

(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
2019 年 2 月 14 日 (14.02.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/029535 A1

- (51) 国际专利分类号:
B23K 26/00 (2014.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/099206
- (22) 国际申请日: 2018 年 8 月 7 日 (07.08.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710665420.5 2017年8月7日 (07.08.2017) CN
- (71) 申请人: 南方科技大学(SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。上海交通大学(SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。
- (72) 发明人: 项晓东(XIANG, Xiaodong); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。汪洪(WANG, Hong); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong

518055 (CN)。汪晓平(WANG, Xiaoping); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。武跃维(WU, Yuewei); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京品源专利代理有限公司(BEYOND ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市海淀区莲花池东路 39 号西金大厦 6 层, Beijing 100036 (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, 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,

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR PREPARING AMORPHOUS ALLOY USING PULSE LASER, AND USE

(54) 发明名称: 一种利用脉冲激光制备非晶合金的装置、方法及应用

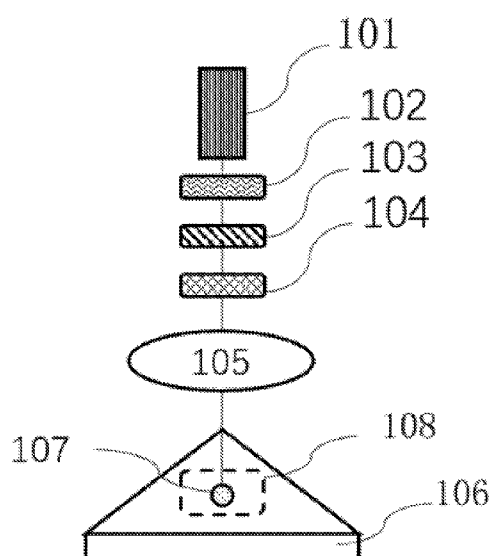


图 1

(57) Abstract: A device and a method for preparing an amorphous alloy using a pulse laser, and use. The device comprises a pulse laser emitting device and a sample to be processed (106); the pulse laser emitting device comprises a pulse laser (101), and an isolator (102), a time domain regulator (103), a spatial domain regulator (104) and a focusing lens (105) which are sequentially provided on an optical path. Sample micro-areas (107) are divided on the sample to be processed, and a local vacuum environment (108) is provided around the sample micro-areas. The pulse laser emitting device is located right above the sample micro-areas. In said method, after using a pulse laser to heat an alloy material to melt, the pulse laser is stopped, and the molten region of the alloy is rapidly cooled, obtaining an amorphous alloy. The method has a maximum cooling rate up to 10^{12} K/s, which is several magnitudes higher compared with related technologies, achieving efficient preparation of an amorphous alloy that cannot be prepared by means of traditional liquid phase cryogenic technology, expanding the amorphous material system, being a new means for preparing a novel amorphous material, and having wide application prospects.



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：一种利用脉冲激光制备非晶合金的装置、方法及应用，所述装置包括脉冲激光发射装置和待处理样品(106)；其中，所述脉冲激光发射装置包括脉冲激光器(101)以及光路上依次设置的隔离器(102)、时域调节器(103)、空域调节器(104)和聚焦镜(105)；在所待处理样品上划分样品微区(107)，所述样品微区周围设置局部真空环境(108)；所述脉冲激光发射装置位于样品微区正上方。所述方法利用脉冲激光将合金材料加热至熔化后，停止脉冲激光，合金熔化区域快速冷却，得到非晶合金。其最快冷却速度可达 10^{12} K/s，比相关技术提高数个量级，实现了高效制备传统液相极冷技术无法制备的非晶合金，扩大了非晶材料体系，是一种用于制备新型非晶的新手段，具有广阔的应用前景。

一种利用脉冲激光制备非晶合金的装置、方法及应用

技术领域

本申请涉及非晶合成领域，具体涉及一种利用脉冲激光制备非晶合金的装置、方法及应用。

背景技术

非晶合金（又称金属玻璃）是由超急冷凝固，合金凝固时原子来不及有序排列结晶，得到的固态合金是长程无序结构，没有晶态合金的晶粒、晶界存在。非晶态合金因其有别于一般金属的诸多独特性能，使其成为凝聚态物理学的前沿领域，成为国内外材料科学界的研究开发重点。

在 50 多年的发展过程中出现了许多用于制备非晶材料的技术，主要包括液相急冷法[Brown L M, Pais A, Pippard S B. Twentieth Century Physics. Bristol and Philadelphia: Institute of Physics Publishing, 1995]、沉积薄膜法[Kramer J. Annln. Phys. 1934, 19: 37]、多层膜界面固相反应法、机械合金化法、反溶化方法、离子束混合和电子辐射法、氢化法、压致非晶化法等[Johnson W L. Prog. Mater. Sci., 1986, 30: 81]。其中液相急冷法是现如今使用最为广泛，可用于实现大块非晶合金材料制备的有效手段。基于液相急冷思想也发展出诸多实用技术，包括喷溅冷却、双辊极冷轧制法、单滚筒离心冷却法、水淬法、助溶剂包裹法、金属模浇法等[Pond R. Maddin R. TMS-AIME, 1969, 245: 2475 ; Chen H S. Miller C E. Rev. Sci. Instru., 1970, 41: 1237]。然而采用现有液相急冷技术能够达到的最大冷却约 10^6K/s [PROGRESS IN PHYSICS,33,177 (2013)]，也被认为液相金属互熔体能否形成非晶态合金的界限。这意味着，对于需要冷却速度达到更快的合金材料，现有液相冷却技术将无法制备。

脉冲激光对材料进行处理已经广泛应用于产业，例如激光焊接、激光切割、激光打标、激光表面处理、激光增材制造等。现有的脉冲激光对非晶材料的处理也多围绕上述应用进行，如 CN102218607B 中提供了块体非晶合金的脉冲激光切割方法，CN105364314A 提供了一种对于 FeSiB 非晶带材获得非晶接头的焊接方法，CN102719625A 提供了一种提高块体非晶合金及其结构件室温塑性的方法及装置等。目前为止，脉冲激光技术尚未被应用于非晶材料的制备领域。

发明内容

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

本申请提供了一种利用脉冲激光制备非晶合金的装置、方法及应用，实现了高效制备传统液相极冷技术无法制备的非晶合金，扩大了非晶材料体系。

为达此目的，本申请采用以下技术方案：

第一方面，本申请提供了一种利用脉冲激光制备非晶合金的方法，所述方法为：利用脉冲激光将合金材料加热至熔化后，停止脉冲激光，合金熔化区域快速冷却，得到非晶合金。

本申请通过控制脉冲能量利用脉冲激光对合金材料进熔化处理后，采用短脉冲宽度的激光范围，能够获得极高的区域冷却速度，材料冷却速度最高可达 10^{12}K/s ，远高于现有液相急冷技术所能获得的最高冷却速度 10^6K/s ，进而可以得到更多种非晶材料。本申请可以高效制备传统液相极冷技术无法制备的非晶合金，从而扩大了非晶材料体系。

根据本申请，所述脉冲激光的脉冲宽度为 1ps-1s，例如可以是 1ps、10ps、100ps、1ns、10ns、100ns、1 μ s、10 μ s、100 μ s、1ms、10ms、100ms 或 1s 等，以及上述数值之间的具体点值，限于篇幅及出于简明的考虑，本申请不再穷尽

列举。

根据本申请,所述脉冲激光的脉冲强度为 0.01mJ-10mJ,例如可以是 0.01mJ、0.02mJ、0.05mJ、0.08mJ、0.1mJ、0.3mJ、0.5mJ、0.8mJ、1mJ、3mJ、5mJ、8mJ 或 10mJ,以及上述数值之间的具体点值,限于篇幅及出于简明的考虑,本申请不再穷尽列举。

对于本申请而言,脉冲激光调节器可调节的脉冲宽度和脉冲能量均适用于本申请,并不仅限于上述的 1ps-1s 和 0.01mJ-10mJ。

本申请通过调节脉冲激光的脉冲宽度、脉冲强度、脉冲时域以及脉冲空域,用于控制合金材料的加热温度和降温速度:脉冲强度主要控制材料的加热温度,脉冲强度越大,温度越高,材料越易熔化;合金熔化区域的冷却速度随着脉冲激光脉宽的增加而逐渐减小,如图 2 所示,随着脉冲宽度由 1ps (10^{-12} s) 逐渐增加到 1s,冷却速度从 10^{12} K/s 逐渐降低到 10^2 K/s。其中,所述脉冲激光的脉冲宽度包括但不限于 1ps-1s,所述脉冲激光的脉冲强度包括但不限于 0.01mJ-10mJ,所述脉冲激光的时域波形为短上升沿及缓慢衰减,所述空域波形为光斑中心较光斑边缘弱。

本申请中,任何形态的合金材料均适用于本申请,优选地,本申请所述的合金材料可以为合金块体或合金薄膜,但非仅限于此。

根据本申请,所述合金薄膜的厚度为 10nm-100nm,例如可以是 10nm、20nm、30nm、40nm、50nm、60nm、70nm、80nm、90nm 或 100nm,以及上述数值之间的具体点值,限于篇幅及出于简明的考虑,本申请不再穷尽列举。

本申请利用本领域的常规技术制备所述合金薄膜,例如可以通过磁控溅射或热蒸发等技术进行制备,但非仅限于此,凡是能够制备合金薄膜的技术都适用于本申请。

根据本申请，所述合金熔化区域的冷却速度为 10^2K/s - 10^{12}K/s ；例如可以是 10^2K/s 、 10^3K/s 、 10^4K/s 、 10^5K/s 、 10^6K/s 、 10^7K/s 、 10^8K/s 、 10^9K/s 、 10^{10}K/s 、 10^{11}K/s 或 10^{12}K/s ，以及上述数值之间的具体点值，限于篇幅及出于简明的考虑，本申请不再穷尽列举。

第二方面，本申请提供一种脉冲激光制备非晶合金装置，所述装置包括脉冲激光发射装置和待处理样品（106）；其中，所述脉冲激光发射装置包括脉冲激光器（101）、隔离器（102）、时域调节器（103）、空域调节器（104）以及聚焦镜（105）；在脉冲激光器（101）发射的激光光路上从上至下依次设置隔离器（102）、时域调节器（103）、空域调节器（104）以及聚焦镜（105）；在所待处理样品（106）上划分样品微区（107），所述样品微区（107）周围设置局部真空环境（108）；所述脉冲激光发射装置位于样品微区（107）正上方。

为了防止样品被氧化，本申请选择在样品微区（107）周围设置局部真空环境（108），所述局部真空环境（108）可以通过外部设备制造得到，例如在脉冲激光发射装置光路上与样品贴合处设置一个半圆形装置，可通过泵对其抽真空，进而达到使样品微区（107）处于真空环境的目的。同样，也可以把待处理样品（106）直接置于真空环境中。设置真空环境的方式有多种，本申请对此不做特殊限定，应当理解为：只要使利用脉冲激光制备非晶合金时作用的区域置于真空环境下即可。

根据本申请，所述待处理样品（106）即为用于制备非晶合金的合金材料，优选为合金块体或合金薄膜。

本申请可以任选地在所述脉冲激光制备非晶合金装置中设置非晶检测装置；利用所述非晶检测装置可以实现对合金熔化区域快速冷却后得到的非晶合金区域进行检测。

所述非晶检测装置可以为本领域公知的非晶合金的检测手段，优选为反射率检测装置或 XRD 检测装置。

根据本申请，所述脉冲激光制备非晶合金装置还包括组件控制、数据分析装置；所述组件控制、数据分析装置为一台计算机，所述计算机与脉冲激光发射装置、样品控制装置以及非晶检测装置相连接，对上述组件进行控制及数据分析。

第三方面，本申请提供一种如第二方面所述的装置的应用，所述应用的具体操作为：利用计算机控制脉冲激光器（101）发射激光，激光从上至下依次经过隔离器（102）、时域调节器（103）、空域调节器（104）以及聚焦镜（105），最终落在待处理样品（106）上的样品微区（107）；所述样品微区（107）周围设置局部真空环境（108）；将样品微区（107）加热至熔化后，停止脉冲激光，合金熔化区域快速冷却，得到非晶合金。

与相关技术方案相比，本申请至少具有以下有益效果：

本申请通过可控脉冲能量束对合金材料进行处理，并进行快速冷却，最快冷却速度可达 10^{12}K/s ，比相关技术提高数个量级，实现了高效制备传统液相极冷技术无法制备的非晶合金，扩大了非晶材料体系，是用于制备新型非晶的新手段。

在阅读并理解了附图和详细描述后，可以明白其他方面。

附图说明

图 1 为本申请提供的脉冲激光制备非晶合金装置的结构示意图，图中：101-脉冲激光器，102-隔离器，103-时域调节器，104-空域调节器，105-聚焦镜，106-待处理样品，107-样品微区，108-局域真空环境；

图 2 为脉冲激光的降温速度与脉冲宽度变化曲线，图中横坐标为脉冲宽度，

纵坐标为冷却速度。

下面对本申请进一步详细说明。但下述的实例仅仅是本申请的简易例子，并不代表或限制本申请的权利保护范围，本申请的保护范围以权利要求书为准。

具体实施方式

下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本申请的技术方案。

本申请在具体实施例部分提供了一种脉冲激光制备非晶合金装置，如图 1 所示：所述装置包括脉冲激光发射装置和待处理样品（106）；其中，所述脉冲激光发射装置包括脉冲激光器（101）、隔离器（102）、时域调节器（103）、空域调节器（104）以及聚焦镜（105）；在脉冲激光器（101）发射的激光光路上从上至下依次设置隔离器（102）、时域调节器（103）、空域调节器（104）以及聚焦镜（105）；在所待处理样品（106）上划分样品微区（107），所述样品微区（107）周围设置局部真空环境（108）；所述脉冲激光发射装置位于样品微区（107）正上方。

优选地，所述脉冲激光制备非晶合金装置还包括一台用于对上述组件进行控制及数据分析的计算机。

本申请在具体实施例部分还提供了一种利用脉冲激光制备非晶合金的方法，所述方法为：利用脉冲激光将合金材料加热至熔化后，停止脉冲激光，合金熔化区域快速冷却，得到非晶合金。

优选地，本申请利用上述脉冲激光制备非晶合金装置制备非晶合金。

为更好地说明本申请，便于理解本申请的技术方案，本申请的典型但非限制性的实施例如下：

实施例 1

本实施例提供了一种脉冲激光制备非晶合金装置，所述装置包括：脉冲激光发射装置和待处理样品 106；其中，所述脉冲激光发射装置包括脉冲激光器 101、隔离器 102、时域调节器 103、空域调节器 104 以及聚焦镜 105；在脉冲激光器 101 发射的激光光路上从上至下依次设置隔离器 102、时域调节器 103、空域调节器 104 以及聚焦镜 105；在所述待处理样品 106 上划分样品微区 107，在所述样品微区 107 周围设置局部真空环境 108；所述脉冲激光发射装置位于样品微区 107 正上方。

所述脉冲激光制备非晶合金装置还包括一台用于对上述组件进行控制及数据分析的计算机。

按照以下方法利用脉冲激光制备非晶合金：

以厚度为 50nm 的锌镁铝合金薄膜作为待处理样品，利用上述脉冲激光制备非晶合金装置进行制备。

控制脉冲强度为 2mJ，脉冲宽度为 1ns，利用计算机控制脉冲激光器 101 发射激光，激光上从上至下依次经过隔离器 102、时域调节器 103、空域调节器 104 以及聚焦镜 105，最终落在待处理样品 106 上的样品微区 107；在所述样品微区 107 周围设置局部真空环境 108；将样品微区 107 加热至熔化后，停止脉冲激光，合金熔化区域以 10^{10}K/s 的冷却速度快速冷却，得到锌镁铝非晶合金。

实施例 2

本实施例提供了一种脉冲激光制备非晶合金装置，所述装置除了设有反射率检测装置外，其他组件和结构与实施例 1 中的装置完全相同。

按照以下方法利用脉冲激光制备非晶合金：

以钙镁锌合金块体作为待处理样品，利用上述脉冲激光制备非晶合金装置进行制备。

控制脉冲强度为 10mJ，脉冲宽度为 1ns，利用计算机控制脉冲激光器 101 发射激光，激光从上至下依次经过隔离器 102、时域调节器 103、空域调节器 104 以及聚焦镜 105，最终落在待处理样品 106 上的样品微区 107；在所述样品微区 107 周围设置局部真空环境 108；将样品微区 107 加热至熔化后，停止脉冲激光，合金熔化区域以 10^{10} K/s 的冷却速度快速冷却，得到钙镁锌非晶合金。利用反射率检测装置对得到的锌镁铝非晶合金区域进行检测，确定其是否形成了非晶合金及形成区域面积。

实施例 3

控制脉冲激光的脉冲能量为 8mJ，脉冲宽度为 1 μ s，输出脉冲激光，对厚度为 30nm 铜铝合金薄膜进行加热，加热区域熔化后，停止脉冲激光，合金熔化区域 10^8 K/s 的冷却速度快速冷却，在激光的光斑区域内得到铜铝非晶合金。保持同样的脉冲能量和脉冲宽度，利用脉冲激光扫描整个样品，实现大范围非晶制备。

申请人声明，本申请通过上述实施例来说明本申请的详细结构特征，但本申请并不局限于上述详细结构特征，即不意味着本申请必须依赖上述详细结构特征才能实施。所属技术领域的技术人员应该明了，对本申请的任何改进，对本申请所选用部件的等效替换以及辅助部件的增加、具体方式的选择等，均落在本申请的保护范围和公开范围之内。

以上详细描述了本申请的优选实施方式，但是，本申请并不限于上述实施方式中的具体细节，在本申请的技术构思范围内，可以对本申请的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本申请的保护范围。

另外需要说明的是，在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征，在不矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合，为了避免不必要的重

复，本申请对各种可能的组合方式不再另行说明。

此外，本申请的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合，只要其不违背本申请的思想，其同样应当视为本申请所公开的内容。

权 利 要 求 书

1、一种利用脉冲激光制备非晶合金的方法，所述方法为：利用脉冲激光将合金材料加热至熔化后，停止脉冲激光，合金熔化区域快速冷却，得到非晶合金。

2、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述脉冲激光的脉冲宽度为 1ps-1s。

3、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述脉冲激光的脉冲强度为 0.01mJ-10mJ。

4、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述合金材料为合金块体或合金薄膜；
优选地，所述合金薄膜的厚度为 10nm-100nm；

优选地，所述合金薄膜通过磁控溅射或热蒸发技术制备得到。

5、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述合金熔化区域的冷却速度为 10^2K/s - 10^{12}K/s 。

6、一种脉冲激光制备非晶合金装置，所述装置包括脉冲激光发射装置和待处理样品（106）；其中，所述脉冲激光发射装置包括脉冲激光器（101）、隔离器（102）、时域调节器（103）、空域调节器（104）以及聚焦镜（105）；在脉冲激光器（101）发射的激光光路上从上至下依次设置隔离器（102）、时域调节器（103）、空域调节器（104）以及聚焦镜（105）；在所待处理样品（106）上划分样品微区（107），所述样品微区（107）周围设置局部真空环境（108）；所述脉冲激光发射装置位于样品微区（107）正上方。

7、如权利要求 6 所述的装置，其中，所述待处理样品（106）为合金块体或合金薄膜。

8、如权利要求 7 所述的装置，其中，所述脉冲激光制备非晶合金装置还包括非晶检测装置；所述非晶检测装置为反射率检测装置或 XRD 检测装置。

9、如权利要求 7 或 8 所述的装置，其中，所述脉冲激光制备非晶合金装置

还包括组件控制、数据分析装置；所述组件控制、数据分析装置为一台计算机，所述计算机与脉冲激光发射装置、样品控制装置以及非晶检测装置相连接，对上述组件进行控制及数据分析。

10、如权利要求 6-9 任一项所述的装置的应用，所述应用的操作为：利用计算机控制脉冲激光器（101）发射激光，激光从上至下依次经过隔离器（102）、时域调节器（103）、空域调节器（104）以及聚焦镜（105），最终落在待处理样品（106）上的样品微区（107）；所述样品微区（107）周围设置局部真空环境（108）；将样品微区（107）加热至熔化后，停止脉冲激光，合金熔化区域快速冷却，得到非晶合金。

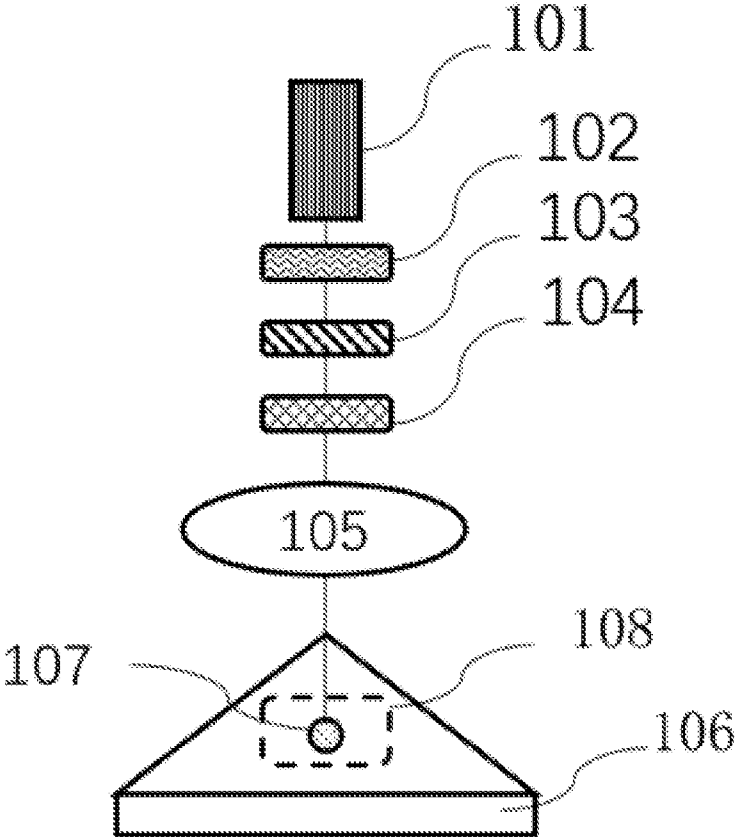


图 1

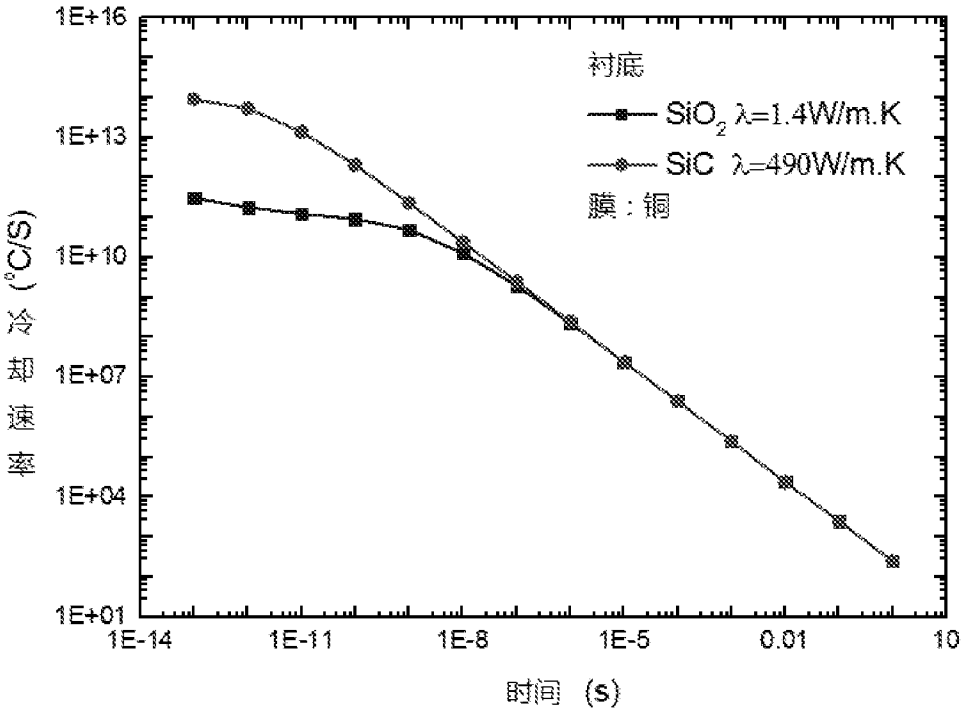


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/099206

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 26/00(2014.01)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)

B23K

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, CNKI: 非晶合金, 脉冲, 激光, 冷却, 熔化, 时域, 空域, 真空, amorphous, alloy, pulse, laser, cool +, molten, melt+, fusion, time domain, air domain, vacuum

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107283047 A (SOUTH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA ET AL.) 24 October 2017 (2017-10-24) claims 1-10	1-10
X	US 4797871 A (EASTMAN KODAK CO.) 10 January 1989 (1989-01-10) description, column 1, line 5 to column 6, line 5, and figures 1-2	1-10
A	CN 104889570 A (WUHAN UNIVERSITY ET AL.) 09 September 2015 (2015-09-09) entire document	1-10
A	CN 102814591 A (SUZHOU DELPHI LASER CO., LTD.) 12 December 2012 (2012-12-12) entire document	1-10
A	CN 106216833 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 14 December 2016 (2016-12-14) entire document	1-10
A	CN 103706955 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 09 April 2014 (2014-04-09) entire document	1-10
A	DE 102007063165 A1 (ENBW KRAFTWERKE AG) 02 July 2009 (2009-07-02) entire document	1-10



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

23 October 2018

Date of mailing of the international search report

09 November 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/099206**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 01259181 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD.) 16 October 1989 (1989-10-16) entire document	1-10
A	JP 03294486 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 25 December 1991 (1991-12-25) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/099206**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/099206

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107283047	A	24 October 2017	None			
US	4797871	A	10 January 1989	EP	0260921	A2	23 March 1988
				EP	0260921	A3	26 July 1989
				JP	S63132090	A	04 June 1988
				CA	1258172	A	08 August 1989
CN	104889570	A	09 September 2015	CN	104889570	B	11 July 2017
CN	102814591	A	12 December 2012	CN	102814591	B	01 June 2016
				TW	I460045	B	11 November 2014
				TW	201347889	A	01 December 2013
CN	106216833	A	14 December 2016	CN	106216833	B	09 February 2018
CN	103706955	A	09 April 2014	None			
DE	102007063165	A1	02 July 2009	None			
JP	01259181	A	16 October 1989	None			
JP	03294486	A	25 December 1991	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/099206

A. 主题的分类 B23K 26/00 (2014.01) 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) B23K 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, CNKI: 非晶合金, 脉冲, 激光, 冷却, 熔化, 时域, 空域, 真空, amorphous, alloy, pulse, laser, cool+, molten, melt+, fusion, time domain, air domain, vacuum		
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 107283047 A (南方科技大学等) 2017年 10月 24日 (2017 - 10 - 24) 权利要求1-10	1-10
X	US 4797871 A (EASTMAN KODAK CO) 1989年 1月 10日 (1989 - 01 - 10) 说明书第1栏第5行至第6栏第5行, 附图1-2	1-10
A	CN 104889570 A (武汉大学等) 2015年 9月 9日 (2015 - 09 - 09) 全文	1-10
A	CN 102814591 A (苏州德龙激光有限公司) 2012年 12月 12日 (2012 - 12 - 12) 全文	1-10
A	CN 106216833 A (北京理工大学) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文	1-10
A	CN 103706955 A (北京理工大学) 2014年 4月 9日 (2014 - 04 - 09) 全文	1-10
A	DE 102007063165 A1 (ENBW KRAFTWERKE AG) 2009年 7月 2日 (2009 - 07 - 02) 全文	1-10
A	JP 01259181 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 1989年 10月 16日 (1989 - 10 - 16) 全文	1-10
☒ 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 10月 23日		2018年 11月 9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		高晓颖
		电话号码 86-(010)-62085364

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	JP 03294486 A (TOYOTA MOTOR CORP) 1991年 12月 25日 (1991 - 12 - 25) 全文	1-10

第III栏

缺乏发明单一性的意见(续第1页第3项)

本国际检索单位在该国际申请中发现多项发明，即：

1. ☐ 由于申请人按时缴纳了被要求缴纳的全部附加检索费，本国际检索报告涉及全部可作检索的权利要求。
2. ☐ 由于无需付出有理由要求附加费的劳动即能对全部可检索的权利要求进行检索，本单位未通知缴纳任何加费。
3. ☐ 由于申请人仅按时缴纳了部分被要求缴纳的附加检索费，本国际检索报告仅涉及已缴费的那些权利要求，具体地说，是权利要求：
4. ☐ 申请人未按时缴纳被要求缴纳的附加检索费。因此，本国际检索报告仅涉及权利要求书中首先提及的发明；包含该发明的权利要求是：

对异议的意见

- ☐ 申请人缴纳了附加检索费，同时提交了异议书，适用时，缴纳了异议费。
- ☐ 申请人缴纳了附加检索费，同时提交了异议书，但未在通知书规定的时间期限内缴纳异议费。
- ☐ 缴纳附加检索费时未提交异议书。

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/099206

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	107283047	A	2017年 10月 24日	无			
US	4797871	A	1989年 1月 10日	EP	0260921	A2	1988年 3月 23日
				EP	0260921	A3	1989年 7月 26日
				JP	S63132090	A	1988年 6月 4日
				CA	1258172	A	1989年 8月 8日
CN	104889570	A	2015年 9月 9日	CN	104889570	B	2017年 7月 11日
CN	102814591	A	2012年 12月 12日	CN	102814591	B	2016年 6月 1日
				TW	I460045	B	2014年 11月 11日
				TW	201347889	A	2013年 12月 1日
CN	106216833	A	2016年 12月 14日	CN	106216833	B	2018年 2月 9日
CN	103706955	A	2014年 4月 9日	无			
DE	102007063165	A1	2009年 7月 2日	无			
JP	01259181	A	1989年 10月 16日	无			
JP	03294486	A	1991年 12月 25日	无			