(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
2024 年 7 月 18 日 (18.07.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/148692 A1

(51) 国际专利分类号:
H01F 41/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/086848

(22) 国际申请日: 2023 年 4 月 7 日 (07.04.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310029328.5 2023年1月9日 (09.01.2023) CN

(71) 申请人:北京工业大学(**BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区平乐园100号, Beijing 100124 (CN)。

(72) 发明人: 岳明 (**YUE, Ming**); 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。 李迁 (**LI, Qian**); 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。 李玉卿 (**LI, Yuqing**); 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。 刘卫强 (**LIU, Weiqiang**); 中国北京市朝阳区平乐园100号, Beijing 100124 (CN)。

(74) 代理人:北京路浩知识产权代理有限公司(**CN-KNOWHOW INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LIMITED**); 中国北京市海淀区中关村大街11号9层965, Beijing 100086 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:** HOT-DEFORMED MAGNET AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种热变形磁体及其制备方法

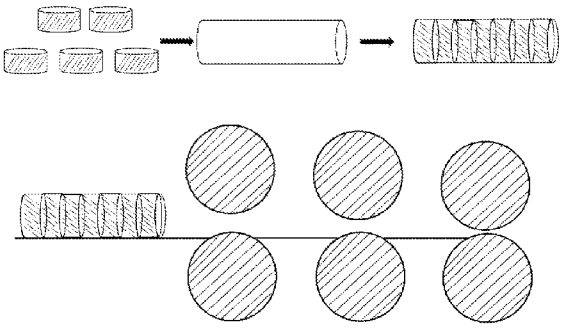


图 1

(57) **Abstract:** The present application relates to the technical field of magnetic materials, and in particular to a hot-deformed magnet and a preparation method therefor. The preparation method comprises: after amorphous or nanocrystalline magnetic powder is hot-pressed into a precursor, carrying out steel sleeve packaging and vacuumizing treatment on the precursor, carrying out heat preservation treatment at a temperature of 600-1000℃, and then carrying out hot rolling, wherein the size of crystal grains inside the precursor is less than 100 nanometers. The preparation method of the present application has dual advantages of being beneficial to large-scale efficient production and easy to control the overall dimension of the magnet. The manufacturing process is not limited by the vacuum degree and multi-step heating any more, the process is simple, the energy consumption can be reduced, the costs are reduced, the energy consumption and the costs are both lower than those of a hot pressing-hot deformation method, and the production efficiency is improved. The prepared magnet has the characteristics of high magnetic energy product and high coercivity, and has a wide application range and high application value.

WO 2024/148692 A1

[见续页]

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本申请涉及磁性材料技术领域，尤其涉及一种热变形磁体及其制备方法。制备方法包括：将非晶或纳米晶磁粉经过热压制成前驱体后，对前驱体进行钢套封装和抽真空处理，然后在600～1000℃下保温处理后进行热轧；其中，所述前驱体内部晶粒的尺寸小于100纳米。本申请的制备方法具有利于大规模高效生产和易于控制磁体外形尺寸的双重优势。制造过程不再受限于真空度和多步加热的限制，工艺简单，可减低能源消耗，降低成本，能耗与成本均低于热压-热变形法，提高生产效率。所制备的磁体具有高磁能积和高矫顽力的特点，应用范围广泛且应用价值高。

一种热变形磁体及其制备方法

相关申请的交叉引用

本申请要求于 2023 年 01 月 09 日提交的申请号为 202310029328.5，名称为“一种热变形磁体及其制备方法”的中国专利申请的优先权，其通过引用方式全部并入本文。

技术领域

本申请涉及磁性材料技术领域，尤其涉及一种热变形磁体及其制备方法。

背景技术

随着信息技术和新能源技术的发展，磁性材料成为高科技社会发展所需的重要材料之一。磁性材料的应用已经涉及到现代社会发展的方方面面，比如在新能源技术、医疗设备、航空等行业有着广泛而深入的应用。尤其是在近年来迅速发展的新能源汽车行业，高端永磁材料已经成为高性能电动机的核心组成部分。因此随着科学技术水平的提高，社会发展和工业创新对磁性材料的需求将越来越旺盛，磁性材料的应用前景会更加广阔，因此对磁性材料的深入研究和发展直接地推动着社会的发展、工业的创新和人类的进步。

近些年，采样热变形技术制备高性能稀土永磁体的研究取得了较好进展。热变形加工方法中主要以镦粗和背向挤压为主。其中镦粗法由于变形不均匀，所制备的热变形磁体磁性能也不均匀，需要后期加工中切除上下面形变量小的区域，造成大量的浪费；而且，常规镦粗变形方法也需要两步加热过程，特别是第二步的热变形过程，时间长，温度高，因此能耗大，工艺复杂。另外，背向挤压变形方式也可以用来制备热变形磁体、磁环或磁瓦，但是该方法同样需要经历两个高温过程，且在热压和热变形过程中都需要加热、冷却和脱模三个环节，工序繁杂且耗时很长，因此，难以连续生产，生产效率低，消耗大量能源，制备成本高。其中生产效率低是制约该技术及热变形磁环实现规模化生产的瓶颈。

已有日本专利 JPH023905A，通过铸锭轧制钕铁硼材料，通过调控不

同富稀土相的元素含量，最终得到轧制钕铁硼磁体，并且在横截面上对其进行不同位置处的磁性能测试，其最大磁能积由 10 MGOe 增加到 23 MGOe，再减小到 10 MGOe。日本专利 JPH2794755B2，通过对铸锭钕铁硼材料在 750-1150 ℃进行轧制，使每次的变形量在 30%以上，轧制以后的样品进行 400-700 ℃的热处理。最终的(BH)max<30 MGOe，Hcj 范围为 5-12 kOe。上述专利所涉及的钕铁硼材料均为铸锭，通过单道次或者多道次轧制后磁体磁性能过低且均匀性差，而且矫顽力也较低，不具有实际应用价值。

发明内容

为了解决上述现有技术的缺陷，本申请提供了一种热变形磁体的制备方法，包括:

将非晶或纳米晶磁粉经过热压制成前驱体后，对前驱体进行钢套封装和抽真空处理，然后在 600~1000 ℃下保温处理后进行热轧;

其中，所述前驱体内部晶粒的尺寸小于 100 纳米。

本申请提供了通过热压和热变形两步法制备热变形磁体的新技术。通过热压的方式制备前驱体，同时控制前驱体内部晶粒的尺寸小于 100 纳米，有利于经过后续保温和热轧过程后，磁体具有较高的磁性能。

通过对前驱体进行钢套封装，能够灵活调整钢套尺寸，使得热变形磁体的尺寸灵活调整，实现不同性能及尺寸要求的热变形磁体生产。

而且，本申请还发现在热轧之前在 600~1000 ℃下保温处理能够有利于控制热轧过程中磁体内部晶粒的长大过程，使得经过热轧的磁体具有更高的磁性能。

优选地，控制前驱体内部晶粒的尺寸为 50 纳米以下，更优选为 30 纳米以下。

在具体实施过程中，热轧的温度与保温处理的温度相同。

在具体实施过程中，所述前驱体为块状前驱体。

作为本申请的一种优选的实施方案，保温处理的时间为 10~30 min。

在上述条件下进行保温处理，能够有效地控制热轧过程中磁体内部晶粒的长大过程，进一步提高经过热轧的磁体的磁性能。

作为本申请的一种优选的实施方案，热轧过程的压下率为 60%以上。

在本申请中，压下率为钢套厚度减少量与其原始厚度的比值。

在本申请中，控制压下率为 60%即可获得磁性能优异的热变形磁体。

在具体实施过程中，在热轧过程中，可采用单道次轧制或者多道次轧制，可灵活调整不同道次之间的变形量。

作为本申请的一种优选的实施方案，所述热压的温度为 300~500 ℃。

作为本申请的一种优选的实施方案，所述热压的压力为 500~1000 MPa。

作为本申请的一种优选的实施方案，所述热压的时间为 1~5min。

控制热压的时间在上述范围内时，能够有效地控制前驱体内部晶粒的大小，使得经过热轧处理之后的磁体磁性能进一步提升。

作为本申请的一种优选的实施方案，所述前驱体的密度为磁粉材料理论密度的 95%以上。

作为本申请的一种优选的实施方案，抽真空处理的真空度为 0.06 Pa 以下。

作为本申请的一种优选的实施方案，制备方法还包括：在热轧之后对钢套切割获得热变形磁体。

在具体实施过程中，包括但不限于采用线切割、切片机或激光切割机切割分离钢套和热变形磁体。

作为本申请的一种优选的实施方案，在抽真空处理之前，在钢套内壁涂覆二硫化钼和/或氮化硼作脱模剂。

进一步，本申请还提供了上述任一实施方案所制备的热变形磁体。

与现有技术相比，本申请的有益效果在于：

本申请的制备方法具有利于大规模高效生产和易于控制磁体外形尺寸的双重优势。制造过程不再受限于真空度和多步加热的限制，工艺简单，可减低能源消耗，降低成本，能耗与成本均低于热压-热变形法，提高生产效率。所制备的磁体具有高磁能积和高矫顽力的特点，应用范围广泛且应用价值高。

附图说明

图 1 是本申请实施例的工艺流程图。

图 2 是本申请实施例 1 的钕铁硼热变形磁体的实物照片。

图 3 是本申请实施例 1 的钕铁硼热变形磁体的 X 射线衍射图。

图 4 是本申请实施例 1 的钕铁硼热变形磁体的断口形貌图。

具体实施方式

在本申请中，对非晶或纳米晶磁粉没有特别的限制，例如可以通过熔体快淬法获得快淬带，然后将快淬带碾碎获得快淬粉。又例如可以通过高能球磨法获得超细粉体。也可以使用商购获得的快淬粉，例如购自麦格昆磁(天津)有限公司的 MQU 等系列的磁粉。使用的非晶或纳米晶磁粉可以具有纳米级的晶粒尺寸，也可以是非晶态，并在热压和热变形过程中晶化。对于非晶或纳米晶磁粉的合金组成没有特别的限制，例如可以使用 $RE_2Fe_{14}B$ 或 $RECo_5$ 单相合金，其中 RE 代表 Nd、Sm 或其他稀土元素或它们的组合。

在本申请中，热压过程没有特殊的限制，一般使用与钢套配套尺寸的磨具进行热压。根据热轧钢套的尺寸制备相应的热压块状前驱体即可，可以是正方体、长方体、圆柱体或者其他截面的柱体。

在本申请中，抽真空过程一般采用机械泵、扩散泵或分子泵等真空装置，在钢套一端进行焊接真空钢管，随后将真空钢管进行密封以达到真空要求。

在本申请中，在 600-1000 ℃的温度下对钢套进行轧制。热轧过程在空气中进行即可。升温速率没有特定要求，如 20-200 ℃/分钟；保温后进行轧制变形，将钢套由轧辊一端推送至轧辊另一端成型。此过程可以采用单道次或者多道次轧制。

在本申请中，可以提前在钢套内壁均匀涂抹二硫化钼或者氮化硼作为脱模剂。轧制以后可以利用线切割、切片机和激光切割机等进行切割分离钢套和热变形磁体。

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将对本申请中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

实施例中未注明具体技术或条件者，均为常规方法或者按照本领域的文献所描述的技术或条件进行，或者按照产品说明书进行。所用试剂和仪器等未注明生产厂商者，均为可通过正规渠道商购买得到的常规产品。

下述实施例的工艺流程图如图 1 所示。

实施例 1

本实施例提供了一种热变形磁体，其制备方法如下：

以市售钕铁硼快淬磁粉为原料，采用热压工艺制备前驱体，热压温度 500 ℃，压制压力 500 MPa，保温 1 分钟，制得热变形前驱体材料，其密度为 7.52 g/cm3（磁粉材料理论密度的 98.9%），平均晶粒尺寸 50 纳米。将前驱体装入尺寸匹配的钢套并抽中真空，使钢套内部的真空度达到 5×10-2 Pa。将封装好的钢套进行保温处理，温度 600 ℃，保温 10 分钟，然后进行热轧，热轧采用单道次轧制工艺，压下率 60%。提前在钢套内壁均匀涂抹二硫化钼脱模剂，然后采用机械切割获得钕铁硼热变形磁体（如图 2 所示）。钕铁硼热变形磁体的 X 射线衍射图如图 3 所示。钕铁硼热变形磁体的断口形貌图如图 4 所示。

实施例 2

本实施例提供了一种热变形磁体，其制备方法如下：

以高能球磨钐钴非晶磁粉为原料，采用热压工艺制备前驱体，热压温度 300 ℃，压制压力 1000 MPa，保温 5 分钟，制得热变形前驱体材料，其密度为 8.46 g/cm3（磁粉材料理论密度的 99.5%），平均晶粒尺寸 30 纳米。将前驱体装入尺寸匹配的钢套并抽中真空，使钢套内部的真空度达到 1×10^{-2} Pa。将封装好的钢套进行保温处理，温度 1000℃，保温 30 分钟，然后进行热轧，热轧采用三道次轧制工艺，压下率 90%。提前在钢套内壁均匀涂抹氮化硼脱模剂，采用机械切割获得钐钴热变形磁体。

对比例 1

本对比例提供了一种热变形磁体，其制备方法如下：

以球磨钕铁硼铸锭合金粉末为原料，采用热压工艺制备前驱体，热压温度 500 ℃，压制压力 500 MPa，保温 1 分钟，制得热变形前驱体材料，其密度为 7.53 g/cm3（磁粉材料理论密度的 99.1%），平均晶粒尺寸 5.5 微米（5500 纳米）。将前驱体装入尺寸匹配的钢套并抽中真空，使钢套内部的真空度达到 5×10^{-2} Pa。将封装好的钢套进行保温处理，温度 600℃，保温 10 分钟，然后进行热轧，热轧采用单道次轧制工艺，压下率 60%。提前在钢套内壁均匀涂抹二硫化钼脱模剂，然后采用机械切割获得钕铁硼热

变形磁体。

对比例 2

本对比例提供了一种热变形磁体，制备方法仅与实施例 2 不同的是前驱体封装后，不保温直接进行热轧处理，具体如下：

以高能球磨钐钴非晶磁粉为原料，采用热压工艺制备前驱体，热压温度 300℃，压制压力 1000 MPa，保温 5 分钟，制得热变形前驱体材料，其密度为 8.46 g/cm3（磁粉材料理论密度的 99.5%），平均晶粒尺寸 30 纳米。将前驱体装入尺寸匹配的钢套并抽中真空，使钢套内部的真空度达到 1×10^{-2} Pa。将封装好的钢套直接进行热轧，热轧采用三道次轧制工艺，压下率 90%。提前在钢套内壁均匀涂抹氮化硼脱模剂，采用机械切割获得钐钴热变形磁体。

试验例

对上述实施例和对比例制备的热变形磁体的磁性能进行测试。具体的方法是，在热轧后去除的条形磁体的前端、中部和后端分别切取一个 1.5 × 1.5 × 1.5 mm 的样品，样品充磁后，采用振动样品磁强计测试其磁滞回线以获得磁体矫顽力。

结果如表 1 所示。

表 1 磁体的矫顽力（单位：kOe）

	前端样品	中部样品	后端样品
实施例 1	17.2	17.4	17.3
对比例 1	1.2	1.1	1.1
实施例 2	33.5	33.6	33.5
对比例 2	12.1	13.2	10.8

由表 1 可见，本申请的制备方法所制备的磁体具有较高的磁体矫顽力，同时根据不同位置处磁体的测试结果看，本申请所制备的磁体具有非常好的均匀性，易于工业化批量生产且不会造成大量的材料浪费。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围。

权 利 要 求 书

1、一种热变形磁体的制备方法，其特征在于，包括:

将非晶或纳米晶磁粉经过热压制成前驱体后，对前驱体进行钢套封装和抽真空处理，然后在 600~1000 ℃下保温处理后进行热轧;

其中，所述前驱体内部晶粒的尺寸小于 100 纳米。

2、根据权利要求 1 所述的制备方法，其特征在于，保温处理的时间为 10~30 min。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的制备方法，其特征在于，热轧过程的压下率为 60%以上。

4、根据权利要求 1~3 中任一项所述的制备方法，其特征在于，所述热压的温度为 300~500 ℃，所述热压的压力为 500~1000 MPa。

5、根据权利要求 4 所述的制备方法，其特征在于，所述热压的时间为 1~5 min。

6、根据权利要求 1~5 中任一项所述的制备方法，其特征在于，所述前驱体的密度为磁粉材料理论密度的 95%以上。

7、根据权利要求 1~6 中任一项所述的制备方法，其特征在于，抽真空处理的真空度为 0.06 Pa 以下。

8、根据权利要求 1~7 中任一项所述的制备方法，其特征在于，还包括：在热轧之后对钢套切割获得热变形磁体。

9、根据权利要求 8 所述的制备方法，其特征在于，在抽真空处理之前，在钢套内壁涂覆二硫化钼和/或氮化硼作脱模剂。

10、一种热变形磁体，其特征在于，其由权利要求 1~9 中任一项所述的制备方法制得。

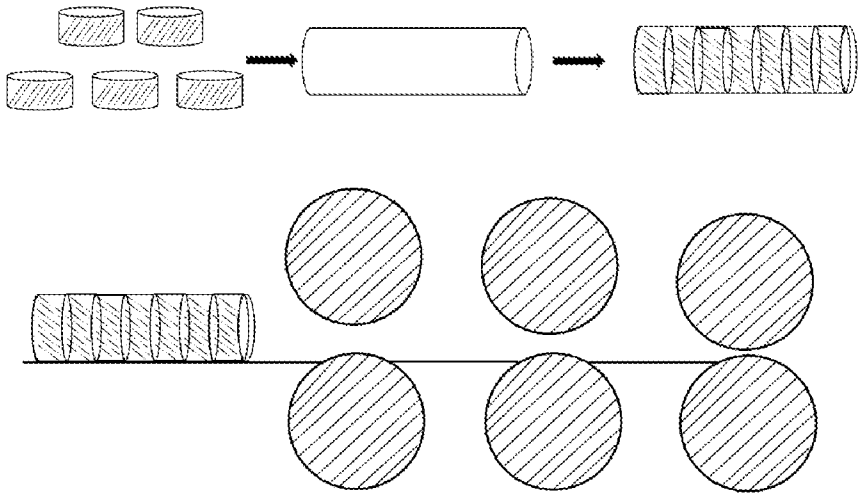


图 1

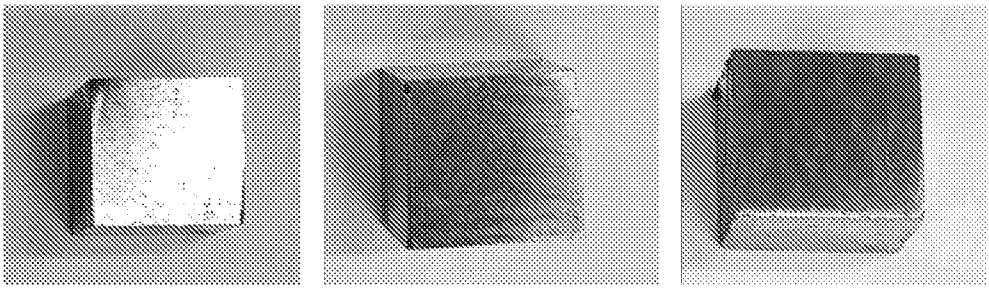


图 2

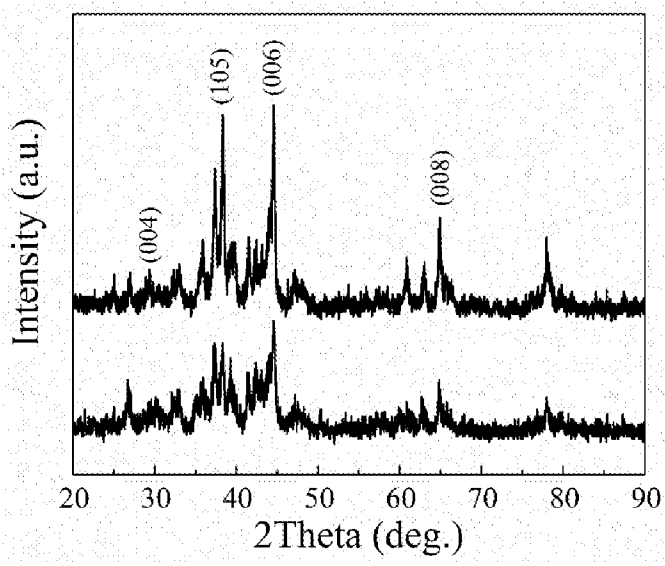


图 3

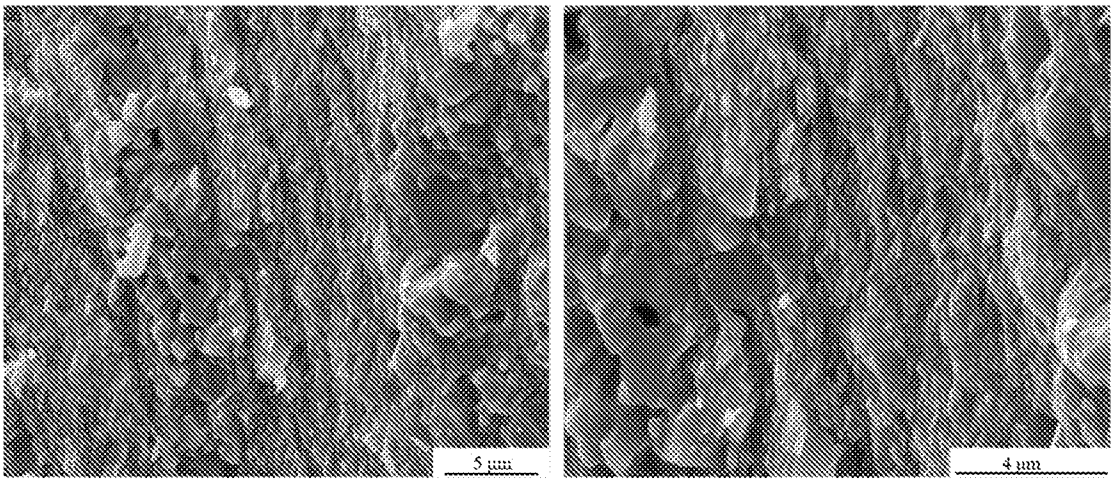


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/086848

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F41/02(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)

H01F

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, ENTXT, VEN, IEEE: 纳米, 前驱, 热变形, 热轧, 真空, nano+, precursor, hot rolling, vacuum

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 113658791 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16 November 2021 (2021-11-16) description, paragraphs 4-27	1-10
A	CN 102403079 A (NINGBO INSTITUTE OF MATERIAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 04 April 2012 (2012-04-04) entire document	1-10
A	EP 2869311 A1 (INSTITUTE JOZEF STEFAN) 06 May 2015 (2015-05-06) entire document	1-10
A	CN 115458317 A (SICHUAN UNIVERSITY) 09 December 2022 (2022-12-09) 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
16 May 2023	**23 May 2023**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/086848

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 113658791 A	16 November 2021	None	
CN 102403079 A	04 April 2012	None	
EP 2869311 A1	06 May 2015	EP 2869311 B1	24 June 2020
CN 115458317 A	09 December 2022	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/086848

A. 主题的分类

H01F41/02(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)

H01F

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, ENTXT, VEN, IEEE:纳米, 前驱, 热变形, 热轧, 真空, nano+, precursor, hot rolling, 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
X	CN 113658791 A (北京工业大学) 2021年11月16日 (2021-11-16) 说明书第4-27段	1-10
A	CN 102403079 A (中国科学院宁波材料技术与工程研究所) 2012年4月4日 (2012-04-04) 全文	1-10
A	EP 2869311 A1 (INSTITUTE JOZEF STEFAN) 2015年5月6日 (2015-05-06) 全文	1-10
A	CN 115458317 A (四川大学) 2022年12月9日 (2022-12-09) 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
“D” 申请人在国际申请中引证的文件
“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
2023年5月16日	2023年5月23日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 嵇恒 电话号码 (+86) 010-53961502

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/086848

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 113658791 A	2021年11月16日	无	
CN 102403079 A	2012年4月4日	无	
EP 2869311 A1	2015年5月6日	EP 2869311 B1	2020年6月24日
CN 115458317 A	2022年12月9日	无	