

(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
2018 年 11 月 29 日 (29.11.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/214142 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 45/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/086084

(22) 国际申请日: 2017 年 5 月 26 日 (26.05.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 中国科学院微电子研究所
(INSTITUTE OF MICROELECTRONICS, CHINESE
ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国北京市
朝阳区北土城西路3号, Beijing 100029 (CN)。

(72) 发明人: 吕杭炳(LV, Hangbing); 中国北京市朝阳区
北土城西路3号, Beijing 100029 (CN)。 刘明
(LIU, Ming); 中国北京市朝阳区北土城西路3号,
Beijing 100029 (CN)。 龙世兵(LONG, Shibing);

中国北京市朝阳区北土城西路3号, Beijing 100029
(CN)。 刘琦(LIU, Qi); 中国北京市朝阳区北
土城西路3号, Beijing 100029 (CN)。

(74) 代理人: 中科专利商标代理有限责任
公司(CHINA SCIENCE PATENT & TRADEMARK
AGENT LTD.); 中国北京市海淀区西三环北路
87号4-1105室, Beijing 100089 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: RESISTIVE MEMORY DEVICE, AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 阻变存储器及其制备方法

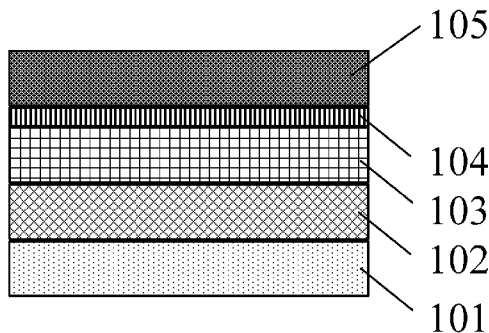


图 1

(57) Abstract: A resistive memory device, and manufacturing method thereof. The resistive memory device comprises: a lower electrode (101); an oxide layer (102) containing the metal of the lower electrode and located on the lower electrode (101); a resistance varying layer (103) located on the oxide layer (102) containing the metal of the lower electrode, wherein the material of the resistance varying layer (103) is nitrogen-containing tantalum oxide; an insertion layer (104) located on the resistance varying layer (103), wherein a material of the insertion layer (104) is a metal or semiconductor; and an upper electrode (105) located on the insertion layer (104). By providing the resistance varying layer (103) of nitrogen-containing tantalum oxide, the present invention enables a lower activation voltage than Ta₂O₅ and a high on-off ratio, and improves device resistance controllability by means of the number of oxygen vacancies.

(57) 摘要: 一种阻变存储器以及其制备方法, 其中阻变存储器包括: 下电极(101); 含下电极金属的氧化物层(102), 位于下电极(101)之上; 电阻转变层(103), 位于含下电极金属的氧化物层(102)之上, 其中, 所述电阻转变层(103)材料为含氮的钽氧化物; 插层(104), 位于电阻转变层(103)之上, 其中所述插层(104)材料为金属或半导体; 上电极(105), 位于插层(104)之上。通过设置含氮的钽氧化物电阻转变层(103), 其与 Ta₂O₅ 相比, 具有较低的激活电压, 高开关比的特点, 还可以增加氧空位数量对器件电阻的调控能力。

QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

阻变存储器及其制备方法

技术领域

本发明涉及存储器领域，进一步的涉及一种阻变存储器，还涉及一种阻变存储器的制备方法。

5

背景技术

阻变存储器（RRAM）是一种新型的不挥发存储器技术，存储单元结构简单、工作速度快、功耗低且信息保持稳定，在嵌入式应用和独立式应用里具有广泛的用途。RRAM 利用材料电阻率的可逆转换实现二进制信息的存储。但目前主要在可靠性上还存在若干问题，如保持特性、良率还需进一步提高，而激活电压需要进一步降低。

现有技术中，TaOx 基类阻变存储器，其编程过程类似于介质的击穿，在 Ta₂O₅ 薄膜内部产生氧空位链（即导电通道），但是该技术存在激活电压高以及开关比较低的问题。

15

发明内容

有鉴于此，本发明的目的在于提供一种阻变式存储器，以解决以上所述的至少一项技术问题。

根据本发明的一方面，提供一种阻变存储器，包括：

20

下电极；

含下电极金属的氧化物层，位于下电极之上；

电阻转变层，位于含下电极金属的氧化物层之上，其中，所述电阻转变层材料为含氮的钽氧化物；

插层，位于电阻转变层之上，其中所述插层材料为金属或半导体；

25

上电极，位于插层之上。

进一步的，所述下电极材料为钨，含下电极金属的氧化物层材料为 WO_x ， x 介于 1 和 3 之间。

进一步的，所述含下电极金属的氧化物层厚度介于 1 nm 和 30 nm 之间。

5 进一步的，所述含氮的钽氧化物中氮的原子含量介于 0.05% 和 30% 之间。

进一步的，所述电阻转变层厚度介于 1 nm 和 20 nm 之间。

进一步的，所述插层材料为插层材料为以下的一种类型：

10 Ta, TaN, Ti, TiN, Ru 或 Ir; Ta, TaN, Ti, TiN, Ru 和 Ir 中两种或两种以上金属；含 Ta, TaN, Ti, TiN, Ru 或 Ir 的金属氧化物；Ta, TaN, Ti, TiN, Ru 和 Ir 中两种或两种以上金属的氧化物；非晶硅；非晶碳；或者石墨烯。

根据本发明的另一方面，提供一种阻变存储器的制备方法，包括：形成下电极；

15 在下电极之上形成含下电极金属的氧化物层；

含下电极金属的氧化物层之上形成电阻转变层，其中，所述电阻转变层材料为含氮的钽氧化物；

在电阻转变层之上形成插层，其中所述插层材料为金属或半导体；在插层之上形成上电极。

20 进一步的，通过溅射或者热氧化方式形成所述含下电极金属的氧化物层。

进一步的，所述电阻转变层的形成方式为：通过反应溅射于含下电极金属的氧化物层上形成含氮的钽氧化物层；或者，通过热氧化方式在含氧或氧等离子体氛围中在含下电极金属的氧化物层上形成含氮的钽氧化物层；或者，通过热氧化方式在含氧和氮氛围中于含下电极金属的氧化物层上形成含氮的钽氧化物层。

进一步的，所述插层材料为 Ta，插层厚度介于 0.1nm 和 10nm 之间。

通过设置含下电极金属的氧化物层，可以作为蓄氧层，在存储单元做擦写操作的时候提供足够的氧，避免氧耗尽的情况，提高器件的疲劳

特性，还可以通过热氧化形成，消除经化学机械研磨形成钨塞时的缝隙问题；

通过设置含氮的钽氧化物电阻转变层，其与 Ta_2O_5 相比，具有较低的激活电压，高开关比的特点，还可以增加氧空位数量对器件电阻的调控能力，少量氧空位的产生即可导致器件电阻的大幅度变化，降低激活电压的同时，增加开关比；

通过设置插层，能够在表面保存操作过程中产生的氧离子，提高器件的疲劳特性，同时使上电极的选取不受限制。

10 附图说明

图 1 是本发明实施例的阻变存储器结构示意图。

图 2 是本发明实施例的阻变存储器的制备方法工艺流程图。

图 3 是图 2 的工艺过程中结构示意图。

图 4A 和图 4B 分别是含本发明实施例的阻变存储器的存储单元等效电路图和截面示意图。

图 5 是 Ta_2O_5 基阻变存储器电流-电压曲线图。

图 6 是采用本发明实施例的阻变存储器电流-电压曲线图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明作进一步的详细说明。在此说明所附图简化过且做为例示用。附图中所示的各层数量、形状及尺寸可依据实际情况而进行修改，且组件的配置可能更为复杂。本发明中也可进行其他方面的实践或应用，且不偏离本发明所定义的精神及范畴的条件下，可进行各种变化以及调整。

本发明中，“位于…之上”、“在……上形成”、“于……上形成”和“设置在……上”包括与单一或多个层间的接触与非接触。可以表示一

层直接形成或设置在另一层上，也可以表示一层间接形成或设置在另一层上，即两层之间还可以存在其它的层。

根据本发明的基本构思，提供一种阻变存储器，该阻变存储器在原有的金属-介质层-金属（MIM）结构基础上，在氧化钽介质层中加入氮元素，能够降低激活电压，提高开关比。

图 1 是本发明实施例的阻变存储器结构示意图。图 1 中所示，本发明实施例一方面，提供一种阻变存储器，包括：

下电极 101；

含下电极金属的氧化物层 102，其位于下电极 101 之上；

10 电阻转变层 103，其位于含下电极金属的氧化物层 102 之上，其中，电阻转变层 103 材料为含氮的钽氧化物；

插层 104，位于电阻转变层 103 之上，其中插层材料为金属氧化物、导电碳材料；

上电极 105，位于插层 104 之上。

15 其中，对于下电极 101，其可以形成于衬底上，衬底可以为半导体或者化合物半导体，衬底还可以为 MOS 电路，下电极 101 可以通过插塞与 MOS 电路电性连接。下电极 101 的材料包括金属材料，可以为在电场下惰性的金属或金属化合物，包括但不限于：钨、钛、氮化钛、钽、氮化钽、等，本发明实施例优选的采用钨作为下电极。下电极 101 的厚度可以选择为 1-100nm。

其中，对于含下电极金属的氧化物层 102，其形成于下电极 101 上。含下电极金属的氧化物层 102 作用在于：可以作为蓄氧层，在存储单元做擦写操作的时候提供足够的氧，避免氧耗尽的情况，提高器件的疲劳特性；还可以消除 CMP 形成 W 塞是的 seam 问题（即中间空洞问题）。

25 含下电极金属的氧化物层 102 依据下电极 101 材料确定，如下电极 101 材料为钨，则该含下电极金属的氧化物层 102 材料则为钨的氧化物，该含该钨的氧化物化学式 WO_x ，其可以是完全化学组分比的 WO_3 ，也可以是非完全化学组分比的 WO_x ， x 介于 1 和 3 之间。含下电极金属的

氧化物层 102 的厚度介于 1 nm 和 30 nm 之间，进一步优选的，该厚度介于 5 nm 和 10 nm 之间。

其中，对于电阻转变层 103，其形成于含下电极金属的氧化物层 102 上。其在于对已有的钽基电阻转变层进行改进，可以通过在钽氧化物中加入其它元素，能够相比于 Ta_2O_5 ，具有较低的激活电压，高开关比的特性。本发明实施例提供所述电阻转变层 103 材料为含氮的钽氧化物，目的是由于 N 离子中心存在，一方面可以提高 O 离子的激活能，另一方面，可以增加氧空位数量对器件电阻的调控能力。

含氮的钽氧化物中，氮的添加含量 0.05%~30%，进一步优选的添加含量介于 1%~10% 之间。

对于电阻转变层 103 的厚度，可以介于 1 nm 至 20 nm 之间，进一步优选的，介于 3 nm 至 10 nm 之间。

其中，对于插层 104，其形成于电阻转变层之上。该插层 104 材料可以为金属，包括但不限于 Ta、TaN、Ti、TiN、Ir、Al 或 Ru，也可以为半导体材料，包括但不限于金属氧化物，非晶硅，非晶碳或者石墨烯。优选的，可以为 Ta 插层，Ta 插层的作用在于在表面保存操作过程中产生的氧离子，提高器件的疲劳特性，同时使上电极的选取不受限制。

对于插层 104 的厚度，可以介于 0.1nm 和 10nm 之间，进一步优选的，介于 0.5nm 和 5nm 之间。

图 2 是本发明实施例阻变存储器的制备方法工艺流程图。图 2 中所示，本发明实施例的另一方面，还提供一种阻变存储器的制备方法，包括步骤：

S201：在下电极之上形成含下电极金属的氧化物层；

S202：含下电极金属的氧化物层之上形成电阻转变层，其中，所述电阻转变层材料为含氮的钽氧化物；

S203：在电阻转变层之上形成插层，其中所述插层材料为金属或半导体；

S204：在插层之上形成上电极。

在步骤 S201 之前，还可包括形成下电极的步骤，而且下电极可以形成于一衬底上，衬底可以为半导体或者化合物半导体，衬底还可以为 MOS 电路，下电极可以通过插塞与 MOS 电路电性连接。本发明实施例优选的采用钨作为下电极。下电极的厚度可以选择为 1-100nm。可以采用原子层沉积、溅射、气相蒸发或者化学气相沉积工艺形成下电极，下电极的材料包括金属材料，可以为在电场下惰性的金属或金属化合物，包括但不限于：钨、氧化钽、铂或者金。

对于步骤 S201，如图 2 和图 3 所示，其中图 3 是图 2 的工艺过程中结构示意图，在下电极 301 之上形成含下电极金属的氧化物层 302。含下电极金属的氧化物层 302 依据下电极 301 材料确定，如下电极 301 材料为钨，则在下电极 301 钨上形成钨氧化物。

含下电极金属的氧化物层 302 形成方式可以采用反应溅射工艺，在下电极上沉积，例如 WO_x ， x 介于 1 和 3 之间该 WO_x 可以是完全化学组分比的 WO_3 ，也可以是非完全化学组分比的 WO_x ；溅射氧化钨可以采用 WO_3 合金靶溅射或者 W 金属靶反应溅射，化学组分比可以通过调节 Ar/O_2 的流量比来控制（不同的溅射机台对应的流量比不同，此处不受限制）， WO_x 的厚度为 1nm~50nm；或者也可以采用在含 O 氛围中，或 O 等离子体中，采用热氧化的方式将下电极 301 氧化形成，列举下电极 301 为钨作为实施例，例如氧化温度为 200 摄氏度~500 摄氏度，形成的 WO_x 厚度为 1nm~50nm。

对于步骤 S202，如图 2 和图 3 所示，电阻转变层 303 形成于含下电极金属的氧化物层 302 上。本发明实施例提供所述电阻转变层 103 材料为含氮的钽氧化物，目的是由于 N 离子中心存在，一方面可以提高 O 离子的激活能，另一方面，可以增加氧空位数量对器件电阻的调控能力。

含氮的钽氧化物中，氮的添加含量 0.05%~30%，进一步优选的添加含量介于 1%~10%之间。电阻转变层 303 的厚度为介于 1 nm 至 20 nm 之间，进一步优选的，介于 3 nm 至 10 nm 之间。

所述电阻转变层 303 的形成方式可以为：

A: 通过反应溅射于含下电极金属的氧化物层 302 上形成含氮的钽氧化物层; 或者,

B: 通过热氧化方式在含氧或氧等离子体氛围中在含下电极金属的氧化物层 302 上形成含氮的钽氧化物层; 或者,

5 C: 通过热氧化方式在含氧和氮氛围中于含下电极金属的氧化物层 302 上形成含氮的钽氧化物层。

以下列举含氮的钨氧化物具体实施例进行说明电阻转变层的形成工艺:

例如, 可以采用反应溅射的方式, 在 WO_x 上沉积 TaON 阻变材料, 10 器件初始阻态的大小可以通过调节 N 含量的多少, TaON 的厚度为 1nm~20nm, N/O 为 0.01~10; 也可以通过在含 O 氛围中, 或 O 等离子体中, 将 TaN 基体通过热氧化的方式形成, 氧化温度为 200 摄氏度~500 摄氏度, TaON 的厚度为 1nm~20nm;

还可以通过在含 O 和 N 的等离子体氛围中, 通过加热的方式将 TaN 15 基体或 Ta 基体热氧化形成氧化温度为 200 度~500 度, TaON 的厚度为 1nm~20nm。

对于步骤 S203, 参见图 3 和图 2, 在电阻转变层 303 之上形成插层 304, 其中插层材料为金属或半导体。

其中, 插层材料可以为金属, 如 Ta、TaN、Ti、TiN、Ir、Al, Ru 20 等, 也可以为半导体材料, 如金属氧化物, 如含 Ta, TaN, Ti, TiN, Ru 或 Ir 的金属氧化物; 或者是 Ta, TaN, Ti, TiN, Ru 和 Ir 中两种或两种以上金属的氧化物。插层材料还可以为非晶硅, 非晶 C, 石墨烯等。

金属插层的厚度可以为 0.1nm~10nm, 可以通过热蒸发、溅射、化学气相沉积、脉冲激光沉积或者物理转移等方式形成。通过设置 Ta 插 25 层, 能表面保存操作过程中产生的氧离子, 提高器件的疲劳特性, 同时使上电极的选取不受限制。

对于插层 304 的厚度, 可以介于 0.1nm 和 10nm 之间, 进一步优选的, 介于 0.5nm 和 5nm 之间。

由于插层的存在，对于步骤 S104 中上电极的选择可不受限制，可选择现有技术中已知工艺和已知材料进行制备。

图 4A 和图 4B 分别是含本发明实施例的阻变存储器的存储单元等效电路图和截面示意图。通过上述方法所制备的阻变存储器的存储单元如图 4B 所示，在电路整体结构中，虚线圈内的为阻变存储器结构，由下之上依次包括：下电极 401；含下电极金属的氧化物层 402，电阻转变层 403，插层 404，以及上电极 105；阻变存储器的等效电路图参见图 4A。

以下选取下电极为钨，电阻转变层为含氮的钽氧化物，插层为钽进行具体制备以及实验测试。实际上，本发明可以许多不同形式来实施而不应被解释为限制到下文中所阐述的实施例。相反地，所提供的具体实施例使得本发明将满足适用的法律需求。

实施例 1:

制备工艺:

步骤 1: 在钨上形成钨氧化物。采用反应溅射的方式，该 WO_x 可以是完全化学组分比的 WO_3 ；溅射氧化钨采用 WO_3 合金靶溅射化学组分比可以通过调节 Ar/O_2 的流量比来控制，厚度为 1nm~50nm；

步骤 2: 在钨氧化物上形成 TaON 电阻转变层。采用反应溅射的方式，在 WO_x 上沉积 TaON 阻变材料，器件初始阻态的大小通过调节 N 含量的多少，TaON 的厚度为 1nm~20nm，N/O 为 0.01~10；

步骤 3: 在 TaON 电阻转变层上方形成插层材料，插层材料为金属，Ta，通过热蒸发方式形成；

步骤 4: 在插层材料上形成上电极。

实验测试:

图 6 是采用本发明实施例的阻变存储器电流-电压曲线图，相比于图 5 的 Ta_2O_5 基阻变存储器电流-电压曲线，采用本发明制备的 TaON 基阻变存储器具有操作电压低、开关比大的特点。

以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求

1、一种阻变存储器，其特征在于包括：

下电极；

含下电极金属的氧化物层，位于下电极之上；

5 电阻转变层，位于含下电极金属的氧化物层之上，其中，所述电阻转变层材料为含氮的钽氧化物；

插层，位于电阻转变层之上，其中所述插层材料为金属或半导体；
上电极，位于插层之上。

2、根据权利要求 1 所述的阻变存储器，其特征在于，所述下电极
10 材料为钨，含下电极金属的氧化物层材料为 WO_x ， x 介于 1 和 3 之间。

3、根据权利要求 1 所述的阻变存储器，其特征在于，所述含下电极金属的氧化物层厚度介于 1 nm 和 30 nm 之间。

4、根据权利要求 1 所述的阻变存储器，其特征在于，所述含氮的钽氧化物中氮的原子含量介于 0.05% 和 30% 之间。

15 5、根据权利要求 1 所述的阻变存储器，其特征在于，所述电阻转变层厚度介于 1 nm 和 20 nm 之间。

6、根据权利要求 1 所述的阻变存储器，其特征在于，所述插层材料为以下的一种类型：

Ta, TaN, Ti, TiN, Ru 或 Ir；

20 Ta, TaN, Ti, TiN, Ru 和 Ir 中两种或两种以上金属；

含 Ta, TaN, Ti, TiN, Ru 或 Ir 的金属氧化物；

Ta, TaN, Ti, TiN, Ru 和 Ir 中两种或两种以上金属的氧化物；

非晶硅；

非晶碳；或者

25 石墨烯。

7、一种阻变存储器的制备方法，其特征在于，包括：

形成下电极；

在下电极之上形成含下电极金属的氧化物层；

含下电极金属的氧化物层之上形成电阻转变层，其中，所述电阻转变层材料为含氮的钽氧化物；

在电阻转变层之上形成插层，其中所述插层材料为金属或半导体；
在插层之上形成上电极。

5 8、根据权利要求 7 所述的制备方法，其特征在于，通过溅射或者热氧化方式形成所述含下电极金属的氧化物层。

9、根据权利要求 7 所述的制备方法，其特征在于，所述电阻转变层的形成方式为：

10 通过反应溅射于含下电极金属的氧化物层上形成含氮的钽氧化物层；

或者，通过热氧化方式在含氧或氧等离子体氛围中在含下电极金属的氧化物层上形成含氮的钽氧化物层；

或者，通过热氧化方式在含氧和氮氛围中于含下电极金属的氧化物层上形成含氮的钽氧化物层。

15 10、根据权利要求 7 所述的制备方法，其特征在于，所述插层材料为 Ta，插层厚度介于 0.1nm 和 10nm 之间。

20

25

1/5

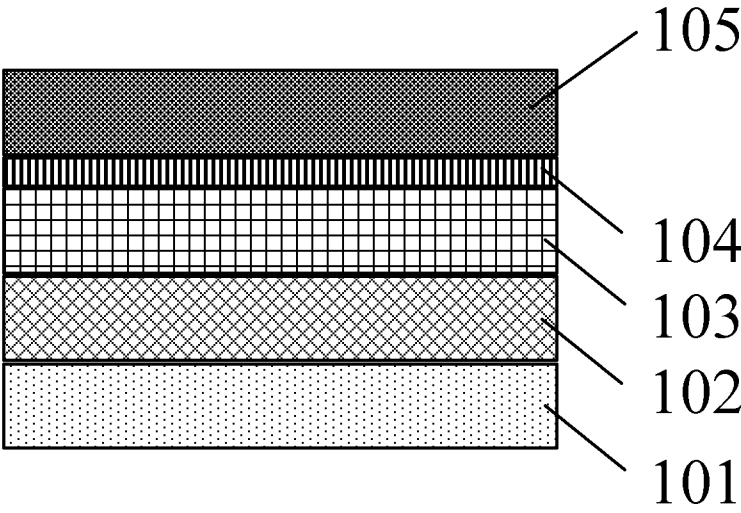


图 1

2/5

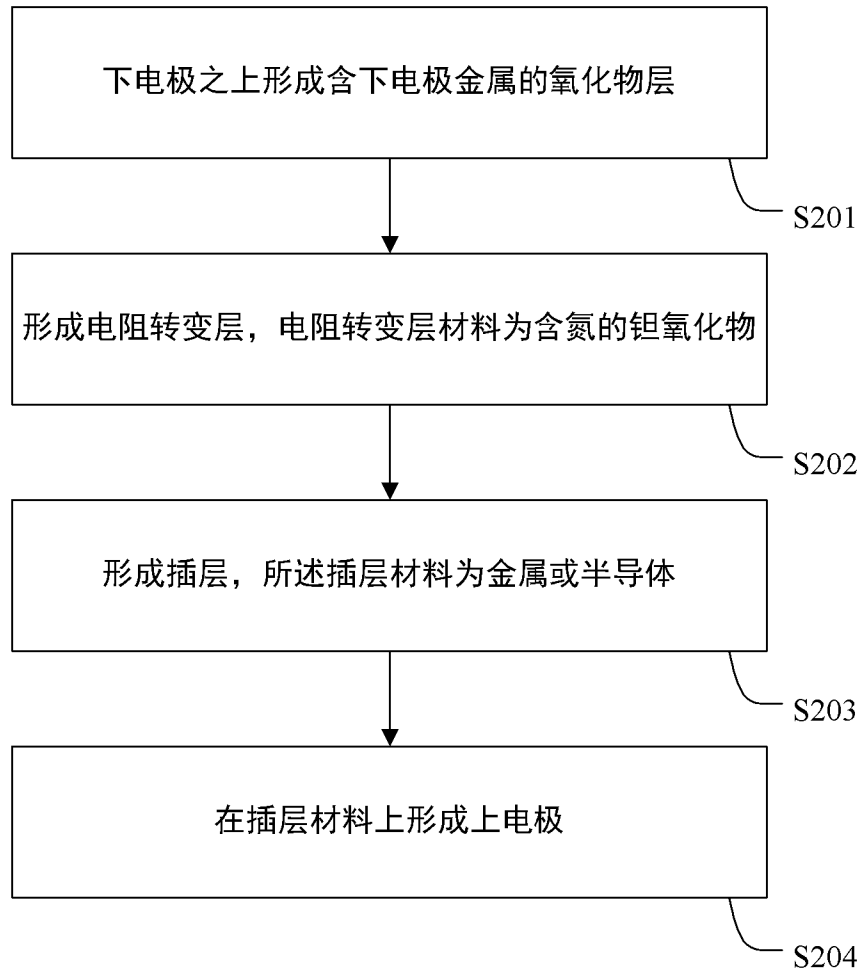


图 2

3/5

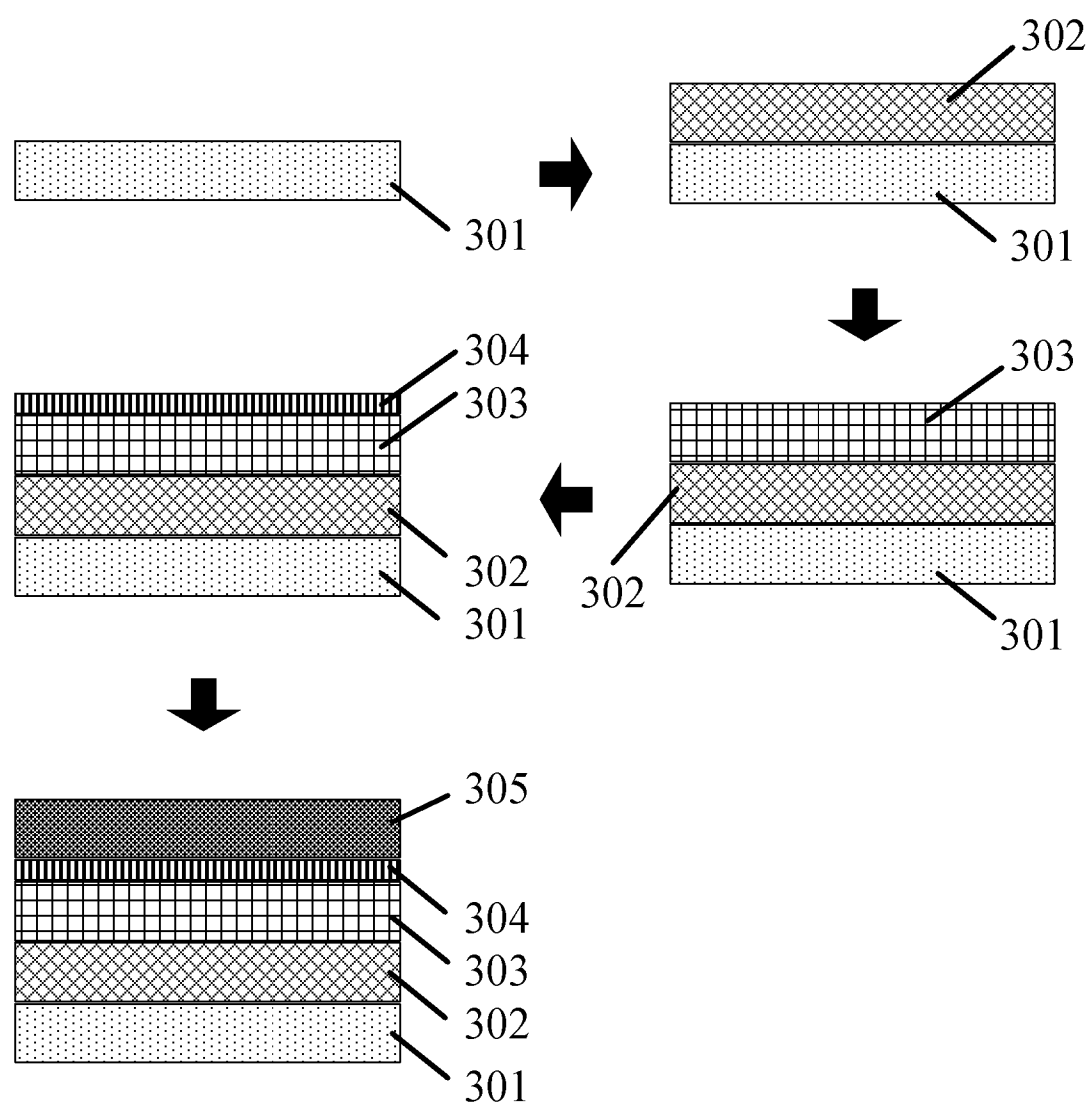


图 3

4/5

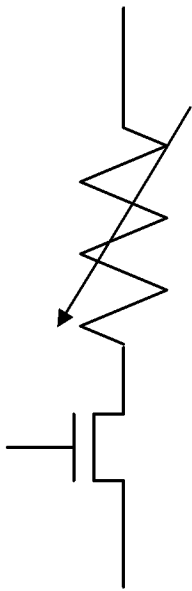


图 4A

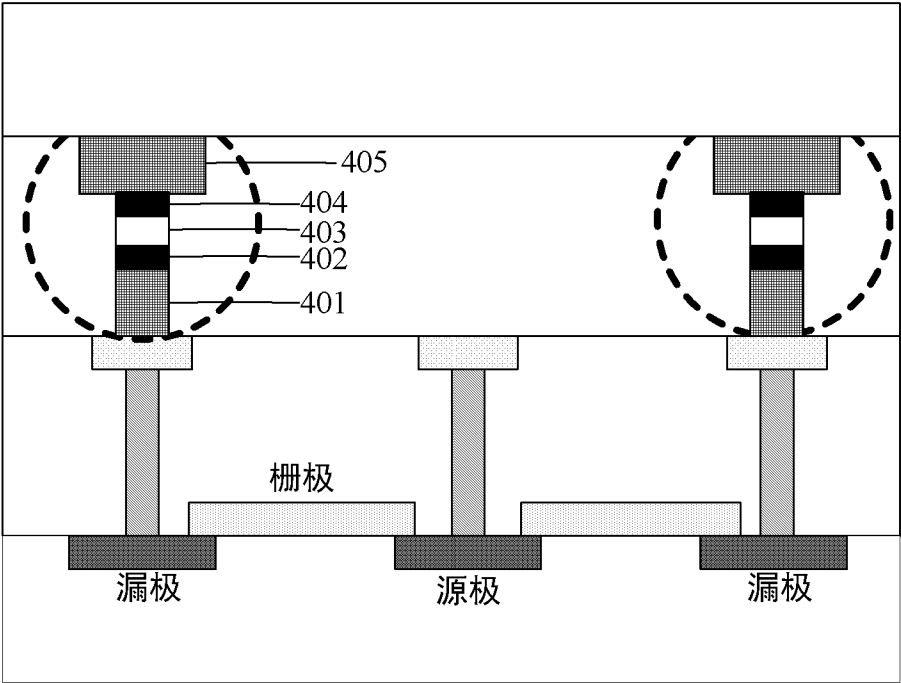


图 4B

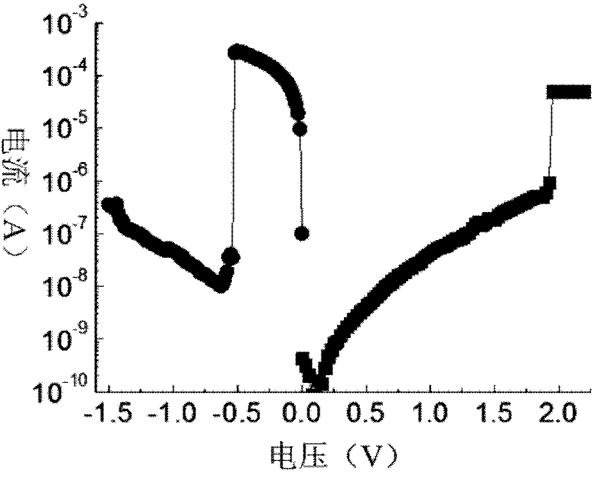


图 5

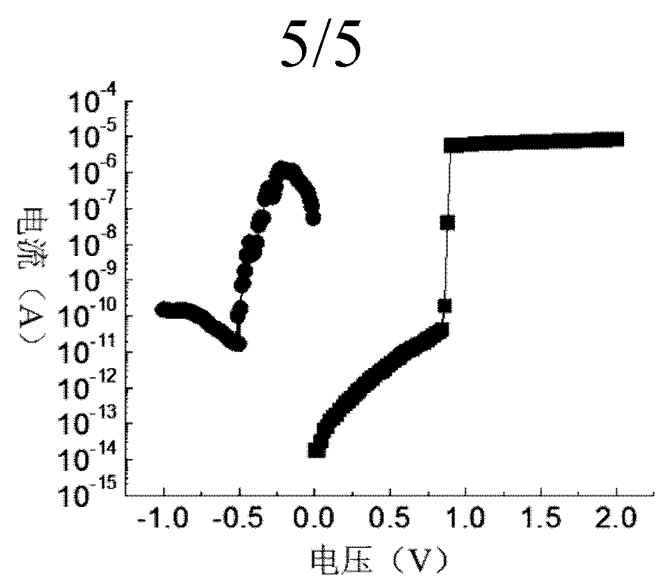


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/086084

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)

H01L

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)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI, IEEE: 电阻, 存储, 氮, Resistive, memory, nitrogen

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101989644 A (FUDAN UNIVERSITY), 23 March 2011 (23.03.2011), description, paragraphs [0025]-[0031], and figure 7	1-10
Y	CN 102623638 A (PEKING UNIVERSITY), 01 August 2012 (01.08.2012), description, paragraphs [0007]-[0038], and figures 1-2	1-10
A	CN 103151459 A (TIANJIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 12 June 2013 (12.06.2013), entire document	1-10
A	CN 101159309 A (FUDAN UNIVERSITY), 09 April 2008 (09.04.2008), entire document	1-10

☐ 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 07 February 2018	Date of mailing of the international search report 24 February 2018
Name and mailing address of the ISA 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 LIU, Tianfei Telephone No. (86-10) 62414060

International application No.
PCT/CN2017/086084

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/086084

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) H01L 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)) CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI, IEEE: 电阻, 存储, 氮, Resistive, memory, nitrogen		
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 101989644 A (复旦大学) 2011年 3月 23日 (2011 - 03 - 23) 说明书第[0025]-[0031]段, 图7	1-10
Y	CN 102623638 A (北京大学) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 说明书第[0007]-[0038]段, 图1-2	1-10
A	CN 103151459 A (天津理工大学) 2013年 6月 12日 (2013 - 06 - 12) 全文	1-10
A	CN 101159309 A (复旦大学) 2008年 4月 9日 (2008 - 04 - 09) 全文	1-10
☐ 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 2018年 2月 7日		国际检索报告邮寄日期 2018年 2月 24日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 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 刘天飞 电话号码 (86-10) 62414060

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/086084

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	101989644	A	2011年 3月 23日	无	
CN	102623638	A	2012年 8月 1日	CN 102623638	B 2014年 7月 2日
CN	103151459	A	2013年 6月 12日	CN 103151459	B 2015年 2月 18日
CN	101159309	A	2008年 4月 9日	无	