

(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
2021 年 3 月 4 日 (04.03.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/036463 A1

(51) 国际专利分类号:

G01Q 70/00 (2010.01) *G01B 11/02* (2006.01)

G01Q 70/16 (2010.01) *G01B 11/22* (2006.01)

B05D 1/18 (2006.01) *G01B 11/24* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/098570

(22) 国际申请日: 2020 年 6 月 28 日 (28.06.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201910818916.0 2019年8月30日 (30.08.2019) CN

(71) 申请人: 西安交通大学 (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。

(72) 发明人: 杨树明 (YANG, Shuming); 中国陕西省西安市咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。程碧瑶 (CHENG, Biyao); 中国陕西省西安市咸宁西路

28号, Shaanxi 710049 (CN)。李少博 (LI, Shaobo); 中国陕西省西安市咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。张国锋 (ZHANG, Guofeng); 中国陕西省西安市咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。蒋庄德 (JIANG, Zhuangde); 中国陕西省西安市咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。

(74) 代理人: 西安通大专利代理有限公司 (XI'AN TONG DA PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国陕西省西安市高新区锦业路32号, Shaanxi 710075 (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, JO, 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,

(54) Title: METHOD FOR ASSEMBLING PROBE HAVING LARGE LENGTH-TO-DIAMETER RATIO

(54) 发明名称: 一种大长径比探针的组装方法



图 3

(57) Abstract: Disclosed is a method for assembling a probe having a large length-to-diameter ratio. The probe comprises an atomic force microscopy probe and a nanostructure located at the needle tip. The method for assembling a probe comprises: first, performing hydrophilic treatment on the atomic force microscopy probe, and then placing the atomic force microscopy probe performed hydrophilic treatment into a mixed solution in which a one-dimensional nanomaterial is scattered for assembling to obtain a probe having a large length-to-diameter ratio, wherein probes having different large length-to-diameter ratios can be obtained by adjusting the concentration of the one-dimensional nanomaterial mixed solution. The method for assembling a probe having a large length-to-diameter ratio provided by the present invention is simple and easy to operate, does not require complicated and expensive equipment, saves costs, and has high-precision measurement capability for the measurement of a complicated fine structure having a high aspect ratio. The present invention solves the current problem of being easy to produce an imaging artifact for the imaging of the fine structure having a high aspect ratio by the use of an atomic force ordinary silicon probe.

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, 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))。

(57) 摘要: 本发明公开了一种大长径比探针的组装方法, 该探针包括原子力显微镜探针以及位于针尖的纳米结构, 该探针的组装方法为: 首先将原子力显微镜探针进行亲水处理, 然后将亲水处理后的原子力显微镜探针放置于分散有一维纳米材料的混合溶液中进行组装, 得到大长径比探针, 并且通过调整一维纳米材料混合溶液的浓度, 能够得到不同大长径比的探针。本发明提供的大长径比探针的组装方法, 简单易行, 不需要复杂昂贵的设备, 节约成本。对高深宽比复杂微细结构的测量具有高精度的测量能力。本发明克服了当前使用原子力普通硅探针对高深宽比微细结构成像易产生成像假象的问题。

一种大长径比探针的组装方法

【技术领域】

本发明属于微纳米制造测量技术领域，具体涉及一种大长径比探针的组
5 装方法。

【背景技术】

随着现代微细加工技术的不断进步，各种新型微电路、微光学元件、微机械
等对其表面形貌测量的需求十分迫切，这些结构广泛依赖于高深宽比复杂微细结
构。对于高深宽比复杂微细结构的测量，一般都需要借助直接或间接的显微放大，
10 要求有较高的横向分辨率和纵向分辨率。与平滑表面的测量相比，要测量高深宽
比复杂微细结构的真实形貌以及位置偏差是比较困难的。

目前测量方法主要有非接触法和接触法两大类。典型的非接触光学测量技术
有三角法和干涉法。前者借助散射原理，由光源发出的一束激光照射在待测物体
平面上，通过反射最后在检测器上成像。当物体表面的位置发生改变时，其所成
15 的像在检测器上也发生相应的位移。通过像移和实际位移之间的关系式，真实的
物体位移可以由对像移的检测和计算得到。但该方法适合测量大尺寸的结构，对
于激光不能照射到的物体表面无法测量。干涉法即由光源射出的一束光由分光镜
分为测量光和参考光，分别射向参考平面和目标平面，反射后的两束光在分光镜
处重叠并相互干涉。当目标平面移动时，干涉图样的明暗条纹会变化相应的次数
20 并由光电计数器记下其变化次数，由此可以计算出目标平面移动的距离，但测量
范围受到光波波长的限制，不适合测量凹凸变化大的复杂曲面。

以 Stylus 方法为代表的高精度探针式轮廓仪是接触式测量常用的仪器，深度

测量精度可达 0.1-0.2mm，纵向分辨率取决于与之配套的位移传感器，一般有 0.1nm 的量级，横向分辨率与针尖半径有关。由于探针要在一定压力下接触被测表面，这样被测表面单位面积上承受的接触压力很大，如果被测表面硬度较低，探针往往会划伤被测表面，因此该方法不适用于铜、铝等软质金属加工出的微纳表面。另外，目前所用探针大部分是金属钨材质或金刚石制成的，尚无可靠工艺使探针的长径比足够大，对高深宽比微细结构的测量无能为力。

【发明内容】

本发明的目的是克服现有技术中存在的缺陷和不足，提供一种大长径比探针的组装方法，以满足高深宽比微细结构测量的稳定可靠、精度高等要求。

本发明采用如下技术方案来实现的：

一种大长径比探针的组装方法，该探针包括原子力显微镜探针以及位于针尖的纳米结构，该探针的组装方法为：

首先将原子力显微镜探针进行亲水处理，然后将亲水处理后的原子力显微镜探针放置于分散有一维纳米材料的混合溶液中进行组装，得到大长径比探针，并且通过调整一维纳米材料混合溶液的浓度，能够得到不同大长径比的探针。

本发明进一步的改进在于，该方法具体包括以下实现步骤：

1) 针尖的亲水处理

首先用乙醇或丙酮对原子力显微镜探针的针尖进行淋洗；然后配置亲水溶液，将针尖浸入亲水溶液处理后取出，使得针尖能够吸附一维纳米材料；

2) 一维纳米材料混合溶液的配制

分别量取将 3-氨丙基三乙氧基硅烷与异丙醇醇溶液，按照体积比 3-氨丙基三乙氧基硅烷：异丙醇醇溶液=1:8-1:10 比例配置混合溶液 A；将一维纳米材料按照

45 0.00004-0.0005mg/mL 的分散浓度均匀分散于异丙醇醇溶液中，再加入上述混合溶液 A 充分超声分散，得到一维纳米材料混合溶液；

3) 大长径比探针的组装

将步骤 1) 中亲水处理后的原子力显微镜探针放置于步骤 2) 中配置好的一维纳米材料的混合溶液中，充分静置与沉析，单根大长径比的一维纳米材料自发
50 吸附于原子力显微镜探针针尖表面，完成探针的组装。

本发明进一步的改进在于，步骤 1) 中，采用乙醇或丙酮对探针进行淋洗的时间为 5-10min。

本发明进一步的改进在于，步骤 1) 中，配置的亲水溶液按照体积比为氨水：双氧水：去离子水=1:1:5 溶液进行配置，其中氨水选用 $\text{NH}_3=25\text{wt}\%$ 的氨水，双氧
55 水选用 $\text{H}_2\text{O}_2=30\text{wt}\%$ 的双氧水；将针尖浸入亲水溶液后，保持时长为 0.5-2h。

本发明进一步的改进在于，步骤 2) 中，3-氨丙基三乙氧基硅烷与异丙醇溶液，按照体积比为 3-氨丙基三乙氧基硅烷：异丙醇醇溶液 $\leq 1:10$ 的比例配置。

本发明进一步的改进在于，步骤 2) 中，一维纳米材料包括纳米线，纳米棒和纳米管。

60 本发明进一步的改进在于，步骤 2) 中，配置一维纳米混合溶液需要使用细胞破碎仪进行充分超声分散，超声时间 5-10h。

本发明进一步的改进在于，步骤 3) 中单根大长径比的一维纳米材料将自发吸附于针尖表面的机理为布朗运动。

本发明进一步的改进在于，步骤 3) 中组装有一维纳米材料的探针使用异丙
65 醇醇溶液充分淋洗数次，干燥氮气吹干。

本发明具有如下有益的技术效果：

本发明提供的大长径比探针的组装方法，简单易行，不需要复杂昂贵的设备，节约成本。对高深宽比复杂微细结构的测量具有高精度的测量能力。本发明克服了当前使用原子力普通硅探针对高深宽比微细结构成像易产生成像假象的问题。

70 该组装方法可以实现批量制作出具有小于 50nm 针尖曲率半径，长径比大于 40:1 的且具有优良力学性能，不易磨损（普通探针材料为硅属于硬脆材料，而一维纳米材料具有极大的抗拉强度和弹性模量，理论上碳纳米管的轴向抗拉强度最大可达 100GPa 以上，弹性模量可达 1TPa 以上）的大长径比探针。

【附图说明】

- 75 图 1 为本发明具体实施例中使用的原子力显微镜探针扫描电子显微镜图片。
- 图 2 为本发明具体实施例中夹持原子力显微镜探针的夹具示意图。
- 图 3 为本发明具体实施例中组装有碳纳米管的大长径比探针。

【具体实施方式】

- 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面将结合本发明实施例
- 80 中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，不是全部的实施例，而并非要限制本发明公开的范围。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要的混淆本发明公开的概念。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护
- 85 的范围。

在附图中示出了根据本发明公开实施例的各种结构示意图。这些图并非是按比例绘制的，其中为了清楚表达的目的，放大了某些细节，并且可能省略了某些细节。图中所示出的各种区域、层的形状及它们之间的相对大小、位置关系仅是

示例性的，实际中可能由于制造公差或技术限制而有所偏差，并且本领域技术人员
90 员根据实际所需可以另外设计具有不同形状、大小、相对位置的区域/层。

本发明公开的上下文中，当将一层/元件称作位于另一层/元件“上”时，该层/元件可以直接位于该另一层/元件上，或者它们之间可以存在居中层/元件。另外，如果在一种朝向中一层/元件位于另一层/元件“上”，那么当调转朝向时，该层/元件可以位于该另一层/元件“下”。

95 需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或
100 单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

本发明提供一种用于高深宽比复杂微细结构测量的大长径比探针的方法，
105 该探针包括原子力显微镜探针以及尖端的纳米结构，该探针的组装方法为：首先将原子力显微镜探针进行亲水处理，然后放置于分散有一维纳米材料的混合溶液中进行组装，调整一维纳米材料混合溶液的浓度，得到不同大长径比的探针。

具体步骤如下：

1) 针尖的亲水处理

110 首先用乙醇对针尖进行淋洗，淋洗时间为 5-10min；按照体积比为氨水:双氧

水:去离子水=1:1:5 进行亲水溶液的配制, 总体积 50-500mL。将针尖装夹在夹具上放入烧杯中, 取 25-250mL 亲水溶液倒入烧杯中盖上盖子, 将烧杯放入油浴保温锅保持加热温度 75-85℃, 恒定加热 0.5-2h 后取出。

2) 一维纳米材料混合溶液的配制

115 使用量筒分别量取将 3-氨丙基三乙氧基硅烷与异丙醇溶液, 按照 1:8-1:10 的比例配置 50-500mL 的混合溶液 A; 将一维纳米材料均匀分散于异丙醇溶剂中, 分散浓度为 0.00004-0.0005mg/mL, 再加入上述混合溶液 A 充分超声分散, 超声时间 5-10h, 得到均匀的一维纳米材料混合溶液。探针尖端组装的一维纳米材料包括纳米线, 纳米棒和纳米管等。

120 3) 大长径比探针的组装

将步骤 1) 中使用乙醇淋洗后的探针放置于步骤 2) 中配置好的一维纳米材料的混合溶液中, 充分静置与沉析, 单根大长径比的一维纳米材料将通过布朗运动自发吸附于针尖表面完成探针的组装; 组装有一维纳米材料的探针需要使用异丙醇充分淋洗数次, 干燥氮气吹干。

125

实施例 1

1) 针尖的亲水处理

首先用乙醇对针尖进行淋洗, 淋洗时间为 8min; 按照体积比为氨水:双氧水:去离子水=1:1:5 进行亲水溶液的配制, 总体积 250mL。将针尖装夹在夹具上放入
130 烧杯中, 取 125mL 亲水溶液倒入烧杯中盖上盖子, 将烧杯放入油浴保温锅保持加热温度 80℃, 恒定加热 1.5h 后取出。

2) 碳纳米管混合溶液的配制

使用量筒分别量取将 3-氨丙基三乙氧基硅烷与异丙醇溶液，按照 1:9 的比例配置 250mL 的混合溶液 A；将多壁碳纳米管粉末均匀分散于异丙醇溶剂中，分散浓度为 0.00025mg/mL，再加入上述混合溶液 A 充分超声分散，超声时间 8h，得到均匀的碳纳米管混合溶液。

3) 大长径比探针的组装

将步骤 1) 中使用乙醇淋洗后的探针放置于步骤 2) 中配置好的碳纳米管的混合溶液中，充分静置与沉析，大长径比的碳纳米管将通过布朗运动自发吸附于针尖表面完成探针的组装；组装有碳纳米管的探针需要使用异丙醇充分淋洗数次，干燥氮气吹干。

如图 1 为原子力显微镜探针，如图 2 为装夹原子力显微镜探针的夹具，探针放置在夹具下方的凹槽内，如图 3 为组装有碳纳米管的大长径比探针，由扫描电子显微镜图表征结果得尖端曲率半径小于 50nm，长径比大于 40:1。

145

实施例 2

1) 针尖的亲水处理

首先用乙醇对针尖进行淋洗，淋洗时间为 5min；按照体积比为氨水:双氧水:去离子水=1:1:5 进行亲水溶液的配制，总体积 50mL。将针尖装夹在夹具上放入烧杯中，取 25mL 亲水溶液倒入烧杯中盖上盖子，将烧杯放入油浴保温锅保持加热温度 75℃，恒定加热 0.5h 后取出。

2) 氧化硅纳米线混合溶液的配制

使用量筒分别量取将 3-氨丙基三乙氧基硅烷与异丙醇溶液，按照 1: 8 的比例配置 25mL 的混合溶液 A；将氧化硅纳米线粉末均匀分散于异丙醇溶剂中，分

155 散浓度为 0.00004mg/mL，再加入上述混合溶液 A 充分超声分散，超声时间 5h，
得到均匀的氧化硅纳米线混合溶液。

3) 大长径比探针的组装

将步骤 1) 中使用乙醇淋洗后的探针放置于步骤 2) 中配置好的氧化硅纳米
线的混合溶液中，充分静置与沉析，大长径比的氧化硅纳米线将通过布朗运动自
160 发吸附于针尖表面完成探针的组装；组装有氧化硅纳米线的探针需要使用异丙醇
充分淋洗数次，干燥氮气吹干。

实施例 3

1) 针尖的亲水处理

165 首先用乙醇对针尖进行淋洗，淋洗时间为 10min；按照体积比为氨水:双氧水:
去离子水=1:1:5 进行亲水溶液的配制，总体积 500mL。将针尖装夹在夹具上放入
烧杯中，取 250mL 亲水溶液倒入烧杯中盖上盖子，将烧杯放入油浴保温锅保持
加热温度 85℃，恒定加热 2h 后取出。

2) 氧化锌纳米棒混合溶液的配制

170 使用量筒分别量取将 3-氨丙基三乙氧基硅烷与异丙醇溶液，按照 1:10 的比
例配置 500mL 的混合溶液 A；将氧化锌纳米棒粉末均匀分散于异丙醇溶剂中，
分散浓度为 0.0005mg/mL，再加入上述混合溶液 A 充分超声分散，超声时间 10h，
得到均匀的氧化锌纳米棒混合溶液。

3) 大长径比探针的组装

175 将步骤 1) 中使用乙醇淋洗后的探针放置于步骤 2) 中配置好的氧化锌纳米
棒的混合溶液中，充分静置与沉析，大长径比的氧化锌纳米棒将通过布朗运动自

发吸附于针尖表面完成探针的组装；组装有氧化锌纳米棒的探针需要使用异丙醇充分淋洗数次，干燥氮气吹干。

180 以上内容仅为说明本发明的技术思想，不能以此限定本发明的保护范围，凡是按照本发明提出的技术思想，在技术方案基础上所做的任何改动，均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

1. 一种大长径比探针的组装方法，其特征在于，该探针包括原子力显微镜探针以及位于针尖的纳米结构，该探针的组装方法为：

首先将原子力显微镜探针进行亲水处理，然后将亲水处理后的原子力显微镜探针放置于分散有一维纳米材料的混合溶液中进行组装，得到大长径比探针，并且通过调整一维纳米材料混合溶液的浓度，能够得到不同大长径比的探针。

2. 根据权利要求 1 所述的一种大长径比探针的组装方法，其特征在于，该方法具体包括以下实现步骤：

1) 针尖的亲水处理

首先用乙醇或丙酮对原子力显微镜探针的针尖进行淋洗；然后配置亲水溶液，将针尖浸入亲水溶液处理后取出，使得针尖能够吸附一维纳米材料；

2) 一维纳米材料混合溶液的配制

分别量取将 3-氨丙基三乙氧基硅烷与异丙醇醇溶液，按照体积比 3-氨丙基三乙氧基硅烷:异丙醇醇溶液=1:8-1:10 比例配置混合溶液 A；将一维纳米材料按照 0.00004-0.0005mg/mL 的分散浓度均匀分散于异丙醇醇溶液中，再加入上述混合溶液 A 充分超声分散，得到一维纳米材料混合溶液；

3) 大长径比探针的组装

将步骤 1) 中亲水处理后的原子力显微镜探针放置于步骤 2) 中配置好的一维纳米材料的混合溶液中，充分静置与沉析，单根大长径比的一维纳米材料自发吸附于原子力显微镜探针针尖表面，完成探针的组装。

3. 根据权利要求 2 所述的一种大长径比探针的组装方法，其特征在于，步骤 1) 中，采用乙醇或丙酮对探针进行淋洗的时间为 5-10min。

4. 根据权利要求 2 所述的一种大长径比探针的组装方法，其特征在于，步

骤 1) 中, 配置的亲水溶液按照体积比为氨水:双氧水:去离子水=1:1:5 溶液进行配置, 其中氨水选用 $\text{NH}_3=25\text{wt}\%$ 的氨水, 双氧水选用 $\text{H}_2\text{O}_2=30\text{wt}\%$ 的双氧水; 将针尖浸入亲水溶液后, 保持时长为 0.5-2h。

5. 根据权利要求 2 所述的一种大长径比探针的组装方法, 其特征在于, 步骤 2) 中, 3-氨丙基三乙氧基硅烷与异丙醇溶液, 按照体积比为 3-氨丙基三乙氧基硅烷:异丙醇溶液 $\leq 1:10$ 的比例配置。

6. 根据权利要求 2 所述的一种大长径比探针的组装方法, 其特征在于, 步骤 2) 中, 一维纳米材料包括纳米线, 纳米棒和纳米管。

7. 根据权利要求 2 所述的一种大长径比探针的组装方法, 其特征在于, 步骤 2) 中, 配置一维纳米混合溶液需要使用细胞破碎仪进行充分超声分散, 超声时间 5-10h。

8. 根据权利要求 2 所述的一种大长径比探针的组装方法, 其特征在于, 步骤 3) 中单根大长径比的一维纳米材料将自发吸附于针尖表面的机理为布朗运动。

9. 根据权利要求 2 所述的一种大长径比探针的组装方法, 其特征在于, 步骤 3) 中组装有一维纳米材料的探针使用异丙醇溶液充分淋洗数次, 干燥氮气吹干。

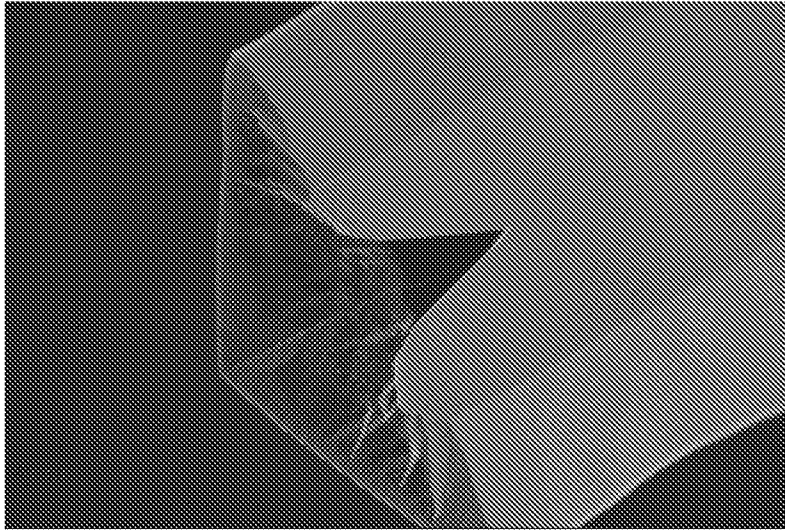


图 1

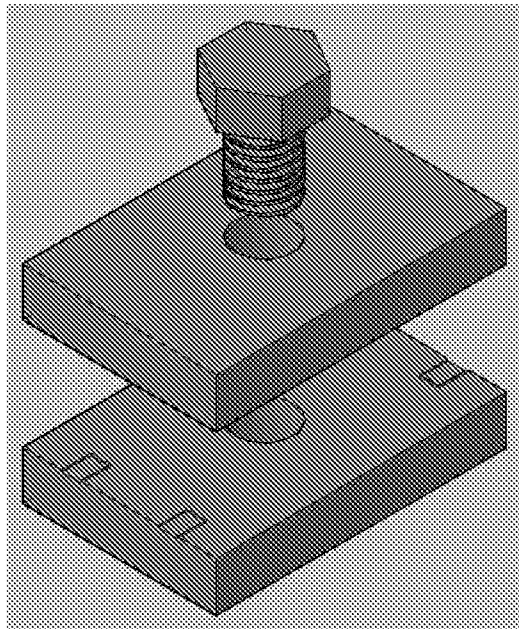


图 2

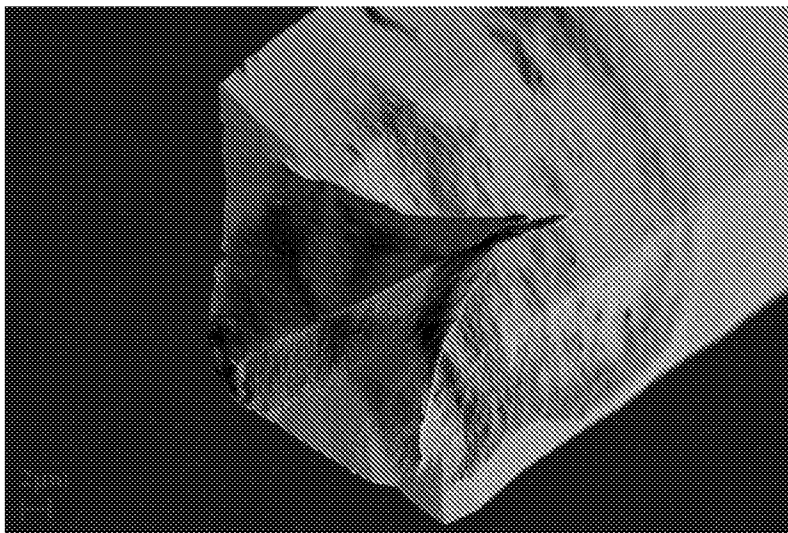


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/098570

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01Q 70/00(2010.01)i; G01Q 70/16(2010.01)i; B05D 1/18(2006.01)i; G01B 11/02(2006.01)i; G01B 11/22(2006.01)i; G01B 11/24(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)

G01Q70 B05D1 G01B11

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)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; ISI Web of science: 西安交通大学, 原子力, 探针, 大长径比, 组装, 吸附, 纳米管, 纳米线, 纳米棒, 亲水, 羟基, 布朗, AFM, atomic force, tip?, probe?, assembl+, nano+, CNT?, SWNT?, MWNT?, brownian

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110514877 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 29 November 2019 (2019-11-29) claims 1-9	1-9
X	CN 1849181 A (THE UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA AT CHAPEL HILL) 18 October 2006 (2006-10-18) description page 4 lines 27-29, 32, page 5 lines 1-5, page 14 lines 22-23	1,
Y	CN 1849181 A (THE UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA AT CHAPEL HILL) 18 October 2006 (2006-10-18) description page 4 lines 27-29, 32, page 5 lines 1-5, page 14 lines 22-23	2-9
Y	彭倚天 等 (PENG, Yitian et al.). "碳纳米管在APTES 自组装膜表面沉积的研究 (Research on Deposition of Carbon Nanotubes on APTES Self-assembled Monolayers)" <i>Microfabrication Technology</i> , No. 3, 30 June 2006 (2006-06-30), ISSN: 1003-8213, page 54 right-hand column paragraph 1, page 55 left-hand column paragraph 3, right-hand column, paragraph 2	2-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 August 2020

Date of mailing of the international search report

16 September 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/098570**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Ashley D. Slattery et al. "Solution Based Methods for the Fabrication of Carbon Nanotube Modified Atomic Force Microscopy Probes" <i>Nanomaterials</i> , Vol. 346, No. 7, 25 October 2017 (2017-10-25), ISSN: 2079-4991, page 3, page 4	1,
A	CN 110057751 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 26 July 2019 (2019-07-26) entire document	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/098570

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
CN	110514877	A	29 November 2019	None			
CN	1849181	A	18 October 2006	CN	101612612	B	16 May 2012
				AU	2003294586	A8	03 November 2005
				CN	100537052	C	09 September 2009
				JP	2006513048	A	20 April 2006
				TW	I277376	B	21 March 2007
				US	2007007142	A1	11 January 2007
				WO	2004052489	A3	07 October 2004
				EP	1569733	A2	07 September 2005
				US	7014743	B2	21 March 2006
				US	2004173378	A1	09 September 2004
				TW	200503595	A	16 January 2005
				WO	2004052489	A2	24 June 2004
				AU	2003294586	A1	30 June 2004
				CN	101612612	A	30 December 2009
				KR	20050084226	A	26 August 2005
CN	110057751	A	26 July 2019	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/098570

A. 主题的分类 G01Q 70/00(2010.01)i; G01Q 70/16(2010.01)i; B05D 1/18(2006.01)i; G01B 11/02(2006.01)i; G01B 11/22(2006.01)i; G01B 11/24(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) G01Q70 B05D1 G01B11 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)) CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;ISI Web of science:西安交通大学, 原子力, 探针, 大长径比, 组装, 吸附, 纳米管, 纳米线, 纳米棒, 亲水, 羟基, 布朗, AFM, atomic force, tip?, probe?, assembl+, nano+, CNT?, SWNT?, MWNT?, brownian																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 110514877 A (西安交通大学) 2019年 11月 29日 (2019 - 11 - 29) 权利要求1-9</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 1849181 A (北卡罗来纳-查佩尔山大学) 2006年 10月 18日 (2006 - 10 - 18) 说明书第4页第27-29、32行, 第5页第1-5行, 第14页第22-23行</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 1849181 A (北卡罗来纳-查佩尔山大学) 2006年 10月 18日 (2006 - 10 - 18) 说明书第4页第27-29、32行, 第5页第1-5行, 第14页第22-23行</td> <td>2-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>彭倚天 等. "碳纳米管在APTES 自组装膜表面沉积的研究" 微细加工技术, 第3期, 2006年 6月 30日 (2006 - 06 - 30), ISSN: 1003-8213, 第54页右栏第1段, 第55页左栏第3段、右栏第2段</td> <td>2-9</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>Ashley D. Slattery 等. "Solution Based Methods for the Fabrication of Carbon Nanotube Modified Atomic Force Microscopy Probes" Nanomaterials, 第346卷, 第7期, 2017年 10月 25日 (2017 - 10 - 25), ISSN: 2079-4991, 第3页、第4页</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 110514877 A (西安交通大学) 2019年 11月 29日 (2019 - 11 - 29) 权利要求1-9	1-9	X	CN 1849181 A (北卡罗来纳-查佩尔山大学) 2006年 10月 18日 (2006 - 10 - 18) 说明书第4页第27-29、32行, 第5页第1-5行, 第14页第22-23行	1	Y	CN 1849181 A (北卡罗来纳-查佩尔山大学) 2006年 10月 18日 (2006 - 10 - 18) 说明书第4页第27-29、32行, 第5页第1-5行, 第14页第22-23行	2-9	Y	彭倚天 等. "碳纳米管在APTES 自组装膜表面沉积的研究" 微细加工技术, 第3期, 2006年 6月 30日 (2006 - 06 - 30), ISSN: 1003-8213, 第54页右栏第1段, 第55页左栏第3段、右栏第2段	2-9	X	Ashley D. Slattery 等. "Solution Based Methods for the Fabrication of Carbon Nanotube Modified Atomic Force Microscopy Probes" Nanomaterials, 第346卷, 第7期, 2017年 10月 25日 (2017 - 10 - 25), ISSN: 2079-4991, 第3页、第4页	1
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 110514877 A (西安交通大学) 2019年 11月 29日 (2019 - 11 - 29) 权利要求1-9	1-9																		
X	CN 1849181 A (北卡罗来纳-查佩尔山大学) 2006年 10月 18日 (2006 - 10 - 18) 说明书第4页第27-29、32行, 第5页第1-5行, 第14页第22-23行	1																		
Y	CN 1849181 A (北卡罗来纳-查佩尔山大学) 2006年 10月 18日 (2006 - 10 - 18) 说明书第4页第27-29、32行, 第5页第1-5行, 第14页第22-23行	2-9																		
Y	彭倚天 等. "碳纳米管在APTES 自组装膜表面沉积的研究" 微细加工技术, 第3期, 2006年 6月 30日 (2006 - 06 - 30), ISSN: 1003-8213, 第54页右栏第1段, 第55页左栏第3段、右栏第2段	2-9																		
X	Ashley D. Slattery 等. "Solution Based Methods for the Fabrication of Carbon Nanotube Modified Atomic Force Microscopy Probes" Nanomaterials, 第346卷, 第7期, 2017年 10月 25日 (2017 - 10 - 25), ISSN: 2079-4991, 第3页、第4页	1																		
☒ 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 2020年 8月 7日		国际检索报告邮寄日期 2020年 9月 16日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(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 王奇云 电话号码 86-(512)-88997243																		

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
A	CN 110057751 A (清华大学) 2019年 7月 26日 (2019 - 07 - 26) 全文	1-9

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/098570

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	110514877	A	2019年 11月 29日	无	
CN	1849181	A	2006年 10月 18日	CN	101612612 B 2012年 5月 16日
				AU	2003294586 A8 2005年 11月 3日
				CN	100537052 C 2009年 9月 9日
				JP	2006513048 A 2006年 4月 20日
				TW	1277376 B 2007年 3月 21日
				US	2007007142 A1 2007年 1月 11日
				WO	2004052489 A3 2004年 10月 7日
				EP	1569733 A2 2005年 9月 7日
				US	7014743 B2 2006年 3月 21日
				US	2004173378 A1 2004年 9月 9日
				TW	200503595 A 2005年 1月 16日
				WO	2004052489 A2 2004年 6月 24日
				AU	2003294586 A1 2004年 6月 30日
				CN	101612612 A 2009年 12月 30日
				KR	20050084226 A 2005年 8月 26日
CN	110057751	A	2019年 7月 26日	无	