

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520118422.5

[51] Int. Cl.

H05K 7/20 (2006.01)

G06F 1/20 (2006.01)

H01L 23/36 (2006.01)

G12B 15/02 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 11 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 2834120Y

[22] 申请日 2005.9.7

[21] 申请号 200520118422.5

[73] 专利权人 中国科学院工程热物理研究所
地址 100080 北京市海淀区中关村路乙 12 号

[72] 设计人 胡学功 赵耀华

[74] 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司
代理人 高存秀

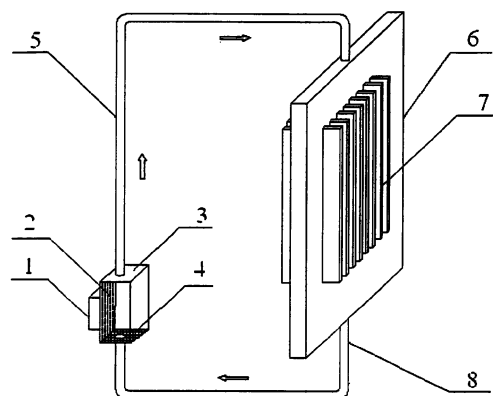
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 实用新型名称

自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统

[57] 摘要

本实用新型涉及自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统，包括：一内灌注液体工质形成的蒸发器，其受热面的内表面上设置形成微槽群，在蒸发器的顶部和底部的内壁上设置纵横交错的微槽，一由导热金属材料制成的自然对流式冷凝器，其内壁纵向分布竖直开放式凝结微槽，和内腔的底部布置有用以迅速收集凝结液的斜坡面，斜坡面上沿斜坡长度方向布置有许多导流微槽，在自然对流式冷凝器两外侧面上设置散热用竖直肋片群；保温软管一端与蒸发器的蒸汽出口相连，另一端与自然对流式冷凝器的蒸汽进口相接；回液软管一端与自然对流式冷凝器的冷凝液出口处相连，另一端与蒸发器的进液口相接。实现整个散热系统远程的、静音的、无功耗的、高强度的散热冷却目的。



1. 一种自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统, 包括: 一由导热金属材料制成的抽真空的密封腔, 且其内灌注液体工质形成的蒸发器(3), 该蒸发器3的微槽道(2)设置在密封腔的受热面的内表面上, 形成微槽群; 其特征在于, 还包括在蒸发器(3)的顶部开有蒸汽出口, 和底部开有进液口, 以及在顶部和底部内壁上设置纵横交错微槽道(4); 一由导热金属材料制成的抽真空的密封腔为自然对流式冷凝器(6), 该自然对流式冷凝器(6)的侧内壁纵向分布竖直开放式凝结微槽(10), 和在底部中央开一冷凝液出口(13), 并且底部内壁作成用以迅速收集凝结液的斜坡面(11), 形成冷凝液出口(13)处低, 内壁两侧高的结构; 斜坡面上沿斜坡长度方向布置有导流微槽(9), 在自然对流式冷凝器(6)两外侧面上设置散热用竖直肋片(7), 形成肋片群; 保温软管(5)的一端与蒸发器(3)的蒸汽出口相连, 另一端与自然对流式冷凝器(6)的蒸汽进口相接; 回液软管(8)的一端与自然对流式冷凝器(6)的冷凝液出口(13)处相连, 另一端与蒸发器(3)的进液口相接; 所述回液软管(8)内加装毛细芯。

2. 按权利要求1所述自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统, 其特征在于, 所述蒸发器内壁面上设置的微槽道(2)为矩形槽道, 矩形、三角形、梯形或U形的槽道, 该微槽道纵向分布排列, 槽道的宽度和深度均在0.01—1mm范围内, 微槽道之间的间距在0.01—1mm范围内。

3. 按权利要求1所述自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统, 其特征在于, 所述自然对流式冷凝器(6)由导热金属材料制成; 自然对流式冷凝器内壁纵向密布竖直开放式凝结微槽(10), 凝结微槽(10)的几何形状为梯形、三角形或波浪形, 凝结微槽(10)的宽度和深度在0.01—10mm范围内, 凝结微槽之间的间距在0.01—20mm范围内。

4. 按权利要求1所述自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统, 其特征在于, 所述肋片(7)的高度和宽度均在0.1—20mm的范围内, 肋片间距在0.1—20mm范围内。

5. 按权利要求1所述自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统, 其特征在于, 所述导流微槽道(9)的宽度和深度均在0.01—1mm范围内, 微槽道之间的间距在0.01—1mm范围内。

6. 按权利要求 1 所述自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统, 其特征在于, 所述纵横交错微槽道(4)的几何形状为矩形、三角形、梯形或 U 形; 所述纵横交错微槽道(4)的宽度和深度在 0.01—1mm 范围内, 微槽道之间的间距在 0.01—1mm 范围内。

7. 按权利要求 1 所述自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统, 其特征在于, 所述蒸汽保温软管(5)由能任意弯曲的材料制成, 该能任意弯曲的材料选自聚氨酯管, 或采用在金属铜管外包覆塑料保温管; 所述回液软管(8)由能任意弯曲的材料制成, 该能任意弯曲的材料选自聚氨酯管, 或采用金属铜、不锈钢管; 其蒸汽保温软管(5)和回液软管(8)内径在 1—20mm 的范围内。

8. 按权利要求 1 所述自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统, 其特征在于, 所述导热金属材料选自金属铜、金属铝或不锈钢。

9. 按权利要求 1 所述自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统, 其特征在于, 所述回液软管内沿管轴方向加装毛细芯, 该毛细芯为 2 层 250 目的不锈钢丝网芯。

自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统

技术领域

本实用新型涉及一种电子电气元器件的散热系统，特别是应用于各种高性能计算机芯片以及大功率电子电气元件的自然冷却式被动循环微槽群相变散热系统。

背景技术

目前，国内外对电子电气元器件特别是计算机芯片的冷却大多数采用单一的散热片结合风扇在发热电子器件所处的位置空间里进行本地空冷和单一的利用高效导热液体流经发热电子器件位置通过与发热电子器件相接触的导热金属壁面进行单相对流换热并由液体将热量运输到电子电气系统外部的本地单相液体强制对流换热两种方式。其中，利用风扇进行本地空冷是目前最为广泛使用的散热方式，该技术通常在计算机芯片表面加贴铝制散热片，并在两者的接触面上涂抹导热硅胶（硅脂）以减小导热热阻，利用铝制散热片来增加对流换热面积，再以小型风扇进行强制对流气冷，将从芯片导出的热量通过散热片表面散失到计算机的机箱环境中去，从而达到使芯片冷却的效果。散热片的设计与风扇的配合，决定了这种空冷方式散热效果的好坏。但随着微电子芯片集成度的不断提高、时钟频率的不断增大以及芯片尺寸的不断减小，芯片能耗和散热问题也日益突出，目前市面上散热片与风扇的组合已接近极限负荷状态，难以满足高性能芯片的冷却要求。这种本地风冷技术的主要缺陷在于：风扇的运转存在功耗，并且随着芯片频率的提高而增大；同时，随着电子电气元器件或芯片的功率密度的提高，这种冷却装置中的散热片的散热面积不得不增加，使得整个冷却装置需占用较大的体积空间，这在现在和未来越来越多的电子电气系统或计算机的狭窄空间里是无法实现的。而正是因为受到这种小空间的限制，使得整个装置的散热总能力无法得到进一步的提高。另外，由于在封闭的电子电气系统设备或计算机机箱内部工作，这种冷却装置的噪音较大。而单一的本地单相液体强制对流换热散热方式则是基于液体热容量大、导热率高、能在完全可控的情况下，使热量完成定向转移的原理，利用专用的冷却液、导热部件、泵、阀以及连通的循环管路，将芯片产生的热量，通过流通于管路中的高效导热液体，迅速转移到电子电气或计算机系统外部环境中去，

从而达到降低电子电气或芯片温度的效果。这种本地单相液体强制对流换热散热装置的整体构造是一个完全封闭的液体循环散热系统。该系统的缺陷主要在于：这种散热方式的装置复杂，必须克服水循环时压降所需消耗的功率，整个封闭的液体循环散热系统几乎全部处于电子电气或计算机功能系统内部空间里，因而对散热系统的密封性要求非常高。

本发明人持有的 ZL021306257 专利，公开了一种也是冷端采用类似于散热片与风扇的组合的本地散热方式，风扇的运转存在功耗，并且随着芯片频率的提高而增大；同时，冷端所需的散热面积就越大，这在计算机狭窄的空间里难以实现，从而限制了散热总能力的大幅提高。这种方法虽然热端取热方式无功耗，为被动式取热；但冷端的放热方式采用了风扇，存在功耗，为主动式放热，因此，从整个系统的角度上看，该散热方法实质上仍属于一种本地有功耗的主动式散热。

发明内容

本实用新型的目的在于：解决现有本地风冷散热技术存在的效率低、噪音大、功耗高、需占用较大的电子电气系统或计算机的有限功能空间、散热能力不足的技术缺陷；从而提供一种具有无功耗、静音、取热面积小、散热热流密度高，及散热总能力大的自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统。

本实用新型的目的是这样实现的：

本实用新型提供的自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统，包括：一抽真空的密封腔，且其内灌注液体工质形成的蒸发器 3，该蒸发器 3 的微槽道 2 设置在密封腔的受热面的内表面上，形成微槽群，如图 1a 和图 1b 所示；其特征在于，还包括在蒸发器 3 的顶部开有蒸汽出口，和底部开有进液口，以及在顶部和底部内壁上设置纵横交错微槽道 4（如图 2 所示）；一由导热金属材料制成的抽真空的密封腔为自然对流式冷凝器 6，该自然对流式冷凝器 6 的侧内壁纵向分布竖直开放式凝结微槽 10，和在底部中央开一冷凝液出口 13，并且底部内壁作成用以迅速收集凝结液的斜坡面 11，形成冷凝液出口 13 处低，内壁两侧高的结构（如图 3a 所示），可利用重力和毛细力的作用加速凝结液的汇集；斜坡面上沿斜坡长度方向布置有导流微槽 9，在自然对流式冷凝器 6 两外侧面上设置散热用竖直肋片 7，形成肋片群（如图 3b 所示）；保温软管 5 的一端与蒸发器 3 的蒸汽出口相连，另一端与自然对流式冷凝器 6 的蒸汽进口相接；回液软管 8 的一端与自然对流式冷凝器 6 的冷凝液出口 13 处相连，另一端与蒸

发器 3 的进液口相接（如图 4 所示）；所述回液软管 8 内加装毛细芯，用来增加使冷凝液迅速流回到蒸发器 3 的毛细力。

在上述的技术方案中，所述蒸发器 3 由导热金属材料制成，例如金属铜、金属铝或不锈钢；蒸发器 3 内壁面上设置的微槽道 2 纵向分布排列（如图 1a 所示），该微槽道的几何形状为矩形槽道、三角形槽道、梯形槽道或 U 形的槽道，槽道的宽度和深度均在 0.01—1mm 范围内，微槽道之间的间距在 0.01—1mm 范围内。所述微槽道 2 的大小以适合形成毛细力，可将所述微槽道边的液体工质吸入到微槽道 2 内。

所述纵横交错微槽道的宽度和深度在 0.01—1mm 范围内，微槽道之间的间距在 0.01—1mm 范围内（如图 2 所示）；所述纵横交错微槽道与微槽道 2（形成微槽群热沉）组成贯通槽道，形成连续毛细引力作用，以保证自然对流式冷凝器中凝结液的及时回流和避免蒸汽管中沿程冷凝液对出汽口的阻塞。

在上述的技术方案中，所述自然对流式冷凝器 6 由导热系数较高的金属材料制成，例如金属铜、金属铝或不锈钢。自然对流式冷凝器内壁纵向密布有许多竖直开放式凝结微槽 10，凝结微槽 10 的几何形状为梯形、三角形或波浪形，凝结微槽 10 的宽度和深度在 0.01—10mm 范围内，凝结微槽之间的间距在 0.01—20mm 范围内，如图 3c 和图 3d 所示。自然对流式冷凝器 6 的外表面纵向密布有竖直微型肋片 7，形成肋片群，其中肋片 7 的高度和宽度均在 0.1—20mm 的范围内，肋片间距在 0.1—20mm 范围内。

在上述的技术方案中，所述自然对流式冷凝器内部的斜坡面上的导流微槽道 9 的宽度和深度均在 0.01—1mm 范围内，导流微槽道之间的间距在 0.01—1mm 范围内。

在上述的技术方案中，所述蒸汽保温软管的内径在 1—20mm 的范围内，直接由导热系数较小的能任意弯曲的材料制成，选自聚氨酯管；或采用较软的金属材料并在管外加保温套管制成。该保温软管起着将本地的蒸发器中产生的蒸汽运输到远程的自然对流式冷凝器中去的作用。

在上述的技术方案中，所述回液软管的一端与自然对流式冷凝器的冷凝液出口处相连，另一端与蒸发器的进液口相接。回液软管的内径在 0.1—10mm 的范围内，由能任意弯曲的材料制成，选自聚氨酯管，能形成毛细力作用。回液软管内可以加装毛细芯用来增加使冷凝液迅速流回到蒸发器的毛细力。毛细芯为多孔的固体材料，所述回液软管内沿管轴方向加装毛细芯，该毛细芯为 2 层 250 目的不锈钢丝网芯。回液软管可利用重力和毛细力的作用将远程的自然对流式冷凝器中凝结的冷凝液运输回本地的蒸发器去。

技术效果:

国内外的研究表明,微通道内的流动及传热的总体特性与大尺度通道内的结果有很大不同,微槽道内工质的蒸发和沸腾有着极高的强度,属于微空间尺度下的传热传质的超常现象,其相变蒸发热流密度的理论极限比目前大功率电子电气元器件例如高性能计算机芯片的最高发热热流密度还要高出约两个数量级,是一种高性能的冷却散热方式。本实用新型中的本地取热元件(微槽群蒸发器3)由于采用了微槽道内工质的蒸发和沸腾换热原理,其尺寸可以小到与很小的电子电气元器件的发热面例如高性能计算机芯片的尺寸相匹配;同时,本实用新型中的自然对流式冷凝器布置在远离电子电气设备的功能系统以外的空间里,可以与外界环境之间通过大空间自然对流换热散失热量。另外,本实用新型中的热量及流体输运器件采用了毛细泵两相抽吸回路原理,可以将本地取热元件所取的高热流密度的热量及时输运至远地。因此,本实用新型通过本地取热元件(微槽群蒸发器)、热量及流体输运器件、远程放热元件(自然对流式冷凝器)三者的组合可以将狭窄空间里尺寸微小的大功率电子电气元器件所产生的高热流密度的发热量及时地散失到异地的外界大环境空间里去,而无须象一些传统散热冷却方式那样,为强化对流换热冷却而必须在发热的电子电气元器件所处的有限空间里布置体积较大的肋片、电扇及相关散热冷却部件,从而可以大幅度地节省电子电气设备系统的功能空间,实现整个散热系统的远程的、静音的、无功耗的、高强度的散热冷却目的。

上述蒸发器内部的蒸汽出口和冷凝液回流口所在的两个壁面上密布纵横交错的微槽,纵向和横向微槽的宽度和深度在0.01—1mm范围内,微槽道之间的间距在0.01—1mm范围内。这样的上述纵横交错的微槽与蒸发微槽(微槽群热沉)组成贯通槽道,能形成很好的连续毛细引力作用,可以保证自然对流式冷凝器中凝结液的及时回流和避免蒸汽管中沿程冷凝液对出汽口的阻塞。

上述散热系统是具有一定真空度的密封系统。系统内的绝对压力处于0.1~50kPa范围内时整个散热系统的散热冷却能力较强。

蒸汽保温软管的内径在1—20mm的范围内,管外套有较好的保温材料时,整个散热系统有较好的散热效果。

回液软管的一端与自然对流式冷凝器的冷凝液出口处相连,另一端与蒸发器的进液口相接。回液软管的内径在0.1—10mm的范围内,由能任意弯曲的材料制成,能形成毛细力作用。回液软管可利用重力和毛细力的作用将远程的自然对流式冷凝器中凝结的冷凝液输运回本地的蒸发器去。并且通过在回液软管内加装毛细芯可以增加这

种毛细驱动能力。

附图说明：

附图说明

图 1a 是本实用新型蒸发器中的微槽道结构平面示意图

图 1b 是本实用新型蒸发器中的微槽道剖面示意图

图 2 蒸发器内部的纵横交错的微槽道结构平面示意图

图 3a 自然对流式冷凝器的底部斜坡结构剖视图

图 3b 自然对流式冷凝器的侧面剖视图

图 3c 是本实用新型自然对流式冷凝器内壁上凝结微槽结构示意图

图 3d 是本实用新型自然对流式冷凝器内壁上凝结微槽剖面示意图

图 4 是本实用新型远程被动式循环相变散热系统组成示意图

图面说明如下：

| | | |
|----------|-----------|-------------|
| 发热体-1； | 微槽道-2； | 微槽群蒸发器-3； |
| 纵横微槽-4； | 蒸汽保温软管-5； | 自然对流式冷凝器-6； |
| 肋片-7； | 回液软管-8； | 导流微槽道-9 |
| 凝结微槽-10 | 斜坡面-11 | 蒸汽进口-12 |
| 冷凝液出口-13 | | |

具体实施方式

实施例 1

下面结合附图和实施例对本实用新型进行详细地说明：

参见图 4，制作一种自然空冷式被动循环微槽群相变散热系统。

该散热系统包括一个用导热性好的金属铜制成一长方形密封腔体，并通过抽真空形成的蒸发器 3，也可以称为取热元件。该蒸发器 3 的顶部开有蒸汽出口，和底部开有进液口，以及在顶部和底部内壁上设置纵横交错微槽道 4（如图 2 所示）。其微槽群蒸发器 3 腔体受热面的内壁上开有矩形微槽道 2，形成微槽群，也可以称为微槽群蒸发器 3。该微槽道 2 的间距为 0.3mm、微槽道 2 的宽度为 0.2mm 和槽道深度为 0.7mm。所述矩形微槽道 2 的大小适合形成较强的毛细力，以将微槽群蒸发器 3 内的无水乙醇或蒸馏水等，具有较高的汽化潜热的液体工质，通过微槽道 2 吸入到微槽道 2 内受热区域里形成高强度的蒸发和沸腾，变成蒸汽以带走发热体产生的热量。本实施例微槽群蒸发器 3 腔体受热面的外表面，通过导热硅胶（硅脂）与发热体 1 外表面紧贴在一

起。

本实施例的自然对流式冷凝器 6，是一用导热性好的金属，例如金属铝或铜制成一长方形密封腔体，其内壁设置许多竖直开放式梯形凝结微槽 10，凝结微槽 10 的宽度和深度均在 1.5mm，凝结微槽 10 之间的间距在 0.5mm，如图 3c 和图 3d 所示。自然对流式冷凝器 6 外表面的两侧各布置有散热用的竖直 38 片矩形肋片 7，形成肋片群；该肋片为金属铝片，其高度为 10mm，宽度为 1mm，肋片间距为 2mm。在自然对流式冷凝器 6 腔内底面中心开冷凝液出口 13，并且底面内做成斜坡面 11（冷凝液出口 13 处最低，两侧高的结构），斜坡的角度为 45°，其斜坡面 11 上开出矩形导流微槽道 9，导流微槽道 9 的宽度为 1.5mm，深度为 2mm，导流微槽道之间的间距为 1.5mm。

一根内径为 4mm 的聚氨酯材料的保温软管 5，一端与微槽群蒸发器 3 的蒸汽出口相连，另一端与自然对流式冷凝器 6 的蒸汽进口 12 相接；另一根内径为 3mm 的聚氨酯回液软管 8，其一端与自然对流式冷凝器 6 的冷凝液出口 13 处相连，另一端与微槽群蒸发器 3 的进液口相连通，蒸汽通过与微槽群蒸发器 3 相连的保温软管 5 流入到自然对流式冷凝器 6 中。

还可以有另一实施例的自然对流式冷凝器 6 内壁上的凝结微槽 10 的几何形状，呈锯齿形，如图 3c 和图 3d 所示，锯齿形凝结微槽 10 的宽度和深度均在 2mm 范围内，微槽之间的间距在 0.6mm。外表面纵向密布有竖直微型肋片 7，其中肋片的高度为 12mm 和宽度为 2mm，肋片间距为 4mm。

该自然对流式冷凝器 6 竖直放置在电子电气设备的机箱或机柜的外部，或者镶嵌在机箱或机柜壁面中。蒸汽主要在自然对流式冷凝器 6 内壁开放式梯形凝结微槽槽顶处凝结放热，在表面张力的作用下，凝结液沿水平方向流向微槽槽谷区域，使槽顶处的液膜减薄，凝结液则沿着槽谷自上而下地排泄到自然对流式冷凝器 6 的底部，自然对流式冷凝器 6 内部的底部布置有用以迅速收集凝结液的斜坡面，斜坡面上沿斜坡长度方向布置有矩形导流微槽，可利用重力和毛细力的作用加速凝结液的汇集。蒸汽凝结所释放的热量由自然对流式冷凝器 6 内壁传导到自然对流式冷凝器 6 外壁的矩形肋片 7 表面上，通过与外界环境进行的自然对流换热最终散失到外界环境中。而自然对流式冷凝器 6 底部的凝结液则通过回液软管 8，借助于重力和由回液软管 8、微槽群蒸发器 3 中冷凝液回流口所在壁面上的纵横交错的微槽 4 以及蒸发微槽 2 所形成的较强的连续毛细引力作用及时回流到蒸发器 3 中，从而完成一个取热和放热的循环，达到使发热体冷却的目的。

实施例 2：本实施例取热元件（微槽群蒸发器）中的受热面为发热体的外表发热

面。即直接将发热体外表面与微槽群蒸发器做成一体，作为微槽群蒸发器内受热面并在其表面刻布矩形微槽道，形成微槽群。其中蒸汽保温管 5 由紫铜管制成，并在紫铜管外覆盖塑料套管，本实施例的其他部分同实施例 1。

实施例 3：本实施例中，直接利用电子电气设备的机箱和机柜的较大壁面做成较薄的自然对流式冷凝器，这种自然对流式冷凝器的内部结构与实施例 1 中的自然对流式冷凝器的相同。本实施例的其他部分同实施例 1。

实施例 4：本实施例中，回液软管 8 内沿管轴方向加装毛细芯用来增加使冷凝液迅速流回到蒸发器的毛细力。毛细芯为 2 层 250 目的不锈钢丝网芯。本实施例的其他部分同实施例 1。

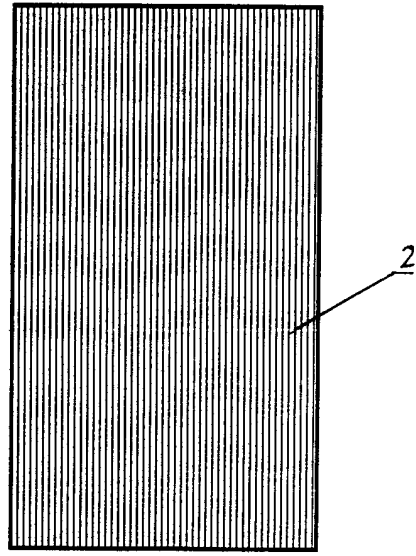


图 1a

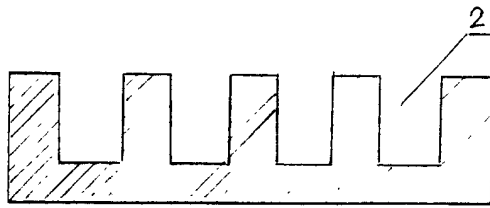


图1b

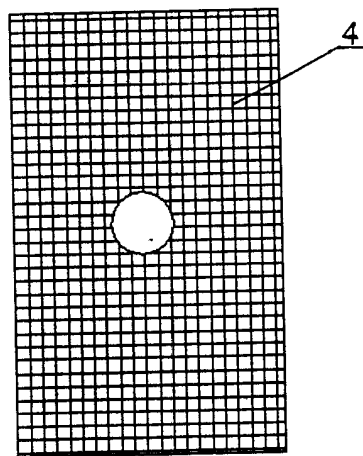


图 2

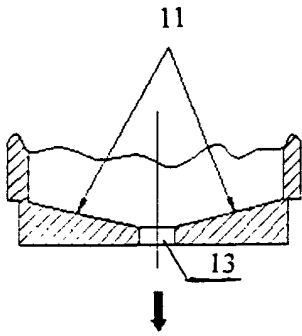


图 3a

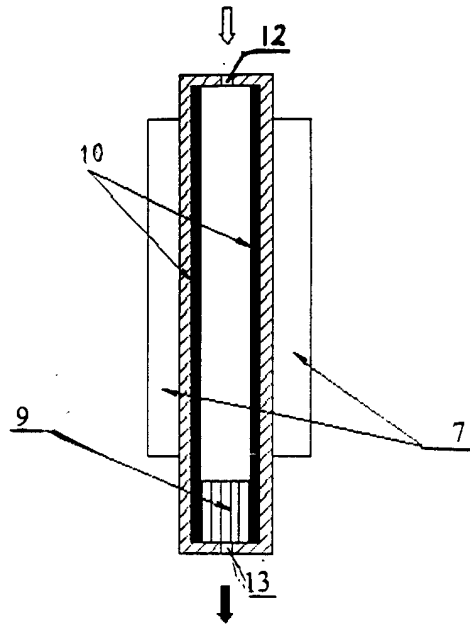


图 3b

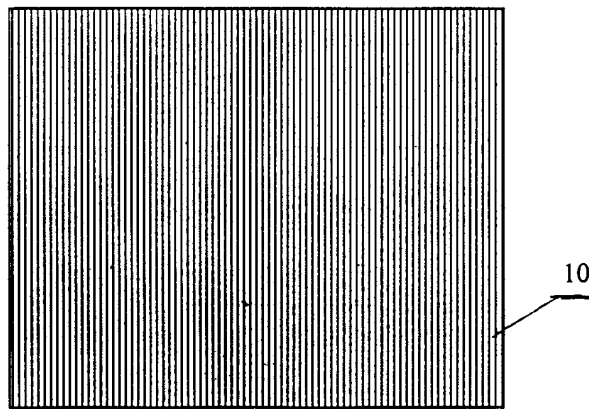


图 3c

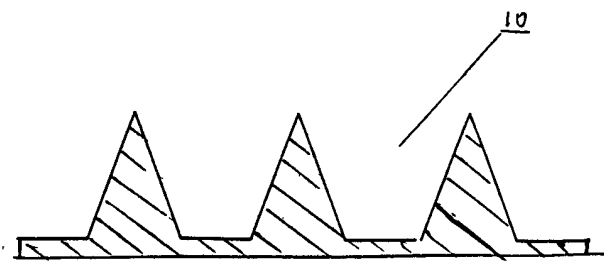


图 3d

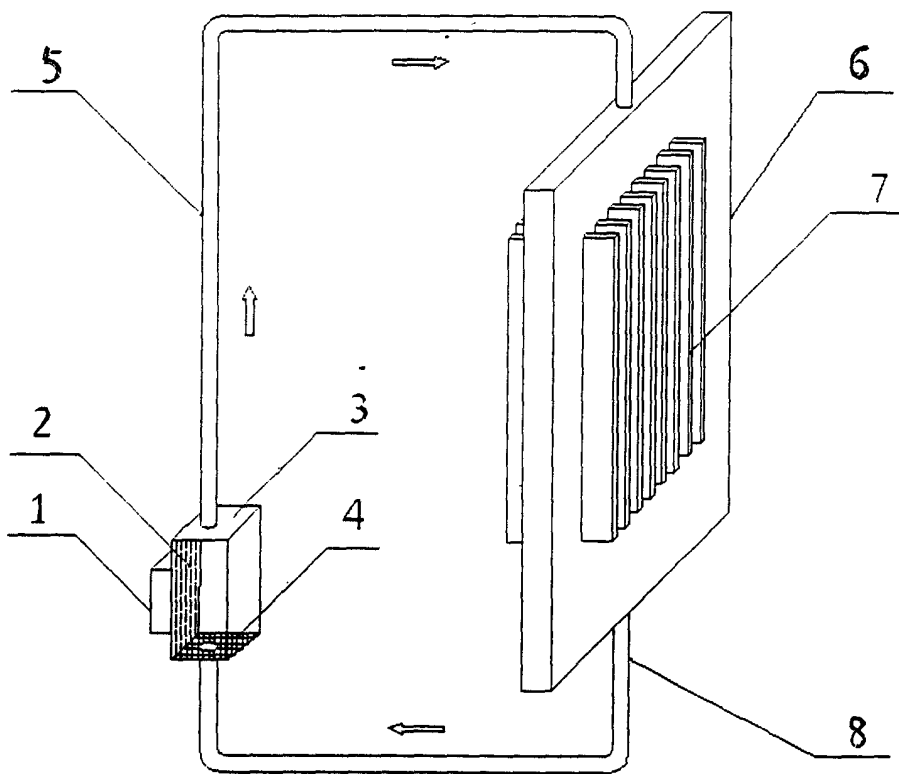


图 4