



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104527038 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201510008542. 8

B29C 51/42(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 01. 08

(71) 申请人 常州信息职业技术学院

地址 213164 江苏省常州市武进区鸣新中路
22 号

(72) 发明人 谭文胜 于云程 李洪达 徐波
叶峰

(74) 专利代理机构 南京正联知识产权代理有限
公司 32243

代理人 朱晓凯

(51) Int. Cl.

B29C 51/00(2006. 01)

B29C 51/26(2006. 01)

B29C 51/30(2006. 01)

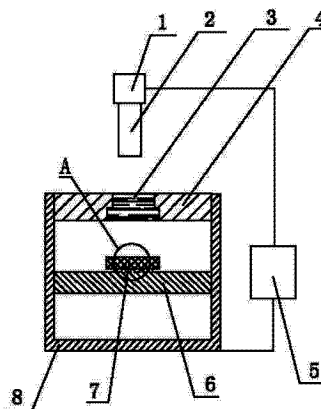
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种聚合物微流控芯片微通道模压成形装置及其方法

(57) 摘要

本发明公开了一种聚合物微流控芯片微通道模压成形装置及其方法,涉及聚合物微流控芯片成形加工领域,特指基于激光透射加热的聚合物微流控芯片微通道模压成形加工方法和装置。本发明是利用激光能量场作为热源,首先是激光透过聚合物微流控芯片基体并由吸收涂层吸收,吸收涂层吸收激光能量后瞬时升温,温度较高的吸收涂层加热融化微流控芯片基体表面,随后通过具有微结构凸起特征的成型模板挤压微流控芯片基体表面,从而实现聚合物微流控芯片的微通道模压复制成型加工。本发明的聚合物微流控芯片微通道模压成形方法和装置,具有操作简单、复制精度高和高效低成本的优点,适用于聚合物微流控芯片的大批量成型加工。



1. 一种聚合物微流控芯片微通道模压成形装置,其特征在于,包括激光输出系统、挤压模具以及自动控制系统,激光输出系统包括激光器和光路整形机构,挤压模具包括上模、下模、模架,上模包括定模板、透光约束层,透光约束层固定在定模板上,定模板固定于模架上,透光约束层位于光路整形机构的正下方,下模包括活动连接于模架内的成型模板,在成型模板上放置塑料件,透光约束层的下方正对塑料件,在塑料件的下表面设有吸收涂层,在成型模板的上表面设有与聚合物微流控芯片微通道相对应的微结构凸起,自动控制系统与激光器及挤压模具控制连接。

2. 根据权利要求1所述的聚合物微流控芯片微通道模压成形装置,其特征在于,激光器为光纤激光器或Nd-YAG固体激光器,激光器输出激光波长为800~1064nm,功率为1~50W,激光器的激光束经光路整形机构整形为与聚合物微流控芯片的微通道结构区域外形一致。

3. 根据权利要求2所述的聚合物微流控芯片微通道模压成形装置,其特征在于,透光约束层为透光玻璃。

4. 根据权利要求3所述的聚合物微流控芯片微通道模压成形装置,其特征在于,吸收涂层为碳黑。

5. 根据权利要求4所述的聚合物微流控芯片微通道模压成形装置,其特征在于,成型模板为模具钢。

6. 根据权利要求5所述的聚合物微流控芯片微通道模压成形装置,其特征在于,在模架的内壁设有导轨,成型模板活动连接于导轨。

7. 实施如权利要求1至6任一项所述的聚合物微流控芯片微通道模压成形装置的方法,其特征在于,聚合物微流控芯片微通道模压成形加工方法的具体实施步骤如下:

a. 准备塑料件基体材料;

b. 打开激光器,根据塑料件的基体材料和聚合物微流控芯片的微通道尺寸,确定激光器的激光参数和成型工艺,调节光路整形机构,设定工作指令和控制程序;

c. 启动自动控制系统,挤压模具的上模、下模两部分分开,成型模板下移,放置塑料件在具有微结构凸起特征的成型模板的表面,并定位固定;

d. 自动控制系统控制成型模板上移,挤压模具闭合,塑料件紧贴透光约束层;

e. 激光投射加热:激光器开始工作,输出激光,激光器输出的激光经过光路整形机构整形,整形为与聚合物微流控芯片微通道结构区域外形一致的能量均匀分布的激光束,激光垂直透过透光约束层,透射塑料件并辐照加热塑料件下表面的吸收涂层,定位辐照时间1-5s,吸收涂层吸收激光能量进而加热融化塑料件的下表面,塑料件的下表面由固态转化为高弹态或粘流态;

f. 挤压成型:塑料件的下表面融化后,自动控制系统控制成型模板向上挤压塑料件,挤压成型塑料件微通道;

g. 开模取件:塑料件微通道成型面冷却固化后,自动控制系统控制成型模板下移,取下塑料件,完成一个工作循环。

8. 根据权利要求7所述的实施聚合物微流控芯片微通道模压成形装置的方法,其特征在于,准备塑料件基体材料包括塑料件的基体成形加工和在塑料件的下表面涂上吸收涂层,塑料件的基体成形加工通过注塑、挤塑、压塑模具完成,成型模板上表面的微结构凸起

与聚合物微流控芯片微通道的结构尺寸和形状相对应,成型模板上表面的微结构凸起是利用光刻或微切削或电火花加工方法精密制造而成。

9. 根据权利要求 7 所述的实施聚合物微流控芯片微通道模压成形装置的方法,其特征在于,激光器采用单次连续定位辐照方式。

10. 根据权利要求 7 所述的实施聚合物微流控芯片微通道模压成形装置的方法,其特征在于,激光器采用多次间隙定位辐照方式。

一种聚合物微流控芯片微通道模压成形装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及微流控芯片成形加工领域,特指基于激光透射加热的一种聚合物微流控芯片微通道模压成形装置及其方法。

背景技术

[0002] 聚合物微流控芯片是指基体表面上有微米尺度的微孔、微沟槽通道等特征的热塑性塑料件及其组合产品,是微分析系统和微机电系统的主要零部件,广泛应用在微电子、精密仪器、生物医疗和环境监测等多个领域,随着微分析系统和微机电系统的发展,市场上聚合物微流控芯片的需求量迅猛增加,并对其加工工艺、加工质量和加工成本提出了更高要求。目前,聚合物微流控芯片主要是注塑成型、热压成型、微切削和激光微成形等。

[0003] 传统的聚合物微流控芯片微通道成形加工主要是注塑成型和热压成型,例如中国专利 CN201110072477.7、CN201010119177.5、CN200910308065.1、CN200910308065.1、CN201010300409.7、CN101791840 A 提供了各种不同的成型表面具有微通道结构的微流控芯片注塑模具,但由于微尺度效应,都存在微通道充填成形困难的问题,而且,聚合物微流控芯片的注塑模具制造难度大、注塑工艺复杂、生产成本低;热压成型则存在加热时间长、能源消耗高、成形压力大、热变形和成形精度受限制等问题。

[0004] 另外,微切削、激光微成形等方法各自具有加工适用范围和条件限制,例如微切削加工的加工生产效率低,加工的微通道尺寸和精度有限制;激光微刻蚀加工虽然加工效率较高,但加工的表面精度不高,加工的微结构通道壁面粗糙,这是由于微通道壁面容易黏附残留废料和凸起物,如文献(JOURNAL OF FUNCTIONAL MATERIALS AND DEVICES Apr. Vol. 14, No. 2, 2008)报道了 CO₂激光辅助加工 PMMA 微流控芯片中的重铸物现象。

[0005] 利用激光的热效应进行聚合物加工已得到广泛应用,例如聚合物的激光烧结成型、透射焊接、表面改性、弯曲、烧蚀和切割等加工方法,但尚未涉及基于激光透射加热的聚合物微流控芯片成形加工方法。中国专利 CN201070823Y 公开了一种基于激光加工的微型塑料件成形装置,利用激光冲击产生的压力和激光照射塑料产生的热量,获得微型塑料件的成形,该专利对于激光加工的温度没有严格要求,成形的塑料为微型件,其尺度为微米级,属于微体积成型,该专利并不适用于宏观塑料件基体表面上的微结构成形。中国专利 CN201210491845.6 公开一种基于激光加热的塑料微结构件成形方法和装置,这是通过聚合物表面直接吸收激光能量,聚合物表面融化后,由透光模压板(透光玻璃材料)表面的微结构特征复制塑料微结构件的方法,其缺点是透光玻璃一般为硬脆性材料,表面不容易加工高精度和形状复杂的微结构特征,且制造成本高。

发明内容

[0006] 为解决上述问题,本发明提供一种聚合物微流控芯片微通道模压成形装置及其方法,用于复制成型表面具有微通道特征的微流控芯片基体,微流控芯片可以是普通件或微小件,微流控芯片成形效率高、成形精度高。

[0007] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案为:

一种聚合物微流控芯片微通道模压成形装置,包括激光输出系统、挤压模具以及自动控制系统,激光输出系统包括激光器和光路整形机构,挤压模具包括上模、下模、模架,上模包括定模板、透光约束层,透光约束层固定在定模板上,定模板固定于模架上,透光约束层位于光路整形机构的正下方,下模包括活动连接于模架内的成型模板,在成型模板上放置塑料件,透光约束层的下方正对塑料件,在塑料件的下表面设有吸收涂层,在成型模板的上表面设有与聚合物微流控芯片微通道相对应的微结构凸起,自动控制系统与激光器及挤压模具控制连接。

[0008] 激光器为光纤激光器或 Nd-YAG 固体激光器,激光器输出激光波长为 800 ~ 1064nm,功率为 1 ~ 50 W,激光器的激光束经光路整形机构整形为与聚合物微流控芯片的微通道结构区域外形一致。

[0009] 透光约束层为透光玻璃。

[0010] 吸收涂层为碳黑。

[0011] 成型模板为模具钢。

[0012] 在模架的内壁设有导轨,成型模板活动连接于导轨。

[0013] 实施聚合物微流控芯片微通道模压成形装置的方法,聚合物微流控芯片微通道模压成形加工方法的具体实施步骤如下:

a. 准备塑料件基体材料;

b. 打开激光器,根据塑料件的基体材料和聚合物微流控芯片的微通道尺寸,确定激光器的激光参数和成型工艺,调节光路整形机构,设定工作指令和控制程序;

c. 启动自动控制系统,挤压模具的上模、下模两部分分开,成型模板下移,放置塑料件在具有微结构凸起特征的成型模板的表面,并定位固定;

d. 自动控制系统控制成型模板上移,挤压模具闭合,塑料件紧贴透光约束层;

e. 激光投射加热:激光器开始工作,输出激光,激光器输出的激光经过光路整形机构整形,整形为与聚合物微流控芯片微通道结构区域外形一致的能量均匀分布的激光束,激光垂直透过透光约束层,透射塑料件并辐照加热塑料件下表面的吸收涂层,定位辐照时间 1-5s,吸收涂层吸收激光能量进而加热融化塑料件的下表面,塑料件的下表面由固态转化为高弹态或粘流态;

f. 挤压成型:塑料件的下表面融化后,自动控制系统控制成型模板向上挤压塑料件,挤压成形塑料件微通道;

g. 开模取件:塑料件微通道成型面冷却固化后,自动控制系统控制成型模板下移,取下塑料件,完成一个工作循环。

[0014] 准备塑料件基体材料包括塑料件的基体成形加工和在塑料件的下表面涂上吸收涂层,塑料件的基体成形加工通过注塑、挤塑、压塑模具完成,成型模板上表面的微结构凸起与聚合物微流控芯片微通道的结构尺寸和形状相对应,成型模板上表面的微结构凸起是利用光刻或微切削或电火花加工方法精密制造而成。

[0015] 激光器采用单次连续定位辐照方式。

[0016] 激光器采用多次间隙定位辐照方式。

[0017] 本发明聚合物微流控芯片微通道模压成形加工由基于激光透射加热的模压成形

装置完成,通过激光透射微流控芯片基体并加热吸收涂层,高温吸收涂层加热融化微流控芯片基体表面,即塑料件的下表面,随后具有微结构凸起特征的成型模板模压复制微流控芯片基体表面,形成微流控芯片基体表面的微通道,本发明也可以适用于表面有微孔、微凸起等微结构特征的热塑性塑料件,如导光板、细胞培养皿等精密微型塑料件的激光透射模压成形加工。本发明包括四个工作流程:工作初始→激光投射加热→挤压成型→开模取件。

[0018] 本发明以激光透射聚合物塑料件基体辐照吸收涂层,通过精确控制激光参数和采用适当的成形工艺条件,利用激光对吸收涂层的光热效应,吸收激光能量后的高温涂层融化聚合物微流控芯片基体表面,基体表面温度快速达到高弹态和粘流态温度范围,与此同时,成型模板对基体施加成形压力,实现聚合物微流控芯片基体表面的微通道复制成形加工。自动控制系统连接激光输出系统和挤压模具,控制激光输出、成型模板上下移动和模具挤压成形过程。成型模板通过模架的导轨或导柱上下升降移动。

[0019] 本发明的激光能量沉积在微流控芯片基体表面的吸收涂层,通过控制激光功率大小、辐照时间、辐照方式等,吸收涂层吸收激光能量,并对微流控芯片基体由表及里的热量传递,微流控芯片基体由表及里为粘流态、高弹态和玻璃态。本发明的聚合物微流控芯片微通道成形,是在激光透射加热下的微流控芯片基体表面微通道成形,基体表面由固体玻璃态转变为粘流态或高弹态,在成型模压板力作用下流动成型,再经过冷却后得到微通道。

[0020] 本发明的微流控芯片微通道成形加工分为基体和微通道加工两部分,即基体由通常的注塑、挤塑、压塑等模具完成成型加工后的基体材料,基体经过激光透射加热挤压成形装置完成微通道成型加工。

[0021] 本发明的激光器输出的激光能够有效透过聚合物基体并被涂层吸收,涂层为碳黑或其它吸收材料;根据聚合物微流控芯片基体外形尺寸,激光器输出的激光束经过光路整形机构整形,整形为与微流控芯片微通道结构区域外形一致的能量均匀分布的激光束,并垂直辐照聚合物微流控芯片基体表面的吸收涂层。

[0022] 本发明的透光约束层为 K9 玻璃或其他石英玻璃;根据微流控芯片及其微通道的尺寸和形状分布,在成型模板表面上利用光刻、微切削或电火花等加工技术精密制造微结构凸起特征。

[0023] 本发明根据微流控芯片基体的尺寸大小和形状分布,采用的激光辐照方式是单次连续定位辐照或多次间隙定位辐照;光路整形机构对激光整形后,激光束通过吸收涂层可以对微流控芯片基体表面全部或微通道区域进行辐照加热。

[0024] 本发明优点:

1. 由于是基体与微通道特征分开加工,微流控芯片可以是普通件或微小型件。

[0025] 2. 由于采用吸收涂层吸收激光能量,吸收涂层相当于微流控芯片基体表面的面热源,因而能量高度集中,加热效果显著,在较短时间内就可以实现微流控芯片基体表面的物理形态转变,即微流控芯片基体表面由固态转化为热塑性可变形状,可以在不改变微流控芯片基体外形尺寸的情况下,实现微流控芯片基体表面的微通道成形。

[0026] 3. 由于采用光路整形机构对输出的激光整形,激光束形状与微通道结构区域一致,激光可以仅仅是加热微通道结构成形区域,加热和成型过程集中在微流控芯片基体表面的微通道区域,因而,微流控芯片基体受到的热和压力影响小,微流控芯片成形效率高、成形精度好。

- [0027] 4. 利用激光透射加热的微流控芯片成形加工方法,设备简单实用,成本低廉,应用范围广。
- [0028] 5. 在计算机控制下,微通道加工柔性好,容易实现高效自动化生产。

附图说明

- [0029] 图 1 是聚合物微流控芯片微通道模压成形装置结构示意图。
- [0030] 图 2 是图 1 中 A 的放大结构示意图。
- [0031] 图 3 是模架的内壁的结构示意图。
- [0032] 图 4 是聚合物微流控芯片微通道模压成形方法具体实施步骤工艺流程示意图。
- [0033] 图 5 是实施例 1 所要求的微流控芯片结构示意图。
- [0034] 图 6 是实施例 1 所要求的微流控芯片微通道的截面结构示意图。
- [0035] 图 7 是实施例 2 所要求的微流控芯片结构示意图。
- [0036] 图 8 是实施例 2 所要求的微流控芯片微通道的截面结构示意图。
- [0037] 图中:激光器 1、光路整形机构 2、透光约束层 3、定模板 4、自动控制系统 5、成型模板 6、微结构凸起 6-1、塑料件 7、吸收涂层 7-1、模架 8、导轨 8-1、微通道 9。

具体实施方式

- [0038] 下面结合符合及实施例对本发明作进一步阐述。
- [0039] 实施例 1:如图 1~图 4 所示,一种聚合物微流控芯片微通道模压成形装置,包括激光输出系统、挤压模具以及自动控制系统 5,激光输出系统包括激光器 1 和光路整形机构 2,挤压模具包括上模、下模、模架 8,上模包括定模板 4、透光约束层 3,透光约束层 3 固定在定模板 4 上,定模板 4 固定于模架 8 上,透光约束层 3 位于光路整形机构 2 的正下方,下模包括活动连接于模架 8 内的成型模板 6,在成型模板 6 上放置塑料件 7,透光约束层 3 的下方正对塑料件 7,在塑料件 7 的下表面设有吸收涂层 7-1,在成型模板 6 的上表面设有与聚合物微流控芯片微通道 9 相对应的微结构凸起 6-1,自动控制系统 5 与激光器 1 及挤压模具控制连接。
- [0040] 塑料件 7 采用 PMMA 基体板料,要求的微流控芯片基体及其表面微通道 9 如图 5、图 6 所示,基体尺寸:15×15×1mm,微通道 9 排列分布在基体表面中间的 10×10mm 区域,微通道 9 截面为半圆形,直径 0.1mm,微通道间距 0.5mm。
- [0041] 激光器 1 为光纤激光器,透光约束层 3 采用石英玻璃,吸收涂层 7-1 为碳黑,成型模板 6 为模具钢,在模架 8 的内壁设有导轨 8-1,成型模板 6 活动连接于导轨 8-1。
- [0042] 激光器 1 输出的激光经过光路整形机构 2 整形,激光束形状与微通道 9 结构区域一致。成形加工过程为:首先准备 PMMA 基体板料塑料件 7,在待加工区域表面涂上吸收涂层 7-1,然后将塑料件 7 放置在打开的成型模板 6 的微结构凸起 6-1 上,启动激光透射加热挤压成形装置的自动控制系统 5,按照设定的工作指令和程序,进行激光透射加热成形加工。主要工艺参数:激光器 1 输出激光波长为 900 nm,激光功率 10 W、定位辐照时间 4 s,挤压成形装置的压力大小为 10-50 千克,成型保压与冷却固化时间 5-10 s。
- [0043] 成型模板 6 上表面的微结构凸起 6-1 是利用光刻加工方法精密制造而成。
- [0044] 激光器 1 采用单次连续定位辐照方式。

[0045] 实施例 2:如图 1~图 4 所示,一种聚合物微流控芯片微通道模压成形装置,塑料件 7 采用 PP 基体板料,要求的微流控芯片基体及其表面微通道 9 如图 7、图 8 所示,基体尺寸:30×20×1mm,十字形微通道 9 长与宽尺寸 20×10mm,微通道 9 截面为半圆形,直径 0.2mm。

[0046] 激光器 1 为 Nd-YAG 固体激光器,透光约束层 3 采用 K9 玻璃,吸收涂层 7-1 为碳黑,成型模板 6 为模具钢,在模架 8 的内壁设有导轨 8-1,成型模板 6 活动连接于导轨 8-1。

[0047] 激光器 1 输出的激光经过光路整形机构 2 整形,激光束形状与微通道 9 结构区域相一致的十字形,激光束宽度为 2mm,本实施例其余各部件结构与实施例 1 相同。成形加工过程为:首先准备 PP 基体板料塑料件 7,在待加工区域表面涂上吸收涂层 7-1,然后将塑料件 7 放置在打开的成型模板 6 的微结构凸起 6-1 上,启动激光透射加热挤压成形装置的自动控制系统 5,按照设定的工作指令和程序,进行激光透射加热成形加工。主要工艺参数:激光器 1 输出激光波长为 1064nm,激光功率 2W、定位辐照时间 5 s,挤压成形装置的压力大小为 5-20 千克,成型保压与冷却固化时间 5-10s。

[0048] 成型模板 6 上表面的微结构凸起 6-1 是利用微切削加工方法精密制造而成。

[0049] 激光器 1 采用多次间隙定位辐照方式。

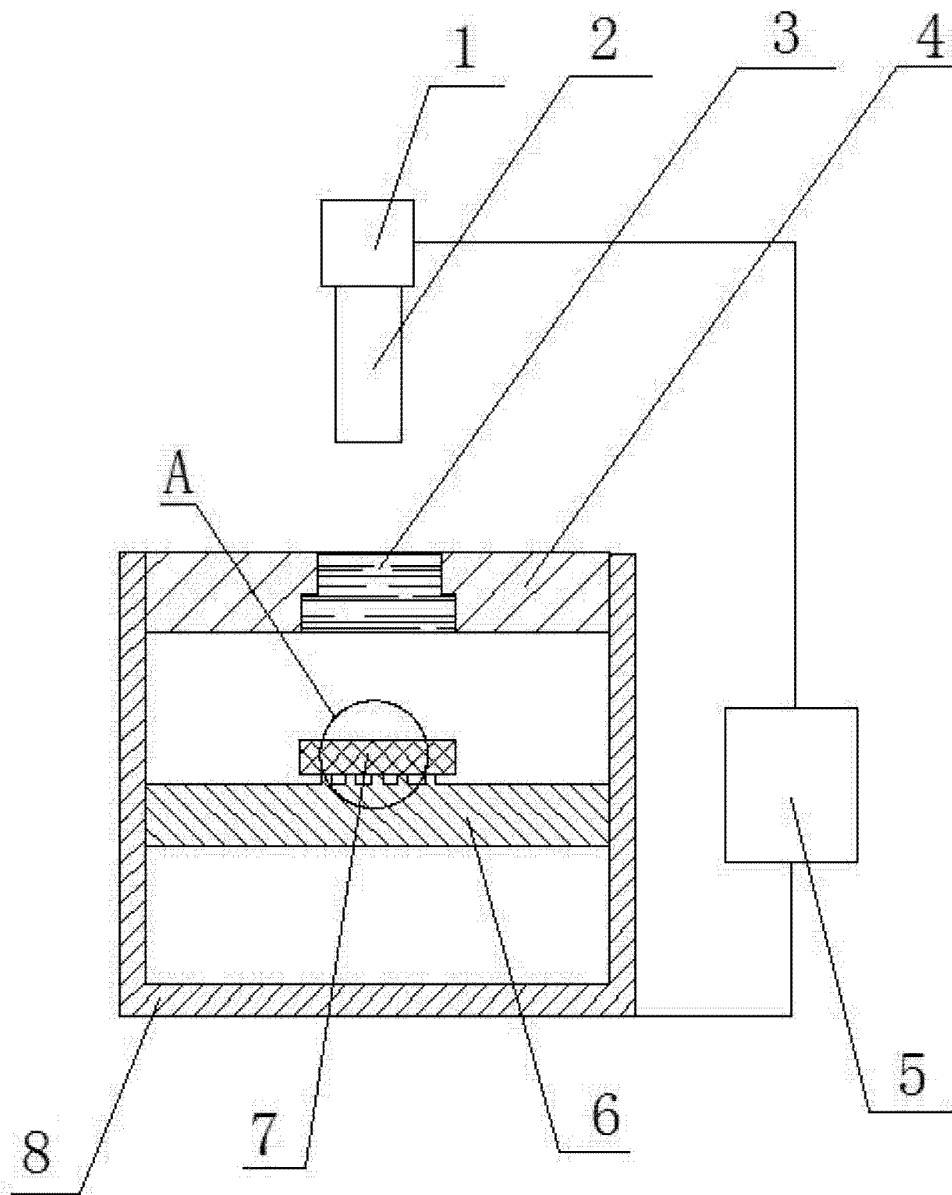


图 1

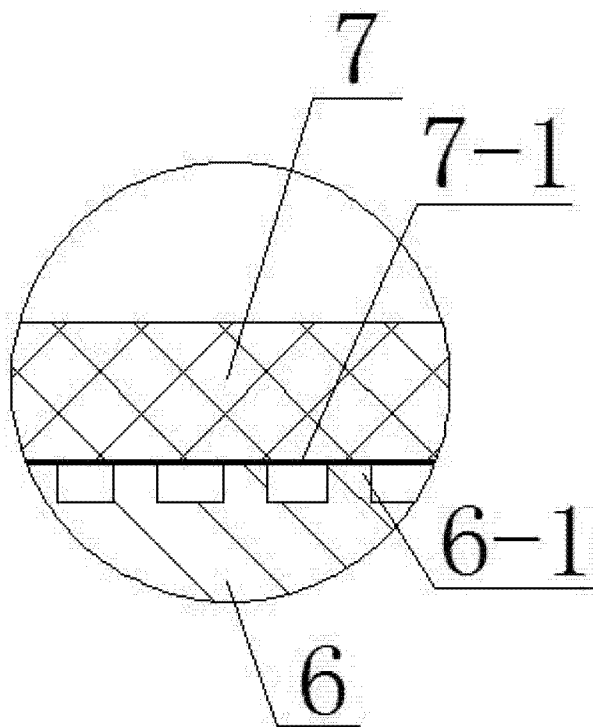


图 2

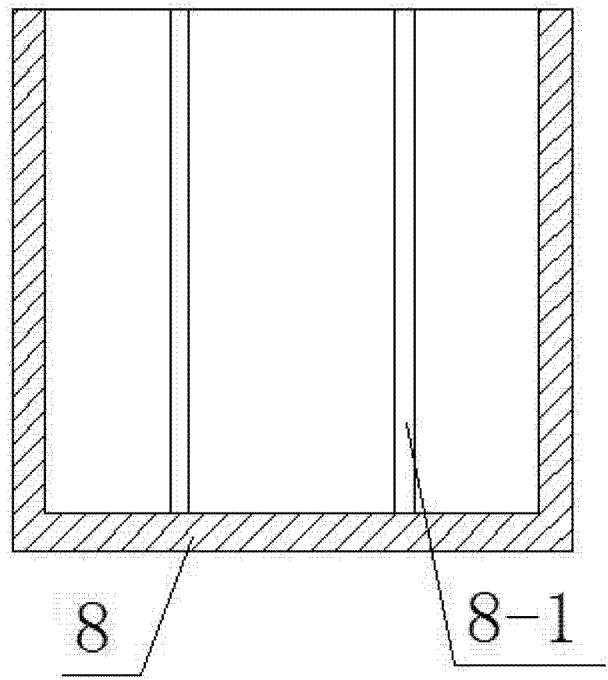


图 3

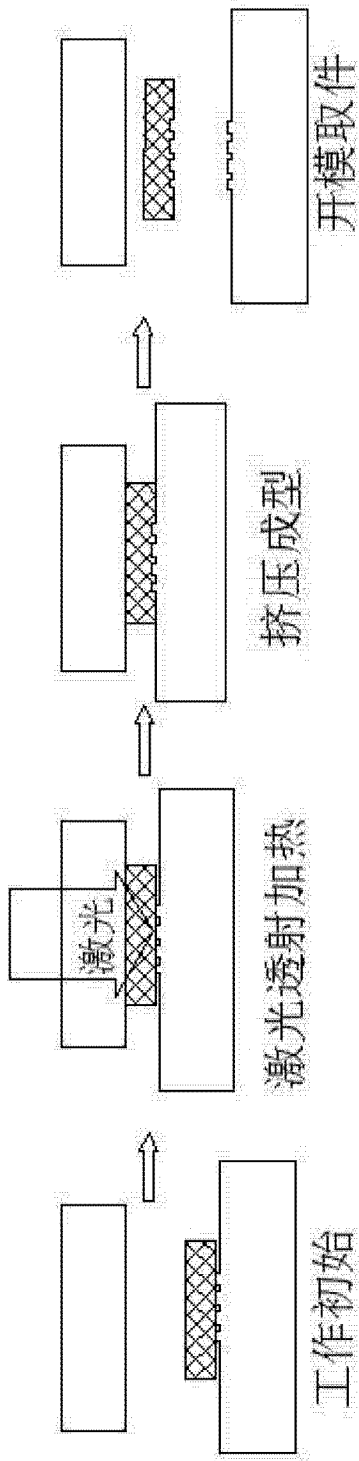


图 4

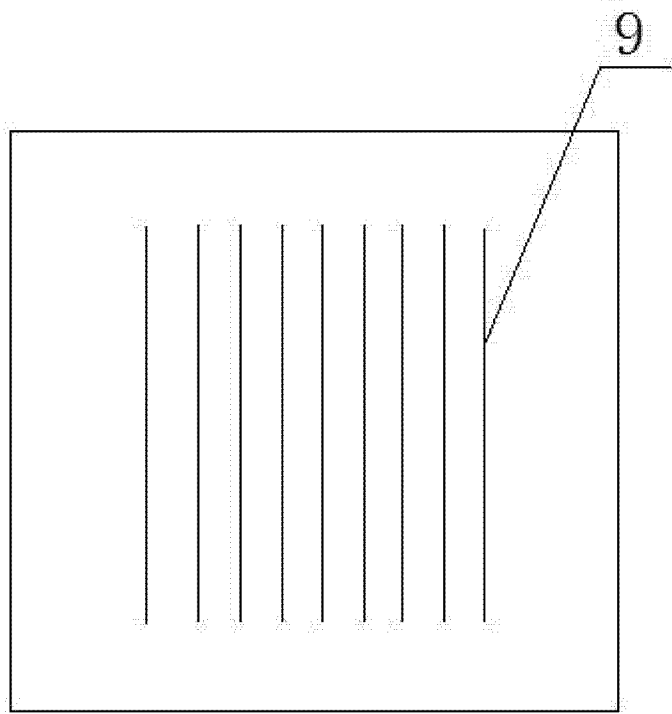


图 5

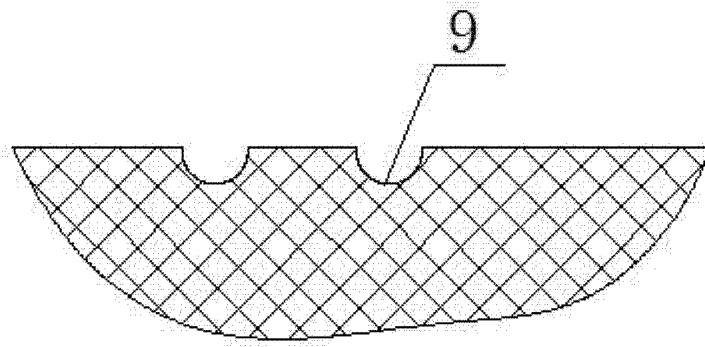


图 6

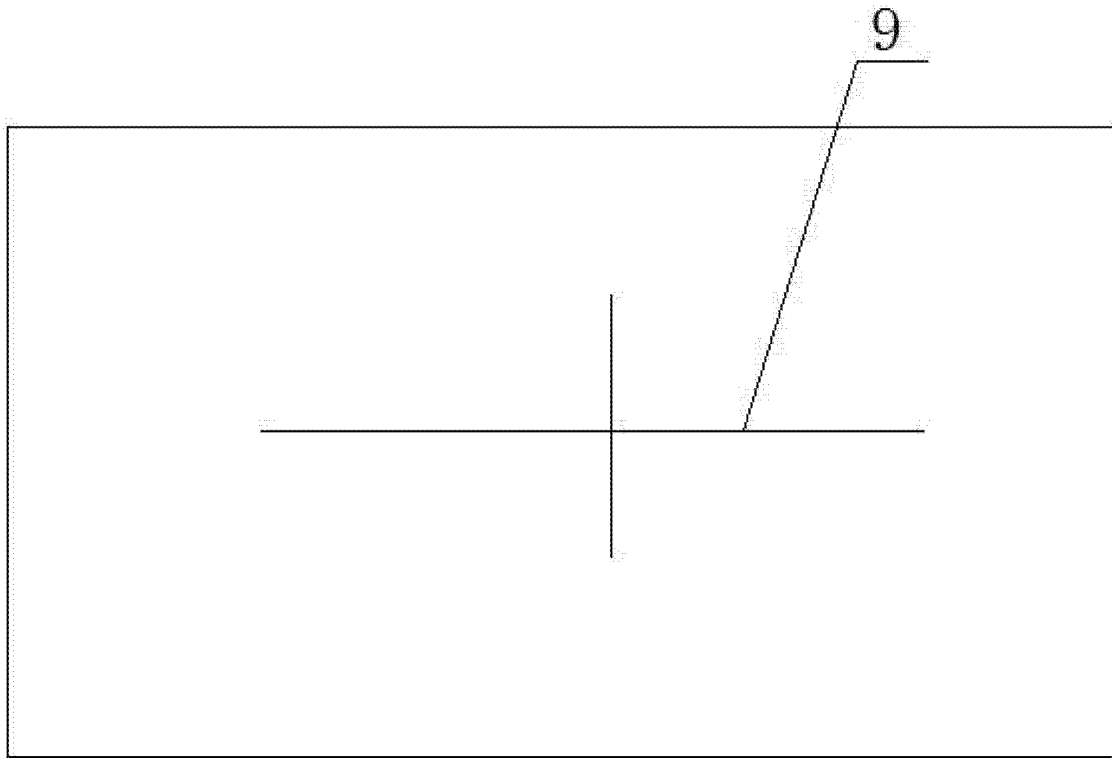


图 7

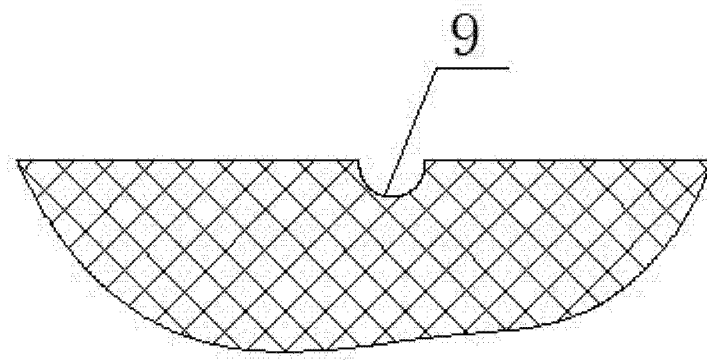


图 8