

(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 1 日 (01.11.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/196242 A1

- (51) 国际专利分类号:
C23C 24/10 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/099465
- (22) 国际申请日: 2017 年 8 月 29 日 (29.08.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710277294.6 2017 年 4 月 25 日 (25.04.2017) CN
- (71) 申请人: 广东工业大学 (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市越秀区东风东路 729 号大院, Guangdong 510062 (CN)。
- (72) 发明人: 何俊峰 (HE, Junfeng); 中国广东省广州市广东工业大学工学二号馆 706, Guangdong 510006 (CN)。 郭钟宁 (GUO, Zhongning); 中国

广东省广州市广东工业大学工学二号馆 706, Guangdong 510006 (CN)。 邓宇 (DENG, Yu); 中国广东省广州市广东工业大学工学二号馆 706, Guangdong 510006 (CN)。 刘莉 (LIU, Li); 中国广东省广州市广东工业大学工学二号馆 706, Guangdong 510006 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市朝阳区建国门外大街 22 号赛特广场 7 层, Beijing 100004 (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: MICRO-NANO NESTED PARTICLE MELTING SELF-BONDING SURFACE MODIFICATION DEVICE

(54) 发明名称: 一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备

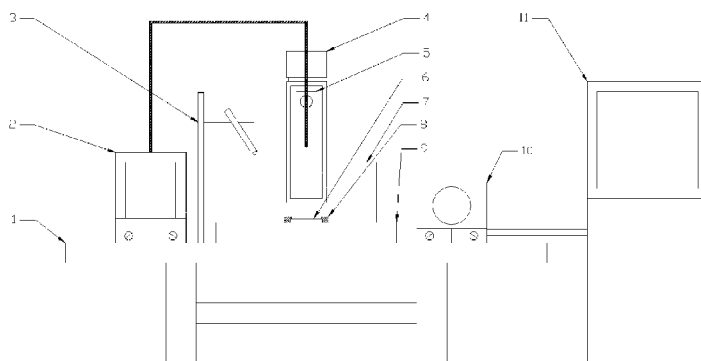


图 1

(57) Abstract: A micro-nano nested particle melting self-bonding surface modification device, comprising: a work bench (1), a particle solution mixing and circulation container (2), a processing tank (7), a liquid conveying apparatus, a vacuum heating apparatus (10) and an integrated control cabinet (11); the particle solution mixing and circulation container (2) is mounted on the work bench (1) and is used for mixing a nanoparticle solution; the processing tank (7) is mounted on the work bench (1) and is used for placing a metal work piece to be processed (6); the liquid conveying apparatus is used for conveying the nanoparticle solution to a surface of the metal work piece to be processed (6); the vacuum heating apparatus (10) is mounted on the work bench (1) and is used for heating the metal work piece to be processed (6) so as to melt a part of the nanoparticles on the surface thereof; an inner portion of the integrated control cabinet (11) is provided with a controller, the controller communicatively connecting to and controlling the particle solution mixing and circulation container (2), the liquid conveying apparatus and the vacuum heating apparatus (10).



PT, 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))。

(57) 摘要: 一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备, 包括工作台(1)、颗粒溶液混合循环容器(2)、加工槽(7)、输液装置、真空加热装置(10)和集成控制柜(11); 颗粒溶液混合循环容器(2)安装于工作台(1)并用于混合纳米颗粒溶液; 加工槽(7)安装于工作台(1)并用于放置待加工金属工件(6); 输液装置用于向待加工金属工件(6)表面输送纳米颗粒溶液; 真空加热装置(10)安装于工作台(1), 并用于加热待加工金属工件(6)以熔融其表面的部分纳米颗粒; 集成控制柜(11)内部设置有控制器, 控制器通信连接并控制颗粒溶液混合循环容器(2)、输液装置和真空加热装置(10)。

一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备

本申请要求于 2017 年 4 月 25 日提交中国专利局、申请号为 201710277294.6、发明名称为“一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5 技术领域

本发明涉及表面改性领域，特别是涉及一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备。

背景技术

10 当今社会，材料的应用涉及到生活、生产的各个方面，不同材料各有其特点和应用范围。而金属作为目前最常用的材料，被广泛应用于产品加工的各个领域。然而金属材料也有其固有的缺陷，金属材料的失效通常源于表面，最常见的失效形式为磨损、腐蚀、断裂。金属材料的表面特性主要取决于其加工工艺，所以加工成型的产品由于其工艺特点与加工质量等
15 原因，容易出现性能缺陷或者不足。为了提高金属材料的强度、硬度、刚性、耐磨性、耐腐蚀等表面性能，需要对其进行后处理，以满足使用及性能要求。

现代科技的高速发展，对金属材料表面性能要求的日益提高，对表面处理技术及工艺有了新的发展和扩充，对金属工件表面进行亲疏水等仿生
20 结构的表面改性是较为热门的表面技术。随着疏水表面“荷叶效应”的发现，超疏水材料广泛用于自清洁、防冻、防雾、防腐、防阻、微流体芯片、无损液体输送等方面，展示了超疏水材料的广阔运用前景。

目前，超疏水表面的制备大多采用电化学腐蚀法或化学腐蚀法，构建超疏水表面所需粗糙结构。电化学腐蚀法通过阳极氧化制备规则的粗糙表
25 面，然后使用低表面能物质改性制备超疏水表面。该方法适用的材料范围广，可控性好，但条件相对苛刻，所使用的电解液大多是腐蚀性较强的酸

-2-

或碱的混合液，电解液的消耗量较大，废液回收处理麻烦，不利于工业化的生产。化学腐蚀法常先采用硝酸、盐酸、氢氟酸等通过化学腐蚀来形成表面粗糙结构，然后再用热处理来构建表面的纳米结构，最后用低表面能物质改性制备超疏水表面。化学腐蚀法简单易行，但用作腐蚀液的物质都具有强的腐蚀性，废液处理麻烦，限制了化学腐蚀法的发展。

5 纳米尺寸的金属与功能分子的自组装在未来纳米电子器件中具有广阔的应用前景,对其基本理论和实际应用的研究正成为一个新兴的研究领域。目前纳米颗粒一般都要经过表面改性,使其广泛应用于各个领域:磁流体、彩色成像、磁记录材料以及生物医学。由于纳米颗粒的表面疏水性及较大的体表比,它在生物体内容易团聚,吸附血浆蛋白,容易被网状内皮系统 (RES)清除,所以需要 对纳米颗粒进行表面改性,增大亲水性,延长循环半衰期。可用于表面改性的物质很多,一般为有机物,也有无机物和蛋白质或抗体等。纳米颗粒目前是生物医用纳米材料领域异常活跃的方向之一。不同方法制备的纳米颗粒经不同聚合物或分子表面改性后具有多方面的生物医学应用。

现有的金属表面改性方法一般包括热烧结法和镍盐热分解法,热烧结法将碳材料浸渍在含改性物质的液相中,再通过中高温热处理使改性物质熔融与碳表面结合,从而调节碳表面亲疏水性。这种方法主要是通过聚四氟乙烯处理来增强疏水性,通过胺类物质处理来增强亲水性。

20 热处理时,熔融物质能够保护材料表面结构,所以该方法对碳材料表面结构的影响不大。通过原子力显微镜 (AFM) 表征指出多乙烯多胺熔融后能够保护碳纤维表面,形貌变化弱于仅热处理过的碳纤维。在化学组成方面,热烧结法在碳表面引入了改性物质中的元素和基团。在亲水改性方面,氨基官能团在氨化处理过程中被引入碳表面,并主要以酰氨基形式存在。碳纤维表面引入氨基后可以与水和环氧树脂的环氧基团形成氢键,浸润性得到很大改善。在疏水改性方面,PTFE 附着碳表面后引入碳氟基团。由于 PTFE 含量增加,能更好地实现亲疏水平衡。热烧结法调控亲疏水性

—3—

的优点是步骤简便、时间短。

镍盐热分解法是将 Ni^{2+} 吸附在基体表面，再通过热分解镍盐获取镍催化中心。人们用硫酸镍、次磷酸钠配置的活化液在超声辅助的条件下对空心玻璃微珠活化 2min，再在 175 摄氏度下热氧化还原 50min，成功实现空心玻璃微珠的无钯活化化学镀镍磷合金。随后又采用该活化液浸泡陶瓷微珠 30min，同样在 175 摄氏度下热氧化还原 50min，实现在陶瓷微珠表面的无钯活化化学镀镍磷合金。

热烧结法的缺点是需要高温处理，成本较高，并且在浸渍过程中改性物质附着可能不均，容易导致处理碳材料表面亲疏水性质不均匀。采用镍盐热分解法的缺点是不适用于熔点较低的基体材料，只适用于陶瓷、玻璃、碳酸硅等耐热物质。同时使用的化学试剂为低表面能改性剂，有污染，操作有危险，直接打磨预处理和热处理使金属表面粗糙度降低。

如何提供一种能够增强金属表面与纳米颗粒结合力的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备是本领域技术人员目前需要解决的技术问题。

15

发明内容

本发明的目的是提供一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备，能够增强金属表面与纳米颗粒结合力。

为解决上述技术问题，本发明提供一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备，包括：

工作台；

颗粒溶液混合循环容器，安装于所述工作台并用于混合纳米颗粒溶液；

加工槽，安装于所述工作台并用于放置待加工金属工件；

输液装置，用于向待加工金属工件表面输送纳米颗粒溶液；

真空加热装置，安装于所述工作台，并用于加热待加工金属工件以熔融其表面的部分纳米颗粒；

集成控制柜，内部设置有控制器，所述控制器通信连接并控制所述颗

粒溶液混合循环容器、所述输液装置和所述真空加热装置。

优选地，所述颗粒溶液混合循环容器内部设置有用用于振动纳米颗粒的超声振动装置、用于搅拌纳米颗粒溶液的磁力搅拌装置、用于引导纳米颗粒溶液的悬浮液吸引装置和用于过滤循环纳米颗粒溶液的溶液循环装置。

- 5 优选地，所述工作台上安装有通信连接所述控制器的微三维运动平台，所述加工槽安装于所述微三维运动平台，并与所述微三维运动平台同步运动使待加工金属工件对准所述输液装置。

优选地，所述加工槽底板上侧固定安装有用用于夹持待加工金属工件的工件夹具。

- 10 优选地，所述工作台上设置有主轴，所述输液装置包括吸引管和吸引管夹具，所述吸引管一端的开口连通所述颗粒溶液混合循环容器，所述吸引管夹具夹持所述吸引管的另一端，使所述吸引管另一端的开口对准待加工金属工件，所述吸引管夹具安装于所述主轴并能够沿所述主轴移动。

- 15 优选地，所述集成控制柜外部设置有通信连接所述控制器的键盘和显示屏。

优选地，所述工作台上安装有用用于检测待加工金属工件表面纳米颗粒状态的视频检测装置。

优选地，所述视频检测装置包括安装于所述工作台的支架和安装于所述支架的电荷耦合图像传感器。

- 20 本发明提供一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备，包括工作台、加工槽、输液装置、真空加热装置和集成控制柜。颗粒溶液混合循环容器安装于工作台并用于混合纳米颗粒溶液；加工槽安装于工作台并用于放置待加工金属工件；输液装置用于向待加工金属工件表面输送纳米颗粒溶液；真空加热装置，安装于工作台，并用于加热待加工金属工件以熔融其表面的部分纳米颗粒；集成控制柜内部设置有控制器，控制器通信连接并控制
- 25 颗粒溶液混合循环容器、输液装置和真空加热装置。

纳米颗粒溶液在颗粒溶液混合循环容器充分混合，然后将纳米颗粒溶

—5—

液输送至待加工金属表面,使混合纳米颗粒在金属表面一次或者分次沉积,而得到有序的微粒排列,然后通过真空加热装置改变工件表面温度,使熔点较低的牺牲颗粒处于熔融状态,熔融的颗粒包裹或者粘连到另一种改性颗粒和金属工件表面,增加金属工件与微纳颗粒的结合力,利用改性颗粒本身的特点,进而使金属表面得到亲疏水微结构。

附图说明

图 1 为本发明所提供的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备的一种具体实施方式的结构示意图。

10

具体实施方式

本发明的核心是提供一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备,能够增强金属表面与纳米颗粒结合力。

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。

请参考图 1,图 1 为本发明所提供的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备的一种具体实施方式的结构示意图。

本发明具体实施方式提供一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备,包括工作台 1、颗粒溶液混合循环容器 2、加工槽 7、输液装置和真空加热装置 10。

其中,颗粒溶液混合循环容器 2 安装于工作台 1 并用于混合纳米颗粒溶液。具体地,颗粒溶液混合循环容器 2 内部设置有用于振动纳米颗粒的超声振动装置、用于搅拌纳米颗粒溶液的磁力搅拌装置、用于引导纳米颗粒溶液的悬浮液吸引装置和用于过滤循环纳米颗粒溶液的溶液循环装置。可以实现相同颗粒或不同颗粒的充分混合。

颗粒尺度在纳米级,使纳米级的颗粒在溶液中通过超声振动和磁力搅

—6—

拌充分融合，将纳米级的不同种类金属颗粒或者不同种类非金属颗粒或者不同种类金属与非金属颗粒充分混合在溶液中。

加工槽 7 安装于工作台 1 并用于放置待加工金属工件 6。具体地，工作台 1 上安装有通信连接控制器的微三维运动平台 9，加工槽 7 安装于微三维运动平台 9，并与微三维运动平台 9 同步运动使待加工金属工件 6 对准输液装置。微三维运动平台 9 可以使加工槽 7 进行准确定向运动，保证加工槽 7 与主轴 4 的相对位置，并使加工前悬浊液准确置于待加工金属工件 6 上。为了保证加工过程中的稳定性，加工槽 7 底板上侧固定安装有用于夹持待加工金属工件 6 的工件夹具 8。

10 输液装置用于向待加工金属工件 6 表面输送纳米颗粒溶液。具体地，工作台 1 上设置有主轴 4，输液装置包括吸引管和吸引管夹具 5，吸引管一端的开口连通颗粒溶液混合循环容器 2，吸引管夹具 5 夹持吸引管的另一端，使吸引管另一端的开口对准待加工金属工件 6，吸引管夹具 5 安装于主轴 4 并能够沿主轴 4 移动。主轴 4 便于与颗粒溶液混合循环容器 2 组合，
15 使纳米颗粒溶液通过与主轴 4 连接的吸引管夹具 5 把混合好的悬浮液从颗粒溶液混合循环容器 2 吸引至待加工金属工件 6 表面，可以一次也可以多次把混合好的溶液置于待加工金属工件 6 表面。

真空加热装置 10 安装于工作台 1，并用于加热待加工金属工件 6 以熔融其表面的部分纳米颗粒。把混合好的悬浊液通过吸引管置于待加工金属工件 6 上，在待加工金属工件 6 表面上一次或者分次沉积不同种类颗粒得到有序的微粒排列，然后把工件置于真空加热装置 10 中，加热到熔点较低的牺牲颗粒融化温度，由于不同颗粒的融化温度不同，在特定温度控制下只有特定种类的颗粒会熔化成熔融状态。熔融的颗粒包裹或者粘连到另一种改性颗粒上，并把该种颗粒和金属工件“焊”在一起，有效提高结合力，
25 形成微纳嵌套结构和颗粒熔融自结合的效果，以达到利用微纳颗粒对金属工件表面进行表面亲疏水改性并增强颗粒与金属工件间结合力的效果。

集成控制柜 11，内部设置有控制器，控制器通信连接并控制颗粒溶液

-7-

混合循环容器 2、输液装置和真空加热装置 10，通过控制器控制各装置的工作。具体地，集成控制柜 11 外部设置有通信连接控制器的键盘和显示屏。也可通过设置不同装置实现设备的各种功能，均在本发明的保护范围之内。

在上述各具体实施方式提供的表面改性设备的基础上，还可以在工作台 1 上安装用于检测待加工金属工件 6 表面纳米颗粒状态的视频检测装置 3，可以实时对待加工金属工件 6 表面沉积情况和熔融状态下的颗粒分布情况进行实时检测。具体地，视频检测装置 3 包括安装于工作台 1 的支架和安装于支架的电荷耦合图像传感器，以提高检测的准确性，也可采用其他类型的视频检测装置进行检测，均在本发明的保护范围之内。

10 以上对本发明所提供的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以对本发明进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利
15 要求的保护范围内。

—8—

权 利 要 求

1、一种微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备，其特征在于，包括：
工作台（1）；

颗粒溶液混合循环容器（2），安装于所述工作台（1）并用于混合纳米

5 颗粒溶液；

加工槽（7），安装于所述工作台（1）并用于放置待加工金属工件（6）；

输液装置，用于向待加工金属工件（6）表面输送纳米颗粒溶液；

真空加热装置（10），安装于所述工作台（1），并用于加热待加工金属
工件（6）以熔融其表面的部分纳米颗粒；

10 集成控制柜（11），内部设置有控制器，所述控制器通信连接并控制所
述颗粒溶液混合循环容器（2）、所述输液装置和所述真空加热装置（10）。

2、根据权利要求1所述的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备，其
特征在于，所述颗粒溶液混合循环容器（2）内部设置有用于振动纳米颗粒
的超声振动装置、用于搅拌纳米颗粒溶液的磁力搅拌装置、用于引导纳米
15 颗粒溶液的悬浮液吸引装置和用于过滤循环纳米颗粒溶液的溶液循环装
置。

3、根据权利要求1所述的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备，其
特征在于，所述工作台（1）上安装有通信连接所述控制器的微三维运动平
台（9），所述加工槽（7）安装于所述微三维运动平台（9），并与所述微三
20 维运动平台（9）同步运动使待加工金属工件（6）对准所述输液装置。

4、根据权利要求3所述的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备，其
特征在于，所述加工槽（7）底板上侧固定安装有用于夹持待加工金属工件
（6）的工件夹具（8）。

5、根据权利要求1所述的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备，其
25 特征在于，所述工作台（1）上设置有主轴（4），所述输液装置包括吸引管
和吸引管夹具（5），所述吸引管一端的开口连通所述颗粒溶液混合循环容
器（2），所述吸引管夹具（5）夹持所述吸引管的另一端，使所述吸引管另

—9—

一端的开口对准待加工金属工件(6),所述吸引管夹具(5)安装于所述主轴(4)并能够沿所述主轴(4)移动。

6、根据权利要求1所述的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备,其特征在于,所述集成控制柜(11)外部设置有通信连接所述控制器的键盘和显示屏。

7、根据权利要求1至6任意一项所述的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备,其特征在于,所述工作台(1)上安装有用于检测待加工金属工件(6)表面纳米颗粒状态的视频检测装置(3)。

8、根据权利要求7所述的微纳嵌套颗粒熔融自结合表面改性设备,其特征在于,所述视频检测装置(3)包括安装于所述工作台(1)的支架和安装于所述支架的电荷耦合图像传感器。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/099465

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C 24/10 (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)

C23C, B05B, B05C

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, DWPI, EPODOC, CNKI: 金属, 纳米, 颗粒, 熔融, 涂覆, 疏水, 表面改性, 分配, 输送, 配送, 三维, 五轴, 三轴, 操作台, 平台, 工作台, 基座, 溶液, 液料, 吸管, 引管, 加热, 干燥, feed, aqueous, transport, solution, liquor, metal, nano, particle, roof, booth, desk, board, base, paint, coat, overlay, fix, pipe, heat, dry

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101805903 A (TAIYUAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 18 August 2010 (18.08.2010), claims 2-4, description, paragraphs [0091]-[0095], and figures 1-5	1-8
X	CN 102212818 A (JIANGSU UNIVERSITY et al.), 12 October 2011 (12.10.2011), claims 1-7	1-8
A	CN 103728779 A (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.), 16 April 2014 (16.04.2014), entire document	1-8
A	CN 102191497 A (JIANGSU UNIVERSITY), 21 September 2011 (21.09.2011), entire document	1-8
PX	CN 106868572 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 20 June 2017 (20.06.2017), claims 1-9	1-8
PX	CN 106906469 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 30 June 2017 (30.06.2017), claims 1-8	1-8
PX	CN 106868570 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 20 June 2017 (20.06.2017), claims 1-9	1-8

☒ 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 11 January 2018	Date of mailing of the international search report 24 January 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 LI, Bo Telephone No. (86-10) 010-62084840

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/099465

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106906510 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 30 June 2017 (30.06.2017), claims 1-10	1-8
PX	CN 106891459 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.), 27 June 2017 (27.06.2017), claims 1-10	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/099465

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101805903 A	18 August 2010	CN 101805903 B	25 July 2012
CN 102212818 A	12 October 2011	US 2014178593 A1	26 June 2014
		US 9580815 B2	28 February 2017
		WO 2012151788 A1	15 November 2012
		CN 102212818 B	22 August 2012
CN 103728779 A	16 April 2014	US 9375733 B2	28 June 2016
		US 2015336113 A1	26 November 2015
		WO 2015100823 A1	09 July 2015
CN 102191497 A	21 September 2011	CN 102191497 B	23 January 2013
CN 106868572 A	20 June 2017	None	
CN 106906469 A	30 June 2017	None	
CN 106868570 A	20 June 2017	None	
CN 106906510 A	30 June 2017	None	
CN 106891459 A	27 June 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/099465

A. 主题的分类 C23C 24/10(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) C23C, B05B, B05C 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, DWPI, EPODOC, CNKI, 金属, 纳米, 颗粒, 熔融, 涂覆, 疏水, 表面改性, 分配, 输送, 配送, 三维, 五轴, 三轴, 操作台, 平台, 工作台, 基座, 溶液, 液料, 吸管, 引管, 加热, 干燥, feed, aqueous, transport, solution, liquor, metal, nano, particle, roof, booth, desk, board, base, paint, coat, overlay, fix, pipe, heat, dry																										
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>X</td> <td>CN 101805903 A (太原理工大学) 2010年 8月 18日 (2010 - 08 - 18) 权利要求2-4, 说明书第【0091】-【0095】段, 图1-5</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 102212818 A (江苏大学等) 2011年 10月 12日 (2011 - 10 - 12) 权利要求1-7</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103728779 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102191497 A (江苏大学) 2011年 9月 21日 (2011 - 09 - 21) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 106868572 A (广东工业大学) 2017年 6月 20日 (2017 - 06 - 20) 权利要求1-9</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 106906469 A (广东工业大学) 2017年 6月 30日 (2017 - 06 - 30) 权利要求1-8</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 106868570 A (广东工业大学) 2017年 6月 20日 (2017 - 06 - 20) 权利要求1-9</td> <td>1-8</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	X	CN 101805903 A (太原理工大学) 2010年 8月 18日 (2010 - 08 - 18) 权利要求2-4, 说明书第【0091】-【0095】段, 图1-5	1-8	X	CN 102212818 A (江苏大学等) 2011年 10月 12日 (2011 - 10 - 12) 权利要求1-7	1-8	A	CN 103728779 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 全文	1-8	A	CN 102191497 A (江苏大学) 2011年 9月 21日 (2011 - 09 - 21) 全文	1-8	PX	CN 106868572 A (广东工业大学) 2017年 6月 20日 (2017 - 06 - 20) 权利要求1-9	1-8	PX	CN 106906469 A (广东工业大学) 2017年 6月 30日 (2017 - 06 - 30) 权利要求1-8	1-8	PX	CN 106868570 A (广东工业大学) 2017年 6月 20日 (2017 - 06 - 20) 权利要求1-9	1-8
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 101805903 A (太原理工大学) 2010年 8月 18日 (2010 - 08 - 18) 权利要求2-4, 说明书第【0091】-【0095】段, 图1-5	1-8																								
X	CN 102212818 A (江苏大学等) 2011年 10月 12日 (2011 - 10 - 12) 权利要求1-7	1-8																								
A	CN 103728779 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 全文	1-8																								
A	CN 102191497 A (江苏大学) 2011年 9月 21日 (2011 - 09 - 21) 全文	1-8																								
PX	CN 106868572 A (广东工业大学) 2017年 6月 20日 (2017 - 06 - 20) 权利要求1-9	1-8																								
PX	CN 106906469 A (广东工业大学) 2017年 6月 30日 (2017 - 06 - 30) 权利要求1-8	1-8																								
PX	CN 106868570 A (广东工业大学) 2017年 6月 20日 (2017 - 06 - 20) 权利要求1-9	1-8																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="vertical-align: top;"> “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 </td> </tr> </table>			* 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																						
* 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 1月 11日		国际检索报告邮寄日期 2018年 1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 李波 电话号码 (86-10)010-62084840																								

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
PX	CN 106906510 A (广东工业大学) 2017年 6月 30日 (2017 - 06 - 30) 权利要求1-10	1-8
PX	CN 106891459 A (广东工业大学等) 2017年 6月 27日 (2017 - 06 - 27) 权利要求1-10	1-8

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/099465

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	101805903	A	2010年 8月 18日	CN	101805903	B	2012年 7月 25日
CN	102212818	A	2011年 10月 12日	US	2014178593	A1	2014年 6月 26日
				US	9580815	B2	2017年 2月 28日
				WO	2012151788	A1	2012年 11月 15日
				CN	102212818	B	2012年 8月 22日
CN	103728779	A	2014年 4月 16日	US	9375733	B2	2016年 6月 28日
				US	2015336113	A1	2015年 11月 26日
				WO	2015100823	A1	2015年 7月 9日
CN	102191497	A	2011年 9月 21日	CN	102191497	B	2013年 1月 23日
CN	106868572	A	2017年 6月 20日	无			
CN	106906469	A	2017年 6月 30日	无			
CN	106868570	A	2017年 6月 20日	无			
CN	106906510	A	2017年 6月 30日	无			
CN	106891459	A	2017年 6月 27日	无			