



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107094361 B

(45)授权公告日 2018.09.04

(21)申请号 201710081973.6

H05K 7/20(2006.01)

(22)申请日 2017.02.15

审查员 段晓宁

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107094361 A

(43)申请公布日 2017.08.25

(73)专利权人 山东大学

地址 264209 山东省威海市高区文化西路
180号

(72)发明人 郭春生 陈子昂 仝兴华 王天跃

黄瀚锐 马小禹 曲芳仪 年显勃

(74)专利代理机构 青岛联信知识产权代理事务

所(普通合伙) 37227

代理人 张媛媛

(51)Int.Cl.

F28D 15/02(2006.01)

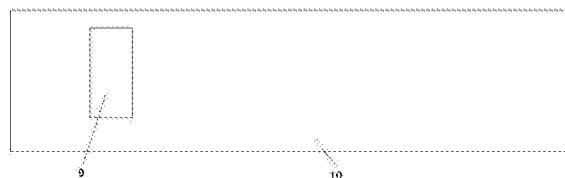
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种上盖板设置腔室的平板式微型环路热管

(57)摘要

本发明提供了一种平板式微型环路热管,包括主板和上盖板,所述上盖板与主板封装在一起,所述主板包括蒸发室、冷凝室,蒸发室和冷凝室之间连接蒸汽管道和液体管道,所述蒸发室内设置多孔介质薄片,上盖板上设置空腔,所述空腔与蒸汽管道连通,所述空腔设置在多孔介质薄片相对的位置。本发明通过在上盖板上设置空腔,便于毛细芯多孔介质中工作液遇热蒸发的蒸汽快速溢出,避免蒸汽滞留在毛细芯处,从而阻塞整个多孔介质结构,导致毛细芯蒸干,使整个微型环路热管系统陷入瘫痪。同时蒸汽的快速排出可以加快整个装置内部的循环,提高传热散热效率。



1. 一种平板式微型环路热管,包括主板和上盖板,所述上盖板与主板封装在一起,所述主板包括蒸发室、冷凝室,蒸发室和冷凝室之间连接蒸汽管道和液体管道,所述蒸发室内设置多孔介质薄片,上盖板上设置空腔,所述空腔设置在与多孔介质薄片相对的位置,所述空腔与蒸汽管道连通;所述的多孔介质薄片的孔隙率为 K ,多孔介质薄片的厚度为 H_1 ,所述空腔的厚度为 H_2 ,则满足如下条件: $H_2 = a * \ln(K * H_1) - b$,其中 $200 < a < 210$, $760 < b < 770$;

$140 \mu\text{m} < H_2 < 240 \mu\text{m}$; $80 \mu\text{m} < K * H_1 < 130 \mu\text{m}$ 。

2. 如权利要求1所述的环路热管,其特征在于, $60\% < K < 80\%$, $100 \mu\text{m} < H_1 < 200 \mu\text{m}$ 。

3. 如权利要求1所述的环路热管,其特征在于, $H_1 = c * H_2$, $0.7 < c < 0.8$ 。

一种上盖板设置腔室的平板式微型环路热管

技术领域

[0001] 本发明属于换热器领域,尤其涉及平板式微型环路热管系统。

背景技术

[0002] 随着微电子和信息技术的飞速发展,器件与电路的高度集成化和小型化成为重要的发展趋势,但集成度提高所带来的芯片单位面积发热强度攀升和温度升高将严重威胁装置和设备的可靠性。已有研究发现微电子芯片具有表面发热分布不均匀的特点,某些局部热点处的热流强度甚至可高达 $1000\text{w}/\text{cm}^2$,其被认为是造成芯片失效乃至损坏的关键原因。为此,开发直接给芯片降温并提高其整体均温性的微型冷却器已成为近年来热控制研究关注的热点。

[0003] 微型环路热管就是近年来为了适应这种需要而开发的一种重要的微型冷却器。作为气液两相相变换热器件,微型热管具有结构小巧和在较小的温度梯度内可以进行较大热量传输的特点。

[0004] 目前现有技术的微型平板热管,在蒸发端设置毛细芯多孔介质后,毛细芯多孔介质中工作液遇热蒸发的蒸汽快速溢出,大量蒸汽滞留在毛细芯处,从而阻塞整个多孔介质结构,导致毛细芯蒸干,使整个微型环路热管系统陷入瘫痪。

发明内容

[0005] 本发明旨在提供一种高效且结构微小的平板式微型环路热管系统,提高对微型芯片的散热能力。

[0006] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:一种平板式微型环路热管,包括主板和上盖板,所述上盖板与主板封装在一起,所述主板包括蒸发室、冷凝室,蒸发室和冷凝室之间连接蒸汽管道和液体管道,所述蒸发室内设置多孔介质薄片,上盖板上设置空腔,所述空腔与蒸汽管道连通,所述空腔设置在与多孔介质薄片相对的位置。

[0007] 作为优选,薄片厚度与主板蒸发室槽道厚度相同,多孔介质薄片上表面不能超过主板上表面。

[0008] 作为优选,液体管道和蒸发室之间连接毛细力管道。

[0009] 作为优选,所述的多孔介质薄片的孔隙率为 K ,多孔介质的厚度为 H_1 ,所述空腔的厚度为 H_2 ,则满足如下条件: $H_2 = a * \ln(K * H_1) - b$,其中 $200 < a < 210$, $760 < b < 770$;

[0010] $140\mu\text{m} < H_2 < 240\mu\text{m}$; $80\mu\text{m} < K * H_1 < 130\mu\text{m}$ 。

[0011] 作为优选, $60\% < K < 80\%$, $100\mu\text{m} < H_1 < 200\mu\text{m}$ 。

[0012] 作为优选, $H_1 = c * H_2$, $0.7 < c < 0.8$ 。

[0013] 作为优选,蒸汽管道宽度为液体管道宽度的2—5倍。

[0014] 作为优选,蒸汽管道宽度为液体管道宽度的3倍。

[0015] 作为优选,还包括液体补偿室,所述液体补偿室与蒸发室和液体管道接合处连通。

[0016] 与现有技术相比较,本发明具有如下的优点:

[0017] 1) 通过在上盖板上设置空腔,便于毛细芯多孔介质中工作液遇热蒸发的蒸汽快速溢出,避免蒸汽滞留在毛细芯处,从而阻塞整个多孔介质结构,导致毛细芯蒸干,使整个微型环路热管系统陷入瘫痪。同时蒸汽的快速排出可以加快整个装置内部的循环,提高传热散热效率。

[0018] 2) 通过设置隔热通道,将气液分开传输,避免了汽液流动过程中的换热现象发生,从而影响气体和液体的传输,减少流动阻力,避免通道的阻塞,增大热流传输距离。

[0019] 3) 将环路热管结构小型化,能够直接贴合到微型芯片表面,将热量直接带走,散热效率高。

[0020] 4) 毛细芯采用镍基多孔介质结构,能够提供较大的毛细力,能够维持整个装置快速运转,并利用工作液的潜热带走大量的热量。

[0021] 5) 本发明通过多次试验,得到一个最优的平板型微型环路热管优化结果,并且通过试验进行了验证,从而证明了结果的准确性。

附图说明

[0022] 图1是本发明平板型微型环路热管主板的示意图;

[0023] 图2是本发明平板型微型环路热管盖板示意图;

[0024] 图3是本发明平板型微型环路热管蒸发室A-A截面示意图;

[0025] 图4是本发明平板型微型环路热管气液管道C-C截面示意图;

[0026] 图5是本发明平板型微型环路热管B-B截面示意图;

[0027] 图6是本发明平板型微型环路热管多孔介质毛细芯示意图;

[0028] 图7是本发明平板型微型环路热管三维示意图。

[0029] 附图标记如下:

[0030] 附图标记如下:1主板,2蒸发室,3液体补偿室,4注液排气小孔,5隔热通孔,6液体管道,7蒸汽管道,8冷凝室,9上盖板浅腔位置,10上盖板,11薄片型多孔介质毛细芯

具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0032] 一种平板式微型环路热管,包括主板1和上盖板10,所述上盖板10与主板1封装在一起,所述主板1包括蒸发室2、冷凝室8,蒸发室2和冷凝室8之间连接蒸汽管道7和液体管道6,所述蒸汽管道7和液体管道6之间通过隔热通孔5分开。

[0033] 本发明的环路热管,将蒸汽管道7和液体管道6全部设置在一块主板1上,使得结构小型化,能够直接贴合到微型芯片表面,将热量直接带走,散热效率高,可以广泛应用于电子芯片等微小部件的散热。

[0034] 本发明通过设置隔热通孔5,将气液分开传输,可以有效地将热量聚集在蒸发器处,从而将热量高效的通过气液管道转移到冷凝室进行散热。避免热量扩散到液体管道,使液体管道中的液体蒸发形成气泡,从而阻碍整个循环的流畅运行,从而不能实现气液相分开这一最初的原则。

[0035] 作为优选,所述的隔热通孔5是主板1上设置的通道槽。

[0036] 作为优选,所述的通道槽在厚度方向上贯穿整个主板1。即如图4所示。通过在主板

厚度上贯通整个主板,可以使得蒸汽管道7和液体管道6之间彻底隔开,进一步增加了蒸汽管道7和液体管道6之间的隔热性能。

[0037] 作为优选,所述的上盖板10上设置与主板1上通道槽相对应的通道槽。

[0038] 作为优选,在隔热通孔5内设置绝热材料,进一步阻碍热量在蒸汽管道7和液体管道6之间传递。

[0039] 作为优选,隔热通孔5的宽度是0.5mm。

[0040] 作为优选,所述蒸发室2位于隔热通孔5的蒸汽管道的一侧。通过如此设置,可以保证蒸汽的蒸发后直接进入蒸汽管道,保证了气体的输送,减少流动阻力,避免通道的阻塞,增大热流传输距离。

[0041] 作为优选,所述蒸发室2内设置多孔介质薄片11,将薄片11通过过盈配合安装到微型环路热管主板1的蒸发室2处。

[0042] 作为优选,薄片11厚度与主板蒸发室2槽道厚度相同,多孔介质薄片11上表面不能超过主板1上表面。通过如此设置,避免因上盖板与主板不能紧密结合而产生缝隙,使整个装置失效。

[0043] 所述多孔介质薄片11通过多孔介质毛细芯产生毛细力。

[0044] 蒸发室2吸收微型芯片的热量,加热多孔介质毛细芯部位使表面工作液蒸发,蒸汽经过蒸汽管道进入微型环路热管的冷凝室,在冷凝室进行放热并液化为工作液,在冷凝室放热完成后的工作液再通过液体管道循环进入微型环路热管的蒸发器进行加热蒸发,从而完成一个循环。整个装置由多孔介质结构毛细芯产生的毛细力提供一部分动力,达成循环。毛细芯设置在蒸发器内,蒸发器既与蒸汽管道相接又与液体管道相接,液体管道、毛细芯以及液体补偿室均通过一个小的腔室相连,具体的见图1。

[0045] 液体管道6和蒸发室2之间连接管道,如图1所示,所述管道也具有毛细力,将蒸汽管道7内的液体吸到蒸发室2内。在蒸发室2内依靠多孔介质薄片毛细芯的毛细力将液体沿着多孔介质薄片长度方向(即图1的上下方向)将液体吸到蒸发室2的不同位置,然后再进入蒸汽管道7,从而形成一个循环。

[0046] 在研究中发现,沿着蒸发室2的上下方向,蒸汽管道内的流体分布不均匀,其中下部分布流体多,上部分布流体少,因此造成局部换热不均匀,同时造成不同位置蒸汽管道7的流体分布不均匀和温度分布不均匀,从而造成局部温度过高或者过低,容易造成热管的损坏。针对上述的情况,本发明进行了改进,使其达到流体分布均匀,温度分布均匀。

[0047] 沿着多孔介质毛细芯毛细力的方向(即图1的下部到上部),不同位置的所述多孔介质毛细芯的毛细力逐渐增强。通过沿着下部到上部,毛细芯的毛细力逐渐增强,使得上部能够快速的将液体吸上去,增加上部的流体的数量,从而在上部蒸发后进入上部的蒸汽管道7,从而达到流体分布均匀,温度分布均匀的目的。通过实验发现,上述的设置取得了很好的技术效果。

[0048] 进一步优选,沿着多孔介质毛细芯毛细力的方向,毛细芯的毛细力逐渐增强的幅度越来越大。通过实验发现,上述的设置能够更好的达到流体分布均匀、温度分布均匀的目的。

[0049] 作为优选,可以将多孔介质毛细芯沿着上下方向分为多块,每块的毛细力不同,其中沿着多孔介质毛细芯毛细力的方向(即图1的下部到上部),不同块的毛细力逐渐增强。进

一步优选,不同块的毛细力增强的幅度越来越大。

[0050] 但是上部毛细芯的毛细力过大的话,又会造成下部流体流量过小,从而造成新的不均匀,因此本发明通过大量的实验获得了最佳的毛细芯的毛细力的关系。

[0051] 作为优选,多孔介质薄片11的长度(即图1上下方向)为 $L_{总}$,在多孔介质薄片11最上方的毛细力是 $F_{上}$,则多孔介质薄片11的毛细力分布如下: $F = F_{上} * (L/L_{总})^a$,其中 a 是系数, $1.24 < a < 1.33$ 。 L 是多孔介质薄片11中的位置距离多孔介质薄片11最下端的距离。

[0052] 上述的关系是通过大量的数值模拟及其实验获得的,通过大量的实验得到了验证。通过上述的关系进行毛细力分配,能够使得流体分布达到最均匀。

[0053] 作为优选, $1.27 < a < 1.29$ 。

[0054] 作为优选,随着 $L/L_{总}$ 增加, a 逐渐增加。

[0055] 作为优选,多孔介质薄片11以镍粉为基,经过冲压烧结形成。

[0056] 作为优选,镍基多孔介质薄片11的尺寸为,长度5.15mm,宽度为3.8mm,厚度为150 μ m,所述的长度沿着垂至于蒸汽管道7和液体管道的方向。

[0057] 作为优选,上盖板10上设置空腔9,所述空腔9设置在多孔介质薄片11相对的位置,所述空腔10与蒸汽管道7连通。

[0058] 制造此空腔的目的为便于毛细芯多孔介质中工作液遇热蒸发的蒸汽快速溢出,避免蒸汽滞留在毛细芯处,从而阻塞整个多孔介质结构,导致毛细芯蒸干,使整个微型环路热管系统陷入瘫痪。同时蒸汽的快速排出可以加快整个装置内部的循环,提高传热散热效率。

[0059] 作为优选,毛细芯不与蒸汽管道直接连通,毛细芯与蒸汽管道之间通过空腔9连通。主要有以下原因:毛细芯内工作液受热蒸发,蒸汽一般会向上走进入到上盖板浅腔内,由浅腔再进入到蒸汽管道内,此方式蒸汽收到的阻力较小,有利于提高效率。直接连通并不能提高整个装置的效率,而且会干涉毛细芯内部液体的流动。

[0060] 通过实验和数值分析发现,空腔和蒸发室相比,不能过大,过大导致大量的蒸汽会积聚在空腔内,无法及时传送到冷凝室进行换热,同样空腔和蒸发室相比,不能过小,过小也会导致蒸汽滞留在毛细芯处,从而阻塞整个多孔介质结构,因此通过大量的数值分析及其大量的实验,总结出来空腔10和蒸发室的尺寸关系。

[0061] 作为优选,所述的多孔介质薄片11的孔隙率为 K ,多孔介质薄片11的厚度为 $H1$,所述空腔10的深度为 $H2$,则满足如下条件: $H2 = a * Ln(K * H1) - b$,其中 $200 < a < 210$, $760 < b < 770$;

[0062] $140\mu\text{m} < H2 < 240\mu\text{m}$; $80\mu\text{m} < K * H1 < 130\mu\text{m}$ 。

[0063] 作为优选, $60\% < K < 80\%$, $100\mu\text{m} < H1 < 200\mu\text{m}$ 。

[0064] 作为优选, $H1 = c * H2$, $0.7 < c < 0.8$ 。

[0065] 作为优选,所述环路热管还包括液体补偿室3,所述液体补偿室3与蒸发室2和液体管道6接合处连通。液体补偿室主要有以下两种作用:1.通过液体补偿室的小孔我们可以实现排气和注液两大关键的步骤。2.存储在液体补偿室的工作液可以有效地补给毛细芯中因过热而迅速蒸发工作液,防止液体被完全蒸干二导致毛细芯失效使整个装置瘫痪。

[0066] 作为优选如图5所示的薄片型镍基多孔介质毛细芯的尺寸为,长度5.15mm,宽度为3.8mm,厚度为150 μ m。其中镍基多孔介质孔隙率为60%~80%时毛细力较大,装置运转效率较高。

[0067] 作为优选,蒸汽管道7宽度为400—500 μ m,作为优选为450 μ m,优选为有10条。优选

蒸汽管道7互相之间的间隔为200 μm ,长度为43mm,深度为150 μm 。通过在主板上加工矩形槽道,并将上盖板与主板接合形成管道。

[0068] 作为优选,蒸汽管道7宽度为液体管道宽度的2-5倍,优选为3倍。通过增加蒸汽管道的数量较多,目的在于减少蒸汽的压降,增大蒸汽的传输距离,提高装置的运行效率。

[0069] 作为优选,液体管道6宽度为150 μm ,长度为43mm,深度为150 μm ,一共设计四条液体管道,中间的间隔为75 μm 。

[0070] 将液体管道设计的如此窄是因为:1.狭窄通道会提供很大的毛细力,将液体从冷凝室中吸回蒸发端,成为整个装置的辅助动力,并对液体的流动产生导向作用。2.狭窄的通道可以承受更大的压力。

[0071] 作为优选,冷凝室8的尺寸为长宽均为8.9mm,深度为150 μm 的浅腔。如此选择的目的是为增大散热面积,提高散热效率。冷凝室冷却方式也可以设置很多种,例如设置风冷或水冷设备,我们这里使用电子半导体降温元件来实现冷凝室的降温。

[0072] 对平板式微型环路热管来说,保证蒸发室多孔介质毛细芯不被蒸干,不被所生成的蒸汽阻塞,液体管道不被气泡阻塞是维持整个装置顺利运行的关键。我们知道空气中含有许多非可凝气体,当平板式微型环路热管里工作液蒸发时,非可凝气体会与蒸汽结合产生大量的气泡,进而阻塞多孔介质毛细芯的孔道以及阻塞液体管道,从而整个装置启动不了或者启动后装置瘫痪。所以排出整个装置的非可凝气体是整个装置运行的前提。

[0073] 作为优选,在液体补偿室设置注液和排气孔4,分别用于注液和排气,注液和排气孔4可和外界的微细铜管相接,铜管上装有控制阀,控制气液流动来完成排气注液。注液完成后我们将小孔密封,从而形成一套密封的平板式微型环路热管系统。系统内部采取内循环。

[0074] 当然,可以选择的是,为了增加测量温度的准确性,我们可以在排气小孔处设置温度气压监测装置,来监测装置的温度以及运行情况,并通过气体的气压和温度算出装置内气体的体积,进而控制装置的排气注液。

[0075] 对平板型微型环路热管来说,将热量集中在蒸发室处吸收,通过工作液的两相变化即液体的潜热来将热量带走。所以保证热量集中作用于蒸发端也是装置高效运行的关键。

[0076] 作为优选,工作液我们有多种选择,主要的工作液有以下几种:水、氨、丙酮、甲醇、甲苯、氟里昂。选择何种工作液主要与所需的工作温度有关,不同液体在不同的工作温度上表现的优点各不相同,所以选择工作液还需要依实际情况来定。

[0077] 虽然本发明已以较佳实施例披露如上,但本发明并非限于此。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。

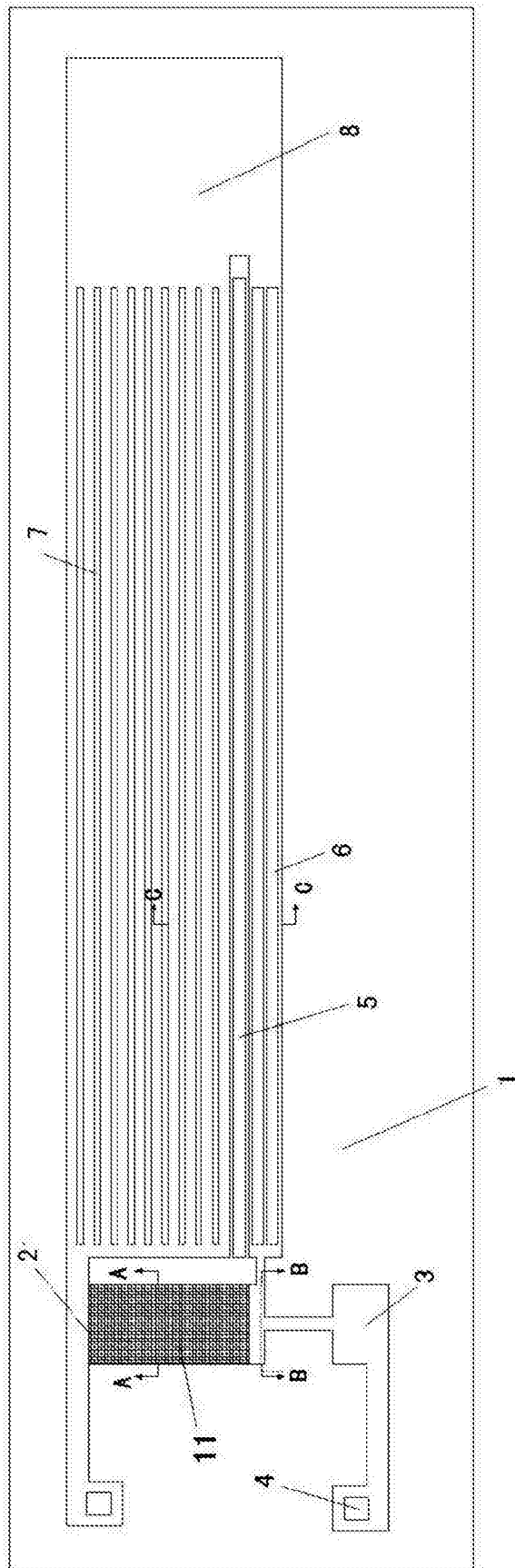


图1

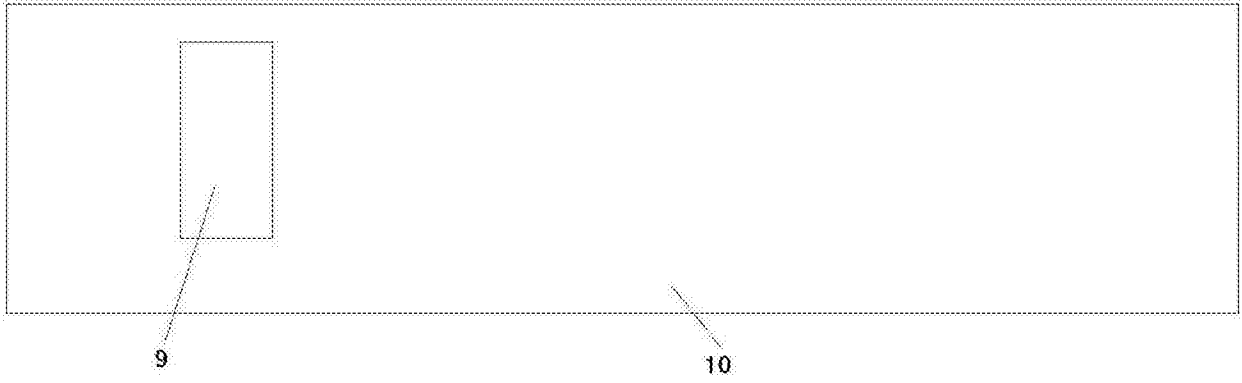


图2

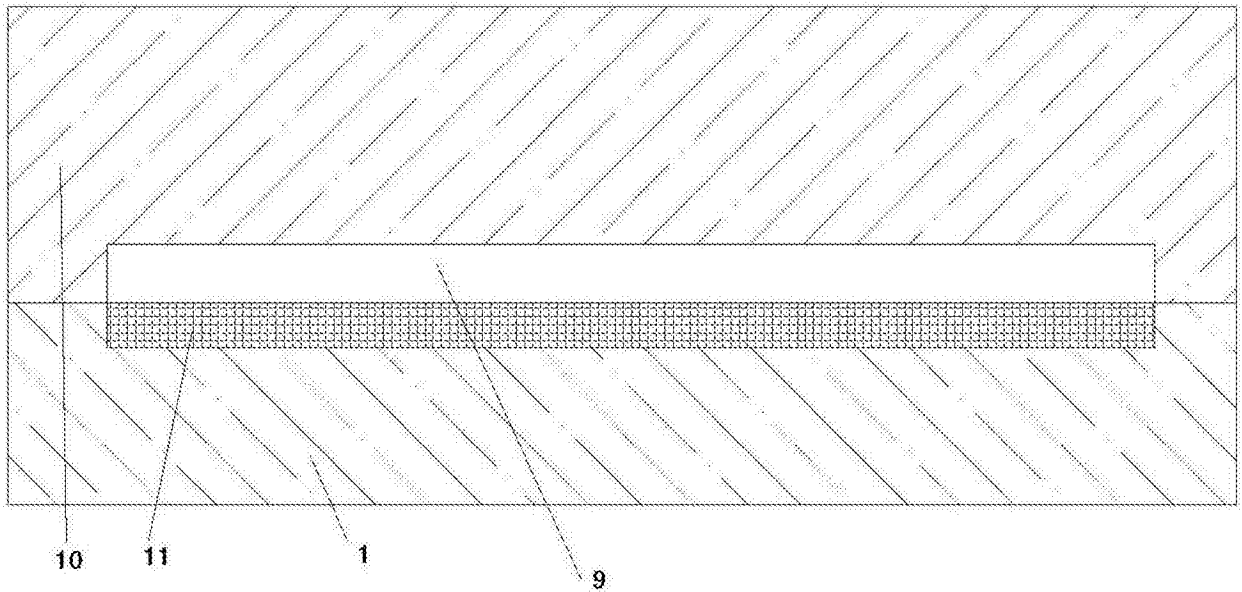


图3

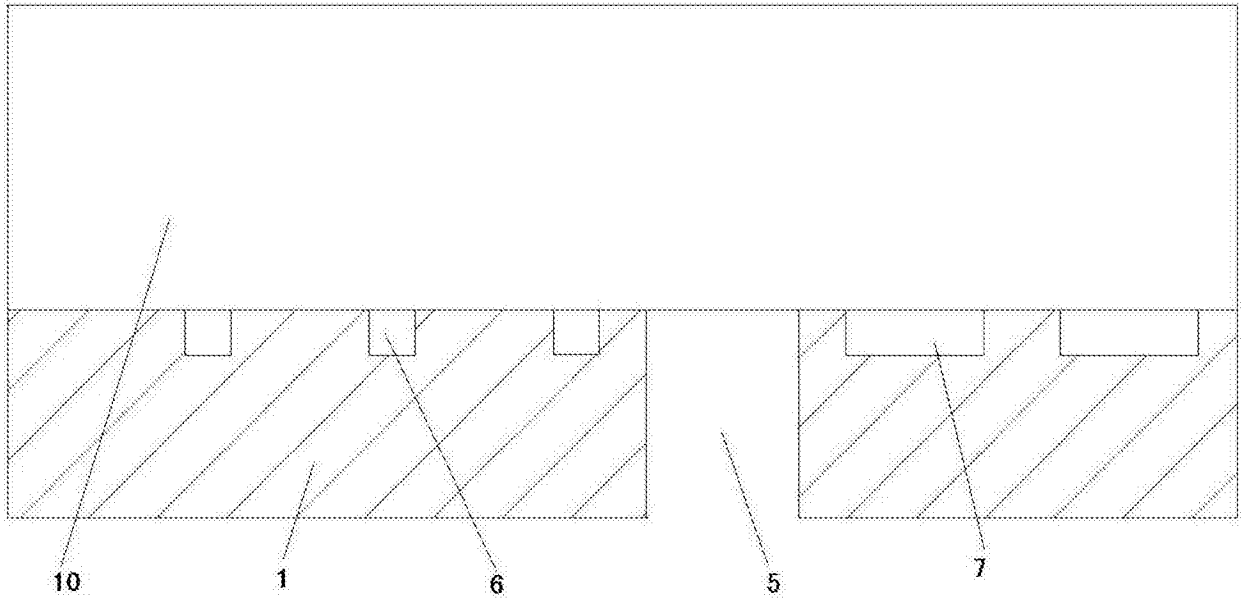


图4

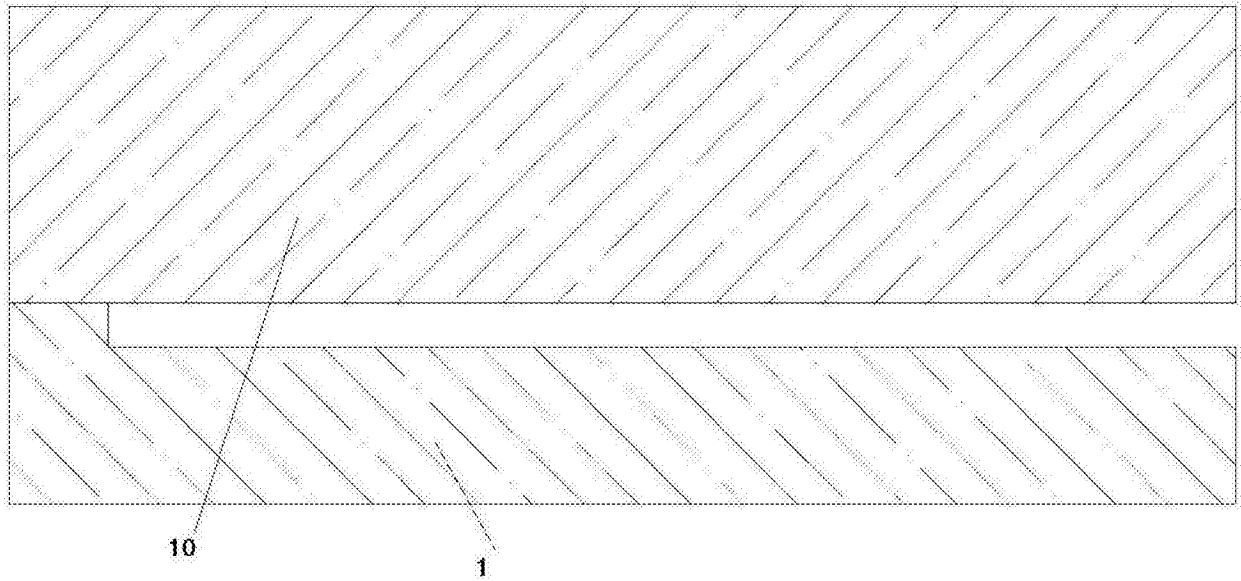


图5

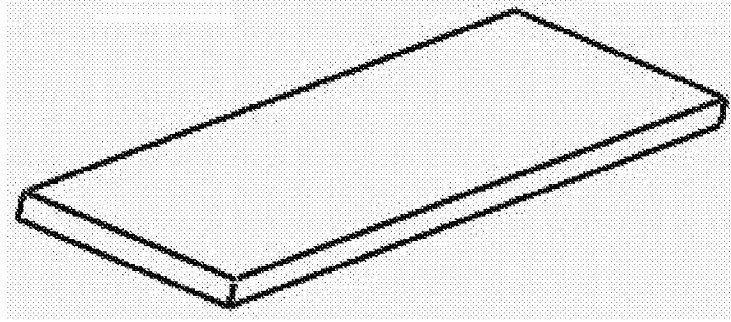


图6

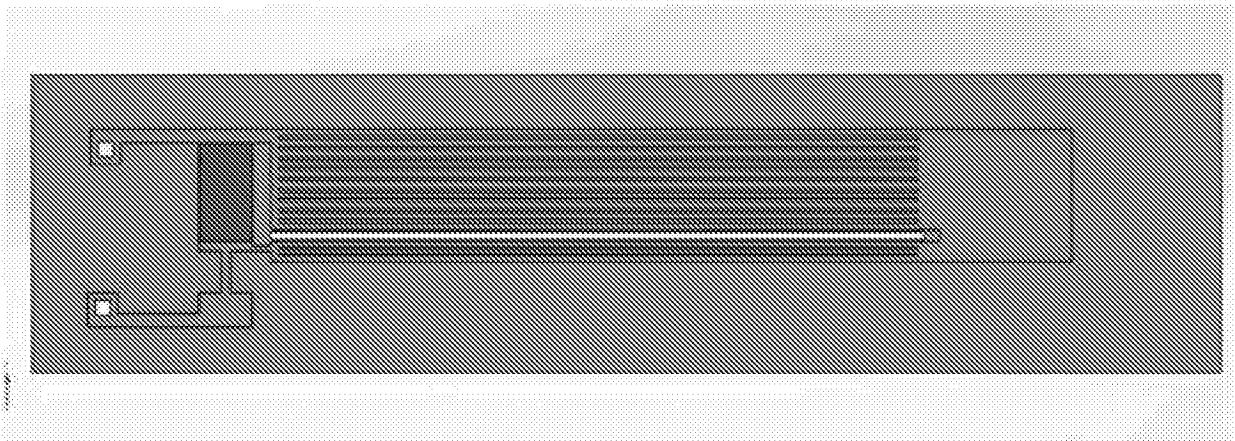


图7