(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 12 月 26 日 (26.12.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/259800 A1

(51) 国际专利分类号:
*B22F 1/052* (2022.01) *B22F 3/10* (2006.01)
*B22F 1/103* (2022.01) *C22C 14/00* (2006.01)
*B22F 3/22* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/113534

(22) 国际申请日: 2023 年 8 月 17 日 (17.08.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310725732.6 2023年6月19日 (19.06.2023) CN

(71) 申请人:江苏精研科技股份有限公司(**JIANGSU GIAN TECHNOLOGY CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国江苏省常州市钟楼经济开发区棕榈路59号, Jiangsu 213000 (CN)。

(72) 发明人:苏绍华(**SU, Shaohua**); 中国江苏省常州市钟楼经济开发区棕榈路59号, Jiangsu 213000 (CN)。刘永伟(**LIU, Yongwei**); 中国江苏省常州市钟楼经济开发区棕榈路59号, Jiangsu 213000 (CN)。邬均文(**WU, Junwen**); 中国江苏省常州市钟楼经济开发区棕榈路59号, Jiangsu 213000 (CN)。王明喜(**WANG, Mingxi**); 中国江苏省常州市钟楼经济开发区棕榈路59号, Jiangsu 213000 (CN)。

(74) 代理人:常州易瑞智新专利代理事务所(普通合伙) (**CHANGZHOU YIRUI PATENT AGENCY CO., LTD.**); 中国江苏省常州市新北区世茂商业广场7栋816室, Jiangsu 213000 (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

(54) **Title:** PREPARATION METHOD FOR TITANIUM ALLOY MATERIAL

(54) 发明名称: 一种钛合金材料制备方法

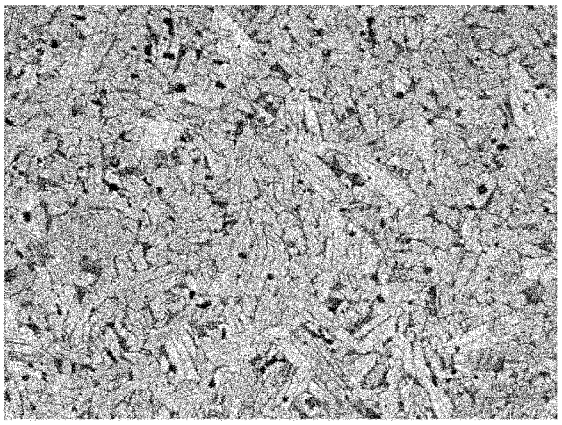


图 1

(57) **Abstract:** A preparation method for a titanium alloy material, which preparation method relates to the field of powder injection molding. The preparation method comprises the following steps: S1, preparing a titanium alloy fine powder and a titanium alloy coarse powder, wherein the particle size of the titanium alloy fine powder is in the range of 1-20 μm, and the particle size of the titanium alloy coarse powder is in the range of 50-100 μm; mixing the titanium alloy fine powder and the titanium alloy coarse powder to form a titanium alloy mixed powder, wherein the proportion of the titanium alloy coarse powder in the titanium alloy mixed powder is 50% or above; S2, mixing the titanium alloy mixed powder and a binder to prepare a feed; S3, placing the feed in an injection molding machine, and subjecting the feed to injection molding by means of a mold to form an injection blank; S4, degreasing the injection blank to obtain a degreased blank; and S5, subjecting the degreased blank to high-vacuum sintering to obtain a sintered blank. By mixing the 50-100 μm titanium alloy coarse powder and the 1-20 μm titanium alloy fine powder according to different proportions, part of the titanium alloy coarse powder is used for replacing the titanium alloy fine powder, to reduce the amount of the titanium alloy fine powder, thereby reducing the cost of the titanium alloy powder for metal injection molding.

WO 2024/259800 A1

[见续页]

(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)。

根据细则4.17的声明:
— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))
— 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4.17(iii))
— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

**(57)** 摘要: 一种钛合金材料制备方法，涉及粉末注射成形领域，其包括以下步骤：S1、准备钛合金细粉和钛合金粗粉，其中钛合金细粉的粒径范围为1～20μm，钛合金粗粉的粒径范围为50～100μm；将钛合金细粉和钛合金粗粉混合形成钛合金混合粉末；钛合金混合粉末中钛合金粗粉的占比在50%以上；S2、将钛合金混合粉末与粘结剂混炼制备形成喂料；S3、将喂料置于注射成型机内，经模具注射成形为注射坯；S4、对注射坯进行脱脂获得脱脂坯；S5、对脱脂坯进行高真空烧结，获得烧结坯。通过对50-100μm的钛合金粗粉与1-20μm的钛合金细粉进行不同比例的混合，使用部分钛合金粗粉替代钛合金细粉以降低钛合金细粉的使用量，进而降低用于金属注射成形钛合金粉末的成本。

# 一种钛合金材料制备方法

## 技术领域

本发明涉及粉末注射成形领域，特别涉及一种钛合金材料制备方法。

## 背景技术

钛合金因具有比强度高、耐腐蚀、耐高温、耐低温、无磁、可焊、生物相容性好等优异的综合性能，在航空航天、核工业、兵器、海洋、石油、化工、医疗、日常生活等众多领域都有着重要的用途，为越来越多的人所接受。但由于钛合金材料制备工艺复杂、流程长等原因使其成本高，限制了钛合金在的应用。降低成本已成为目前钛合金发展必须要解决的重要问题之一。

用于金属注射成形的钛合金粉末（1-20μm）由于得粉率低，导致粉末成本居高不下。通过对钛合金粉末应用范围的研究发现：钛合金粉末中 20-50μm 的粉末主要用于 3D 打印行业，对于 50-100μm 的粉末由于粉末颗粒过大，几乎无任何实用价值，价格便宜，通常会进行回收处理。

对于钛合金粉末的粗/细粉混合，并不是添加的粗粉越多越好。需要从混合粉末的振实密度、粉末填充效果以及烧结性能多个方面进行考虑。首先，不同比例粗/细粉混合的振实密度是不同的，而用于金属注射成形的钛合金喂料的装载量设计受粉末振实密度的影响。振实密度越高，钛合金喂料的装载量也会升高，过高的装载量会影响钛合金喂料的流动性，增加注射风险。此外，只有在特定比例的粗/细粉混合状态下，才能保证细粉充分填充在粗粉间隙中。当粗粉含量过高，可能会导致部分粗粉颗粒之间的间隙无细粉填充，进而影响钛合金的烧结致密性。最后，在考虑通过钛合金粗/细粉混合降低钛合金注射成形原材料成本的同时，还应考虑烧结性能的稳定性。若粗/细粉混合后烧结的性能太差，则失去了钛合金的使用价值。

## 发明内容

本发明的目的是一种钛合金材料制备方法，其通过对 50-100μm 的钛合金粗粉与

1-20μm 的钛合金细粉进行不同比例的混合，使用部分钛合金粗粉替代钛合金细粉以降低钛合金细粉的使用量，进而降低用于金属注射成形钛合金粉末的成本。

实现本发明目的的技术方案是：本发明包括以下步骤：

S1、准备钛合金细粉和钛合金粗粉，其中钛合金细粉的粒径范围为 1~20μm，钛合金粗粉的粒径范围为 50~100μm；将钛合金细粉和钛合金粗粉混合形成钛合金混合粉末；所述钛合金混合粉末中钛合金粗粉的占比为 50%-80%；

S2、将钛合金混合粉末与粘结剂混炼制备形成喂料；

S3、将喂料置于注射成型机内，经模具注射成形为注射坯；

S4、对注射坯进行脱脂获得脱脂坯；

S5、对脱脂坯进行高真空烧结，获得烧结坯。

进一步，上述钛合金细粉中 D50：10~13μm；所述钛合金粗粉中 D50：70~80μm。

进一步，上述喂料中钛合金混合粉末与粘结剂的比例为 0.8≤V1/V2≤1.9，其中 V1 为钛合金混合粉末的体积，V2 为粘结剂的体积。

粉末理论装载量=振实密度（ρr）/理论密度（ρ），正常喂料制备过程中，粉末装载量可以低于理论装载量，但是不能高于理论装载量（高于理论装载量会导致粘结剂不能充分包覆所有粉末，导致喂料不均匀影响喂料流动性）。我们通过对钛合金混合粉末不同装载量的验证得到的结论是：合金粉末与高分子粘结剂的比例在 0.8-1.9 范围内时，喂料的流动性是最佳的。

进一步，喂料中钛合金混合粉末体积占比为 58%~66%，其余为高分子粘结剂；所述高分子粘结剂的组分按照质量百分比包括 60%~70%的聚甲醛，12%~15%的聚乙烯，15%~20%的聚丙烯以及 3%~5%的硬脂酸；所述喂料的装载量范围是 53%-73%。

作为最优设计，上述喂料中钛合金混合粉末与粘结剂的比例为 1:1；所述喂料的装载量范围为 58%~66%。

通过最佳装载量计算可得不同比例粗细粉混合的装载量范围是 53%-73%，粗细粉 1:1 混合的振实密度最高，烧结致密化的效果理论上是最好的。但是 1:1 混合的理论装载量是 73%，过高的装载量会影响喂料的流动性，为保证喂料的流动性，将 1:1 混合喂料的装载量定为 58%~66%。粉末装载量可以低于理论装载量，但是不能高于理论装载量（高于理论装载量会导致粘结剂不能充分包覆所有粉末，导致喂料不均匀影响喂料流

动性）。

进一步，上述步骤 S3 中注射成形的技术参数为：模具温度为 80~120℃，喂料加热温度为 160~220℃，注射压力为 80~120MPa；保压时间 1~2.5s。

由于钛合金混合粉末的装载量较高，注射压力需偏低（高的注射压力会导致部分细粉流动到注射坯表面，起不到填充粗粉颗粒间隙的效果），一定的保压时间是为了保证注射坯注射饱满，无缺陷。

进一步，上述步骤 S4 中脱脂的技术参数为：采用草酸介质进行催化脱脂，脱脂时间为脱脂时间 t≥（60+60*h）min，h 为注射坯的最大厚度，单位为 mm。

进一步，上述步骤 S5 中烧结的术参数为：采用金属腔体烧结炉进行高真空烧结，炉膛内的压力≤1.0×10-3Pa，烧结温度 T 满足 0.65TL≤T≤0.85TL。

由于粗粉的烧结动能相对于细粉较高，形成烧结颈并进行致密化烧结需要更多的烧结能量。因此，粗细粉混合的烧结温度 T 更接近于 0.85TL。

在粗粉价格成本低，杂质元素含量低的基础上添加一定量的细粉，在混合过程中，细粉能够有效填充在粗粉颗粒之间，增加了粗粉的振实密度，避免了粗粉烧结致密性差，力学性能差的短板。此外，通过粗细粉比例的调整可对喂料的装载量进行微调，可以实现在不影响对烧结件力学性能的基础上对烧结件尺寸的精密微调（通过调整钛合金粗粉和钛合金细粉的比例来进行进行装载量微调，从而影响烧结件的尺寸收缩）。但是，由于粗粉的烧结致密化温度高于细粉，因此粗/细粉混合的烧结温度要以粗粉烧结的致密化温度为主，这样才能保证烧结过程中粗粉颗粒之间能够形成完整的烧结颈。

钛合金由于其活性大，易与空气中的 C，O 发生反应生成碳化物和氧化物，严重影响钛合金的烧结性能。因此，钛合金烧结需采用高真空烧结环境进行烧结（原理：铁基合金、不锈钢、钴合金、镍基合金、铜合金等合金材料的活泼性比氢气和 C 要弱，如果采用氢气/C/高真空环境烧结，合金中的氧含量将会迅速被置换出来，从而在烧结过程中迅速致密化，达不到通过高氧含量实现高孔隙率的目的，钛合金因为活泼性极高，必须采用高真空环境烧结（还原性比氢气和 C 气氛强），从能达到部分氧化钛被还原，实现粉末颗粒之间形成烧结颈。）

本发明具有积极的效果：（1）本发明通过对 50-100μm 的钛合金粗粉与 1-20μm 的钛合金细粉进行不同比例的混合，使用部分钛合金粗粉替代钛合金细粉以降低钛合金细

粉的使用量，进而降低用于金属注射成形钛合金粉末的成本。

（2）本发明通过钛合金粗粉和钛合金细粉的混合比例设计，使得钛合金细粉能够完全填充在钛合金粗粉的间隙处，解决了钛合金粗粉烧结不致密的难点。

（3）本发明中钛合金粗粉的氧含量低于钛合金细粉的氧含量，因此钛合金混合粉末能够有效降低产品氧含量，从而有利于烧结致密化。

## 附图说明

为了使本发明的内容更容易被清楚地理解，下面根据具体实施例并结合附图，对本发明作进一步详细的说明，其中

图 1 为本发明实施例 1 中烧结坯的金相显微组织；

图 2 为本发明实施例 2 中烧结坯的金相显微组织；

图 3 为本发明对比实施例中烧结坯的金相显微组织。

## 具体实施方式

（实施例 1）

本发明包括以下步骤：

S1、准备钛合金细粉和钛合金粗粉，其中钛合金细粉的粒径范围为 1~20μm（D50：10~13μm），钛合金粗粉的粒径范围为 50~100μm（D50：70~80μm）；将钛合金细粉和钛合金粗粉混合形成钛合金混合粉末；所述钛合金混合粉末中钛合金粗粉和钛合金细粉的比例为 1:1；

S2、将钛合金混合粉末与粘结剂混炼制备形成喂料；其中钛合金混合粉末与粘结剂的比例为 1.6；说述喂料中钛合金混合粉末体积占比为 66%，其余为高分子粘结剂；所述高分子粘结剂的组分按照质量百分比包括 60%~70%的聚甲醛，12%~15%的聚乙烯，15%~20%的聚丙烯以及 3%~5%的硬脂酸；

S3、将喂料置于注射成型机内，经模具注射成形为注射坯；注射参数为：模具温度为 80~120℃，喂料加热温度为 160~220℃，注射压力为 80~120MPa；保压时间 1~2.5s；

S4、对注射坯进行脱脂获得脱脂坯；脱脂的具体技术参数是：脱脂采用草酸介质进行催化脱脂，脱脂时间为脱脂时间 t≥（60+60*h）min，h 为注射坯的最大厚度，单位为 mm；

S5、对脱脂坯进行高真空烧结，获得烧结坯；烧结的具体技术参数是：采用金属腔体烧结炉进行高真空烧结，炉膛内的压力≤1.0×10-3Pa，烧结温度 T 满足 0.65TL≤T≤0.85TL。由于粗粉的烧结动能相对于细粉较高，形成烧结颈并进行致密化烧结需要更多的烧结能量。因此，粗细粉混合的烧结温度 T 更接近于 0.85TL。

烧结件密度为 4.36 g/cm3，屈服强度达到了 870MPa，延伸率在 5%左右（ISO 22068-TC4 指标：屈服强度≥600MPa，延伸率≥3%，密度≥4.2 g/cm3）。图 1 为本实施例中烧结坯的金相显微组织。

（实施例 2）

本发明包括以下步骤：

S1、准备钛合金细粉和钛合金粗粉，其中钛合金细粉的粒径范围为 1~20μm（D50：10~13μm），钛合金粗粉的粒径范围为 50~100μm（D50：70~80μm）；将钛合金细粉和钛合金粗粉混合形成钛合金混合粉末；所述钛合金混合粉末中钛合金粗粉和钛合金细粉的比例为 3:2；

S2、将钛合金混合粉末与粘结剂混炼制备形成喂料；其中钛合金混合粉末与粘结剂的比例为 1.6；所述喂料中钛合金粉末体积占比为 64%，其余为高分子粘结剂。所述高分子粘结剂的组分按照质量百分比包括 60%~70%的聚甲醛，12%~15%的聚乙烯，15%~20%的聚丙烯以及 3%~5%的硬脂酸；

S3、将喂料置于注射成型机内，经模具注射成形为注射坯；注射参数为：模具温度为 80~120℃，喂料加热温度为 160~220℃，注射压力为 80~120MPa；保压时间 1~2.5s；

S4、对注射坯进行脱脂获得脱脂坯；脱脂的具体技术参数是：脱脂采用草酸介质进行催化脱脂，脱脂时间为脱脂时间 t≥（60+60*h）min，h 为注射坯的最大厚度，单位为 mm；

S5、对脱脂坯进行高真空烧结，获得烧结坯；烧结的具体技术参数是：采用金属腔体烧结炉进行高真空烧结，炉膛内的压力≤1.0×10-3Pa，烧结温度 T 满足 0.65TL≤T≤0.85TL。由于粗粉的烧结动能相对于细粉较高，形成烧结颈并进行致密化烧结需要更多的烧结能量。因此，粗细粉混合的烧结温度 T 更接近于 0.85TL；

烧结件密度为 4.35g/cm3，屈服强度达到了 875MPa，延伸率在 5%左右（ISO 22068-TC4 指标：屈服强度≥600MPa，延伸率≥3%，密度≥4.2 g/cm3）。图 2 为本实施

例中烧结坯的金相显微组织。

（对比实施例）

本发明包括以下步骤：

S1、准备钛合金细粉和钛合金粗粉，其中钛合金细粉的粒径范围为 1~20μm（D50：10~13μm），钛合金粗粉的粒径范围为 50~100μm（D50：70~80μm）；将钛合金细粉和钛合金粗粉混合形成钛合金混合粉末；所述钛合金混合粉末中钛合金粗粉和钛合金细粉的比例为 4:1；

S2、将钛合金混合粉末与粘结剂混炼制备形成喂料；其中钛合金混合粉末与粘结剂的比例为 1.3；上述喂料中钛合金粉末体积占比为 58%，其余为高分子粘结剂。所述高分子粘结剂的组分按照质量百分比包括 60%~70%的聚甲醛，12%~15%的聚乙烯，15%~20%的聚丙烯以及 3%~5%的硬脂酸；

S3、将喂料置于注射成型机内，经模具注射成形为注射坯；注射参数为：模具温度为 80~120℃，喂料加热温度为 160~220℃，注射压力为 80~120MPa；保压时间 1~2.5s；

S4、对注射坯进行脱脂获得脱脂坯；脱脂的具体技术参数是：脱脂采用草酸介质进行催化脱脂，脱脂时间为脱脂时间 t≥（60+60*h）min，h 为注射坯的最大厚度，单位为 mm；

S5、对脱脂坯进行高真空烧结，获得烧结坯。烧结的具体技术参数是：采用金属腔体烧结炉进行高真空烧结，炉膛内的压力≤1.0×10-3Pa，烧结温度 T 满足 0.65TL≤T≤0.85TL。由于粗粉的烧结动能相对于细粉较高，形成烧结颈并进行致密化烧结需要更多的烧结能量。因此，粗细粉混合的烧结温度 T 更接近于 0.85TL。

烧结件密度为 4.18g/cm3，屈服强度达到了 490MPa，延伸率在 2%左右（ISO 22068-TC4 指标：屈服强度≥600MPa，延伸率≥3%，密度≥4.2 g/cm3）。图 3 为本实施例中烧结坯的金相显微组织。

由实施例 1、实施例 2 和对比实施例可以看出，钛合金混合粉末中钛合金粗粉和钛合金细粉的比例对于烧结件的密度、屈服强度以及延伸率都有很大的影响。并不是钛合金细粉比例越高，产品性能越强。范围是在本发明所给出的范围内进行合理化混合才能获得性能优异的钛合金材料。同时从图 1 至图 3 的金相显微组织也能够看到整体区别。

以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

# 权 利 要 求 书

**1.** 一种钛合金材料制备方法，其特征在于包括以下步骤：

S1、准备钛合金细粉和钛合金粗粉，其中钛合金细粉的粒径范围为 1~20μm，钛合金粗粉的粒径范围为 50~100μm；将钛合金细粉和钛合金粗粉混合形成钛合金混合粉末；所述钛合金混合粉末中钛合金粗粉的占比为 50%-80%；

S2、将钛合金混合粉末与粘结剂混炼制备形成喂料；

S3、将喂料置于注射成型机内，经模具注射成形为注射坯；

S4、对注射坯进行脱脂获得脱脂坯；

S5、对脱脂坯进行高真空烧结，获得烧结坯。

**2.**根据权利要求 1 所述的一种钛合金材料制备方法，其特征在于：所述钛合金细粉中 D50：10~13μm；所述钛合金粗粉中 D50：70~80μm。

**3.**根据权利要求 1 所述的一种钛合金材料制备方法，其特征在于：所述喂料中钛合金混合粉末与粘结剂的比例为 $0.8 \leqslant V1/V2 \leqslant 1.9$，其中 V1 为钛合金混合粉末的体积，V2 为粘结剂的体积。

**4.**根据权利要求 1 所述的一种钛合金材料制备方法，其特征在于：喂料中钛合金混合粉末体积占比为 58%~66%，其余为高分子粘结剂；所述高分子粘结剂的组分按照质量百分比包括 60%~70%的聚甲醛，12%~15%的聚乙烯，15%~20%的聚丙烯以及 3%~5%的硬脂酸；所述喂料的装载量范围是 53%-73%。

**5.**根据权利要求 1 所述的一种钛合金材料制备方法，其特征在于：所述喂料中钛合金混合粉末与粘结剂的比例为 1:1；所述喂料的装载量范围为 58%~66%。

**6.**根据权利要求 1 所述的一种钛合金材料制备方法，其特征在于：所述步骤 S3 中注射成形的技术参数为：模具温度为 80~120℃，喂料加热温度为 160~220℃，注射压力为 80~120MPa；保压时间 1~2.5s。

**7.**根据权利要求 1 所述的一种钛合金材料制备方法，其特征在于：所述步骤 S4 中脱脂的技术参数为：采用草酸介质进行催化脱脂，脱脂时间为脱脂时间 $t \geqslant (60+60*h)$ min，h 为注射坯的最大厚度，单位为 mm。

**8.**根据权利要求 1 所述的一种钛合金材料制备方法，其特征在于：所述步骤 S5 中

烧结的术参数为：采用金属腔体烧结炉进行高真空烧结，炉膛内的压力≤1.0×10-3Pa，烧结温度 T 满足 0.65TL≤T≤0.85TL。

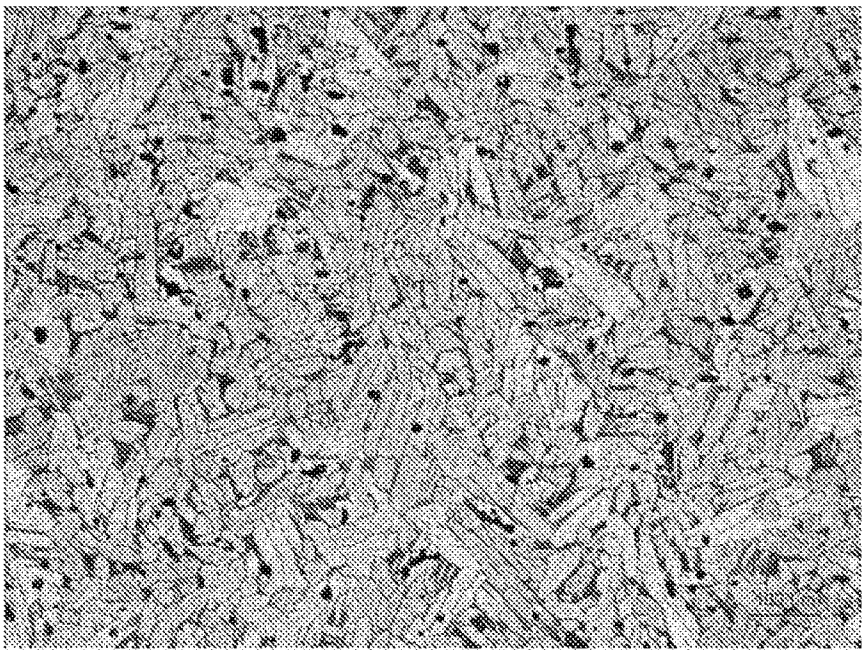


图 1

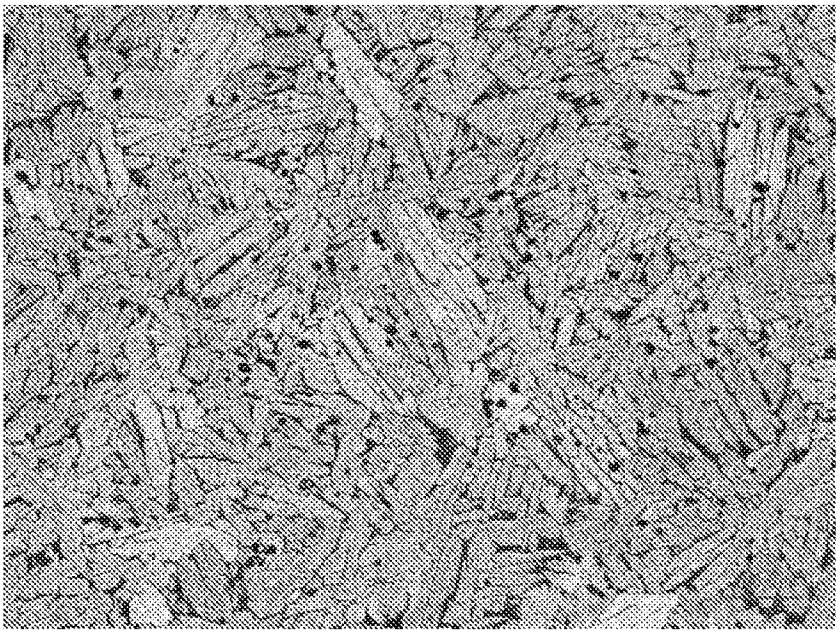


图 2

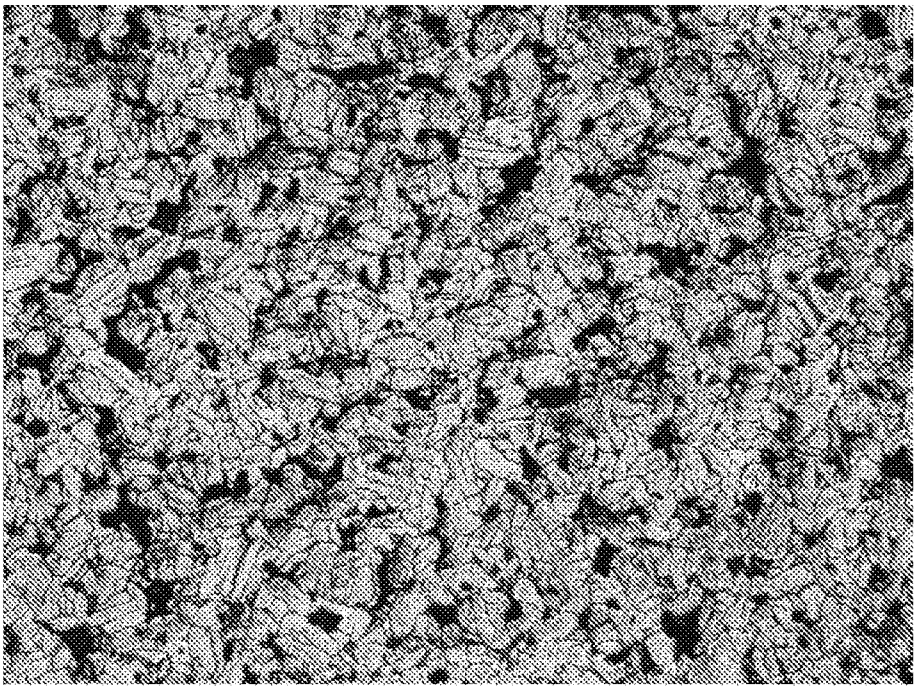


图 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/CN2023/113534**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22F1/052(2022.01)i; B22F1/103(2022.01)i; B22F3/22(2006.01)i; B22F3/10(2006.01)i; C22C14/00(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)

IPC:B22F; C22C

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, WPABSC, CNTXT, ENTXTC, DWPI, WPABS, ENTXT: 钛, 注射, 粗粉, 细粉, 粒径, 直径, 大, 小, 混合, D50, 脱脂, 烧结, titanium, Ti, injection, coarse, fine, particle size, diameter, large, small, mixed, degreased, sintered

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y | CN 114951662 A (ZHEJIANG UNIVERSITY et al.) 30 August 2022 (2022-08-30)<br>description, paragraphs 0006-0020 and 0026-0035 | 1-8 |
| Y | CN 114042917 A (HUNAN INJECTION HIGH TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 February 2022 (2022-02-15)<br>claim 1, and description, paragraph 0025 | 1-8 |
| A | CN 108326282 A (GUANGDONG INSTITUTE OF MATERIALS AND PROCESSING) 27 July 2018 (2018-07-27)<br>entire document | 1-8 |
| A | CN 112775427 A (GUANGZHOU INSTITUTE OF ADVANCED MATERIALS, UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 11 May 2021 (2021-05-11)<br>entire document | 1-8 |
| A | CN 116174701 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 30 May 2023 (2023-05-30)<br>entire document | 1-8 |
| A | JP H0790318 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 04 April 1995 (1995-04-04)<br>entire document | 1-8 |

☐ 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 |
|---|---|
| **21 December 2023** | **25 January 2024** |

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

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/CN2023/113534**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| CN 114951662 A | 30 August 2022 | CN 114951662 B | 05 May 2023 |
| CN 114042917 A | 15 February 2022 | None | |
| CN 108326282 A | 27 July 2018 | CN 108326282 B | 01 November 2019 |
| CN 112775427 A | 11 May 2021 | CN 112775427 B | 16 December 2022 |
| CN 116174701 A | 30 May 2023 | None | |
| JP H0790318 A | 04 April 1995 | JP 2793958 B2 | 03 September 1998 |

# 国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/113534

A. 主题的分类

B22F1/052(2022.01)i；B22F1/103(2022.01)i；B22F3/22(2006.01)i；B22F3/10(2006.01)i；C22C14/00(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)

IPC:B22F; C22C

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,WPABSC,CNTXT,ENTXTC,DWPI,WPABS,ENTXT:钛，注射，粗粉，细粉，粒径，直径，大，小，混合，D50，脱脂，烧结，titanium，Ti，injection，coarse，fine，particle size，diameter，large，small，mixed，degreased，sintered

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 |
|---|---|---|
| Y | CN 114951662 A (浙江大学 等) 2022年8月30日 (2022 - 08 - 30)<br>说明书0006-0020、0026-0035段 | 1-8 |
| Y | CN 114042917 A (湖南英捷高科技有限责任公司) 2022年2月15日 (2022 - 02 - 15)<br>权利要求1，说明书0025段 | 1-8 |
| A | CN 108326282 A (广东省材料与加工研究所) 2018年7月27日 (2018 - 07 - 27)<br>全文 | 1-8 |
| A | CN 112775427 A (北京科技大学广州新材料研究院) 2021年5月11日 (2021 - 05 - 11)<br>全文 | 1-8 |
| A | CN 116174701 A (北京科技大学) 2023年5月30日 (2023 - 05 - 30)<br>全文 | 1-8 |
| A | JP H0790318 A (KAWASAKI STEEL CO) 1995年4月4日 (1995 - 04 - 04)<br>全文 | 1-8 |

☐ 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12月21日 | 2024年1月25日 |

| ISA/CN的名称和邮寄地址 | 受权官员 |
|---|---|
| 中国国家知识产权局<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 | 赵新飞<br>电话号码 (+86) 010-62085451 |

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/113534

| 检索报告引用的专利文件 | | | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 | | | 公布日<br>(年/月/日) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CN | 114951662 | A | 2022年8月30日 | CN | 114951662 | B | 2023年5月5日 |
| CN | 114042917 | A | 2022年2月15日 | | 无 | | |
| CN | 108326282 | A | 2018年7月27日 | CN | 108326282 | B | 2019年11月1日 |
| CN | 112775427 | A | 2021年5月11日 | CN | 112775427 | B | 2022年12月16日 |
| CN | 116174701 | A | 2023年5月30日 | | 无 | | |
| JP | H0790318 | A | 1995年4月4日 | JP | 2793958 | B2 | 1998年9月3日 |