

(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 12 月 23 日 (23.12.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/254480 A1

(51) 国际专利分类号:
C22C 19/05 (2006.01) B29C 64/153 (2017.01)
C22C 1/04 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/100852

(22) 国际申请日: 2021 年 6 月 18 日 (18.06.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010571208.4 2020 年 6 月 19 日 (19.06.2020) CN

(71) 申请人: 北京钢研高纳科技股份有限公司 (GAONA AERO MATERIAL CO., LTD) [CN/CN]; 中国北京市海淀区大柳树南村 19 号, Beijing 100081 (CN)。

(72) 发明人: 毕中南(BI, Zhongnan); 中国北京市海淀区大柳树南村 19 号, Beijing 100081 (CN)。 张少明

(ZHANG, Shaoming); 中国北京市海淀区大柳树南村 19 号, Beijing 100081 (CN)。 夏天(XIA, Tian); 中国北京市海淀区大柳树南村 19 号, Beijing 100081 (CN)。 王睿(WANG, Rui); 中国北京市海淀区大柳树南村 19 号, Beijing 100081 (CN)。 曲敬龙(QU, Jinglong); 中国北京市海淀区大柳树南村 19 号, Beijing 100081 (CN)。 马惠萍(MA, Huiping); 中国北京市海淀区大柳树南村 19 号, Beijing 100081 (CN)。 韩寿波(HAN, Shoubo); 中国北京市海淀区大柳树南村 19 号, Beijing 100081 (CN)。 孙广宝(SUN, Guangbao); 中国北京市海淀区大柳树南村 19 号, Beijing 100081 (CN)。

(74) 代理人: 北京超凡宏宇专利代理事务所 (特殊普通合伙) (CHOFN INTELLECTUAL PROPERTY); 中国北京市海淀区北四环西路 68 号左岸工社 1215-1218 室, Beijing 100080 (CN)。

(54) Title: NICKEL-BASED SUPERALLOY AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR, AND COMPONENT AND APPLICATION

(54) 发明名称: 镍基高温合金及其制造方法、部件和应用

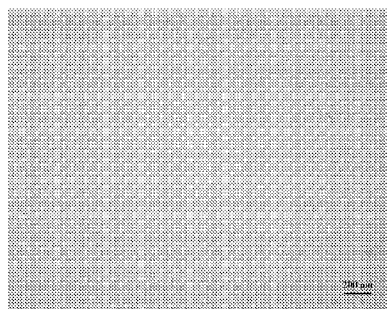


图 1

(57) Abstract: The present disclosure relates to the technical field of alloys, and provides a nickel-based superalloy and a manufacturing method therefor, and a component and an application. The nickel-based superalloy is prepared from the following raw materials by means of 3D printing. The raw materials comprise (mass percent): less than or equal to 0.3% of C, less than 5% of Co, 13-15% of W, 20-24% of Cr, 1-3% of Mo, 0.2-0.5% of Al, less than 0.1% of Ti, less than 3% of Fe, less than 0.015% of B, 0.001-0.004% of La, 0.01-0.2% of Mn, and 0.02-0.2% of Si, with the balance being Ni. Average carbide size in a tissue is 150-200 nm, and carbide size distribution is 50 nm to 4 μm. The alloy has no cracks on the surface and inside, has high strength at high temperature and still has excellent performance at a temperature of 1100 °C, and can thus meet the use requirements of aviation and aerospace.

(57) 摘要: 本公开提供了一种镍基高温合金及其制造方法、部件和应用, 涉及合金技术领域, 镍基高温合金采用如下原料经 3D 打印制备得到: 原料包括(质量百分比): C 小于等于 0.3%, Co 小于 5%, W 13-15%, Cr 20-24%, Mo 1-3%, Al 0.2-0.5%, Ti 小于 0.1%, Fe 小于 3%, B 小于 0.015%, La 0.001-0.004%, Mn 0.01-0.2%, Si 0.02-0.2%, 以及余量的 Ni; 组织中平均碳化物尺寸 150-200nm, 碳化物尺寸分布 50nm-4μm。该合金表面及内部无裂纹, 高温强度高, 在温度为 1100 °C 时仍具有优良的性能, 可以满足航空、航天的使用要求。



WO 2021/254480 A1

(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, IT, 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, 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))。

镍基高温合金及其制造方法、部件和应用

相关申请的交叉引用

本公开要求于 2020 年 6 月 19 日提交中国专利局的申请号为 202010571208.4、名称
5 为“镍基高温合金及其制造方法、部件和应用”的中国专利申请的优先权，其全部内容
通过引用结合在本公开中。

技术领域

本公开涉及合金技术领域，尤其是涉及一种镍基高温合金及其制造方法、部件和应
10 用。

背景技术

高温合金具有良好的抗氧化性和耐腐蚀性能，以及高温下较高的强度，是航空、航
天动力系统热端部件的关键材料。随着航空、航天产业的不断发展，核心部件设计要求的
15 逐步提升，零件内部出现了较多的复杂内流道及薄壁结构，传统铸锻焊工艺得到的高
温合金已无法满足设计要求。

发明内容

本公开的目的在于提供一种镍基高温合金及其制造方法，该合金表面及内部无裂
20 纹，高温强度高，在温度为 1100℃时仍具有优良的性能，可以满足航空、航天的使用要
求。

第一方面，本公开提供的镍基高温合金，采用如下原料经 3D 打印制备得到；

所述原料包括质量百分比的如下组分：C 小于等于 0.3%，Co 小于 5%，W 13-15%，
Cr 20-24%，Mo 1-3%，Al 0.2-0.5%，Ti 小于 0.1%，Fe 小于 3%，B 小于 0.015%，La
25 0.001-0.004%，Mn 0.01-0.2%，Si 0.02-0.2%，以及余量的 Ni；

所述镍基高温合金无裂纹；所述镍基高温合金的组织中平均碳化物尺寸大小为
150-200nm，碳化物尺寸分布为 50nm-4μm。

在一种或多种实施方式中，所述原料包括质量百分比的如下组分：

C 0.05-0.3%，Co 小于 5%，W 13-15%，Cr 20-24%，Mo 1-3%，Al 0.2-0.5%，Ti 小
30 于 0.1%，Fe 小于 3%，B 小于 0.015%，La 0.001-0.004%，Mn 0.01-0.1%，Si 0.02-0.1%，
以及余量的 Ni。

在一种或多种实施方式中，所述原料包括质量百分比的如下组分：

C 0.08-0.25%, Co 小于 5%, W 13-15%, Cr 20-24%, Mo 1-3%, Al 0.2-0.5%, Ti 小于 0.1%, Fe 小于 3%, B 小于 0.015%, La 0.001-0.004%, Mn 0.01-0.06%, Si 0.02-0.06%, 以及余量的 Ni。

5 在一种或多种实施方式中, 所述镍基高温合金中的碳化物包括一次碳化物, 以及二次碳化物;

一次碳化物尺寸为 200nm-4 μ m, 位于枝晶和胞状晶间富集 W、Mo 元素区域;

二次碳化物尺寸为 50-150nm, 部分位于界面, 部分位于晶内。

在一种或多种实施方式中, 所述 3D 打印包括激光选区熔融 3D 打印或电子束熔融 3D 打印, 例如激光选区熔融 3D 打印。

10 在一种或多种实施方式中, 所述镍基高温合金采用如下步骤制备得到: 先将所述原料制备成粒径为 15-75 μ m 的粉末再进行所述激光选区熔融 3D 打印;

在一种或多种实施方式中, 所述激光选区熔融 3D 打印后进行热等静压和热处理。

在一种或多种实施方式中, 所述镍基高温合金在 1100°C 下的屈服强度大于等于 50MPa;

15 在一种或多种实施方式中, 热等静压前得到的所述镍基高温合金的致密度大于等于 99%, 热等静压后得到的所述镍基高温合金的致密度大于等于 99.95%。

在一种或多种实施方式中, 所述激光选区熔融 3D 打印过程中的工艺参数包括:

(a) 激光功率 100-700W;

(b) 激光扫描速度 600-2000mm/s;

20 (c) 光斑直径 40-110 μ m;

(d) 激光间距 80-120 μ m;

(e) 铺粉厚度 20-80 μ m。

第二方面, 本公开提供了一种镍基高温合金的制造方法, 包括以下步骤:

利用上述镍基高温合金中的所述原料并采用 3D 打印制备得到所述镍基高温合金。

25 在一种或多种实施方式中, 所述 3D 打印包括激光选区熔融 3D 打印或电子束熔融 3D 打印, 例如激光选区熔融 3D 打印。

在一种或多种实施方式中, 先将所述原料制备成粒径为 15-75 μ m 的粉末再进行所述激光选区熔融 3D 打印, 得到所述镍基高温合金;

30 在一种或多种实施方式中, 包括以下步骤: 先将所述原料制备成粒径为 15-75 μ m 的粉末再进行所述激光选区熔融 3D 打印, 然后进行热等静压和热处理, 得到所述镍基高温合金;

在一种或多种实施方式中, 所述激光选区熔融 3D 打印过程中的工艺参数包括:

- (a)激光功率 100-700W;
- (b)激光扫描速度 600-2000mm/s;
- (c)光斑直径 40-110 μm ;
- (d)激光间距 80-120 μm ;
- (e)铺粉厚度 20-80 μm 。

第三方面，本公开提供了一种部件，包括上述镍基高温合金或上述制造方法制造的镍基高温合金。

第四方面，本公开提供了一种航空、航天发动机、飞行器或燃气轮机，包括上述部件。

与现有技术相比，本公开至少可以取得以下有益效果：

本公开采用特定元素组成的材料经 3D 打印特别是激光选区熔融 3D 打印方法制备得到镍基高温合金，能够赋予该合金特殊的组织结构，从而获得致密的、无裂纹的、满足高温环境下强度需求的复杂零部件。

特定元素组成的材料在应用 3D 打印方法特别是激光选区熔融 3D 打印中能显著降低其在选区激光熔融成形过程中裂纹敏感性，在高碳含量的镍合金组分下仍能够保持不开裂状态，获得合金表面及内部无裂纹，高温强度高，在服役温度为 1100℃时仍具有优良的性能。

此外，在一种或多种实施方式中，采用与合金材料相匹配的工艺参数，获得的合金体高温性能优异。

附图说明

图 1 为实施例 1 中的高温合金试样的金相组织图；

图 2 为实施例 1 中的高温合金试样的微观结构图；

图 3 为对比例 3 的合金试样的金相组织图。

具体实施方式

为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本公开实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

传统铸锻焊工艺制作的机械零部件已无法满足航空航天领域的设计要求。为了提升机械零部件的性能，利用 3D 打印技术。

在将 3D 打印技术推广到高性能高温合金时，发现虽然现有高性能高温合金种类繁多，但均是针对传统制备工艺而研发的。为了保证可打印性，目前用于 3D 打印领域的高温合金材料主要包括 IN625、IN718、Hastelloy X 等。目前，Hastelloy X（国内牌号 GH3536）、Inconel 625（国内牌号 GH3625）和 Inconel 718（国内牌号 GH4169）三个牌号的高温合金经过研究优化，已经有较为成熟的打印工艺技术，被用于航空、航天发动机燃烧室等部件。

GH3230 合金作为一种镍基变形高温合金，传统工艺路线为铸造、锻造、轧制等，可在 1000℃ 以上长期使用，超越了 IN718、IN625 和 HastelloyX 等合金。GH3230 合金同时拥有一定的可焊接性，因此具备了 3D 打印工艺可行性。

发明人发现，GH3230 合金在 3D 打印特殊工艺条件下，尤其是进行复杂结构制备时，打印后的部件易出现裂纹缺陷。

本公开是在 GH3230 合金成分的基础上进行改进，以更好适应 3D 打印特殊工艺要求，且解决开裂的技术问题，同时保证 1100℃ 使用性能。

一个方面，本公开提供了一种镍基高温合金，采用如下原料经 3D 打印制备得到；
所述原料包括质量百分比的如下组分：C 小于等于 0.3%，Co 小于 5%，W 13-15%，Cr 20-24%，Mo 1-3%，Al 0.2-0.5%，Ti 小于 0.1%，Fe 小于 3%，B 小于 0.015%，La 0.001-0.004%，Mn 0.01-0.2%，Si 0.02-0.2%，以及余量的 Ni；所述镍基高温合金无裂纹；所述镍基高温合金的组织中平均碳化物尺寸大小为 150-200nm，碳化物尺寸分布为 50nm-4μm。

原料：C 小于等于 0.3%（例如可以为 0.01%、0.02%、0.05%、0.08%、0.09%、0.1%、0.12%、0.15%、0.16%、0.18%、0.2%、0.22%、0.24%、0.25%、0.26%、0.28%或者 0.3%等），Co 小于 5%（例如可以为 0.01%、0.1%、1%、2%、3%、4%或者 4.8%等），W 13-15%（例如可以为 13%、13.5%、14%、14.5%、或者 15%等），Cr 20-24%（例如可以为 20%、21%、22%或者 24%等），Mo 1-3%（例如可以为 1%、2%或者 3%等），Al 0.2-0.5%（例如可以为 0.2%、0.3%、0.4%或者 0.5%等），Ti 小于 0.1%（例如可以为 0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%、0.07%、0.08%或者 0.09%等），Fe 小于 3%（例如可以为 0.01%、0.1%、0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%、或者 2.9%等），B 小于 0.015%（例如可以为 0.001%、0.002%、0.005%、0.008%、0.01%或者 0.014%等），La 0.001-0.004%（例如可以为 0.001%、0.002%、0.003%或者 0.004%等），Mn 0.01-0.2%（例如可以为 0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%、0.08%、0.1%、0.12%、0.15%、0.16%、0.18%或者 0.2%等），Si 0.02-0.2%（例如可以为 0.02%、0.05%、0.06%、0.08%、0.1%、0.12%、0.15%、0.16%、0.18%或者 0.2%等），以及余量的 Ni。

需要说明的是，余量的 Ni 指的是在原料中，除了包括如上所提及的除 Ni 之外的其他组分之外，还可以包括其他任选地组分（残余成分或杂质的总元素），也就是说，在原料中，Ni、除 Ni 之外的其他组分以及其他任选地组分的质量百分比之和为 100%。

Cr 在镍基高温合金中起固溶强化效果，高温下在金属表面形成氧化层提高合金抗氧化性能。但是，若 Cr 含量超过 24%则会促进有害二次相析出，增加开裂倾向，并对合金高温力学性能造成影响。因此，本公开镍基高温合金原料中，Cr 含量控制在 20-24%。

Al 可以形成致密的氧化膜，提高镍基高温合金的抗氧化性。在本公开镍基高温合金原料中，Al 含量控制在 0.2-0.5%。

W 在镍基高温合金中起到固溶强化作用。但 W 含量超过 15%则会促进 TCP 有害相的形成。因此，在本公开镍基高温合金原料中，W 含量控制在 13-15%。

C 在镍基高温合金中可以形成碳化物，起到高温强化作用。但是，传统铸锻工艺制备后，过高 C 含量会导致碳化物在晶界析出并形成连续碳化膜，不利于合金的力学性能，因此现有 GH3230 合金 C 含量控制在 0.05-0.15%。但是 3D 打印过程中快速凝固快速冷却的工艺特性，能够使碳化物倾向于形成细小、弥散分布物，成为强化相提高力学性能。因此，本公开的镍基高温合金原料中 C 含量上限从 0.15%提高至 0.3%。

Si 有利于提高合金抗氧化性能。在现有 GH3230 合金中 Si 含量为 0.25-0.75%。但在 3D 打印工艺工程中，Si 会显著增加开裂倾向，需严格限制 Si 的含量。因此，本公开的镍基高温合金原料中 Si 含量控制在 0.02-0.2%。

Mn 是脱氧元素，并且可以和硫反应形成 MnS，减轻硫的有害作用。在现有 GH3230 合金中 Mn 含量为 0.3-1%。但是 Mn 会增加打印开裂的倾向。因此，本公开的镍基高温合金原料中 Mn 含量控制在 0.01-0.2%。

La 元素影响镍基高温合金氧化膜组成和形貌，改善镍基高温合金的抗氧化性能和高温力学性能。在现有 GH3230 合金中 La 含量为 0.005-0.05%。但是在 3D 打印工艺过程中，会产生偏析或形成硼化物，增加开裂倾向。因此，本公开的镍基高温合金原料中 La 含量控制在 0.001-0.004%。

B 是晶界强化元素，适量的 B 元素会提高镍基高温合金晶界强度。但 B 含量高于 0.015%时，则形成的大量硼化物不利于合金力学性能，同时产生的低熔点硼化物也会增加打印开裂倾向。因此，本公开的镍基高温合金原料中 B 含量控制在小于 0.015%。

在一些典型实施方式中，所述原料包括质量百分比的如下组分：C 0.05-0.3%，Co 小于 5%，W 13-15%，Cr 20-24%，Mo 1-3%，Al 0.2-0.5%，Ti 小于 0.1%，Fe 小于 3%，B 小于 0.015%，La 0.001-0.004%，Mn 0.01-0.1%，Si 0.02-0.1%，以及余量的 Ni。

在一些更典型实施方式中，所述原料包括质量百分比的如下组分：

C 0.08-0.25%, Co 小于 5%, W 13-15%, Cr 20-24%, Mo 1-3%, Al 0.2-0.5%, Ti 小于 0.1%, Fe 小于 3%, B 小于 0.015%, La 0.001-0.004%, Mn 0.01-0.06%, Si 0.02-0.06%, 以及余量的 Ni。

所述原料例如为粉末。

5 在一种或多种实施方式中, 所述 3D 打印包括激光选区熔融 3D 打印或电子束熔融 3D 打印, 例如激光选区熔融 3D 打印。

激光选区熔融 (SLM) 3D 打印工艺是一种可以逐层熔化金属粉末, 最终实现金属零件无磨具、高致密度、近净成形的快速 3D 打印技术。激光选区熔化技术具有成形效率高, 可制备复杂结构零件的特点, 已成为复杂结构高温合金零部件最具潜力的制备技术。

具体的, 镍基高温合金采用如下步骤制备得到: 先将上述原料制备成粒径为 15-75 μm 的粉末再进行激光选区熔融 3D 打印。在一种或多种实施方式中, 在激光选区熔融 3D 打印后进行热等静压和热处理, 获得镍基高温合金。

在一种或多种实施方式中, 激光选区熔融 3D 打印过程中的工艺参数包括:

- 15 (a) 激光功率 100-700W, 例如 100W、200W、300W、400W、500W、600W 或 700W;
 (b) 激光扫描速度 600-2000mm/s, 例如 600 mm/s、700 mm/s、800 mm/s、900 mm/s、1000 mm/s、1200 mm/s、1500 mm/s、1800 mm/s 或 2000 mm/s;
 (c) 光斑直径 40-110 μm , 例如 40 μm 、50 μm 、60 μm 、70 μm 、80 μm 、90 μm 、100 μm 或 110 μm ;
 20 (d) 激光间距 80-120 μm , 例如 80 μm 、90 μm 、100 μm 、110 μm 或 120 μm ;
 (e) 铺粉厚度 20-80 μm , 例如 20 μm 、30 μm 、40 μm 、50 μm 、60 μm 、70 μm 或 80 μm 。

SLM 工艺参数经选择使得本公开的激光选区熔融期间激光体积能量密度 E_v 在 50-100J/mm³ 范围内。 E_v 计算如下:

$$E_v = \frac{P}{V \cdot H \cdot t}$$

25 其中 P 为激光功率, V 为激光扫描速度, H 为激光间距, t 为铺粉厚度。

通过这四个工艺参数的相互配合, 使得激光选区熔融期间激光体积能量密度 E_v 保持在 50-100J/mm³ 范围内, 如果不在此范围内, 会造成合金内部形成大量的孔洞以及缺陷, 导致合金性能的下降。

本公开镍基高温合金所使用的原料通过控制成分中的 Si, Mn 和 La 的含量, 使得其
 30 尤其适用于激光选区熔融 3D 打印, 使其在选区激光熔融成形过程中裂纹敏感性显著降

低；另外，裂纹敏感性显著降低的同时原料中 C 含量也较高，高温强度高，在服役温度为 1100℃时仍具有优良的性能。

本公开通过各组分含量的相互配合，在高碳含量的镍合金组分下仍能够保持打印后的合金产品不开裂。

- 5 采用上述原料成分经 3D 打印成型的镍基高温合金表面及内部无裂纹，相比于铸锻态 GH3230 合金，其中的碳化物尺寸明显更小，分布更弥散。

平均碳化物尺寸大小为 150-200nm（例如 160、170、180、190nm），碳化物尺寸分布为 50nm-4μm（例如包括 50-100nm、50-150nm、50-200nm、300nm -4μm、300nm-2μm、500nm -2μm、200nm-3μm 等）。

- 10 在一种或多种实施方式中，所述镍基高温合金中典型的微观组织结构：碳化物包括一次碳化物，以及二次碳化物；

一次碳化物尺寸为 200nm-4μm（例如还可以为 200nm-1μm、200nm-2μm、200nm-3μm、300nm -1μm、300nm -2μm、300nm -3μm、300nm -4μm、400nm -1μm、400nm -2μm、400nm -3μm、400nm -4μm、500nm -1μm、500nm -2μm、500nm-3μm、500nm-4μm），位于枝晶和胞状晶间富集 W、Mo 元素区域；

- 15

二次碳化物尺寸为 50-150nm（例如还可以为 50-100nm、60-120nm、70-130nm、80-140nm、90-150nm、100-150nm），部分位于界面，部分位于晶内。

本公开的镍基高温合金是根据在 3D 打印过程中的适用性以及所存在的打印开裂问题所提出的。合金原料在原始 GH3230 合金成分基础上通过优化改进使其拥有良好的可焊接性，在激光选区熔融 3D 打印时几乎不会出现开裂现象，且高温强度高。在一种或多种实施方式中，通过打印过程中各工艺参数之间以及与原料成分间的相互配合，获得致密度高、无裂纹、高温环境下强度高的合金产品。

- 20

典型的，本公开的镍基高温合金在高温下（1100℃）的屈服强度大于等于 50MPa（例如 55MPa、56 MPa、58 MPa、60MPa）。

- 25 屈服强度是采用金属材料拉伸试验方法（GB/T 228.1-2010）测试得到的。

典型的，本公开的镍基高温合金在室温下的断后伸长率大于等于 16%。

断后伸长率是采用金属材料拉伸试验方法（GB/T 228.1-2010）测试得到的。

典型的，热等静压前得到的所述镍基高温合金的致密度大于等于 99%，热等静压后得到的所述镍基高温合金的致密度大于等于 99.95%。

- 30 致密度是采用 GB/T 3850-2015《致密烧结金属材料与硬质合金密度测定方法》测试得到的。

另一方面，本公开提供了一种镍基高温合金的制造方法，包括以下步骤：利用上述

镍基高温合金中的所述原料并采用 3D 打印制备得到所述镍基高温合金。

本公开公开的方法选择特定元素组成的材料，通过 3D 打印获得镍基高温合金。该方法的提出提供了能够获得致密、优良高温性能、无裂纹合金部件的新方式。

5 在一些实施方式中，3D 打印包括激光选区熔融 3D 打印或电子束熔融 3D 打印，例如激光选区熔融 3D 打印。

在一些实施方式中，先将所述原料制备成粒径为 15-75 μm 的粉末再进行所述激光选区熔融 3D 打印，得到所述镍基高温合金；

10 在一些实施方式中，包括以下步骤：先将所述原料制备成粒径为 15-75 μm 的粉末再进行所述激光选区熔融 3D 打印，然后进行热等静压，得到热等静压后致密度>99.95% 的镍基高温合金，后经热处理获得所需力学性能。

在一些实施方式中，所述激光选区熔融 3D 打印过程中的工艺参数包括：

- (a) 激光功率 100-700W；
- (b) 激光扫描速度 600-2000mm/s；
- (c) 光斑直径 40-110 μm ；
- 15 (d) 激光间距 80-120 μm ；
- (e) 铺粉厚度 20-80 μm 。

制造方法中关于各术语的描述与第一方面镍基高温合金中的对应描述内容一致，在此不再赘述。

20 制造方法获得的镍基高温合金具有与第一方面的镍基高温合金相同的组织形态和性能。相比于铸锻态 GH3230 合金，利用激光选区熔融 3D 打印成型的镍基高温合金中碳化物尺寸明显更小，分布更弥散。将本公开镍基高温合金的特定元素组成的材料应用于本公开公开的方法中使得制造的部件不容易开裂，具有优异的性能。

另一方面，本公开提供了一种部件，包括上述镍基高温合金或上述制造方法制造的镍基高温合金。

25 由此，该部件表面及内部无裂纹，致密度高，高温强度高，满足航空、航天使用需求。

部件典型但非限制性的例如为发动机的进气道、火焰筒、隔热屏等。

另一方面，本公开提供了一种航空、航天发动机、飞行器或燃气轮机，包括上述部件。

30 可以理解的是，航空、航天发动机、飞行器或燃气轮机具有与本公开镍基高温合金以及部件相同的优势，在此不再赘述。

下面结合具体实施方式,对本公开的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下,下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。

5 实施例 1

3D 打印用镍基高温合金原料包括具有以下质量百分比组分:

C 0.3%, Cr 22%, W 14%, Mo 2%, Fe 0.5%, Al 0.4%, Ti 0.01%, Si 0.02%, Mn 0.01%, B 0.01%, La 0.001%, 以及余量的 Ni。

10 将实施例 1 所述的 3D 打印用镍基高温合金原料制备成 15-75 μm 的粉末,用激光选区熔融技术(SLM)制备得到高温合金试样,打印过程中使用 240W 激光功率,1000mm/s 激光扫描速度,100 μm 光斑直径,90 μm 激光间距,30 μm 铺粉厚度。

对制备得到的高温合金试样进行金相组织观察及致密度检测。

如图 1 所示,高温合金试样得到均匀致密无裂纹的金相组织,致密度检测结果为 99.2%。

15 高温合金试样的微观结构如图 2 所示,晶粒沿沉积方向呈长胞状分布,晶界(包括胞界)上析出大量的碳化物颗粒,晶粒内部还有细小的碳化物均匀分布。高温合金试样中的碳化物主要包括一次碳化物,尺寸较大(200nm-4 μm),为凝固过程中由液相析出,多位于枝晶/胞状晶间富集 W、Mo 等元素区域;另外还有固相析出的二次碳化物,相对细小(50-150nm),部分位于界面,也有部分位于晶内。

20 相对铸锻态合金,3D 打印成型的合金中碳化物尺寸明显更小,分布更弥散。平均碳化物尺寸大小为 150-200nm,最小的达到几十 nm,最大的不超过 5 μm 。

通常情况下碳化物具有比奥氏体基体更高的硬度,特别是在界面连续分布时有可能会降低材料界面的结合力,影响合金的力学性能,在本实施例中,不连续分布的尺寸较小碳化物反而会起到强化作用。

25 本实施例的 3D 打印高温合金试样以及利用上述的镍基高温合金的原料采用铸造方法制备得到的铸造合金试样在室温(25 $^{\circ}\text{C}$)及高温下的拉伸性能见下表 1:

铸造合金试样的制备方法如下:采用上述的 3D 打印用镍基高温合金原料的组成进行铸造,具体包括以下步骤:

30 (1) 按成分配比称取高纯度的 Co、Al、W、Ti、Ni、Fe、Cr、Mo、C、B、Mn、Si、La 等单质材料;

(2) 将 Co、Ni、Cr 等熔点相对较低的元素单质放置在坩埚底部,其上放置 W、Mo 等难熔元素,Al、Ti、B 等元素放入料斗中,以便在熔炼过程中加入;

(3) 采用真空感应炉进行熔炼。首先小功率(约 120kW)送电加热排除原料上的附着气体,随后大功率(约 200kW)快速升温到 1500°C 以上,保温 10 分钟,然后降低温度至 1300~1400°C 左右,保温 5 分钟,加入料斗中的 Al、Ti、B 等元素,升温至 1500°C 以上,保温 15 分钟后浇铸成高温合金铸锭。

5

表 1

	屈服强度 σ_b (MPa)	
	铸造合金试样	3D 打印高温合金试样
室温	333	380
900°C	166	218
1000°C	85	117
1100°C	57	75

如表 1 所示,对比本实施例铸造合金试样和 3D 打印高温合金试样在室温及高温下的拉伸性能,3D 打印高温合金试样的屈服强度在不同温度下均比铸造合金试样要高。

实施例 2-4

10

实施例 2-4 中 3D 打印用镍基高温合金原料的各组分质量百分比如表 2 所示,其他同实施例 1。

表 2

	C	Co	W	Cr	Mo	Al	Ti	Fe	B	La	Mn	Si	Ni
实施例 2	0.08	-	13	20	1	0.2	0.1	3	0.015				余量
实施例 3	0.3	-	15	24	3	0.5	-	-	-	0.004	0.2	0.2	余量
实施例 4	0.08	-	14	22	2	0.3	0.1	3	0.013	0.004	0.2	0.2	余量

对比例 1-3

15

对比例 1-3 中 3D 打印用镍基高温合金原料的各组分质量百分比如表 3 所示,其他同实施例 1。

表 3

	C	Co	W	Cr	Mo	Al	Ti	Fe	B	La	Mn	Si	Ni
对比例 1	0.05	-	13	20	1	0.2	0.1	3	0.015	0.005	0.3	0.25	余量
对比例 2	0.3		13	20	1	0.2	0.1	3	0.01	0.005	0.3	0.25	余量
对比例 3	0.15	-	13	22	1	0.5	0.05	2	0.01	0.05	1	0.75	余量

将实施例 2-4 以及对比例 1-3 的合金原料制备成 15-75 μ m 的粉末,用与实施例 1 相

同的选区激光熔融技术（SLM）制备得到合金试样（其中，利用对比例 3 的合金粉末制备得到的合金试样的金相组织图见图 3，其金相组织存在大量微裂纹），各个合金试样在室温（25℃）下的屈服强度见下表 4：

表 4

	屈服强度 σ_b (MPa)	断后伸长率 (%)	裂 纹 密 度 (mm/mm ²)
实施例 1	380	16	无裂纹
实施例 2	327	21	无裂纹
实施例 3	385	17	无裂纹
实施例 4	330	20	无裂纹
对比例 1	320	10	0.5
对比例 2	378	7	1.6
对比例 3	335	5	2.3

5

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本公开的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本公开进行了详细的说明，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，或者对其中部分或者全部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公开各实施例技术方案的范围。

10

权利要求书

1. 一种镍基高温合金，其特征在于，采用如下原料经 3D 打印制备得到；

所述原料包括质量百分比的如下组分：C 小于等于 0.3%，Co 小于 5%，W 13-15%，Cr 20-24%，Mo 1-3%，Al 0.2-0.5%，Ti 小于 0.1%，Fe 小于 3%，B 小于 0.015%，La 0.001-0.004%，Mn 0.01-0.2%，Si 0.02-0.2%，以及余量的 Ni；

所述镍基高温合金无裂纹；所述镍基高温合金的组织中平均碳化物尺寸大小为 150-200nm，碳化物尺寸分布为 50nm-4 μ m；

所述镍基高温合金中的碳化物包括一次碳化物，以及二次碳化物；

一次碳化物尺寸为 200nm-4 μ m，位于枝晶和胞状晶间富集 W、Mo 元素区域；

二次碳化物尺寸为 50-150nm，部分位于界面，部分位于晶内。

2. 根据权利要求 1 所述的镍基高温合金，其特征在于，所述原料包括质量百分比的如下组分：

C 0.05-0.3%，Co 小于 5%，W 13-15%，Cr 20-24%，Mo 1-3%，Al 0.2-0.5%，Ti 小于 0.1%，Fe 小于 3%，B 小于 0.015%，La 0.001-0.004%，Mn 0.01-0.1%，Si 0.02-0.1%，以及余量的 Ni。

3. 根据权利要求 1 所述的镍基高温合金，其特征在于，所述原料包括质量百分比的如下组分：

C 0.08-0.25%，Co 小于 5%，W 13-15%，Cr 20-24%，Mo 1-3%，Al 0.2-0.5%，Ti 小于 0.1%，Fe 小于 3%，B 小于 0.015%，La 0.001-0.004%，Mn 0.01-0.06%，Si 0.02-0.06%，以及余量的 Ni。

4. 根据权利要求 1 所述的镍基高温合金，其特征在于，所述 3D 打印包括激光选区熔融 3D 打印或电子束熔融 3D 打印。

5. 根据权利要求 4 所述的镍基高温合金，其特征在于，所述 3D 打印为激光选区熔融 3D 打印。

6. 根据权利要求 5 所述的镍基高温合金，其特征在于，镍基高温合金采用如下步骤制备得到：先将所述原料制备成粒径为 15-75 μ m 的粉末再进行所述激光选区熔融 3D 打印。

7. 根据权利要求 6 所述的镍基高温合金，其特征在于，所述激光选区熔融 3D 打印后进行热等静压和热处理。

8. 根据权利要求 7 所述的镍基高温合金，其特征在于，所述镍基高温合金在 1100° C 下的屈服强度大于等于 50MPa；

热等静压前得到的所述镍基高温合金的致密度大于等于 99%，热等静压后得到的

所述镍基高温合金的致密度大于等于 99.95%。

9. 根据权利要求 5-8 任一项所述的镍基高温合金，其特征在于，所述激光选区熔融 3D 打印过程中的工艺参数包括：

- (a) 激光功率 100-700W；
- (b) 激光扫描速度 600-2000mm/s；
- (c) 光斑直径 40-110 μm ；
- (d) 激光间距 80-120 μm ；
- (e) 铺粉厚度 20-80 μm 。

10. 一种镍基高温合金的制造方法，其特征在于，包括以下步骤：

利用权利要求 1-3 任一项所述的镍基高温合金中的所述原料并采用 3D 打印制备得到所述镍基高温合金。

11. 根据权利要求 10 所述的制造方法，其特征在于，所述 3D 打印包括激光选区熔融 3D 打印或电子束熔融 3D 打印。

12. 根据权利要求 11 所述的制造方法，其特征在于，所述 3D 打印为激光选区熔融 3D 打印。

13. 根据权利要求 12 所述的制造方法，其特征在于，包括以下步骤：

先将所述原料制备成粒径为 15-75 μm 的粉末再进行所述激光选区熔融 3D 打印，得到所述镍基高温合金。

14. 根据权利要求 13 所述的制造方法，其特征在于，包括以下步骤：先将所述原料制备成粒径为 15-75 μm 的粉末再进行所述激光选区熔融 3D 打印，然后进行热等静压和热处理，得到所述镍基高温合金。

15. 根据权利要求 14 所述的制造方法，其特征在于，所述激光选区熔融 3D 打印过程中的工艺参数包括：

- (a) 激光功率 100-700W；
- (b) 激光扫描速度 600-2000mm/s；
- (c) 光斑直径 40-110 μm ；
- (d) 激光间距 80-120 μm ；
- (e) 铺粉厚度 20-80 μm 。

16. 一种部件，其特征在于，所述部件包括权利要求 1-9 任一项所述的镍基高温合金或权利要求 10-15 任一项所述的制造方法制造的镍基高温合金。

17. 一种航空、航天发动机、飞行器或燃气轮机，其特征在于，包括权利要求 16 所述的部件。

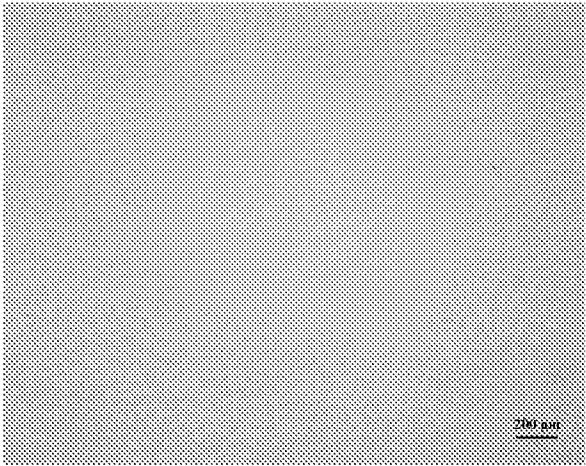


图 1

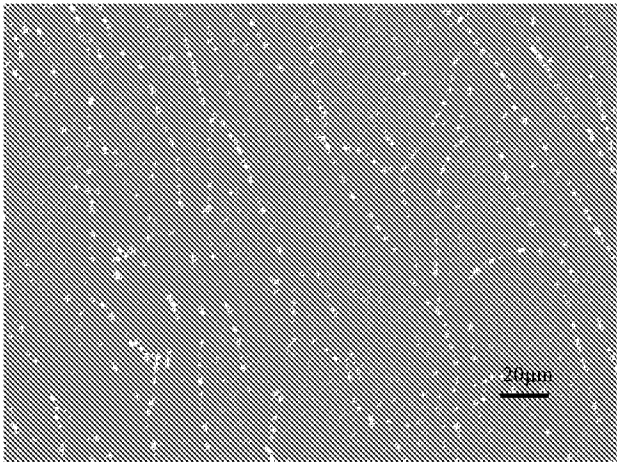


图 2



图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/100852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 19/05(2006.01)i; C22C 1/04(2006.01)i; B29C 64/153(2017.01)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)

C22C19/-; C22C1/-; B29C64/-

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; VEN; DWPI: 王睿, 韩寿波, 夏天, 钢铁研究总院, 北京钢研高纳科技股份有限公司, 曲敬龙, 孙广宝, 粒径, 马惠萍, 毕中南, 粒度, 碳化物, 3D打印, C化物, 张少明, 增材制造, 三维打印, 电子速选区熔化, 激光选区烧结, 激光选区熔化, 镍, 合金, 二次, 2次, 强度, 直径, 裂纹, 高温, 高温强度, tungsten, aluminum, molybdenum, Cr, carbon, Si, alloy, C, silicon, Mo, manganese, Mn, Ni, chromium, Al, "W", nickel

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107617742 A (ANSALDO ENERGIA IP UK LTD. et al.) 23 January 2018 (2018-01-23) description, paragraphs 11-17, 20-23	1-17
Y	CN 103173658 A (HITACHI, LTD.) 26 June 2013 (2013-06-26) description paragraphs 14-17, 58-59	1-17
Y	CN 110747377 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 04 February 2020 (2020-02-04) description paragraphs 9-10, 16-32	1-17
Y	CN 111074101 A (BEIJING CISRI-GAONA TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 April 2020 (2020-04-28) description paragraphs 3-6, 11	1-17
A	CN 108796308 A (INSTITUTE OF METAL RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 13 November 2018 (2018-11-13) entire document	1-17
A	CN 108315599 A (CENTRAL IRON & STEEL RESEARCH INSTITUTE) 24 July 2018 (2018-07-24) entire document	1-17



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

19 July 2021

Date of mailing of the international search report

16 September 2021

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/CN2021/100852**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108384992 A (WENZHOU YINGCHUANG NEW MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 August 2018 (2018-08-10) entire document	1-17
A	US 5078963 A (MALLEN TED A.) 07 January 1992 (1992-01-07) entire document	1-17
A	US 2007020137 A1 (COKAIN THOMAS W. et al.) 25 January 2007 (2007-01-25) entire document	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/100852

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107617742	A	23 January 2018	US	2018015566	A1	18 January 2018
				KR	20180007693	A	23 January 2018
				EP	3269472	A1	17 January 2018
CN	103173658	A	26 June 2013	JP	2013129880	A	04 July 2013
				EP	2612937	A1	10 July 2013
				CN	103173658	B	01 April 2015
				EP	2612937	B1	27 August 2014
				US	8864919	B2	21 October 2014
				US	2013160466	A1	27 June 2013
				JP	5478601	B2	23 April 2014
CN	110747377	A	04 February 2020	CN	110747377	B	10 November 2020
CN	111074101	A	28 April 2020	None			
CN	108796308	A	13 November 2018	CN	108796308	B	18 September 2020
CN	108315599	A	24 July 2018	CN	108315599	B	22 November 2019
CN	108384992	A	10 August 2018	None			
US	5078963	A	07 January 1992	None			
US	2007020137	A1	25 January 2007	BR	PI0613587	A2	18 January 2011
				WO	2007018593	A1	15 February 2007
				EP	1917371	B1	20 August 2014
				CA	2615330	A1	15 February 2007
				EP	1917371	A1	07 May 2008
				US	7803237	B2	28 September 2010
				CA	2615330	C	12 June 2012
				BR	200613587	B1	02 February 2016
				MX	2008000771	A1	31 May 2008
				MX	287235	B	06 June 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/100852

A. 主题的分类 C22C 19/05(2006.01)i; C22C 1/04(2006.01)i; B29C 64/153(2017.01)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) C22C19/-; C22C1/-; B29C64/- 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;VEN;DWPI: 王睿, 韩寿波, 夏天, 钢铁研究总院, 北京钢研高纳科技股份有限公司, 曲敬龙, 孙广宝, 粒径, 马惠萍, 毕中南, 粒度, 碳化物, 3D打印, C化物, 张少明, 增材制造, 三维打印, 电子速选区熔化, 激光选区烧结, 激光选区熔化, 镍, 合金, 二次, 2次, 强度, 直径, 裂纹, 高温, 高温强度, tungsten, aluminum, molybdenum, Cr, carbon, Si, alloy, C, silicon, Mo, manganese, Mn, Ni, chromium, Al, "W", nickel																										
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 107617742 A (ANSALDO ENERGIA IP UK LTD. et al.) 2018年 1月 23日 (2018 - 01 - 23) 说明书11-17、20-23段</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103173658 A (株式会社日立制作所) 2013年 6月 26日 (2013 - 06 - 26) 说明书第14-17、58-59段</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 110747377 A (清华大学) 2020年 2月 4日 (2020 - 02 - 04) 说明书第9-10、16-32段</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 111074101 A (北京钢研高纳科技股份有限公司) 2020年 4月 28日 (2020 - 04 - 28) 说明书第3-6、11段</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108796308 A (中国科学院金属研究所) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108315599 A (钢铁研究总院) 2018年 7月 24日 (2018 - 07 - 24) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108384992 A (温州市赢创新材料技术有限公司) 2018年 8月 10日 (2018 - 08 - 10) 全文</td> <td>1-17</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 107617742 A (ANSALDO ENERGIA IP UK LTD. et al.) 2018年 1月 23日 (2018 - 01 - 23) 说明书11-17、20-23段	1-17	Y	CN 103173658 A (株式会社日立制作所) 2013年 6月 26日 (2013 - 06 - 26) 说明书第14-17、58-59段	1-17	Y	CN 110747377 A (清华大学) 2020年 2月 4日 (2020 - 02 - 04) 说明书第9-10、16-32段	1-17	Y	CN 111074101 A (北京钢研高纳科技股份有限公司) 2020年 4月 28日 (2020 - 04 - 28) 说明书第3-6、11段	1-17	A	CN 108796308 A (中国科学院金属研究所) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 全文	1-17	A	CN 108315599 A (钢铁研究总院) 2018年 7月 24日 (2018 - 07 - 24) 全文	1-17	A	CN 108384992 A (温州市赢创新材料技术有限公司) 2018年 8月 10日 (2018 - 08 - 10) 全文	1-17
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 107617742 A (ANSALDO ENERGIA IP UK LTD. et al.) 2018年 1月 23日 (2018 - 01 - 23) 说明书11-17、20-23段	1-17																								
Y	CN 103173658 A (株式会社日立制作所) 2013年 6月 26日 (2013 - 06 - 26) 说明书第14-17、58-59段	1-17																								
Y	CN 110747377 A (清华大学) 2020年 2月 4日 (2020 - 02 - 04) 说明书第9-10、16-32段	1-17																								
Y	CN 111074101 A (北京钢研高纳科技股份有限公司) 2020年 4月 28日 (2020 - 04 - 28) 说明书第3-6、11段	1-17																								
A	CN 108796308 A (中国科学院金属研究所) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 全文	1-17																								
A	CN 108315599 A (钢铁研究总院) 2018年 7月 24日 (2018 - 07 - 24) 全文	1-17																								
A	CN 108384992 A (温州市赢创新材料技术有限公司) 2018年 8月 10日 (2018 - 08 - 10) 全文	1-17																								
☒ 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> * 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> "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		国际检索报告邮寄日期																								
2021年 7月 19日		2021年 9月 16日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																								
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		杨菁 电话号码 (86-28)62968278																								

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	US 5078963 A (MALLEN TED A.) 1992年 1月 7日 (1992 - 01 - 07) 全文	1-17
A	US 2007020137 A1 (COKAIN THOMAS W. 等) 2007年 1月 25日 (2007 - 01 - 25) 全文	1-17

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/100852

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	107617742	A	2018年 1月 23日	US	2018015566	A1	2018年 1月 18日
				KR	20180007693	A	2018年 1月 23日
				EP	3269472	A1	2018年 1月 17日
CN	103173658	A	2013年 6月 26日	JP	2013129880	A	2013年 7月 4日
				EP	2612937	A1	2013年 7月 10日
				CN	103173658	B	2015年 4月 1日
				EP	2612937	B1	2014年 8月 27日
				US	8864919	B2	2014年 10月 21日
				US	2013160466	A1	2013年 6月 27日
				JP	5478601	B2	2014年 4月 23日
CN	110747377	A	2020年 2月 4日	CN	110747377	B	2020年 11月 10日
CN	111074101	A	2020年 4月 28日	无			
CN	108796308	A	2018年 11月 13日	CN	108796308	B	2020年 9月 18日
CN	108315599	A	2018年 7月 24日	CN	108315599	B	2019年 11月 22日
CN	108384992	A	2018年 8月 10日	无			
US	5078963	A	1992年 1月 7日	无			
US	2007020137	A1	2007年 1月 25日	BR	PI0613587	A2	2011年 1月 18日
				WO	2007018593	A1	2007年 2月 15日
				EP	1917371	B1	2014年 8月 20日
				CA	2615330	A1	2007年 2月 15日
				EP	1917371	A1	2008年 5月 7日
				US	7803237	B2	2010年 9月 28日
				CA	2615330	C	2012年 6月 12日
				BR	200613587	B1	2016年 2月 2日
				MX	2008000771	A1	2008年 5月 31日
				MX	287235	B	2011年 6月 6日