

(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 6 月 18 日 (18.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/118487 A1

(51) 国际专利分类号:

B29C 33/38 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2018/120074

(22) 国际申请日:

2018 年 12 月 10 日 (10.12.2018)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 鲁艳军(LU, Yanjun); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。 陈福民(CHEN, Fumin); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。 伍晓宇(WU, Xiaoyu); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。 周超兰(ZHOU, Chaolan); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。 彭启洋(PENG, Qiyang); 中国广

东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。 章嘉涛(ZHANG, Jiatao); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳中一联合知识产权代理有限公司(SHENZHEN ZHONGYI UNION INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省深圳市福田区园岭街道深南中路 1014 号报春大厦 9 楼 (5 号信箱), Guangdong 518028 (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,

(54) Title: MICRO-STRUCTURE MOLD CORE OF MICROFLUIDIC CHIP AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种微流控芯片的微结构模芯及其制造方法

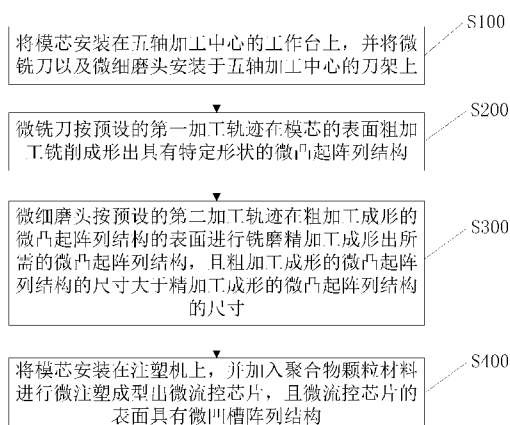


图 1

- S100 Mount a mold core on a worktable of a five-axis machining center, and mount a micro-milling cutter and a micro-grinding head on a cutter holder of the five-axis machining center
- S200 The micro-milling cutter performs rough machining milling on the surface of the mold core according to a preset first machining trajectory to mold a micro-protrusion array structure having a specific shape
- S300 The micro-grinding head performs milling and grinding finish machining on the surface of the rough machining molded micro-protrusion array structure according to a preset second machining trajectory to mold the required micro-protrusion array structure, and a size of the rough machining molded micro-protrusion array structure is greater than that of the finish machining molded micro-protrusion array structure
- S400 Mount the mold core on an injection molding machine, and add a polymer particulate material and perform micro injection molding to obtain a microfluidic chip, and the surface of the microfluidic chip has a micro-groove array structure

(57) Abstract: A micro-structure mold core (30) of a microfluidic chip (40) and a manufacturing method therefor. The method comprises the following steps: mount the mold core (30) on a worktable of a five-axis machining center, and mount a micro-milling cutter and a micro-grinding head (20) on a cutter holder of the five-axis machining center; the micro-milling cutter performs rough machining milling on the surface of the mold core (30) according to a preset first machining trajectory to mold a micro-protrusion array structure (32) having a specific shape; the micro-grinding head (20) performs milling and grinding finish machining on the surface of the rough machining molded micro-protrusion array structure (32) according to a preset second machining trajectory to form the required micro-protrusion array structure (32); mount the mold core (30) on an injection molding machine, and add a polymer particulate material and perform micro injection molding to obtain the microfluidic chip (40); or mount the mold core (30) on a hot pressing machine, and add a polymer block-shaped material and perform hot pressing molding to obtain the microfluidic chip (40). The microfluidic chip (40) manufactured by the manufacturing method is controllable in shape, can implement mass production and manufacturing, and reduces production and manufacturing costs.

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, 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: 一种微流控芯片(40)的微结构模芯(30)及其制造方法, 包括步骤: 将模芯(30)安装在五轴加工中心的工作台上, 并将微铣刀以及微细磨头(20)安装于五轴加工中心的刀架上; 微铣刀按预设的第一加工轨迹在模芯(30)的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构(32); 微细磨头(20)按预设的第二加工轨迹在粗加工成形的微凸起阵列结构(32)的表面进行铣磨精加工出所需的微凸起阵列结构(32); 将模芯(30)安装在注塑机上, 并加入聚合物颗粒材料进行微注塑成型出微流控芯片(40); 或将模芯(30)安装在热压机上, 并加入聚合物块状材料进行热压成型出微流控芯片(40); 该制造方法制成的微流控芯片(40)形状可控, 且能够实现批量化生产与制造, 降低了生产制造成本。

一种微流控芯片的微结构模芯及其制造方法

技术领域

[0001] 本方案属于微流控芯片技术领域，更具体地说，是涉及一种微流控芯片的微结构模芯及其制造方法。

背景技术

[0002] 目前，为了满足分析检测设备微型化、集成化和便携化的需求，其中微流控芯片是微分析检测系统开发的重要研究领域，微流控芯片具有微型化、集成化、试剂消耗量小、选择性好、分析速度快、成本低的优点。通常在微流控芯片的表面设置相应需求的微流道，在指定的微流道口添加对应的试剂，试剂通过微流道进入指定的位置发生反应。传统的微流控芯片流道少，常见的微流控芯片的结构简单，而且流道内部的粗糙度较大，会影响试剂流动性，而且不适宜于较为复杂的试剂检测，使得微流控芯片不能得到更好的利用。

[0003] 为了解决这个问题，市场上通过改进微流控芯片的加工成形的工艺，从而可增加微流控芯片的流道的表面质量和微流控芯片的利用率。传统技术上，在微流控芯片的表面设置微结构流道通常是通过激光束加工、热压印技术等电化学刻蚀加工工艺制作，然而这些加工工艺无法加工出高形状精度和高表面质量的微凹槽阵列结构的芯片，无法保证芯片的微结构的形状尺寸精度以及芯片的利用率。

发明概述

技术问题

[0004] 本方案的目的在于提供一种微流控芯片的微结构模芯及其制造方法，以解决现有技术中由于采用激光加工、电化学刻蚀加工等工艺存在无法保证微流控芯片中的微结构的形状精度及表面质量，以及微流控芯片的利用率低的技术问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 为实现上述目的，本方案采用的技术方案是：提供一种微流控芯片的制造方法

，包括以下步骤：

- [0006] 将模芯安装在五轴加工中心的工作台上，并将微铣刀以及微细磨头安装于所述五轴加工中心的刀架上；
- [0007] 微铣刀按预设的第一加工轨迹在所述模芯的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构；
- [0008] 微细磨头按预设的第二加工轨迹在粗加工成形的所述微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工出所需的微凸起阵列结构，且粗加工成形的所述微凸起阵列结构的尺寸大于精加工成形的所述微凸起阵列结构的尺寸；
- [0009] 将所述模芯安装在注塑机上，并加入聚合物颗粒材料进行微注塑成型出微流控芯片，且所述微流控芯片的表面具有微凹槽阵列结构。
- [0010] 本方案还提供另一种微流控芯片的制造方法，包括以下步骤：
- [0011] 将模芯安装在五轴加工中心的工作台上，并将微铣刀以及微细磨头安装于所述五轴加工中心的刀架上；
- [0012] 微铣刀按预设的第一加工轨迹在所述模芯的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构；
- [0013] 微细磨头按预设的第二加工轨迹在粗加工成形的所述微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工出所需的微凸起阵列结构，且粗加工成形的所述微凸起阵列结构的尺寸大于精加工成形的所述微凸起阵列结构的尺寸；
- [0014] 将所述模芯安装在热压机上，并加入聚合物块状材料进行热压成型出微流控芯片，且所述微流控芯片的表面具有微凹槽阵列结构。
- [0015] 进一步地，所述五轴加工中心的主轴转速为5000~20000转/分，所述微铣刀的进给深度为0.1~50微米，所述微铣刀的进给速度为10~1000毫米/分。
- [0016] 进一步地，所述微凹槽阵列结构包括多个依次连接的微沟道，各所述微沟道的沟槽深度为10~800微米。
- [0017] 进一步地，各所述微沟道包括第一沟道、第二沟道、以及连接在所述第一沟道与所述第二沟道之间的过渡沟道，所述第一沟道与所述第二沟道之间的沟槽间隔为10~500微米。
- [0018] 进一步地，所述模芯的材质为陶瓷、金刚石、模具钢或者硬质合金。

- [0019] 进一步地，所述微流控芯片的材质为聚酰胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚二甲基硅氧烷、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯或者聚碳酸酯中的一种或者两种以上的混合物。
- [0020] 进一步地，所述第一沟道、所述第二沟道、以及所述过渡沟道均包括：
- [0021] 第一侧面，
- [0022] 第二侧面，与所述第一侧面相对设置；以及，
- [0023] 底面，两端分别与所述第一侧面、所述第二侧面连接；
- [0024] 所述第一侧面、所述底面以及所述第二侧面围构形成V形、U形或者矩形。
- [0025] 本方案还提供了一种微流控芯片的微结构模芯，包括模芯本体，所述模芯本体的表面设置有微凸起阵列结构，所述微凸起阵列结构由微铣刀在所述模芯本体的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构，并利用微细磨头将粗加工成形的所述微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工而成，所述微凸起阵列结构包括多个依次连接微凸起，各所述微凸起包括第一连接段、第二连接段、以及连接在所述第一连接段与所述第二连接段之间的过渡段。
- [0026] 进一步地，所述第一连接段为直线段，所述第二连接段为直线段，所述过渡段为弧形段或者直线段。
- [0027] 进一步地，所述第一连接段、所述第二连接段以及所述过渡段的高度均为10~800微米，所述第一连接段、所述第二连接段以及所述过渡段的宽度均为10~500微米，所述第一连接段与所述第二连接段之间的间距为10~500微米。
- [0028] 进一步地，所述第一连接段、所述第二连接段以及所述过渡段均包括：
- [0029] 第三侧面，
- [0030] 第四侧面，与所述第三侧面相对设置；以及，
- [0031] 顶面，两端分别与所述第三侧面、所述第四侧面连接；
- [0032] 所述第三侧面、所述顶面以及所述第四侧面围构形成V形、U形或者矩形。

发明的有益效果

有益效果

- [0033] 本方案提供的微流控芯片的微结构模芯及其制造方法的有益效果在于：与现有技术相比，本方案微流控芯片的制造方法，通过利用微铣刀在模芯的表面

铣削出具有特定形状的微凸起阵列结构，再利用微细磨头在粗加工成形的微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工出高精度的微凸起阵列结构，最后将加工完成的模芯安装在注塑机上加入聚合物颗粒材料进行微注塑成型加工，高效注塑成型出高质量的具有微凹槽阵列结构的微流控芯片，或者将加工完成的模芯安装在热压机上加入聚合物块状材料进行热压成型加工，热压成型出高质量微结构的微流控芯片，其形状可控，有效提高了微流控芯片表面的利用率，解决了现有技术由于采用激光束加工等电化学刻蚀加工工艺来制作微流控芯片的微结构导致无法保证微结构加工的形状和尺寸精度以及加工质量的问题；且能够实现微流控芯片的批量化生产与制造，极大地降低了生产制造成本。

对附图的简要说明

附图说明

- [0034] 为了更清楚地说明本方案实施例中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本方案的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0035] 图1为本方案实施例提供的一种微流控芯片的制造方法的流程图；
- [0036] 图2为本方案实施例提供的另一种微流控芯片的制造方法的流程图；
- [0037] 图3为本方案实施例提供的微流控芯片所采用的微结构模芯的加工示意图；
- [0038] 图4为本方案实施例提供的一个微结构模芯的俯视图；
- [0039] 图5为沿图4中A-A线的剖视结构图；
- [0040] 图6为图5中B处的局部放大示意图；
- [0041] 图7为本方案实施例提供的一个微流控芯片的立体结构示意图；
- [0042] 图8为图7的俯视图；
- [0043] 图9为沿图8中C-C线的剖视结构图；
- [0044] 图10为图9中D处的局部放大示意图；
- [0045] 图11为本方案实施例提供的另一个微结构模芯的俯视图；
- [0046] 图12为沿图11中E-E线的剖视结构图；
- [0047] 图13为本方案实施例提供的另一个微流控芯片的俯视图；

[0048] 图14为沿图13中F-F线的剖视结构图。

[0049] 其中，图中各附图标记：

[0050] 20-微细磨头；30-模芯；31-模芯本体；32-微凸起阵列结构；33-微凸起331-第一连接段；3311-第三侧面；3312-第四侧面；3313-顶面；332-第二连接段；333-过渡段；40-微流控芯片；41-微凹槽阵列结构；42-微沟道；421-第一沟道；4211-第一侧面；4212-第二侧面；4213-底面；422-第二沟道；423-过渡沟道。

发明实施例

本发明的实施方式

[0051] 为了使本方案所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本方案进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本方案，并不用于限定本方案。

[0052] 需要说明的是，当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者间接在该另一个元件上。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或间接连接至该另一个元件上。

[0053] 需要理解的是，术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“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方案和简化描述，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方案的限制。

[0054] 此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本方案的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0055] 请参阅图1，现对本方案提供的微流控芯片的制造方法进行说明。一种微流控芯片的制造方法，包括步骤S100、S200、S300、S400：

[0056] S100、将模芯安装在五轴加工中心的工作台上，并将微铣刀以及微细磨头安装于五轴加工中心的刀架上。

[0057] S200、微铣刀按预设的第一加工轨迹在模芯的表面粗加工铣削成形出具有特定

形状的微凸起阵列结构。

[0058] 其中，微铣刀通过按预设的第一加工轨迹铣削，加工得到所需形状的微凸起阵列结构。

[0059] S300、微细磨头按预设的第二加工轨迹在粗加工成形的微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工成形出所需的微凸起阵列结构，且粗加工成形的微凸起阵列结构的尺寸大于精加工成形的微凸起阵列结构的尺寸。

[0060] 其中，微细磨头通过预设的第二加工轨迹铣磨加工，第二加工轨迹与第一加工轨相同，进而加工得到所需形状的高精度的微凸起阵列结构。

[0061] S400、将模芯安装在注塑机上，并加入聚合物颗粒材料进行微注塑成型出微流控芯片，且微流控芯片的表面具有微凹槽阵列结构。

[0062] 其中，步骤S400中，通过注塑成型，可加工出高质量的具有微凹槽阵列结构的微流控芯片，注塑机为微型注塑机，聚合物为颗粒状。

[0063] 请参阅图2，本方案还提供了另一种微流控芯片的制造方法，包括步骤S100、S200、S300、S500：

[0064] S100、将模芯安装在五轴加工中心的工作台上，并将微铣刀以及微细磨头安装于五轴加工中心的刀架上。

[0065] S200、微铣刀按预设的第一加工轨迹在模芯的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构。

[0066] S300、微细磨头按预设的第二加工轨迹在粗加工成形的微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工成形出所需的微凸起阵列结构，且粗加工成形的微凸起阵列结构的尺寸大于精加工成形的微凸起阵列结构的尺寸。

[0067] S500、将模芯安装在热压机上，并加入聚合物块状材料进行热压成型出微流控芯片，且微流控芯片的表面具有微凹槽阵列结构。

[0068] 其中，步骤S500中，通过热压成型，可加工出高质量的具有微凹槽阵列结构的微流控芯片，优选的，热压机为塑料热压机，聚合物为块状。

[0069] 本方案提供的微流控芯片的制造方法，与现有技术相比，本方案微流控芯片的制造方法，通过利用微铣刀在模芯30的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构，再利用微细磨头20在粗加工成形的微凸起阵列结构的表

面进行铣磨精加工，以在模芯30的表面加工出高精度的微凸起阵列结构311，最后将加工完成的模芯30安装在注塑机上加入聚合物颗粒材料进行微注塑成型加工，高效注塑成型出高质量的具有微凹槽阵列结构41的微流控芯片40，或者将加工完成的模芯30安装在热压机上加入聚合物块状材料进行热压成型加工，热压成型出高质量微结构的微流控芯片40，其形状可控，有效提高了微流控芯片40表面的利用率，解决了现有技术由于采用激光束加工等电化学刻蚀加工工艺来制作微流控芯片的微结构导致无法保证微结构加工的形状和尺寸精度以及加工质量的问题；且能够实现微流控芯片的批量化生产与制造，极大地降低了生产制造成本。

[0070] 进一步地，作为本方案提供的微流控芯片的制造方法的一种具体实施方式，五轴加工中心的主轴转速为5000~20000转/分，微铣刀的进给深度为0.1~50微米，微铣刀的进给速度为10~1000毫米/分。微细磨头20的进给深度为0.1~50微米，微细磨头20的进给速度为100~1000毫米/分。

[0071] 进一步地，作为本方案提供的微流控芯片的制造方法的一种具体实施方式，粗加工成形的微凸起阵列结构的尺寸为精加工成形的微凸起阵列结构32的尺寸的1.05~1.2倍。例如可以为1.05倍、1.10倍或者1.2倍。通过将粗加工成形的微凸起阵列结构的尺寸设置为精加工成形的微凸起阵列结构32的尺寸的1.05~1.2倍，使得加工后的微凸起阵列结构32既可以具有良好的精度，同时也可以提高加工效率。

[0072] 进一步地，作为本方案提供的微流控芯片的制造方法的一种具体实施方式，步骤S100之前还包括步骤S110：根据微流控芯片40的微凹槽阵列结构41的尺寸，选择所需尺寸的模芯。

[0073] 其中，步骤S110中，通常根据试剂检验的方案，设计相应的微流控芯片40的微凹槽阵列结构41的形状和尺寸，不同的试剂检验的方案，微流控芯片的微凹槽阵列结构41的形状和尺寸大小不同。

[0074] 进一步地，作为本方案提供的微流控芯片的制造方法的一种具体实施方式，步骤S100之前还包括步骤：在模拟加工的软件上，设计微铣刀和微细磨头的第一加工加工轨迹与第二加工轨迹，并生成G代码导入到五轴加工中心。

- [0075] 进一步地，如图7至图9所示，作为本方案提供的微流控芯片的制造方法的一种具体实施方式，微凹槽阵列结构41包括多个依次连接的微沟道42，各微沟道42的沟槽深度H1为10~800微米，例如H1为10微米、200微米、800微米。微沟道42的沟槽宽度L1为10~500微米，例如L1为10微米、200微米、500微米。
- [0076] 进一步地，如图8所示，作为本方案提供的微流控芯片的制造方法的一种具体实施方式，各微沟道42包括第一沟道421、第二沟道422、以及连接在第一沟道421与第二沟道422之间的过渡沟道423，第一沟道421与第二沟道422之间的沟槽间隔K1为10~500微米。
- [0077] 进一步地，请参阅图4，作为本方案提供的微流控芯片的微结构模芯的一种具体实施方式，第一沟道421、第二沟道422均为直沟道，过渡沟道423为弧形沟道，即第一沟道421与第二沟道422通过弧形过渡连接，过渡自然顺畅。具体的，该过渡沟道423为圆弧形。过渡沟道423的半径R1为10~500微米，例如可以为10微米、100微米、200微米、500微米等。
- [0078] 进一步地，请一并参阅图13至图14，作为本方案提供的微流控芯片的微结构模芯的一种具体实施方式，过渡沟道423还可以为直线沟道，即第一沟道421与第二沟道422通过直角过渡连接。
- [0079] 进一步地，作为本方案提供的微流控芯片的制造方法的一种具体实施方式，步骤S100中，模芯30的材质为陶瓷、金刚石、模具钢或者硬质合金。
- [0080] 进一步地，作为本方案提供的微流控芯片的制造方法的一种具体实施方式，微流控芯片40的材质为聚酰胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚二甲基硅氧烷、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯或者聚碳酸酯中的一种或者两种以上的混合物。
- [0081] 进一步地，如图9至图10所示，作为本方案提供的微流控芯片的制造方法的一种具体实施方式，在本实施中，第一沟道421、第二沟道422、以及过渡沟道423均包括：第一侧面4211、第二侧面4212以及底面4213，第二侧面4212与第一侧面4211相对设置，底面4213两端分别与第一侧面4211、第二侧面4212连接。第一侧面4211、底面4213以及第二侧面4212围构形成矩形，当然，在其他实施中，还可以为V形、或者U形。
- [0082] 请参照图3至图5所示，本方案还提供了一种微流控芯片的微结构模芯，包括模

芯本体31，模芯本体31的表面设置有微凸起阵列结构32，微凸起阵列结构32由微铣刀在模芯本体31的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构，并利用微细磨头20将粗加工成形的微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工而成，微凸起阵列结构32包括多个依次连接微凸起33，各微凸起33包括第一连接段331、第二连接段332、以及连接在第一连接段331与第二连接段332之间的过渡段333。

[0083] 本方案提供的微流控芯片的微结构模芯，与现有技术相比，本方案微流控芯片的微结构模芯，通过利用微铣刀在模芯本体31的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构，再利用微细磨头20在粗加工成形的微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工，从而在模芯本体31的表面加工出高精度的微凸起阵列结构32，最后将加工完成的模芯本体31安装在注塑机上加入聚合物颗粒材料进行微注塑成型加工，高效注塑成型出高质量的具有微凹槽阵列结构41的微流控芯片40，或者将加工完成的模芯本体31安装在热压机上加入聚合物块状材料进行热压成型加工，热压成型出高质量的具有微凹槽阵列结构41的微流控芯片40，其形状可控，有效提高了微流控芯片40表面的利用率，解决了现有技术由于采用激光束加工等电化学刻蚀加工工艺来制作微流控芯片的微结构导致无法保证微结构加工的形状和尺寸精度以及加工质量的问题；且能够实现微流控芯片的批量化生产与制造，极大地降低了生产制造成本。

[0084] 进一步地，请参阅图4，作为本方案提供的微流控芯片的微结构模芯的一种具体实施方式，第一连接段331为直线段，第二连接段332为直线段，过渡段333为弧形段，即第一连接段331与第二连接段332通过弧形过渡连接，过渡自然顺畅。具体的，该过渡段333为圆弧形。过渡段333的半径R2为10~500微米，例如可以为10微米、100微米、200微米、500微米等。

[0085] 进一步地，请一并参阅图11至图12，作为本方案提供的微流控芯片的微结构模芯的一种具体实施方式，过渡段333还可以为直线段，即第一连接段331与第二连接段332通过直角过渡连接。

[0086] 进一步地，请一并参阅图4至图5，作为本方案提供的微流控芯片的微结构模芯的一种具体实施方式，第一连接段331、第二连接段332以及过渡段333的高度H2

均为10~800微米，例如H2为10微米、200微米、500微米、800微米。第一连接段331、第二连接段332以及过渡段333的宽度L2均为10~500微米，例如L2为10微米、100微米、300微米、500微米。第一连接段331与第二连接段332之间的间距K2为10~500微米，例如，K2为10微米、100微米、300微米、500微米。

[0087] 进一步地，请参阅图6，作为本方案提供的微流控芯片的微结构模芯的一种具体实施方式，第一连接段331、第二连接段332以及过渡段333均包括：第三侧面3311、第四侧面3312以及顶面3313，第四侧面3312与第三侧面3311相对设置。顶面3313两端分别与第三侧面3311、第四侧面3312连接。第三侧面3311、顶面3313以及第四侧面3312围构形成矩形，当然，在其他实施中，还可以为V形、或者U形，可根据微流控芯片40的微凹槽阵列结构41的实际所需的形状，设计加工出不同形状的微凸起阵列结构32。

[0088] 进一步地，作为本方案提供的微流控芯片的微结构模芯的一种具体实施方式，模芯本体31为模具钢件或者硬质合金件，其结构强度较大。

[0089] 进一步地，作为本方案提供的微流控芯片的微结构模芯的一种具体实施方式，微铣刀为钨钢铣刀，可以有效提高微铣刀的使用寿命。

[0090] 进一步地，作为本方案提供的微流控芯片的微结构模芯的一种具体实施方式，微细磨头20为金刚石微细磨头，通过采用金刚石烧结制成的微细磨头，其结构强度大，避免微细磨头被轻易磨损，进而提高微细磨头的使用寿命。

[0091] 以上所述仅为本方案的较佳实施例而已，并不用以限制本方案，凡在本方案的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本方案的保护范围之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种微流控芯片的制造方法，其特征在于：包括以下步骤：
将模芯安装在五轴加工中心的工作台上，并将微铣刀以及微细磨头安装于所述五轴加工中心的刀架上；
微铣刀按预设的第一加工轨迹在所述模芯的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构；
微细磨头按预设的第二加工轨迹在粗加工成形的所述微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工成形出所需的微凸起阵列结构，且粗加工成形的所述微凸起阵列结构的尺寸大于精加工成形的所述微凸起阵列结构的尺寸；
将所述模芯安装在注塑机上，并加入聚合物颗粒材料进行微注塑成型出微流控芯片，且所述微流控芯片的表面具有微凹槽阵列结构。
- [权利要求 2] 一种微流控芯片的制造方法，其特征在于：包括以下步骤：
将模芯安装在五轴加工中心的工作台上，并将微铣刀以及微细磨头安装于所述五轴加工中心的刀架上；
微铣刀按预设的第一加工轨迹在所述模芯的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构；
微细磨头按预设的第二加工轨迹在粗加工成形的所述微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工成形出所需的微凸起阵列结构，且粗加工成形的所述微凸起阵列结构的尺寸大于精加工成形的所述微凸起阵列结构的尺寸；
将所述模芯安装在热压机上，并加入聚合物块状材料进行热压成型出微流控芯片，且所述微流控芯片的表面具有微凹槽阵列结构。
- [权利要求 3] 如权利要求1或者2任一项所述的微流控芯片的制造方法，其特征在于：
所述五轴加工中心的主轴转速为5000~20000转/分，所述微铣刀的进给深度为0.1~50微米，所述微铣刀的进给速度为10~1000毫米/分。
- [权利要求 4] 如权利要求1或2任一项所述的微流控芯片的制造方法，其特征在于：
所述微凹槽阵列结构包括多个依次连接的微沟道，各所述微沟道的沟

槽深度为10~800微米。

- [权利要求 5] 如权利要求4所述的微流控芯片的制造方法，其特征在于：各所述微沟道包括第一沟道、第二沟道、以及连接在所述第一沟道与所述第二沟道之间的过渡沟道，所述第一沟道与所述第二沟道之间的沟槽间隔为10~500微米。
- [权利要求 6] 如权利要求1或2任一项所述的微流控芯片的制造方法，其特征在于：所述模芯的材质为陶瓷、金刚石、模具钢或者硬质合金。
- [权利要求 7] 如权利要求1或2任一项所述的微流控芯片的制造方法，其特征在于：所述微流控芯片的材质为聚酰胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚二甲基硅氧烷、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯或者聚碳酸酯中的一种或者两种以上的混合物。
- [权利要求 8] 如权利要求1或2任一项所述的微流控芯片的制造方法，其特征在于：所述第一沟道、所述第二沟道、以及所述过渡沟道均包括：
第一侧面，
第二侧面，与所述第一侧面相对设置；以及，
底面，两端分别与所述第一侧面、所述第二侧面连接；
所述第一侧面、所述底面以及所述第二侧面围构形成V形、U形或者矩形。
- [权利要求 9] 微流控芯片的微结构模芯，包括模芯本体，其特征在于：所述模芯本体的表面设置有微凸起阵列结构，所述微凸起阵列结构由微铣刀在所述模芯本体的表面粗加工铣削成形出具有特定形状的微凸起阵列结构，并利用微细磨头将粗加工成形的所述微凸起阵列结构的表面进行铣磨精加工而成，所述微凸起阵列结构包括多个依次连接微凸起，各所述微凸起包括第一连接段、第二连接段、以及连接在所述第一连接段与所述第二连接段之间的过渡段。
- [权利要求 10] 如权利要求9所述的微流控芯片的微结构模芯，其特征在于：所述第一连接段为直线段，所述第二连接段为直线段，所述过渡段为弧形段或者直线段。

- [权利要求 11] 如权利要求9所述的微流控芯片的微结构模芯，其特征在于：所述第一连接段、所述第二连接段以及所述过渡段的高度均为10~800微米，所述第一连接段、所述第二连接段以及所述过渡段的宽度均为10~500微米，所述第一连接段与所述第二连接段之间的间距为10~500微米。
- [权利要求 12] 如权利要求9所述的微流控芯片的微结构模芯，其特征在于：所述第一连接段、所述第二连接段以及所述过渡段均包括：
第三侧面，
第四侧面，与所述第三侧面相对设置；以及，
顶面，两端分别与所述第三侧面、所述第四侧面连接；
所述第三侧面、所述顶面以及所述第四侧面围构形成V形、U形或者矩形。

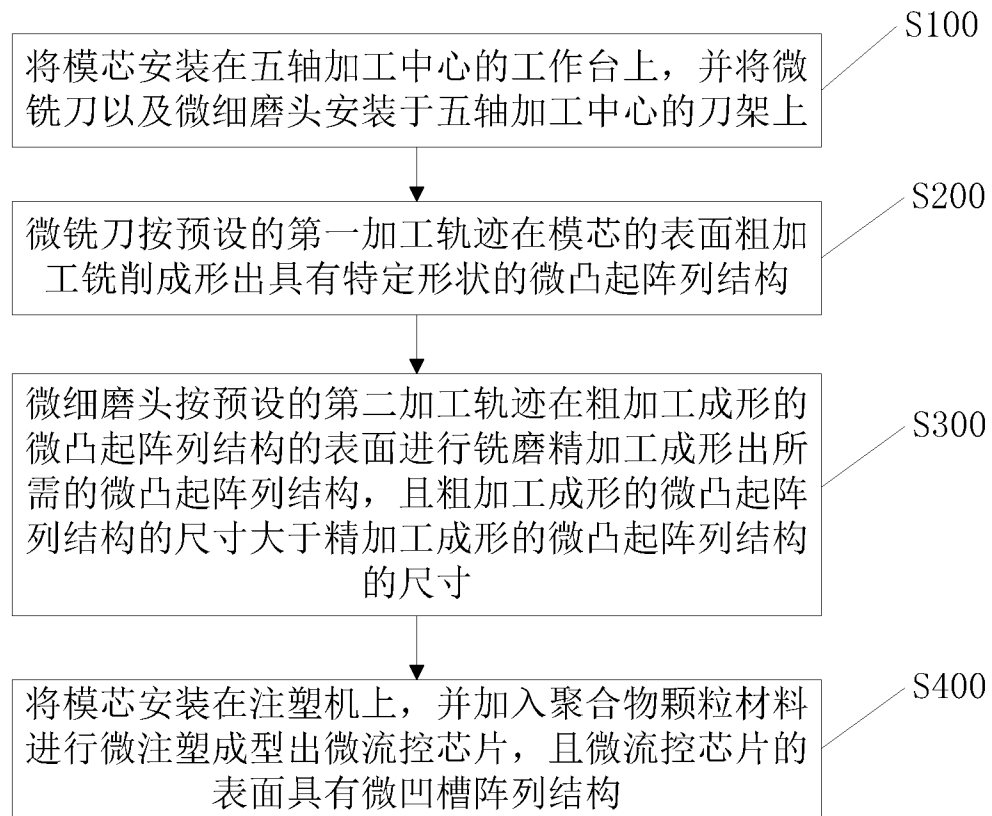


图 1

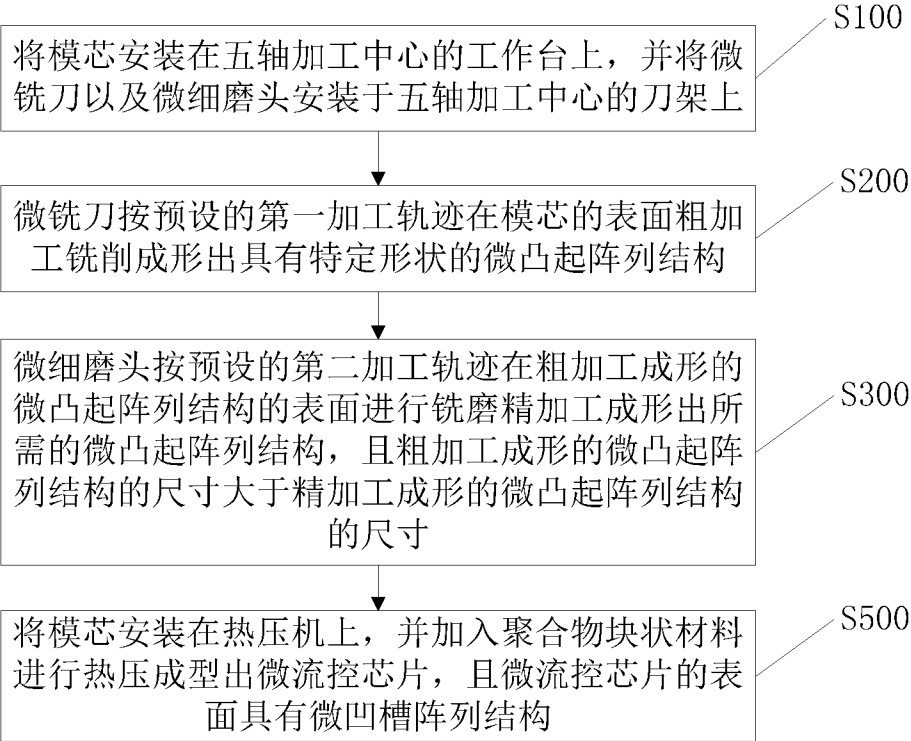


图 2

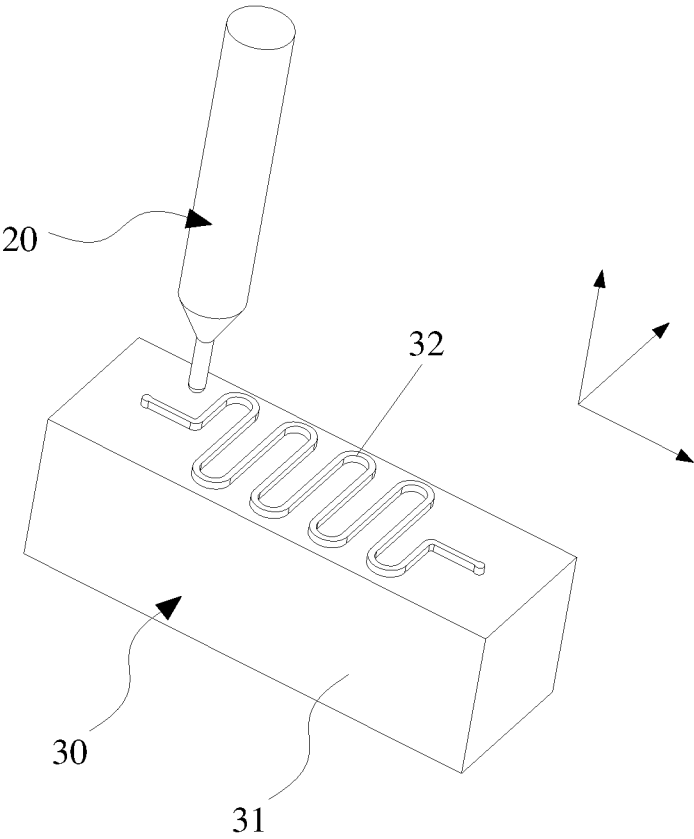


图 3

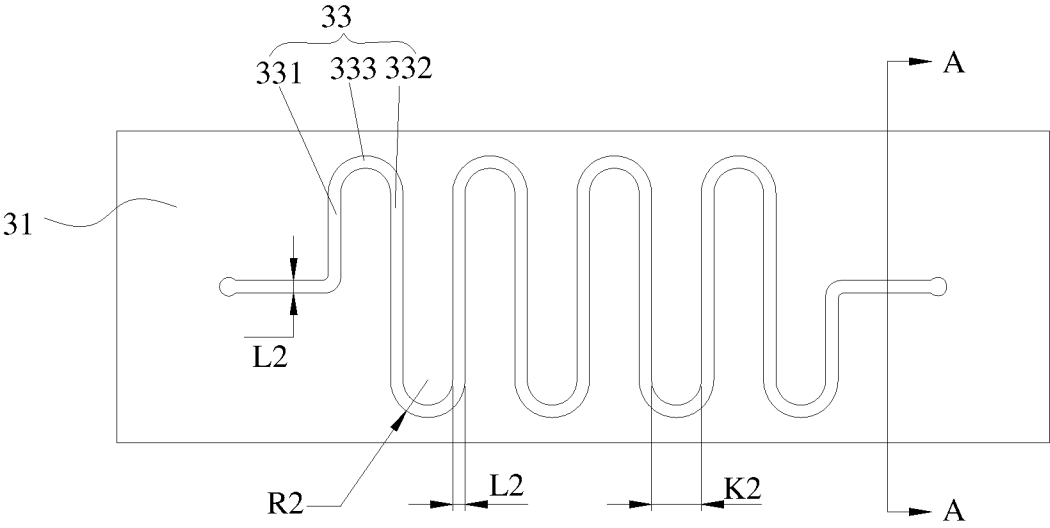


图 4

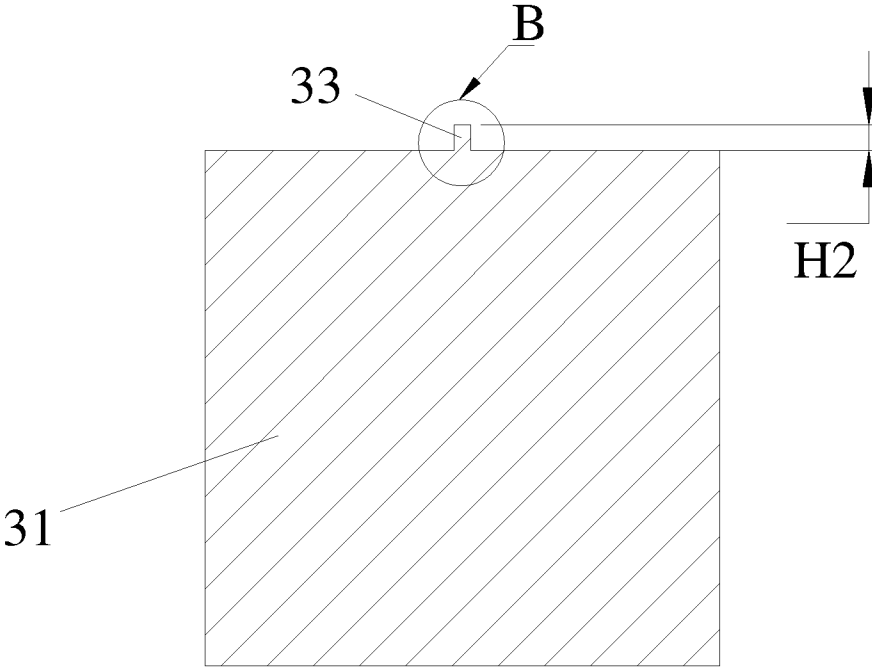


图 5

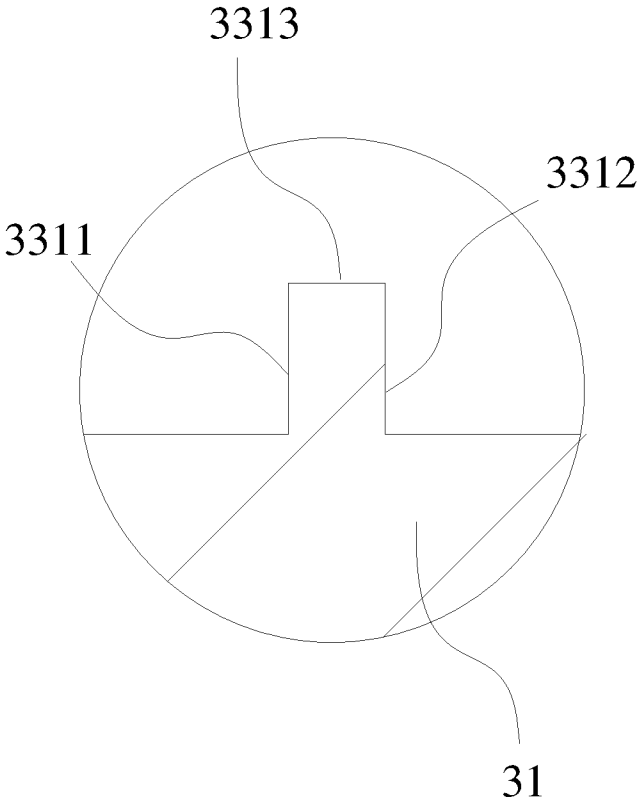


图 6

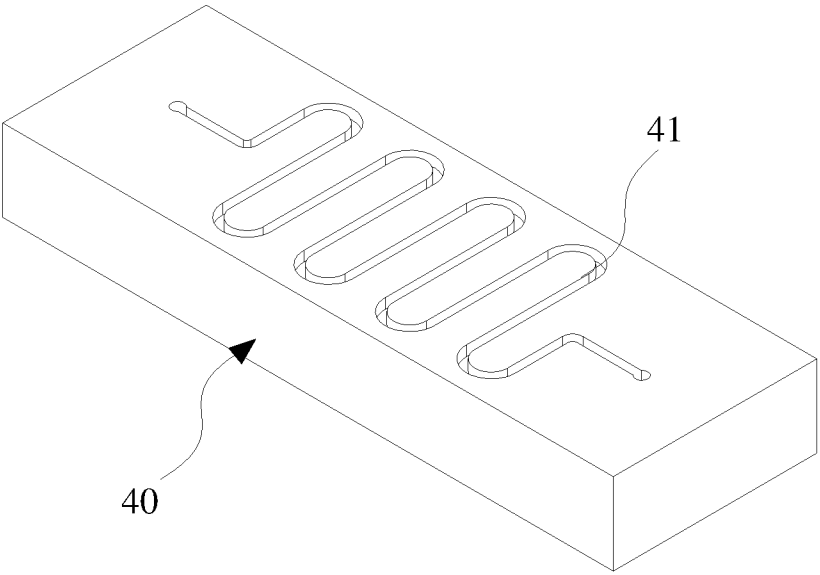


图 7

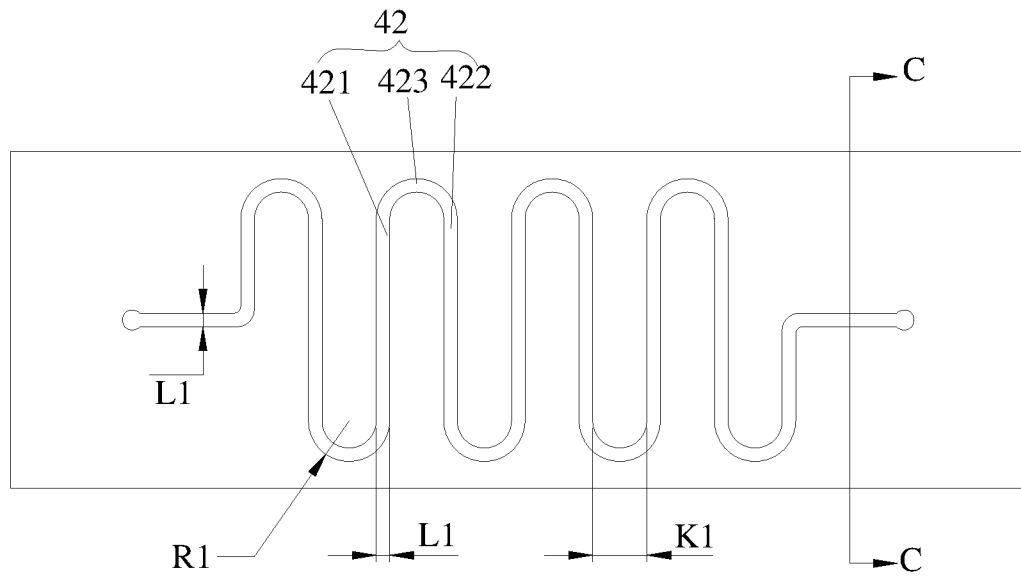


图 8

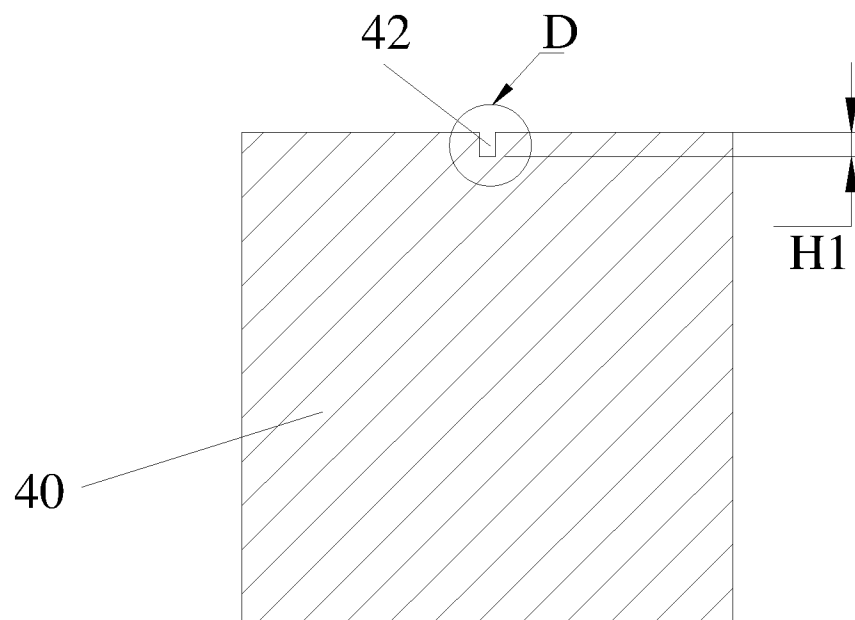


图 9

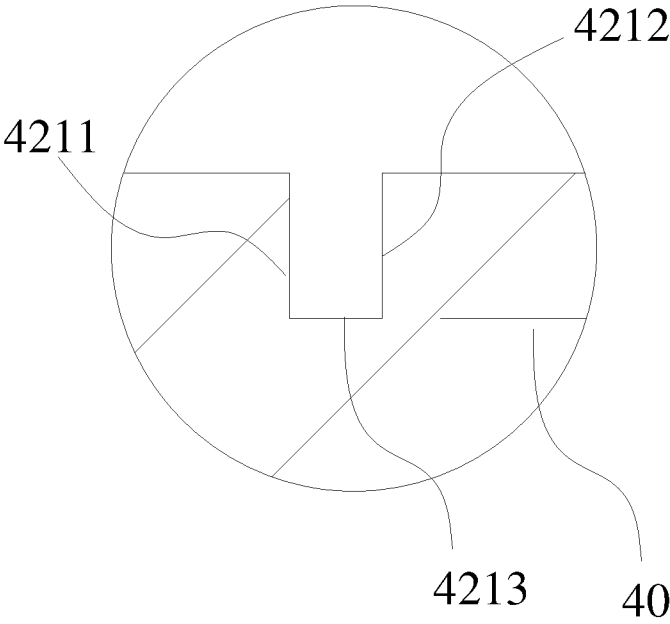


图 10

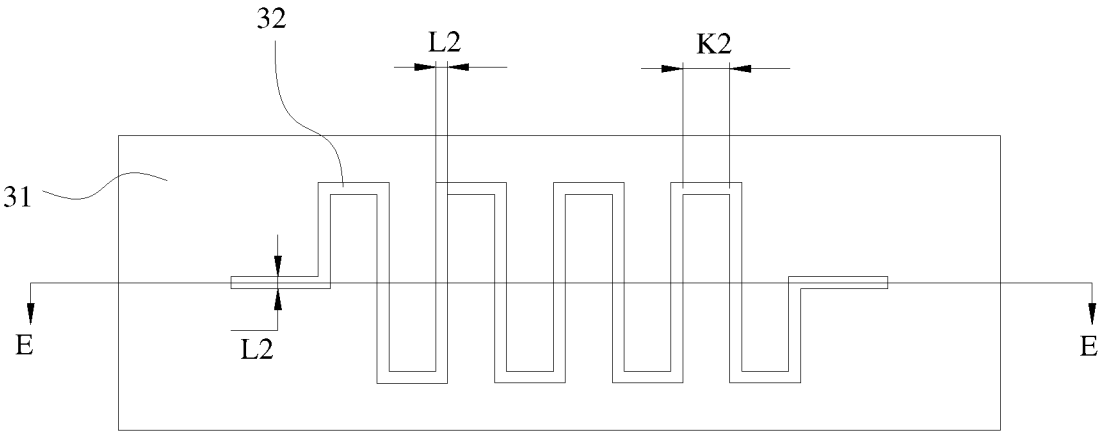


图 11

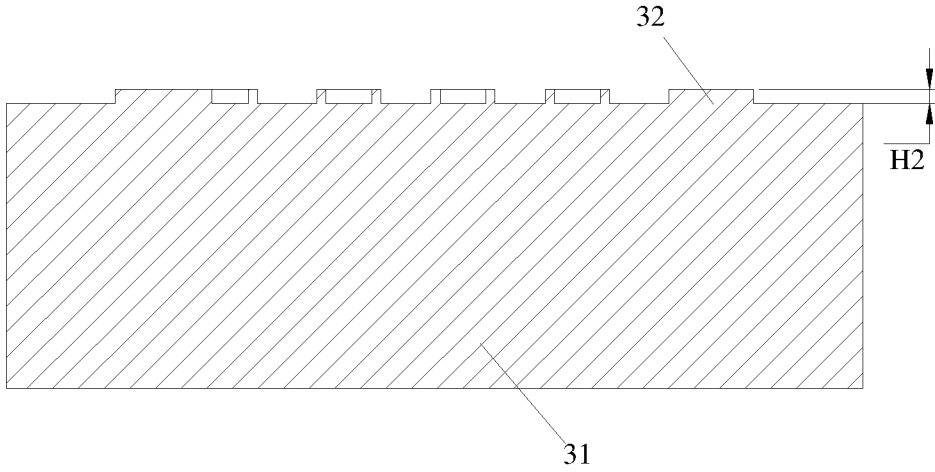


图 12

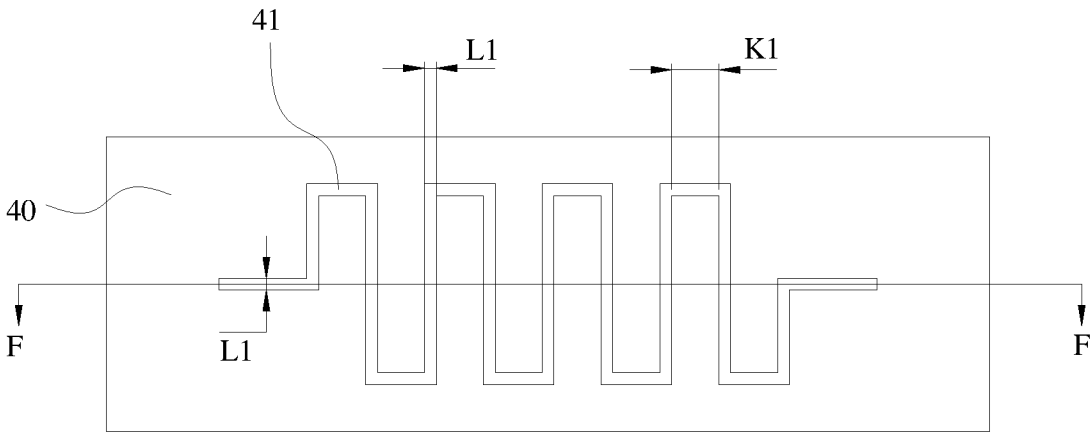


图 13

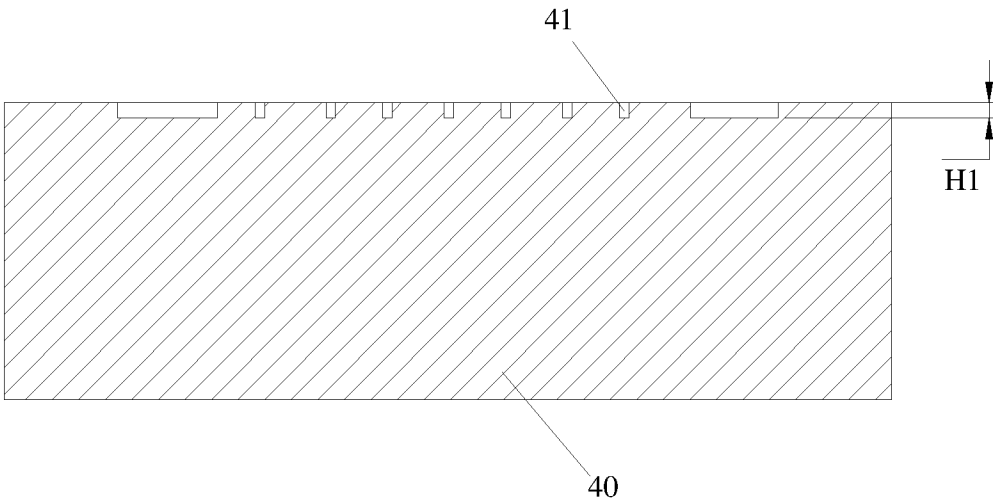


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/120074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C 33/38(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)

B29C; B81C

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 微流, 微通, 模芯, 铣, 磨, 凹, 凸, 突, 五轴, 注塑, 热压, microfluidic, hobbing, milling, bistrigue, grinding, polish, burnish

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102123838 A (KONICA MINOLTA OPTO, INC.) 13 July 2011 (2011-07-13) description, paragraphs 50-71, and figures 1-5	1-12
A	CN 101468506 A (CHINESE ACADEMY OF INSPECTION AND QUARANTINE) 01 July 2009 (2009-07-01) entire document	1-12
A	CN 103895143 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 02 July 2014 (2014-07-02) entire document	1-12
A	CN 104191548 A (JOURNAL OF QILU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 10 December 2014 (2014-12-10) entire document	1-12
A	CN 207521025 U (TSINGHUA UNIVERSITY) 22 June 2018 (2018-06-22) entire document	1-12
A	US 2015343442 A1 (THE GOVERNORS OF THE UNIVERSITY OF ALBERTA) 03 December 2015 (2015-12-03) entire document	1-12



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 August 2019

Date of mailing of the international search report

11 September 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/120074

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102123838	A	13 July 2011	EP	2314436	A1	27 April 2011
				CN	102123838	B	07 May 2014
				US	8377362	B2	19 February 2013
				WO	2010021306	A1	25 February 2010
				EP	2314436	B1	01 April 2015
				KR	20110046475	A	04 May 2011
				JP	WO2010021306	A1	26 January 2012
				US	2011133364	A1	09 June 2011
				EP	2314436	A4	22 May 2013
CN	101468506	A	01 July 2009	CN	101468506	B	01 February 2012
CN	103895143	A	02 July 2014	CN	103895143	B	17 August 2016
CN	104191548	A	10 December 2014	CN	104191548	B	19 April 2017
CN	207521025	U	22 June 2018	None			
US	2015343442	A1	03 December 2015	US	10124332	B2	13 November 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/120074

A. 主题的分类

B29C 33/38 (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)

B29C; B81C

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))

CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 微流, 微通, 模芯, 铣, 磨, 凹, 凸, 突, 五轴, 注塑, 热压, microfluidic, hobbing, milling, bistrique, grinding, polish, burnish

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	CN 102123838 A (柯尼卡美能达精密光学株式会社) 2011年 7月 13日 (2011 - 07 - 13) 说明书第50-71段及附图1-5	1-12
A	CN 101468506 A (中国检验检疫科学研究院) 2009年 7月 1日 (2009 - 07 - 01) 全文	1-12
A	CN 103895143 A (浙江大学) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 全文	1-12
A	CN 104191548 A (齐鲁工业大学) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 全文	1-12
A	CN 207521025 U (清华大学) 2018年 6月 22日 (2018 - 06 - 22) 全文	1-12
A	US 2015343442 A1 (THE GOVERNORS OF THE UNIVERSITY OF ALBERTA) 2015年 12月 3日 (2015 - 12 - 03) 全文	1-12

☐ 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

2019年 8月 23日

国际检索报告邮寄日期

2019年 9月 11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

受权官员

张凯乐

电话号码 86-10-53961033

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/120074

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	102123838	A	2011年 7月 13日	EP	2314436	A1	2011年 4月 27日
				CN	102123838	B	2014年 5月 7日
				US	8377362	B2	2013年 2月 19日
				WO	2010021306	A1	2010年 2月 25日
				EP	2314436	B1	2015年 4月 1日
				KR	20110046475	A	2011年 5月 4日
				JP	W02010021306	A1	2012年 1月 26日
				US	2011133364	A1	2011年 6月 9日
				EP	2314436	A4	2013年 5月 22日
CN	101468506	A	2009年 7月 1日	CN	101468506	B	2012年 2月 1日
CN	103895143	A	2014年 7月 2日	CN	103895143	B	2016年 8月 17日
CN	104191548	A	2014年 12月 10日	CN	104191548	B	2017年 4月 19日
CN	207521025	U	2018年 6月 22日		无		
US	2015343442	A1	2015年 12月 3日	US	10124332	B2	2018年 11月 13日