



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112676770 B

(45) 授权公告日 2022.04.19

(21) 申请号 202011293076.X

(22) 申请日 2020.11.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112676770 A

(43) 申请公布日 2021.04.20

(66) 本国优先权数据
202011191095.1 2020.10.30 CN

(73) 专利权人 厦门大学
地址 361000 福建省厦门市思明南路422号
专利权人 香港理工大学深圳研究院

(72) 发明人 周伟 姚海民 袁丁 褚旭阳
连云崧

(74) 专利代理机构 厦门市首创君合专利事务所
有限公司 35204
代理人 张松亭 陈秀平

(51) Int.Cl.

B23P 15/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104154777 A, 2014.11.19

CN 1229371 A, 1999.09.22

CN 101204755 A, 2008.06.25

US 2013118722 A1, 2013.05.16

US 2019107342 A1, 2019.04.11

CN 110486970 A, 2019.11.22

GB 2270862 A, 1994.03.30

JP 特開2001-146738 A, 2001.05.29

周伟、刘阳旭、褚旭阳、陈露. 高孔率泡沫金属的孔结构保形铣削加工研究.《机械工程学报》.2020,

审查员 朱羽辰

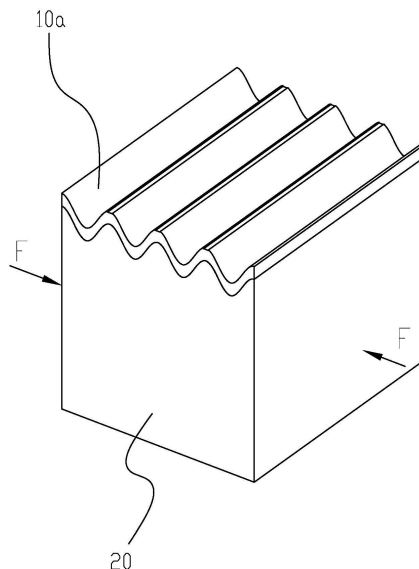
权利要求书1页 说明书3页 附图10页

(54) 发明名称

一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,首先在基板的上表面激光加工多道平行间隔设置的微槽和微结构,然后将基板固定于基体上形成板基复合结构,接着对板基复合结构施加单轴压缩载荷驱使基板发生失稳变形,施加单轴压缩载荷的方向与微槽的延伸方向垂直,基板失稳变形后呈波纹状从而其表面形成多个微通道,最后将基板与基体分离,变形后的基板即为通过自组装成形方法制备的具有多尺度效应的可强化传质传热的微通道。上述发明具有制造过程简单、成本低、可调控性强、效率高等特点。



1. 一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,其特征在于:首先在基板的上表面加工多道平行间隔设置的微槽,然后将基板固定于基体上形成板基复合结构,接着对板基复合结构施加单轴压缩载荷驱使基板发生失稳变形,施加单轴压缩载荷的力的方向与微槽的延伸方向垂直,基板失稳变形后呈波纹状从而其表面形成多个微通道,最后将基板与基体分离,变形后的基板即为自组装成形的微通道,所获微通道能够与换热器或制氢微反应器集成。

2. 根据权利要求1所述的一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,其特征在于:基板上表面的微槽是采用激光铣削的方式加工。

3. 根据权利要求2所述的一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,其特征在于:所述基板上表面均匀设置阵列式的微结构斜凸脊、或阵列式的微结构斜凹槽、或阵列式的微结构柱形凸起。

4. 根据权利要求1或2或3所述的一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,其特征在于:所述板基复合结构的侧面受到均匀的单轴压缩载荷。

5. 根据权利要求4所述的一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,其特征在于:压缩载荷的大小是基板失稳变形的临界载荷。

6. 根据权利要求5所述的一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,其特征在于:所述基板是铜板,所述基体为马来酸酐改性的高密度聚乙烯。

7. 根据权利要求1所述的一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,其特征在于:所述基板与所述基体通过熔融粘结。

8. 根据权利要求1所述的一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,其特征在于:所述基板与所述基体通过激光分离,或者采用有机溶剂溶解分离。

一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微通道成形加工方法,特别是涉及一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,属于具有强化传质传热性能的微通道发明及制造领域。

背景技术

[0002] 随着半导体微电子、航空航天和能源化工等领域技术的不断发展进步,相关器件与设备的集成化程度越来越高,对其热交换系统的尺寸、质量和能耗等参数提出了日益严苛的要求。微通道换热器具有比表面积大、传质传热性能高、质量轻、体积小、结构紧凑、易于一体化封装等显著优势,设计制造高效强化换热微通道是提升现有微通道换热器、微反应器传质传热性能的关键所在。现有微通道加工方法主要包括激光刻蚀、电火花加工、湿法/干法化学刻蚀、光刻加工、微细铣削等。上述加工方法普遍存在加工成本高、加工效率低的技术问题。因此,提出一种加工成本低、成形效率高的微通道成形方法具有重要现实意义。

发明内容

[0003] 当板基体复合结构(板和基体组成)受到压缩载荷作用时,一旦板所受应力达到临界失稳载荷时,板发生失稳形变形成具有波纹特征的多尺度微通道群。然而,由于板和基体的材料属性不同,直接在板/基体复合结构作用压缩载荷时存在微通道波纹形状不规则、成形压力大等问题。本发明提出一种一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,该发明技术可解决直接压缩板/基体制备波纹微通道存在微通道形状不规则、成形压力高的问题;同时该发明技术可一次性获得多条形貌可控的波纹微通道,是一种批量化生产微通道的高效加工技术。本发明技术还可与微结构制造技术相结合,首先在二维平板表面加工微结构,再利用本发明所述的激光诱导失稳变形技术,可制备侧壁具有复杂微结构的微通道。本发明提出的激光诱导微通道自组装成形技术具有制造过程简单、成本低、可调控性强、效率高等特点,是一种非常有前景有潜力的高性能微通道高效低成本加工方法。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0005] 一种激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,首先在基板的上表面通过激光加工多道平行间隔设置的微槽和具有强化传质传热的微结构,然后将板固定于基体上形成板基复合结构,接着对板基复合结构施加单轴压缩载荷驱使基板发生失稳变形,施加单轴压缩载荷的力的方向与微槽的延伸方向垂直,基板失稳变形后呈波纹状从而其表面形成多个微通道,最后将基板与基体分离,变形后的基板即为具有多尺度效应的微通道。

[0006] 本发明提供了一种微通道换热器,包括底板和上盖,所述底板顶面设有热交换槽,微通道置于所述热交换槽中,所述上盖设置入水口与热交换槽前部相通,所述底板设置出水口与热交换槽后部相通。

[0007] 本发明还提供了一种制氢微反应器,包括依次叠置在一起的前板、中板和后板,所述前板和中板之间形成蒸发腔,所述中板和后板之间形成反应腔,所述前板在对应于所述

蒸发腔下部的位置上设置与外界连通的进料口,所述中板在对应于所述蒸发腔上部和反应腔上部的位置上设置连通所述蒸发腔和反应腔的过气孔,所述后板在对应所述反应腔下部的位置上设置连通所述反应腔与外界大气的出料孔,还包括呈波纹状的微通道,所述微通道置于所述反应腔当中并且介于所述过气孔和出料孔之间。

[0008] 本技术方案与背景技术相比,它具有如下优点:

[0009] 1. 波纹状微通道壁面上含有强化传质传热的微结构;2、在基板上预先用激光加工微槽降低了基板的临界失稳应力,可控得诱导了波纹状微通道的成形;3本技术方案基于失稳变形成形机理,可一次性成形多条微通道,显著提高加工效率、降低加工成本,具有制造过程简单、成本低、可调控性强、效率高等特点,是一种非常高效低成本的微通道加工方法。

附图说明

[0010] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0011] 图1绘示了采用激光在基板上加工微槽的结构示意图。

[0012] 图2绘示了基板与基体连成一体组成板基复合结构的示意图。

[0013] 图3绘示了板基复合结构发生失稳变形之后的示意图。

[0014] 图4绘示了自组装波纹微通道的示意图。

[0015] 图5绘示了含柱状微结构基板的示意图。

[0016] 图6绘示了含柱状微结构多尺度波纹微通道的示意图。

[0017] 图7绘示了自组装波纹微通道换热器的分解示意图。

[0018] 图8绘示了自组装多尺度波纹微通道制氢微反应器的分解示意图。

[0019] 图9绘示了制氢微反应器的另一分解示意图。

[0020] 图10绘示了自组装多尺度微通道制氢微反应器的剖面示意图。

具体实施方式

[0021] 请参照图1至图4,激光诱导多尺度微通道自组装成形加工方法,首先在基板10的上表面加工多道平行间隔设置的微槽12,然后将基板10固定于基体20上形成板基复合结构,接着对板基复合结构施加单轴压缩载荷驱使基板10发生失稳变形,施加单轴压缩载荷的力的方向与微槽的延伸方向垂直,基板10失稳变形后一次性形成多个波纹微通道14,失稳变形后的基板用10a表示,最后将基板10a与基体20分离,变形后的基板10a即为微通道10a。由于基板10在微槽12处刚度会降低,因此在施加单轴压缩载荷过程中会率先发生失稳变形,因而可获得以微槽为波纹节点特征的多尺度微通道群,可调控性强、效率高。优选地,所述基板10上表面的微槽12是采用激光铣削的方式加工,精度高,微槽能更好地诱导基板发生可控失稳变形。

[0022] 优选地,所述板基复合结构的侧面受到均匀的单轴压缩载荷,即基板10和基体20的侧面都承受压力,基体20对基板10的变形起到一个支撑和约束的作用。单轴压缩载荷的力大小是基板10失稳变形的临界载荷。进一步优选地,所述基板10是铜板,所述基体20为马来酸酐改性的高密度聚乙烯。

[0023] 优选地,所述基板10与所述基体20通过熔融粘结。

[0024] 优选地,所述基板10与所述基本20通过激光分离,或者采用有机溶剂溶解分离。

[0025] 请参照图5,是基板10的一种结构变形示意图(在所述微槽加工之前),基板10表面均匀设置阵列式的微结构柱形凸起16,这样,基板在失稳变形之后,微通道14的侧壁上就会形成凸起结构,形成多尺度效应,从而提高微通道的传质传热性能。可以理解地,柱形凸起16其实上也可以用柱形凹槽等其他微结构来代替。可见,利用本发明的方法,可以快速地成形侧壁含有复杂微结构的微通道。

[0026] 请参照图6,是多尺度微通道的成形示意图,基板10表面均匀设置阵列式的微结构斜凸脊18,基板10失稳变形后得到微通道10a。可以理解地,斜凸脊18也可以用其他形状的微结构代替,一样能使微通道14的侧壁含有微结构,起到强换传质传热的效果。

[0027] 请参照图7,应用上面所述微通道10a的换热器,包括底板30和上盖40,所述底板30顶面设有热交换槽32,所述上盖40盖住所述热交换槽40,还包括所述微通道10a,所述微通道10a置于所述热交换槽32中部,所述上盖40设置入水口42与热交换槽32前部相通,所述底板30设置出水口34与热交换槽32后部相通。工作时,液体从入水口42进入热交换槽32,经过微通道10a之后,从出水口34流出。

[0028] 请参照图8至图10,应用上面所述微通道10a的制氢微反应器,包括依次叠置在一起的前板50、中板60和后板70,所述前板50和中板60之间形成蒸发腔80,所述中板60和后板70之间形成反应腔90,所述前板50在对应于所述蒸发腔80下部的的位置上设置与外界连通的进料口52,所述中板60在对应于所述蒸发腔上部和反应腔上部的的位置上设置连通所述蒸发腔和反应腔的过气孔62(即过气孔连通蒸发腔上部和反应腔上部),所述后板70在对应所述反应腔90下部的的位置上设置连通所述反应腔与外界大气的出料孔72,所述微通道10a,置于所述反应腔90当中并且介于所述过气孔62和出料孔72之间。工作时,甲醇(CH_3OH)和水(H_2O)由进料口52进入蒸发腔80底部,通过蒸发腔加热气化,由过气孔62进入反应腔90,再通过附有催化剂载体的微通道10a,生成的 H_2 和 CO_2 通过出料孔72排出。

[0029] 本实施例中,前板50和中板60相向的表面都设有凹槽,共同组成所述蒸发腔80。同样,中板60和后板70相向的表面都设有凹槽,共同组成所述反应腔90。

[0030] 以上所述,仅为本发明较佳实施例而已,故不能依此限定本发明实施的范围,即依本发明专利范围及说明书内容所作的等效变化与修饰,皆应仍属本发明涵盖的范围内。

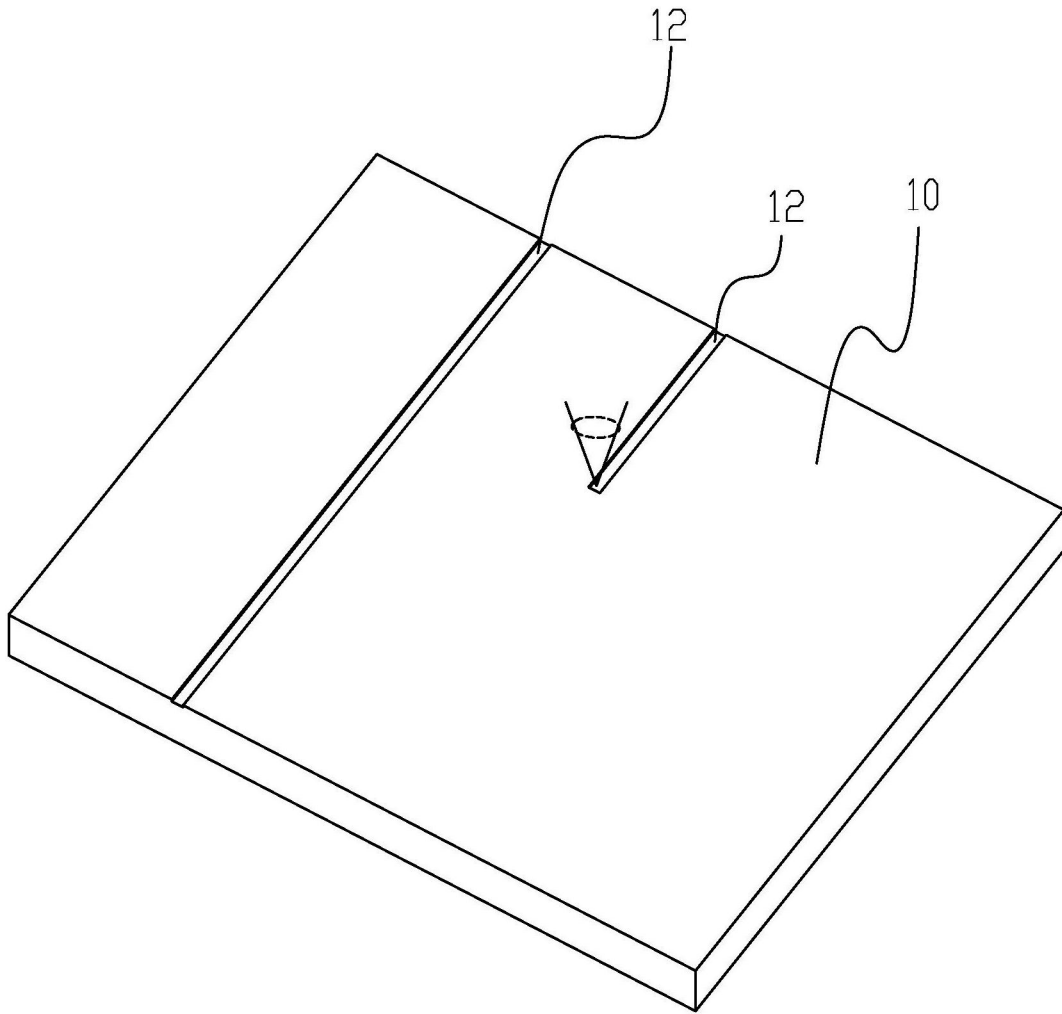


图1

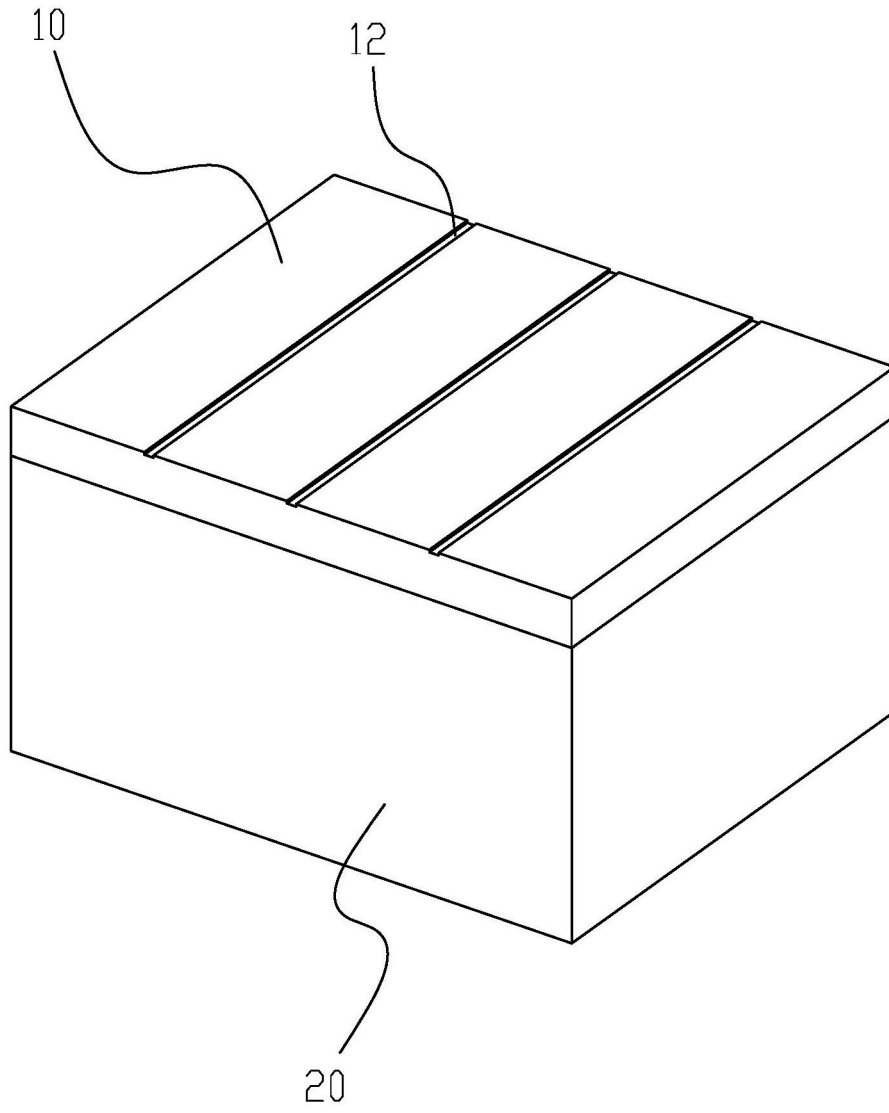


图2

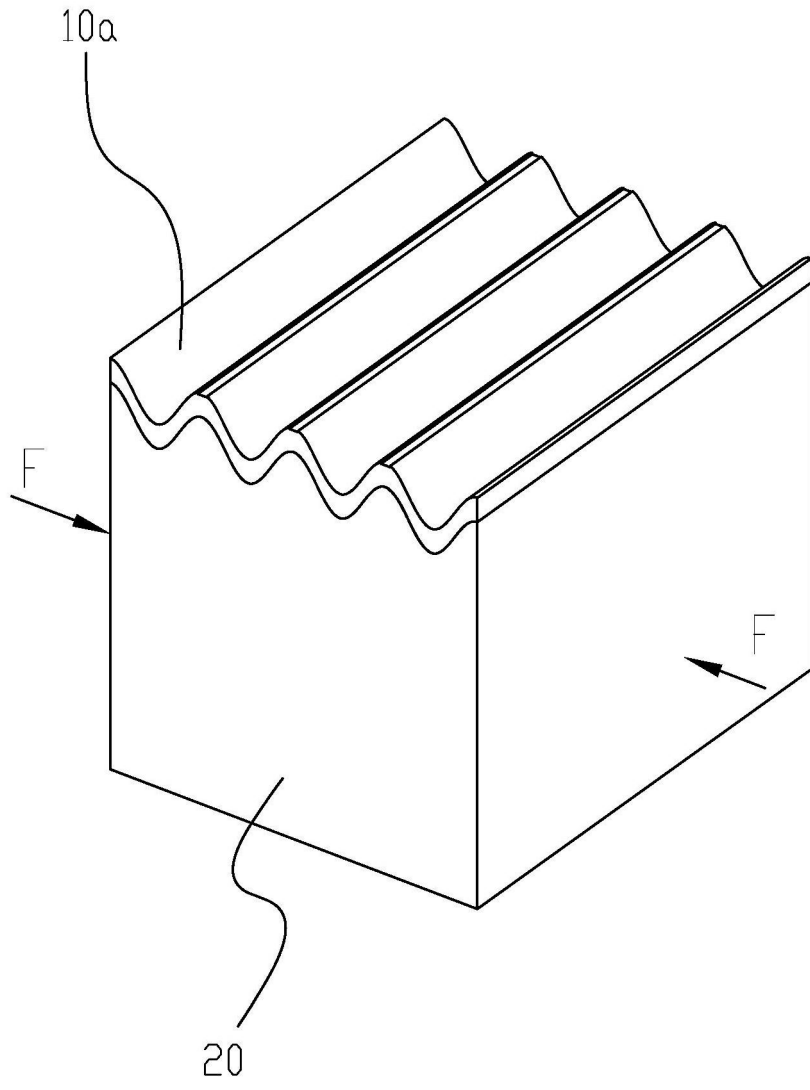


图3

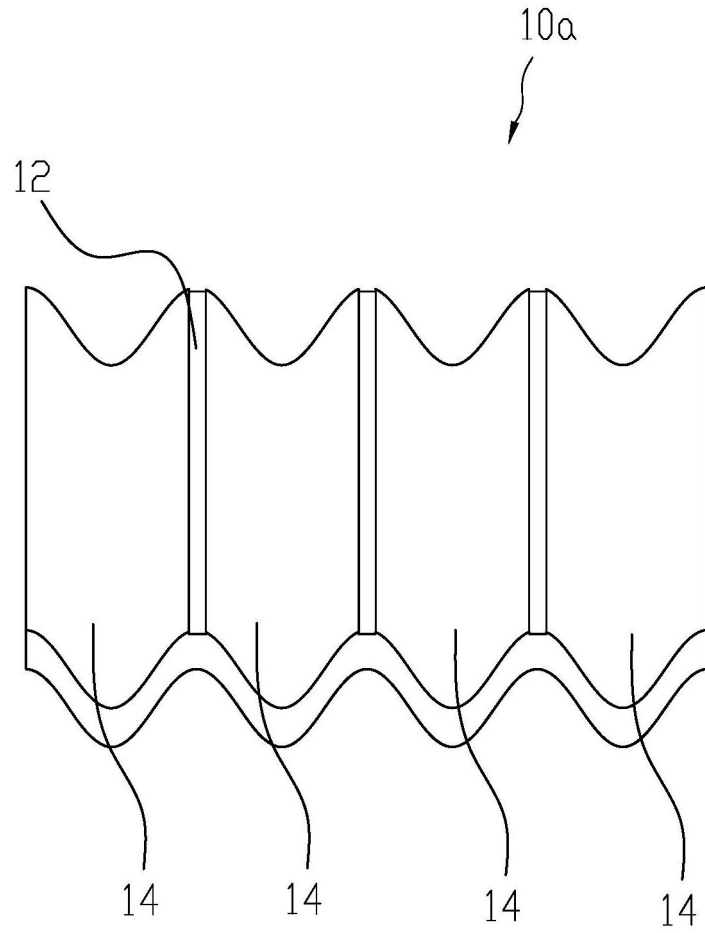


图4

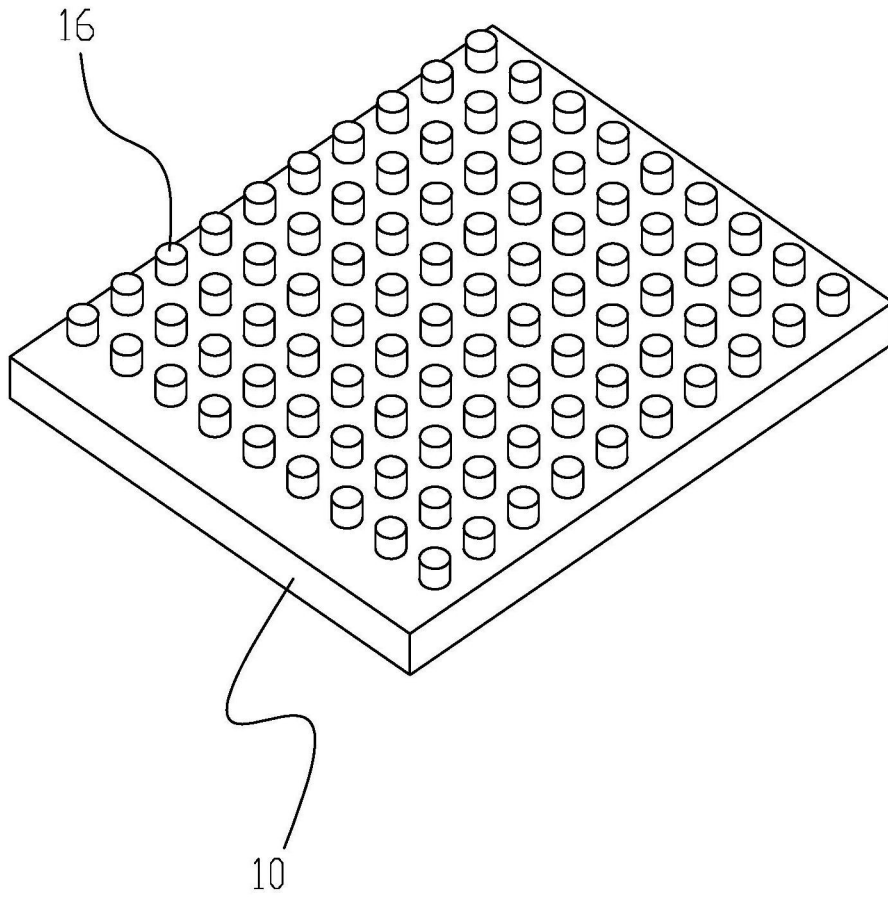


图5

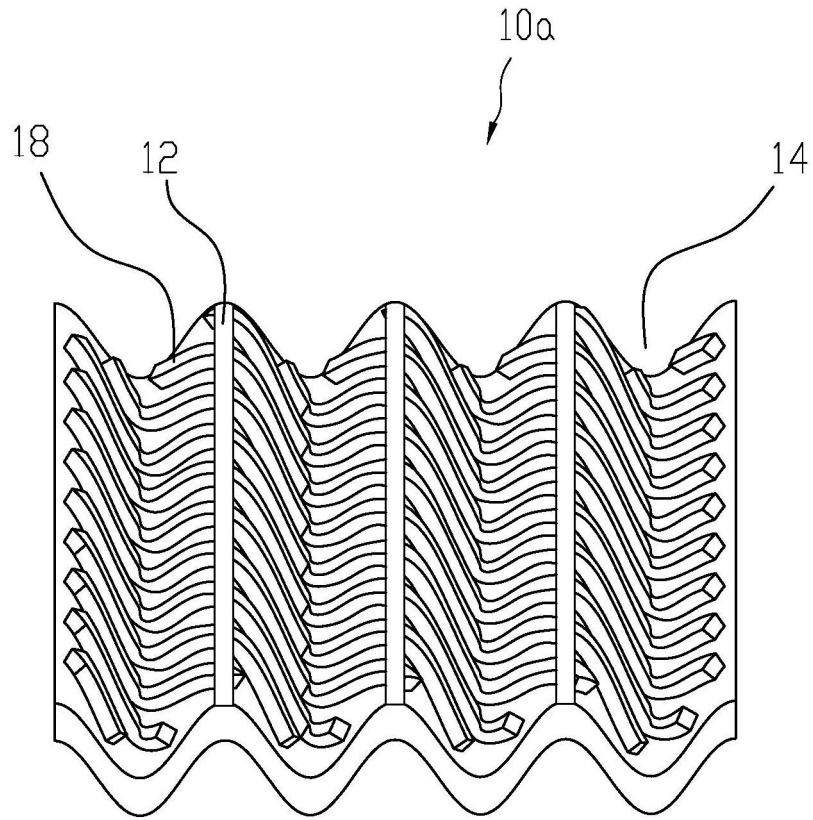


图6

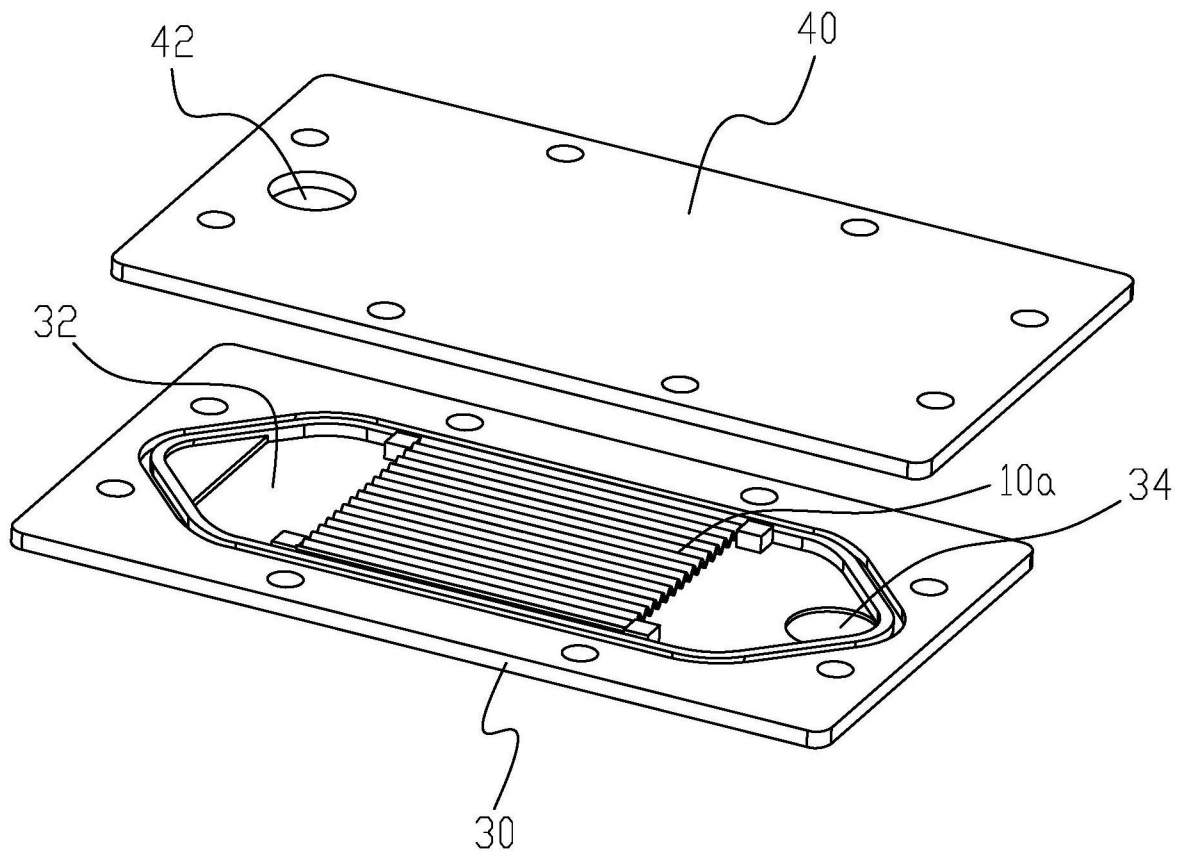


图7

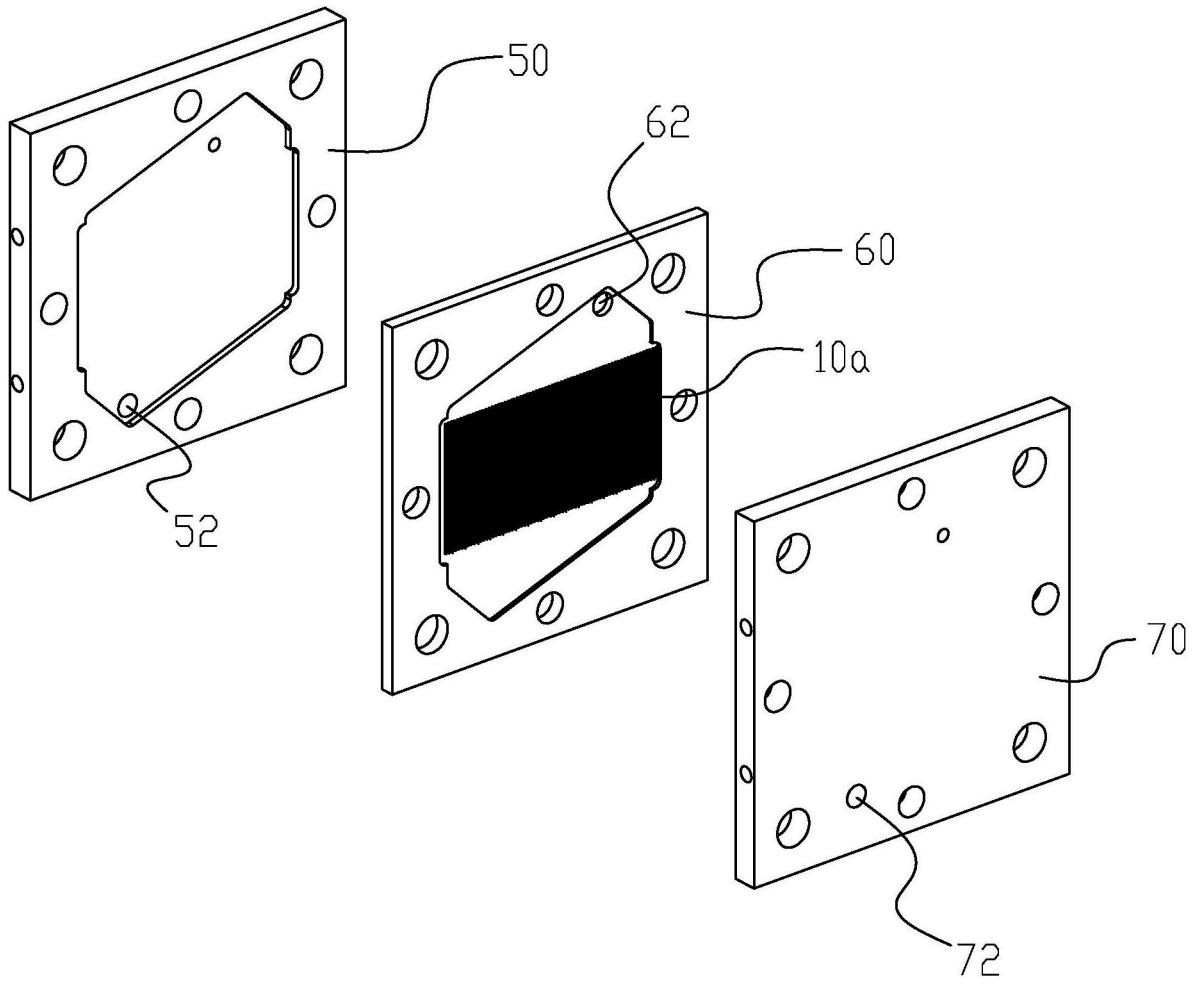


图8

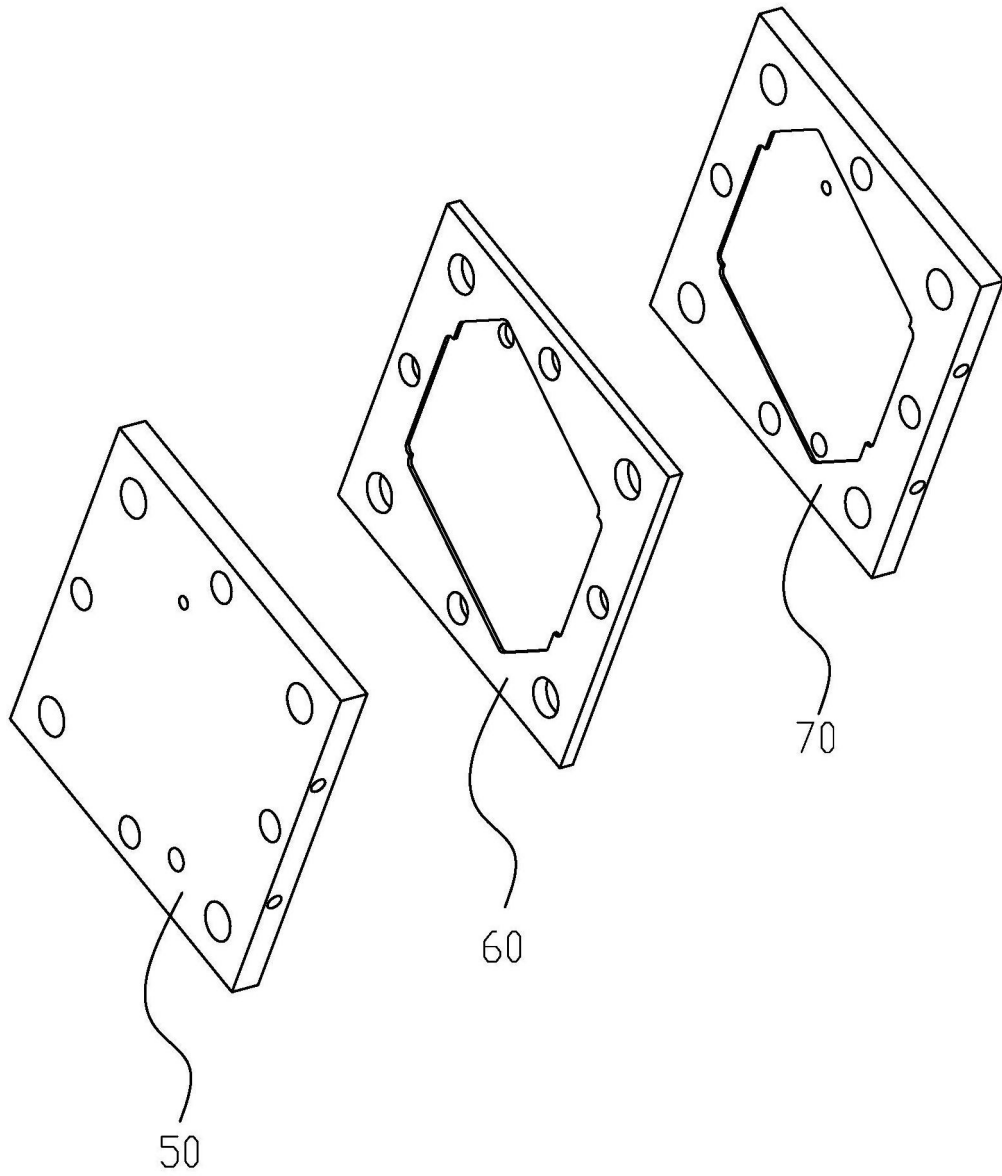


图9

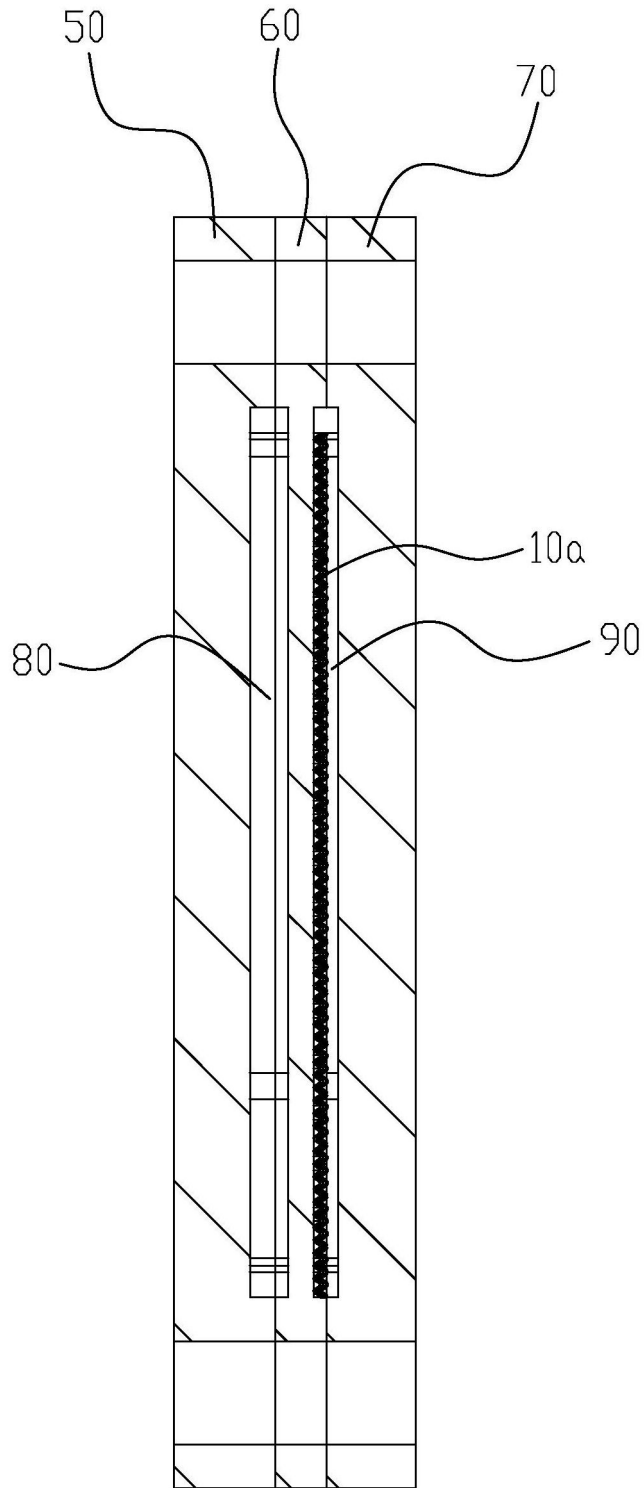


图10