了一种基于 AgInSbTe 硫系化合物的忆阻器, 该忆阻器包括上电极层 (103)、下电极层 (101) 以及位于上下电极层 (103, 101) 之间的功能材料层 (102), 其中所述功能材料层 (102) 由譬如 $\text{Ag}_5\text{In}_5\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$ 、 $\text{Ag}_{5.5}\text{In}_{6.5}\text{Sb}_{59}\text{Te}_{29}$ 、 $\text{Ag}_7\text{In}_3\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$ 、 $\text{Ag}_3\text{In}_4\text{Sb}_{76}\text{Te}_{17}$ 、 $\text{Ag}_{12.4}\text{In}_{3.8}\text{Sb}_{55.2}\text{Te}_{28.6}$ 、 $\text{Ag}_{3.4}\text{In}_{3.7}\text{Sb}_{76.4}\text{Te}_{16.5}$ 、 AgSbTe_2 和 AgInTe 等分子式结构的硫系合金化合物制成。还提供了相应的制备方法。通过该制备方法, 能够以低成本、便于操控的方式来制备忆阻器元件, 而且所制得的产品可提供非易失性的中间阻态, 并能实现对电阻的多级连续可调。

一种基于 AgInSbTe 硫系化合物的忆阻器及其制备方法

【技术领域】

本发明属于微电子材料与器件技术领域，更具体地，涉及一种基于 AgInSbTe 硫系化合物的忆阻器及其制备方法。

【背景技术】

1971 年加州大学伯克利分校的蔡少棠教授理论最早预测了除电阻、电容、电感以外的第四种无源电路元件——忆阻器。它的基本特征是能够记忆流经的电荷，并以电阻的变化反应出来。由于忆阻器具备尺寸小、功耗低、速度快、非易失性等优点，因此成为了下一代非易失性存储器的重要候选。此外，忆阻器的电路特性使其能够实现存储和运算的融合，从而突破传统的冯·诺伊曼结构瓶颈，构建新型的计算机结构；其非线性的阻变行为使其在多值存储、震荡器、混沌电路及信号处理等领域都有潜在应用；而且，因其电荷记忆特性与生物神经元突触的学习功能极为相似，忆阻器还被认为是模拟神经元、实现认知存储和人工智能的绝佳器件。

2008 年惠普实验室率先提出了基于 TiO_2 的忆阻器原型器件，并采用双层 TiO_2 层作为功能材料，一层 TiO_2 具有氧空位，另一层 TiO_2 则是没有氧空位的自然状态。此后，研究人员对忆阻器展开了广泛的研究，其中功能材料作为忆阻器中的重要部分，更是受到了极大的关注。例如，CN102738387A 中公开了一种基于 TiO_x 结构的忆阻器及其制备方法，其中采用一次溅射 Ti 层之后表面热氧化的方法取代了原本的两层结构 ALD 工艺，从而降低了制备成本；CN101864592A 中公开了一种基于铁电金属异质结的忆阻器及其制备方法，其中通过将忆阻器铁电铌酸钾薄膜夹在两金属电极膜之间，以此方式构成微型忆阻器单元。

然而，研究发现，对于现有技术中的忆阻器及其制备工艺，仍然存在

以下的不足：第一，由于目前常用的忆阻器功能材料由氧化物构成，通常需要采用多层氧化物的异质结构，这种异质结构需要较复杂的工艺来控制各个功能层之间的材料组分，相应增加了制备工艺上的困难；第二，现有技术的氧化物忆阻器虽然具备较好的阻变存储特性，但电阻的渐变特性较难控制；第三，现有技术中的制备方法需要较大的初始化电操作，之后才能展现出忆阻特性，而这对于工业化大批量生产过程而言是非常不利的。

【发明内容】

针对现有技术的以上缺陷和/或技术需求，本发明的目的在于提供一种基于 AgInSbTe 硫系化合物的忆阻器及其制备方法，其通过对忆阻器功能材料的选择及其制备工艺上的改进，相应能够以低成本、便于操控，无需大的初始化电操作的方式来制备忆阻器元件，所制得的产品不仅可提供非易失性的中间阻态，同时还能实现对电阻的多级连续可调，而且在实现过程中没有发生相变，与现有技术中的相变存储器形成了明显区别。

按照本发明的一个方面，提供了一种基于 AgInSbTe 硫系化合物的忆阻器，该忆阻器包括上电极层、下电极层以及位于上下电极层之间的功能材料层，其特征在于：所述功能材料层由 AgInSbTe 硫系合金化合物制成。

作为进一步优选地，所述 AgInSbTe 硫系合金化合物为以下分子式结构的合金化合物中的任意一种或其组合： $\text{Ag}_5\text{In}_5\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$ 、 $\text{Ag}_{5.5}\text{In}_{6.5}\text{Sb}_{59}\text{Te}_{29}$ 、 $\text{Ag}_7\text{In}_3\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$ 、 $\text{Ag}_3\text{In}_4\text{Sb}_{76}\text{Te}_{17}$ 、 $\text{Ag}_{12.4}\text{In}_{3.8}\text{Sb}_{55.2}\text{Te}_{28.6}$ 、 $\text{Ag}_{3.4}\text{In}_{3.7}\text{Sb}_{76.4}\text{Te}_{16.5}$ 、 AgSbTe_2 和 AgInTe 。

通过以上构思，由于采用 AgInSbTe 硫系合金化合物来构成忆阻器的功能材料层，可以充分运用该硫系合金化合物自身所具备的大量本征缺陷，由此既利于空间电荷限制电流等机制的产生，也利于导电 Ag 离子的迁移；此外，通过对该硫系合金化合物的分子构成进行研究，测试表明采用上述分子式结构的硫系化合物具备优良的忆阻特性，并能实现精确可控的电阻渐变性能，因此尤其适用于忆阻器的制造用途。

作为进一步优选地，所述功能材料层的厚度为 5nm~600nm。

通过将忆阻器功能材料的厚度限定为以上纳米量级的范围，一方面是基于沉积加工和制造成本上的考虑，另外一方面，较多的比较测试表明，上述厚度范围能够便于实现对忆阻器忆阻特性的精确控制。

作为进一步优选地，所述上、下电极层由 Ag、Cu、Al、Pt、Ta、Au、Ti、Ti₃W₇、W、Cr、ITO、TiN、TaN、IZO 这些材质中的一种或多种构成，且其厚度为 10nm~800nm。

研究发现，电极层厚度过薄时既会增加薄膜沉积的加工难度，也不利于器件的电输运；而电极层过厚时会对器件结构设计造成不便。因此对于基于 AgInSbTe 硫系合金化合物作为功能材料层与上述材质的电极层配合使用时，需要对其厚度进行适当选择，这样既便于保证忆阻器器件的整体性能，又便于大批量生产时的制造加工。

作为进一步优选地，所述忆阻器还具有衬底，所述上电极层、功能材料层和下电极层共同构成三明治结构，并设置在该衬底之上。

作为进一步优选地，所述上电极层、功能材料层和下电极层三者之间形成十字交叉状结构。

按照本发明的另一方面，还提供了相应的制备方法，该方法包括下列步骤：

(a) 在 Si 或 SiO₂ 衬底上利用光刻、刻蚀或纳米压印技术制作下电极图形，并通过薄膜沉积法形成下电极层；

(b) 在通过步骤 (a) 所形成的下电极层上沉积由 AgInSbTe 硫系合金化合物构成的功能材料，并通过剥离工艺制得以该功能材料作为存储介质的功能材料层；

(c) 在通过步骤 (b) 所制得的功能材料层上利用光刻、刻蚀或纳米压印技术制作上电极图形，然后通过薄膜沉积法形成上电极层，由此制得相应的忆阻器器件产品。

作为进一步优选地，所述薄膜沉积法包括磁控溅射法、化学气相沉积法、电子束蒸发法、原子层沉积法或者激光辅助沉积法。

作为进一步优选地，所述上电极层、功能材料层和下电极层三者之间被形成彼此垂直的十字交叉结构。

总体而言，按照本发明的忆阻器及其制备方法与现有技术相比，主要具备以下的技术优点：

1、由于采用特定分子结构的 AgInSbTe 硫系合金化合物来构成忆阻器的功能材料层，可以充分运用该硫系合金化合物自身所具备的大量本征缺陷，所制得的忆阻器器件不仅具备优良的忆阻特性，并能在电脉冲作用下实现电阻的多级连续可调；

2、按照本发明的忆阻器中所用的功能材料为同质材料，因此在制备过程中不再需要表面热氧化、退火等工序，并能以低成本、便于操控的方式来制得操作电压低、兼容性好的忆阻器器件；

3、按照本发明的忆阻器制作方法无需大的电操作执行初始化即可获得忆阻特性，相应降低了生产工艺控制的难度，并尤其适用于大规模的工业化批量生产用途。

【附图说明】

图 1 是按照本发明的基于 AgInSbTe 硫系合金化合物的忆阻器整体结构示意图；

图 2 是对按照本发明实施例所制得的忆阻器器件执行测试所获得的电流-电压特性曲线示意图；

图 3 是按照本发明实施例所制得的忆阻器器件在不同幅值的正向脉冲作用下的电阻变化图；

图 4 是按照本发明实施例所制得的忆阻器器件在不同脉宽的正向脉冲作用下的电阻变化图；

图 5 是按照本发明实施例所制得的忆阻器器件在不同幅值的负向脉冲

作用下的电阻变化图；

图 6 是按照本发明实施例所制得的忆阻器器件在不同脉宽的负向脉冲作用下的电阻变化图。

在所有附图中，相同的附图标记用来表示相同的元件或结构，其中：

100-衬底 100 101-下电极层 101 102-功能材料层 102 103-上电极层

【具体实施方式】

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

图 1 是按照本发明的基于 AgInSbTe 硫系合金化合物的忆阻器整体结构示意图。如图 1 中所示，按照本发明所构建的忆阻器主要包括衬底 100、下电极层 101、功能材料层 102 以及上电极层 103。下电极层 101、功能材料层 102 和上电极层 103 三者之间可形成三层叠合结构也即所谓的三明治结构，但并不局限于该结构，凡是适用于忆阻器的各种单元结构都可使用。事实上，只要具有两个电极并在电极之间填充功能材料就可以构成忆阻器单元。在不同结构中，电极结构和尺寸可以相同也可以不同，中间功能材料层的几何形状和尺寸也可以不同。该忆阻器单元可以单独制备，也可以和 MOS、三极管、二极管等整合形成阵列或芯片。

衬底 100 譬如由 Si 或 SiO₂ 构成，用作作为整个忆阻器元件的支撑基础。下电极层 101、上电极层 103 譬如由 Ag、Cu、Al、Pt、Ta、Au、Ti、Ti₃W₇、W、Cr、ITO、TiN、TaN、IZO 这些材料中的一种或多种构成，它们的构成材料可以相同也可以不同，并分别与处于两者中间的功能材料层 102 形成电接触。作为本发明的关键改进之一，功能材料层 102 是由 AgInSbTe 硫系合金化合物构成的，该硫系化合物可以由 AgSbTe₂ 和 InSb 或者 AgInTe 和 Sb 化合而成。具体而言，上述 AgInSbTe 硫系合金化合物为以下分子式结构

的合金化合物中的任意一种或其组合： $\text{Ag}_5\text{In}_5\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$ 、 $\text{Ag}_{5.5}\text{In}_{6.5}\text{Sb}_{59}\text{Te}_{29}$ 、 $\text{Ag}_7\text{In}_3\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$ 、 $\text{Ag}_3\text{In}_4\text{Sb}_{76}\text{Te}_{17}$ 、 $\text{Ag}_{12.4}\text{In}_{3.8}\text{Sb}_{55.2}\text{Te}_{28.6}$ 、 $\text{Ag}_{3.4}\text{In}_{3.7}\text{Sb}_{76.4}\text{Te}_{16.5}$ 、 AgSbTe_2 和 AgInTe 。由于这些硫系化合物为同质材料，因此在制备过程中不需要热氧化、退火等工序。相应地，这种基于 AgInSbTe 硫系合金化合物的忆阻器具备操作电压低、成本低等特点，并尤其适用于大批量的工业化规模生产。此外，在不同的脉冲激励下，这种基于 AgInSbTe 硫系合金化合物的忆阻器不仅能够提供非易失性的中间阻态，还能实现电阻的多级连续可调。

在一个优选实施方式中，所述功能材料层的厚度为 $5\text{nm}\sim 600\text{nm}$ ，所述上、下电极层的厚度为 $10\text{nm}\sim 800\text{nm}$ 。在另外一个优选实施方式中，所述上电极层、功能材料层和下电极层三者之间可以沿着水平方向平行设置并且相互完全叠合（水平式结构），或是沿着水平方向平行设置并且功能材料层和上电极层仅与下电极层部分相叠合（通孔式结构），或是彼此相互垂直的十字交叉状结构。具体而言，对于十字交叉状结构，例如构成下电极层的材料沿着水平方向横向排列，构成上电极层的材料沿着水平方向纵向排列，而处于两个电极层之间的功能材料层沿着竖直方向排列并分别与上下电极层相垂直；该结构相应能带来工艺简单、集成度高等优点。

下面将具体介绍用于制备按照本发明的基于 AgInSbTe 硫系合金化合物的忆阻器的制备过程。

首先，在由 Si 或 SiO_2 等材料构成的层状衬底上通过图形转移技术，譬如光刻、刻蚀、纳米压印或其他适当方法制作下电极图形，然后通过磁控溅射法、化学气相沉积法、电子束蒸发法、原子层沉积法或者激光辅助沉积法等这类薄膜沉积方法形成相应的上电极层。

接着，在所形成的下电极层上沉积由 AgInSbTe 硫系合金化合物构成的功能材料，所述 AgInSbTe 硫系合金化合物为以下分子式结构的合金化合物中的任意一种或其组合： $\text{Ag}_5\text{In}_5\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$ 、 $\text{Ag}_{5.5}\text{In}_{6.5}\text{Sb}_{59}\text{Te}_{29}$ 、 $\text{Ag}_7\text{In}_3\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$ 、

$\text{Ag}_3\text{In}_4\text{Sb}_{76}\text{Te}_{17}$ 、 $\text{Ag}_{12.4}\text{In}_{3.8}\text{Sb}_{55.2}\text{Te}_{28.6}$ 、 $\text{Ag}_{3.4}\text{In}_{3.7}\text{Sb}_{76.4}\text{Te}_{16.5}$ 、 AgSbTe_2 和 AgInTe ，然后并通过剥离工艺制得以该功能材料作为存储介质的功能材料层。

最后，在所制得的功能材料层上再次利用光刻、刻蚀或纳米压印技术制作上电极图形，然后通过薄膜沉积法形成上电极层，由此制得所需的忆阻器器件产品。

以下为按照上述操作流程所执行的一个示范性具体实施例：

在 SiO_2 衬底上旋涂光刻胶 AZ5214，利用反转光刻胶的性能和光刻工艺得到下电极图形；接着，利用磁控溅射方法，在带有下电极图形的衬底上淀积 Ag 电极金属导电薄膜，并通过剥离工艺形成厚度为 200nm 的下电极层。

在带有下导电电极的衬底上旋涂光刻胶 AZ5214，利用反转光刻胶的性能和光刻工艺得到功能材料层的图形；接着，在该功能材料层图形上利用磁控溅射方法淀积 AgInSbTe 薄膜，并通过剥离工艺形成由 AgInSbTe 薄膜作为存储介质、厚度为 25nm 的功能材料层；

在功能材料层上旋涂光刻胶 AZ5214，利用反转光刻胶的性能和光刻工艺得到 Ag 上电极图形；接着，利用磁控溅射方法，在带有上电极图形的功能材料层上淀积上电极金属导电薄膜，并通过剥离工艺形成厚度为 200nm 的上电极层。

下面将对按照上述实施例所制得的忆阻器进行一系列测试，并获得如图 2-图 6 所示的测试结构。

图 2 是对按照本发明实施例所制得的忆阻器器件执行测试所获得的电流-电压特性曲线示意图。在测试之前，忆阻器器件并未经过大的初始化电操作。如图 2 中所示，该器件在 -0.4V~0.4V 的电压扫描范围内，即可有明显的忆阻特性 I-V 曲线。在正向扫描中，在电压扫描至 0.11V 之前，器件保持在高阻态，此后器件电阻持续下降；在负向扫描中，在电压超过 -0.23V 之前，器件始终保持在低阻态，在 -0.23V 左右器件电阻迅速升高，此后一

直到电压扫描恢复至 0，器件电阻缓慢升高。

图 3-图 6 分别显示了所制得的忆阻器器件在不同脉宽、不同幅制的正负向脉冲作用下的电阻变化图。如这些图中所示，当选择适当的脉冲幅值和脉宽时，该忆阻器件可在多个脉冲下实现电阻的渐变特性。不同幅值或脉宽的脉冲对器件电阻的影响不同。脉冲的幅值或脉宽越大，器件电阻上升或下降的幅度越大，同时，器件所能达到的最终电阻值也有所不同。由上可知，按照本发明的忆阻器不仅具备忆阻特性，而且具备可在脉冲作用下控制的电阻渐变特性。

本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种基于 AgInSbTe 硫系化合物的忆阻器，该忆阻器包括上电极层、下电极层以及位于上下电极层之间的功能材料层，其特征在于：所述功能材料层由 AgInSbTe 硫系合金化合物制成。

2、如权利要求 1 所述的忆阻器，其特征在于，所述 AgInSbTe 硫系合金化合物为以下分子式结构的合金化合物中的任意一种或其组合：
 $\text{Ag}_5\text{In}_5\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$ 、 $\text{Ag}_{5.5}\text{In}_{6.5}\text{Sb}_{59}\text{Te}_{29}$ 、 $\text{Ag}_7\text{In}_3\text{Sb}_{60}\text{Te}_{30}$ 、 $\text{Ag}_3\text{In}_4\text{Sb}_{76}\text{Te}_{17}$ 、 $\text{Ag}_{12.4}\text{In}_{3.8}\text{Sb}_{55.2}\text{Te}_{28.6}$ 、 $\text{Ag}_{3.4}\text{In}_{3.7}\text{Sb}_{76.4}\text{Te}_{16.5}$ 、 AgSbTe_2 和 AgInTe 。

3、如权利要求 1 或 2 所述的忆阻器，其特征在于，所述功能材料层的厚度为 5nm~600nm。

4、如权利要求 3 所述的忆阻器，其特征在于，所述上、下电极层由 Ag、Cu、Al、Pt、Ta、Au、Ti、 Ti_3W_7 、W、Cr、ITO、TiN、TaN、IZO 这些材质中的一种或多种构成，且其厚度为 10nm~800nm。

5、如权利要求 1-4 任意一项所述的忆阻器，其特征在于，所述忆阻器还具有衬底，所述上电极层、功能材料层和下电极层共同构成三明治结构，并设置在该衬底之上。

6、如权利要求 5 所述的忆阻器，其特征在于，所述上电极层、功能材料层和下电极层三者之间形成交叉状结构。

7、一种用于制备如权利要求 1-7 任意一项所述的忆阻器的方法，该方法包括下列步骤：

(a) 在 Si 或 SiO_2 衬底上利用光刻、刻蚀或纳米压印技术制作下电极图形，并通过薄膜沉积法形成下电极层；

(b) 在通过步骤 (a) 所形成的下电极层上沉积由 AgInSbTe 硫系合金化合物构成的功能材料，并通过剥离工艺制得以该功能材料作为存储介质的功能材料层；

(c) 在通过步骤(b)所制得的功能材料层上利用光刻、刻蚀或纳米压印技术制作上电极图形,然后通过薄膜沉积法形成上电极层,由此制得相应的忆阻器器件产品。

8、如权利要求7所述的方法,其特征在于,所述薄膜沉积法譬如包括磁控溅射法、化学气相沉积法、电子束蒸发法、原子层沉积法或者激光辅助沉积法。

9、如权利要求7或8所述的方法,其特征在于,所述上、下电极层的厚度分别为10nm~800nm,所述功能材料层的厚度为5nm~600nm,并且所述上电极层、功能材料层和下电极层三者之间被形成为彼此垂直的交叉结构。

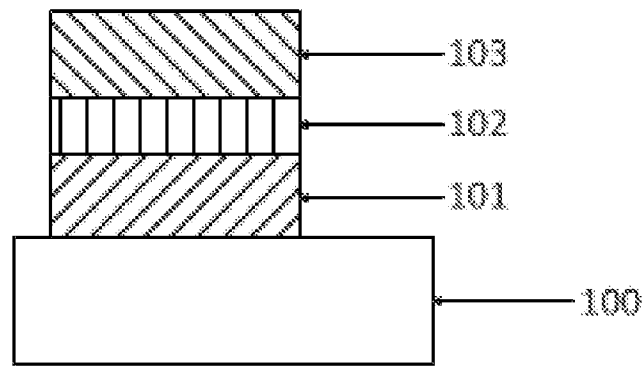


图 1

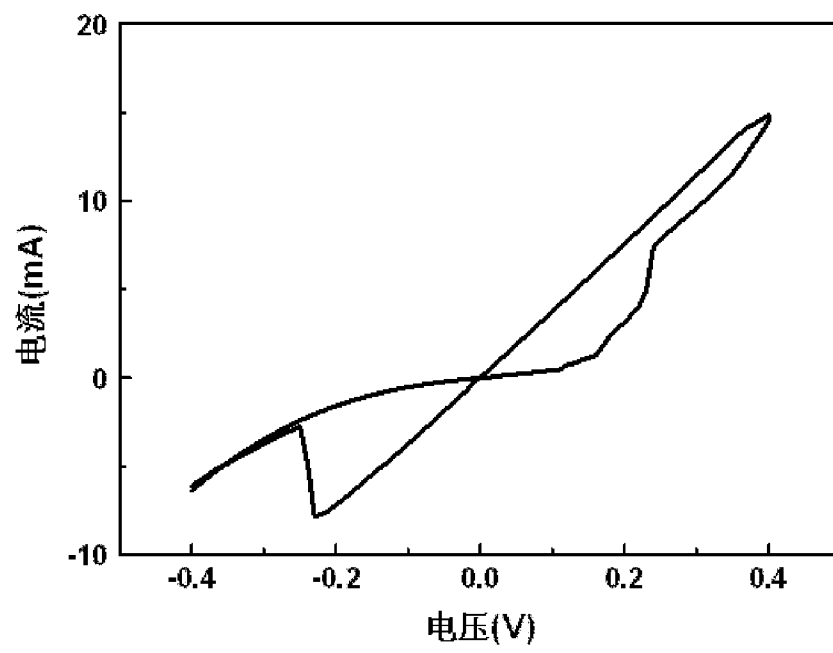


图 2

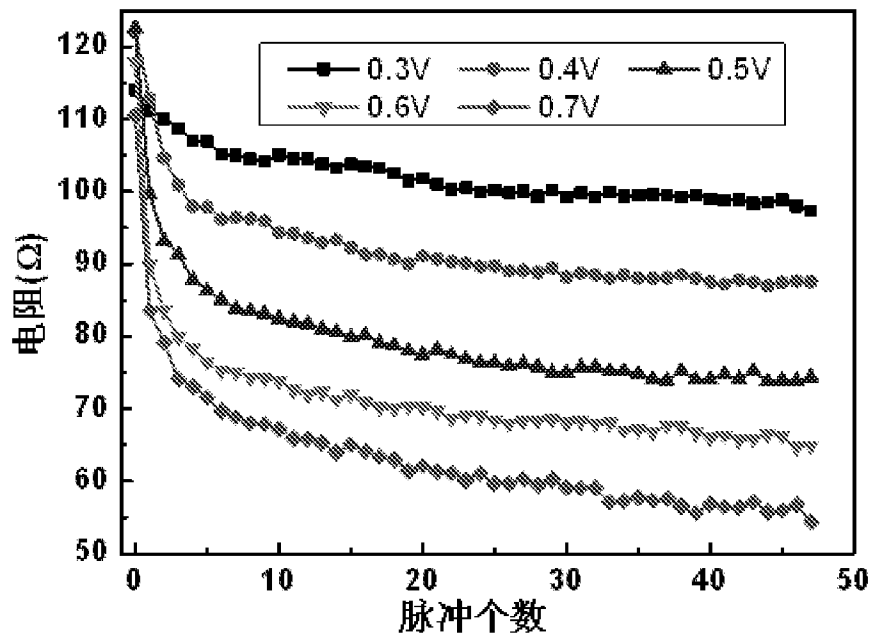


图 3

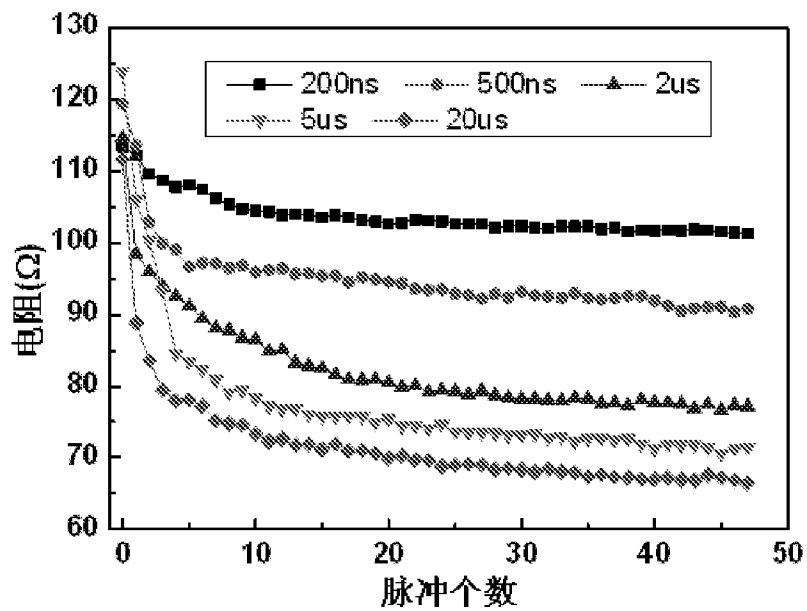


图 4

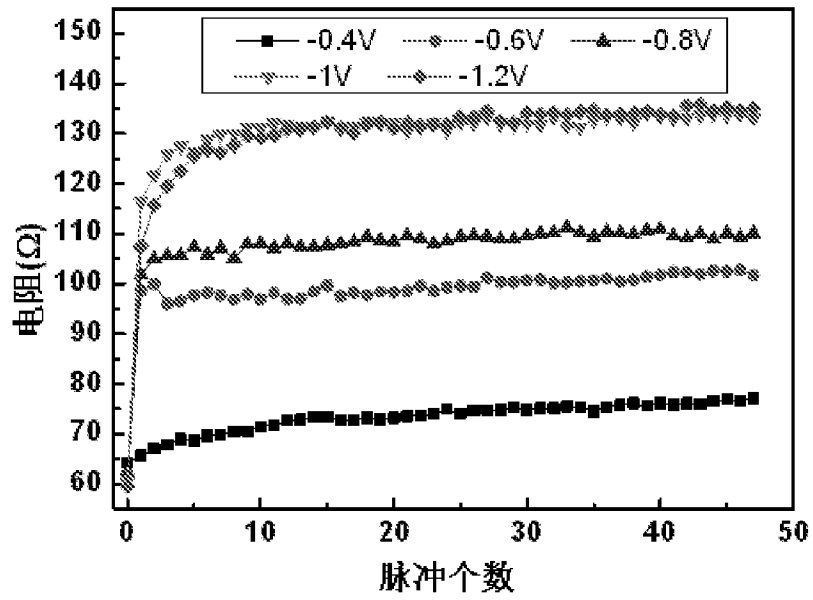


图 5

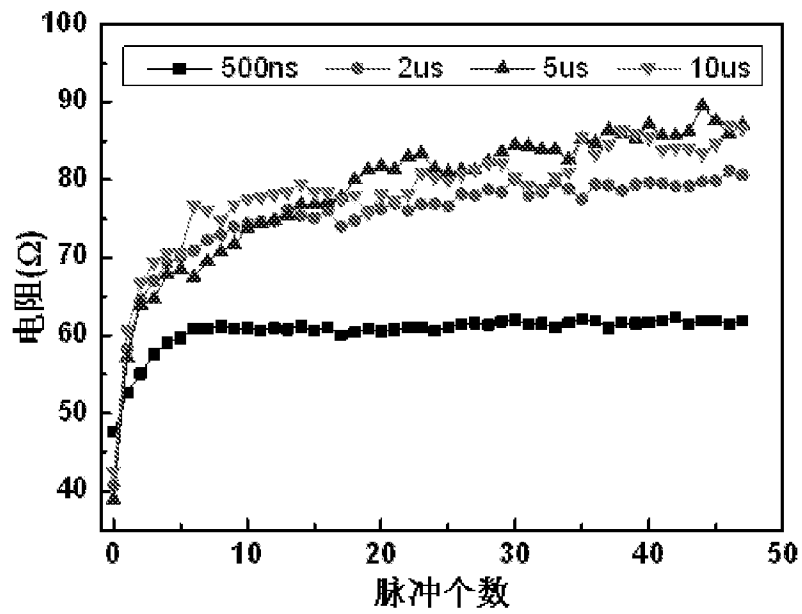


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/087714

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 45/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H01L 45/-; H01L 21/-; H01L 27/-; G11C 11/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPDOC: memristor, memory resistance, sulfur, AgInSbTe, electrode

CPRS, CNKI: memory resistance, memory, resistive random, sulfuration, AgInSbTe, electrode

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102544359 A (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 04 July 2012 (04.07.2012), description, paragraphs 16-29, and figures 1-2	1-9
Y	US 2009/0109737 A1 (KOSTYLEV), 30 April 2009 (30.04.2009), description, paragraphs 18-30	1-9
A	CN 101864592 A (NANJING UNIVERSITY), 20 October 2010 (20.10.2010), the whole document	1-9
A	CN 102738387 A (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 17 October 2012 (17.10.2012), the whole document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 17 September 2013 (17.09.2013)	Date of mailing of the international search report 26 September 2013 (26.09.2013)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer DAI, Lijuan Telephone No.: (86-10) 62411578

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2012/087714

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102544359 A	04.07.2012	None	
US 2009/0109737 A1	30.04.2009	US 8098517 B2	17.01.2012
CN 101864592 A	20.10.2010	CN 101864592 B	31.08.2011
CN 102738387 A	17.10.2012	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2012/087714

A. 主题的分类

H01L 45/00 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H01L45/-;H01L21/-;H01L27/-; G11C11/-;

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI,EPODOC: memristor, memory resistance, sulfur, AgInSbTe, electrode

CPRS,CNKI: 忆阻, 存储, 阻变, 硫化, AgInSbTe, 电极

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 102544359 A (中国科学院微电子研究所) 04.7 月 2012 (04.07.2012) 说明书第 16 段至第 29 段, 图 1-2	1-9
Y	US 2009/0109737 A1 (KOSTYLEV) 30.4 月 2009 (30.04.2009) 说明书第 18-30 段	1-9
A	CN 101864592 A (南京大学) 20.10 月 2010 (20.10.2010) 全文	1-9
A	CN 102738387 A (中国科学院微电子研究所) 17.10 月 2012 (17.10.2012) 全文	1-9



其余文件在 C 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

17.9 月 2013 (17.09.2013)

国际检索报告邮寄日期

26.9 月 2013 (26.09.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

戴丽娟

电话号码: (86-10) **62411578**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/087714

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 102544359 A	04.07.2012	无	
US 2009/0109737 A1	30.04.2009	US 8098517 B2	17.01.2012
CN 101864592 A	20.10.2010	CN101864592B	31.08.2011
CN 102738387 A	17.10.2012	无	