

(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
2020 年 9 月 17 日 (17.09.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/182098 A1

(51) 国际专利分类号:
B22F 3/105 (2006.01) **B33Y 30/00** (2015.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/078446

(22) 国际申请日: 2020 年 3 月 9 日 (09.03.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910185600.2 2019年3月12日 (12.03.2019) CN

(71) 申请人: 清华大学(TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园1号, Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: 林峰(LIN, Feng); 中国北京市海淀区清华园1号, Beijing 100084 (CN)。 张磊(ZHANG, Lei); 中国北京市海淀区清华园1号, Beijing 100084

(CN)。 王东方(WANG, Dongfang); 中国北京市海淀区清华园1号, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 北京景闻知识产权代理有限公司 (JW&PARTNERS); 中国北京市丰台区航丰路1号院4号楼1606室, Beijing 100070 (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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: LIQUID-FLOATING POWDER BED ADDITIVE MANUFACTURING APPARATUS AND METHOD

(54) 发明名称: 液浮粉末床增材制造设备和方法

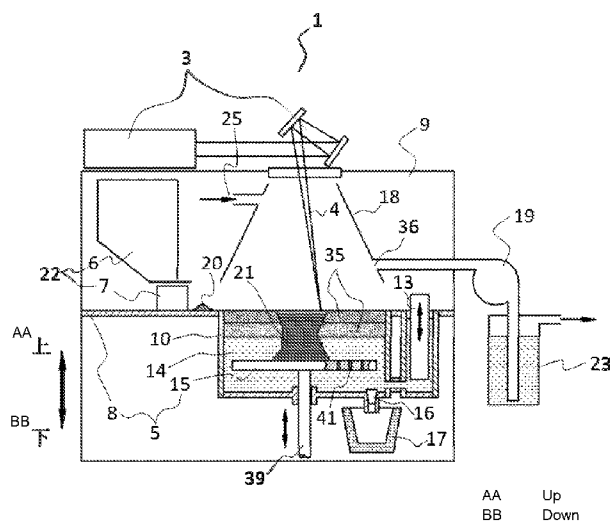


图 1

(57) Abstract: A liquid-floating powder bed additive manufacturing apparatus, comprising: a forming chamber (9); a workbench device (5) provided in the forming chamber and having a forming area, the workbench device at least comprising a forming cylinder (10), the forming cylinder being configured to be adapted to contain a floating liquid (14); a powder supply device (22) configured to be adapted to spread forming powder (20) on the surface of the floating liquid, the forming powder floating on the surface of the floating liquid under buoyancy forces to form a powder bed (35) covering the forming area; and at least one high energy beam emission focusing and scanning device (3) configured to emit a high energy beam to perform a forming process on the powder bed, so that the forming powder is deposited layer by layer to form a three-dimensional part. Further provided is a liquid-floating powder bed additive manufacturing method. The liquid-floating powder bed additive manufacturing apparatus above can reduce the amount of forming powder, improve

(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))。

the utilization rate of the forming powder and reduce the thermal stress of a three-dimensional part, satisfying the requirements of various forms of composite processing manufacturing and on-line inspection.

(57) 摘要: 一种液浮粉末床增材制造设备, 包括成形室(9); 工作台装置(5), 工作台装置设于成形室且具有成形区域, 工作台装置至少包括一个成形缸(10), 成形缸被构造成适于盛装浮液(14); 粉末供给装置(22), 粉末供给装置被构造成适于将成形粉末(20)铺展于浮液的表面, 成形粉末在浮力的作用下浮于浮液表面以形成覆盖成形区域的粉末床(35); 至少一个高能束发射聚焦扫描装置(3), 高能束发射聚焦扫描装置被构造成发射高能束对粉末床进行成形处理, 以使成形粉末逐层沉积而形成三维零件。以及一种液浮粉末床增材制造方法。采用上述液浮粉末床增材制造设备能够减少成形粉末的用量、提高成形粉末的利用率、降低三维零件的热应力, 且满足多种形式的复合加工制造和在线检验的需要。

液浮粉末床增材制造设备和方法

相关申请的交叉引用

本公开基于申请号为 201910185600.2，申请日为 2019 年 3 月 12 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本公开作为参考。

技术领域

本公开涉及增材制造技术领域，具体而言，涉及一种液浮粉末床增材制造设备和一种液浮粉末床增材制造方法。

背景技术

基于高能束（如激光、电子束等）选区熔化的粉末床熔融（powder bed fusion, PBF）和激光/电子束的熔覆沉积制造（cladding deposition manufacturing, CDM）是两种典型的增材制造工艺，相对于将材料（粉末或丝材）直接送入熔池的 CDM 技术，PBF 技术虽然成形效率较低、成形尺寸较小，但在复杂结构和特殊材料的三维成形方面具有很大的优势。

相关技术中的 PBF 成形工艺，其过程为用激光或电子束扫描预先铺设好的粉末床，逐层烧结或熔化粉末材料，使材料逐层堆积成形，而三维零件则逐层地被埋入粉末床。因此粉末床的深度，必须大于三维零件最终的高度尺寸，而粉末床的水平尺寸则与成形缸的平面尺寸相当。然而，随着粉末床熔融工艺的不断成熟和需求的不断增长，成形零件的尺寸越来越大，成形缸的尺寸也随之增大，粉末床的容积则随之成指数倍的增长。

对于一定规格或型号的粉末床熔融设备而言，其成形缸必须按其成形零件的极限尺寸设置，以便容纳其参数指标中所承诺的最大成形零件。而在设备的实际使用过程中，成形零件的尺寸或体积时大时小，但现有的工艺要求成形缸必须始终被填满粉末，才能保证粉末床熔融工艺的正常运行。

鉴于此，一方面造成 PBF 增材制造设备必要按成形缸的最大容量设计粉末供给系统，无形中增大了设备的体积和重量；另一方面也使设备用户必须采购远远超出所要制造零件的体积或重量的粉末材料，以填充成形缸。虽然成形后未烧结或未熔化的粉末可以被循环再使用，但研究和实践表明，超过一定次数（约 10 次）循环使用后，因氧化和流动性下降，

粉末不能再使用，必须更换新粉末，因此造成极大的浪费，这使得增材制造技术所具有的近净成形及材料利用率高的优势受到严重的挑战和质疑。由于粉末价格较高（是同等重量块材价格的 10-20 倍），对于致力于将增材制造技术规模化应用的企业，需要投入和消耗大量资金，购买填充粉末床的粉末，这将严重影响企业的经济效益和资金循环。

对于基于激光的粉末床熔融增材制造技术（SLM），还存在粉末床温度较低（一般不高于 200℃）、导致三维零件热应力大、易开裂、无法成形塑性较差的材料等不足。虽然可以通过底板加热，但只能对接近底板的低层粉末有加热作用，改善高度较低零件的热应力情况，而无法加热高层粉末。随着零件成形高度的增加，上层粉末的温度会越来越低，热应力改善的效果会越来越弱，因此无法彻底解决 SLM 工艺热应力大的问题。

此外，粉末床在受到扰动时无法保证平整性，因此三维零件在成形过程中进行升降或平移会破坏粉末床的完整性，这样导致在粉末床熔融工艺过程中三维零件无法脱离粉末床而进行其它形式的加工，不能满足多种形式的复合加工制造和在线检验的需要。

中国专利 CN20141001119.0、CN20172140150.2 和 CN201711025216.3 公开了一种与成形零件同步地逐层制作随形成形缸的装置及工艺。这种工艺不需要设置固定尺寸的成形缸，而是在 PBF 增材制造过程中利用激光熔覆沉积或激光选区熔化等方法同步制作随形成形缸，并通过能够自动适应随形成形缸顶面形状的铺粉装置进行铺粉。中国专利 CN201611194738.1 公开了一种具有这种功能的铺粉装置。在成形完成后，要破坏随形成形缸，以取出成形的零件。

这种基于同步制作随形成形缸的技术，虽然取消了固定尺寸的成形缸，大幅减少了维持粉末床需要的粉末量，但制作随形成形缸需要消耗部分材料，而且随形成形缸只能使用一次就被破坏并抛弃，无法再使用。另外，这一技术方案对 PBF 工艺中的其它问题没有太大的改善。

中国专利 CN20161021527.2 公开了一种在液体和金属粉末组成的悬浮液中进行激光选择性熔化粉末的增材制造技术。具体是在接近悬浮液表面的悬浮液中逐层地熔化粉末，目的是隔绝空气、防止氧化，同时利用悬浮液进行快速粉末输送，提高成形速度。该技术消除了有形的粉末层（床），但仍然需要大量的粉末与液体载体组成悬浮液填充成形（缸）容器，而且金属在悬浮液中熔化，激光需透过一定厚度的悬浮液，能量会损失，同时金属粉末还不可避免地会与液体发生作用和反应，因此难以控制成形零件的化学成分和粉末熔化时的熔池行为，难以保证成形质量。

发明内容

本公开旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本公开的一个目的在

于提出一种液浮粉末床增材制造设备，该液浮粉末床增材制造设备能够减少成形粉末的用量、提高成形粉末的利用率、降低三维零件的热应力，且满足多种形式的复合加工制造和在线检验的需要。

本公开还提出一种液浮粉末床增材制造方法。

根据本公开的第一方面的实施例提出一种液浮粉末床增材制造设备，所述液浮粉末床增材制造设备包括：成形室；工作台装置，所述工作台装置设于所述成形室且具有成形区域，所述工作台装置至少包括一个成形缸，所述成形缸被构造成适于盛装浮液；粉末供给装置，所述粉末供给装置被构造成适于将成形粉末铺展于所述浮液的表面，所述成形粉末在浮力的作用下浮于所述浮液表面以形成覆盖所述成形区域的粉末床；至少一个高能束发射聚焦扫描装置，所述高能束发射聚焦扫描装置被构造成发射高能束对所述粉末床进行成形处理，以使所述成形粉末逐层沉积而形成三维零件。

根据本公开实施例的液浮粉末床增材制造设备能够减少成形粉末的用量、提高成形粉末的利用率、降低三维零件的热应力，且满足多种形式的复合加工制造和在线检验的需要。

根据本公开的一些具体实施例，所述粉末床的厚度为 0.01mm-100mm 且包括湿层和干层，所述湿层浸入所述浮液，所述干层在所述浮液之上且不含有所述浮液；其中，所述成形区域由所述干层覆盖，所述高能束扫描所述干层以使所述干层的被扫描的部分升温、烧结或熔化，并逐层沉积于所述成型区域。

根据本公开的一些具体实施例，所述成形缸配置有加热/冷却装置，所述加热/冷却装置将浮液材料加热熔化成所述浮液且将所述浮液保持在 50℃-2000℃ 的预定温度。

进一步地，所述浮液材料的密度大于所述成形粉末材料的密度。

进一步地，在但不限于所述三维零件制造完成后，所述成形缸加热/冷却装置控制所述浮液温度上升或下降到使所述浮液与所述三维零件表面润湿角最大的温度。

进一步地，在但不限于所述三维零件制造完成后，所述成形缸加热/冷却装置按照对所述三维零件进行热处理的要求，控制所述浮液的温度及其变化率上升或下降。

进一步地，所述成形缸设有进液口和排液口，所述进液口与加热釜相连，所述排液口设有排液阀且与下方的收集釜相连，所述收集釜内设有滤网。

根据本公开的一些具体实施例，所述成形缸配置有用于检测所述浮液液面高度的液面高度检测装置和用于调节所述浮液液面高度的液面高度调节装置。

进一步地，所述液面高度调节装置为可上下移动的等截面柱体；当所述等截面柱体向下移动而向所述浮液浸入时，所述浮液的液面高度上升；当所述等截面柱体向上移动而从所述浮液提起时，所述浮液的液面高度降低。

根据本公开的一些具体示例，所述成形室内设有收集罩，所述收集罩设于所述成形区域的上方且避让开所述高能束发射聚焦扫描装置发射的高能束，所述收集罩设有进气口和出气口，所述出气口连接有抽气装置和净化器。

根据本公开的一些具体实施例，所述工作台装置包括：工作平台，所述工作平台设于所述成形缸上端且围绕所述成形缸设置；升降台，所述升降台设于所述成形缸内，且带动所述三维零件升降。

进一步地，所述粉末供给装置包括：粉末供给器，所述粉末供给器被构造成将所述成形粉末储存并供给至所述工作平台；粉末铺设器，所述粉末铺设器设于所述工作平台，所述粉末铺设器被构造成将所述成形粉末推送至所述成形缸内浮液的表面并将所述浮液表面的所述粉末床铺平。

进一步地，所述成形室内设有熔覆装置、加工处理装置和检测装置中的至少一种，当所述升降台将其上的三维零件全部或部分提升出所述粉末床时，所述熔覆装置、所述加工处理装置和所述检测装置中的至少一种移动到工作位置，对所述三维零件进行熔覆沉积制造、切削加工、钻孔加工和/或质量检测。

进一步地，所述升降台连接有至少一个下驱动支撑杆和/或至少一个上驱动吊杆，其中，所述下驱动支撑杆向上穿过所述成形缸的底壁而与所述升降台相连；所述上驱动吊杆向下插入所述浮液而与所述升降台相连。

进一步地，所述工作平台构造有挡板，所述挡板位于所述上驱动吊杆的朝向所述粉末床的一侧且包括：水平部，所述水平部的表面与所述工作平台的表面平行且位于同一高度；外竖直部，所述外竖直部从所述水平部的朝向所述上驱动吊杆的一侧向上延伸；内竖直部，所述内竖直部从所述水平部的朝向所述粉末床的一侧向下延伸。

根据本公开的一些具体示例，所述升降台设有沿其厚度方向贯通的透液孔。

根据本公开的一些具体实施例，所述至少一个高能束发射聚焦扫描装置包括电子束发射聚焦扫描装置和/或激光束发射聚焦扫描装置；所述成形处理包括利用所述电子束发射聚焦扫描装置发射的电子束和/或所述激光束发射聚焦扫描装置发射的激光束对所述粉末床进行扫描、加热、烧结、熔化和切割加工中的一种或几种组合处理。

根据本公开的第二方面的实施例提出一种液浮粉末床增材制造方法，所述液浮粉末床增材制造方法包括：将浮液材料加热熔化为浮液并导入成形缸；将成形粉末铺展于所述浮液的表面，使所述成形粉末在浮力的作用下浮于所述浮液表面以形成粉末床，且至少有部分所述粉末床位于所述浮液的液面以上而不含有浮液，形成干层；利用高能束对所述粉末床中的干层进行成形处理，以使所述粉末床逐层沉积而形成三维零件。

根据本公开实施例的液浮粉末床增材制造方法能够减少成形粉末的用量、提高成形

粉末的利用率、降低三维零件的热应力，且满足多种形式的复合加工制造和在线检验的需要。

根据本公开的一些具体实施例，所述成形处理包括利用电子束发射聚集扫描装置发射的电子束和/或激光束发射聚集扫描装置发射的激光束对所述粉末床进行扫描、加热、烧结、熔化和切割加工中的一种或几种组合处理。

本公开的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本公开的实践了解到。

附图说明

本公开的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 是根据本公开实施例的液浮粉末床增材制造设备的结构示意图。

图 2 是根据本公开另一个实施例的液浮粉末床增材制造设备的结构示意图。

图 3 是根据本公开实施例的液浮粉末床增材制造设备的粉末床的结构示意图。

图 4 是根据本公开实施例的液浮粉末床增材制造设备的成形缸及其浮液导入与排出装置的结构示意图。

图 5 是根据本公开实施例的液浮粉末床增材制造设备进行复合加工制造时的工作示意图。

图 6 是根据本公开实施例的液浮粉末床增材制造设备的一种升降台局部结构示意图。

图 7 是根据本公开实施例的液浮粉末床增材制造设备的另一种升降台局部结构示意图。

附图标记：

液浮粉末增材制造设备 1、激光束 4、电子束 2、三维零件 21、

成形室 9、

工作台装置 5、工作平台 8、升降台 15、成形缸 10、进液口 30、排液口 31、加热釜 28、进液阀 26、排液阀 16、收集釜 17、浮液材料 27、滤网 29、透液孔 41、

粉末供给装置 22、粉末供给器 6、粉末铺设器 7、

高能束发射聚焦扫描装置 3、

浮液 14、

成形粉末 20、粉末床 35、湿层 11、干层 12、

等截面柱体 13、

收集罩 18、进气口 25、出气口 36、抽气装置 19、净化器 23、
熔覆装置 32、
上驱动吊杆 33、
下驱动支撑杆 39、
挡板 40、水平部 38、外竖直部 34、内竖直部 37。

具体实施方式

下面详细描述本公开的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本公开，而不能理解为对本公开的限制。

在本公开的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本公开和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本公开的限制。

考虑相关技术中增材制造技术的现状，本公开提出一种液浮粉末增材制造设备 1 和一种液浮粉末增材制造方法，该设备和方法能够减少成形粉末的用量、提高成形粉末的利用率、降低三维零件的热应力，且满足多种形式的复合加工制造和在线检验的需要。

下面参考附图描述根据本公开实施例的液浮粉末增材制造设备 1。

如图 1-图 7 所述，根据本公开实施例的液浮粉末增材制造设备 1 包括成形室 9、工作台装置 5、粉末供给装置 22 和至少一个高能束发射聚焦扫描装置 3。

工作台装置 5 设于成形室 9，且工作台装置 5 具有成形区域，工作台装置 5 至少包括一个成形缸 10，成形缸 10 被构造成适于盛装浮液 14。粉末供给装置 22 被构造成适于将成形粉末 20 铺展于浮液 14 的表面，成形粉末 20 在浮力的作用下浮于浮液 14 表面以形成覆盖所述成形区域的粉末床 35。至少一个高能束发射聚焦扫描装置 3，高能束发射聚焦扫描装置 3 被构造成发射高能束对粉末床 35 进行成形处理，以使成形粉末 20 逐层沉积于所述成型区域而形成三维零件 21。

下面描述根据本公开实施例的液浮粉末床增材制造方法，所述液浮粉末床增材制造方法包括：

将浮液材料加热熔化为浮液 14 并导入成形缸 10；

将成形粉末 20 铺展于浮液 14 的表面，使成形粉末 20 在浮力的作用下浮于浮液 14

表面以形成粉末床 35，且至少有部分粉末床 35 位于浮液 14 的液面以上而不含有浮液 14，形成干层 12；

利用高能束对粉末床 35 中的干层 12 进行成形处理，以使粉末床 35 逐层沉积而形成三维零件 21。

根据本公开实施例的液浮粉末增材制造设备 1 及方法，利用液态金属或非金属（即浮液 14）填充成形缸 10，利用液体金属或非金属的浮力支撑表面的成形粉末 20 形成液浮式的粉末床 35。不同于目前 PBF 技术中全部用粉末填充成形缸的全固态粉末床，液浮式的粉末床 35 只在液面上保持一定厚度，不但可以减少制造大型三维零件时需要的粉末量，而且无需复杂的自适应铺粉装置，同时通过控制液体金属或非金属（即浮液 14）的温度，可以很好地提高和保持成形三维零件的温度，降低其热应力并控制其微观组织。

并且，液浮式的粉末床 35 有浮力支持，能够很好地保持一定的厚度，并在受到扰动时自动恢复表面的平整性。这将可以允许三维零件 21 在成形过程中进行升降或平移，而不破坏粉末床 35 的完整性。此特点使得在粉末床熔融工艺过程中三维零件 21 可以脱离粉末床 35 进行其它形式的加工（如另一种增材制造、切削加工、钻孔、辊压或表面喷涂等）和/或检测，以实现多种形式的复合加工制造和在线检验。

因此，根据本公开实施例的液浮粉末增材制造设备 1 及方法，能够减少成形粉末的用量、提高成形粉末的利用率、降低三维零件的热应力，且实施多种形式的复合加工制造和在线检验。

在本公开的一些具体实施例中，如图 3 所示，粉末床 35 包括湿层 11 和位于湿层 11 上方的干层 12，湿层 11 浸入浮液 14，干层 12 在浮液 14 之上且不含有浮液 14。其中，所述成形区域由干层 12 覆盖，所述高能束扫描干层 12 以使干层 12 的被扫描的部分升温、烧结或熔化。并逐层沉积于所述成型区域。

由此，利用密度（比重）较大的液态金属或非金属（浮液 14），将密度较小的成形粉末 20 通过浮力在表面形成一定厚度的粉末层，激光或电子束等高能束在粉末层上表面进行选择性的烧结或熔化，虽然与目前的 SLM 工艺一样需要对成形室 9 内的气氛进行控制，限制氧含量，但避免了浮液 14 对熔池的干扰和不利影响。

其中，粉末床 35 的厚度为 0.01mm-100mm，优选为 1mm-50mm。

在本公开的一些具体实施例中，成形缸 10 配置有加热/冷却装置，所述加热/冷却装置将浮液材料加热熔化成浮液 14 且将浮液 14 保持在预定温度，例如，所述预定温度为 50℃-2000℃。设置具有加热和保温功能的成形缸 10，可以将密度较大的浮液材料加热至液态并在整个成形过程中保持温度处于预先设置的、高于熔点的预定温度。

本领域的技术人员需要理解的是，作为浮液 14 的金属或非金属材料的密度（比重）比

成形粉末 20 的密度（比重）大，并且不会与成形粉末 20 和三维零件 21 发生任何化学反应，除非所发生的反应有利于改进所成形三维零件 21 的使用性能。

在本公开的一些具体实施例中，在但不限于三维零件 21 制造完成后，所述成形缸加热/冷却装置控制浮液 14 温度上升或下降到使浮液 14 与三维零件 21 表面润湿角最大的温度。

在本公开的一些具体实施例中，在但不限于三维零件 21 制造完成后，所述成形缸加热/冷却装置按照对三维零件 21 进行热处理的要求，控制浮液 14 的温度及其变化率上升或下降。

在本公开的一些具体实施例中，如图 1、图 2 和图 4 所示，成形缸 10 配置有液面高度检测装置和液面高度调节装置。液面高度检测装置用于检测浮液 14 的液面高度，液面高度调节装置用于调节浮液 14 的液面高度，由此可以保持和调整成形缸 10 中浮液 14 的液面的高度。

可选地，所述液面高度调节装置为可上下移动的等截面柱体 13，等截面柱体 13 可由耐高温材料制成。当等截面柱体 13 向下移动而向浮液 14 浸入时，浮液 14 的液面高度上升；当等截面柱体 13 向上移动而从浮液 14 提起时，浮液 14 的液面高度降低。

在本公开的一些具体实施例中，如图 4 所示，成形缸 10 设有进液口 30 和排液口 31，进液口 30 可以设置在成形缸 10 的侧壁且邻近上沿，排液口 31 可以设置在成形缸 10 的底壁，所述进液口 30 相连加热釜 28 且进液口 30 设有进液阀 26，排液口 31 设有排液阀 16 且排液口 31 下方设有收集釜 17，收集釜 17 内设有滤网 29。

具体地，成形开始前，可用加热釜 28 将密度较大的浮液材料 27 熔化并加热至预定温度，通过进液口 30 导入成形缸 10。在成形过程中，随着三维零件 21 下沉体积的增大，当液面高度调节装置无法调整液面处于预设高度时，排液口 31 的排液阀 16 打开，排出一部分浮液 14 后排液阀 16 关闭，液面高度调节装置进行液面高度调整。当成形结束后，排液口 31 的排液阀 16 打开，排出全部浮液 14 到收集釜 17 中。收集釜 17 中设有滤网 29，滤除排出浮液 14 中的成形粉末 20，滤出的成形粉末 20 可回收再利用，而剩下的液体则可冷却等待下一次成形，或通过进液口 30 重新导入成形缸 10 进行新的成形。

在本公开的一些具体示例中，如图 1 所示，为更充分地收集成形缸 10 中高温浮液 14 的挥发物和成形粉末 20 在高速束扫描下产生的蒸发物或飞溅，成形室 9 内可以设有收集罩 18，收集罩 18 设于成形区域的上方，且收集罩 18 避让开高能束发射聚焦扫描装置 3 发射的高能束，收集罩 18 设有进气口 25 和出气口 36，出气口 36 连接有抽气装置 19 和净化器 23，气体经净化器 23 处理去除其中的重金属和有害物质后，可以排向大气，或导入成形室 9，或通过进气口 25 进入收集罩 18。

在本公开的一些具体实施例中，如图 1 和图 2 所示，工作台装置 5 包括工作平台 8 和升降台 15。

工作平台 8 设于成形缸 10 上端且围绕成形缸 10 设置。所述成形区域可形成于升降台 15 的上表面且可被高能束扫描范围覆盖，升降台 15 设于成形缸 10 内且带动三维零件 21 升降，升降台 15 随着粉末床 35 的逐层熔化或烧结而逐渐下沉并带动已成形的三维零件 21 逐渐浸入浮液 14 中。

其中，为了方便升降台 15 升降时浮液 14 的流动，升降台 15 设有贯通升降台 15 的透液孔 41，例如，透液孔 41 沿上下方向贯通升降台 15。

在本公开的一些具体示例中，如图 1 和图 2 所示，粉末供给装置 22 包括粉末供给器 6 和粉末铺设器 7。

粉末供给器 6 被构造成将成形粉末 20 储存并供给至工作平台 8。粉末铺设器 7 设于工作平台 8，粉末铺设器 7 被构造成将成形粉末 20 推送至成形缸 10 内浮液 14 的表面并将浮液 14 表面的粉末床 35 铺平。

在本公开的一些具体实施例中，如图 5 所示，成形室 9 内设有熔覆装置 32、加工处理装置和检测装置中的至少一种，当升降台 15 将其上的三维零件 21 全部或部分提升出粉末床 35 时，熔覆装置 32、所述加工处理装置和所述检测装置中的至少一种移动到工作位置，对三维零件 21 进行熔覆沉积制造、切削加工、钻孔加工和/或质量检测。

在逐层制造三维零件 21 的过程中，可以提升升降台 15，将三维零件 21 全部或部分提升出粉末床 35，利用熔覆装置 32（如激光熔覆头、电子束熔丝头）在已成形的三维零件 21 基础上熔覆相同或不同材料，进行熔覆沉积制造；也可以利用加工处理装置（如铣削头、钻头）对已成形的三维零件 21 进行切削或钻孔等加工；还可以利用检测装置（如激光扫描、触点探头、超声探头、X 射线探头）对已成形的三维零件 21 进行检测。

上述熔覆沉积、切削加工或检测完成后，下降升降台 15，将三维零件 21 重新浸入浮液 14 和粉末床 35 中，粉末铺设器 7 将粉末床 35 重新铺平后，继续进行高能束粉末床熔融成形制造。

在本公开的一些具体示例中，升降台 15 连接有至少一个下驱动支撑杆 39 和/或至少一个上驱动吊杆 33。

具体而言，下驱动支撑杆 39 向上穿过成形缸 10 的底壁而与升降台 15 相连（如图 1、图 2 和图 4 所示）；上驱动吊杆 33 向下插入浮液 14 而与升降台 15 相连（如图 6 和图 7 所示），其中，图 6 示出了采用单侧上驱动吊杆 33 的示例，图 7 示出了采用双侧上驱动吊杆 33 的示例，适用于大型、较重零件的制造。

进一步地，如图 6 和图 7 所示，工作平台 8 构造有挡板 40，挡板 40 位于上驱动吊

杆 33 的朝向粉末床 35 的一侧，且挡板 40 包括水平部 38、外竖直部 34 和内竖直部 37。

水平部 38 的表面与工作平台 8 的表面平行且位于同一高度。外竖直部 34 从水平部 38 的朝向上驱动吊杆 33 的一侧向上延伸。内竖直部 37 从水平部 38 的朝向粉末床 35 的一侧向下延伸，内竖直部 37 的深度（上下方向上的尺寸）大于粉末床 35 的最大厚度。外竖直部 34 的作用是在粉末铺设器 7 铺粉时将成形粉末 20 限制在水平部 38 内；而内竖直部 37 的作用是约束粉末床 35 以形成稳定的湿层 11 和干层 12。

在本公开的一些具体实施例中，所述至少一个高能束发射聚焦扫描装置 3 包括电子束发射聚焦扫描装置和/或激光束发射聚焦扫描装置。图 1 示出了单独采用激光束发射聚焦扫描装置的示例，图 2 示出了单独采用电子束发射聚焦扫描装置的示例。

当然，也可以同时结合激光束发射聚焦扫描装置和电子束发射聚焦扫描装置。将电子束-激光束结合起来进行复合扫描进行选区熔化，以将电子束选区熔化和激光选区熔化的优点结合。具体而言，所述电子束发射聚焦扫描装置发射的扫描电子束 2 和所述激光束发射聚焦扫描装置发射的扫描激光束 4 均可用于扫描成形区域，预热成形粉末床 35 和控制降温过程，使成形区域温度场处于适当范围，控制温度梯度，降低热应力；扫描三维零件 21 截面及其内外轮廓，使截面内材料逐步升温、烧结、熔化，形成清晰、连续、完整的截面及其轮廓，从而可以获得高性能和较高精度的三维零件 21。

所述成形处理包括利用所述电子束发射聚焦扫描装置发射的电子束 2 和/或所述激光束发射聚焦扫描装置发射的激光束 4 对粉末床 35 进行扫描、加热、烧结、熔化和切割加工中的一种处理或几种组合，此外还可以控制三维零件 21 和粉末床 35 的降温过程。

其中，对于采用电子束 2 对粉末床 35 进行预热、烧结、熔化沉积和降温控制的成形室 9（如图 2 所示），配置有真空系统和惰性气体回填系统，为防止电子束 2 传输过程中功率过度衰减，并考虑高温浮液 14 和粉末床 35 熔化沉积时的蒸发，可回填惰性气体，真空度保持在 10^{-4} Pa 至 10Pa 之间；而对于采用激光束 4 对粉末床 35 进行预热、烧结、熔化沉积和降温控制的成形室 9（如图 1 所示），配置有抽气和充气装置。经过抽气-充气循环后，所述成形室 9 需充满惰性气体，气压等于或大于 1 个大气压（ ≥ 0.1013 MPa）并将氧含量降低到 0.1% 以下。

根据本公开的实施例提出一种液浮粉末增材制造设备 1，利用液体浮力支撑粉末床，即在密度（比重）较大的液体表面铺展粉末形成液浮粉末床，再利用激光或电子束等高能束对粉末进行逐层预热、烧结或熔化沉积，以制造三维零件。

下面举例描述根据本公开实施例的液浮粉末增材制造设备 1 的工作过程。

将密度较大的金属或非金属（浮液材料 27）加热熔化作为浮液 14，将浮液 14 导入成形室 9 内具有加热/冷却和保温功能的成形缸 10，并使浮液 14 的温度保持在预定温度

(50℃-2000℃)。成形室 9 内的粉末铺设器 7 将密度较小的成形粉末 20 铺展在浮液 14 上，形成一定厚度 (0.01mm-100mm) 的粉末床 35。粉末床 35 漂浮在浮液 14 表面，包括浸入浮液 14 的湿层 11 和浮液 14 之上的干层 12。高能束发射聚焦扫描装置 3 发射激光束 4 和/或电子束 2，扫描粉末床 35 进行加热，以及扫描一定区域对粉末床 35 进行烧结或熔化沉积以形成所需的零件截面，并与下面已成形的三维零件 21 或升降台 15 连接。升降台 15 下降一层厚度，与成形缸 10 连通的液面高度检测装置与液面高度控制装置测量并调整液面回复到预设的液面高度位置，粉末铺设器 7 推送成形粉末 20 至粉末床 35 上并推平，形成粉末床 35 平整的表面。高能束发射聚焦扫描装置 3 再次扫描粉末床 35 进行加热、烧结或熔化沉积新层，如此反复，直到完成整个三维零件 21 的增材制造。

当完成三维零件 21 的增材制造后，升降台 15 可下降，将三维零件 21 完全没入浮液 14 中，调整浮液 14 的温度和保温时间，对成形的三维零件 21 进行热处理。而在取出三维零件 21 之前，可将浮液 14 的温度调整到使其表面张力较大，或使浮液 14 与三维零件 21 表面的接触角（润湿角）较大的温度。以便更好地保证浮液 14 与三维零件 21 的分离。

取出三维零件 21 的方式可以通过升降台 15 上升将三维零件 21 提升出浮液 14 和粉末床 35，也可以通过打开成形缸 10 底部的排液阀 16，排出浮液 14 使三维零件 21 逐步露出浮液 14 和粉末床 35，从而将三维零件 21 与浮液 14 和粉末床 35 分离。

根据本公开实施例的液浮粉末增材制造设备 1 的其它构成以及操作对于本领域普通技术人员而言都是已知的，这里不再详细描述。

在本说明书的描述中，参考术语“具体实施例”、“具体示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本公开的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。

尽管已经示出和描述了本公开的实施例，本领域的普通技术人员可以理解：在不脱离本公开的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本公开的范围由权利要求及其等同物限定。

权 利 要 求 书

1、一种液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，包括：

成形室；

工作台装置，所述工作台装置设于所述成形室且具有成形区域，所述工作台装置至少包括一个成形缸，所述成形缸被构造成适于盛装浮液；

粉末供给装置，所述粉末供给装置被构造成适于将成形粉末铺展于所述浮液的表面，所述成形粉末在浮力的作用下浮于所述浮液表面以形成覆盖所述成形区域的粉末床；

至少一个高能束发射聚焦扫描装置，所述高能束发射聚焦扫描装置被构造成发射高能束对所述粉末床进行成形处理，以使所述成形粉末逐层沉积而形成三维零件。

2、根据权利要求 1 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述粉末床的厚度为 0.01mm-100mm 且包括湿层和干层，所述湿层浸入所述浮液，所述干层在所述浮液之上且不含有所述浮液；

其中，所述成形区域由所述干层覆盖，所述高能束扫描所述干层以使所述干层的被扫描的部分升温、烧结或熔化，并逐层沉积于所述成型区域。

3、根据权利要求 1 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述成形缸配置有加热/冷却装置，所述加热/冷却装置将浮液材料加热熔化成所述浮液且将所述浮液保持在 50℃-2000℃的预定温度。

4、根据权利要求 3 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述浮液材料的密度大于所述成形粉末材料的密度。

5、根据权利要求 3 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，在但不限于所述三维零件制造完成后，所述成形缸加热/冷却装置控制所述浮液温度上升或下降到使所述浮液与所述三维零件表面润湿角最大的温度。

6、根据权利要求 3 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，在但不限于所述三维零件制造完成后，所述成形缸加热/冷却装置按照对所述三维零件进行热处理的要求，控制所述浮液的温度及其变化率上升或下降。

7、根据权利要求 3 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述成形缸设有进液口和排液口，所述进液口与加热釜相连，所述排液口设有排液阀且与下方的收集釜相连，所述收集釜内设有滤网。

8、根据权利要求 1 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述成形缸配置有用于检测所述浮液液面高度的液面高度检测装置和用于调节所述浮液液面高度的

液面高度调节装置。

9、根据权利要求 8 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述液面高度调节装置为可上下移动的等截面柱体；

当所述等截面柱体向下移动而向所述浮液浸入时，所述浮液的液面高度上升；

当所述等截面柱体向上移动而从所述浮液提起时，所述浮液的液面高度降低。

10、根据权利要求 1 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述成形室内设有收集罩，所述收集罩设于所述成形区域的上方且避让开所述高能束发射聚焦扫描装置发射的高能束，所述收集罩设有进气口和出气口，所述出气口连接有抽气装置和净化器。

11、根据权利要求 1-10 中任一项所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述工作台装置包括：

工作平台，所述工作平台设于所述成形缸上端且围绕所述成形缸设置；

升降台，所述升降台设于所述成形缸内，且带动所述三维零件升降。

12、根据权利要求 11 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述粉末供给装置包括：

粉末供给器，所述粉末供给器被构造成将所述成形粉末储存并供给至所述工作平台；

粉末铺设器，所述粉末铺设器设于所述工作平台，所述粉末铺设器被构造成将所述成形粉末推送至所述成形缸内浮液的表面并将所述浮液表面的所述粉末床铺平。

13、根据权利要求 11 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述成形室内设有熔覆装置、加工处理装置和检测装置中的至少一种，当所述升降台将其上的三维零件全部或部分提升出所述粉末床时，所述熔覆装置、所述加工处理装置和所述检测装置中的至少一种移动到工作位置，对所述三维零件进行熔覆沉积制造、切削加工、钻孔加工和/或质量检测。

14、根据权利要求 11 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述升降台连接有至少一个下驱动支撑杆和/或至少一个上驱动吊杆，其中，

所述下驱动支撑杆向上穿过所述成形缸的底壁而与所述升降台相连；

所述上驱动吊杆向下插入所述浮液而与所述升降台相连。

15、根据权利要求 14 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述工作平台构造有挡板，所述挡板位于所述上驱动吊杆的朝向所述粉末床的一侧且包括：

水平部，所述水平部的表面与所述工作平台的表面平行且位于同一高度；

外竖直部，所述外竖直部从所述水平部的朝向所述上驱动吊杆的一侧向上延伸；

内竖直部，所述内竖直部从所述水平部的朝向所述粉末床的一侧向下延伸。

16、根据权利要求 11 所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述升降台设有沿其厚度方向贯通的透液孔。

17、根据权利要求 1-10 中任一项所述的液浮粉末床增材制造设备，其特征在于，所述至少一个高能束发射聚焦扫描装置包括电子束发射聚焦扫描装置和/或激光束发射聚焦扫描装置；

所述成形处理包括利用所述电子束发射聚焦扫描装置发射的电子束和/或所述激光束发射聚焦扫描装置发射的激光束对所述粉末床进行扫描、加热、烧结、熔化和切割加工中的一种或几种组合处理。

18、一种液浮粉末床增材制造方法，其特征在于，包括：

将浮液材料加热熔化为浮液并导入成形缸；

将成形粉末铺展于所述浮液的表面，使所述成形粉末在浮力的作用下浮于所述浮液表面以形成粉末床，且至少有部分所述粉末床位于所述浮液的液面以上而不含有浮液，形成干层；

利用高能束对所述粉末床中的干层进行成形处理，以使所述粉末床逐层沉积而形成三维零件。

19、根据权利要求 18 所述的液浮粉末床增材制造方法，其特征在于，所述成形处理包括利用电子束发射聚焦扫描装置发射的电子束和/或激光束发射聚焦扫描装置发射的激光束对所述粉末床进行扫描、加热、烧结、熔化和切割加工中的一种或几种组合处理。

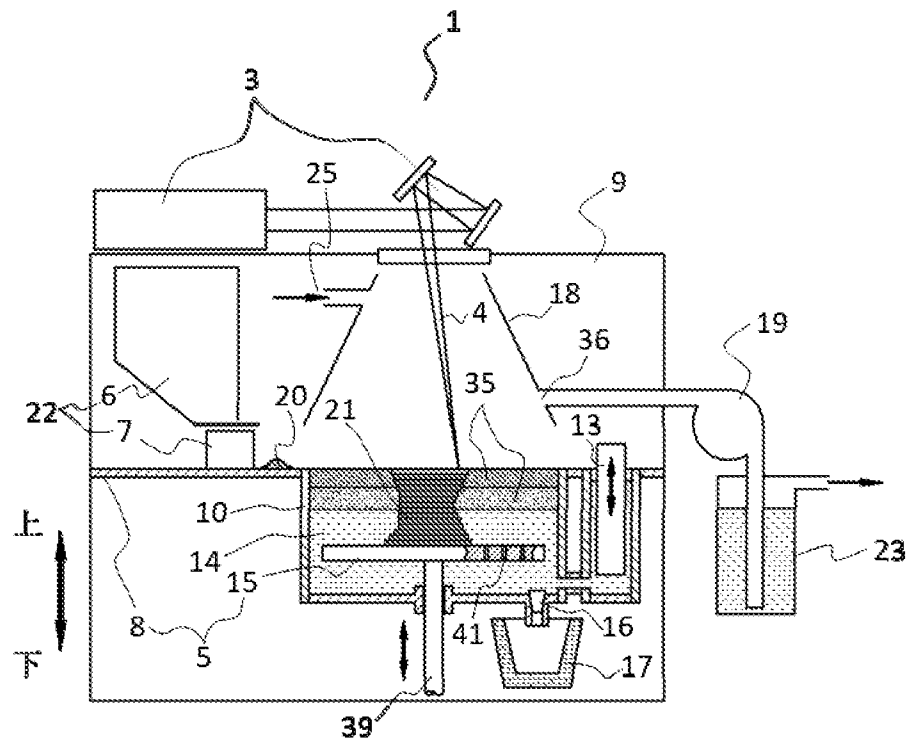


图 1

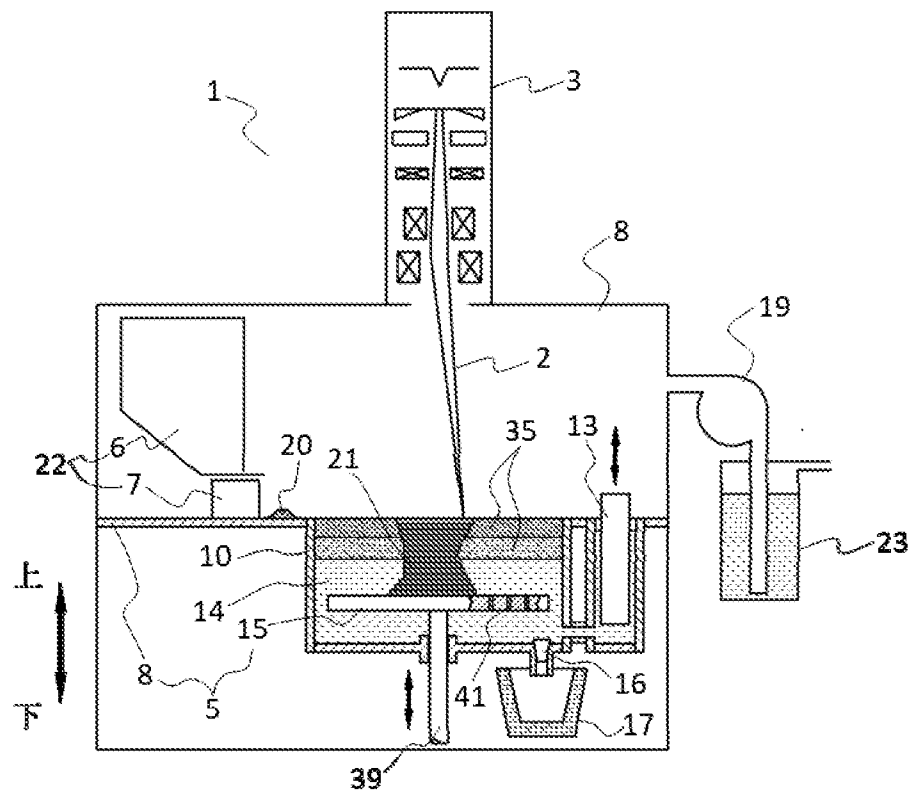


图 2

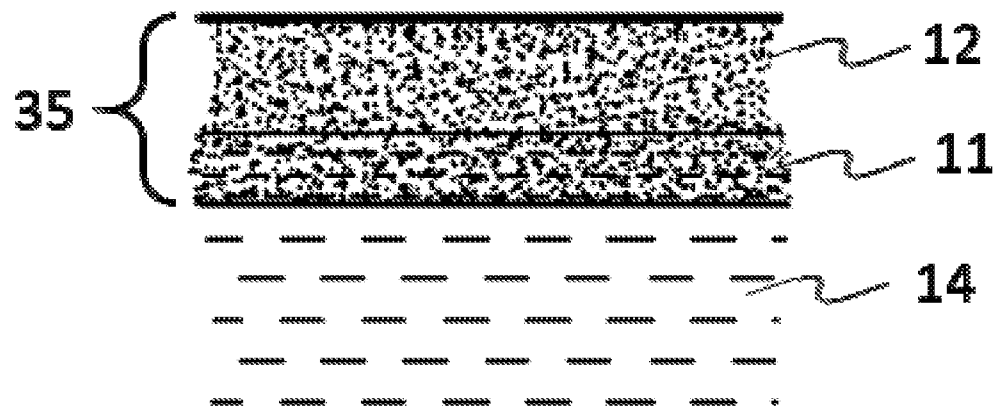


图 3

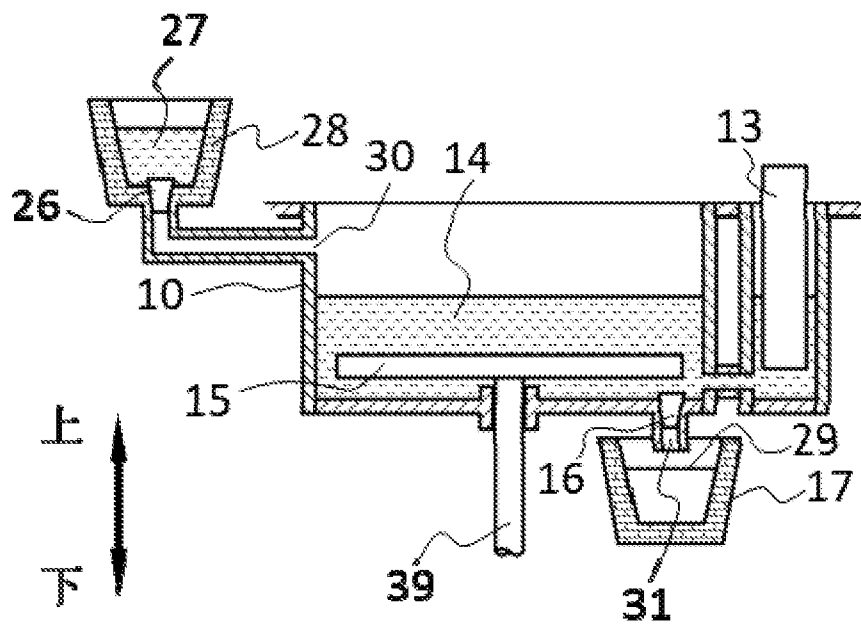


图 4

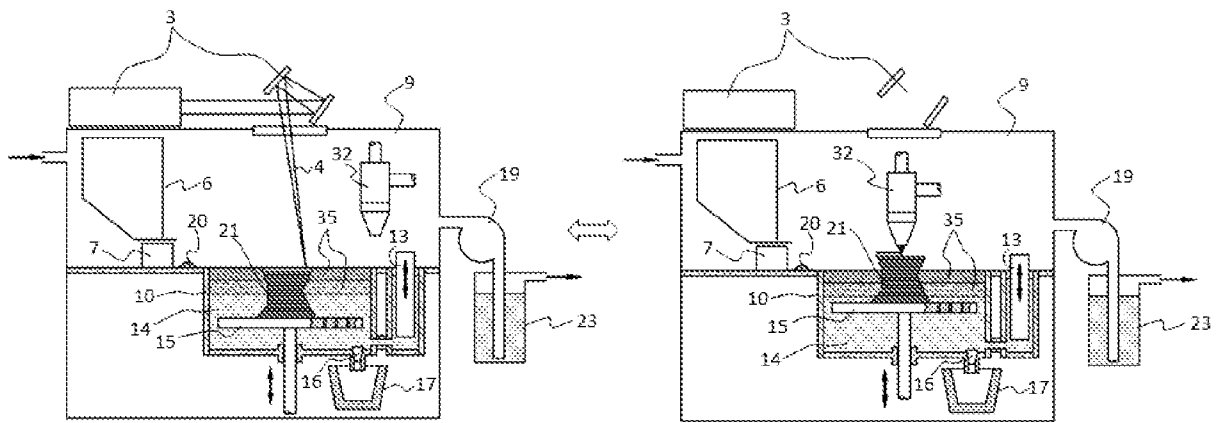


图 5

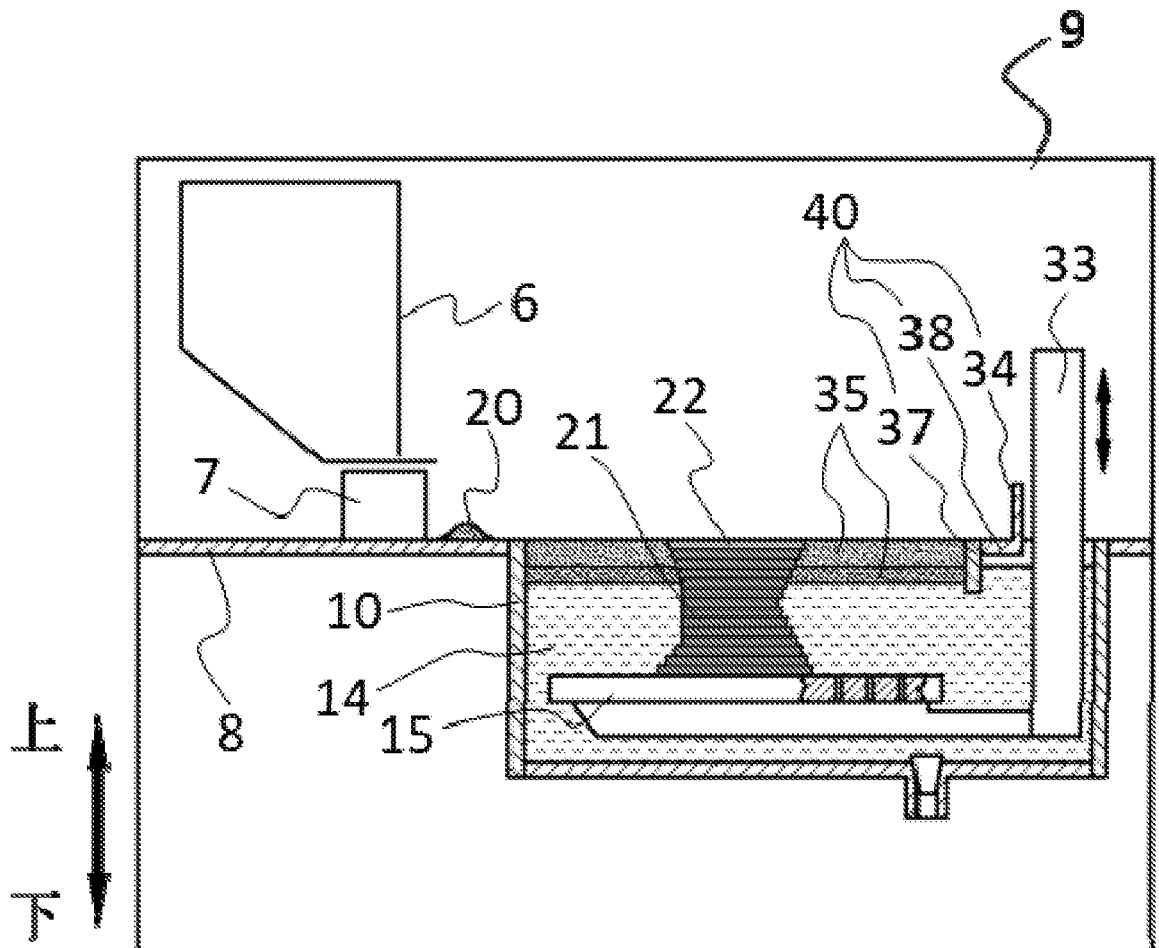


图 6

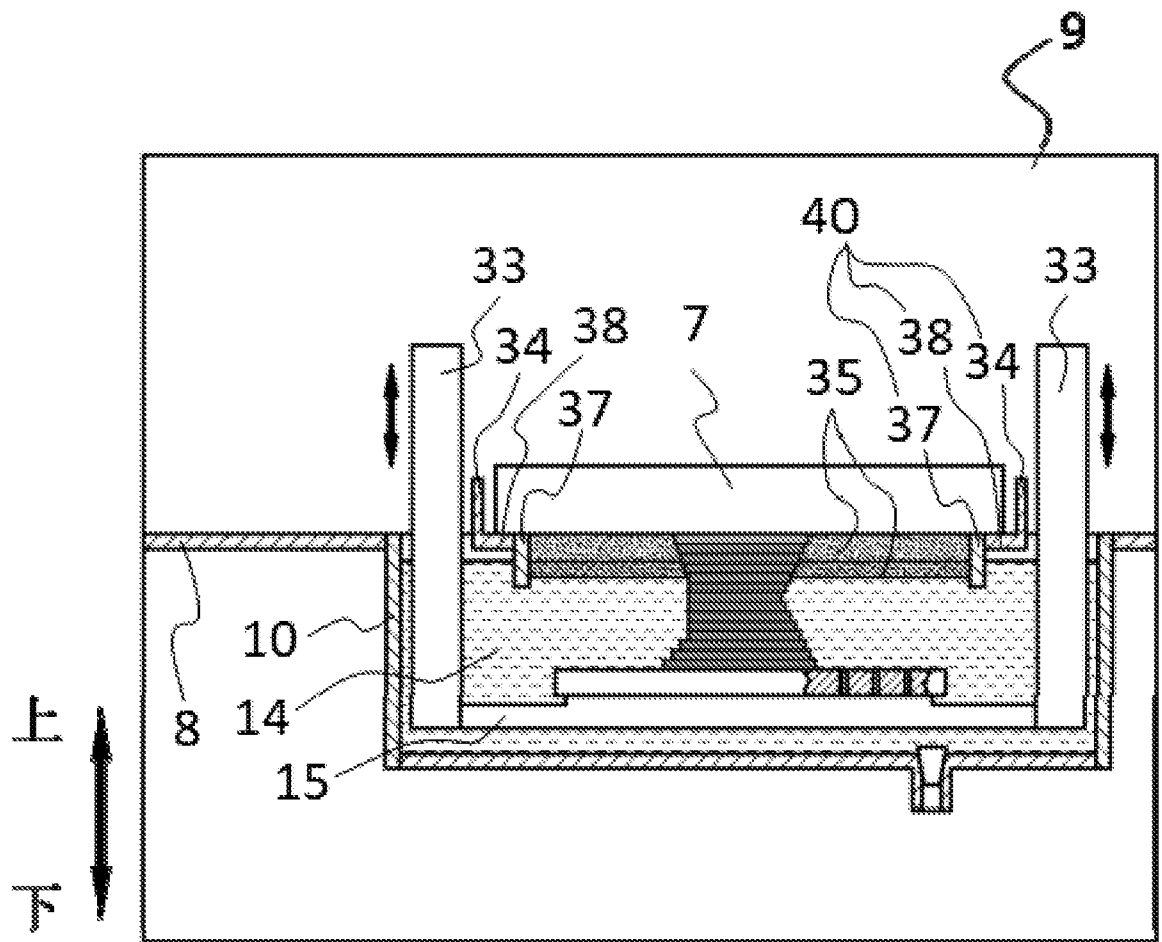


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/078446

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22F 3/105(2006.01)i; B33Y 30/00(2015.01)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)

B22F, B33Y, B29C

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, CNKI, VEN: 增材, 打印, 3D, 三维, 激光, 光束, 液体, 流体, 液态, 浮液, 悬浮, 漂浮, 浮力, 支撑, 升降, 平台, additive, print, three, dimension, laser, beam, liquid, fluid, flux, bath, support, float, float+, buoyancy, suspen+, elevat+, platform

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 1739946 A (SHANGHAI UNIVERSITY OF ELECTRIC POWER) 01 March 2006 (2006-03-01) see, description, page 3, line 9 to page 6, line 6, and figures 1-3	1-19
Y	CN 104210109 A (BEIJING ZHIGU TECH CO., LTD.) 17 December 2014 (2014-12-17) see description, paragraphs [0021]-[0066], and figures 1-3	1-19
PX	CN 110523977 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 03 December 2019 (2019-12-03) see claims 1-19	1-19
A	CN 106041072 A (SIEMENS ENERGY INC.) 26 October 2016 (2016-10-26) see entire document	1-19
A	CN 106182767 A (CHENGDU SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT CENTER, CHINA ACADEMY OF ENGINEERING PHYSICS) 07 December 2016 (2016-12-07) see entire document	1-19
A	CN 108405865 A (BEIJING UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY) 17 August 2018 (2018-08-17) see entire document	1-19

☒ 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

27 May 2020

Date of mailing of the international search report

19 June 2020

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

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/078446

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0739704 B1 (THDE 3D SYSTEMS INC. et al.) 28 July 1999 (1999-07-28) see entire document	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/078446

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	1739946	A	01 March 2006	CN	100395098	C	18 June 2008
CN	104210109	A	17 December 2014	CN	104210109	B	05 October 2016
CN	110523977	A	03 December 2019	None			
CN	106041072	A	26 October 2016	CN	106041072	B	09 November 2018
				US	2016298220	A1	13 October 2016
				US	9694423	B2	04 July 2017
				DE	102016106247	A1	13 October 2016
CN	106182767	A	07 December 2016	None			
CN	108405865	A	17 August 2018	None			
EP	0739704	B1	28 July 1999	DE	19515165	A1	31 October 1996
				EP	0767733	A1	16 April 1997
				JP	2001105503	A	17 April 2001
				JP	3136161	B2	19 February 2001
				JP	H09511709	A	25 November 1997
				US	5665401	A	09 September 1997
				US	5904889	A	18 May 1999
				JP	H08309864	A	26 November 1996
				JP	H11333937	A	07 December 1999
				WO	9633859	A1	31 October 1996
				EP	0739704	A1	30 October 1996
				DE	19515165	C2	06 March 1997

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/078446

A. 主题的分类

B22F 3/105 (2006.01)i; B33Y 30/00 (2015.01)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)

B22F, B33Y, B29C

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, CNKI, VEN: 增材, 打印, 3D, 三维, 激光, 光束, 液体, 流体, 液态, 浮液, 悬浮, 漂浮, 浮力, 支撑, 升降, 平台, additive, print, three, dimension, laser, beam, liquid, fluid, flux, bath, support, float, flota+, buoyancy, suspen+, elevat+, platform

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 1739946 A (上海电力学院) 2006年 3月 1日 (2006 - 03 - 01) 参见说明书第3页第9行至第6页第6行, 附图1-3	1-19
Y	CN 104210109 A (北京智谷技术服务有限公司) 2014年 12月 17日 (2014 - 12 - 17) 参见说明书第[0021]段至第[0066]段, 附图1-3	1-19
PX	CN 110523977 A (清华大学) 2019年 12月 3日 (2019 - 12 - 03) 参见权利要求1-19	1-19
A	CN 106041072 A (西门子能源公司) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 参见全文	1-19
A	CN 106182767 A (中物院成都科学技术发展中心) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 参见全文	1-19
A	CN 108405865 A (北京化工大学) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 参见全文	1-19
A	EP 0739704 B1 (THDE 3D SYSTEMS INC等) 1999年 7月 28日 (1999 - 07 - 28) 参见全文	1-19

☐ 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

2020年 5月 27日

国际检索报告邮寄日期

2020年 6月 19日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

授权官员

遇抒

电话号码 62085377

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/078446

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	1739946	A	2006年 3月 1日	CN	100395098	C	2008年 6月 18日
CN	104210109	A	2014年 12月 17日	CN	104210109	B	2016年 10月 5日
CN	110523977	A	2019年 12月 3日	无			
CN	106041072	A	2016年 10月 26日	CN	106041072	B	2018年 11月 9日
				US	2016298220	A1	2016年 10月 13日
				US	9694423	B2	2017年 7月 4日
				DE	102016106247	A1	2016年 10月 13日
CN	106182767	A	2016年 12月 7日	无			
CN	108405865	A	2018年 8月 17日	无			
EP	0739704	B1	1999年 7月 28日	DE	19515165	A1	1996年 10月 31日
				EP	0767733	A1	1997年 4月 16日
				JP	2001105503	A	2001年 4月 17日
				JP	3136161	B2	2001年 2月 19日
				JP	H09511709	A	1997年 11月 25日
				US	5665401	A	1997年 9月 9日
				US	5904889	A	1999年 5月 18日
				JP	H08309864	A	1996年 11月 26日
				JP	H11333937	A	1999年 12月 7日
				WO	9633859	A1	1996年 10月 31日
				EP	0739704	A1	1996年 10月 30日
				DE	19515165	C2	1997年 3月 6日