



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107112327 B

(45)授权公告日 2019.03.15

(21)申请号 201580054847.0

(22)申请日 2015.10.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107112327 A

(43)申请公布日 2017.08.29

(30)优先权数据

10-2014-0136931 2014.10.10 KR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.04.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2015/010671 2015.10.08

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/056862 KO 2016.04.14

(73)专利权人 高丽大学教产学协力团世宗校区

地址 韩国世宗市

(72)发明人 洪雯杓 张晋宁

(74)专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283

代理人 薛琦 沈佳丽

(51)Int.Cl.

H01L 27/115(2017.01)

H05H 1/46(2006.01)

(56)对比文件

KR 20140003684 A, 2014.01.10,

KR 20100105194 A, 2010.09.29,

CN 101305470 A, 2008.11.12,

JP H04125933 A, 1992.04.27,

Vanheusden, K et al.. A non-volatile

MOSFET memory device based on mobile.

《JOURNAL OF NON-CRYSTALLINE SOLIDS》.1999,

第254卷1-10.

审查员 李想

权利要求书1页 说明书5页 附图5页

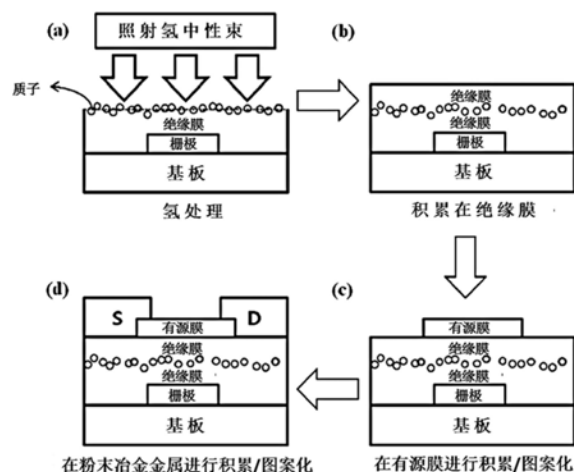
## (54)发明名称

利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法

## (57)摘要

本发明公开一种利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法。本发明中的中性粒子束发生装置包括：腔室，具有规定大小的等离子体放电空间；气体供给口，用于供给上述腔室内的气体；以及反射器，通过与在上述腔室生成的等离子体离子进行碰撞，来将等离子体离子转换为中性粒子，本发明的利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法包括：将形成有第一绝缘膜的基板配置于上述腔室内的步骤；通过上述气体供给口向上述腔室内供给用于发生氢等离子体的氢气体及用于发生等离子体的非活性气体的步骤；通过使在上述腔室生成的氢等离子体离子与上述反射器进行碰撞，来转换为氢中性粒子的步骤；通过使上述氢中性粒子积累在上述第一绝缘膜的表面，来形成移动质子层的步骤；以及在上述移动质子层上

形成第二绝缘膜的步骤。



1. 一种利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法, 上述中性粒子束发生装置包括:

腔室, 具有规定大小的等离子体放电空间;

气体供给口, 用于供给上述腔室内的气体; 以及

反射器, 通过与在上述腔室生成的等离子体离子进行碰撞, 来将等离子体离子转换为中性粒子,

上述利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法的特征在于, 包括:

将形成有第一绝缘膜的基板配置于上述腔室内的步骤:

通过上述气体供给口向上述腔室内供给用于发生氢等离子体的氢气体及用于发生等离子体的非活性气体的步骤:

上述非活性气体进行等离子体放电来生成等离子体粒子, 所述氢气体在腔室内与所述等离子体粒子进行碰撞来形成氢等离子体离子的步骤:

通过使在上述腔室生成的氢等离子体离子与上述反射器进行碰撞, 来转换为氢中性粒子的步骤:

通过使上述氢中性粒子积累在上述第一绝缘膜的表面, 来形成移动质子层的步骤: 以及

在上述移动质子层上形成第二绝缘膜的步骤。

2. 根据权利要求1所述的利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法, 其特征在于, 上述中性粒子束发生装置的上述反射器为由比上述氢气体的氢粒子重且比上述非活性气体的惰性粒子轻的粒子来构成的固体板。

## 利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法。

### 背景技术

[0002] 如在专利文献1中所公开的内容,现有的移动质子(Mobile Proton)生成及基于移动质子的存储器件的制造方法,需要长时间(数十分钟以上)在600℃以上的高温中进行氢热处理工序。

[0003] 因此,现有存储器件的制造方法工序复杂、需要进行长时间的高温热处理工序,因而具有无法将如玻璃或塑料膜等的基板用于存储器件的制造的问题。并且,由于在形成半导体层之后执行氢热处理工序,因而还存在半导体层材料的选择及热处理工序方面的限制。

[0004] 因此,迫切地需要不利用这种氢热处理工序也能够生成移动质子且基于上述移动质子来制造存储器件的新方法。

### 发明内容

[0005] 技术问题

[0006] 本发明的目的在于提供可在300℃以下的低温中在短时间内形成移动质子层的利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法。

[0007] 解决问题的方案

[0008] 为了实现上述目的,本发明提供利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法,其中,中性粒子束发生装置包括:腔室,具有规定大小的等离子体放电空间;气体供给口,用于供给上述腔室内的气体;以及反射器,通过与在上述腔室生成的等离子体离子进行碰撞,来将等离子体离子转换为中性粒子,上述利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法包括:将形成有第一绝缘膜的基板配置于上述腔室内的步骤:通过上述气体供给口向上述腔室内供给用于发生氢等离子体的氢气体及用于发生等离子体的非活性气体的步骤:通过使在上述腔室生成的氢等离子体离子与上述反射器进行碰撞,来转换为氢中性粒子的步骤:通过使上述氢中性粒子积累在上述第一绝缘膜的表面,来形成移动质子层的步骤:以及在上述移动质子层上形成第二绝缘膜的步骤。

[0009] 其中,本发明的特征在于,上述中性粒子束发生装置的上述反射器为由比上述氢气体的氢粒子重且比上述非活性气体的惰性粒子轻的粒子来构成的固体板。

[0010] 发明的效果

[0011] 本发明的利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法可在300℃以下的较低温度下在短时间(10分钟)内形成移动质子层,以此代替现有的长时间(数十分钟以上)在600℃以上的高温中进行的氢热处理工序。

[0012] 并且,根据本发明,只需在用于制造非挥发性存储薄膜器件的绝缘膜蒸镀工序中

增加利用中性粒子束发生装置的移动质子层形成工序,因而可直接利用现有存储薄膜器件生产线的工序顺序。

[0013] 并且,本发明可解决在现有的形成移动质子层来制造具有非挥发性存储功能的薄膜器件的过程中因进行长时间的高温热处理工序而无法将如玻璃或塑料薄膜等的基板用于存储薄膜器件的制造的问题。

[0014] 因此,本发明实现了利用玻璃或塑料等的基板来制造高特性的非挥发性存储薄膜器件,从而可直接适用于新一代ITC产品的柔性设备或穿戴式设备,也可适用于受现有技术限制而无法实现的新概念产品的制造,如超低消耗功率柔性设备、显示器及传感器等。

## 附图说明

[0015] 图1为示出中性粒子束发生装置的一例的简图。

[0016] 图2为示出在单晶硅片基板上形成移动质子层后测定氢元素密度的测定结果的图。

[0017] 图3为示出本发明一实施例的非挥发性存储薄膜器件的制造方法的图。

[0018] 图4至图7为示出形成有移动质子层的纳米晶硅薄膜晶体管(nc-Si TFT)的特性的图。

## 具体实施方式

[0019] 以下,参照附图,对本发明进行更详细的说明。对不必要地混淆本发明主旨的公知功能及结构,省略其详细说明。

[0020] 图1为示出中性粒子束发生装置的一例的简图。

[0021] 如图所示,中性粒子束发生装置包括腔室101,具有规定大小的等离子体放电空间。

[0022] 在腔室101的一侧面配置有气体供给口102,气体供给口102用于供给用于形成等离子体的气体或供给气体元素的源气体等。为了均匀地生成等离子体,可改变气体供给口102的位置。

[0023] 作为反射器103的固体板配置于腔室101的上端。通过向反射器103施加规定的偏压,来从等离子体粒子生成中性粒子。

[0024] 在腔室101的下端配置有用于支撑基板的支架105。

[0025] 并且,多个磁阵列限制器(magnetic array limiter)104配置于腔室101内。磁阵列限制器104起到切断存在于等离子体放电空间的电子及其他离子向基板侧靠近并选择性地仅使中性粒子向基板侧移动。上述磁阵列限制器104可设置于腔室101内,也可不设置于腔室101内。

[0026] 本发明的非挥发性存储薄膜器件的制造方法包括利用如图1所示的中性粒子束发生装置来形成移动质子的方法,与通过高温(600℃以上)热处理工序将氢注入于绝缘膜来形成移动质子的现有方式不同,可通过在300℃以下的较低温度下在短时间(10分钟)内使氢中性粒子积累在第一绝缘膜与第二绝缘膜之间,来形成移动质子。

[0027] 在本发明一实施例的移动质子的形成方法中,首先,将用于形成移动质子层的基板配置于中性粒子束发生装置的支架105。

[0028] 作为一例,在要体现利用移动质子根据施加于栅电极的电压在绝缘膜内移动的特性的存储器件的情况下,可将在上部形成有绝缘膜的基板配置于支架105上。

[0029] 并且,通过气体供给口102将用于生成等离子体的非活性气体及用于产生氢等离子体的氢气体供给到等离子体放电空间。其中,非活性气体为氩(Ar),氪(Kr),氙(Xe)等的气体。若仅通过氢气体也能够充分地形成等离子体放电,则可不利用上述非活性气体。

[0030] 对气体供给口102供给的非活性气体进行等离子体放电来生成等离子体粒子,氢气体在腔室内与等离子体粒子进行碰撞来形成氢等离子体离子或阳离子。

[0031] 此时,可将约10至数百伏特的负极偏压施加于反射器103,从而使氢等离子体离子引导到反射器103。

[0032] 氢等离子体离子与反射器103进行碰撞且从反射器103接收电子来转变为氢中性粒子,与此同时,根据所施加的偏压来接收能量并反射回来。

[0033] 并且,氢中性粒子在通过多个磁阵列限制器104之间后,积累在配置于支架105的基板或绝缘膜的表面来形成移动质子层。此时,除氢中性粒子之外的氢等离子体离子也与基板或绝缘膜的表面相接触来形成移动质子层。

[0034] 本说明书中的氢粒子束(H-PB,Hydrogen-Particle Beam)包括氢中性粒子及氢等离子体离子中的一个以上。

[0035] 另一方面,本发明的非挥发性存储薄膜器件的制造方法的特征在于,中性粒子束发生装置的反射器103为由比通过气体供给口102流入的氢气体的氢粒子重且比非活性气体的惰性粒子轻的粒子来构成的固体板。

[0036] 这是为了生成纯度高的氢粒子束,在利用二体碰撞(Binary Collision)解释粒子的碰撞时,若进行碰撞的粒子比靶粒子轻,则可有效地进行反射,相反,若进行碰撞的粒子比靶粒子重,则反射效率急剧下降,其中,靶粒子为反射器103,因此,可在利用比氢粒子重且比非活性气体粒子轻的材质的反射器103的中性粒子束发生装置中产生更多的氢粒子束。

[0037] 作为一例,在利用氢气体和氩气体来向硅氧化膜或硅氮化膜表面照射氢粒子束的情况下,优选地,可将硅板用作中性粒子束发生装置的反射器。

[0038] 如上所述,根据本发明的利用中性粒子束发生装置的非挥发性存储薄膜器件的制造方法,无需进行高温(600℃以上)热处理工序,可在300℃以下的低温中在短时间(10分钟)内在基板(或绝缘膜)上形成移动质子层。

[0039] 图2为示出在单晶硅片基板上形成移动质子层后测定氢元素密度的测定结果的图。

[0040] 如图2所示,在根据本发明来形成移动质子的情况下,若提高中性粒子束发生装置的反射器电压( $V_{ref}$ ),则基板表面的氢密度也随之提高。即,随着反射器电压的提高,化学势(chemical potential)高的氢粒子的表面扩散(Surface Diffusion)及表面积累也随之增加,因此,氢可在基板表面的数Å区域积累更多的量。

[0041] 图3为示出本发明一实施例的非挥发性存储薄膜器件的制造方法的图,更具体地,图3为示出尤其制造非挥发性存储薄膜器件中的反交错(Inverted Staggered)薄膜晶体管的工序的例。但本发明不局限于反交错薄膜晶体管的制造工序,在制造具有根据本发明制造的非挥发性存储薄膜器件的结构(即,基板、绝缘膜、移动质子层)的器件时,可同样采用

用于说明后述的反交错薄膜晶体管的技术思想。

[0042] 本发明提供具有非挥发性存储功能的薄膜器件的制造方法,即,在绝缘膜内形成移动质子层,通过移动质子根据施加于栅电极的电压来在上述绝缘膜内移动的特性来使薄膜器件具有非挥发性存储功能。

[0043] 如图3所示,步骤(a)为如下步骤,即,在基板上形成栅电极并在上述栅电极上形成第一绝缘膜之后,将形成有上述第一绝缘膜的基板配置于作为中性粒子束发生装置的等离子体放电空间的腔室内,通过气体供给口向腔室内供给氢气体及非活性气体,通过等离子体放电来使在腔室生成的氢等离子体离子与反射器进行碰撞,从而转换为氢中性粒子,通过上述第一绝缘膜的表面积累规定量以上的上述氢中性粒子,来形成移动质子层。其中,在第一绝缘膜的表面形成移动质子层的上述一系列工序在300℃以下的低温中在短时间(10分钟)内实现。

[0044] 步骤(b)为在步骤(a)之后通过等离子体增强化学气相沉积(PECVD)等的工序来在所形成的上述移动质子层上蒸镀第二绝缘膜的步骤,最终,在第一绝缘膜与第二绝缘膜之间形成移动质子层。

[0045] 并且,在步骤(b)之后,依次进行作为常规反交错薄膜晶体管工序的步骤(c)及步骤(d),从而可制造本发明一实施例的具有非挥发性存储功能的反交错薄膜晶体管。

[0046] 这种本发明的非挥发性存储薄膜器件的制造方法为仅在现有的在制造存储薄膜器件时执行的绝缘膜形成过程中增加移动质子层的形成工序的形态,因此,除了图3所示的反交错结构的薄膜晶体管制造工序之外,还可适用于交错(Staggered)结构、共面(Coplanar)结构、倒置共面(Inverted Coplanar)结构等所有结构的薄膜晶体管制造工序。

[0047] 并且,本发明的非挥发性存储薄膜器件的制造方法仅在现有的利用非晶质硅薄膜晶体管、低温聚硅(LTPS)薄膜晶体管、氧化物半导体、有机物半导体、其它所有半导体薄膜的晶体管制造工序中在进行绝缘膜蒸镀工序的过程中增加利用中性粒子束发生装置来在绝缘膜中间形成移动质子层的工序。

[0048] 这使得本发明的非挥发性存储薄膜器件的制造方法的意义体现在不仅可直接利用现有薄膜器件生产线的工序顺序,还可在300℃以下的低温中在短时间(10分钟)内执行所增加的移动质子层形成工序。

[0049] 图4至图7为示出形成有移动质子层的纳米晶硅薄膜晶体管(nc-Si TFT)的特性的图。

[0050] 图4示出在栅极绝缘膜内部未形成移动质子层的纳米晶硅薄膜晶体管(在图4中表示为NonMemory)与在栅极绝缘膜内部根据本发明的方法来通过2分钟的时间在绝缘膜内形成移动质子层的具有非挥发性存储功能的纳米晶硅薄膜晶体管(在图4中表示为Memory)之间的不同特性。

[0051] 具有非挥发性存储功能的纳米晶硅薄膜晶体管根据栅极电压的扫频(sweep)来呈现出磁滞现象(Hysteresis),这是因绝缘膜内部的移动质子根据栅极电压朝向有源膜/栅极绝缘膜界面或栅极绝缘膜/栅电极界面进行移动而发生的现象。

[0052] 并且,图5及图7示出磁滞现象的大小根据栅极电压( $V_g$ )的扫频宽幅来产生线性反应。这呈现出以栅极电压来定量地控制绝缘膜内部的移动质子。

[0053] 图6为示出为确认存储功能的再现性而对具有非挥发性存储功能的纳米晶硅薄膜

晶体管反复施加写入和擦除 (Write&Erase) 条件来进行测定的结果,图6示出的漏极电流值 (Drian Current) 为在将作为写入条件的栅极电压 (Vg) 施加+100V达1秒钟后在Vg=0V、漏极电压 (Vd) 为5V时的漏极电流值,并且,表示在将作为擦除条件的栅极电压施加-100V达1秒钟后在Vg=0V、Vd=5V时的漏极电流值。

[0054] 图6示出了写入和擦除状态正常运行100次的情况,根据本发明制造的具有非挥发性存储功能的纳米晶硅薄膜晶体管即使在写入或擦除状态下被搁置数日也仍储存有信息,从而可确认确保了作为存储器件的核心特性的稳定的保留时间 (Retention Time)。

[0055] 作为一例,根据本发明制造的具有如图4至图7所示的特性的非挥发性存储薄膜晶体管可有效地用于低功率穿戴式有机发光二极管 (OLED)。

[0056] 在将具有非挥发性存储功能的薄膜晶体管用于低功率穿戴式有机发光二极管的情况下,在现有驱动电路中无需利用用于像素维持功能的储能电容器 (Storage Capacitor),因不同的驱动方式,从而也可完全消除用于维持转换 (Switching) 薄膜晶体管的关闭状态 (Off State) 的电力消耗。因此,没有存储电容且无需用于维持转换薄膜晶体管的关闭状态的电力,从而可实现低功率驱动。并且,薄膜晶体管具有存储功能,因此在像素维持 (静止画面) 及低速帧驱动时,也解决了现有的问题。追加性地,因无需存储电容而减少了基于其的面积和接触用面积,从而可实现更高的分辨率。

[0057] 如上所示,根据本发明,可在300℃以下的低温中在短时间 (10分钟) 内实现非挥发性存储薄膜器件的制造,以此代替长时间 (数十分钟以上) 在600℃以上的高温中进行氢热处理工序。

[0058] 并且,根据本发明,只需在用于制造非挥发性存储薄膜器件的绝缘膜蒸镀工序中增加利用中性粒子束发生装置的形成移动质子层形成工序,因而可直接利用现有薄膜器件生产线的工序顺序。

[0059] 并且,本发明可解决在现有的形成移动质子层来制造具有非挥发性存储功能的薄膜器件的过程中因进行长时间的高温热处理工序而无法将如玻璃或塑料薄膜等的基板用于存储薄膜器件的制造的问题。

[0060] 因此,本发明实现了利用玻璃或塑料等的基板来制造高特性的非挥发性存储薄膜器件,从而可直接适用于新一代ITC产品的柔性设备或穿戴式设备,也可适用于受现有技术限制而无法实现的新概念产品的制造,如超低消耗功率柔性设备、显示器及传感器等。

[0061] 以上,以限定的实施例和附图对本发明进行了说明,但本发明并不局限于上述实施例,本发明所属领域的普通技术人员可通过如上所述的记载来对本发明进行多种修改及变形。因此,本发明的思想应根据发明要求保护范围来掌握,发明要求保护范围的等同技术方案或等效变形均属于本发明的思想范畴。

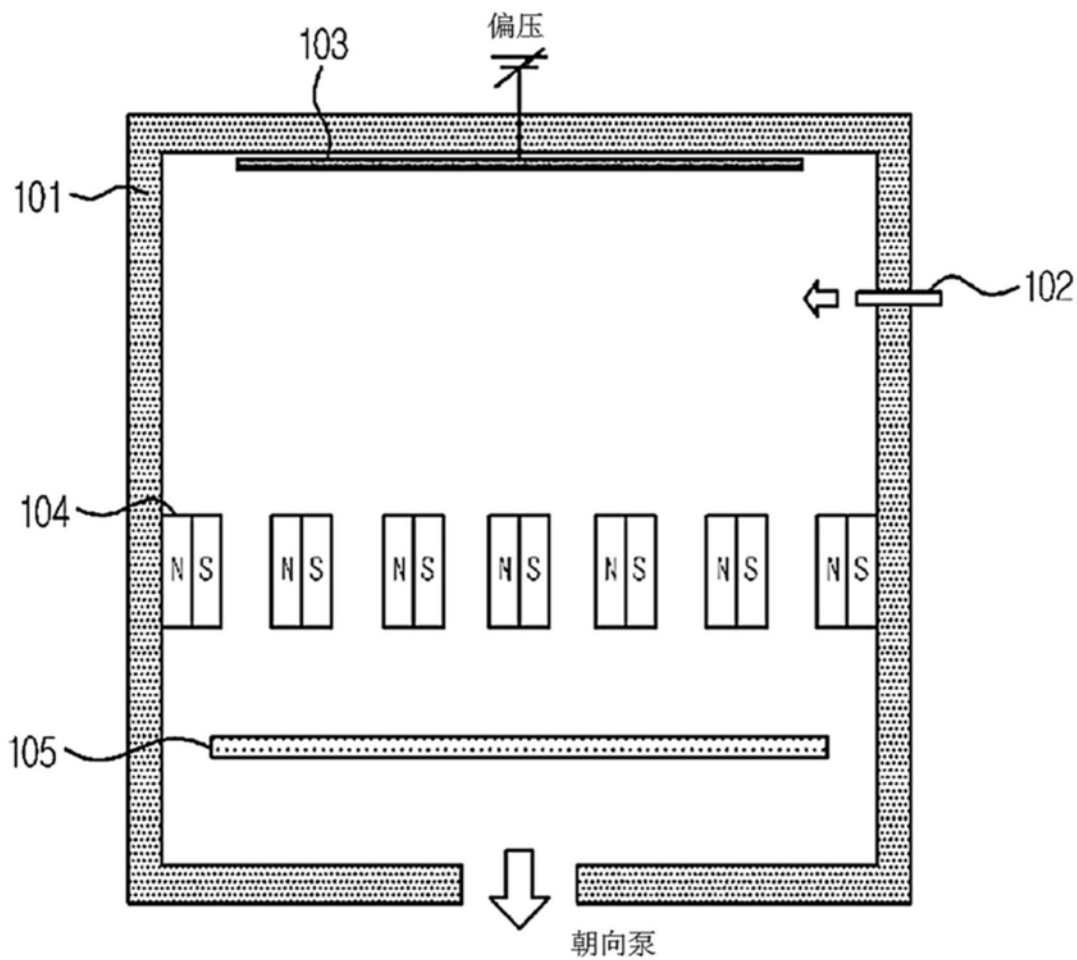


图1

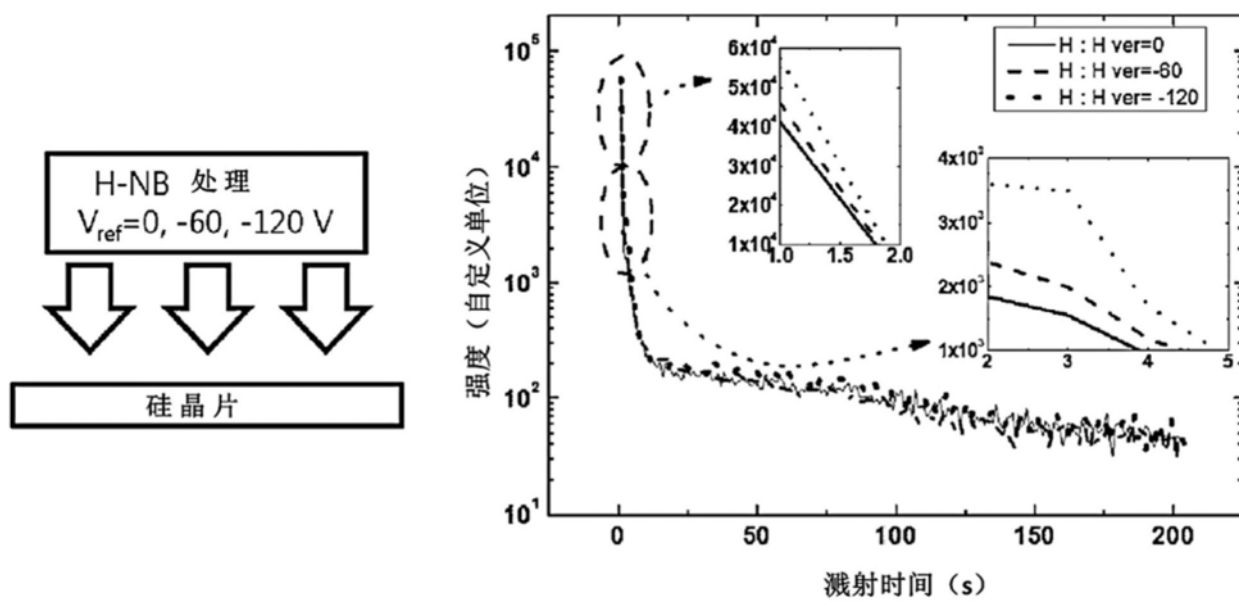


图2

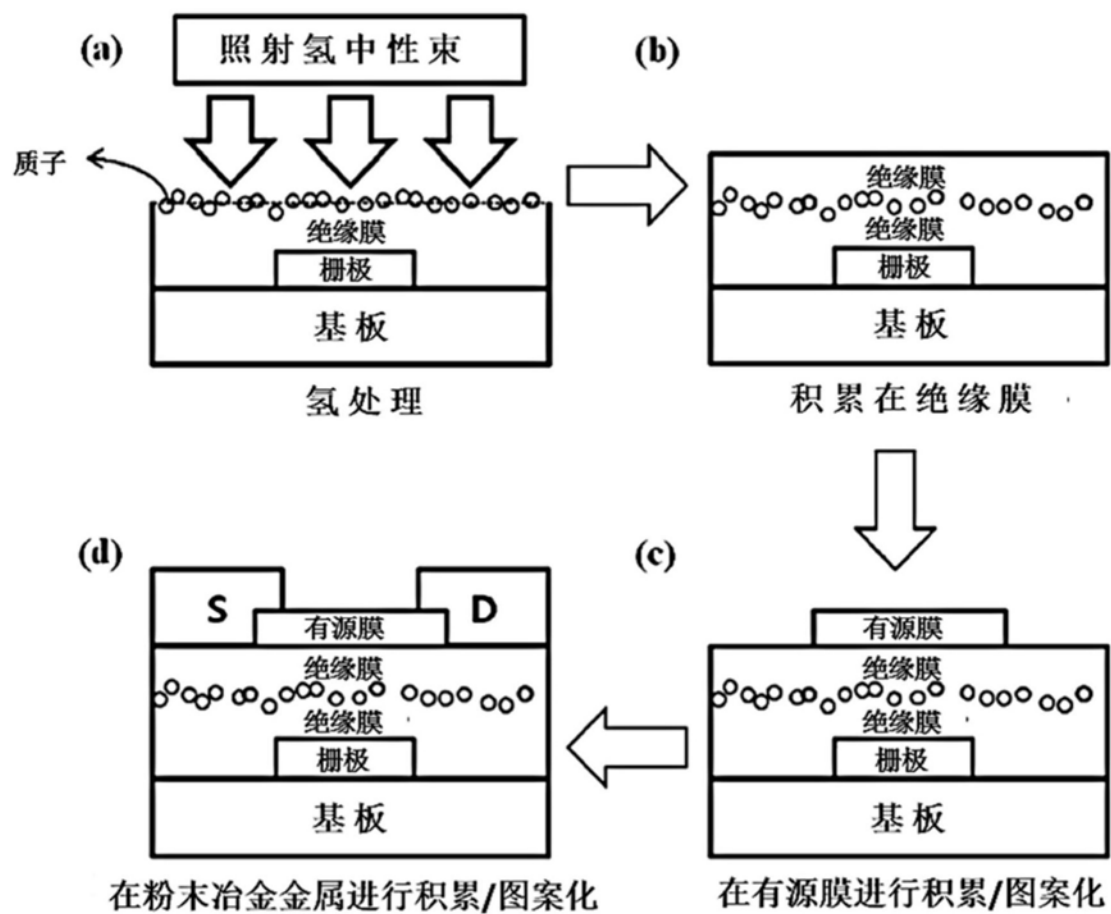


图3

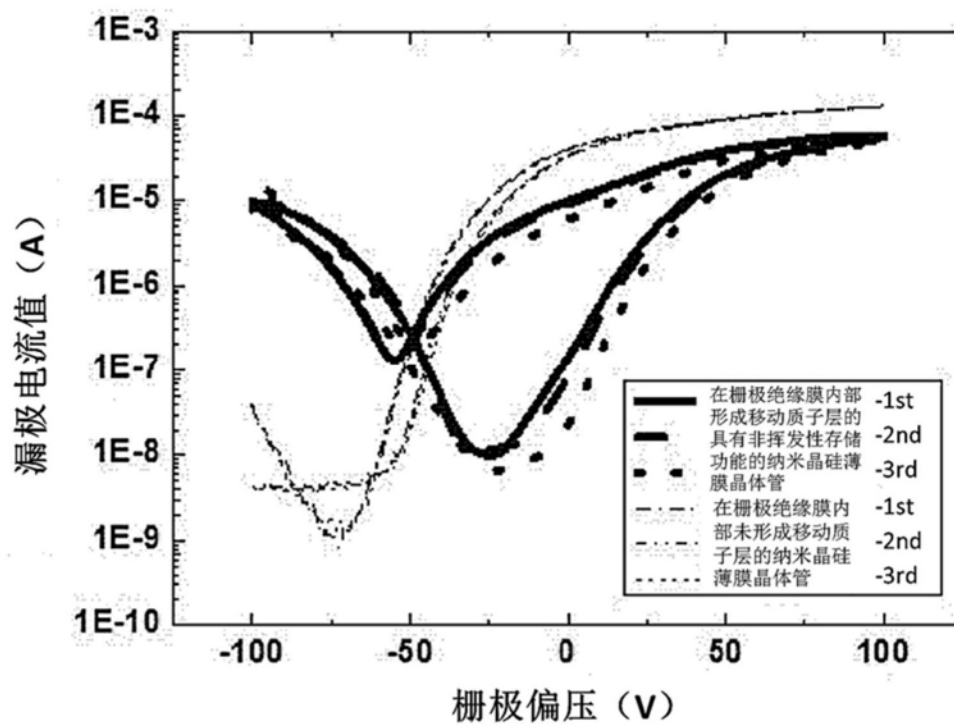


图4

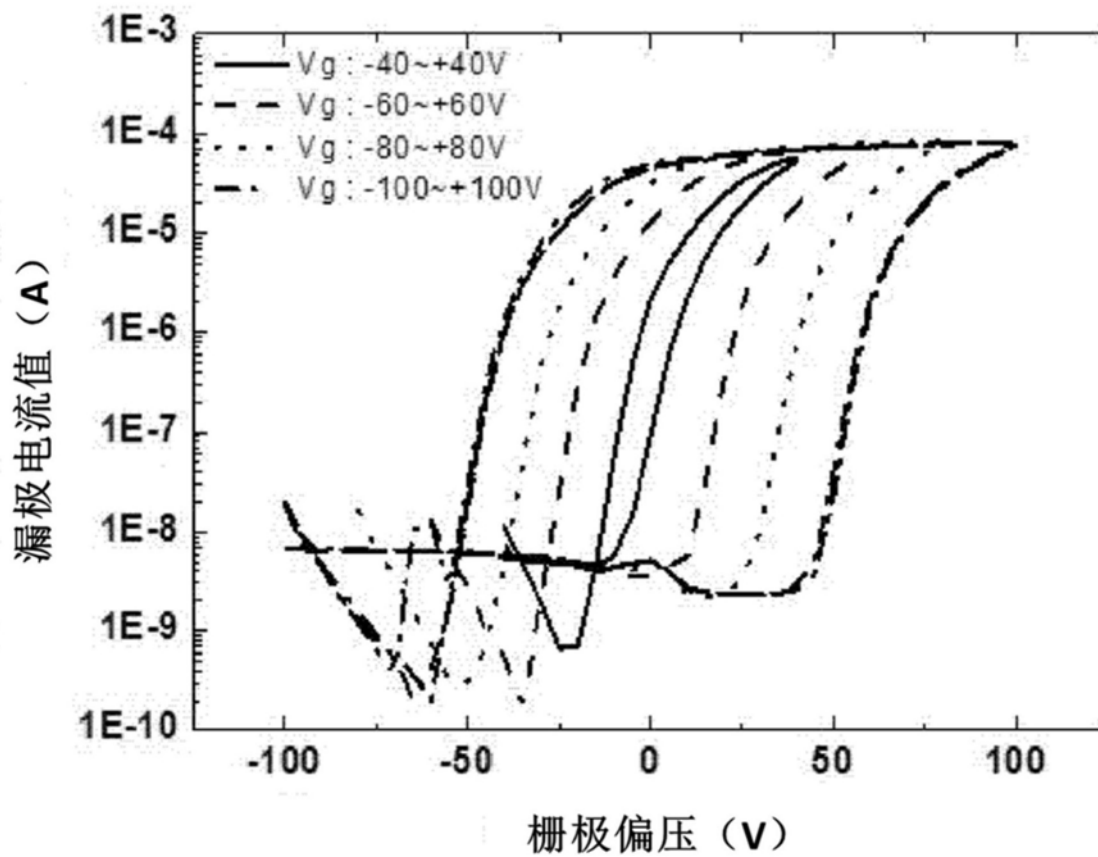


图5

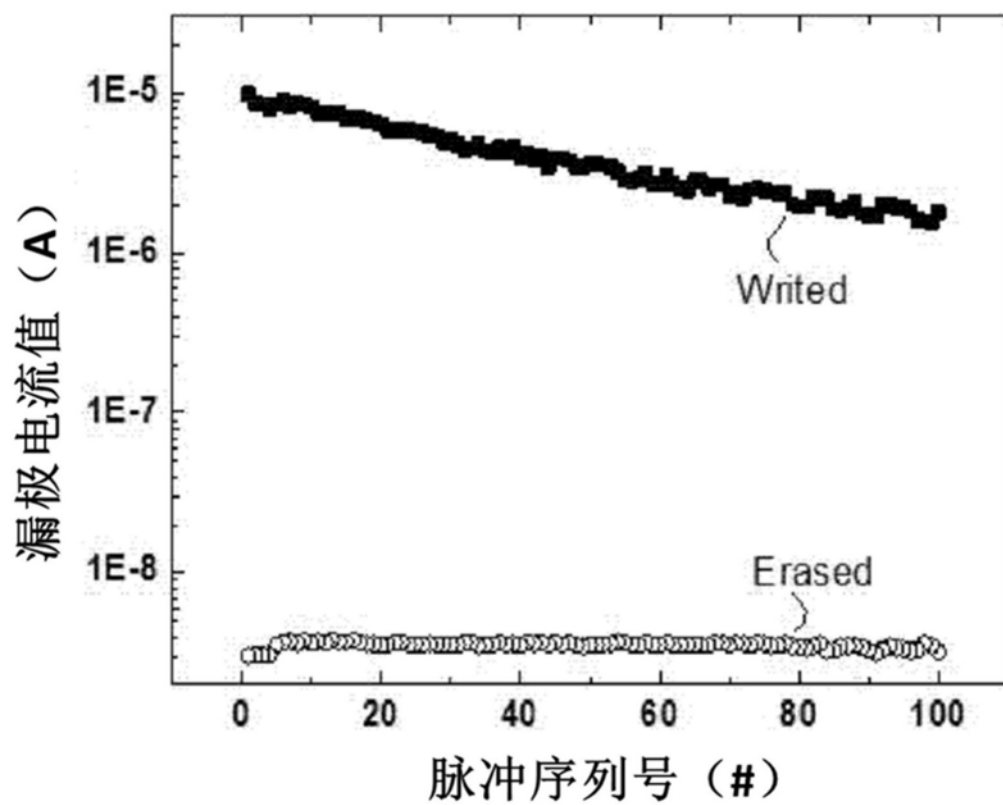


图6

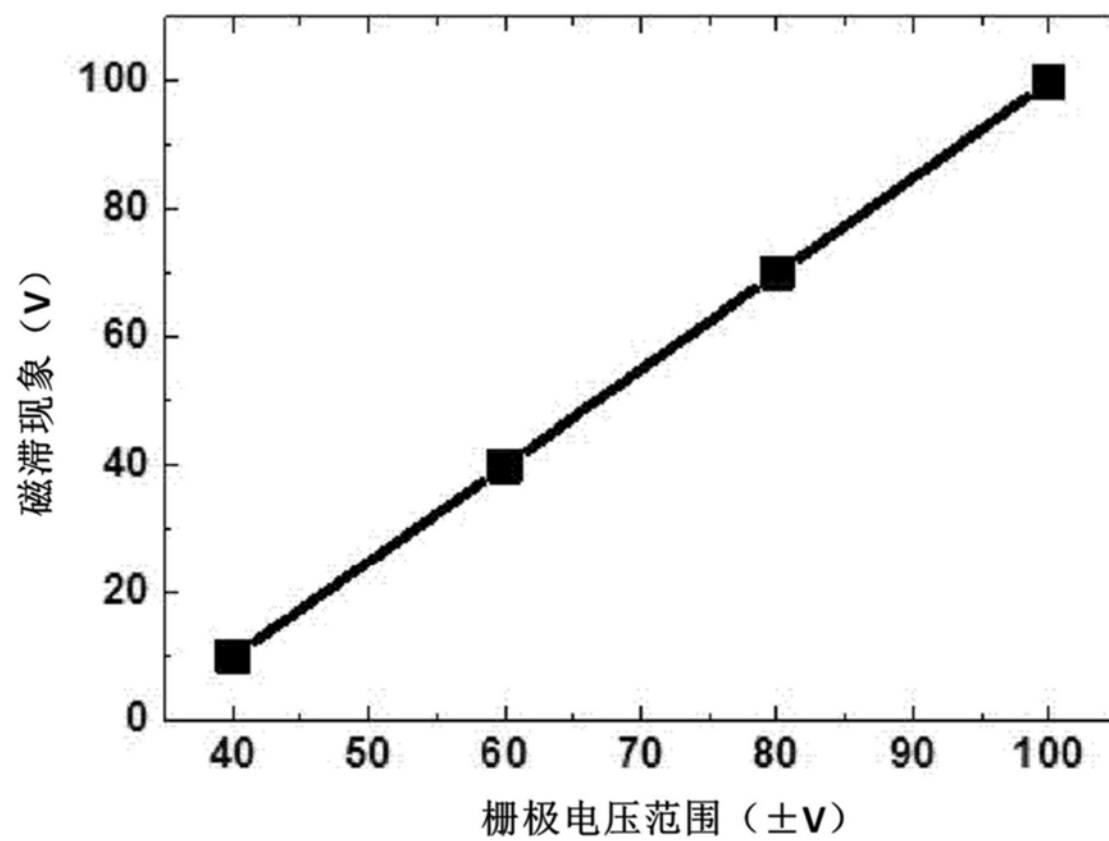


图7