

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
F28D 15/04 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510075115.8

[45] 授权公告日 2008年9月24日

[11] 授权公告号 CN 100420912C

[22] 申请日 2005.6.8

[21] 申请号 200510075115.8

[73] 专利权人 财团法人工业技术研究院  
地址 中国台湾

[72] 发明人 陈绍文 徐金城 周政泰 叶岚凯  
谢瑞青 蔡明杰 沈圣智

[56] 参考文献

JP11-294980A 1999.10.29

US6330907B1 2001.12.18

JP4-98093A 1992.3.30

JP2003-247791A 2003.9.5

CN2679628Y 2005.2.16

审查员 张宇

[74] 专利代理机构 北京科龙寰宇知识产权代理有  
限责任公司  
代理人 孙皓晨

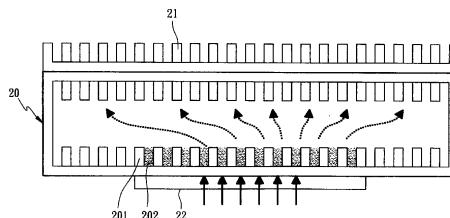
权利要求书2页 说明书8页 附图17页

[54] 发明名称

热传组件的复合式毛细结构

[57] 摘要

一种热传组件的复合式毛细结构，其是将密闭真空腔体的蒸发端连接于发热组件上，而冷凝端则连接于散热装置，真空腔体内的内表面设有毛细结构，并充填适量的工作流体，而在腔体内进行工作流体的蒸发、冷凝循环，其中，于热源输入处的毛细结构，是以烧结粉粒与表面凹凸状微结构或网状结构复合成型于腔体的内表面，以使得毛细结构具有更高的等效热传导度 ( $k_{\text{eff}}$ ) 与较低的热阻值 ( $R_{\text{th}}$ )；借此，利用复合式的毛细结构，即可有效的降低系统的热阻，进而使系统达到良好的均温性及散热性。



1、一种热传组件的复合式毛细结构，该热传组件是于密闭真空腔体的内表面设有毛细结构，并充填适量的工作流体，而在腔体内进行工作流体的蒸发、冷凝循环；该腔体热源输入处的毛细结构，是于表面凹凸状微结构的间隔中间填充有金属烧结粉粒结构而复合成型于腔体的内表面；借此，利用该复合式毛细结构，即可有效提高热源高温区的热传效果；

其特征在于，该热源输入处的复合式毛细结构依热源高温区的分布，呈单一区块分布或者呈数个区块分布。

2、根据权利要求1所述的热传组件的复合式毛细结构，其特征在于，该表面凹凸状微结构为规则或不规则凹凸状。

3、根据权利要求1所述的热传组件的复合式毛细结构，其特征在于，该表面凹凸状微结构为沟槽式、柱状或者表面粗糙状。

4、根据权利要求1所述的热传组件的复合式毛细结构，其特征在于，该金属烧结粉粒结构为金属粉粒烧结所成型的多孔质结构。

5、根据权利要求1所述的热传组件的复合式毛细结构，其特征在于，该工作流体为纯水、氨水或有机溶液。

6、根据权利要求5所述的热传组件的复合式毛细结构，其特征在于，所述的有机溶液是甲醇、乙醇或丙酮。

7、一种热传组件的复合式毛细结构，该热传组件是于密闭真空腔体的内表面设有毛细结构，并充填适量的工作流体，而在腔体内进行工作流体的蒸发、冷凝循环；该腔体热源输入处的毛细结构，是于网状结构的空隙间填充有金属烧结粉粒结构而复合成型于腔体的内表面；借此，利用复合式毛细结构，即可有效提高热源高温区的热传效果；

其特征在于，该热源输入处的复合式毛细结构依热源高温区的分布，呈单一区块分布或者呈数个区块分布。

8、根据权利要求7所述的热传组件的复合式毛细结构，其特征在于，该网状结构为弹簧状、单层或多层网状、束状或其它规则与不规则交错的纤维。

9、根据权利要求7所述的热传组件的复合式毛细结构，其特征在于，该金属烧结粉粒结构为金属粉粒烧结所成型的多孔质结构。

---

10、根据权利要求 7 所述的热传组件的复合式毛细结构，其特征在于，该工作流体为纯水、氨水或有机溶液。

11、根据权利要求 10 所述的热传组件的复合式毛细结构，其特征在于，所述的有机溶液是甲醇、乙醇或丙酮。

## 热传组件的复合式毛细结构

### 技术领域

本发明提供一种于真空腔体内热源输入处的毛细结构，以烧结粉粒与表面凹凸状微结构或网状结构复合成型于腔体的内表面，以使得毛细结构具有更高的等效热传导度 ( $K_{\text{eff}}$ ) 与较低的热阻值 ( $R_{\text{th}}$ )，进而使系统达到良好的均温性及散热性。

### 背景技术

由于电子产业技术的不断发展，有使得电子组件走向轻薄短小的趋势，同时，在高性能、高效率的诉求下，其所代表的意义不只是工作速度的提升，其单位体积所含的电子组件也相对的增加，在性能不断提升的过程中，其发热量所造成的问题日益严重，且在电子组件发热量日益增加的同时，因电子组件效能设计不同，使得发热的电子组件表面的热通量分布不均，也因局部温度不同，而会在表面上形成所谓的热点 (hot spot)，造成局部温度过高的现象，而电子组件的操作温度又与其可靠度、使用寿命等息息相关，尤其在体积受限的笔记型计算机等周边商品组件上。因此，如何有效提升散热能力成为一个关键性的问题。为了解决前述的问题，许多被动式的热传组件相继被提出，以做为下一代电子产品最有效的散热解决方案，如热管 (Heat Pipes)、回路热管 (Loop Heat Pipe, LHP)、平板热管 (Flat Plate Heat Pipe)、蒸汽槽均热片与鳍片 (Vapor Chamber Heat Spreader and Heat Sink)、毛细回路 (Capillary Pumped Loop, CPL) 等，这些热传组件均具有一相同的工作原理，即如图 1 所示，在一真空腔体 1 内部表面设有毛细结构 2，并充填部份的工作流体，因毛细作用之故，液体分布于此腔体 1 内的毛细结构上，当腔体 1 接触发热源时，相对发热源的工作流体因受热而蒸发，当蒸汽接触到较冷的部位时将会冷凝，而后冷凝液体因重力及毛细结构所产生的毛细力作用，将液体导引至液体含量较少的毛细结构处 (即发热源接触蒸发的位置)，以进行下

一次的蒸发冷凝循环，借由液体不断的蒸发及冷凝过程，以极小的温差，将热由热端传至冷端；于此类热传组件内，毛细结构不仅为流体蒸发与冷凝过程中的必要设计，毛细结构亦提供作为液体的信道，且提供液体流动的驱动力（亦即毛细现象），使得腔体内可使工作流体顺畅的进行液汽双相流循环；然而根据分析显示，毛细结构的存在却也产生了一个极大的热传热阻值（ $R_{th}$ ），而成为一热传阻碍，使得吸附于毛细结构中的液体无法达到预期的蒸发效率，造成散热或均热效果不佳，进而影响整体性能的表现；因此毛细结构在提供足够的毛细拉力维持工作流体的循环之后，如何降低毛细结构的热阻值，或提高毛细结构的等效热传导度（Effective Thermal Conductivity， $K_{eff}$ ），便成为热传组件设计的重要课题。

目前传统的液汽两相式热传组件，其内部的毛细微结构主要可分为三种；第1种为烧结粉粒式，请参阅图2所示，该腔体壁面3上的烧结粉粒微结构4，其虽然以具有高热传导度的烧结金属粉粒成型多孔质结构，但因在孔洞表面上充填低热传导度的工作流体（例如：纯水等流体）后，其毛细结构的等效热传导度（ $K_{eff}$ ）一般只有约为15W/mK左右，因此热传效果并不理想；第2种为网状结构式，请参阅图3所示，该腔体壁面3上的网状结构5虽然为高热传导度的金属材质，但因网状内部充填相同的低热传导度的工作流体后，其毛细结构的等效热传导度（ $K_{eff}$ ）更降至只有约为1~2W/mK左右，因此热传效果更加不理想；第3种为表面凹凸状微结构式（包括沟槽式、柱状、表面粗糙状、规则或不规则凹凸状等），请参阅图4所示，该腔体壁面3上的表面凹凸状微结构6虽然为具有高热传导度的金属材质，但在内凹部分充填相同的低热传导度的工作流体后，其毛细结构的等效热传导度（ $K_{eff}$ ）也相同降至只有约为1~2W/mK左右，因此热传效果不理想。故不论烧结粉粒式、网状结构式或表面凹凸状微结构式的毛细结构，在热传效能上仍需加以提升，以有效降低热阻。

以下兹列举专利文献，并说明如后：

1、台湾专利申请第89210557号平板式热管结构改良；请参阅图5，该专利案是在一密闭的真空腔体7内填充有适量的工作流体，腔体内广布有数个抵接上、下壁面的毛细结构8，而成为该平板式热管的支撑结构，借以增加热

管结构强度，同时增加毛细结构的数量及表面积；该案是广布设有毛细结构，以提供支撑及冷凝水液回流导流的作用，但因毛细结构 8 本身即为前述的表面凹凸状微结构式，其等效热传导度较低，在热传上反而形成热传阻碍，因此该案在热传上并无特殊的效果，尤其在针对一些发热不均，在局部形成热点（hot spot）的电子组件，该案并无法提供有效的解决方案。

2、台湾专利申请第 88210055 号热管均热板；请参阅图 6，该专利案是在一腔体 9 的上板面 10 设有数个凸起柱 11，下板面 12 设有毛细结构 13，该毛细结构 13 并与上板面 10 的凸起柱 11 抵接，借着利用毛细结构 13 作冷凝水液的回流导流，并与凸起柱 11 抵接，以形成支撑作用；该案以毛细结构 13 与凸起柱 11 抵接，而提供支撑作用，但因该毛细结构 13 本身即为前述的烧结粉粒式，其等效热传导度较低而形成热传阻碍，与毛细结构 13 抵接的凸起柱 11，并无法提供热传的作用，尤其在局部热点（hot spot）的电子组件使用上，将无法提供有效的散热及均热效果。

3、台湾专利申请第 93203960 号热管的复合毛细结构；请参阅图 7，该专利案虽表示为一热管 14 内壁具有网状结构 15，并于其中至少一内表面置以烧结粉粒微结构 16，由于其粉粒分布区域为横跨蒸发区至冷凝区，以作为将冷凝区液体吸附回流的信道，而提供液体辅助导流之用，因此无法针对发热源提供热传的作用，尤其在局部热点（hot spot）的电子组件使用上，将无法提供有效的散热及均热效果。

4、台湾专利申请第 93202511 号管端面受热的热管毛细结构；请参阅图 8，该专利案是将网状结构 17 压置于烧结粉粒 18 上，其主要为提供工作流体的毛细拉力而设置烧结粉粒 18，但在热传上，烧结粉粒 18 首先便形成第一道的热传阻碍，而网状结构 17 接着又形成第二道的热传阻碍，而造成累加的热传阻碍，故无法提升毛细结构的等效热传导度（ $K_{\text{eff}}$ ）。

## 发明内容

本发明的主要目的是提供一种热传组件的复合式毛细结构，是将密闭真空腔体的蒸发端连接于发热组件上，而冷凝端则连接于散热装置，真空腔体内的内表面设有表面凹凸状微结构的毛细结构，该结构由高热传导度的金属

材质形成，所述表面凹凸状微结构如沟槽式、柱状、表面粗糙状、规则或不规则凹凸状等。并充填适量的工作流体，所述流体一般为纯水、氨水或有机溶液如甲醇、乙醇或丙酮等利于蒸发散热的流体，在腔体内进行工作流体的蒸发、冷凝循环，其中，于热源输入处的毛细结构，是于表面凹凸状微结构的间隔中间设有烧结粉粒结构，该烧结粉粒结构为金属粉粒予以烧结形成的块状多孔质结构，该表面凹凸状微结构与烧结金属粉粒结构复合成型于腔体的内表面，以使得毛细结构具有更高的等效热传导度（ $K_{eff}$ ）与较低的热阻值（ $R_{th}$ ），而利用复合式的毛细结构，即可有效的降低系统的热阻，进而使系统达到良好的均温性及散热性。

本发明的另一目的是提供一种热传组件的复合式毛细结构，是将密闭真空腔体的蒸发端连接于发热组件上，而冷凝端则连接于散热装置，真空腔体内的内表面设有网状结构的毛细结构，该网状结构为弹簧状、单层或多层网状、束状或其它规则与不规则交错的纤维。并充填适量的工作流体，而在腔体内进行工作流体的蒸发、冷凝循环，其中，于热源输入处的毛细结构，是于网状结构的空隙间填充有烧结粉粒（为金属粉粒予以烧结成块状且为多孔质状）结构而复合成型于腔体的内表面，以使得毛细结构具有更高的等效热传导度（ $K_{eff}$ ）与较低的热阻值（ $R_{th}$ ），而利用复合式的毛细结构，即可有效的降低系统的热阻，进而使系统达到良好的均温性及散热性。

前面所述“表面凹凸状微结构”的形成，是采用现有技术方法，于腔体尚未予以接合成密闭腔体前，于内部表面以蚀刻或铣削或冲压等传统加工方式，成型出表面凹凸状微结构，再将腔体焊接形成密闭空间并抽除空气，即形成密闭的真空腔体。

而前面所述“网状结构”的形成，也是采用现有技术方法，于腔体尚未予以接合成密闭腔体前，于内部表面置入网状的金属网，由于置入时金属网稍微被压缩，因此于置入后其弹力会顶抵到腔体壁面而固定于腔体内，再将腔体焊接形成密闭空间并抽除空气，即形成密闭的真空腔体。

如前所述，本发明关键之处是，不论是先制成表面凹凸状微结构或者是网状结构，其特征在于，其后均要在该凹凸状微结构或者是该网状结构间隔空间内填充金属粉粒，经施以一定压力，进高温炉烧结后即可形成多孔质的

烧结粉粒结构，而与表面凹凸状微结构或网状结构复合成型于腔体的内表面。

#### 附图说明

图 1 为一般散热器蒸发冷凝循环的示意图；

图 2 为现有技术烧结粉粒式毛细结构的示意图；

图 3 为现有技术网状结构式毛细结构的示意图；

图 4 为现有技术表面凹凸状微结构式毛细结构的示意图；

图 5 为台湾专利申请第 89210557 号平板式热管结构改良的示意图；

图 6 为台湾专利申请第 88210055 号热管均热板的示意图；

图 7 为台湾专利申请第 93203960 号热管的复合毛细结构的示意图；

图 8 为台湾专利申请第 93202511 号管端面受热的热管毛细结构的示意图；

图 9 为本发明具有表面凹凸状微结构与烧结粉粒结构的复合式毛细结构的示意图（一）；

图 10 为本发明具有表面凹凸状微结构与烧结粉粒结构的复合式毛细结构的示意图（二）；

图 11 为本发明具有表面凹凸状微结构与烧结粉粒结构的复合式毛细结构的分布示意图（一）；

图 12 为本发明具有表面凹凸状微结构与烧结粉粒结构的复合式毛细结构的分布示意图（二）；

图 13 为本发明具有表面凹凸状微结构与烧结粉粒结构的复合式毛细结构的分布示意图（三）；

图 14 为本发明具有表面凹凸状微结构与烧结粉粒结构的复合式毛细结构的分布示意图（四）；

图 15 为本发明具有网状结构与烧结粉粒结构的复合式毛细结构的示意图（一）；

图 16 为本发明具有网状结构与烧结粉粒结构的复合式毛细结构的示意图（二）；

图 17 为本发明复合式毛细结构与现有技术毛细结构的等效热传导度



( $K_{eff}$ ) 的比较图。

#### 附图标号说明

现有技术部份：1 真空腔体；2 毛细结构；3 腔体壁面；4 烧结粉粒微结构；5 网状结构；6 凹凸状微结构；7 真空腔体；8 毛细结构；9 腔体；10 上板面；11 凸起柱；12 下板；13 毛细结构；14 热管；15 网状结构；16 烧结粉粒微结构；17 网状结构；18 烧结粉粒。

本发明部份：20 腔体；201 凹凸状微结构；202 烧结粉粒结构；203 网状结构；21 散热装置；22 发热组件。

#### 具体实施方式

请参阅图 9，本发明的腔体 20 为一密闭的真空腔体，该腔体 20 为铜、铝或其它导热良好的材质所制成，于腔体 20 的外部上方装设有散热装置 21，下方则连结一发热组件 22 上，腔体 20 的内部表面设有表面凹凸状微结构 201（如沟槽式、柱状、表面粗糙状、规则或不规则凹凸状等）的毛细结构，并充填有适量的工作流体，该工作流体一般为纯水、氨水或有机溶液如甲醇、乙醇或丙酮等利于蒸发散热的流体，并可视需要添加不同比例的金属或非金属固体粉末，因重力及毛细作用之故，工作流体分布于毛细结构的位置，当接触发热源时，接触区域的工作流体因受热而蒸发，当蒸汽上升至上方较冷的部位时，将会冷凝并因重力及冷凝液体与表面凹凸状微结构 201 的毛细结构接触所产生的毛细力，将液体导引至液体含量较少的毛细结构处（即与热端接触蒸发的位置），以进行液汽双相流的循环，然而由于表面凹凸状微结构 201 因等效热传导度低，实际上较不易作为热传的介质，为了使热源的高温区具有更佳的散热及均热效果，本发明于热源高温区的腔体 20 内，于表面凹凸状微结构 201 的间隔间填充金属烧结粉粒并施以一定压力，进高温炉烧结后即可形成多孔质的烧结粉粒结构 202，而与表面凹凸状微结构 201 复合成型于腔体 20 的内表面，由于热源的高温区为分布有高热传导度的凹凸状微结构 201 及多孔质的金属烧结粉粒结构 202，如此复合成型的毛细结构将具有更高的等效热传导度 ( $K_{eff}$ ) 与较低的热阻值 ( $R_{th}$ )，此举虽然可能造成工作流体流动阻力些微的增加，但最大的热传量仍可在接受的范围内，进而使得系统达

到良好的均温性及散热性。

请参阅图 10，本发明腔体 20 的内部表面设有多孔质金属烧结粉粒结构 202 的毛细结构，于热源高温区的腔体 20 内，在烧结粉粒结构 202 间设有表面凹凸状微结构 201，相同的可与烧结粉粒结构 202 复合成型于腔体 20 的内表面，而于热源的高温区分布有高热传导度的凹凸状微结构 201 及多孔质的金属烧结粉粒结构 202，使得复合成型的毛细结构可使系统达到良好的均温性及散热性。

请参阅图 11，本发明具有凹凸状微结构 201 及烧结粉粒结构 202 的复合式毛细结构，是针对设置于热源高温区，因此为单一热源高温区时，复合式毛细结构呈单一区块分布。

请参阅图 12，当为数个热源高温区时，本发明具有凹凸状微结构 201 及烧结粉粒结构 202 的复合式毛细结构，亦可依热源高温区的区域大小与分布位置作适当的调配，而呈数个区块分布。

请参阅图 13，本发明具有凹凸状微结构 201 及烧结粉粒结构 202 的复合式毛细结构，亦可于腔体内表面，采大面积均匀分布，而分布于整个区块内。

请参阅图 14，本发明具有凹凸状微结构 201 及烧结粉粒结构 202 的复合式毛细结构，不仅可依热源高温区呈数个区块分布，且腔体内部表面的凹凸状微结构式毛细结构 201 亦可呈规则或不规则形状排列，同样可使得系统达到良好的均温性及散热性。

请参阅图 15，本发明腔体 20 的内部表面的毛细结构可为网状结构 203，并于腔体 20 内充填适量的工作流体，为了使热源的高温区具有更佳的导热效果，于热源高温区的腔体 20 内，于网状结构 203 的空隙间填充有金属烧结粉粒并施以一定压力，进高温炉烧结后即可形成多孔质的金属烧结粉粒结构 202，而在热源的高温区与网状结构 203 复合成型于腔体 20 的内表面，由于热源的高温区为分布有高热传导度的网状结构 203 及多孔质的金属烧结粉粒结构 202，而在表面上可减少充填低热传导度的工作流体，使得复合成型的毛细结构具有更高的等效热传导度 ( $K_{\text{eff}}$ ) 与较低的热阻值 ( $R_{\text{th}}$ )，而提高毛细结构的热传效果，进而使得系统达到良好的均温性及散热性。

请参阅图 16，本发明腔体 20 的内部表面可为多孔质金属烧结粉粒结构

202 的毛细结构，于热源高温区的腔体 20 内，在烧结粉粒结构 202 间设有网状结构 203，相同的可与烧结粉粒结构 202 复合成型于腔体 20 的内表面，而于热源的高温区分布有高热传导度的网状结构 203 及烧结粉粒结构 202，使得复合成型的毛细结构可提高毛细结构的热传效果，进而使得系统达到良好的均温性及散热性。此外，具有网状结构 203 及烧结粉粒结构 202 的复合式毛细结构，亦可依热源高温区的分布，呈单一区块分布、数个区块分布或分布于整个区块内，至于网状结构 203 本身亦可为弹簧状、单层或多层网状、束状或其它规则与不规则交错的纤维的方式分布，使得整个系统可以获致良好的热传效果。

请参阅图 17，该图表中的毛细结构分别为现有技术的沟槽式结构（表面凹凸状微结构）、现有技术的烧结粉粒结构及本发明沟槽式与烧结粉粒结合的复合式毛细结构；比较条件为，现有技术的沟槽式结构深宽特征尺寸固定为  $300\mu\text{m}$ ，沟槽间距从  $100\sim 300\mu\text{m}$ ；现有技术的烧结粉粒结构颗粒半径为  $100\mu\text{m}$ ，颗粒接触半径为  $30\mu\text{m}$ ；本发明沟槽式与烧结粉粒结合的复合式毛细结构如前述的沟槽与烧结粉粒的直接复合。仿真计算结果显示，现有技术沟槽式结构的等效热传导度 ( $K_{\text{eff}}$ ) 于间距  $100\sim 300\mu\text{m}$  的情况下， $K_{\text{eff}}=2.9\text{W/mK} \sim 2.2\text{W/mK}$  的范围；现有技术烧结粉粒结构的等效热传导度 ( $K_{\text{eff}}$ ) 为  $15.4\text{W/mK}$ ；而本发明复合式毛细结构的等效热传导度 ( $K_{\text{eff}}$ ) 却可达到  $55\text{W/mK} \sim 42\text{W/mK}$  的范围；由此验证本发明确实可有效提高毛细结构的等效热传导度 ( $K_{\text{eff}}$ )。

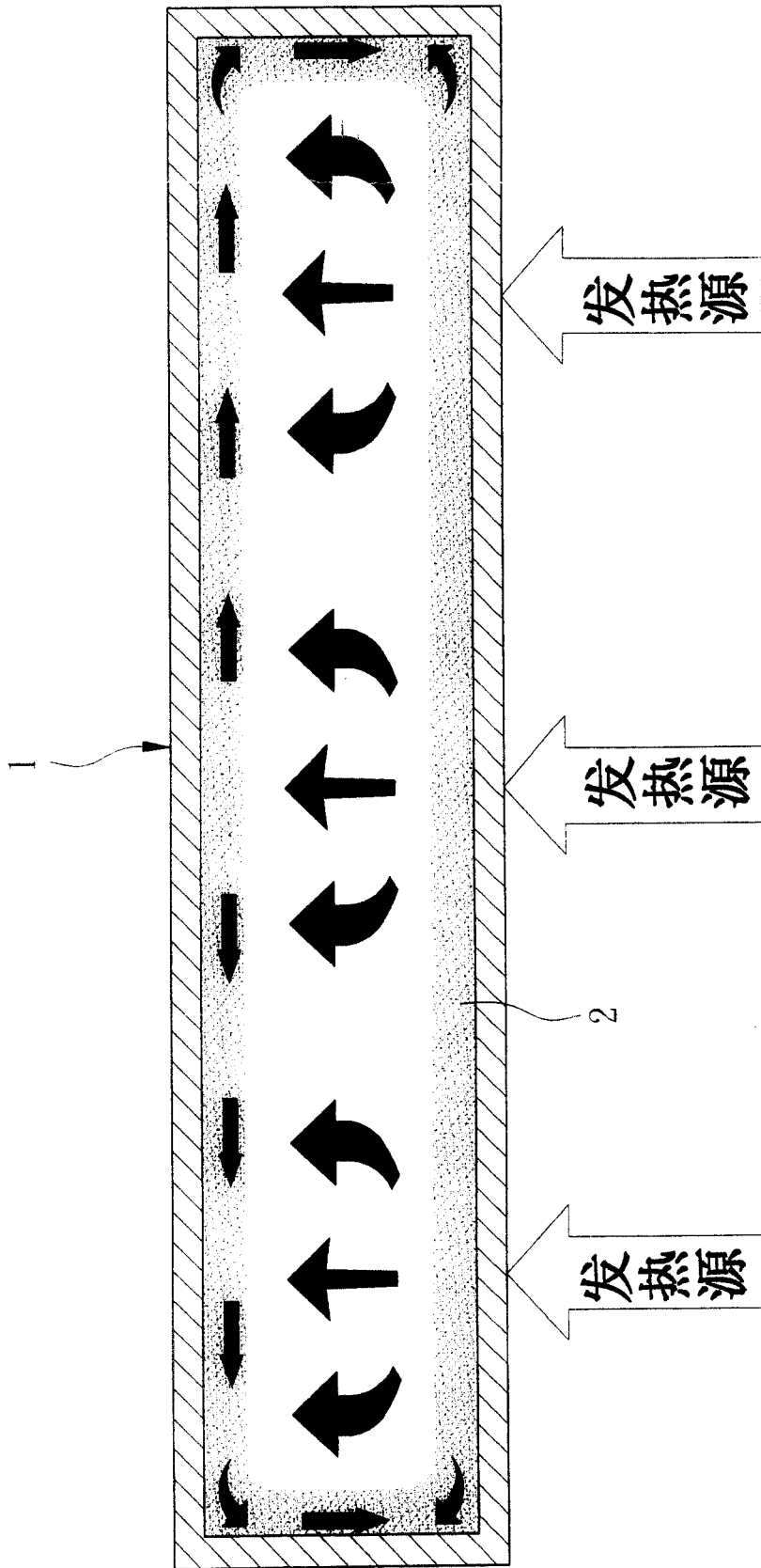


图1

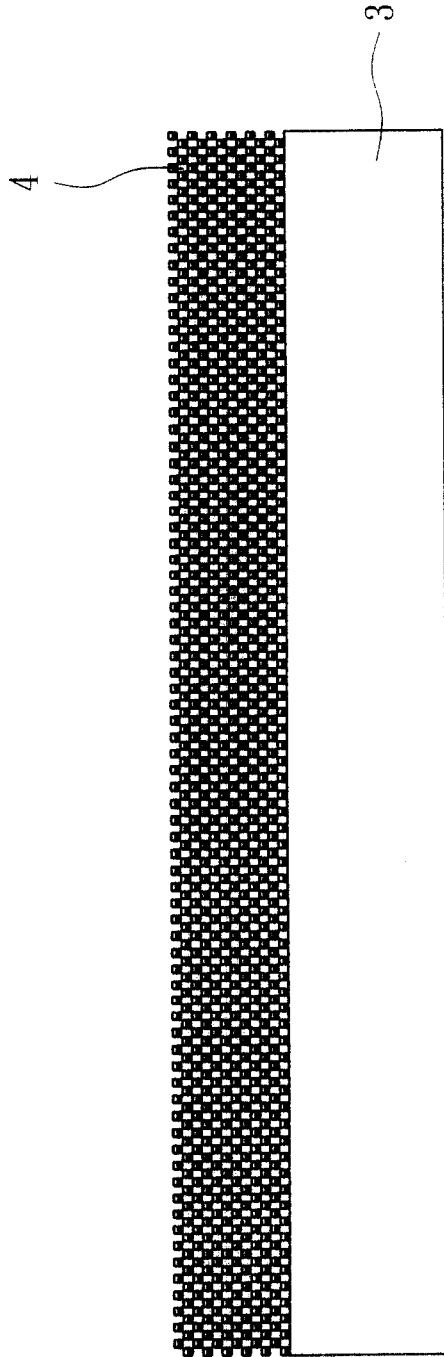


图 2

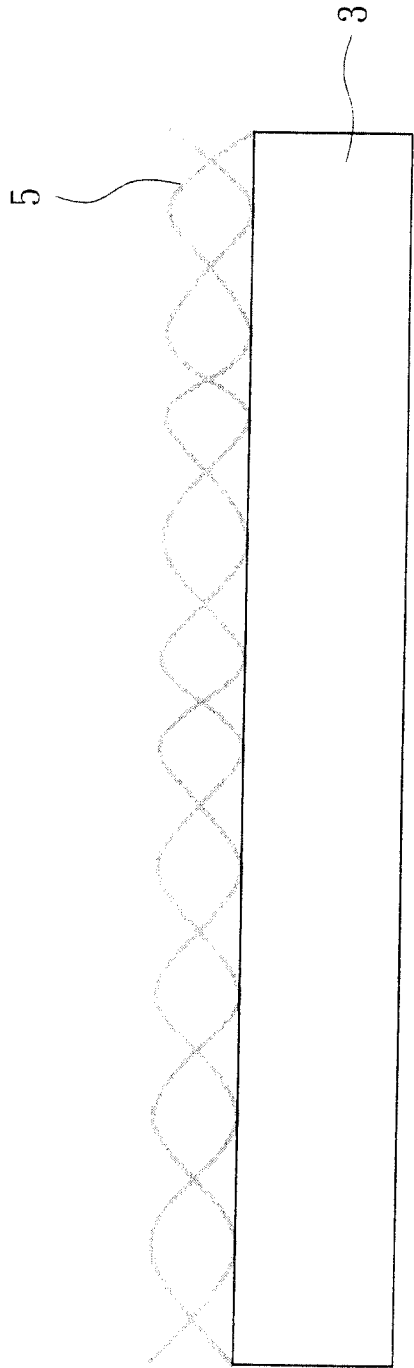


图 3

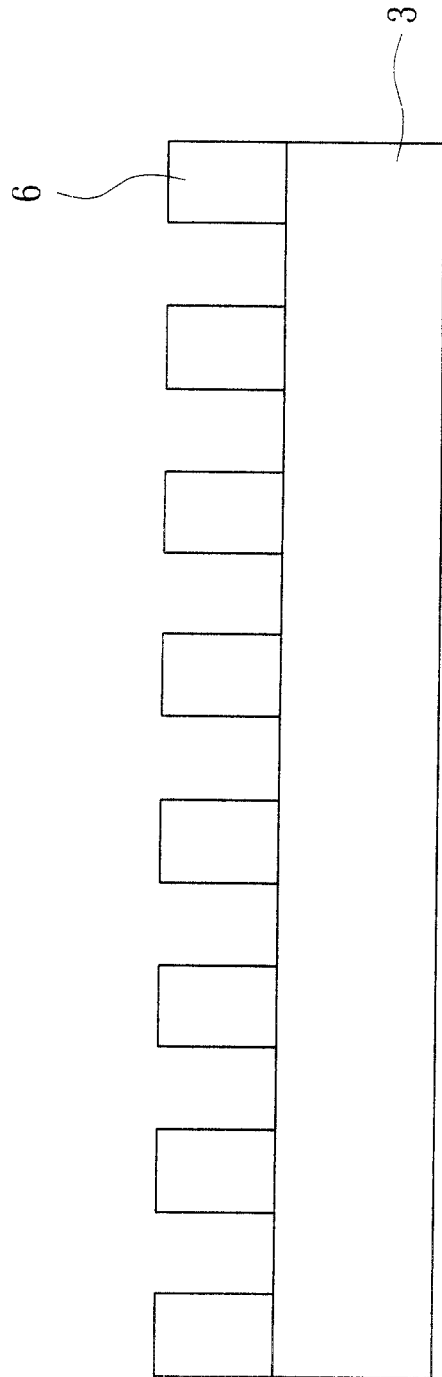


图 4

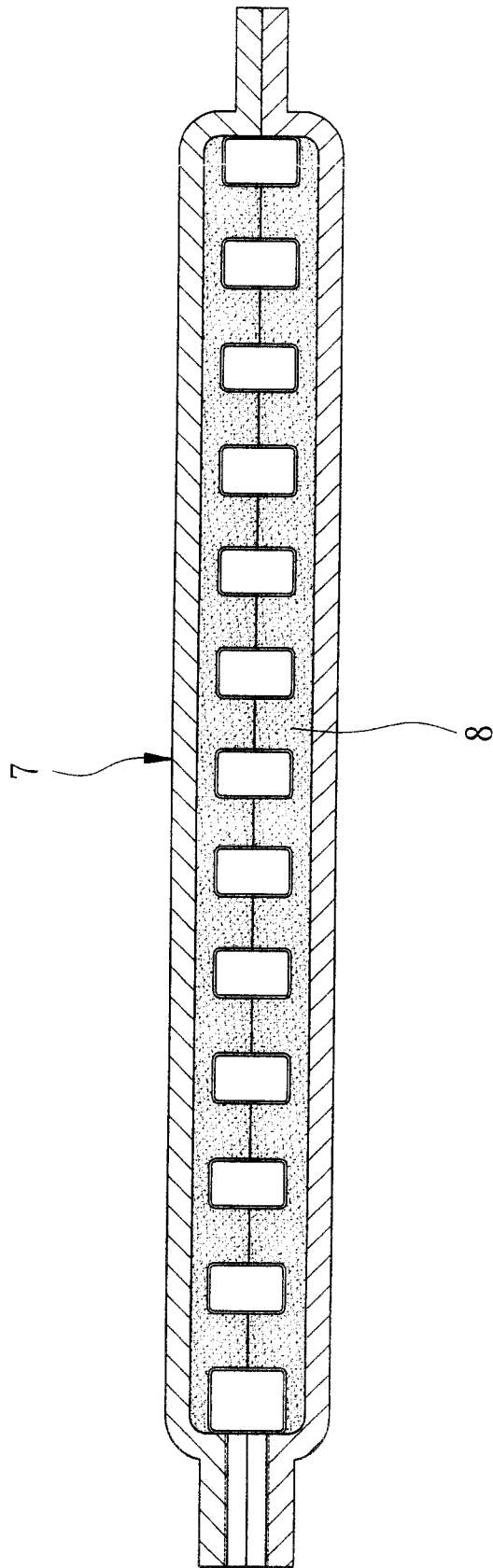


图 5



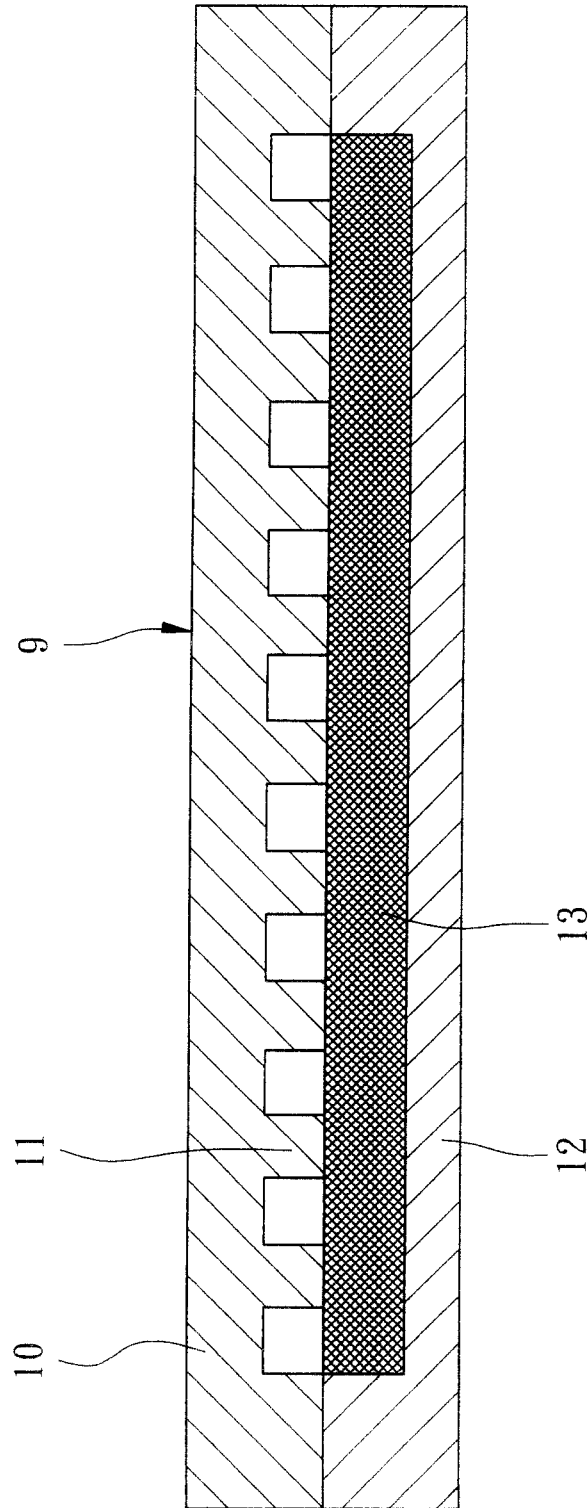


图6

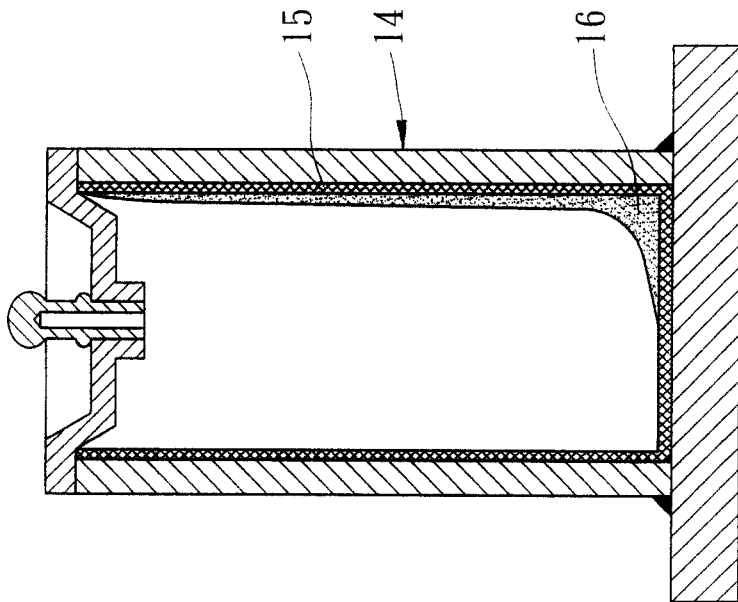


图7

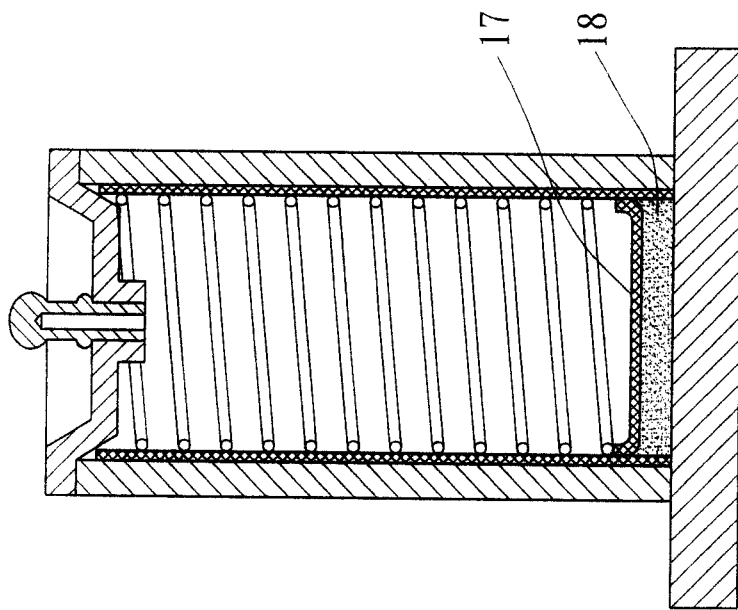


图 8

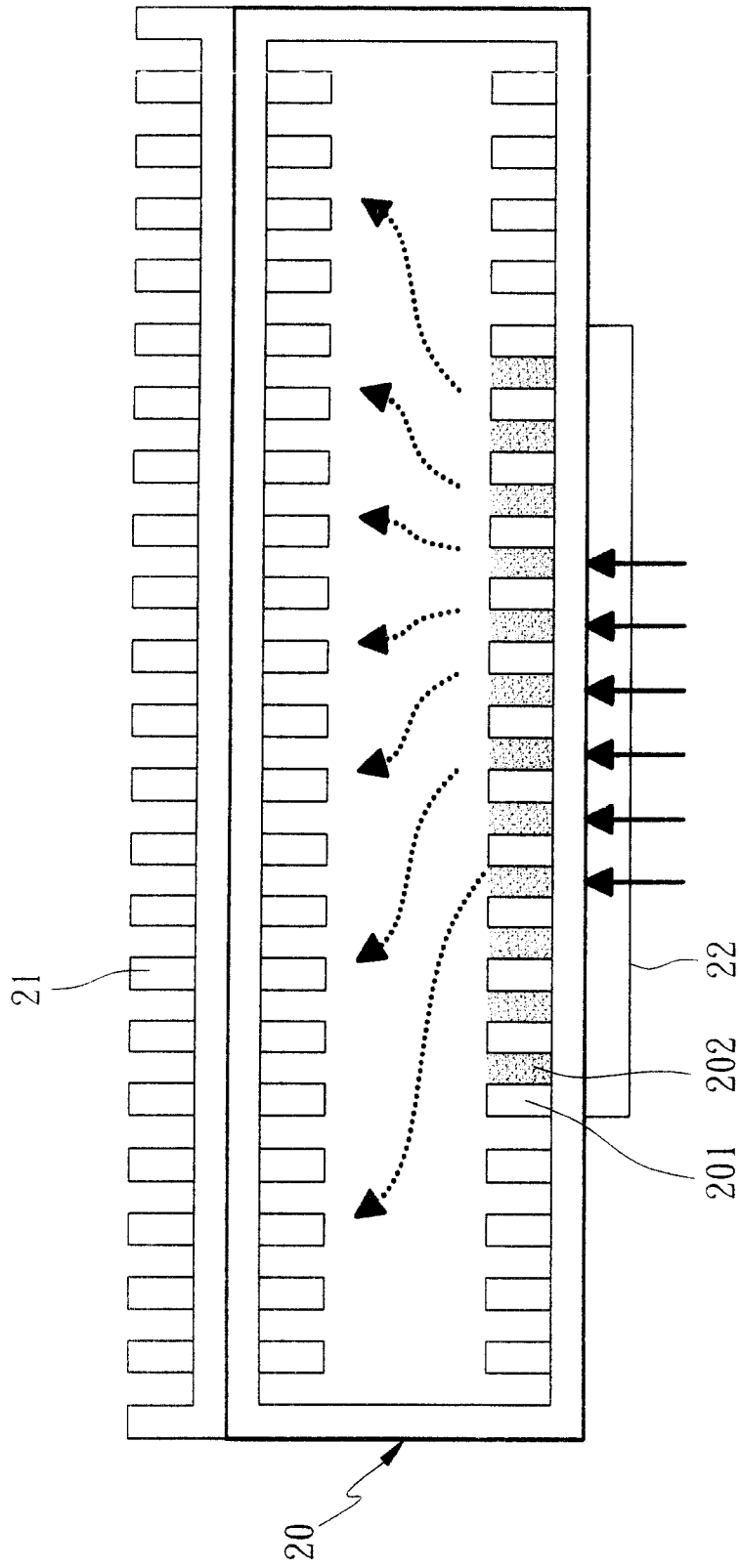


图 9

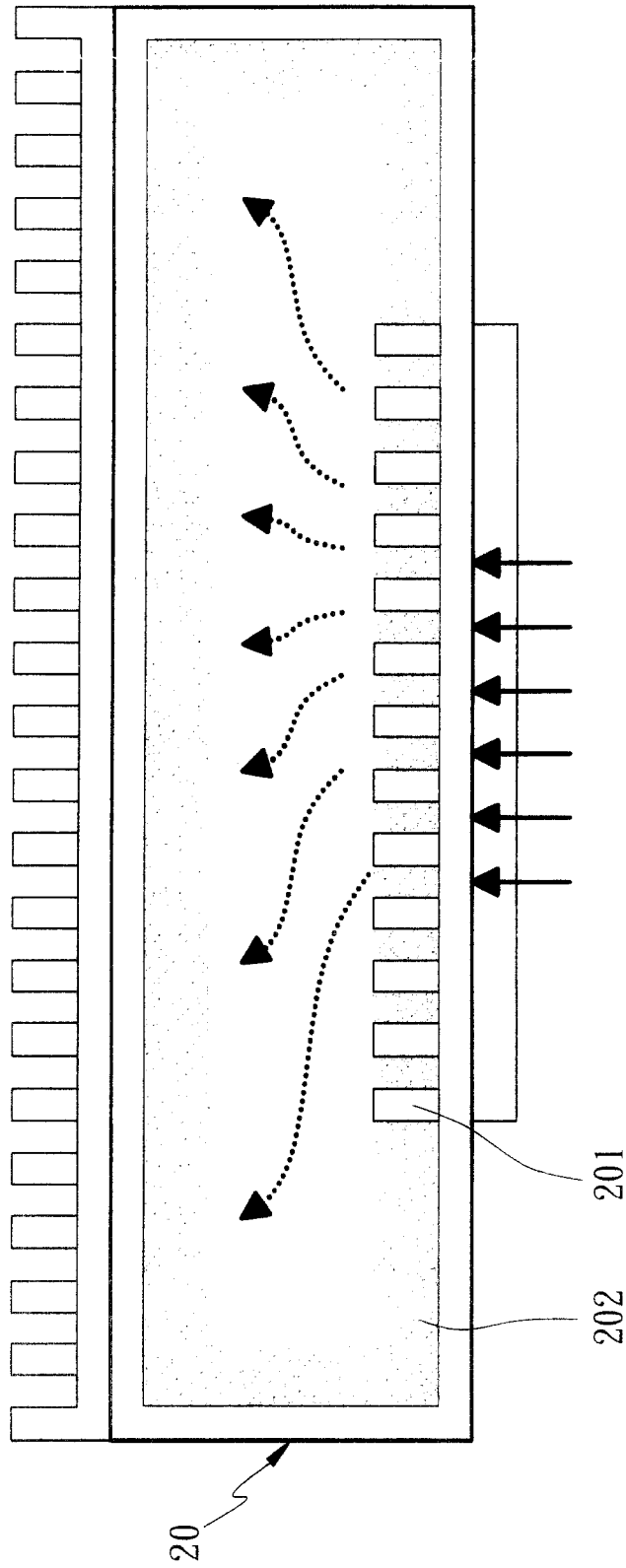


图 10

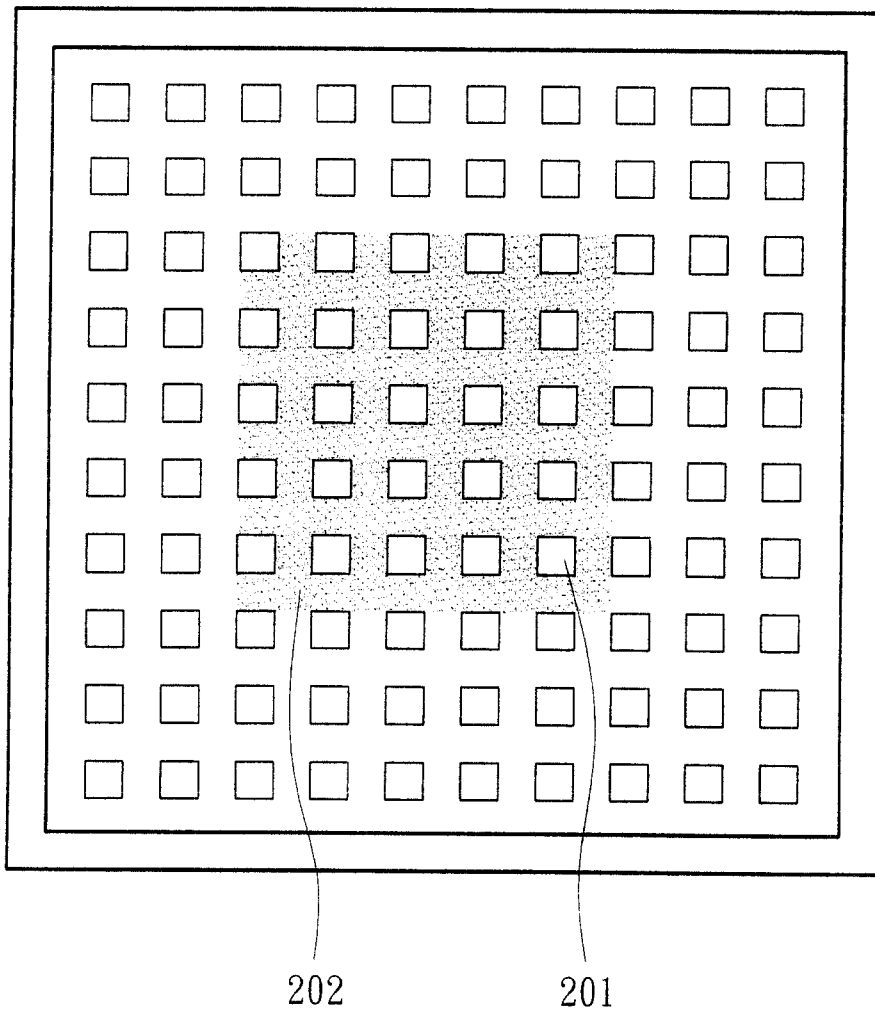


图 11

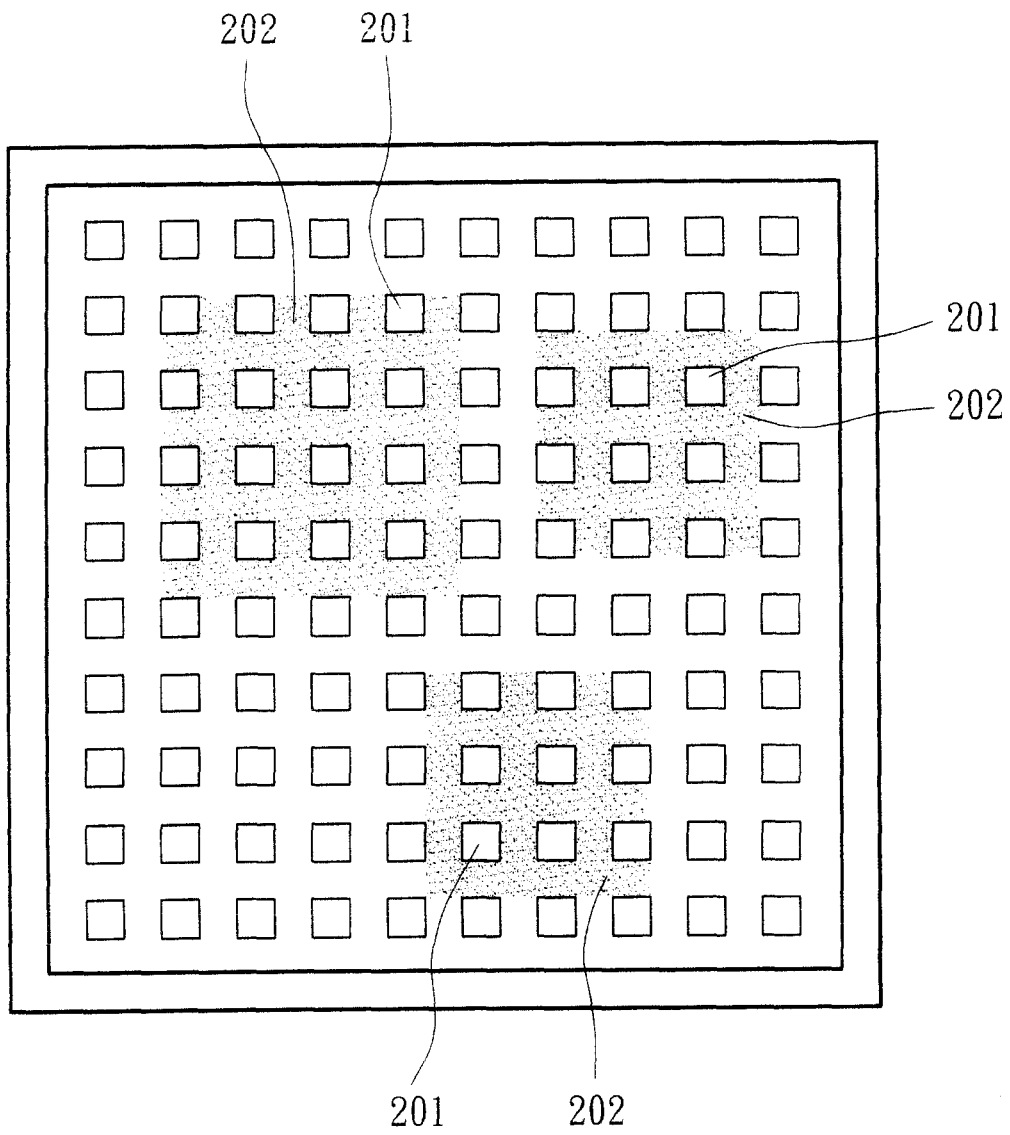


图 12

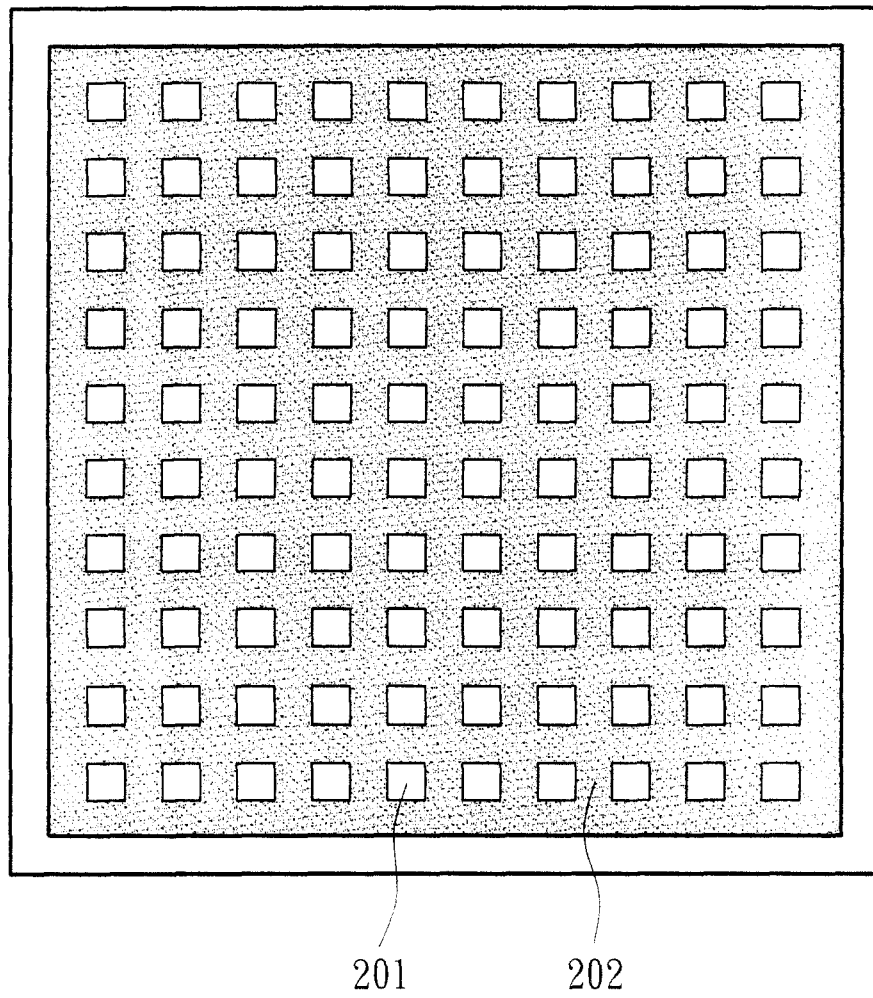


图 13



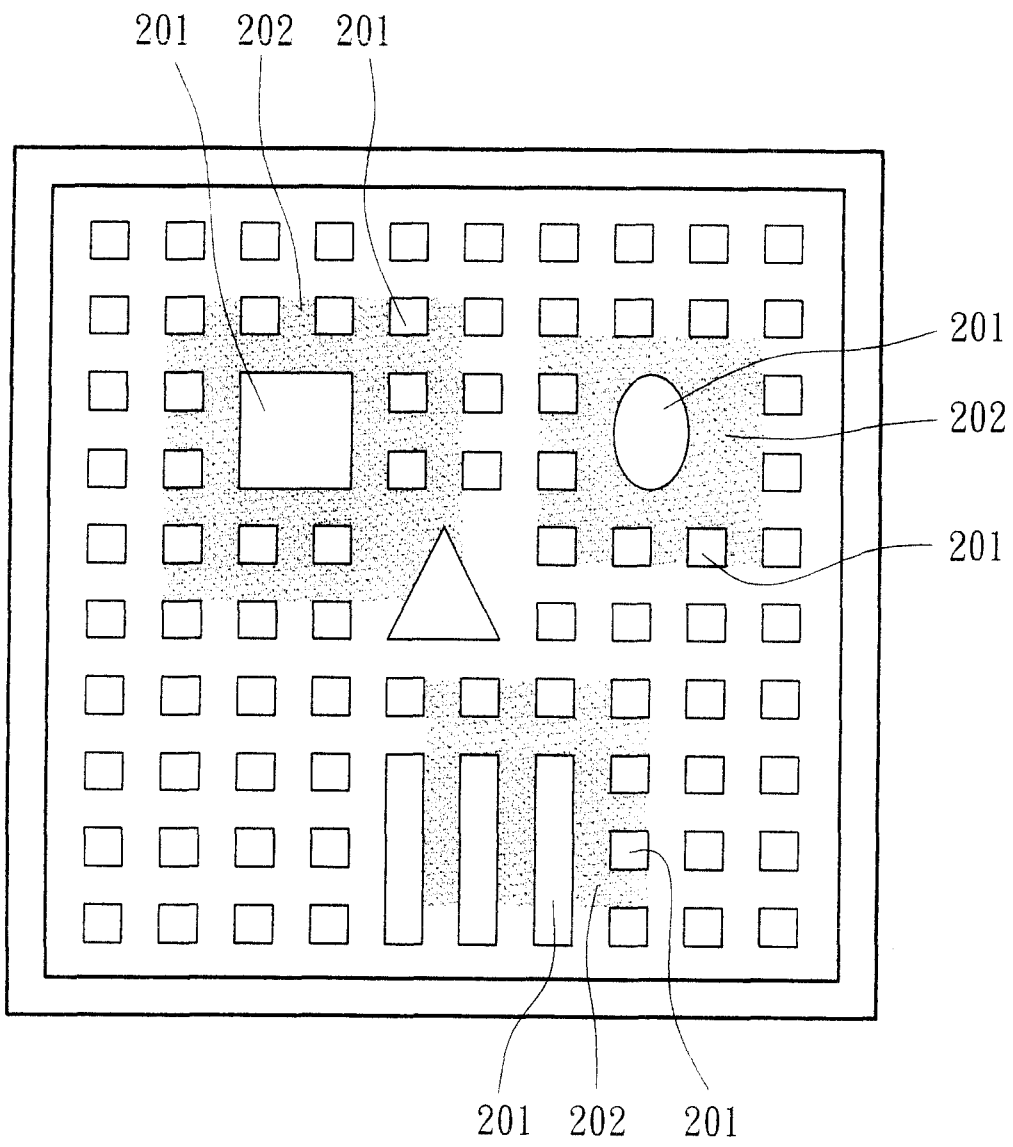


图 14

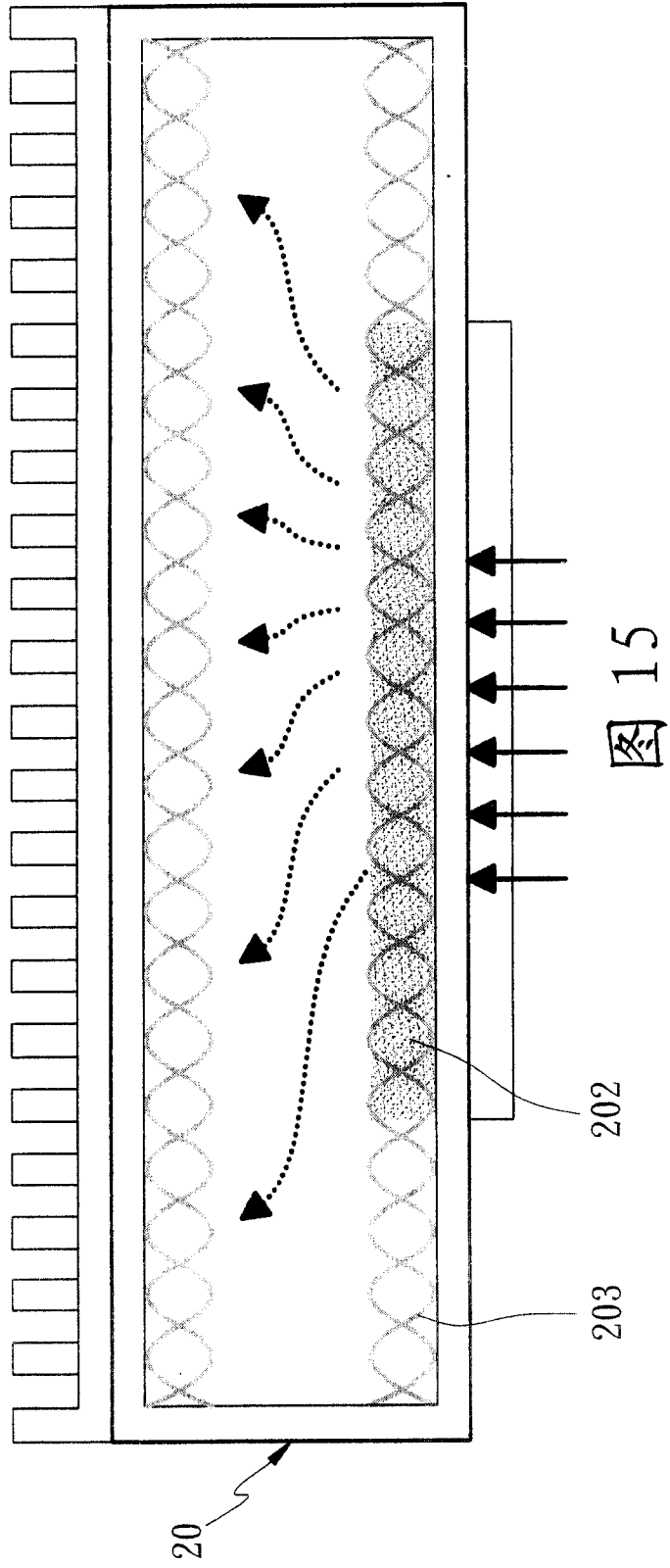


图 15

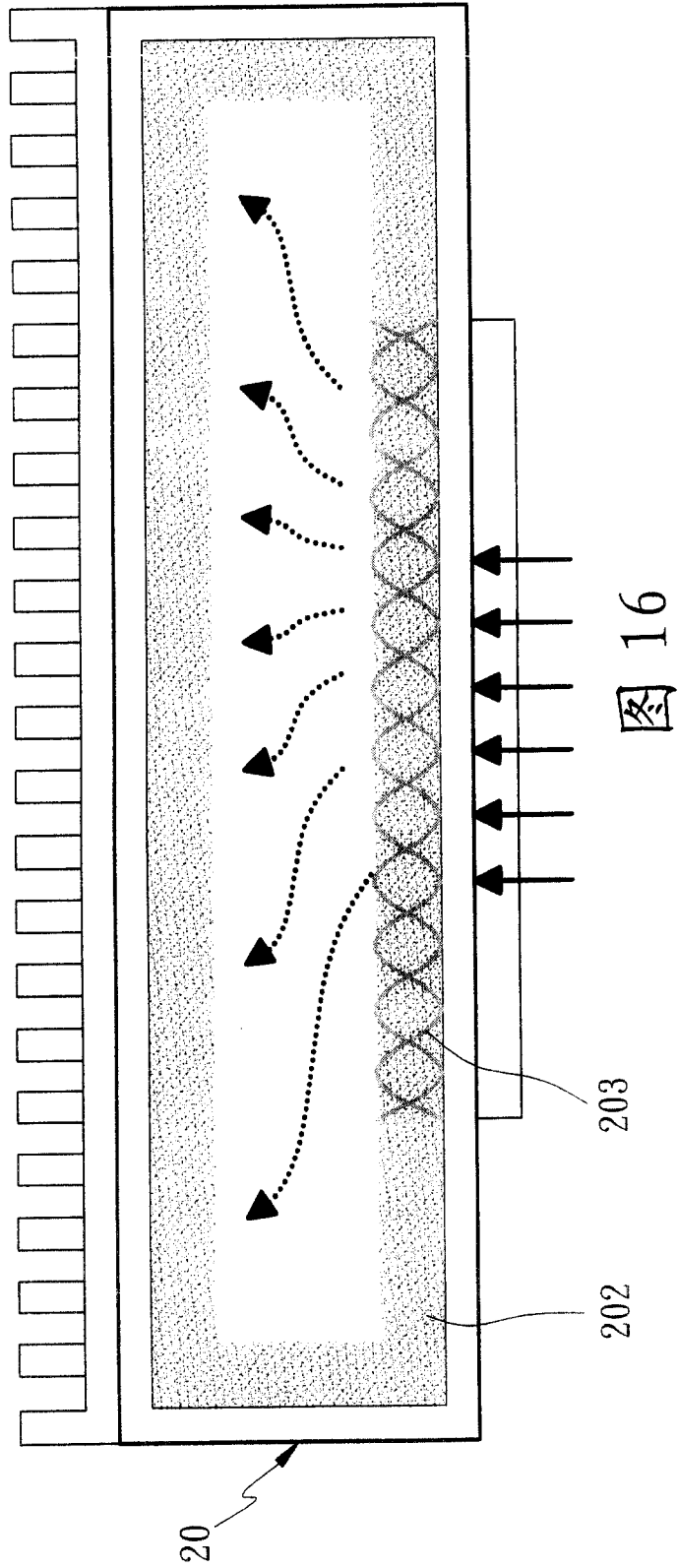


图 16

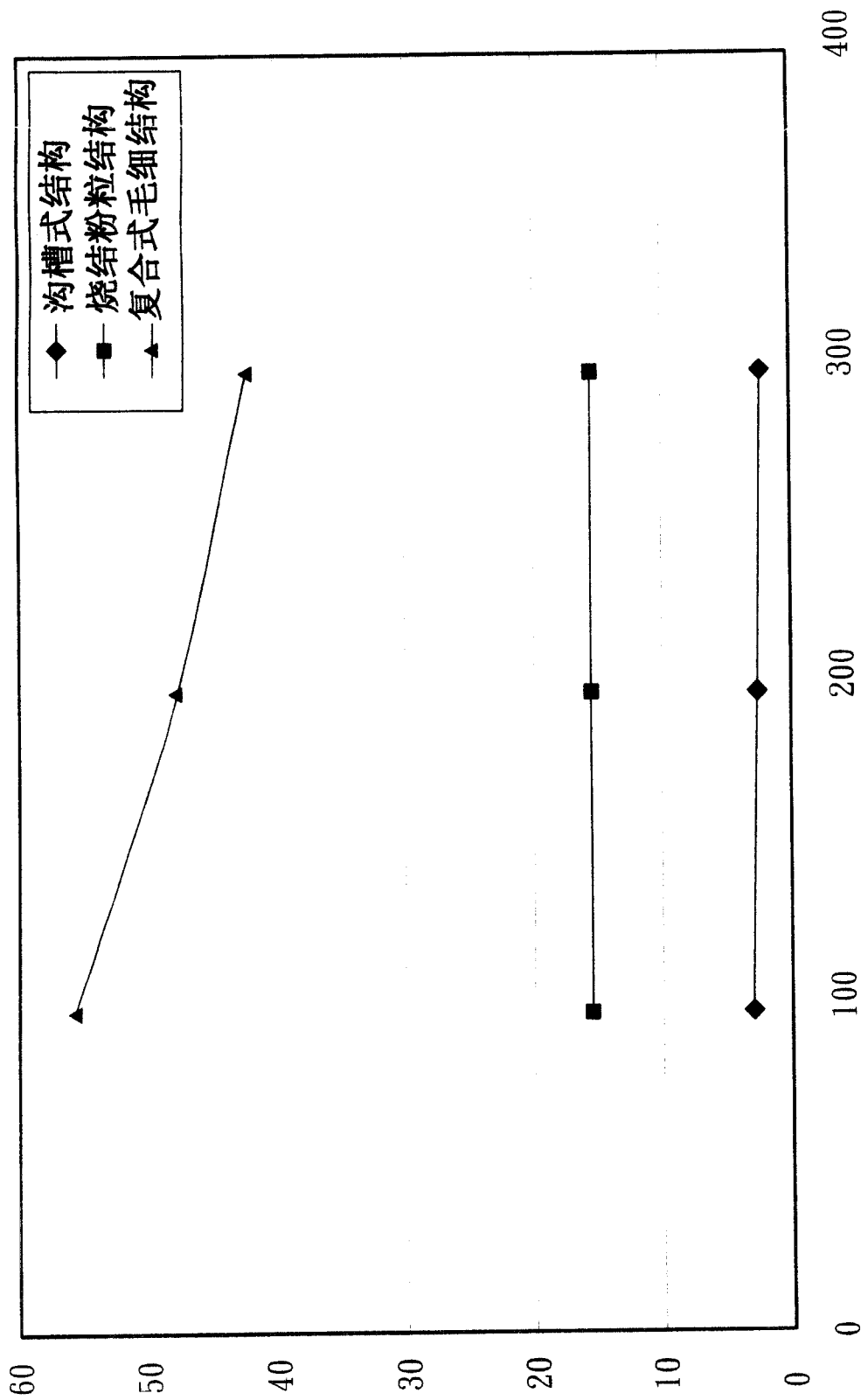


图 17