

# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102053180 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 11

(21) 申请号 201010563410. 9

(22) 申请日 2010. 11. 26

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

(72) 发明人 房丰洲 徐宗伟 肖茵静

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 程毓英

(51) Int. Cl.

G01R 3/00(2006. 01)

B82Y 40/00(2011. 01)

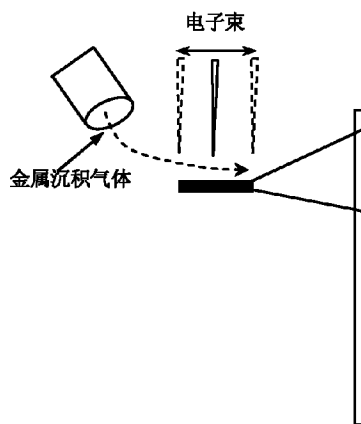
权利要求书 1 页 说明书 2 页 附图 1 页

## (54) 发明名称

电子束诱导金属沉积增强悬空纳米管器件横向刚度的方法

## (57) 摘要

本发明属于纳米管器件技术领域,涉及一种电子束诱导金属沉积增强悬空纳米管器件横向刚度的方法,包括下列步骤:将需要刚度优化的悬空纳米管器件置于聚焦电子束设备样品台上;通过电子束成像系统对纳米管器件进行形貌观测,调整聚焦电子束设备的工作距离;加热金属有机化合物使其变成气态,并使金属有机化合物气体流过悬空纳米管器件;然后开启聚焦电子束设备的聚焦电子束发生器,对纳米管器件的局部或全部进行电子束扫描照射;在电子束指定照射区域,在电子束的照射轰击下,金属化合物气体被分解,金属沉积物沉积到受电子束照射的纳米管上;达到预期沉积参数后,停止电子束照射,关闭金属有机化合物气体阀门,并停止对其加热。本发明提出的方法稳定可靠,对悬空纳米管器件可实现不同特征结构的横向刚度控制,定位精度高、灵活性好。



1. 一种电子束诱导金属沉积增强悬空纳米管器件横向刚度的方法,包括下列步骤:
  - 1) 将需要刚度优化的悬空纳米管器件置于聚焦电子束设备样品台上;
  - 2) 通过电子束成像系统对纳米管器件进行形貌观测,调整聚焦电子束设备的工作距离;
  - 3) 加热金属有机化合物使其变成气态,并使金属有机化合物气体流过悬空纳米管器件;
  - 4) 然后开启聚焦电子束设备的聚焦电子束发生器,对纳米管器件的局部或全部进行电子束扫描照射;
  - 5) 在电子束指定照射区域,在电子束的照射轰击下,金属化合物气体被分解,金属沉积物沉积到受电子束照射的纳米管上;
  - 6) 达到预期沉积参数后,停止电子束照射,关闭金属有机化合物气体阀门,并停止对其加热。
2. 根据权利要求1所述的电子束诱导金属沉积增强悬空碳纳米管器件横向刚度的方法,其特征在于,所述的金属有机化合物为加热后可变成气态的钨、金、铝和铂的金属有机化合物。
3. 根据权利要求1所述的电子束诱导金属沉积增强悬空碳纳米管器件横向刚度的方法,其特征在于,利用电子束照射所有纳米管的区域,使金属沉积物将纳米管全部包裹。
4. 根据权利要求1所述的电子束诱导金属沉积增强悬空碳纳米管器件横向刚度的方法,其特征在于,对电子束照射局部纳米管器件,确保纳米管悬空末端不被金属沉积;
5. 根据权利要求1所述的电子束诱导金属沉积增强悬空碳纳米管器件横向刚度的方法,其特征在于,对电子束照射局部纳米管器件,确保纳米管悬空末端不被金属沉积,同时在靠近纳米管与基底固定的位置增加电子束扫描照射时间,实现更多金属沉积。

## 电子束诱导金属沉积增强悬空纳米管器件横向刚度的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电子束诱导金属沉积增强悬空纳米管器件横向刚度的方法,该方法可用于扫描探针显微镜碳纳米管探针在形貌检测、纳米加工,以及场发射纳米管器件等领域。

### 背景技术

[0002] 扫描探针显微镜碳纳米管探针是将纳米管固定在普通探针的末端,将纳米管作为探针进行工作。碳纳米管探针已经显示了许多普通探针所不具备的优良性能,如更高的分辨率、耐磨性和良好的柔韧性等。由于长径比大,纳米管探针被期望是表征陡峭样品的理想探针。然而由于碳纳米管细长,纳米管探针的横向弹性系数小,导致其在对大深宽比样品进行形貌表征时,很容易因为横向刚度小而产生弯曲失稳,使获得的图像存生假象,其大长径比优势没有得到充分的发挥。

[0003] 对于扫描表面起伏较大的粗糙陡峭样品,需要碳纳米管探针具有一定的长度以保证其长径比大的优势,减小探针的展宽效应,而且同时需要提高纳米管的直径以提高其弹性系数和稳定性。直径增加势必影响探针分辨率,所以对于表征表面粗糙的样品表面,末端直径细化的纳米管探针是理想选择。而大长径比且横向刚度大的纳米管探针制备研究仍是国内外尚未解决的制造难题。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于,提供一种电子束诱导金属沉积增强悬空纳米管器件横向刚度的方法。本发明提出的调控方法,能显著提高纳米管探针等悬空纳米管器件的使用性能。

[0005] 一种电子束诱导金属沉积增强悬空纳米管器件横向刚度的方法,包括下列步骤:

[0006] 1) 将需要刚度优化的悬空纳米管器件置于聚焦电子束设备样品台上;

[0007] 2) 通过电子束成像系统对纳米管器件进行形貌观测,调整聚焦电子束设备的工作距离;

[0008] 3) 加热金属有机化合物使其变成气态,并使金属有机化合物气体流过悬空纳米管器件;

[0009] 4) 然后开启聚焦电子束设备的聚焦电子束发生器,对纳米管器件的局部或全部进行电子束扫描照射;

[0010] 5) 在电子束指定照射区域,在电子束的照射轰击下,金属化合物气体被分解,金属沉积物沉积到受电子束照射的纳米管上;

[0011] 6) 达到预期沉积参数后,停止电子束照射,关闭金属有机化合物气体阀门,并停止对其加热。

[0012] 作为优选实施方式,所述的金属有机化合物为加热后可变成气态的钨、金、铝和铂的金属有机化合物;可以利用电子束照射所有纳米管的区域,使金属沉积物将纳米管全部包裹,也可以对电子束照射局部纳米管器件,确保纳米管悬空末端不被金属沉积;也可以对

电子束照射局部纳米管器件,确保纳米管悬空末端不被金属沉积,同时在靠近纳米管与基底固定的位置增加电子束扫描照射时间,实现更多金属沉积。

[0013] 本发明提出的方法稳定可靠,对悬空纳米管器件可实现不同特征结构的横向刚度控制,定位精度高、灵活性好。

#### 附图说明

[0014] 图 1 电子束诱导金属沉积增强悬空纳米管器件横向刚度的方法的基本原理图,其中,(a) 为刚度优化前的纳米管器件;(b) 为纳米管器件刚度优化方案 1;(c) 为纳米管器件刚度优化方案 2;(d) 纳米管器件刚度优化方案 3。

#### 具体实施方式

[0015] 下面对本发明做进一步详述。

[0016] 1) 将需要刚度优化的悬空纳米管器件(如碳纳米管、硅纳米管等各种材料纳米管)置于聚焦电子束设备样品台上,这里的悬空纳米管器件指一端固定另一端悬空的纳米管器件,如扫描探针显微镜纳米管探针、纳米管场发射器件等;

[0017] 2) 通过电子束成像系统对纳米管器件进行形貌观测,调整聚焦电子束工作距离;

[0018] 3) 加热金属化合物,如钨、金、铝和铂等的金属有机化合物: $Wu(CO)_6$ ,  $C_7H_7F_6O_2Au$ ,  $(CH_3)_3Al$ ,  $C_7H_7Pt$ ,使其变成气态。并使金属化合物气体流过悬空纳米管器件;

[0019] 4) 然后开启聚焦电子束发生器,选择合适的电子束能量(1 ~ 30Kv 加速电压),对一端悬空纳米管器件在指定位置进行电子束扫描照射;

[0020] 5) 在电子束指定照射区域,在电子束的照射轰击下,金属化合物气体被分解,金属沉积物沉积到受电子束照射的纳米管上;

[0021] 纳米管器件刚度优化方案 1:电子束照射所有纳米管的区域,金属沉积物将纳米管全部包裹;

[0022] 纳米管器件刚度优化方案 2:电子束照射局部纳米管区域,保证纳米管悬空末端不被金属沉积;

[0023] 纳米管器件刚度优化方案 3:电子束照射局部纳米管区域,保证纳米管悬空末端不被金属沉积,同时在靠近纳米管与基底固定的位置增加电子束扫描照射时间,实现更多金属沉积;

[0024] 6) 达到预期沉积参数后,停止电子束照射,关闭金属化合物气体阀门,并停止对其加热。

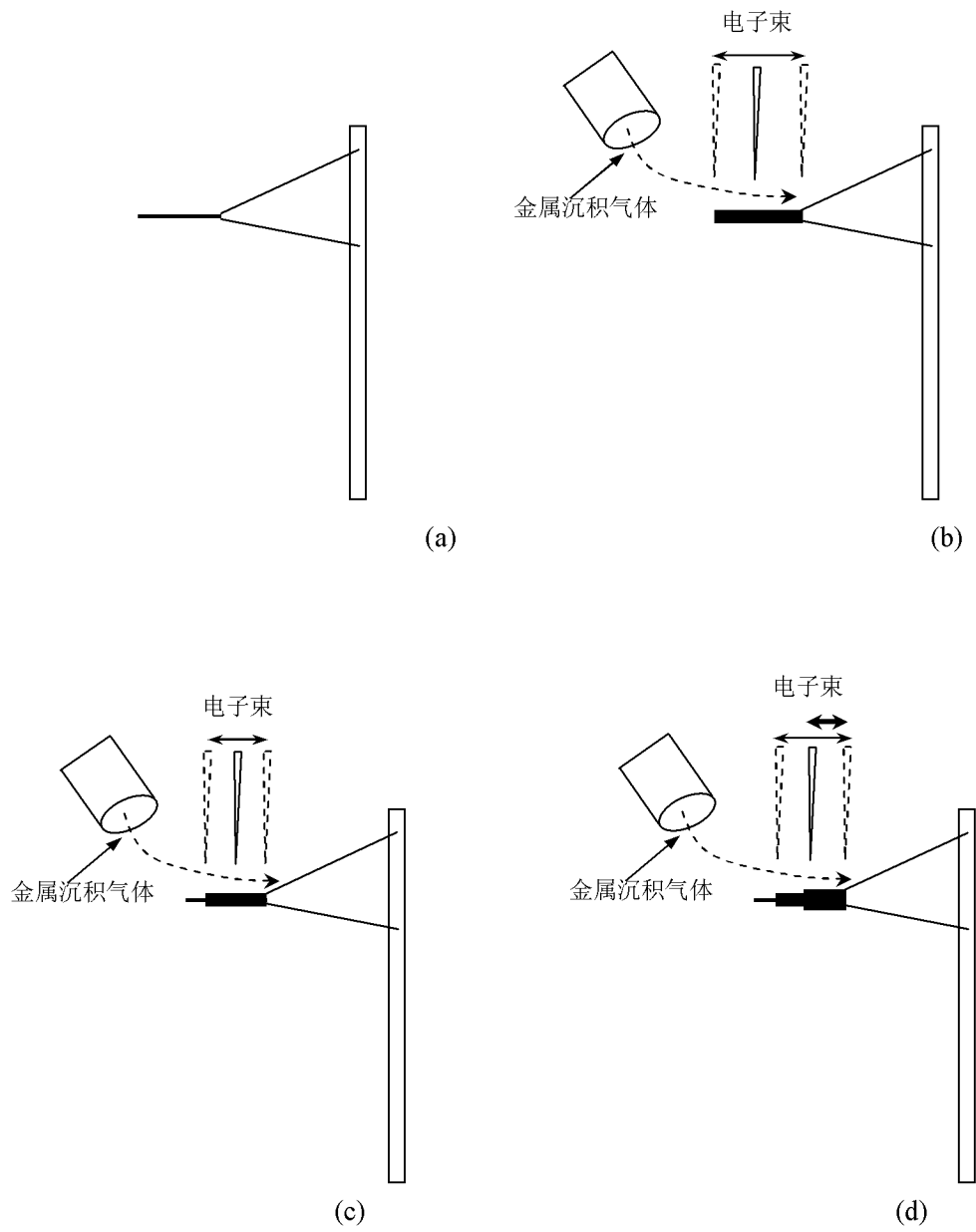


图 1