



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117232297 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 29

(21) 申请号 202311203752.3

(22) 申请日 2023.09.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117232297 A

(43) 申请公布日 2023.12.15

(66) 本国优先权数据
202211374006.6 2022.11.04 CN

(73) 专利权人 山东大学
地址 250100 山东省济南市山大南路27号

(72) 发明人 魏民 王震 冷文龙 王肖璇
冷学礼 张政 丁帅杰 柏超
邱燕 范明秀 张冠敏

(74) 专利代理机构 济南智圆行方专利代理事务
所(普通合伙企业) 37231
专利代理师 张玉琳

(51) Int. Cl.

F28D 9/00 (2006.01)

F28F 13/18 (2006.01)

F28F 9/22 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 112033189 A, 2020.12.04

CN 113776367 A, 2021.12.10

审查员 段晓宁

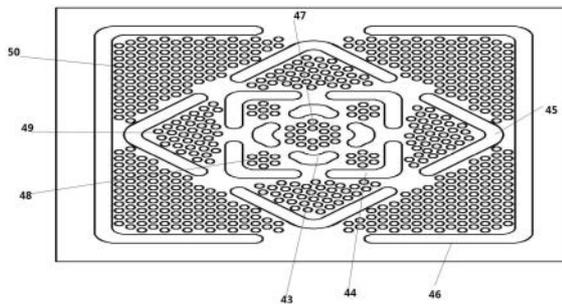
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

一种设置多折流直板的板式换热器

(57) 摘要

本发明提供了一种设置多折流直板的板式换热器,从上到下依次设置第一层、第二层、第三层和第四层,第一层包括设置在正面的冷流体进口和冷流体出口,第四层是与第三层热接触的热流体管道,其特征在于,第四层中设置空腔,供热流体通过,所述第四层空腔的底部上设置折流直板和肋片,所述折流直板包括位于底板中心的中心折流直板、包围在中心折流直板外部的第二折流直板和包围在第二折流直板外部的第三折流直板以及包围在第三折流直板外部的的外部折流直板,肋片位于折流直板之间。本发明旨在提供一种板式换热器,内部设有导流结构,尤其是通过设置多层垂直结构的长方形棱形折流直板,使得液体流动范围广泛,有效减少冷液体流动死区,进一步改善热流面的均温性。



1. 一种设置多折流直板的板式换热器,从上到下依次设置第一层、第二层、第三层和第四层,第一层包括设置在正面的冷流体进口和冷流体出口,第四层是与第三层热接触的热流体管道,其特征在于,第四层中设置空腔,供热流体通过,所述第四层空腔的底部上设置折流直板和肋片,所述折流直板包括位于底板中心的中心折流直板、包围在中心折流直板外部的第二折流直板和包围在第二折流直板外部的第三折流直板以及包围在第三折流直板外部的第四折流直板,肋片位于折流直板之间;第二层包括正面设置的进口集管、出口集管、进口分支管、出口分支管、进口流道和出口流道,其中进口集管的上游、出口集管下游分别连接第一层的冷流体进口和冷流体出口,进口集管、出口集管分别与进口分支管、出口分支管连接,第二层正面包括多个弯折的板状结构,所述板状结构一侧形成进口分支管,另一侧形成出口分支管,所述进口分支管和出口分支管不直接连通;进口分支管和出口分支管中设置贯通第二层的贯通孔,从而形成进口流道和出口流道;第三层包括位于正面的多孔材料,多孔材料与进口流道和出口流道连接;所述多孔材料是采用3D打印技术,从而使得多孔材料为变孔隙结构,在进口流道流体进口处孔径大于出口流道流体出口处孔径;沿着进口集管内流体的流动方向,多孔材料的孔径逐渐增加。

2. 如权利要求1所述的板式换热器,其特征在于,中心折流直板包括四块,每块中心折流直板包括互相呈一定角度的两个折流直板壁,四块中心折流直板的折流直板壁的延长线形成了第一菱形,折流直板壁形成第一菱形的边的一部分;相邻的中心折流直板的折流直板壁之间设置第一间隔;第二折流直板包括四块,每块第二折流直板包括互相垂直的两个折流直板壁,四块第二折流直板的折流直板壁的延长线形成了第二长方形结构,折流直板壁形成第二长方形的边的一部分;相邻的第二折流直板的折流直板壁之间设置第二间隔;第三折流直板包括四块,每块第三折流直板包括互相呈一定角度的两个折流直板壁,四块第三折流直板的折流直板壁的延长线形成了第三菱形结构,折流直板壁形成第三菱形的边的一部分;相邻的第三折流直板的折流直板壁之间设置第三间隔;外部折流直板包括两块,每块外部折流直板包括第一直板壁以及与直板壁两端部处置的两个互相垂直的第二直板壁,两块外部折流直板的折流直板壁的延长线形成了第二长方形结构,第一直板壁、第二直板壁形成第二长方形的边的一部分;两个外部折流直板的相邻的第二直板壁之间设置第四间隔。

3. 如权利要求2所述的板式换热器,其特征在于,中心折流直板内部设置多个肋片;第二折流直板和中心折流直板之间设置多个肋片,第二折流直板和第三折流直板之间设置多个肋片;第三折流直板和外部折流直板之间设置多个肋片。

4. 如权利要求2所述的板式换热器,其特征在于,相对的第一间隔中点的连线的延长线、相对的第三间隔中点的延长线经过第二折流直板互相垂直的两个折流直板壁的垂直点、外部折流直板的互相垂直的两个折流直板壁的垂直点。

5. 如权利要求2所述的板式换热器,其特征在于,相对的第二间隔中点的连线的延长线、相对的第四间隔中点的延长线经过中心折流直板互相呈一定角度的两个折流直板壁的连接点、第三折流直板的互相呈一定角度的两个折流直板壁的连接点。

6. 如权利要求2所述的板式换热器,其特征在于,所述第四层包括设置在背面上的热流体进口和热流体出口,所述热流体进口设置第一菱形的中心位置,所述热流体出口设置2个,分别设置在第二长方形的相对的两端,设置在第一直板壁的外部,两个出口的中心线的

连线经过第一直板壁的中心。

7. 如权利要求2所述的板式换热器,其特征在于,所述肋片的高度和折流直板的高度相同,都等于方形空腔的高度。

8. 如权利要求1所述的板式换热器,其特征在于,沿着进口集管内流体的流动方向,多孔材料的孔隙分布密度逐渐增加。

一种设置多折流直板的板式换热器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种换热器技术,尤其涉及一种板式换热器。

背景技术

[0002] 换热器是将冷热流体进行热量交换的设备,也称热交换器。换热器在诸多领域均被广泛应用。在如电子,石化,通信,航空航天等领域由于其工作场景较为特殊,因此对换热器的尺寸和重量有着特殊要求,且要求其换热能力更强。1981年有学者提出利用微通道进行散热,既可以缩小换热器的体积又可以利用微通道较高的比表面积大幅提高其换热能力。然而其虽然换热能力较强,但由于微通道的水力直径较小其整体的压力损失也较高。

[0003] 平板式换热器是目前各类换热器中换热效率最高的一种换热器,它具有占用空间小,安装拆卸方便的优点。其由冲压成形的凹凸不锈钢板组成,两相邻板片之间的凹凸纹路成180度相对组合,因此板式热交换器两板片之间的凹凸脊线形成了交错的接触点,将接触点以真空焊接方式结合后,就形成了板式热交换器的耐高压交错流通结构,这些交错的流通结构使得板式热交换器内的冷热液体产生强烈紊流而达到高换热效果。

[0004] 扁平管近些年被广泛应用于汽车空调单元以及住宅或商业空调换热器。此种扁平管内部设置多个小的通道,在使用时,换热液体流过扁平管内的多个通道。因为扁平管换热面积大,因此能够大大提高换热效果。

[0005] 平板式换热器被广泛应用于化工、石油、制冷、核能和动力等工业,由于世界性的能源危机,为了降低能耗,工业生产中对换热器的需求量也越来越多,对换热器的质量要求也越来越高。近几十年来,虽然紧凑式换热器(板式、板翅式、压焊板式换热器等)、热管式换热器、直接接触式换热器等得到了迅速的发展,但由于管壳式换热器具有高度的可靠性和广泛的适应性,其仍占据产量和用量的统治地位,据相关统计,目前工业装置中管壳式换热器的用量仍占全部换热器用量的70%左右。

[0006] 平板式换热器结垢后,采取常规的蒸汽清扫、反冲洗等方式对换热器进行清洗,生产实践证明,效果不是很好。只能将换热器的封头拆卸下来,采用物理清理的方式,但采取该种方式进行清洗,操作复杂、耗时长,人力、物力投资较大,对连续化的工业生产带来极大的困难。

[0007] 在制冷设备中,各种制冷换热器是不可或缺的关键设备,也是能够改善其性能的重要设备。在小型制冷系统中,人们对换热器的质量、体积和换热性能提出了越来越高的要求。普通的翅片管式换热器,翅片与管路之间存在较大的间隙热阻,削弱换热效果,且尺寸体积较大,不利于系统的小型化、轻量化。但在间壁式微型换热器中,换热片通过钎焊连接在一起,提高了换热效率。且间壁式微型换热器具有尺寸小、传热系数较高等突出优点,在小型制冷系统中的应用越来越普遍。

[0008] 在间接液体冷却方案中,采用换热器进行换热。换热器是一个内有流道结构的金属换热器件,通常由铜或铝制成。将换热液体与换热器底板底面直接接触,传热的热量传导至换热器,然后换热器与内部的冷却液体进行对流换热将热量带走。整个液冷系统利用泵

为工质的循环提供动力,相对于风冷系统,液冷系统结构更加紧凑。而且所使用的冷却液体多为与换热器材料兼容的去离子水、指定百分比的乙二醇—去离子水、纳米液体等介质,它们具有比空气更高的比热容和导热系数,在散热效果上优于风冷。此外,相比于风冷系统,间接液冷系统噪音水平明显降低。

[0009] 近年来,为满足换热需求,已展开对间接液冷系统的研究,涉及换热器结构、冷却液体选取、管道布置等诸多方面,发现换热器结构对液冷系统换热和功耗的影响尤为显著。换热器一般可分为底板、流道、盖板三部分。盖板及软管接头并无统一的标准,不同厂商有不同的结构形式,底板和流道可按照设备和热设计功耗进行各种不同的配置,这也是影响换热器散热性能的主要因素。

[0010] 肋片:增设肋片有助于增加换热面积,并且可以增强对流场的扰动。通过增加肋片强化换热已被广泛应用于换热器中。但此次设计不能单一地考虑散热效果,还应从系统经济性的角度出发,尽量避免增设肋片后出现的压降急剧增大而散热改善效果极小的局面。再考虑冷却液体进口时温度相对更低,所以,在中心高流速区域不布置肋片,以期改善换热器压降,在周边低流速区域布置圆柱型肋片,加强扰动并增加换热面积,弥补冷却液体温度升高所导致的散热能力的损失。

[0011] 导流结构:为避免冷却液体与换热器对流换热过程中出现流动死区,借鉴换热器中广泛采用的折流直板,在换热器中布设一些长直型的折流直板作为导流结构,在流场某些区域改变冷却液体的流向,以期改善冷却液体在换热器中的流场分布。

[0012] 但在对板式换热器进行设计的同时也要考虑加工工艺,有时会受到诸多限制,例如流道结构复杂,导致难以加工;换热总面积不变情况下,翅片越厚间距越大,热交换面积越小,冷板散热能力越低,为增大换热面积,将翅片厚度设计的过小且排布密集,难以加工并增大了流动阻力,不利于系统的流量分配。此类优化设计是通过改变流道形式及减小翅片体积,达到强化换热的目的,由于流道的散热区域受限,如何进一步增大换热面积并提高温度均匀性从而强化其散热性能极其重要。

[0013] 针对上述缺陷,本发明对目前的换热器进行了改进,提供一种新的板式换热器,该把寝室换热器采用多孔材料,对多孔结构进行详细研究及优化,可保证流体的均匀分布,提高换热效率,进一步增大换热面积和提高温度均匀性方面。并且可3D打印多孔材料微,使其加工简单,操作方便,能够实现正常难以实现的结构。对热流体通道进行改进,使其流动阻力降低以及换热效率提高。

发明内容

[0014] 本发明旨在提供一种新式结构板式换热器。采取多孔结构,对多孔结构进行详细研究及优化,可保证流体的均匀分布,提高换热效率,进一步增大换热面积和提高温度均匀性方面。对热流体通道进行改进,使其流动阻力降低以及换热效率提高。对热流体通道进行改进,使其流动阻力降低以及换热效率提高。

[0015] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0016] 一种设置多折流直板的板式换热器,从上到下依次设置第一层、第二层、第三层和第四层,第一层包括设置在正面的冷流体进口和冷流体出口,第四层是与第三层热接触的热流体管道,其特征在于,第四层中设置空腔,供热流体通过,所述第四层空腔的底部上设

置折流直板和肋片,所述折流直板包括位于底板中心的中心折流直板、包围在中心折流直板外部的第二折流直板和包围在第二折流直板外部的第三折流直板以及包围在第三折流直板外部的折流直板,肋片位于折流直板之间。

[0017] 作为优选,中心折流直板包括四块,每块中心折流直板包括互相呈一定角度的两个折流直板壁,四块中心折流直板的折流直板壁的延长线形成了第一棱形,折流直板壁形成第一棱形的边的一部分;相邻的中心折流直板的折流直板壁之间设置第一间隔;第二折流直板包括四块,每块第二折流直板包括互相垂直的两个折流直板壁,四块第二折流直板的折流直板壁的延长线形成了第一长方形结构,折流直板壁形成第一长方形的边的一部分;相邻的第二折流直板的折流直板壁之间设置第二间隔;第三折流直板包括四块,每块第三折流直板包括互相呈一定角度的两个折流直板壁,四块第三折流直板的折流直板壁的延长线形成了第二棱形结构,折流直板壁形成第二棱形的边的一部分;相邻的第三折流直板的折流直板壁之间设置第三间隔;外部折流直板包括两块,每块外部折流直板包括第一直板壁以及与直板壁两端部处置的两个互相垂直的两个第二直板壁,两块外部折流直板的折流直板壁的延长线形成了第二长方形结构,第一直板壁、第二直板壁形成第二长方形的边的一部分;两个外部折流直板的相邻的第二直板壁之间设置第四间隔。

[0018] 作为优选,中心折流直板内部设置多个肋片47;第二折流直板和中心折流直板之间设置多个肋片,第二折流直板和第三折流直板之间设置多个肋片;第三折流直板和外部折流直板之间设置多个肋片。

[0019] 作为优选,相对的第一间隔中点的连线的延长线、相对的第三间隔中点的延长线经过第二折流直板互相垂直的两个折流直板壁的垂直点、外部折流直板的互相垂直的两个折流直板壁的垂直点。

[0020] 作为优选,相对的第二间隔中点的连线的延长线、相对的第四间隔中点的延长线经过中心折流直板互相呈一定角度的两个折流直板壁的连接点、第三折流直板的互相呈一定角度的两个折流直板壁的连接点。

[0021] 作为优选,所述第四层包括设置在背面上的热流体进口和热流体出口,所述热流体进口设置第一棱形的中心位置,所述热流体出口设置2个,分别设置在第二长方形的相对的两端,设置在第一直板壁的外部,两个出口的中心线的连线经过第一直板壁的中心。

[0022] 作为优选,所述肋片的高度和折流直板的高度相同,都等于方形空腔的高度。

[0023] 作为优选,第二层包括正面设置的进口集管、出口集管、进口分支管、出口分支管、进口流道和出口流道,其中进口集管的上游、出口集管下游分别连接第一层的冷流体进口和冷流体出口,进口集管、出口集管分别与进口分支管、出口分支管连接,第二层正面包括多个弯折的板状结构,所述板状结构一侧形成进口分支管,另一侧形成出口分支管,所述进口分支管和出口分支管不直接连通;进口分支管和出口分支管中设置贯通第二层的贯通孔,从而形成进口流道和出口流道;第三层包括位于正面的多孔材料,多孔材料与进口流道和出口流道连接;所述多孔材料是采用3D打印技术,从而使得多孔材料为变孔隙结构,在进口流道流体进口处孔径大于出口流道流体出口处孔径。

[0024] 作为优选,沿着进口集管内流体的流动方向,多孔材料的孔隙分布密度逐渐增加。

[0025] 与现有技术相比较,本发明具有如下的优点:

[0026] 1) 本发明旨在提供一种板式换热器,内部设有导流结构,尤其是通过设置多层垂

直结构的长方形棱形折流直板,使得液体流动范围广泛,有效减少冷液体流动死区,进一步改善热流面的均温性。

[0027] 2) 本发明对板式换热器采取毛细结构,并对毛细结构采用3D打印的技术,使其实现变孔隙结构,在流体进口处孔径大于流体出口处孔径,提高了工作效率,使其孔径变化更加准确。

[0028] 3) 本发明对毛细结构采用3D打印的技术,使其实现变孔隙密度沿着流体流动进行渐变化分布,改善了加工工艺,能够实现计算机准确实现规律性变化。相对于现有的制备工艺,加工结果更加准确,通过计算机程序实现准确的结构幅度变化,大大提高了加工的精度,从而提高了换热效率。

[0029] 4) 本发明通过流体进口处孔径大于流体出口处孔径,冷流体在不同孔径处对流换热能力不同,从而改善了冷板整体的均温性及对流换热能力。

[0030] 5) 本发明通过孔隙密度沿着流体流动进行渐变化分布,使得流体在整个换热面上分布均匀,从而改善了冷板整体的均温性及对流换热能力。

附图说明

[0031] 图1是本发明换热器整体结构示意图;

[0032] 图2是本发明换热器拆分结构示意图;

[0033] 图3是本发明换热器第二层结构图;

[0034] 图4是本发明换热器冷流体流动示意图;

[0035] 图5是第四层翅片结构优选实施例示意图;

[0036] 图6是第四层翅片结构另一个优选实施例示意图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。说明书中的正面是指安装时候朝上的一面。

[0038] 图1-6公开了一种板式换热器。如图1所示,一种多孔材料板式换热器,包括从上到下依次设置的第一层1、第二层2、第三层3和第四层4。第一层上部设置冷流体进口和出口。第四层设置热流体进口和出口。

[0039] 作为优选,第四层热流体进口设置在第四层背面的中心,热流体出口设置在第四层的两侧,如图1所示。热流体从中心流入,然后从两侧流出。

[0040] 作为优选,热流体从第四层的一侧流入,从第四层的另一侧流出。例如从图1左侧流入,从右侧流出。

[0041] 如图2所示,第一层1包括设置在第三层正面两端的冷流体进口11和冷流体出口12,第二层2包括在第二层正面设置的进口集管21、出口集管22、进口分支管23、出口分支管24、进口流道25和出口流道26,其中进口集管21的上游、出口集管22下游分别连接第一层的流体进口11和流体出口12,进口集管21、出口集管22分别与进口分支管23、出口分支管24连接,第二层2包括多个弯折的板状结构,所述板状结构一侧形成进口分支管23,另一侧形成出口分支管24,所述进口分支管23和出口分支管24不直接连通;进口分支管23和出口分支管24中设置贯通第二层的贯通孔,从而形成进口流道25和出口流道26;第三层3包括位于正

面的多孔材料31,多孔材料31与进口流道25和出口流道26连接;所述多孔材料31是采用3D打印技术,从而使得多孔材料31为变孔隙结构,在进口流道流体进口处孔径大于出口流道流体出口处孔径。第四层是与第三层热接触的热流体管道。热流体从第四层流过,将热量传递给第三层的冷流体。

[0042] 本发明通过采用多孔材料,并且3D打印技术制造多孔材料,该第三层通过在底部增加多孔材料结构,形成更为紧凑的微通道,相比翅片通道减小了加工难度,增加了冷流体的流动空间以及对流换热面积,还可以通过改变多孔材料进出口处的孔径来提高底面的温度均匀性。

[0043] 相对于传统的制造技术,通过3D打印技术制造多孔材料,可以准确实现孔径的大小,提高了工作效率,使其孔径变化更加准确。

[0044] 本发明通过多孔介质流体进口处孔径大于流体出口处孔径,冷流体在不同孔径处对流换热能力不同,从而改善了冷板整体的均温性及对流换热能力。对于均匀孔径下的流动换热过程,进口处流体温度较低,与冷板的温差较大,因此换热过程较为剧烈,而当流体流至出口时,由于在此前流动过程中不断地吸收热源的热量,流体温度有一定上升,导致其与出口处冷板的换热温差降低,换热能力与进口处相比大幅降低。这将导致进口处的孔被流体带走的热量较多,而出口处的孔被带走的热量较少,从而导致底板温度均匀性较差。对于变孔径下的流动换热过程,由于进口处的孔径较大增大了导热热阻,流体在此处吸收的热量减少,加强了出口处流体携带热量的能力,同时,出口处的孔径较小可加强扰动并增强换热。但进出口孔径不可相差太大,优选进出口孔径之比是1.5-2.5之间,否则出口处换热过程过于剧烈同样会导致底板温度均匀性较差。

[0045] 本发明采用3D打印技术制造所述多孔介质,首先在Spaceclaim软件中建立多孔介质的三维模型,将模型导入打印准备软件PreForm,在其中确定模型的方向、支撑材料、部件材料以及壁厚,所述多孔介质采用AlSi10Mg铝合金材料,确定上述准备工作完成后操作Formlabs 3D打印机进行打印。打印完成后将构建平台直接插入Form Wash,对模型进行高效、均匀的自动清洗。清洗完成后借助快速剥离技术从打印表面上取下多孔介质,仅需数秒即可去除支撑结构,最后将多孔介质转移至Form Cure进行固化,以便最大限度地提高材料性能并确保尺寸精度。

[0046] 作为优选,沿着进口集管21内流体的流动方向,多孔材料的孔径逐渐增加。通过上述分布,使得沿着距离进口集管进口的方向,毛细力逐渐增强,流动阻力越来越小,使得阻力大的流体流入相对于阻力小的更加困难一些,从而使得沿着流动方向流体分布更加均匀,避免流体分布不均匀导致的换热不均匀以及局部温度过高过低问题。

[0047] 作为优选,沿着进口集管22内流体的流动方向,多孔材料的孔径逐渐增加的幅度不断变大。上述的变化幅度设计,也是通过大量实验和数值模拟优化的结构,能够进一步实现均匀流体分布的技术效果,更加满足本申请发明需要。

[0048] 作为优选,所述多孔材料的孔径按照如下规律进行变化:

[0049] 进口集管的总长度为L,进口集管最下游的孔径是 $D_{\text{末}}$,距离进口集管进口的距离为l位置的孔径D规律如下: $D^2 = f \times (D_{\text{末}})^2 + g \times (D_{\text{末}})^2 \times (l/L)^e$,其中e、f、g是系数,满足如下要求:

[0050] $1.083 < e < 1.104, 0.995 < f + g < 1.011, 0.499 < f < 0.625$ 。

[0051] 作为优选,随着 l/L 增加, e 逐渐增加。

[0052] 作为优选, $0.095 < e < 1.100$, $f+g=1$, $0.565 < f < 0.578$ 。

[0053] 通过上述的设置,使得流体分布的更加均匀,上述优化的公式是通过大量的实验和数值模拟得到的,能够最优化的实现流体均匀分布的技术效果,更加满足本申请发明需要。

[0054] 作为优选,沿着进口集管21内流体的流动方向,多孔材料的孔隙分布密度逐渐增加。通过上述分布,使得沿着距离进口集管进口的方向,毛细力逐渐增强,流动阻力越来越小,使得阻力大的流体流入相对于阻力小的更加困难一些,从而使得沿着流动方向流体分布更加均匀,避免流体分布不均匀导致的换热不均匀以及局部温度过高过低问题。

[0055] 作为优选,沿着进口集管22内流体的流动方向,多孔材料的孔隙分布密度逐渐增加的幅度不断变大。上述的变化幅度设计,也是通过大量实验和数值模拟优化的结构,能够进一步实现均匀流体分布的技术效果,更加满足本申请发明需要。

[0056] 作为优选,所述多孔材料的孔隙分布密度按照如下规律进行变化:

[0057] 进口集管的总长度为 L ,进口集管最下游的密度是 M_λ ,距离进口集管进口的距离为 l 位置的密度 M 规律如下: $M=b \times M_\lambda + c \times M_\lambda \times (l/L)^a$,其中 a 、 b 、 c 是系数,满足如下要求:

[0058] $1.082 < a < 1.105$, $0.994 < b+c < 1.012$, $0.498 < b < 0.629$ 。

[0059] 作为优选,随着 l/L 增加, a 逐渐增加。

[0060] 作为优选, $0.095 < a < 1.100$, $b+c=1$, $0.565 < b < 0.578$ 。

[0061] 通过上述的设置,使得流体分布的更加均匀,上述优化的公式是通过大量的实验和数值模拟得到的,能够最优化的实现流体均匀分布的技术效果,更加满足本申请发明需要。

[0062] 作为优选,每个进口和出口分支管中设置多个贯通第二层的贯通孔。沿着进口集管21内流体的流动方向,贯通孔的分布密度逐渐增加。通过上述分布,使得沿着距离进口集管进口的方向,随着流通面积的变化,流动阻力越来越小,使得阻力大的流体流入相对于阻力小的更加困难一些,从而使得沿着流动方向流体分布更加均匀,避免流体分布不均匀导致的换热不均匀以及局部温度过高过低问题。

[0063] 作为优选,沿着进口集管22内流体的流动方向,贯通孔的分布密度逐渐增加的幅度不断变大。上述的变化幅度设计,也是通过大量实验和数值模拟优化的结构,能够进一步实现均匀流体分布的技术效果,更加满足本申请发明需要。

[0064] 作为优选,每个进口和出口分支管中设置多个贯通第二层的贯通孔。沿着进口集管21内流体的流动方向,每个贯通孔的孔径逐渐增加。通过上述分布,使得沿着距离进口集管进口的方向,流通面积逐渐增加,随着流通面积的变化,流动阻力越来越小,使得阻力大的流体流入相对于阻力小的更加困难一些,从而使得沿着流动方向流体分布更加均匀,避免流体分布不均匀导致的换热不均匀以及局部温度过高过低问题。

[0065] 作为优选,沿着进口集管22内流体的流动方向,每个贯通孔的孔径的分布密度逐渐增加的幅度不断变大。上述的变化幅度设计,也是通过大量实验和数值模拟优化的结构,能够进一步实现均匀流体分布的技术效果,更加满足本申请发明需要。

[0066] 作为优选,上述多孔材料是采用3D打印技术进行制造实现的。在现有技术制造工艺中,要实现渐变的多孔材料孔隙变化,非常困难。本发明对毛细结构采用3D打印的技术,

使其实现变孔隙密度沿着流体流动进行渐变分布,改善了加工工艺,能够实现计算机准确实现规律性变化。相对于现有的制备工艺,只要设计好渐变的打印的程序,加工结果更加准确,通过计算机程序实现准确的结构幅度变化,大大提高了加工的精度,从而提高了换热效率。

[0067] 作为优选,进口集管21、出口集管22设计为锥形结构,沿着进口集管内流体的流动方向,流动通道面积越来越小,沿着出口集管22内流体的流动方向,流动通道面积越来越大。这可以进一步保证流体在流道的均匀分布,既可以提高换热效率又可以降低整体压降。

[0068] 作为优选,第二层2包括多个弯折的板状结构,所述板状结构一侧形成进口分支管23,另一侧形成出口分支管24,所述进口分支管23和出口分支管24不直接连通。流体通过热流体毛细力层的毛吸力使得流体从进口分支管23流到出口分支管24。

[0069] 作为优选,弯折的板状结构是V形结构或者梯形结构。这可以在相同的宽度内设计更多的换热微通道,增加换热面积,在缩小体积的同时提升整体的换热能力。

[0070] 作为优选,如图3所示,贯通第二层的孔可以是长条状。本申请通过第二层设置贯通的孔,使得流体通过孔有针对性的进入第三层3,可以有针对性的设置第三层3相应位置的多孔材料,例如针对形成孔的位置可以不设置多孔材料,其余位置设置多孔材料。这样通过3D打印实现上述设置,避免现有技术的制造困难。

[0071] 作为优选,冷流体进口11、冷流体出口12设置在第一层1上对角设置。如此设置能够保证流体换热面积,减少短路现象发生。

[0072] 第四层是热流体管道层。第四层中设置空腔,供热流体通过。作为优选,如图5所示,空腔中设置肋片矩阵,所述肋片矩阵呈梭形(纺锤形)结构布置。本发明设置了新式的纺锤形结构布置肋片,可以使得流体沿着肋片流动,减少流动阻力,进一步与毛细结构充分换热,提高了换热效率。

[0073] 如图5所示,肋片矩阵为多个,相邻的两个肋片矩阵进行首尾连接。作为优选,每个肋片矩阵分为多层,每个阵列包括中心肋片和围绕中心肋片的多层外围肋片,每层肋片都是梭形(纺锤形)结构。通过设置多层,使得流体能够在其中充分流动换热。

[0074] 多个肋片矩阵组成一组,每一组的第一纺锤形结构的头部与液体的流体方向相对(迎着流体流动方向),第一纺锤形结构的尾部与第二纺锤形结构头部连接,以此类推,从而形成一组。通过设置多层,使得流体能够在其中充分流动换热,而且流体的流动通道随着流动不断的沿着梭子形状进行频繁流动以及体积变化,进一步提高换热效率。

[0075] 作为优选,纺锤形结构的头部和尾部都是尖部。

[0076] 作为优选,纺锤形结构的头部的尖部夹角小于尾部的尖部夹角。同构上述结构,可以使得流体首先沿着梭子形状慢慢的扩散,避免快速扩散带来的换热效果低的特性,促进换热的进行,同时促进流体的引导,减少阻力,提高了换热效率。

[0077] 作为优选,每一组的中心肋片的连线与流体流动方向相同。

[0078] 作为优选,多组肋片矩阵平行设置。

[0079] 作为优选,肋片矩阵设置在多组肋片之间对应的位置。

[0080] 所述空腔表面设置纺锤形肋片矩阵组成的流线型导流模组,对称分布的肋片宏观上也以纺锤形分布起到导流的作用,进一步减少流动阻力,进一步与毛细结构充分换热,提高了换热效率。

- [0081] 作为优选,肋片从空腔顶部壁面向底部壁面延伸。
- [0082] 作为优选,空腔的上板就是第三层的背面。
- [0083] 作为优选,肋片设置在第三层的背面。
- [0084] 作为优选,热流体是从第四层中心流入,然后从四侧流出,例如如图1所示。第四层中设置如图6所示结构。所述第四层空腔的底部上设置折流直板43-46和肋片47-50,所述折流直板包括位于底板中心的中心折流直板43、包围在中心折流直板43外部的第二折流直板44和包围在第二折流直板44外部的第三折流直板45以及包围在第三折流直板45外部的的外部折流直板46;
- [0085] 作为优选,如图6所示,中心折流直板43包括四块,每块中心折流直板43包括互相呈一定角度的两个折流直板壁,四块中心折流直板的折流直板壁的延长线形成了第一棱形,折流直板壁形成第一棱形的边的一部分;相邻的中心折流直板的折流直板壁之间设置第一间隔;
- [0086] 第二折流直板44包括四块,每块第二折流直板44包括互相垂直的两个折流直板壁,四块第二折流直板的折流直板壁的延长线形成了第一长方形结构,折流直板壁形成第一长方形的边的一部分;相邻的第二折流直板的折流直板壁之间设置第二间隔;
- [0087] 第三折流直板45包括四块,每块第三折流直板45包括互相呈一定角度的两个折流直板壁,四块第三折流直板的折流直板壁451的延长线形成了第二棱形结构,折流直板壁形成第二棱形的边的一部分;相邻的第三折流直板45的折流直板壁之间设置第三间隔;
- [0088] 外部折流直板46包括两块,每块外部折流直板46包括第一直板壁以及与直板壁两端部处置的两个互相垂直的两个第二直板壁,两块外部折流直板的折流直板壁的延长线形成了第二长方形结构,第一直板壁、第二直板壁形成第二长方形的边的一部分;两个外部折流直板46的相邻的第二直板壁之间设置第四间隔。
- [0089] 作为优选,中心折流直板43内部设置多个肋片47;第二折流直板44和中心折流直板43之间设置多个肋片48,第二折流直板44和第三折流直板45之间设置多个肋片49;第三折流直板45和外部折流直板46之间设置多个肋片50。
- [0090] 本申请的换热器内部设有导流结构,尤其是通过设置多层垂直结构的长方形棱形折流直板,使得液体流动范围广泛,有效减少冷液体流动死区,进一步改善热流面的均温性。
- [0091] 本申请的换热器中,通过在中心折流直板内部、中心折流直板和第二折流直板之间、第二和第三折流直板之间、第三和外部折流直板之间设置圆柱型肋片,在外部空间增大区域加强扰动,即增强了对流场的扰动,并且扩展了换热面积,利于强化换热,也能够避免流动阻力过大,适应范围广泛。
- [0092] 作为优选,相对的第一间隔中点的连线的延长线、相对的第三间隔中点的延长线经过第二折流直板44互相垂直的两个折流直板壁441的垂直点、外部折流直板46的互相垂直的两个折流直板壁461的垂直点。
- [0093] 作为优选,相对的第二间隔中点的连线的延长线、相对的第四间隔中点的延长线经过中心折流直板43互相呈一定角度的两个折流直板壁的连接点、第三折流直板45的互相呈一定角度的两个折流直板壁的连接点。
- [0094] 通过上述优选的设计,能够使得液体分布更均匀,换热效果更好。

[0095] 作为优选,针对图6的结构,所述第四层包括设置在背面上的热流体进口41和热流体出口42,所述热流体进口41设置第一棱形的中心位置,所述热流体出口42设置2个,分别设置在第二长方形的相对的两端,设置在第一直板壁的外部,两个出口42的中心线的连线经过第一直板壁的中心。通过如此设置,能够使得流体从第四间隔流出后绕道进入出口,从而增加流通面积,提高换热效率。

[0096] 通过上述结构,热液体从盖板中心区域流入,在热液体刚进入换热器时,温度高,与热源温差大,换热能力强,可以更有效地控制热源区域的温度。

[0097] 本申请采用单进口、多出口的流动方式,使得冷液体从中部向两侧流动,改善了以往单进单出的流动方式所导致的温度沿流动方向逐渐升高的现象,更进一步地改善了散热的均温性。

[0098] 折流直板43-46是导流结构作用,可视为更大尺寸的长直型肋片。通过设置这些折流直板,也能起到扰流以及强化传热的作用。

[0099] 作为优选,热流体进口41位于两个液体出口的中间位置。通过上述设置,使得液体分配更加均匀,散热性能更加均匀。

[0100] 所述肋片47-50是圆柱形。

[0101] 所述肋片47-50的高度和折流直板43-46的高度相同,都等于方形空腔的高度。

[0102] 作为优选,如图6所示,折流直板43-46的垂直壁的垂直点位置设置流线形结构,优选是圆弧形结构。通过设置流线形结构,能够减少液体的流动阻力,减少液体的死区,提高换热效果。

[0103] 作为优选,肋片设置在第三层的背面。

[0104] 在第二折流直板和第三折流直板之间,从第四层的中心向外,距离第四层的中心越远,相邻的肋片49之间距离越远。主要是随着距离中心越远,越靠近第三折流直板,流体的流动空间越小,流动阻力增加,通过设置相邻的肋片49之间距离越远,使得流体流速保持相对的稳定,使得整体换热能够达到相对的均匀,避免局部受热不均匀,造成局部过早的损坏。

[0105] 进一步优选,在第二折流直板和第三折流直板之间,从第四层的中心向外,距离第四层的中心越远,相邻的肋片49之间距离越远的幅度不断的增加。上述的分布也是符合流体流动以及换热的分布规律变化,通过数值模拟和实验发现,能够进一步提高换热效率。

[0106] 在第三折流直板和第四竖板之间,从第四层的中心向外,距离第四层的中心越远,相邻的肋片50之间距离越远。主要是随着距离中心越远,流体的流动空间阻力大,流速会相对变慢,通过设置相邻的肋片50之间距离越远,使得流体流速保持相对的稳定,使得整体换热能够达到相对的均匀,避免局部受热不均匀,造成局部过早的损坏。

[0107] 进一步优选,在第三折流直板和第四竖板之间,从第四层的中心向外,距离第四层的中心越远,相邻的肋片50之间距离越近的幅度不断的增加。上述的分布也是符合流体流动以及换热的分布规律变化,通过数值模拟和实验发现,能够进一步提高换热效率。

[0108] 在所设计的中心扩散型扁平管中,流体从所述上盖中心区域进口处进入扁平管的腔体,经过所述底层导流结构,流体逐渐从中心进口区域流向扁平管腔体的四周,并且在流动过程中与各个流道(包括肋片)表面对流换热,最后在所述换热区域连接的位置混合后,从扁平管两侧出口流出,从而进行换热。

[0109] 但相对于以往传统集热管板,所述中心扩散型扁平管改变了流体单进单出的流动方式,取而代之的是单进双出,因此在此次设计中,将出口加工在扁平管的两侧,可有效改善扁平管热流面的均温性。

[0110] 作为优选,图5、图6的所述肋片是弹性部件,通过弹性部件可以使得流体流动的时候冲刷柱体肋片,柱体肋片会脉动性的摆动,从而促进除垢,振动导致扰流作用,也能强化传热。

[0111] 作为优选,沿着热流体流动方向,肋片的弹性越来越小。因为随着研究发现,随着流体进行换热,流体温度越来越低,不容易积垢,而且沿着流体流动方向结垢程度越来越轻,因此通过设置弹性程度不断降低,已达到进一步除垢强化传热目的,减少大弹性的导热体,降低成本。

[0112] 进一步优选,沿着热流体流动方向,肋片的弹性越来越小的幅度不断增加。上述的变化也是根据研究发现的,符合结垢的规律,能够进一步降低成本,提高换热效率,降低结垢。

[0113] 换热器工作流程如下:冷流体由驱动泵驱动从流体进口11流入进口分支管21,然后流入多孔材料流道22,而后通过进口分支管23分流,流体在锥形分支管中受到顶端的阻碍作用被迫向下流动,由分支管下方的进口流道25接收分流,由于进口流道25两侧皆为多孔材料31,因此,流体在多孔材料中向两个相反方向流动,在此过程中吸收由多孔材料31传递的热量,流体吸热完成后受力向上流动,通过出口流道26流至出口分支管24内,经出口分支管24出口流出,而后汇入到出口分支管22流出多孔材料流道内,最终通过流体出口12流出,至此,整个流动换热过程完成。

[0114] 虽然本发明已以较佳实施例披露如上,但本发明并非限定于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

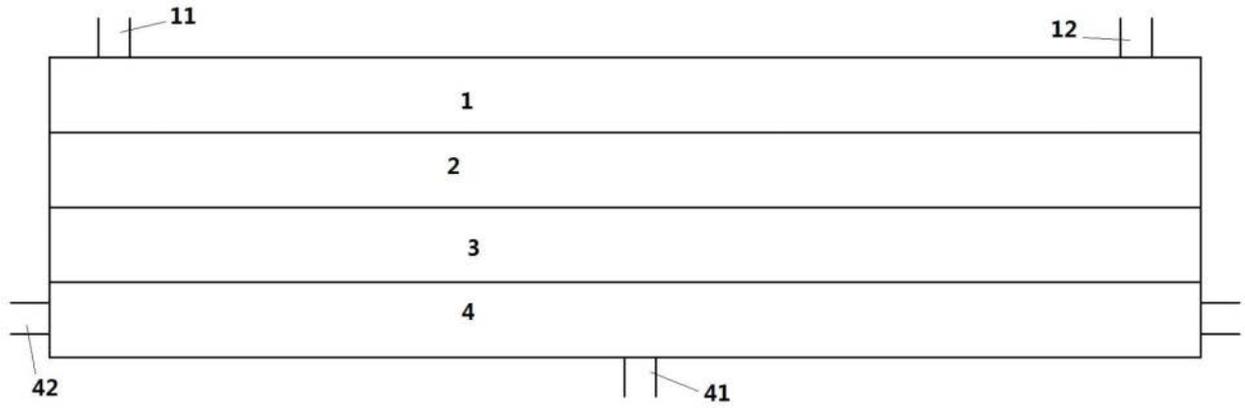


图1

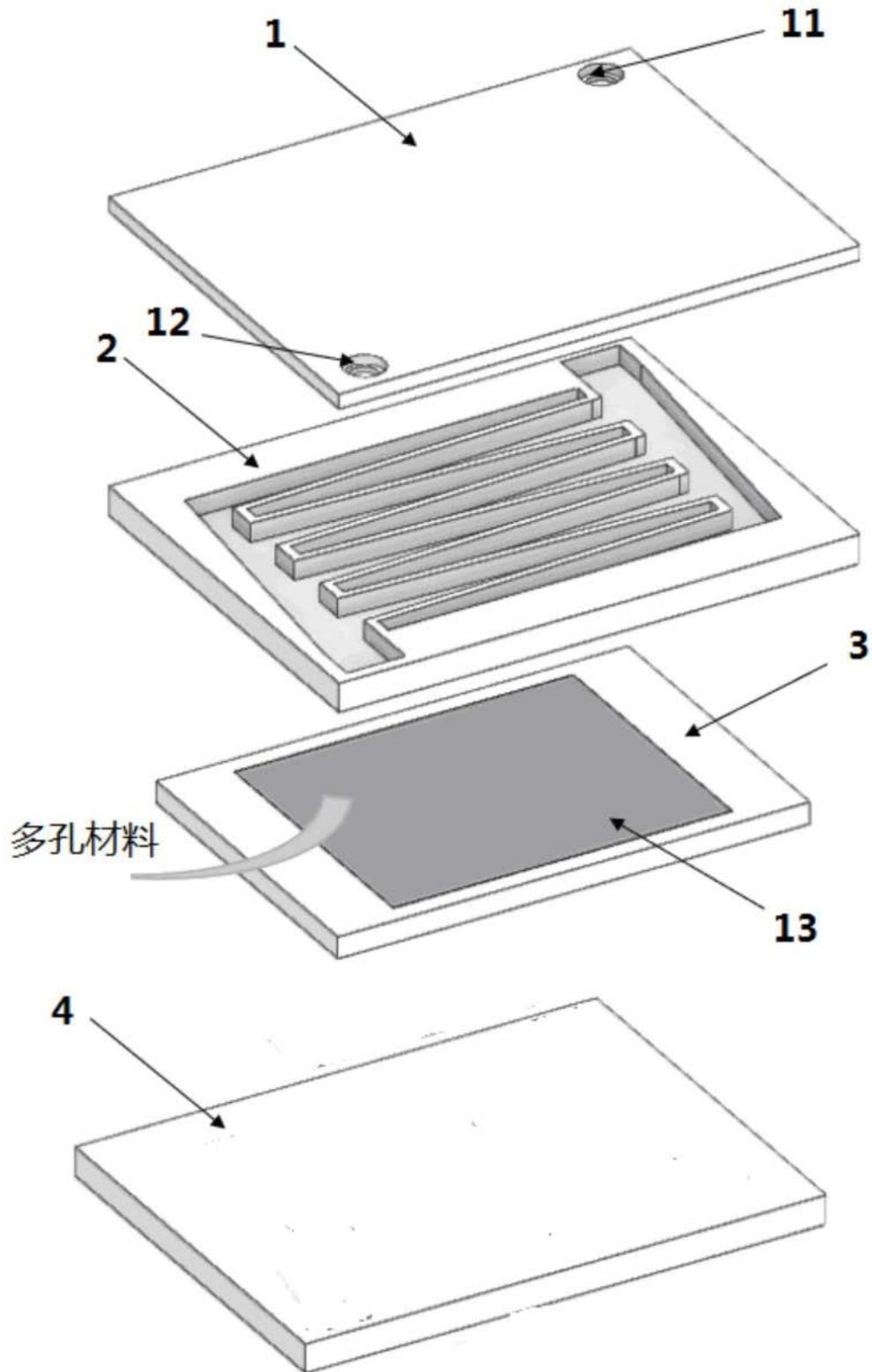


图2

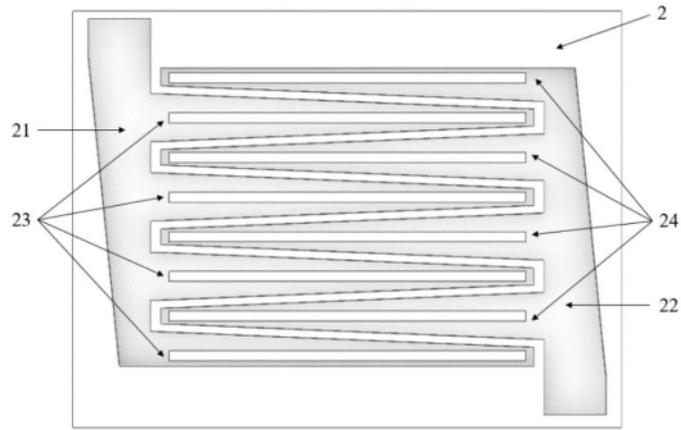


图3

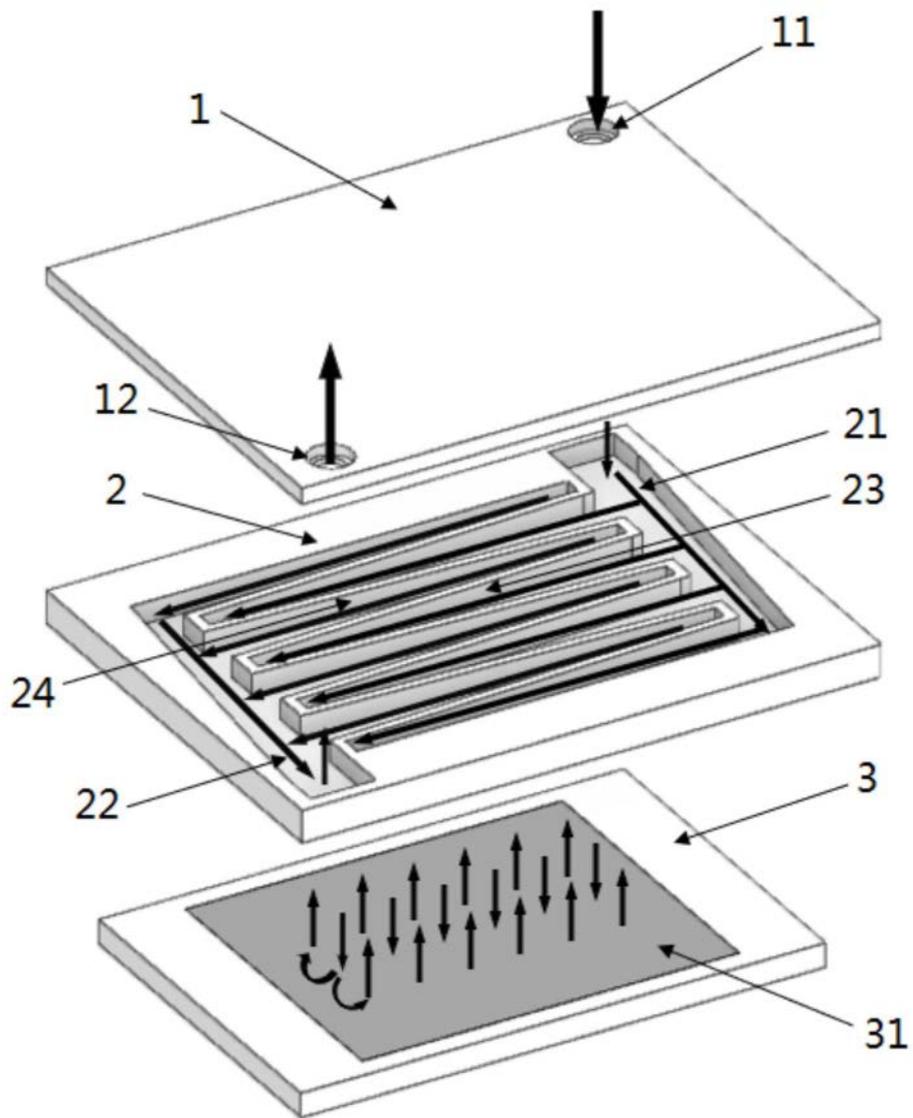


图4

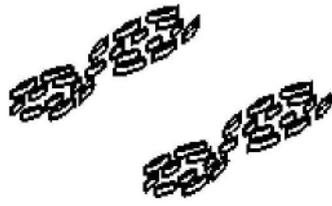


图5

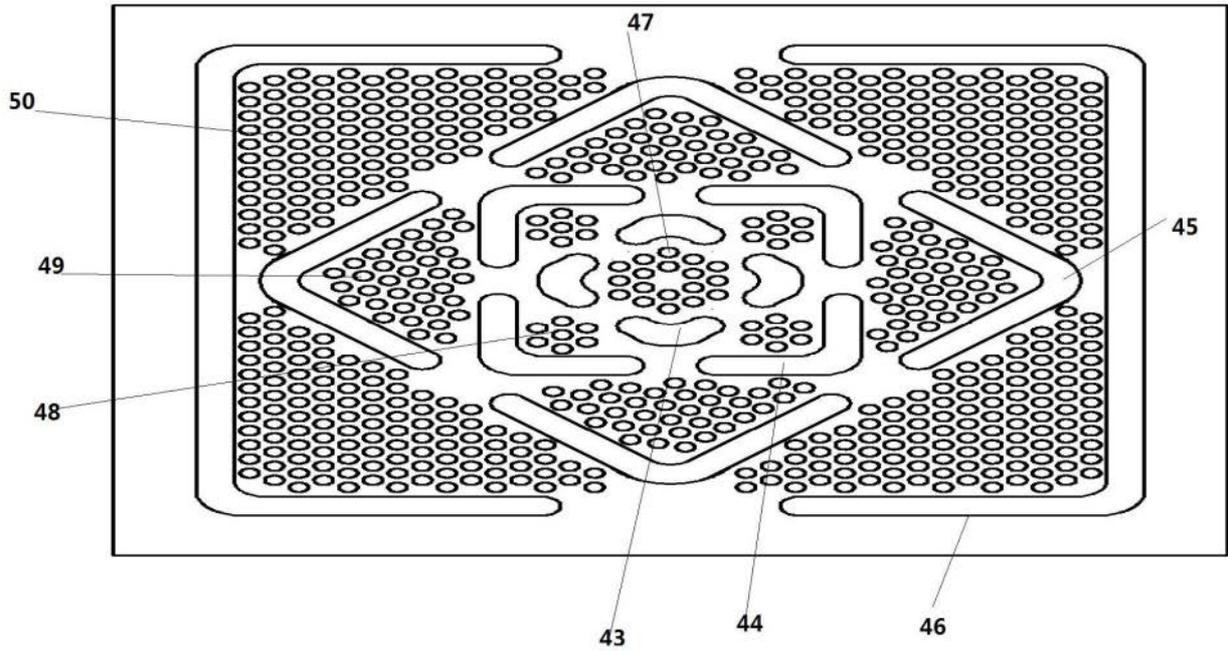


图6