

(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 2018/196105 A1

- (51) 国际专利分类号:
C21D 10/00 (2006.01) **B24C 1/10** (2006.01)
C21D 7/06 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/087532
- (22) 国际申请日: 2017 年 6 月 8 日 (08.06.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710273187.6 2017 年 4 月 25 日 (25.04.2017) CN
- (71) 申请人: 江苏大学 (JIANGSU UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。
- (72) 发明人: 鲁金忠 (LU, Jinzhong); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 吴刘军 (WU, Liujun); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 罗开玉 (LUO, Kaiyu); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 季仕杰 (JI, Shijie); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。
- (74) 代理人: 北京德崇智捷知识产权代理有限公司 (JW IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区酒仙桥路 14 号 A5 楼 7 层 701, Beijing 100015 (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, 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)。

(54) Title: COMBINATION METHOD FOR FORMING GRADIENT NANOSTRUCTURE ON SURFACE LAYER OF METAL WORKPIECE

(54) 发明名称: 一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组和方法

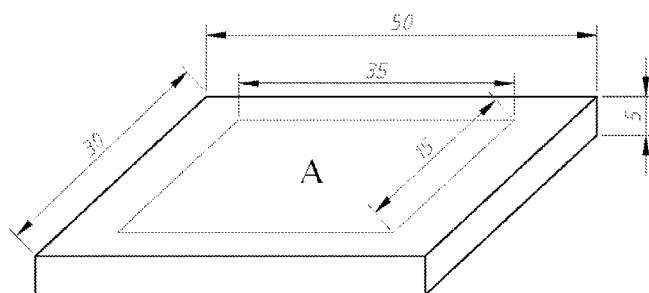


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a combination method for forming a gradient nanostructure on a surface layer of a metal workpiece, comprising the following steps: laser shock strengthening is first used to induce a deeper plastic deformation layer, and the surface of the metal workpiece is then nanostructured using a surface mechanical grinding treatment, and finally, the gradient nanostructure on the surface layer of the metal workpiece is obtained. The metal workpiece includes aluminum alloys, titanium alloys, magnesium alloys, stainless steel, and nickel-based superalloys. The method improves the comprehensive mechanical properties, such as the fatigue life and wear resistance, of the metal workpieces.

(57) 摘要: 一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组和方法, 即先采用激光冲击强化诱导较深厚度的塑性变形层, 然后采用表面机械研磨处理使金属工件表面纳米化, 最终获得金属工件表层梯度纳米结构。金属工件包括铝合金、钛合金、镁合金、不锈钢、镍基高温合金。该方法提高金属工件的疲劳寿命、耐磨性能等综合力学性能。



WO 2018/196105 A1

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组合方法

技术领域

本发明涉及表面工程技术与激光加工技术领域，具体涉及一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组合方法。

背景技术

纳米金属材料具有强度和硬度高、物理性能、磨损性能和热加工性能好等优势。在不改变材料化学成分的前提下，结构纳米化可使材料强度和硬度提高数倍或数十倍。2016年美国军方公布的《2016-2045 新科技趋势报告》提出了 20 项最值得关注的科学技术，先进材料尤其纳米材料制备与性能研究位居其中。伴随着强度和硬度的显著提高，纳米结构材料的塑性和韧性明显降低、加工硬化能力消失、结构稳定性变差，上述不足制约了纳米结构材料的应用和发展。随着工程结构向高强度和轻量化发展，传统的均一材料，比如粗晶材料和纳米晶材料，都已无法满足工程结构件在极端服役环境下的性能要求。中科院金属研究所卢柯院士的研究表明：金属材料的强度增加是以牺牲粗晶或者纳米晶的塑性为代价，纳米晶-粗晶混合材料的强度-塑性综合性能不高。但梯度纳米材料表现出优良的强度/塑性综合性能。显然，基于塑性变形构筑的梯度纳米结构镁合金，具有细晶与粗晶的综合特征，能有效克服纳米结构低塑性和低韧性的缺陷，明显提升金属材料的强度、耐磨性以及热稳定性，最大程度上提升了金属材料的综合性能。

激光冲击强化 (laser shock peening, LSP) 是一种新型的表面强化技术，主要是采用短脉冲 (几十纳秒)、高峰值功率密度 ($>10^9 \text{ W/cm}^2$) 的激光辐照在金属表面，激光束通过约束层之后被吸收层吸收，吸收层从而获得能量形成爆炸性气化蒸发，产生高温高压的等离子体，由于外层约束层的约束，等离子体形成高压冲击波从而向材料内部传播，利用冲击波的力效应在材料表层发生塑性变形，使得表层材料微观组织发生变化，达到细化晶粒的效果，甚至可以在熔点较低的金属材料 (如镁合金、黄铜等) 表层生成梯度纳米结构。且残余应力层深度可达 1~2 mm (是机械喷丸的 5~10 倍)，提高材料的强度、硬度、耐磨性和耐应力腐蚀性能。但是，由于吸收层的存在，激光不会烧蚀材料表面，也不会材料表面产生高温，因此激光冲击强化只是利用了激光束的力效应，而没有热效应，属于冷加工。对于熔点较高的金属材料 (如钛合金等)，其再结晶温度会相对较高，只在金属表层生成梯度亚微米结构。

表面机械研磨处理 (SMAT) 是一种最为行之有效的金属表层梯度纳米结构合成工艺。

主要是通过弹丸在振动发生器作用下飞行并对金属表面进行高应变速率、方向随机、应变累计的塑性变形，表层应变及应变速率随深度增大呈梯度减小，累计应变随压入次数增多而增大，被撞击的表面产生塑性变形并形成由表及里尺寸变化的梯度纳米结构。由于弹丸对金属材料直接多方向冲击，弹丸与金属材料之间有微小的相对摩擦，产生热量，使得金属表层温度升高，可在熔点较高的金属材料（如钛合金等）表层生成梯度纳米结构。

发明内容

针对现有技术中存在的不足之处，为了解决上述问题，本发明提出了一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组合方法。即先采用激光冲击强化技术诱导较深厚度的塑性变形层，然后采用表面机械研磨处理使金属工件表面纳米化，最终获得理想层厚和优化微结构分布的金属工件表层梯度纳米结构。

所述金属工件材料为铝合金、钛合金、镁合金、不锈钢、镍基高温合金等应用于航空航天、汽车轮船、化工等行业的关键重要部件的金属材料。

所述激光冲击强化处理过程为：先将金属工件待处理表面依次用 500#，800#，1000#，1200#，1600#，2000#和 2500#的砂纸进行打磨并抛光，然后用去离子水进行超声清洗；确定与金属工件材料相关的激光冲击工艺脉宽、脉冲能量、频率、光斑直径及冲击层数，在金属工件待处理表面贴上吸收层，再对金属工件的待冲击区域进行大面积激光搭接冲击强化处理。

所述激光冲击强化处理过程中，所述脉宽为 8~30 ns，所述脉冲能量为 2~15 J，所述频率为 1 Hz，所述光斑直径为 2~3 mm，所述光斑的横向和纵向搭接率为 50%，所述冲击层数为 1~3 层，所述吸收层为美国 3M 公司生产的激光冲击强化专用铝箔，所述约束层为去离子水水流形成的 1~2 mm 的水膜，所述脉冲的峰值压力为 P_1 ，所述光斑边缘的压力为 P_2 ，满足 $2\sigma_H \leq P_1 \leq 2.5\sigma_H$ ， $P_2 \geq \sigma_H$ ，其中 $\sigma_H = \sigma_Y^{dyn} \frac{(1-\nu)}{(1-2\nu)}$ ，式中， σ_Y^{dyn} 为动态屈服强度， ν 为材料的泊松比，使整个激光冲击光斑区域产生动态塑性变形，而光斑中心区域金属工件不产生宏观变形。

所述激光冲击强化处理后，在金属工件表面诱导出较深的塑性变形层，可形成较深的纳米量级或亚微米量级梯度结构层。

所述表面机械研磨处理过程为：先将冲击过后的金属工件表面吸收层去除，用去离子水对金属工件表面进行超声清洗；确定与金属工件材料相关的表面机械研磨工艺振动

频率、球丸直径及处理时间，在此基础上对金属工件的冲击面进行表面机械研磨处理。

所述表面机械研磨处理过程中，所述振动频率为 50 Hz，所述球丸直径为 6~8 mm，所述处理时间为 5~60 min。

所述表面机械研磨处理后，在某些激光冲击强化难以纳米化的金属工件表层获得纳米量级梯度结构层，在已被激光冲击强化纳米化的金属工件表层获得更深的纳米量级梯度结构层和更优的纳米量级-亚微米量级-微米量级梯度结构层。

经测定，采用所述金属工件表层梯度纳米结构的组合可控制备方法在金属工件表面制备梯度纳米结构层，其纳米量级结构层厚为 30~50 μm ，亚微米量级结构层厚为 80~200 μm ，整个晶粒细化层厚为 800~1300 μm 。

本发明有益效果：

(1) 本发明有效实现了金属工件表层（铝合金、钛合金、镁合金、不锈钢、镍基高温合金和镁合金等）梯度纳米结构的组合可控制备，为航空航天、汽车轮船、化工等行业金属关键重要部件的强化、修复提供了一种新型有效的方法；

(2) 本发明可以获得金属工件材料表层梯度纳米结构的理想层厚，同时优化微结构分布的表层梯度纳米结构，针对当前技术局限性，结合当前技术的可行性，创新地提出了一种切实可行的方法；

(3) 本发明有效改善了金属工件材料的表面粗糙度，提高了金属工件材料的表面质量，有效降低了金属工件表面后处理的成本；

(4) 本发明突破金属工件材料强度-塑性“倒置关系”，确保良好塑性和较高强度并存，大幅度提高金属工件的疲劳寿命、耐磨性能等综合力学性能。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。

图 1 为两个实施例试样尺寸示意图。

图 2 为 AM50 镁合金深度方向晶粒尺寸梯度变化示意图。

图 3 为 AM50 镁合金表层 TEM 图：(a) 激光冲击强化处理的试样表层 TEM 图，(b) 先激光强化处理，后机械研磨处理的试样表层 TEM 图。

图 4 为 H62 黄铜表层 TEM 图：(a) 激光冲击强化处理的试样表层 TEM 图，(b) 先激光强化处理，后机械研磨处理的试样表层 TEM 图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明的具体实施方式做详细的说明，但本发明不应仅限于实施例。

实施例一

一种使用上备方法制备镁合金表层梯度纳米结构的实例，其步骤为：

(1) 选用两个尺寸为 $30\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 的 AM50 镁合金试样进行对比试验，分别记作试样 1 和试样 2，处理区域 A 如图 1 所示。

(2) 对试样 1 和试样 2 按照步骤 (1) 中确立的区域 A 进行激光冲击强化处理，其中激光冲击强化参数如下：光斑形状为圆形，直径为 3 mm ，脉宽为 10 ns ，脉冲能量为 12 J ，横向和纵向搭接率为 50% ，冲击层数为 1 层。

(3) 对试样 2 进行表面机械研磨处理，其中表面机械研磨参数如下：系统振动频率为 50 Hz ，球丸直径为 8 mm ，处理时间为 30 min 。

如图 2 所示，图 (a) 为试样 1 表层的 TEM 图，图 (b) 为试样 2 表层的 TEM 图。试样 1 的平均晶粒尺寸约为 50 nm ，梯度纳米结构的深度约为 $30\text{ }\mu\text{m}$ ，残余应力层深度约为 1 mm 。试样 2 的平均晶粒尺寸约为 20 nm ，梯度纳米结构的深度约为 $50\text{ }\mu\text{m}$ ，残余应力层深度约为 1 mm 。由于机械研磨处理诱导的残余应力层深度不及激光冲击诱导的残余应力层，所以试样 1 和试样 2 的残余应力层深度接近。但是，激光冲击强化细化晶粒仅仅是由激光冲击产生的力效应诱导产生的，而机械研磨处理不仅利用了其力效应还利用了其热效应，从而为再结晶提供了所需的温度，使试样表面晶粒尺寸更小。

实施例二

一种使用上备方法制备铜合金表层梯度纳米结构的实例，其步骤为：

(1) 选用两个尺寸为 $30\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 的 H62 黄铜试样进行对比试验，分别记作试样 1 和试样 2，处理区域 A 如图 1 所示。

(2) 对试样 1 和试样 2 按照步骤 (1) 中确立的区域 A 进行激光冲击强化处理，其中激光冲击强化参数如下：光斑形状为圆形，直径为 3 mm ，脉宽为 10 ns ，脉冲能量为 6 J ，横向和纵向搭接率为 50% ，冲击层数为 1 层。

(3) 对试样 2 进行表面机械研磨处理，其中表面机械研磨参数如下：系统振动频率为 50 Hz ，球丸直径为 8 mm ，处理时间为 15 min 。

如图 2 所示，图 (a) 为试样 1 表层的 TEM 图，图 (b) 为试样 2 表层的 TEM 图。试样 1 的平均晶粒尺寸约为 15 nm ，梯度纳米结构的深度约为 $50\text{ }\mu\text{m}$ ，残余应力层深度约为 1 mm 。试样 2 的平均晶粒尺寸约为 10 nm ，梯度纳米结构的深度约为 $60\text{ }\mu\text{m}$ ，残余应

力层深度约为 1 mm。

两个实施例都表明，与单一的激光冲击强化处理方法相比，本方法制备的金属表层纳米晶粒尺寸明显减小，并有效提高了梯度纳米结构的深度。由于激光冲击强化的残余应力层深度较大，所以，两个实施例中试样 1 与试样 2 的残余应力层深度都很接近，几乎相同。

权 利 要 求 书

1、一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组合方法，其特征在于：先采用激光冲击强化技术诱导塑性变形层，然后采用表面机械研磨处理使金属工件表面纳米化，最终获得理想层厚和优化微结构分布的金属工件表层梯度纳米结构。

2、如权利要求 1 所述的一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组合方法，其特征在于：

(1) 将金属工件待处理表面打磨并抛光，清洗；

(2) 确定与金属工件材料相关的激光冲击工艺脉宽、脉冲能量、频率、光斑直径及冲击层数，在金属工件待处理表面贴上吸收层，对金属工件表面的待冲击区域进行大面积激光搭接冲击强化处理；

(3) 将冲击过后的金属工件表面吸收层去除并清洗；

(4) 确定与金属工件材料相关的表面机械研磨工艺振动频率、球丸直径及处理时间，在此基础上对金属工件的冲击面进行表面机械研磨处理。

3、如权利要求 1 或 2 所述的一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组合方法，其特征在于：所述金属材料为包括铝合金、钛合金、镁合金、不锈钢、镍基高温合金在内的应用于航空航天、汽车轮船、化工等行业的关键重要部件的金属材料。

4、如权利要求 1 或 2 所述的一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组合方法，其特征在于：该组合方法处理后的金属工件材料表层纳米量级结构层厚为 30~50 μm ，亚微米量级结构层厚为 80~200 μm ，整个晶粒细化层厚为 800~1300 μm 。

5、如权利要求 1 或 2 所述的一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组合方法，其特征在于：激光冲击强化处理，所述脉宽为 8~30 ns，所述脉冲能量为 2~15 J，所述频率为 1 Hz，所述光斑直径为 2~3 mm，所述光斑的横向和纵向搭接率为 50%，所述冲击层数为 1~3 层，所述吸收层为美国 3M 公司生产的激光冲击强化专用铝箔，所述约束层为去离子水水流形成的 1~2 mm 的水膜，所述脉冲的峰值压力为 P_1 ，所述光斑边缘的压力为 P_2 ，

满足 $2\sigma_H \leq P_1 \leq 2.5\sigma_H$ ， $P_2 \geq \sigma_H$ ，其中 $\sigma_H = \sigma_Y^{dyn} \frac{(1-\nu)}{(1-2\nu)}$ ，式中， σ_Y^{dyn} 为动态屈服强度，

ν 为材料的泊松比，使整个激光冲击光斑区域产生动态塑性变形，而光斑中心区域金属工件不产生宏观变形。

6、如权利要求 1 或 2 所述的一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组合方法，其特征在于：所述表面机械研磨处理过程中，所述振动频率为 50 Hz，所述球丸直径为 6~8

mm，所述处理时间为 5~60 min。

7、如权利要求 2 所述的一种在金属工件表层形成梯度纳米结构的组合方法，其特征在于，步骤（1）所述的将金属工件待处理表面打磨并抛光，清洗指：所述激光冲击强化处理过程为：先将金属工件待处理表面依次用 500#，800#，1000#，1200#，1600#，2000#和 2500#的砂纸进行打磨并抛光，然后用去离子水进行超声清洗。

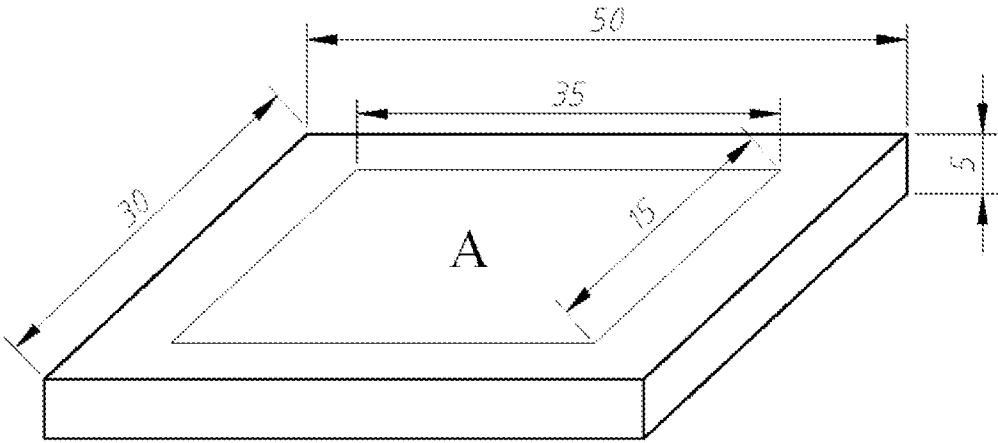


图 1

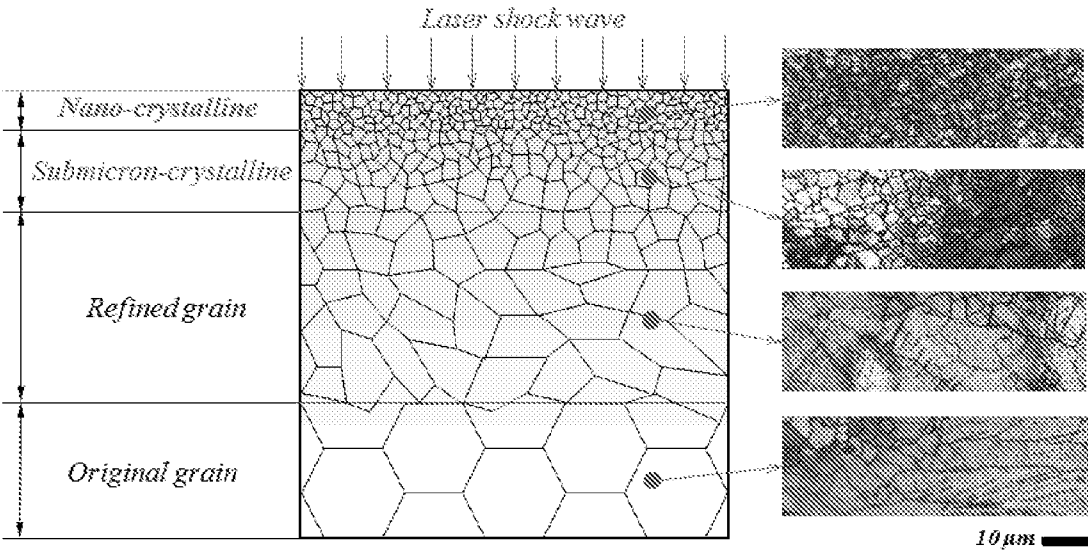


图 2

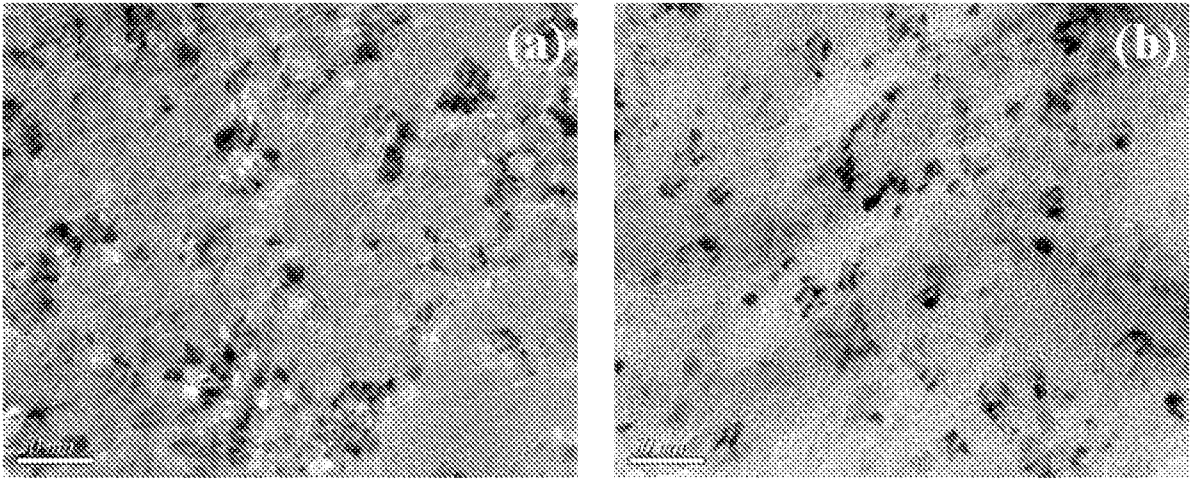


图 3

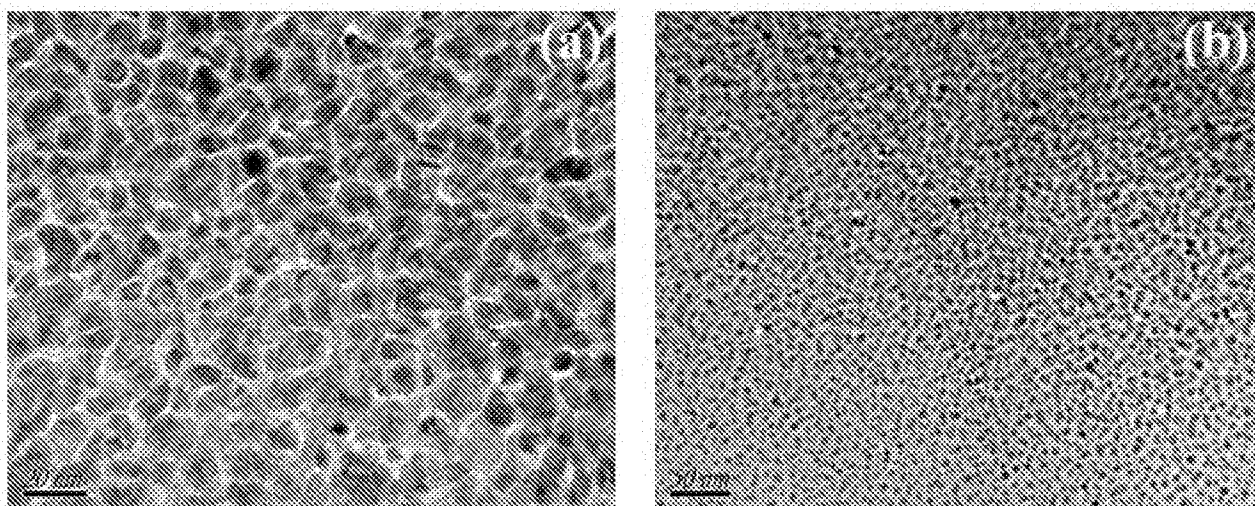


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/087532

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D 10/00 (2006.01) i; C21D 7/06 (2006.01) i; B24C 1/10 (2006.01)n

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)

C21D; B24C

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, SIPOABS, DWPI, CNTXT, CNKI, 激光冲击强化, 表面机械研磨, 纳米, laser shock peen+, LSP, surface mechanical attrition treat+, SMAT, nano+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103422098 A (JIANGSU UNIVERSITY), 04 December 3013 (04.12.3013), entire document	1-7
A	CN 103114185 A (UNIVERSITY OF SHANGHAI FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY), 22 May 2013 (22.05.2013), entire document	1-7
A	CN 106467933 A (JIANGSU UNIVERSITY), 01 March 2017 (01.03.2017), entire document	1-7
A	CN 102560508 A (UNIVERSITY OF SHANGHAI FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY), 11 July 2012 (11.07.2012), entire document	1-7
A	US 2016114462 A1 (US ARMY RES LAB), 28 April 2016 (28.04.2016), entire document	1-7

☐ 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
09 January 2018

Date of mailing of the international search report
31 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
ZHANG, Fang
Telephone No. (86-10) 62084779

International application No.
PCT/CN2017/087532

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

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/087532

A. 主题的分类 C21D 10/00(2006.01)i; C21D 7/06(2006.01)i; B24C 1/10(2006.01)n 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) C21D; B24C 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, SIPOABS, DWPI, CNTXT, CNKI, 激光冲击强化, 表面机械研磨, 纳米, laser shock peen+, LSP, surface mechanical attrition treat+, SMAT, nano+		
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 103422098 A (江苏大学) 2013年 12月 4日 (2013 - 12 - 04) 全文	1-7
A	CN 103114185 A (上海理工大学) 2013年 5月 22日 (2013 - 05 - 22) 全文	1-7
A	CN 106467933 A (江苏大学) 2017年 3月 1日 (2017 - 03 - 01) 全文	1-7
A	CN 102560508 A (上海理工大学) 2012年 7月 11日 (2012 - 07 - 11) 全文	1-7
A	US 2016114462 A1 (US ARMY RES LAB) 2016年 4月 28日 (2016 - 04 - 28) 全文	1-7
☐ 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		国际检索报告邮寄日期
2018年 1月 9日		2018年 1月 31日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
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		张芳 电话号码 (86-10)62084779

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/087532

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	103422098	A	2013年 12月 4日	CN 103422098 B	2016年 8月 10日
CN	103114185	A	2013年 5月 22日	无	
CN	106467933	A	2017年 3月 1日	无	
CN	102560508	A	2012年 7月 11日	无	
US	2016114462	A1	2016年 4月 28日	无	