



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02822830.8

[43] 公开日 2005年3月2日

[11] 公开号 CN 1589496A

[22] 申请日 2002.9.27 [21] 申请号 02822830.8

[30] 优先权

[32] 2001.11.24 [33] DE [31] 10157671.4

[86] 国际申请 PCT/EP2002/010865 2002.9.27

[87] 国际公布 WO2003/046982 德 2003.6.5

[85] 进入国家阶段日期 2004.5.17

[71] 申请人 默克专利有限公司

地址 德国达姆施塔特

[72] 发明人 M·诺伊许茨 R·格劳施

N·洛茨

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

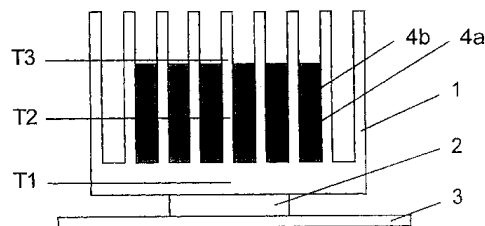
代理人 杨晓光 于 静

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称 相变材料在冷却装置中的最佳应用

[57] 摘要

本发明涉及相变材料在用于冷却的装置，尤其是电气和电子元件中的应用。



1. 用于冷却产生热的元件的装置，基本上包括散热单元(1)和吸热单元(4)，上述吸热单元(4)包含至少一种相变材料(PCM)，该相变材料(PCM)具有相变温度( $T_{PC}$ )，其中PCM根据其按照温度梯度的 $T_{PC}$ 安排在冷却装置中。

2. 按照权利要求1所述的装置，其特征在于：吸热单元(4)包含至少两种具有不同 $T_{PC}$ 的PCM，其中PCM根据其按照温度梯度的 $T_{PC}$ 相对于彼此地安排在冷却装置中。

3. 按照上述权利要求的至少之一所述的装置，其特征在于：在每种情况下 $T_{PC}$ 都低于产生热的元件(2)的临界最高温度。

4. 按照上述权利要求的至少之一所述的装置，其特征在于：PCM以这样一种方式安排，以使其相变几乎在某个温度的同时和/或在刚好低于某个温度下发生，上述某个温度按照冷却装置中的温度梯度，相应于产生热的元件(2)的临界最高温度。

5. 按照上述权利要求的至少之一所述的装置，其特征在于：PCM以这样一种方式安排，以使从产生热的元件到散热单元(1)的热流动不中断，并且只有当散热单元(1)的温度超过PCM的相变温度 $T_{PC}$ 时，才发生到PCM的显著热流动。

6. 按照上述权利要求的至少之一所述的装置，其特征在于：包含PCM的单元(4)包括一个或多个腔，PCM已引入上述腔中，各腔位于散热单元(1)中。

7. 按照上述权利要求的至少之一所述的装置，其特征在于：至少一种PCM是固-固PCM。

8. 按照上述权利要求的至少之一所述的装置，其特征在于：至少一种PCM是封装的。

9. 按照上述权利要求的至少之一所述的装置，其特征在于：至少一种PCM配备有一种或多种辅助材料。

10. 按照权利要求 9 所述的装置，其特征在于：辅助材料是具有良好的导热性的物质和/或粘结剂，上述物质尤其是金属粉、金属粒或石墨，上述粘结剂尤其是聚合物粘结剂。

11. 按照上述权利要求的至少之一所述的装置，其特征在于：PCM 和如果使用的话，辅助材料处于挤压的形式。

12. 按照上述权利要求的至少之一所述的装置，其特征在于：散热单元（1）具有结构，尤其是冷却散热片，上述结构增加表面积。

13. 按照上述权利要求的至少之一所述的装置，其特征在于：散热单元（1）具有用于附加的冷却的风扇。

14. 元件（Z），基本上包括按照权利要求 1-13 其中之一所述的冷却装置和产生热的元件（2），其中将两个结构单元（1）和（4）与元件（2）以这样一种方式相对于彼此安排，以使产生热的元件（2）和散热单元（1）之间的热流动在直接接触中发生。

15. 按照权利要求 14 所述的元件（Z），其特征在于：元件（2）是电气或电子元件，尤其是计算机的微处理单元（MPU）或存储器芯片。

16. 计算机，该计算机包含按照权利要求 14 或 15 所述的元件。

17. 按照权利要求 1-13 所述的装置或按照权利要求 12 或 13 所述的元件在计算机和电子数据处理系统中的应用。

18. 按照权利要求 1-13 所述的装置或按照权利要求 14 或 15 所述的元件在用于移动通信的电源电路和电源开关电路、用于移动电话和固定式发射机的发射机电路、用于工业电子设备和机动车中的机电驱动元件的控制电路、用于卫星通信和雷达应用、单片计算机及用于驱动元件的高频电路及用于家用电器和工业电子设备的控制单元中的应用。

## 相变材料在冷却装置中的最佳应用

### 技术领域

本发明涉及相变材料 (PCM) 在冷却装置中的应用。

### 背景技术

在工业方法中，常常必须避免热峰值或热不足，亦即必须提供温度控制。这通常是利用热交换器达到的。在最简单的情况下，它们可以仅包括一种导热板，上述导热板耗散热量并将热量释放到环境空气中，或者可供选择地，它们含有传热介质，所述传热介质首先把热量从一个地点或介质输送到另一个地点或介质上。

用于冷却电子元件，例如微处理器（中央处理单元 = CPU）（2）的现有技术状态（图 1）是用模压铝制造的散热器，上述散热器吸收电子元件中的热量，所述电子元件安装在支承件（3）上，并通过冷却散热片（1）将热量释放到环境中。在冷却散热片处的对流一般由风扇承担。

这种类型的散热器必须总是为元件的高外部温度和满负荷的最不利情况而设计，以便避免过热，上述过热会减少各元件的使用寿命和可靠性。根据设计，CPU 的最高工作温度是在 60 和 90℃ 之间。

当 CPU 的时钟速率变得更快时，它们排放的热量与每次新产生的热量一致。尽管迄今为止最高 30 瓦的峰值输出功率水平必须消耗掉，但预期在接下来的 8-12 个月内高达 90 瓦的冷却能力是必要的。这些输出功率水平可能不再用常规的冷却系统消耗。

对于极端的环境条件，例如，象在遥控导弹中所发生的，(US4673030A、EP116503A，US4446916A) 介绍了一些散热器，其中由电子元件所发出的热在相变材料中，例如以熔化热形式吸收。这些 PCM 散热器用于短期代

替能量到环境中的耗散，并且不能（和必须不）重复使用。

已知的存储介质是例如用于存储显热的水或石材/混凝土或用于存储熔化热（潜热）形式的热的如盐，水合盐或其混合物的相变材料（PCM）、或有机化合物（例如链烷烃）。

已知当物质熔化，亦即从固相转变成液相时，热量被消耗，亦即被吸收，并且只要物质保持处于液态就作为潜热存储，及在凝固时，亦即在从液相转变为固相时，这种潜热再次释放。

热存储系统的装料基本上要求比排放期间能得到的温度高，因为对热的输送或流动来说，必须有一个温度差。热的等级与得到它的温度有关：温度越高，则热量可以耗散得越好。由于这个原因，理想的是存储期间的温度水平下降尽可能少。

在存储显热（例如通过加热水）的情况下，热量的输入与存储材料的恒定加热（及在排放期间相反）有关，同时在 PCM 的相变温度下只存储和排放潜热。因此潜热存储具有优于显热存储的优点，即温度损失限于热量输送到和出存储系统期间的损失。

迄今为止在潜热存储系统中所应用的存储介质通常是在使用所必需的温度范围具有固-液相转变点的那些物质，亦即在使用期间熔化的物质。

因此，文献公开了在潜热存储系统中利用链烷烃作为存储介质。国际专利申请 WO93/15625 介绍了装有含 PCM 微封套的鞋底。申请 WO93/24241 介绍了具有一种涂层的织物，上述涂层包括这种类型的微封套和粘结剂。这里所应用的 PCM 优选是有 13-28 个碳原子的链烷烃。欧洲专利 EP-B-306 202 介绍了具有热存储性能的纤维，其中存储介质是一种链烷烃或一种结晶塑料，并且存储材料以微封套形式结合到基本纤维材料中。

美国专利 5,728,316 推荐基于硝酸镁和硝酸锂的盐混合物，用于存储和利用热能。这里存储热是在高于上述熔点 75℃ 下的熔化中进行的。

在上述潜热存储系统内的存储介质中，转变成液体状态在使用期间发生。在工业应用潜热存储系统中的存储介质的情况下，这伴随着产生一些

问题，因为总是需要密封或封装，以便防止液体泄漏而造成物质损失或环境污染。特别是在挠性结构如例如纤维，织物或泡沫塑料之中或之上使用的情况下，这一般要求微封装热存储材料。

此外，许多可能合适的化合物蒸汽压在熔化期间大大增加，并因此熔体的挥发性往往妨碍存储材料的长期使用。关于熔化的 PCM 的工业应用，问题经常由于在许多物质熔化期间有相当大的体积变化而产生。

因此相变材料的新领域具有一个特定的焦点。其是固-固相变材料。因为这些物质在整个应用的温度范围内仍然保持固相，所以不再有封装的要求。因此可以排除潜热存储系统中存储介质的熔化所造成的存储介质损失或环境污染。这组相变材料正在寻找许多新的应用领域。

US5831831A，JP10135381A 和 SU570131A 介绍了 PCM 散热器的使用，上述散热器在非军事应用方面彼此类似。这些发明的共同特征是省去（例如具有冷却散热片和风扇的）常规的散热器。

上述 PCM 散热器不适合用于吸收具有不规则输出功率分布图的各元件的峰值输出功率，因为它们不保证 PCM 的优化排放，也不吸收基底负载。

DE 100 27 803（图 2）提出借助于相变材料（PCM）来缓存电气或电子元件的输出功率峰值，用于冷却产生热的电气和电子元件（2）的装置基本上包括传导热单元（1）和吸热单元（4），上述产生热的电气和电子元件具有非均匀输出功率分布图，而上述吸热单元（4）含有相变材料（PCM）。

## 发明内容

本发明的目的是更有效地冷却产生热的元件和使各温度峰值变平。

该目的通过一种用于冷却产生热的元件的装置来实现，上述产生热的元件具有非均匀的输出功率分布图，该装置基本上包括散热单元（1）和吸热单元（4），上述吸热单元（4）包括至少一种按照主权利要求所述的相变材料（PCM）。

本发明的特征在于：将至少一种 PCM 以这样一种方式安排在冷却装

置中，以使它的相变温度 ( $T_{PC}$ ) 对应于冷却装置中的环境温度，上述冷却装置中的环境温度按照温度梯度，是处在待缓存的产生热的单元 (2) 的温度下。

本发明优选的特征在于：它具有至少两种具有不同相变温度 ( $T_{PC}$ ) 的 PCM。各 PCM 以这样一种方式相对于彼此安排，以使具有较高  $T_{PC}$  的 PCM 在每种情况下都位于冷却装置比较热的区域中。 $T_{PC}$  在每种情况下都低于产生热的元件 (2) 的临界最高温度，在上述临界最高温度下这个元件会发生过热。临界最高温度是产生热的元件一定不能超过的温度。

本发明尤其是涉及用于冷却电气和电子元件的装置，上述电气和电子元件具有非均匀的输出功率分布图，例如在台式或膝上式计算机或服务器中的存储器芯片或微处理器 (MPU = 微处理单元)、电源、硬盘、及其它在操作期间排放热的电子元件，所述存储器芯片或微处理器都在母板上和图形卡上。

然而，借助于 PCM 来使热峰值变平的这些类型的冷却不限于在计算机中使用。按照本发明所述的系统可以在下述所有装置中使用，所述这些装置具有输出功率变化，及其中热峰值欲待变平，因为过热可以引起可能的缺陷发生。它们的不限一般性的例子是用于移动通信的电源电路和电源开关电路，用于移动电话和固定式发射机的发射机电路，用于工业电子设备中和机动车中机电驱动元件的控制电路，用于卫星通信和雷达应用、单片计算机及用于驱动元件的高频电路，及用于家用电器和工业电子设备的控制单元。按照本发明所述的冷却装置另外还可以例如在用于升降机、变电所或内燃机的电动机中使用。

按照本发明所述的冷却装置是例如散热器。常规的散热器可通过使用 PCM 改良。

从产生热的元件到散热器的热流动应当不中断，亦即热应当首先流过耗散热的单元例如散热器，并且不流到 PCM。如果 PCM 由于散热器的设计原因在热能通过冷却散热片耗散之前首先必须吸收热—对于规定的设计来说，上述情况导致散热器性能降低，则在这种意义上说存在中断。

为了保证 PCM 只吸收输出功率峰值, PCM 因此优选是以这种方式安排在冷却装置之中或之上, 以使耗散热的单元的传统冷却性能如果有一点可能的话都不降低, 和仅仅如果耗散热的单元超过各 PCM 的相变温度  $T_{PC}$ , 才发生到 PCM 的显著的热流动。在该时间点之前, 只有少量热流入 PCM, 正如在正常的环境温度增加期间所吸收的。然而, 如果达到  $T_{PC}$ , 则通过耗散热的单元进一步发生冷却 (亦即热量耗散), 和此外, 发生增加的热量流到 PCM。

当达到产生热的元件的临界最高温度时, 按照本发明所述的冷却装置在产生热的单元和耗散热的单元相对端之间, 有一限定的温度梯度。现已发现, 特别合适的 PCM 是其相变温度  $T_{PC}$  以一种合适的方式低于产生热的单元的临界最高温度的那些 PCM。因此按照本发明所用的 PCM 优选以这样一种方式选定和安排在冷却装置中, 以使它们的  $T_{PC}$  与这个限定的临界温度梯度尽可能精确地匹配, 亦即相变几乎与这个温度梯度同时和/或刚好低于这个温度梯度时发生。

例如, 在市售用于台式计算机 CPU 的带风扇的散热器中, 产生相当大的温度梯度, 上述温度梯度从 CPU/散热器接口到冷却散热片的相对端可以是 20-40°C。用于最靠近产生热的单元的 PCM 的合适  $T_{PC}$ , 例如在微处理器情况下, 是低于产生热的元件的临界最高温度约 10-15°C。更远安排的 PCM 相应地具有更低的  $T_{PC}$ 。由于冷却装置中的温度梯度, 在按照本发明所述的具有至少两个 PCM 的安排中的不同的  $T_{PC}$  则优选是大约同时达到, 这意味着冷却装置性能的升高大大增加, 并且 PCM 的推进效应 (booster effect) 变得很明显。

另外, 向 PCM 的显著热流动有益地应仅在最高可能温度下出现。这样, 按照本发明所述的冷却装置几乎直到它的临界最高温度梯度之前都基本上以很常规的方式工作, 因此保证了最大的传统冷却性能。只有达到  $T_{PC}$  时, 冷却性能才通过 PCM 的热吸收补充。这引起冷却装置性能突然增加, 并且 PCM 的推进效应变得很明显。其结果是产生热的元件不过热。

尽管按照本发明所述的方式应用 PCM, 但具有较低冷却性能的冷却装

置也可以用，因为极高的热峰值不必耗散，而是代之以进行缓存。

根据由产生热的元件所确定的临界最高温度，所有已知的 PCM 都适用于按照本发明所述的装置。适合 PCM 用的是封装的材料，固-固 PCM，基体中的 PCM，空腔中的固-液 PCM 或上述各种形式的混合物。用于固-固或固-液 PCM 的合适基体尤其是各种聚合物，石墨例如膨胀石墨（例如 SGL 的 Sigri λ），或多孔无机物例如硅胶和沸石。按照本发明所述使用的至少一种 PCM 优选是固/固 PCM。

各种 PCM 可用于按照本发明所述的装置。原则上可能用其相变温度是在  $-100^{\circ}\text{C}$  和  $150^{\circ}\text{C}$  之间的那些 PCM。对在电气和电子元件中的应用，优选是在环境温度到  $95^{\circ}\text{C}$  温度范围内的 PCM。这里材料可以选自链烷烃（ $\text{C}_{20}\text{-C}_{45}$ ），无机盐，水合盐及其混合物，羧酸或糖醇。非限制性的选择示于表 1 中。

表 1

材料	熔点 [ $^{\circ}\text{C}$ ]	熔化的焓 [J/g]	组
二十一烷	40	213	链烷烃
二十二烷	44	252	链烷烃
二十三烷	48	234	链烷烃
五水硫代硫酸钠	48	210	水合盐
十四酸	52	190	羧酸
二十四烷	53	255	链烷烃
二十六烷	56	250	链烷烃
三水醋酸钠	58	265	水合盐
二十九烷	63	239	链烷烃
一水氢氧化钠	64	272	水合盐
硬脂酸	69	200	羧酸
硝酸锂、六水 硝酸镁的混合物	75	180	水合盐

二十水磷酸三钠	75	216	水合盐
六水硝酸镁	89	160	水合盐
木糖醇	93-95	270	糖醇

另外合适的是例如选自任选地具有不同烷基的二正烷基铵盐及它们的混合物的固-固 PCM。供在电气和电子元件中用的特别合适的 PCM 是其  $T_{PC}$  是在环境温度和  $95^{\circ}\text{C}$  之间的那些 PCM，例如，二己基溴化铵，二辛基溴化铵，二辛基氯化铵，二辛基乙酸铵，二辛基硝酸铵，二辛基甲酸铵，二癸基氯化铵，二癸基氯酸铵，二（十二烷基）氯酸铵，二（十二烷基）甲酸铵，二癸基溴化铵，二癸基硝酸铵；二癸基乙酸铵，二（十二烷基）乙酸铵，二（十二烷基）硫酸铵，二（十二烷基）氯化铵，2-硝基苯甲酸-二丁基铵，丙酸二（十二烷基）铵，甲酸二癸基铵，二（十二烷基）硝酸铵和二（十二烷基）溴化铵。

在一个优选实施例中，PCM 包括除了实际存储热的材料之外的至少一种辅助材料。上述存储热的材料和至少一种辅助材料取混合物形式，优选是取紧密混合物形式。

辅助材料优选是具有良好导热性的物质或制剂，尤其是一种金属粉或金属粒（例如铝或铜）或石墨。这些辅助材料保证良好的热传递。

在另一个优选实施例中，在 PCM 中存在的除了实际的存储热的材料之外的至少一种辅助材料可以是一种粘结剂，尤其是一种聚合物粘结剂。在这种情况下，存储热的材料的粒子优选是以分得极细的形式处于粘结剂中。尤其是，如果欲使 PCM 保持形状，则应用这种类型的粘结剂。此外，粘结剂在使用时，在存储热的介质和耗散热的单元的表面之间形成紧密接触，亦即良好的润湿。例如，潜热存储系统可安装成精确地适合于冷却电子元件。粘结剂排除接触面处的空气，因此保证了存储热的材料和元件之间的紧密接触。因此这种类型的介质优选地是在用于冷却电子元件的装置中使用。

按照本发明所述的聚合物粘结剂可以是任何根据应用适合作为粘结剂的聚合物。这里聚合物粘结剂优选是一种可固化的聚合物或聚合物前体，

尤其是选自聚氨酯，腈橡胶，氯丁二烯，聚氯乙烯，硅酮，乙烯-醋酸乙烯酯共聚物和聚丙烯酸酯。所用的聚合物粘结剂特别优选地是硅酮。用于将存储热的材料包括入这些聚合物粘结剂中的合适方法是本领域技术人员众所周知的。其不难如果合适的话，找到使这种类型混合物稳定的必需添加剂。

对无机液-固 PCM，另外优选地是应用成核剂，例如硼砂或各种金属氧化物。

整个材料，亦即 PCM 和如果合适的话，辅助材料，优选是取疏松基层形式或是取模制件形式。这里采用术语模制件意思是指尤其是能用压制法，例如压丸法、压片法，轧辊压制法或挤压法生产的所有结构。这里模制件可以采用各种各样的立体效果，例如球体，立方体或长方体形状。

对模制件，PCM 可以用单纯形式挤压，在粉碎（例如研磨）之后挤压或是以与辅助材料的混合形式挤压。模制件可以用各种方式存储、运输和应用而没有问题。例如，模制件可以直接插入电子元件中。模制件以这样一种方式安装在各冷却散热片之间，以使它们与各冷却散热片的表面紧密接触。模制件的厚度以这样一种方式选定，以便在各散热片和模制件之间形成磨擦连接。各模制件还可以在各冷却散热片/热交换器被连接以形成叠层之前插在它们之间。

另外优选提供按照本发明所述的冷却装置，该冷却装置的散热单元(1)具有若干增加表面积的结构。散热单元(1)尤其优选地具有冷却散热片。这种类型的结构对常规冷却性能具有积极的影响，使按照本发明所述的装置的冷却性能总体上更有效。另外散热单元(1)优选地在产生热的单元(2)相对的一侧上具有风扇，以便承担冷却性能。

另外本发明还涉及一种元件(Z)，所述元件(Z)基本上包括按照本发明所述的冷却装置和产生热的单元(2)。散热和吸热单元(1)和(4)及单元(2)以这样一种方式相对于彼此安排，以使产生热的元件(2)和散热单元(1)之间的热流动在直接接触时发生。

产生热的单元(2)优选地是一种电气或电子元件，尤其优选是 MPU

(微处理器单元), 尤其是 CPU (中央处理单元), 或计算机的存储器芯片。

下面将参照冷却计算机用 CPU 的一般例子更详细说明按照本发明所述的装置。

在按照本发明所述的装置(图 3)中, PCM (4a+4b) 以这样一种方式安排在散热器(1)之中或之上, 以便热首先流过散热器和随后流过 PCM, 亦即只有当相应的散热器区已经超过相邻 PCM 的相变温度  $T_{PC}$  时, 才发生从支承件(3)上的 CPU (2) 到 PCM (4a, 4b) 的显著热流动。这样, 保证了 PCM 只吸收输出功率峰值。在大功率计算机中, 在散热器的底部处达到 60-90°C 的温度 ( $T_1$ )。各冷却散热片具有显著的温度梯度, 在远离 CPU 的区域中的温度 ( $T_3$ ) 低于在 CPU 附近的区域中的温度 ( $T_2$ )。由于在相对端处的高性能风扇, 这里它们只能达到的温度为  $T_3 = 40-50^\circ\text{C}$  和  $T_2 = 50-70^\circ\text{C}$ 。

如果 PCM1 (4a) 的相变温度按照在散热器中 CPU 的临界最高温度下的温度梯度经过 CPU 附近存在的温度 ( $T_{2_{\max}}$ ), 及 PCM2 (4b) 的相变温度相应地经过散热器的更远区域的温度 ( $T_{3_{\max}}$ ), 则两种材料的相变几乎同时发生, 并且在达到或刚好低于 CPU 的临界最高温度 ( $T_{1_{\max}}$ ) 时, 亦即 PCM 的支持作用特别有效地出现时发生。以后 PCM 的存储热的作用开始, 亦即散热器的温度越高, 则常规的及因此还有按照本发明所述的装置的总体冷却性能越高。

这样 PCM 的排放同样也更有效, 因为在散热器冷却期间, 整个相变材料几乎同时排放。这里常规冷却性能越高导致 PCM 的排放越快。

#### 附图说明

表 2: 附图中标号的说明

标号	说明
1	冷却散热片
2	中央处理单元 (CPU)

3	支承件
4, 4a, 4b	相变材料 (PCM)
Z	整个元件
T1	在 CPU 附近的温度
T2	在中央区域冷却散热片的温度
T3	在离 CPU 更远区域中冷却散热片的温度

### 具体实施方式

#### 实例

对于具有 90W 的最大输出功率的处理器，设计了一种如图 3 中所示的散热器，所述散热器在 30℃ 的环境温度下具有 0.61K/W 的冷却性能。从 85℃ 的最高工作温度  $T_{1_{max}}$  开始，在冷却散热片的中央和上部的温度分别为  $T_{2_{max}}$  65℃ 和  $T_{3_{max}}$  45℃。所用的相变材料是  $T_{PC}$  为 65℃ 的二(十二烷基)氯化铵 (PCM1)，和  $T_{PC}$  为 49℃ 的二癸基氯化铵 (PCM2)。

在合适的 PCM 情况下，散热器可以通过应用两个以上的 PCM 更精确地与温度梯度相匹配。

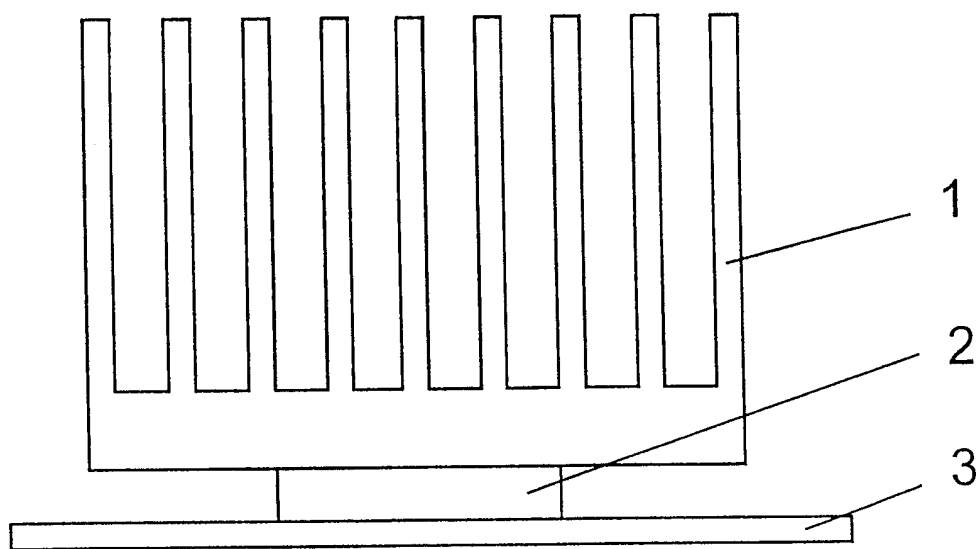


图 1

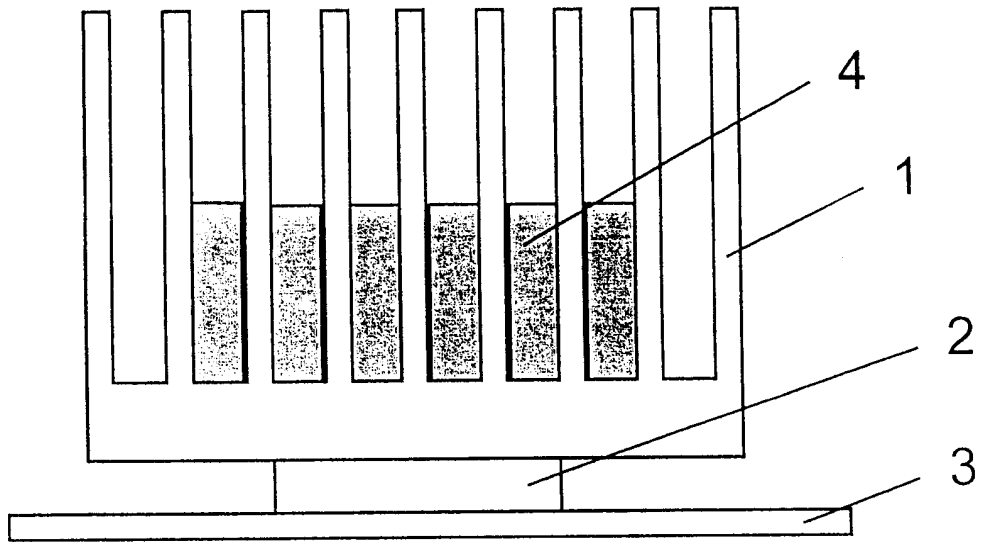


图 2

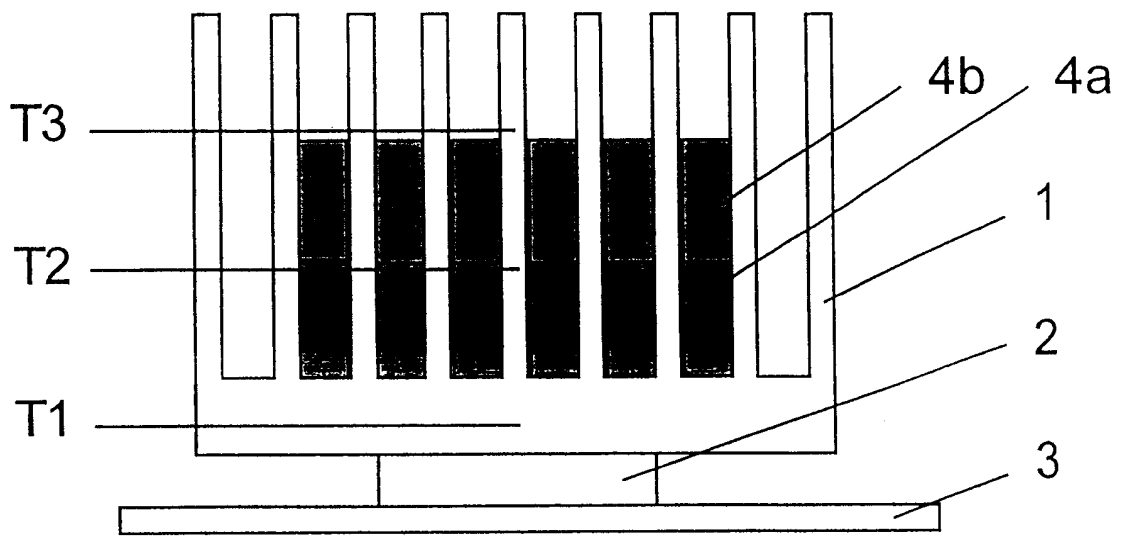


图 3