

[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 200720103514.5

[51] Int. Cl.

H05K 7/20 (2006.01)

H01S 3/04 (2006.01)

H01S 5/024 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 4 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 201044553Y

[22] 申请日 2007.2.7

[21] 申请号 200720103514.5

[73] 专利权人 中国科学院工程热物理研究所

地址 100080 北京市海淀区北四环西路 11 号

[72] 发明人 胡学功 肖送连 唐大伟

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 周国城

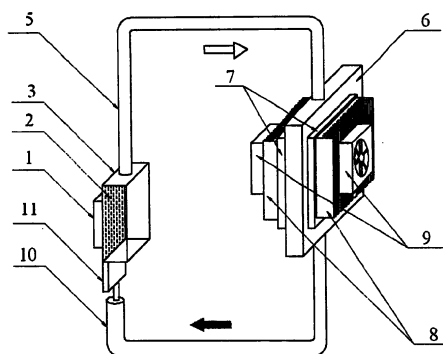
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 3 页

[54] 实用新型名称

风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统

[57] 摘要

本实用新型风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统涉及一种激光器器件的散热与热控制装置。它包括抽真空的微槽群蒸发器、蒸汽保温软管、冷凝器、热电致冷器、散热板、风扇、回液软管、导液微槽连接器。液体工质被吸入到微槽群蒸发器的蒸发微槽群中受热蒸发和沸腾，蒸汽通过蒸汽保温软管流入冷凝器中，并在冷凝器外壁上的热电致冷器的作用下，在冷凝器的凝结微槽中凝结放热。热电致冷器在进行温度控制的同时，将热量由其热面传导到散热板上，通过风扇的风冷最终将热量散失到外界中去；同时，冷凝器中的凝结液通过回液软管和导液微槽连接器流回到微槽群蒸发器中，从而完成一个取热和放热循环，达到使激光器器件冷却和进行热控制的目的。



1. 一种风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统，包括：微槽群蒸发器（3）、软管、冷凝器（6）、热电致冷器（7）、散热板（8）、风扇（9）、导液微槽连接器（11）；其中，蒸发器（3）为一抽真空的空腔，且其内灌注液体工质，微槽群蒸发器（3）的一外表面与发热元器件或其次热沉（1）外表面紧贴相连，在微槽群蒸发器（3）接受发热元器件发热量的受热内表面上设有多数个开放式毛细微槽道，形成蒸发微槽群（2），用以将液体工质吸入到微槽中并使其发生高强度蒸发和沸腾变成蒸汽；其特征在于，还包括在微槽群蒸发器（3）的顶面上设有至少一个蒸汽出口（15），蒸汽出口（15）所在的微槽群蒸发器（3）的内壁上设置有纵横交错的微槽（4），蒸发器（3）的下端与导液微槽连接器（10）的上端连通；至少一根保温软管（5）的一端与微槽群蒸发器（3）的蒸汽出口（15）相连，另一端与冷凝器（6）的蒸汽进口相接，蒸汽从微槽群蒸发器（3）的蒸汽出口（15）处流出，通过保温软管（5）由冷凝器（6）的蒸汽进口处流入冷凝器（6）中；冷凝器（6）为一抽真空的空腔，其上端有至少一个蒸汽进口，该冷凝器（6）的空腔内壁纵向分布多数个开放式凝结微槽（14），空腔内底部设置有斜坡面（13），斜坡面（13）上沿斜坡长度方向布置有多数个导流微槽（12），斜坡面（13）底端有至少一个凝结液出口；在冷凝器（6）的两侧外壁面上分别设置至少一个热电致冷器（7），每个热电致冷器（7）的冷面通过焊接或用导热性能好的粘合剂或导热硅脂与冷凝器（6）外表面紧密接触，热电致冷器（7）的热面则通过焊接或用导热性能好的粘合

剂或导热硅脂与有肋片群的散热板(8)紧密接触,在散热板(8)的顶部设有风扇(9);冷凝器(6)的凝结液出口与至少一根回液软管(10)的一端相连,回液软管(10)的另一端与至少有一个进液口的导液微槽连接器(11)的进液口相接,导液微槽连接器(11)为带状,其内设有多数根并行紧密排列的微管,微管上端与微槽群蒸发器(3)中的蒸发微槽群(2)相连通,下端与回液软管(10)相连通;系统内的绝对压力处于0.1~50 kPa范围内。

2. 按权利要求1所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其特征在于,所述微槽群蒸发器(3)由导热金属材料制成,其内部受热壁面上设置的蒸发微槽道(2)横截面为矩形、三角形或梯形,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,在微槽群蒸发器(3)的蒸汽出口(15)所在壁面上密布纵横交错的微槽(4),其横截面为矩形、三角形、梯形、U形几何形状,纵向和横向微槽(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。

3. 按权利要求1所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其特征在于,所述冷凝器(6)由导热金属材料制成;冷凝器(6)内壁纵向密布有许多开放式凝结微槽(14),凝结微槽(14)的横截面为梯形、三角形或波浪形,凝结微槽(14)的宽度和深度在0.01—10mm范围内,凝结微槽(14)之间的间距在0.01—20mm范围内;冷凝器(6)的外表面为光滑平坦表面。

4. 按权利要求1所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,

其特征在于,所述冷凝器(6)空腔内底部斜坡面上的矩形导流微槽道(12)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。

5. 按权利要求1所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其特征在于,所述导液微槽连接器(11)内的多数根并行紧密排列的微管,其单根微管内径大小在0.01—2mm的范围内,由塑料软管或软金属或能任意弯曲的材料制成。

6. 按权利要求1所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,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,其内径在1—20mm的范围内。

7. 按权利要求1所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其特征在于,所述回液软管(10)的内径在0.1—10mm的范围内,能形成毛细力驱动作用,由能任意弯曲的材料制成。

8. 按权利要求1所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其特征在于,所述回液软管(10)内沿管轴方向设有毛细芯,该毛细芯为单层或多层目数在50—450目之间的不锈钢或铜丝网芯。

9. 按权利要求1所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其特征在于,所述热电致冷器(7)为利用热电效应的一种片状半导体致冷装置,单个热电致冷器(7)的长度在1—500mm范围内,宽度在1—500mm范围内,厚度在0.5—100mm范围内,单个热电致冷器的最大致冷功率在0—500W范围内。

10. 按权利要求1所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,

其特征在于，所述的有肋片群的散热板（8）上的单个肋片的高度在0.1-60mm的范围内，肋片厚度在0.1-10mm的范围内，肋片间距在0.1-10mm的范围内，所述的安装在散热板（8）顶部的风扇（9）的大小与散热板的外形尺寸相匹配，风扇功率在0.5—200W之间。

风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统

技术领域

本实用新型涉及冷却技术领域，是一种激光器器件、电子电气元器件和其它光电子器件的散热与热控制系统，特别是应用于各种小尺寸的、大功率的激光器器件、电子电气元器件和其它光电子器件的终极热沉采用强制风冷散热的毛细微槽群与热电致冷器（TEC）组合热控制系统。

背景技术

大功率激光器是高精度机械加工必不可少的设备，是重要的武器装备，在激光加工、信息和军事等领域中有着广泛而重大的应用价值。然而激光器的激光输出功率的提高受到激光器散热性能与热控制性能优劣的严重制约。一般的闪光泵浦源激光器只有 5% 的输入能量可转变为激光输出，余者都要转变为热能和其他形式的能量，如输入 1kw 的电能，只有 50w 激光输出，而散热要达到 900w 左右。目前许多高性能大功率激光器器件的发热热流密度都大于 10^6w/m^2 以上，因此能否解决好散热是大功率激光器发展的关键技术之一。另外一方面，提高激光器的功率除了散热问题外，还必须实现对部件的温度控制。避免激光工作介质的热效应引起光束质量及效率下降。例如，由于激光器工作时激光晶体的温度将升高，如果不进行控制，会引起工作物质发光特性发生变化，激光波长发生偏移，导致激光器阈值升高，效率和激光质量降低。另外，在激光器工作时，激光器器件

温度分布的不均匀，将形成温度梯度，温度梯度的存在会使激光介质内部形成折射率梯度和应力分布，引起激光束产生聚焦 P 双折射和退偏振等热效应，从而降低激光器的光束质量和功率水平。因而在保证散热效果的基础上对激光器实施可靠的热控制手段同样至关重要。以上所述的激光器的散热和热控制问题可以归纳为激光技术中的热管理技术问题，是大功率激光器发展的瓶颈，必须加以解决。目前常规的方法是对器件进行空气或者液体冷却，但这些常规冷却技术根本无法解决上面提出的问题，必须采用新的冷却技术才能满足要求。

另外，随着大规模集成电路（LSI）的发展，高集成度的电子电气元器件的体积发热热流密度的增大趋势非常迅猛。热量的累积将导致器件温度迅速升高，轻则使电子电气元器件功能丧失，重则器件被烧毁，整个电子设备崩溃。因此，配置强有力的散热与热控制系统对维持电子电气元器件的正常运行也至关重要。

目前，应用于激光器器件、电子电气元器件和其它光电子器件的散热与热控制方法主要有以下几种。

（1） 直接强制风冷

利用风扇进行直接强制气冷是目前使用最广泛的激光器器件、电子电气元器件和其它光电子器件的散热方式。通常利用铝或铜制散热片增加对流面积，再以风扇进行强制对流气冷而达到散热的效果。散热片的设计与风扇的配合决定了该方式散热效果的好坏。特点：装置简单，成本较低。其换热系数大致在 $20 \sim 100 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 之间。该种散热方式效率低、噪音大、功耗高、需占用较大的空间，热控制性能差，单独应用到小尺寸的大功率器件时该方式的散热能力不足。如用于个人电脑 CPU 散热的强制空气冷却方式，目前最多能处理 60W 的 CPU 芯片热量。其散热片与风扇的组合已接近极限负荷的状态。

(2) 常规尺寸的液体单相直接强制对流冷却

常规尺寸的液体单相强制对流冷却，是一种被证明了的可靠的传统冷却技术。该冷却方式利用冷却液、导热部件、泵、阀以及连通的循环管路，通过液体的单相强制对流换热方式将发热器件产生的热量，由流通于管路中的液体，携带转移到外部环境中去，以达到降低发热器件温度的效果。其对流换热系数的大致范围为 $1000 \sim 15000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。冷却较大功率的激光器器件、电子电气元器件和其它光电子器件其所耗泵功率也较大。其主要缺陷是热控制性能较差，装置复杂，必须克服水循环时的压降，管路易泄漏，易造成电路绝缘等级降低甚至短路等事故，密封性要求非常高。

(3) 热管冷却

热管是目前已应用在一些激光器、电子电气和其它光电子设备中的一种较新的散热技术。发热元器件产生的热量使热管蒸发段的液体受热蒸发成蒸汽，蒸汽携带热量流向热管的冷凝段冷凝，再用冷却水或风扇对热管冷凝段进行强制液冷或风冷以带走热量。其主要优点在于：热控制性能好、传热能力强、等温性高、具有热流密度变换能力等。但是，普通热管由于蒸汽和液体处于同一空间，易产生挟带现象，使凝结液回流减少，造成蒸发段管壁温突然上升，使热管损毁或失效。一般来讲，氨水热管的散热能力低于 $6 \text{ W}/\text{cm}^2$ ，水热管的散热能力在 $25 \sim 100 \text{ W}/\text{cm}^2$ 之间。另外，由于热管管径较小，热管冷凝段冷凝面积有限，总凝结换热量很小，因而，尽管热管冷凝段的外管壁上布置有大量散热肋片，但热管的总散热量非常有限，难以满足小尺寸、大功率的电子、光电子和电气元器件的散热与热控制要求。

(4) 热电致冷 (Thermoelectric Cooling)

热电致冷利用的是温差电效应 (Peltier 效应)。即当电流流经两个不同导体形成的接点时，接点处会产生放热和吸热现象。现在应用的热电材料多以掺杂 Bi、Te 半导体合金材料为主。因而热电冷却技术也被称为半

导体冷却技术。热电致冷器的优点是没有滑动部件，应用在一些空间受到限制，可靠性要求高，无致冷剂污染的场所，可实现高精度的温度控制，热惯性非常小，致冷时间快。但由于受材料的限制，目前常规半导体致冷器的尺寸仍不够小，致冷效率不够高，散热热流密度低于 $10\text{W}/\text{cm}^2$ 的数量级。如单独使用，则无法满足小尺寸、大功率的激光器器件、电子电气元器件和其它光电子器件的散热与热控制要求。

实用新型内容

本实用新型的目的在于：解决现有散热技术存在的效率低、需占用较大的激光器、电子电气和其它光电子系统的有限功能空间、散热能力不足、热控制性能差的技术缺陷；从而提供一种无功耗的、微小面积的、高热流密度的取热模式，同时，满足发热元器件的低于环境温度的工作温度要求、能对发热元器件进行高精度温度控制和具有强散热能力的终极热沉采用强制风冷散热的毛细微槽群与热电致冷器（TEC）组合热控制系统。

本实用新型的目的是这样实现的：

一种风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统，包括：微槽群蒸发器（3）、软管、冷凝器（6）、热电致冷器（7）、散热板（8）、风扇（9）、导液微槽连接器（11）；其中，蒸发器（3）为一抽真空的空腔，且其内灌注少量液体工质，微槽群蒸发器（3）的一外表面与发热元器件或其次热沉（1）外表面紧贴相连，在微槽群蒸发器（3）接受发热元器件发热量的受热内表面上设有多数个开放式毛细微槽道，形成蒸发微槽群（2），用以将液体工质吸入到微槽中并使其发生高强度蒸发和沸腾变成蒸汽；其特征还在于，还包括在微槽群蒸发器（3）的顶面上设有至少一个蒸汽出口（15），

蒸汽出口（15）所在的微槽群蒸发器（3）的内壁面上设置有纵横交错的微槽（4），用来将蒸汽出口处的冷凝液迅速拉离蒸汽出口位置，避免冷凝液对蒸汽出口的堵塞，蒸发器（3）的下端与导液微槽连接器（10）的上端连通；至少一根保温软管（5）的一端与微槽群蒸发器（3）的蒸汽出口（15）相连，另一端与冷凝器（6）的蒸汽进口相接，蒸汽从微槽群蒸发器（3）的蒸汽出口（15）处流出，通过保温软管（5）由冷凝器（6）的蒸汽进口处流入冷凝器（6）中；冷凝器（6）为一抽真空的空腔，其上端有至少一个蒸汽进口，该冷凝器（6）的空腔内壁纵向分布多数个开放式凝结微槽（14），空腔内底部设置有斜坡面（13），斜坡面（13）上沿斜坡长度方向布置有多数个导流微槽（12），用以迅速收集凝结液，斜坡面（13）底端有至少一个凝结液出口；在冷凝器（6）的两侧外壁面上分别设置至少一个热电致冷器（7），每个热电致冷器（7）的冷面通过焊接或用导热性能好的粘合剂或导热硅脂与冷凝器（6）外表面紧密接触，热电致冷器（7）的热面则通过焊接或用导热性能好的粘合剂或导热硅脂与有肋片群的散热板（8）紧密接触，在热电致冷器（7）的作用下，蒸汽在冷凝器（6）的开放式凝结微槽（14）中凝结成凝结液并放热；热电致冷器将蒸汽在冷凝器（6）的开放式凝结微槽（14）中凝结所释放的热量以及自身产生的热量通过热电致冷器（7）的热面传导到散热板（8）上，在散热板（8）的顶部设有风扇（9），通过风扇的风冷，热量最终被散失到外界中去，而凝结液则经冷凝器（6）底部的斜坡面（13）被迅速汇集到冷凝器（6）的凝结液出口处；冷凝器（6）的凝结液出口与至少一根回液软管（10）的一端相连，回液软管（10）的另一端与至少有一个进液口的导液微槽连接

器（11）的进液口相接，导液微槽连接器（11）为带状，其内设有多数根并行紧密排列的微管，微管上端与微槽群蒸发器（3）中的蒸发微槽群（2）相连通，下端与回液软管（10）相连通。冷凝器（6）的凝结液出口处的凝结液通过回液软管（10）和导液微槽连接器（11）最终流回到微槽群蒸发器（3）中，系统从而完成一个取热和放热的循环，达到使发热的激光器器件冷却和对其进行热控制的目的。

所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统，其所述微槽群蒸发器（3）由导热金属材料制成，其内部受热壁面上设置的蒸发微槽道（2）横截面为矩形、三角形或梯形，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，在微槽群蒸发器（3）的蒸汽出口（15）所在壁面上密布纵横交错的微槽（4），其横截面为矩形、三角形、梯形、U 形几何形状，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。

所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统，其所述冷凝器（6）由导热金属材料制成；冷凝器（6）内壁纵向密布有许多开放式凝结微槽（14），凝结微槽（14）的横截面为梯形、三角形或波浪形，凝结微槽（14）的宽度和深度在 0.01—10mm 范围内，凝结微槽（14）之间的间距在 0.01—20mm 范围内；冷凝器（6）的外表面为光滑平坦表面。

所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统，其所述冷凝器（6）空腔内底部斜坡面上的矩形导流微槽道（12）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。

所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统，其所述导液微槽

连接器(11)内的多数根并行紧密排列的微管,其单根微管内径大小在0.01—2mm的范围内,由塑料软管或软金属或能任意弯曲的材料制成。

所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其所述蒸汽保温软管(5)由能任意弯曲的材料制成,其内径在1—20mm的范围内。

所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其所述回液软管(10)的内径在0.1—10mm的范围内,能形成毛细力驱动作用,由能任意弯曲的材料制成。

所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其所述回液软管(10)内沿管轴方向设有毛细芯,该毛细芯为单层或多层目数在50—450目之间的不锈钢或铜丝网芯。

所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其所述热电致冷器(7)为利用热电效应(即Peltier效应)的一种片状半导体致冷装置,单个热电致冷器(7)的长度在1—500mm范围内,宽度在1—500mm范围内,厚度在0.5—100mm范围内,单个热电致冷器的最大致冷功率在0—500W范围内。

所述的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统,其所述的有肋片群的散热板(8)上的单个肋片的高度在0.1—60mm的范围内,肋片厚度在0.1—10mm的范围内,肋片间距在0.1—10mm的范围内,所述的安装在散热板(8)顶部的风扇(9)的大小与散热板的外形尺寸相匹配,风扇功率在0.5—200W之间。

本实用新型的技术效果:

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,且传热过程具有很好的等温性,是一种高性能的冷却散热方式。另外,热电致冷器具有精确控温的特点,通过电流输入回馈计算,其冷端温度可以精确控制在 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以内。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激光器器件、电子电气元器件和其它光电子器件的发热面尺寸相匹配;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。同时,本实用新型中的冷凝器布置在远离激光器、电子电气和其它光电子设备的功能系统以外的空间里,并且在冷凝器的外表面紧密粘贴着热电致冷器精确控制冷凝器外表面的温度。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(冷凝器)、热电致冷器、散热板与风扇的组合可以将狭窄空间里尺寸微小的大功率激光器器件、电子电气元器件和其它光电子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,并且利用微槽群蒸发器的高强度、高等温能力的微尺度相变换热特性和热电致冷器的高精度温度控制特性实现对发热的激光器器件、电子电气元器件和其它光电子器件的温度控制。本实用新型无需像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激光器器件、电子电气元器件和其它光电

子器件所处的有限空间里布置体积较大的肋片、电扇及相关散热与热控制部件，从而可以大幅度地节省激光器、电子电气和其它光电子设备系统的功能空间，实现整个散热系统的无功耗取热、远距离热输运、静音运行、高强度的散热冷却和对发热的激光器、电子电气和其它光电子设备进行高精度的远程热控制的目的。

附图说明：

图 1 是本实用新型中微槽群蒸发器中的蒸发微槽群的结构示意图；其中：

图 1(a) 蒸发微槽群表面；

图 1(b) 蒸发微槽群的微槽道剖面；

图 2 是本实用新型中微槽群蒸发器内部蒸汽出口壁面上的纵横交错的微槽结构示意图；

图 3 是本实用新型中冷凝器及其内壁上凝结微槽结构示意图；其中：

图 3(a) 冷凝器的内部剖视图；

图 3(b) 竖直开放式梯形凝结微槽；

图 3(c) 竖直开放式梯形凝结微槽道剖面；

图 4 是本实用新型中导液微槽连接器结构示意图；

图 5 是本实用新型的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统的结构示意图。

具体实施方式

本实用新型提供的终极热沉采用强制风冷散热的风冷式微槽群与热电组合激光器热控制系统，包括：一抽真空的空腔形成的蒸发器 3，该蒸发器 3 的开放式微槽道设置在蒸发器空腔里的接受发热器件本身或发热器件的次热沉 1 的热量的受热内表面上，形成蒸发微槽群 2；所述蒸发微槽群 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蒸发微槽群 2 内，如图 1 所示；其特征在于，还包括在蒸发器 3 的蒸汽出口 15 所在壁面设置纵横交错的微槽 4，如图 2 所示；蒸发器 3 的进液口与导液微槽连接器 11 相连，如图 4 所示；以及一由导热金属材料制成的冷凝器 6，该冷凝器 6 的内壁纵向分布开放式凝结微槽 14，和内腔布置有迅速收集凝结液的斜坡面 13，斜坡面 13 上沿斜坡长度方向布置有许多导流微槽 12，可利用重力和毛细力的作用加速凝结液的汇集，如图 3 所示；在冷凝器 6 的两外壁面上分别设置一个或多个热电致冷器 7，每个热电致冷器的冷面通过焊接或用导热性能较好的粘合剂或导热硅脂与冷凝器外表面紧密接触，热电致冷器的热面通过焊接或用导热性能较好的粘合剂或导热硅脂与有肋片群的散热板 8 紧密接触，在散热板 8 的顶部安装有风扇 9，如图 5 所示。一根或一根以上保温软管 5 的一端与微槽群蒸发器 3 的蒸汽出口 15 相连，另一端与冷凝器 6 的蒸汽进口相接；另一根或一根以上回液软管 10 的一端与冷凝器 6 的凝结液出口处相连，另一端与导液微槽连接器 11 的进液口相接；回液软管 10 内可以加装毛细芯用来增加使冷凝液迅速流回到微槽群蒸发器 3 的毛细力。

所述微槽群蒸发器 3 由导热金属材料制成，例如金属铜，微槽群蒸发器 3 内部受热壁面上设置的蒸发微槽道为矩形、三角形或梯形槽道，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,如图 1 所示;所述开放式微槽道的大小适合形成毛细力,以将所述微槽道边的液体工质吸入到微槽道内。如图 2 所示,所述纵横交错的微槽形成毛细引力作用,可以将出气口处的冷凝液迅速拉离蒸汽出口位置,避免蒸汽管中沿程冷凝液对出汽口的阻塞。所述蒸发器内部的蒸汽出口所在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,可以避免蒸汽管中沿程冷凝液对出汽口的阻塞。

上述微槽群蒸发器 3 内部受热壁面上设置的蒸发微槽优选为矩形槽道,该微槽道纵向分布排列,槽道的宽度和深度均在 0.1—0.8mm 范围内,微槽道之间的间距在 0.1—0.8mm 范围内,微槽群蒸发器 3 的取热能力较强。

所述冷凝器 6 由导热系数较高的金属材料制成,例如金属铜。冷凝器内壁纵向密布有许多开放式凝结微槽,凝结微槽的几何形状为梯形、三角形或波浪形,凝结微槽的宽度和深度在 0.01—10mm 范围内,凝结微槽之间的间距在 0.01—20mm 范围内。冷凝器 6 的外表面为光滑平坦表面。

所述冷凝器内部的斜坡面上的矩形导流微槽道 12 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。

所述热电致冷器 7 为利用热电效应即 Peltier 效应的一种片状半导体致冷装置,单个热电致冷器 7 的长度在 1—500mm 范围内,宽度在 1—500mm 范围内,厚度在 0.5—100mm 范围内,单个热电致冷器的最大致冷功率在 0

—500W 范围内。

所述的有肋片群的散热板 8 上的单个肋片的高度在 0.1-60mm 的范围内，肋片厚度在 0.1-10mm 的范围内，肋片间距在 0.1-10mm 的范围内，单个肋片高度优选在 1-50mm 的范围内，肋片厚度在 0.5-2mm 的范围内，肋片间距在 1-5mm 的范围内。所述的安装在散热板 8 顶部的风扇 9 的大小与散热板的外形尺寸相匹配，风扇功率在 0.5—200W 之间。

所述的导液微槽连接器 11 为带状，由多根微管并行紧密排列组成。单根微管内径大小在 0.01—2mm 的范围内，由塑料软管或软金属或其他能任意弯曲的材料制成。单根微管内径大小在 0.01—1mm 的范围内时，所述的导液微槽连接器将回液软管中的凝结液稳定地输运到蒸发器中蒸发微槽中去的作用较强。

所述蒸汽保温软管 5 可以由聚氨酯管制作，该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，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输运到远程的冷凝器中去的作用。

所述回液软管 10 的一端与冷凝器的凝结液出口处相连，另一端与导液微槽连接器的进液口相接。回液软管 10 的内径在 0.1—10mm 的范围内，由能任意弯曲的材料例如：聚氨酯材料制成，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冷凝器中的凝结液输运至导液微槽连接器中。回液软管内可以加装毛细芯用来增加使凝结液迅速流回到蒸发器的毛细力。毛细芯为多孔的固体材料，例如：不锈钢丝网。

所述热控制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 0.1~50 kPa 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 5 的内径在 1—10mm 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。

实施例 1

下面结合附图和实施例对本发明进行详细地说明：

参见图 5，用导热性好的金属铜制成一长方形密封腔体的微槽群蒸发器 3，也可以称为取热元件。其微槽群蒸发器 3 腔体受热面的内壁上开有矩形微槽道，形成蒸发微槽群 2，该微槽道 2 的间距为 0.4mm、微槽道 2 的宽度为 0.3mm 和槽道深度为 0.8mm。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器件或其次热沉 1 外表面紧贴在一起。

一根直径为 5mm 的聚氨酯保温软管 5 的一端与微槽群蒸发器 3 的蒸汽出口相连，另一端与冷凝器 6 的蒸汽进口相接；另一根直径为 3mm 的聚氨酯回液软管 10，其一端与冷凝器 6 的凝结液出口处相连，另一端与导液微槽连接器 11 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 流入到冷凝器 6 中。

本实施例的冷凝器 6 是一用导热性好的金属铝制成的一长方形密封腔

体。冷凝器 6 的内壁布置有许多竖直开放式梯形凝结微槽 14，凝结微槽 14 的宽度和深度均在 1.5mm，凝结微槽之间的间距在 0.5mm，如图 3 所示。在冷凝器内的底部区域做斜坡面 13，斜坡的角度为 45° ，其上开出矩形导流微槽道 12，导流微槽道 12 的宽度为 1.5mm，深度为 2mm，导流微槽道 12 之间的间距为 1.5mm。在冷凝器 6 的两外壁面上分别设置一个热电致冷器 7，每个热电致冷器 7 的冷面通过导热硅脂与冷凝器外表面紧密接触，热电致冷器 7 的热面通过导热硅脂与有肋片群的散热板 8 的底面紧密接触，在散热板 8 的顶部安装风扇 9，散热板 8 上的矩形肋片的高度为 20mm，肋片的厚度为 1mm，肋片间距为 1.5mm，风扇 9 的功率为 30W。

冷凝器 6 竖直放置在激光器、电子电气或其它光电子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，槽谷区域的凝结液则沿着槽谷自上而下地排泄到冷凝器 6 的底部，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 13，斜坡面 13 上沿斜坡长度方向布置有矩形导流微槽 12，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冷凝器 6 内壁传导到冷凝器 6 外表面上，被热电致冷器 7 的冷面吸收，热电致冷器 7 在进行温度控制的同时，将这些热量以及热电致冷器自身产生的热量由热电致冷器的热面传导到散热板 8 的肋片上，然后通过风扇 9 创造的空气强制对流换热条件与外界环境之间进行热量交换，最终将热量散失到外界环境中去。而冷凝器 6 底部的凝结液则通过回液软管 10，借助于重力和由回液软管 10、导液微槽连接器 11 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微槽群蒸发器 3 中，从而完成一个取热和放热的循环，达到使发热器件冷却和对其进行热控制的目的。

实施例 2：本实施例中，回液软管 10 内沿管轴方向加装毛细芯用来增加使凝结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。

实施例 3：本实施例中，四根直径为 4mm 的聚氨酯保温软管 5 的一端与微槽群蒸发器 3 的蒸汽出口相连，另一端与冷凝器的蒸汽进口相接；另三根直径为 5mm 的聚氨酯回液软管 10，其一端与冷凝器的凝结液出口处相连，另一端与导液微槽连接器 11 的进液口相连通。本实施例的其他部分同实施例 1。

实施例 4：本实施例取热元件（微槽群蒸发器）中的受热面为发热器件或其次热沉的外表面。即直接将发热器件或其次热沉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。本实施例的其他部分同实施例 1。

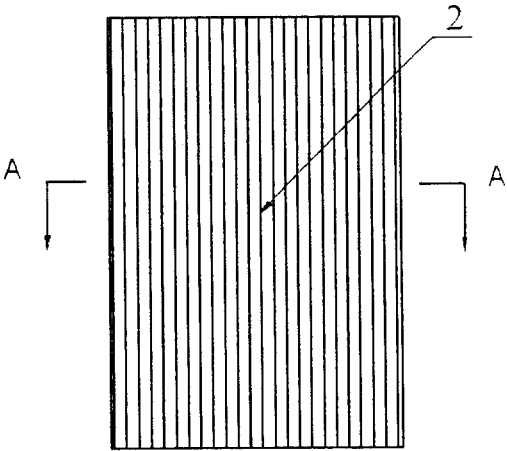


图 1(a)

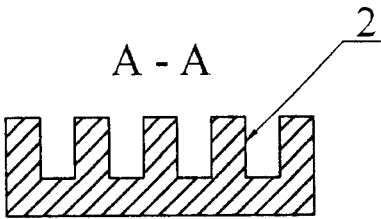


图 1(b)

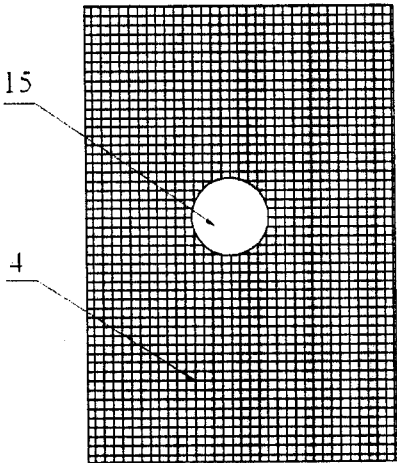


图 2

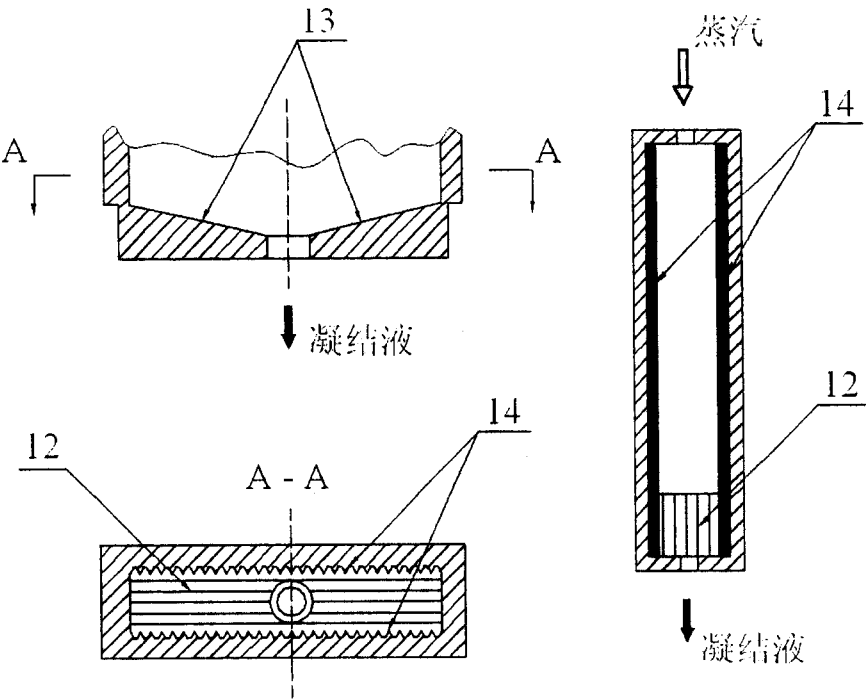


图 3(a)

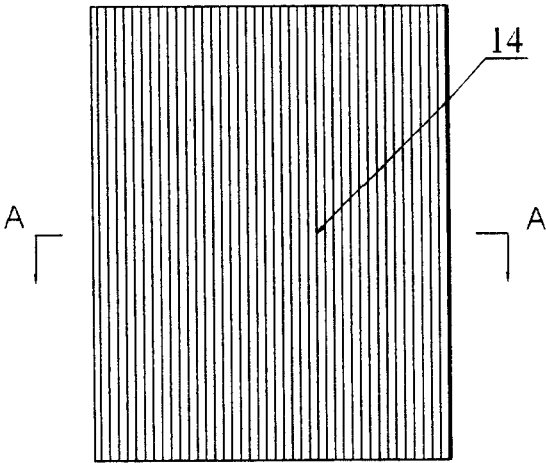


图 3(b)

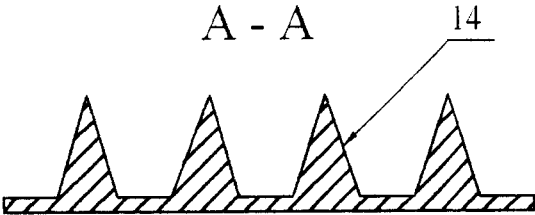


图 3(c)

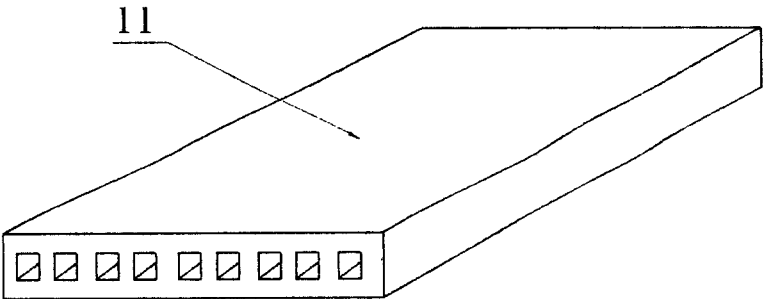


图 4

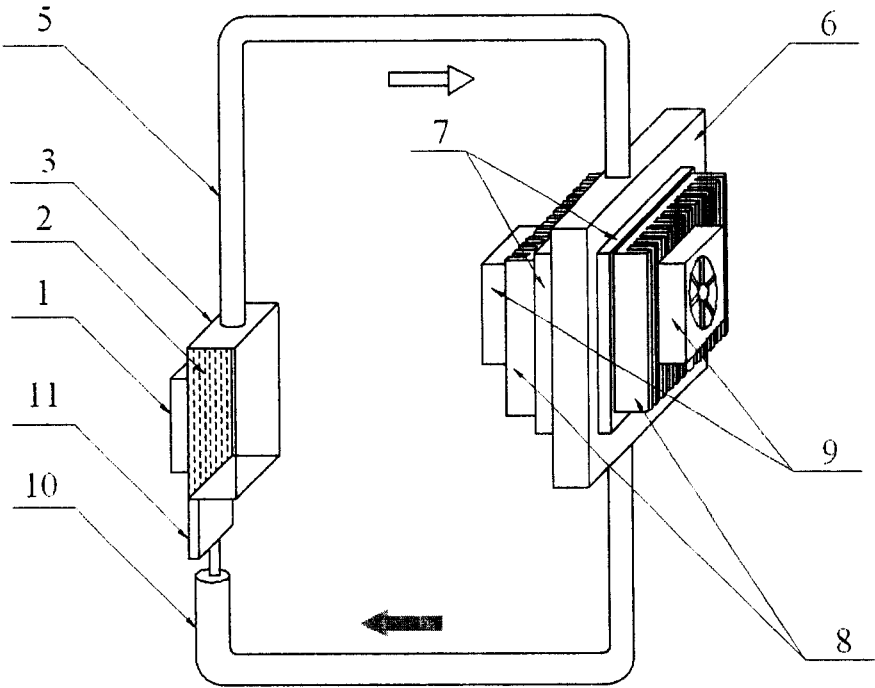


图 5