



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102256471 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201110109628. 1

US 2008041574 A1, 2008. 02. 21,

(22) 申请日 2011. 04. 14

US 2008304979 A1, 2008. 12. 11,

(30) 优先权数据

US 2006281398 A1, 2006. 12. 14,

12/759899 2010. 04. 14 US

US 6269002 B1, 2001. 07. 31,

(73) 专利权人 通用电气公司

审查员 马欣

地址 美国纽约州

(72) 发明人 M·阿里克 W·D·格斯特勒 李日

E·R·奈斯沃纳 C·C·施勒德

B·J·范德普勒格 B·P·惠伦

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

H05K 7/20(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008295997 A1, 2008. 12. 04,

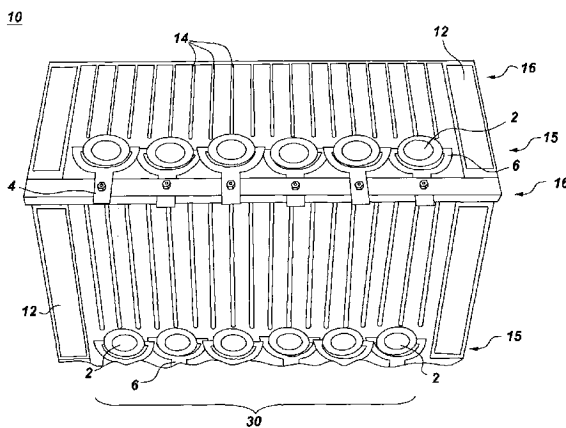
权利要求书3页 说明书9页 附图11页

(54) 发明名称

带有分布式喷嘴冷却的机架

(57) 摘要

提供了一种带有分布式喷嘴冷却的机架(10)。该机架包括限定容积的一个或多个侧壁(12), 该容积构造成大体上包围位于该容积内的一个或多个发热部件。该机架还包括热连接到一个或多个侧壁中的相应一个侧壁上的至少一个鳍片(14)的阵列, 以及至少一个合成喷口组件(30), 该至少一个合成喷口组件包括设置在该鳍片的阵列的相应一个鳍片的侧面(15, 16)上的多孔合成喷嘴(30)或多个单孔合成喷嘴(2)。该机架还包括用于将所述至少一个合成喷口组件的相应一个附接到所述一个或多个侧壁的相应一个侧壁上的至少一个附接装置(4, 6, 9, 11, 20, 44)。



1. 一种具有分布式喷嘴冷却的机架,所述机架包括:

限定容积的一个或多个侧壁,所述容积构造成大体上包围位于所述容积内的一个或多个发热部件;

鳍片的至少一个阵列,其热联接到所述一个或多个侧壁的相应一个侧壁上;

至少一个合成喷嘴组件,其包括设置在所述鳍片的至少一个阵列的相应一个鳍片的侧面上的多孔合成喷嘴或多个单孔合成喷嘴,其中,各所述单孔合成喷嘴构造成在所述鳍片的相应一个鳍片的末端处引导射流,并且,各所述单孔喷嘴包括孔口,其中所述孔口的至少一个子集具有在 3mm 到 17mm 的范围内的开口长度 L,并且其中所述孔口的相应一个孔口与所述鳍片的相应末端之间的距离 d 在 1mm 到 7mm 的范围内;以及

用于将所述至少一个合成喷嘴组件的相应一个组件附接到所述一个或多个侧壁的相应一个侧壁上的至少一个附接装置。

2. 如权利要求 1 所述的机架,其特征在于,所述至少一个合成喷嘴组件包括多个单孔合成喷嘴,其中所述侧壁的至少其中一个侧壁包括设置在所述鳍片的阵列的侧面的至少其中一个侧面上的多个槽,并且其中所述至少一个附接装置构造成用于插入所述槽的相应槽中,并用于将相应的单孔合成喷嘴紧固到所述槽上。

3. 如权利要求 1 所述的机架,其特征在于,所述至少一个合成喷嘴组件包括多个单孔合成喷嘴,其中所述至少一个附接装置包括多个夹,各所述夹具有弯曲部分,其中各所述单孔合成喷嘴附接在所述夹的相应一个夹上,并且其中各所述夹的所述弯曲部分紧固在所述一个或多个侧壁的相应一个侧壁上。

4. 如权利要求 1 所述的机架,其特征在于,所述至少一个合成喷嘴组件包括多个单孔合成喷嘴,且其中所述至少一个附接装置包括多个柔性部分,其中各所述单孔合成喷嘴具有附在其上的至少一个柔性部分,并且其中各所述柔性部分紧固到所述一个或多个侧壁的相应一个侧壁上。

5. 如权利要求 4 所述的机架,其特征在于,至少其中一个所述单孔合成喷嘴以相对于所述鳍片的角度定向。

6. 如权利要求 1 所述的机架,其特征在于,所述至少一个合成喷嘴组件包括多个单孔合成喷嘴,其中所述附接装置包括框架和附接到所述框架上并从所述框架延伸的多个杆,且其中各所述单孔合成喷嘴附接到所述杆的两个相邻杆上。

7. 如权利要求 6 所述的机架,其特征在于,所述附接装置还包括多个柔性部分,其中各所述单孔合成喷嘴具有附到其上的至少两个柔性部分,并且其中所述单孔合成喷嘴经由所述柔性部分附接到所述杆上。

8. 如权利要求 6 所述的机架,其特征在于,各所述单孔合成喷嘴具有附到其上的至少三个柔性部分,并且其中各所述单孔合成喷嘴经由所述柔性部分的相应一个柔性部分附接到所述框架上。

9. 如权利要求 1 所述的机架,其特征在于,所述至少一个合成喷嘴组件包括多个单孔合成喷嘴,其中所述附接装置包括部分包围的封装,且其中各所述单孔合成喷嘴设置在所述部分包围的封装内。

10. 如权利要求 9 所述的机架,其特征在于,所述部分包围的封装包括第一部分和第二部分,其中所述第一部分限定构造成接纳所述单孔合成喷嘴的相应单孔合成喷嘴的多个开

口,且其中所述第二部分附接到所述第一部分上以覆盖所述开口。

11. 如权利要求 10 所述的机架,其特征在于,所述部分包围的封装还包括多个垫圈,各所述垫圈设置在所述开口的相应一个开口中,并容纳所述单孔合成喷嘴的相应一个单孔合成喷嘴,并且其中所述部分包围的封装附接到所述侧壁的相应一个侧壁上。

12. 如权利要求 1 所述的机架,其特征在于,所述侧壁的较低的一个侧壁没有鳍片的阵列,其中所述附接装置包括安装到所述较低的侧壁上的至少一个板,其中至少其中一个所述单孔合成喷嘴安装到所述板上并定向成向外引导射流,并且其中所述板具有用于围绕所述机架的角落引导所述射流的至少一个弯曲部分,以便入射到所述侧壁的相邻一个侧壁上的所述鳍片的阵列上。

13. 如权利要求 12 所述的机架,其特征在于,所述附接装置包括安装到所述较低的侧壁上的一块板,其中至少其中两个所述单孔合成喷嘴安装到所述板上,并定向成沿相反的方向向外引导相应的射流,并且其中所述板具有用于围绕所述机架的相应角落引导所述射流的相应射流的两个弯曲部分,以便入射到所述侧壁的相应的相邻侧壁上的所述鳍片的阵列上。

14. 如权利要求 13 所述的机架,其特征在于,多个所述单孔合成喷嘴安装到所述板上并定向成沿第一方向向外引导相应的射流,且其中多个所述单孔合成喷嘴安装到所述板上并定向成沿第二方向向外引导相应的射流。

15. 如权利要求 12 所述的机架,其特征在于,所述附接装置包括安装到所述较低的侧壁上的第一板和第二板,其中至少其中一个所述单孔合成喷嘴安装到所述第一板上并定向成沿第一方向向外引导射流,其中至少其中一个所述单孔合成喷嘴安装到所述第二板上并定向成沿第二方向向外引导射流,并且其中所述第一板和所述第二板中的每一个具有用于围绕所述机架的相应角落引导相应的射流的弯曲部分,以便入射到所述侧壁的相应的相邻一个侧壁上的所述鳍片的阵列上。

16. 如权利要求 15 所述的机架,其特征在于,多个所述单孔合成喷嘴安装到所述第一板上并定向成沿所述第一方向向外引导相应的射流,且其中多个所述单孔合成喷嘴安装到所述第二板上并定向成沿所述第二方向向外引导相应的射流。

17. 如权利要求 1 所述的机架,其特征在于,各所述多孔合成喷嘴包括:

第一柔性结构;

第二柔性结构;

联接到所述第一柔性结构和第二柔性结构的至少其中一个上的至少一个激活材料;以及

定位在所述第一柔性结构和第二柔性结构之间并限定腔室的顺应性壁,其中所述顺应性壁限定多个孔口,用于促进所述腔室和所述鳍片的周围环境之间的流体连通。

18. 如权利要求 17 所述的机架,其特征在于,所述至少一个激活材料定位在所述第一柔性结构和第二柔性结构两者上。

19. 如权利要求 1 所述的机架,其特征在于,所述鳍片包括布置成 v 形沟槽构造的板状鳍片。

20. 一种具有分布式喷嘴冷却的机架,所述机架包括:

限定容积的一个或多个侧壁,所述容积构造成大体上包围位于所述容积内的一个或多

个发热部件；

鳍片的至少一个阵列，其热联接到所述一个或多个侧壁的相应一个侧壁上；

至少一个合成喷嘴组件，其包括设置在所述鳍片的至少一个阵列的相应一个鳍片的侧面上的多个单孔合成喷嘴，其中各所述单孔合成喷嘴构造成在所述鳍片的相应一个鳍片的末端处引导射流，

其中，各所述单孔喷嘴包括孔口，其中所述孔口的至少一个子集具有在 3mm 到 17mm 的范围内的开口长度 L ，并且其中所述孔口的相应一个孔口与所述鳍片的相应末端之间的距离 d 在 1mm 到 7mm 的范围内。

21. 如权利要求 20 所述的机架，其特征在于，所述孔口的至少一个子集具有在 8mm 到 17mm 的范围内的开口长度 L 。

22. 如权利要求 21 所述的机架，其特征在于，所述孔口的至少一个子集具有在 13mm 到 17mm 的范围内的开口长度 L 。

23. 如权利要求 20 所述的机架，其特征在于，所述距离 d 在 1mm 到 3mm 的范围内。

24. 如权利要求 20 所述的机架，其特征在于，所述至少一个合成喷嘴组件中的每一个包括整数 N 单孔合成喷嘴，且其中所述单孔合成喷嘴的相邻单孔合成喷嘴之间的间隔为每四个鳍片。

25. 如权利要求 20 所述的机架，其特征在于，所述至少一个合成喷嘴组件中的每一个包括整数 N 单孔合成喷嘴，且其中所述单孔合成喷嘴的相邻单孔合成喷嘴之间的间隔为每三个鳍片。

26. 如权利要求 20 所述的机架，其特征在于，所述至少一个合成喷嘴组件中的每一个包括整数 N 单孔合成喷嘴，且其中所述单孔合成喷嘴的相邻单孔合成喷嘴之间的间隔为每两个鳍片。

带有分布式喷嘴冷却的机架

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及热管理系统,且更特别地,涉及具有分布式喷嘴冷却以增大对流热传递的热管理系统。

背景技术

[0002] 电子技术的最近发展已经产生了纳米尺寸的电子线路。所得到的先进电子器件尽管更小了,但却具有更高的热通量。因为热基板面 (real estate) 正在不断缩小,因此需要先进的冷却技术。成本、尺寸、可靠性以及可用性是主要的限制。

[0003] 对于许多低功率电子应用,由于成本、可用性以及可靠性的原因,自然对流空气冷却是方法的选择。然而,由于取决于浮性的流动,其性能有限。因此,需要对自然对流的进一步增强,以便冷却现代功率电子器件。增强的自然对流将允许更高的热耗散并依然极大地保持被动冷却的简单性。

[0004] 合成射流是由外围流体的周期性吸入和喷射形成的小规模紊流。射流可冲击在热传递表面上增强对流冷却。同样,它们可平行于热传递表面流动,也增强对流冷却。这些装置的小尺寸,加之高空气速度,可使得能够极大地减小用于功率电子器件的热管理硬件的尺寸。合成射流过去被用于边界层控制应用。然而,它们也被显示为增大自然和强制对流热传递。

[0005] 尽管研究表明使用合成射流可能增大热传递,但对于合成射流对大热沉表面的应用可用的数据有限。此外,用于合成射流到机架的可靠连接需要新的连接装置。因此,期望的是理解主流动和合成射流流动之间的相互作用,并充分利用此相互作用来实现对于大热沉表面(诸如机架冷却应用)的热传递增强。还将会期望的是提供可靠的连接装置来将合成射流附到机架上。

发明内容

[0006] 本发明的一个方面在于具有分布式喷嘴冷却的机架,该机架包括限定容积的一个或多个侧壁,该容积构造成大体上包围位于该容积内的一个或多个发热部件。该机架还包括热连接到一个或多个侧壁中的相应一个侧壁上的至少一个鳍片阵列,以及至少一个合成喷嘴组件,该至少一个合成喷嘴组件包括设置在该鳍片阵列的相应一个鳍片的侧面上的多孔合成喷嘴或多个单孔合成喷嘴。机架还包括用于将该至少一个合成喷嘴组件的相应一个组件附接到该一个或多个侧壁的相应一个侧壁上的至少一个附接装置。本发明的另一个方面在于带有分布式喷嘴冷却的机架,该机架包括限定容积的一个或多个侧壁,该容积构造成大体上包围位于该容积内的一个或多个发热部件,以及热连接到该一个或多个侧壁中的相应一个侧壁上的至少一个鳍片阵列。该机架还包括至少一个合成喷嘴组件,该组件包括设置在该鳍片阵列的相应一个鳍片的侧面上的多个单孔合成喷嘴。各单孔合成喷嘴均构造成在相应的其中一个鳍片的末端处引导射流,并包括孔口。孔口的至少一个子集具有在大约三 (3) 毫米 (mm) 到大约十七 (17) mm 范围内的开口长度 L。孔口中的相应一个孔口与鳍

片的相应末端之间的距离 d 在大约一毫米 (mm) 到大约七 (7)mm 的范围内。

附图说明

[0007] 当参考附图阅读以下具体实施方式时,本发明的这些和其它特征、方面以及优点将变得更好理解,其中贯穿附图,相似的标号代表相似的部件,其中:

[0008] 图 1 显示了没有合成喷嘴组件的机架;

[0009] 图 2 显示了配备相应合成喷嘴组件的机架的两个侧壁;

[0010] 图 3 图示了用于将合成喷嘴附到机架侧壁上的压扣式构造;

[0011] 图 4 用透视图显示了 c 形夹保持件;

[0012] 图 5 是图 3 中所示的布置的横截面视图,显示了形成在侧壁中的一列槽,用来接纳用于合成喷嘴的 e 形或 c 形夹保持件;

[0013] 图 6 图示了用于将合成喷嘴附接到机架上的弯曲 e 形夹布置;

[0014] 图 7 图示了用于将合成喷嘴附到机架上的另一示例性布置;

[0015] 图 8 图示了用于将合成喷嘴附到机架上的杆与框架布置;

[0016] 图 9(a)-(c) 为用于将合成喷嘴安装到机架上的部分包围封装布置的第一部分的顶视、前视和后视图;

[0017] 图 10(a) 和 (b) 是部分包围封装布置的第二部分的前视 / 后视图;

[0018] 图 11 是组装好的部分包围封装布置的前视图;

[0019] 图 12 图示了结合了对称板的具有转向气流的合成喷嘴套件;

[0020] 图 13 图示了图 12 中显示的合成喷嘴套件的两板式构造;

[0021] 图 14 描绘了用于用在图 1 的机架中的多孔合成喷嘴的示例性构造;

[0022] 图 15 图示了单孔合成喷嘴的操作;

[0023] 图 16 进一步图示了单孔合成喷嘴的操作;

[0024] 图 17 图示了 v 形沟槽板状鳍片构造;

[0025] 图 18 图示了合成喷嘴和鳍片之间的间距 d ;

[0026] 图 19 显示了合成喷嘴和鳍片的三种不同的“鳍上”布置;

[0027] 图 20 显示了具有开口长度 L 的用于喷嘴的孔口;以及

[0028] 图 21 是沿 AA 截取的图 20 的横截面。

[0029] 零部件列表

[0030] 2 单孔合成喷嘴

[0031] 4 附接装置

[0032] 5e 形夹保持件的弯曲部分

[0033] 6 柔性连接器

[0034] 7 螺栓

[0035] 8 槽

[0036] 9 框架

[0037] 10 机架

[0038] 11 杆

[0039] 12 机架的侧壁

- [0040] 13 杆 / 螺栓
- [0041] 14 鳍片
- [0042] 15 鳍片的阵列的侧面
- [0043] 16 鳍片的阵列的侧面
- [0044] 20 部分包围的封装
- [0045] 21 凹陷区域
- [0046] 22 部分包围的封装的第一部分
- [0047] 23 用于射流空气的开口
- [0048] 24 部分包围的封装的第二部分
- [0049] 25 用于射流鼓吹的孔
- [0050] 26 开口
- [0051] 27 孔
- [0052] 28 垫圈
- [0053] 29 孔
- [0054] 30 合成喷嘴组件
- [0055] 32 第一柔性结构
- [0056] 34 第二柔性结构
- [0057] 36 激活材料
- [0058] 38 顺应性壁
- [0059] 39 孔口
- [0060] 40 合成喷嘴驱动器
- [0061] 42 较低的侧壁
- [0062] 44 板
- [0063] 46 板的弯曲部分
- [0064] 70 腔室

具体实施方式

[0065] 参考图 1-17 描述了具有分布式喷嘴冷却的机架 10。例如如图 1 中所示, 机架 10 包括限定容积 (未示出) 的一个或多个侧壁 12, 该容积构造大致包围位于该容积内的一个或多个发热部件 (未示出)。发热部件可为需要冷却的任何部件, 其非限制性示例包括高功率处理器和功率电子器件。机架还包括热联接到一个或多个侧壁 12 的相应一个侧壁上的鳍片 14 的至少一个阵列。对于图 1 中所示的布置, 鳍片 14 为纵向板状鳍片。然而, 也可采用其他类型的鳍片, 非限制地包括销形鳍片。简而言之, 热量从发热部件传递到侧壁中, 侧壁又将热量传入鳍片 14。鳍片 14 增加用于热传递的表面面积, 以冷却发热部件。

[0066] 例如如图 2 中所示, 机架 10 还包括至少一个合成喷嘴组件 30, 其包括设置在至少一个鳍片阵列的相应一个鳍片的侧面 15, 16 上的多孔合成喷嘴 (图 2 中未显示) 或多个单孔合成喷嘴 2。对于图 2 中所示的示例性布置, 合成喷嘴组件 30 设置在相应的板状鳍片 14 的阵列的下侧面 15 上。此示例是说明性的, 并且本发明不限于此示例构造。此外且如图 2 中所示, 机架还包括用于将该至少一个合成喷嘴组件 30 (包括相应的单个合成喷嘴 2) 的

相应一个附接在该一个或多个侧壁 12 的相应一个侧壁上的至少一个附接装置 4。图 2 中所示的示例附接装置 4 仅仅是说明性的,并且以下关于图 3-13 描述了多个另外的附接装置。应该注意本发明不限于具体的附接装置。

[0067] 参考图 15 和 16 可理解合成喷嘴 2 的操作。例如如图 15 和 16 中所示,合成喷嘴 2 的每一个均包括第一柔性结构 32,第二柔性结构 34,联接到该第一和第二柔性结构的至少一个柔性结构上的至少一个激活材料 (active material) 36,以及定位在该第一和第二柔性结构之间并限定腔室的顺应性壁 38。如图 15 和 16 中所标示的,顺应性壁 38 限定用于促进该腔室和鳍片 14 的周围环境之间的流体连通的孔口 39。

[0068] 在图 15 和 16 的图示布置中,激活材料 36 位于第一柔性结构 32 上以及第二柔性结构 34 的下侧上。应该注意的是图中示出的激活材料 36 在柔性结构 32,34 上的位置纯粹是说明性的,并且本发明不限于激活材料的任何具体位置。尽管对于图 15 和 16 中的布置,激活材料是与相应的柔性结构共同延展的,但是在其它实施例中,该激活材料仅在柔性结构的一部分上延伸。例如,可将较小直径的压电陶瓷板(未示出)而非共同延展的激活层 36 设置在柔性结构 32,34 上。该激活材料可呈单个连续部分的形式。备选地,可采用激活材料的多个不连续部分来促动相应的柔性结构。合适的激活材料是一种能够产生由电刺激形成的应力的材料。柔性结构 32,34 可包括相同或不同的材料。

[0069] 合适的激活材料的示例包括压电材料,磁致伸缩材料(来自线圈的磁场彼此吸引/对抗),形状记忆合金,以及不平衡马达(具有产生振荡运动的质量不平衡的马达)。在压电材料的子集内,合适的激活材料包括双压电构造,此处两个压电层被异相通电以产生弯曲;thunder(薄壁单晶体压电致动及传感装置)构造,此处一个压电层设置在预加应力的不锈钢垫片上;蜂音器元件构造,此处一个压电层设置在黄铜垫片上;以及 MFC 构造,此处柔性电路上的压电纤维复合物粘结在垫片上。激活材料可结合陶瓷材料。

[0070] 如图 2 中所示意性描绘的,提供了合成喷嘴驱动器 40 来向该至少一个激活材料 36 施加电流,以形成周围空气的流。合成喷嘴驱动器 40 可以例如使用导线或柔性连接器电联接到该激活材料 36 上。简而言之,来自合成喷嘴驱动器 40 的电流被激活材料接收,并且转换成机械能。例如如在图 15 中所示,激活材料 36 在柔性壁 32,34 上产生应力,造成它们向内弯曲,导致腔室容积变化和进入腔室 70 的周围空气的涌入量,且然后向外弯曲,从而经由孔口 39 将周围空气从腔室 70 喷出。类似地,如图 16 中所图示的,当激活材料 36 在柔性腔室壁 32,34 上产生应力造成它们扩张时,引起另一个腔室容积变化,周围空气经由孔口 39 被吸入腔室 70。以此方式,驱动器 40 促动喷嘴 30。

[0071] 合成喷嘴驱动器 40 可位于机架 10 内或可远程地定位。此外,合成喷嘴驱动器 40 也可被小型化并与合成喷嘴集成。电流可作为正弦波、方波、三角波或任何其它合适的波形提供,并且应该理解的是该电流不限于任何具体的波形。然而,已经发现可使用具有较低谐振的电流,比方说例如正弦波来提供消声合成喷嘴 30。对于电流而言电压水平可在 1 到 150 伏之间但不限于此。对于需要降低的噪音的实施例,电流的频率可为 2 到 300 赫兹之间,而对于不要求降低的噪声水平的实施例可为 300 赫兹到 15 千赫之间。

[0072] 对于许多图示的构造,各合成喷嘴组件 30 均包括多个单孔合成喷嘴 2。对于图 3 和 5 中所示的特定附接构造,至少其中一个侧壁 12 包括设置在鳍片 14 的阵列的侧壁 15,16 的至少其中一个侧壁上的多个槽 8,并且附接装置 4 构造成用于插入相应的槽 8 中,并用于

将各个相应的单孔合成喷嘴 2 紧固到相应的槽 8 上。对于图 5 中所示的示例布置,其中一个槽 8 出于图示目的是空的。图 3 和 5 的布置可使用 c 形夹附接装置实施。图 4 用透视图显示了 c 形夹 4 的一个示例。例如如在图 2 中所标示的,合成喷嘴 2 可用柔性连接器 6 附接到 c 形夹保持器 4 上。在一个非限制性示例中,柔性连接器 6 包括硅酮“耳部”。例如如图 5 中所标示的,c 形夹 4 的底部咬合到槽 8 中以稳固地将合成喷嘴 2 安装到机架侧壁 12 上。为了进一步将合成喷嘴紧固到机架上,c 形夹保持器 4 可栓接到侧壁上,例如如图 5 中所示。

[0073] 图 6 图示了用于将合成喷嘴附接到机架上的另一示例性布置。对于图 6 的示例布置,各合成喷嘴组件均包括多个单孔合成喷嘴 2。然而,为了便于图示,图 2 中仅示出了一个喷嘴 2。除了以上关于图 3-5 讨论的 c 形夹构造,还可使用 e 形夹来将相应的单孔合成喷嘴 2 紧固到侧壁 12 上。对于图 6 中显示的构造,附接装置包括多个 e 形夹(同样由参考标号 4 标示)。如图 6 中所标示的,各 e 形夹 4 均具有弯曲部分 5。如图所示,各个单孔合成喷嘴 2 附接在 e 形夹 4 的相应一个上,并且各 e 形夹 4 的弯曲部分 5 紧固到相应的一个侧壁 12 上。对于图 6 中图示的示例布置,各 e 形夹的弯曲部分 5 使用螺栓 7 紧固到侧壁 12 上。图 6 的布置的横截视图类似于图 5 中所示,除了对于图 6 的布置不需要槽。

[0074] 图 7 图示了用于将合成喷嘴附接到机架上的又另一示例性布置。对于图 7 中所示的布置,各个合成喷嘴组件均包括多个单孔合成喷嘴 2,且附接装置包括多个柔性部分 6。如图 7 中所示,各个单孔合成喷嘴 2 具有附于其上的至少一个柔性部分 6,且各个柔性部分 6 紧固到侧壁 12 的相应一个侧壁上。对于图 7 中图示的示例布置,各个合成喷嘴均通过三个柔性部分 6 附接到侧壁上。然而,对于其它布置,可使用其它数目的柔性部分 6。在一个非限制性示例中,柔性连接器 6 包括硅酮“耳部”。该耳部例如可用杆或螺栓 7 附接到相应的侧壁上。如图 7 中所示,在相邻的“耳部”对之间可存在空隙或没有空隙。根据一个更特别的示例,至少其中一个单孔合成喷嘴 2 相对于鳍片 14 成角度定向。这例如可通过调整用来将柔性部分附接到侧壁上的螺栓的高度来实现。

[0075] 图 8 图示了用于将合成喷嘴附接到机架上的杆与框架布置。对于图 8 中所示的布置,各个合成喷嘴组件均包括多个单孔合成喷嘴 2,且附接装置包括框架 9 和附接到框架 9 上并从框架 9 延伸的多个杆 11。对于图示的布置,各个单孔合成喷嘴 12 均附接到两个相邻的杆 11 上。根据一个更特定的布置,附接装置还包括多个柔性部分 6,其中各单孔合成喷嘴 2 均具有附在其上的至少两个柔性部分 6,且其中单孔合成喷嘴 2 经由柔性部分 6 附接到杆 11 上。如以上所指出的,柔性部分 6 的一个非限制性示例是硅酮“耳部”。对于图 8 中所示的具体布置,各个单孔合成喷嘴 2 均具有附在其上的至少三个柔性部分 6。如图所示,各个单孔合成喷嘴 2 均经由相应的柔性部分 6 直接附接到框架 9 上。此外,框架 9 可经由杆/螺栓 13 附到相应的侧壁上,其显示在图 8 中的顶视图中。

[0076] 图 9(a)-(c),10(a) 和 (b) 以及 11 图示了用于将合成喷嘴安装到机架上的部分包围封装布置。对于图 11 中所示的布置,各个合成喷嘴组件均包括多个单孔合成喷嘴 2,且附接装置包括部分包围的封装 20。给定合成喷嘴组件内的各个单孔合成喷嘴 2 设置在部分包围的封装 20 内。

[0077] 对于图 9-11 中显示的示例封装构造,部分包围的封装 20 包括第一部分 22 和第二部分 24。图 9(a) 是封装的第一部分 22 的顶视图。图 9(b) 和 9(c) 中分别显示了第一部分

22 的前视和后视图。图 10(a) 是封装 20 的第二部分 24 的顶视图, 而图 10(b) 中显示了第二部分 24 的前视 / 后视图。例如如图 9(a) 中所示, 第一部分 22 限定了构造成接纳相应的单孔合成喷嘴 (未示出) 的多个开口 26。例如如图 11 中所示, 在组装后, 第二部分 24 附接到第一部分 22 上以覆盖开口 26。对于图 9-11 中显示的示例构造, 第二部分 24 通过螺栓 7 附到第一部分 22 上。

[0078] 例如如图 9(a) 中所标示的, 图示的部分包围的封装 20 还包括多个垫圈 28。如图 9(a) 所示, 各垫圈 28 设置在相应的其中一个开口 26 中, 并容纳相应的其中一个单孔合成喷嘴 2。在一个非限制示例中, 垫圈 28 由硅橡胶形成。有益的是, 垫圈保护单孔合成喷嘴 2 免受振动。

[0079] 更特别地, 并且如图 9(b) 中所示, 第一部分 22 凹陷以提供用来接纳相应的喷嘴和垫圈的凹陷区域 21。此外并且也如图 9(b) 中所示, 提供开口 23 来喷射空气, 并且在第一部分 22 内提供孔 25 用于射流鼓吹 (jet bellowing)。垫圈 28 与孔 25 以及第二部分 24 相关而定位喷嘴, 以获得用于射流鼓吹的所需容积。对于图 9(a)-(c) 中所示的示例构造, 在第一部分 22 中提供孔 27 用于将第一部分 22 和第二部分 24 栓接到一起以形成封装 20, 如图 9(c) 中所示。此外, 在第一部分的末端中形成孔 29 用于将该封装栓接到相应的机架侧壁 12 上, 例如如图 9(c) 中所示的示例布置。类似地, 并且如图 10(a) 和 (b) 中所标示的, 在第二部分 24 中形成孔 31 用于接纳螺栓 7。例如如图 11 中所示, 可例如用螺栓 7 将部分包围的封装 20 附接到相应的一个侧壁 12 上。此外, 可在封装 20 以及相应的机架侧壁 12 之间设置震动阻尼器 (或振动吸收衬垫, 未示出)。

[0080] 本发明包括对于部分包围封装的多种改型。例如, 可用由软橡胶 (或 Si) 制成的衬垫或套管替代图 11 的示例构造中的 “L” 形足部托架用于振动吸收。另一个选择是完全去除 L 形托架, 并使用来附接第一和第二部分的螺栓向机架侧壁延伸通过, 从而将封装附接到机架侧壁上。

[0081] 此外, 可采用封装 20 的开口形式用于减重。对于此布置, 仅使用足够的材料来形成封装的第一部分 22 和第二部分 24 以结构性地保持到一起。此开口形式可构造成具有用于喷嘴的六个 “环状” 保持件的三角格架形状。

[0082] 此外, 可采用各种电气连接 (未示出) 来驱动合成喷嘴。本发明不限于任何具体的电气连接构造。在一个示例布置中, 在第二部分 24 中铸造沟槽 (未示出) 来接纳来自喷嘴的导线并将它们导向机架外部的连接。在另一个示例布置中, 在第二部分 24 中铸造沟槽用于一起导引导线。尽管依然在封装中, 但是导线被朝向机架向下导引, 例如穿过机架中的对齐孔以及封装的底部部分。在此情况下, 驱动电子器件 (未示出) 将位于机架内部。

[0083] 在用于合成喷嘴的电气连接的又一个示例布置中, 喷嘴装备相对小的、牢固的导头组 (set of leads), 其终止于结实的端子垫片 (未示出)。对于此布置, 封装 20 的第一部分 22 包括邻近喷嘴切口区域的区域, 该区域具有用于端子垫片的切口 (或凹陷)。封装 20 的第二部分 24 包括匹配垫以及到端子垫片并到驱动电子器件的嵌入导线 (且对于特定实施例, 印刷电路板型的连接)。对于此构造, 驱动电子器件 (未示出) 位于机架外部。然而, 此布置可进行修改以与在机架内部的驱动电子器件一起使用。在此情况下, 布线在封装 20 的第一部分 22 上, 以便于将导线导引到机架中。

[0084] 图 12 和 13 图示了用于将合成喷嘴 2 附接到机架侧壁上的另一个构造, 其中气流

被转向。对于图 12 中所示的布置,侧壁 12 中较低的一个 42 没有鳍片阵列,而附接装置包括安装在较低侧壁 42 上的至少一块板 44。如图 12 中所标示的,至少其中一个单孔合成射流 2 安装到板 44 上,并定向成将射流向外引导,且板 44 具有至少一个弯曲部分 46,用于围绕机架的角落引导该射流,以入射到相邻一个侧壁 12 上的鳍片 14 的阵列上。

[0085] 对于图 12 中所示的特定布置,附接装置包括安装到较低侧壁 42 上的一块板 44。对于图 12 中所示的布置,板 44 用螺栓 7 附接到较低的侧壁 42 上。至少其中两个单孔合成喷嘴 2 安装到板 44 上,并定向成将各自的射流沿相反的方向向外引导,如图 12 中所示。对于图 12 中所示的具体布置,板 44 具有两个弯曲部分 46,用于围绕机架的相应的角落引导相应的射流,以便入射到相应的相邻侧壁 12 上的鳍片 14 的阵列上。根据特定的布置,多个单孔合成喷嘴 2 可安装到板 44 上,并定向成将相应的射流沿第一方向向外引导,并且多个单孔合成喷嘴 2 可安装到板 44 上,并定向成沿第二方向向外引导相应的射流。尽管在图 12 中没有明确示出,对于图 13 中所示的布置这是类似的,但喷嘴 2 的列位于对称板 44 的任意一端上。

[0086] 尽管图 12 显示了单个对称板 44,此概念也可用两个板 44a, 44b 来实施,如图 13 中所示。对于两板式构造,连接装置包括安装在较低的侧壁 42 上的第一板 44a 和第二板 44b。板 44a, 44b 可栓接到较低的侧壁上,类似于图 12 中所示的布置。如图 13 中所示,至少其中一个单孔合成喷嘴 2 安装在第一板 44a 上。类似于图 12 中所示的布置,该一个或多个喷嘴定向成将射流沿第一方向向外引导。类似地,至少其中一个单孔合成喷嘴 2 被安装到第二板 44b 上并定向成将射流沿第二方向向外引导。喷嘴的相对定向和图 12 中所示相同。第一和第二板 44a, 44b 的每一个均具有弯曲部分 46,用于围绕机架的相应角落引导相应射流,以便入射到相应的相邻一个侧壁 12 上的鳍片 14 的阵列上。

[0087] 对于图 13 中所示的特定的布置,多个单孔合成喷嘴 2 被安装到第一板 44a 上,并定向成将相应的射流沿第一方向向外引导,并且多个单孔合成喷嘴 2 被安装到第二板 44b 上,并定向成将相应的射流沿第二方向向外引导。喷嘴的相对定向和图 12 中所示相同。有益的是,对于由图 12 和 13 图示的布置,不需要去除鳍片 14 的部分,因为喷嘴 2 被安装在较低的侧壁 42 上。此外,弯曲部分被弯曲的角度可选择成调整来自喷嘴的空气流和鳍片 14 的末端表面之间的角度。此外,板和较低的侧壁之间的间距可进行调整以调整鳍片的末端表面和垂直气流之间的相关距离。

[0088] 如以上指出的,除了单孔合成喷嘴 2,合成喷嘴组件可包括图 14 中图示的多孔合成喷嘴 30。此外,各合成喷嘴组件可包括单孔或多孔合成喷嘴 30 的堆叠(未示出),如 M. Arik 等人的共同转让的美国专利申请序列号 12/421,068 “Heat Sinks with Distributed and Integrated Jet Cooling”中所述,该专利通过引用而整体地结合在本文中。例如如图 14 中所示,多孔合成喷嘴 30 包括第一柔性结构 32,第二柔性结构 34,联接到该第一和第二柔性结构的至少一个上的至少一个激活材料 36,以及定位在该第一和第二柔性结构之间并限定腔室的顺应性壁 38。如图 14 中所标示的,顺应性壁限定用于促进该腔室和鳍片 14 的周围环境之间的流体连通的多个孔口 39。应该指出的是图 14 中示出的孔口的数量仅为说明性而非限制性的。在一个非限制性示例中,顺应性壁 38 包括弹性体。用于顺应性壁 38 的其它示例材料非限制性地包括聚合物、胶、粘合剂、金属和合成材料。

[0089] 在图 14 的图示布置中,激活材料 36 位于第一和第二柔性结构 32, 34 两者之上。

应该注意的是图中示出的激活材料 36 在柔性结构 32, 34 上的位置纯粹是说明性的, 并且本发明不限于激活材料的任何具体位置。在特定的实施例中, 激活材料是与相应的柔性结构共同延展的。在其它实施例中, 激活材料仅在柔性结构的一部分上延伸。该激活材料可呈单个连续部分的形式。备选地, 可采用激活材料的多个不连续部分来促动相应的柔性结构。合适的激活材料是一种能够产生由电刺激形成的应力的材料。在以上关于图 15 和 16 提供了合适的激活材料的示例。

[0090] 如以上关于图 2 所讨论的, 可提供合成喷嘴驱动器 40 来向该至少一个激活材料 36 施加电流, 以形成周围空气的流。合成喷嘴驱动器 40 可位于机架 10 内或可远程地定位。

[0091] 在上述机架中可采用多个不同的鳍片构造。对于图 1 和 2 中描绘的布置, 鳍片是布置成规则的一维阵列的板状鳍片。图 17 图示了 v 形沟槽板状鳍片构造。在具体的情况下, v 形沟槽构造可展示出相对于例如图 1 和 2 中显示的常规板状鳍片布置增强的冷却。应该指出的是尽管图 17 显示了具有对称 v 形沟槽的 v 形沟槽构造, 但是本发明并不限于这些布置, 并且还可采用非对称的 v 形沟槽构造。类似地, 尽管图 17 示出了中心线与喷嘴的相应中心线对齐的 v 形沟槽, 但也可以采用偏置布置, 其中 v 形沟槽的中心线从喷嘴的中心线偏置。类似地, 也可采用这些布置的组合 (对于相应的喷嘴非对称 v 形沟槽是偏置的)。

[0092] 相对于图 15, 16, 18 和 19 描述了带有分布式喷嘴冷却的机架 10 的特定特征。如以上参考图 1 和 2 所示, 机架 10 包括限定容积 (未示出) 的一个或多个侧壁 12, 该容积构造大致包围位于该容积内的一个或多个发热部件 (未示出)。该机架 10 还包括热连接到一个或多个侧壁中的相应一个侧壁上的至少一个鳍片 14 的阵列, 以及至少一个合成喷嘴组件 30, 该至少一个合成喷嘴组件 30 包括设置在该至少一个鳍片的阵列的相应一个鳍片的侧面 15, 16 上的多个单孔合成喷嘴 2。例如如图 15 中所示出的, 单孔合成喷嘴 2 的每一个均构造成在鳍片 14 的相应一个的末端处 (“鳍上” 构造) 引导射流。有益的是, 实验性的测试结果显示鳍上构造 (喷嘴出口中心线与相应的鳍片对齐) 展示出相对于其中在相邻鳍片之间引导射流的布置增强的冷却性能)。

[0093] 例如如图 15 和 16 中所示, 单孔喷嘴 2 的每一个均包括孔口。对于特定实施例, 孔口的至少一个子集具有在大约三 (3) 毫米 (mm) 到大约十七 (17) mm 范围内的开口长度 L, 而相应孔口与鳍片的相应末端之间的距离 d (例如见图 18) 在大约一毫米 (mm) 到大约七 (7) mm 的范围内。例如如图 20 和 21 中所示, 对于孔口 39 开口长度 L 是由限定该孔口的壁 (例如, 硅酮壁) 的末端形成的弦的长度。因此, “迎面” 查看喷嘴 (面向孔口) 时, 开口长度 L 是开口的二维长度。更一般而言, 孔口尺寸选择成与鳍片间隔成比例, 以实现最优冷却, 并提供足够的冷却 / 涡流生成, 喷嘴最佳地与鳍片一起定位。根据更特别的实施例, 孔口的至少一个子集具有在大约八 (8) 毫米到大约十七 (17) mm 范围内的开口长度 L, 并且又更特别地, 在大约十三 (13) mm 到大约十七 (17) mm 范围内。实验性的测试结果显示 15mm 孔口的喷嘴展示出相对于 8mm 孔口的喷嘴增强的冷却性能。

[0094] 根据更特别的实施例, 距离 d 处于约一毫米 (mm) 到约 3mm 的范围内。在一个非限制性示例中, 孔口和鳍片的末端之间的距离 d 为大约两毫米。如此处所用, 用词 “约” 应该解释为意味着在所述值加 / 减百分之十之内。实验性测试结果对于与相应的鳍片间隔 10mm 和 2mm 的喷嘴显示出类似的冷却。因此, 两 (2) mm 间隔是优选的, 以减小喷嘴安装所占用的空间。

[0095] 图 19 显示了合成喷嘴和鳍片的三种不同的“鳍上”布置。对于图 19 中所示的第一构造（标示为“3 喷嘴”），各合成喷嘴组件包括三个单孔合成喷嘴 2，且相邻单孔合成喷嘴之间的间隔为每四个鳍片。更一般而言，可使用单孔合成喷嘴 2 的整数 N ，此处相邻单孔合成喷嘴之间的间隔为每四个鳍片。对于图 19 中所示的第一构造， $N = 3$ 。例如对于为测试热沉两倍宽的机架， $N = 6$ 。例如如图 19 中所示，短语“每四个鳍片”应该理解为意味着对于板状鳍片的一维阵列的情况每四个鳍片。类似地，对于销鳍片的二维阵列的情况这指的是每四个鳍片列。

[0096] 对于图 19 中所示的第二构造（标示为“4 喷嘴”），各合成喷嘴组件包括四个单孔合成喷嘴 2，且相邻单孔合成喷嘴 2 之间的间隔为每三个鳍片。更一般而言，可使用单孔合成喷嘴 2 的整数 N ，此处相邻单孔合成喷嘴之间的间隔为每三个鳍片。对于图 19 中所示的第二构造， $N = 4$ 。例如对于为测试热沉 150% 宽的机架， $N = 6$ 。例如如图 19 中所示，短语“每三个鳍片”应当理解为意味着对于板状鳍片的一维阵列的情况为每三个鳍片，而对于销鳍片的二维阵列的情况为每三个鳍片列。

[0097] 对于图 19 中所示的第三构造（标示为“5 喷嘴”），各合成喷嘴组件包括五个单孔合成喷嘴 2，且相邻单孔合成喷嘴 2 之间的间隔为每两个鳍片。更一般而言，可使用单孔合成喷嘴 2 的整数 N ，此处相邻单孔合成喷嘴之间的间隔为每两个鳍片。对于图 19 中所示的第二构造， $N = 5$ 。然而， N 的具体值可变化。例如如图 19 中所示，短语“每两个鳍片”应当理解为意味着对于板状鳍片的情况为每两个鳍片，而对于销鳍片的二维阵列的情况为每两个鳍片列。

[0098] 尽管冷却增强随着喷嘴的数目而增加，但此趋势随着喷嘴的上升的数目而下降。从三个喷嘴转换到四个喷嘴，整体的增强从 2.5 变化至 3.2，上升 0.7，而当从四个喷嘴转换到五个喷嘴时其增加 0.3。这显示随着喷嘴的数目增加 COP（性能系数）下降。在本发明中 COP 限定为合成喷嘴的热耗散与功耗的比率。这些结果是针对一系列多喷嘴测试对于使用具有 15mm 孔口的合成喷嘴的鳍上布置获得的，合成喷嘴放置在鳍片板下方两毫米处。对于这些布置，从三喷嘴转换到四喷嘴导致 COP 轻微地从 49 下降至 47。然而，从四喷嘴转换至五喷嘴导致 COP 从 47 下降至 42。有益的是，使用四喷嘴获得相对于自然对流获得 300% 的增强，以及 47 的性能系数。

[0099] 尽管本文仅说明并描述了本发明的某些特征，但本领域技术人员将想到许多改型和改变。因此应该理解的是，所附权利要求书意图覆盖落入本发明真实精神之内的所有此类变更和改变。

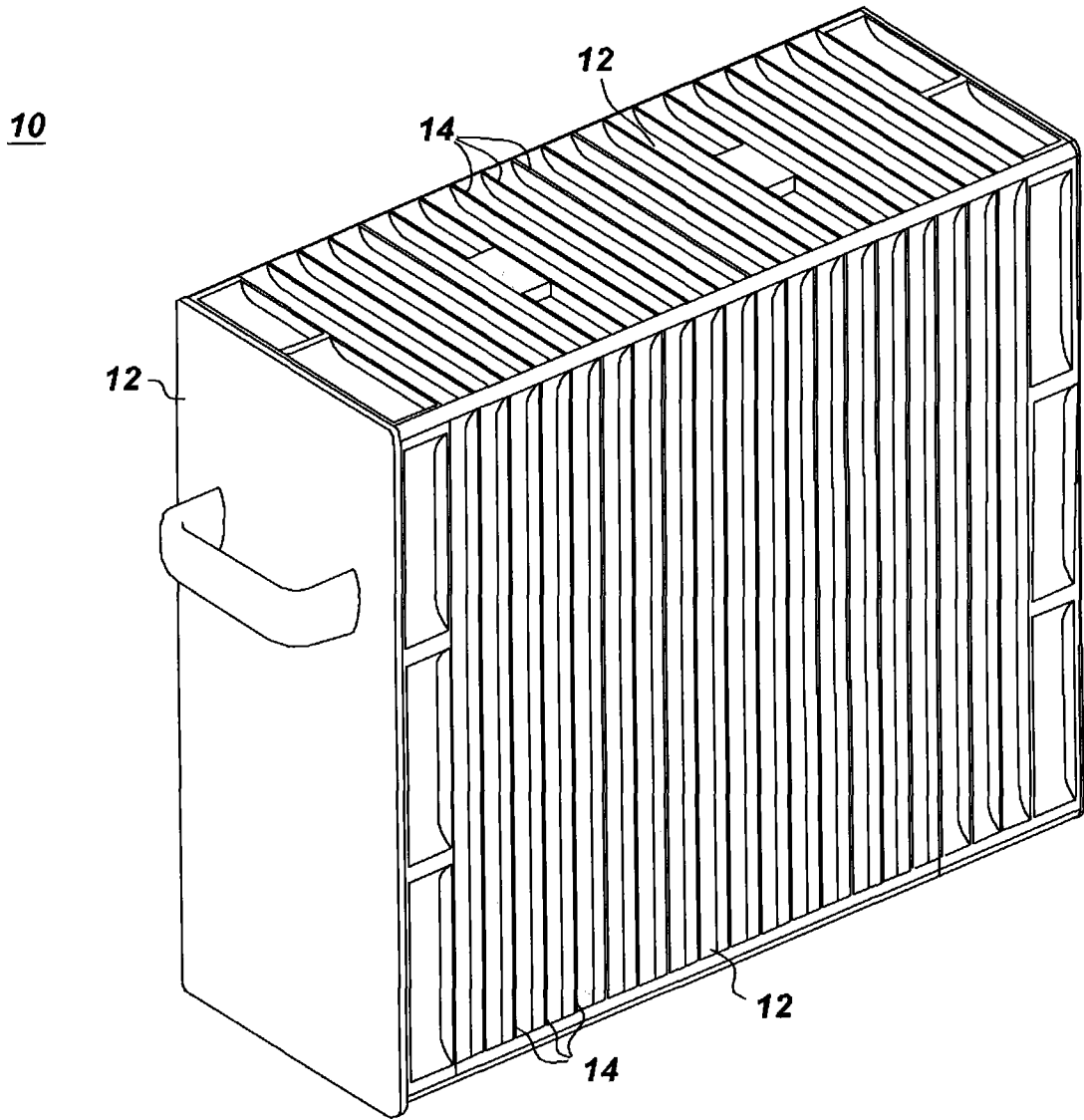


图 1

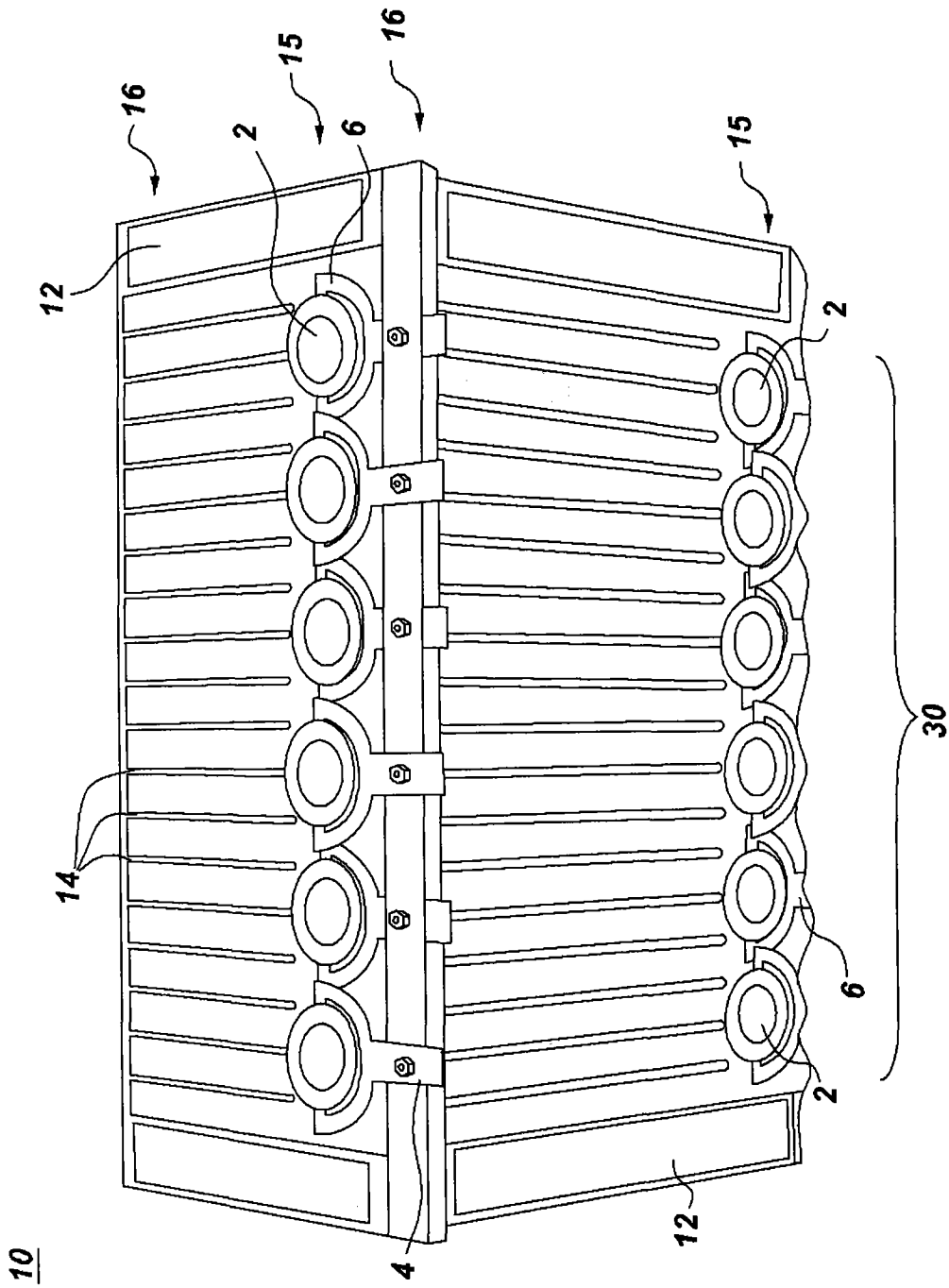


图 2

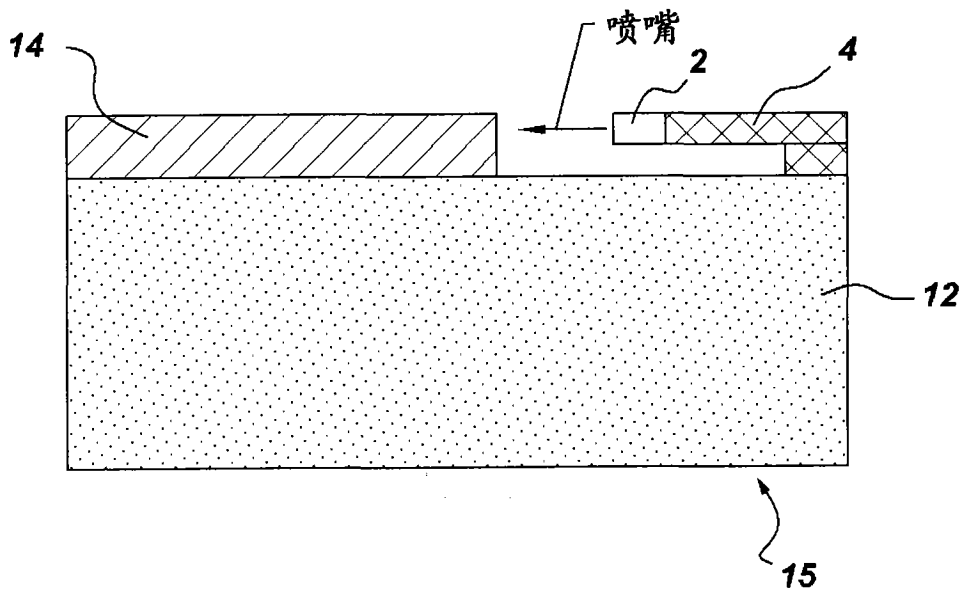


图 3

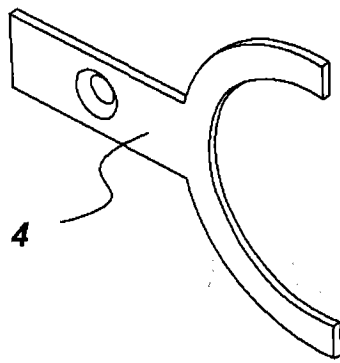


图 4

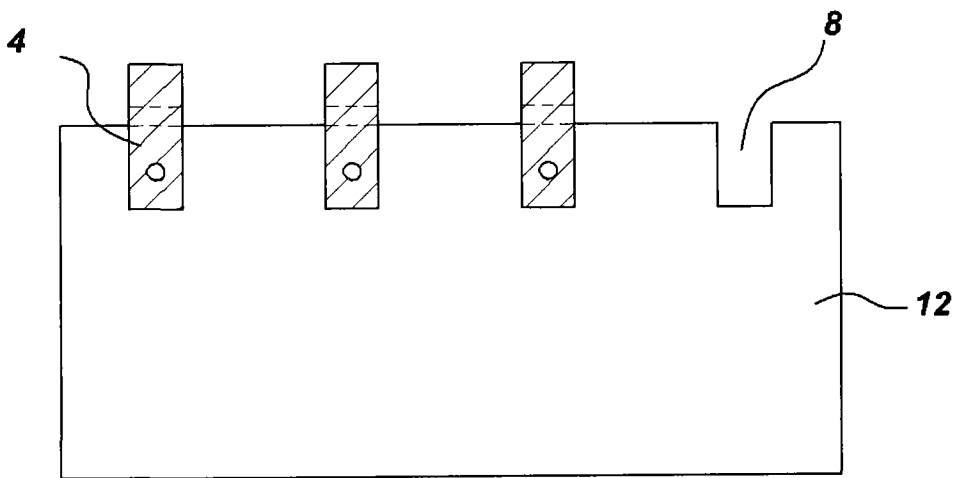


图 5

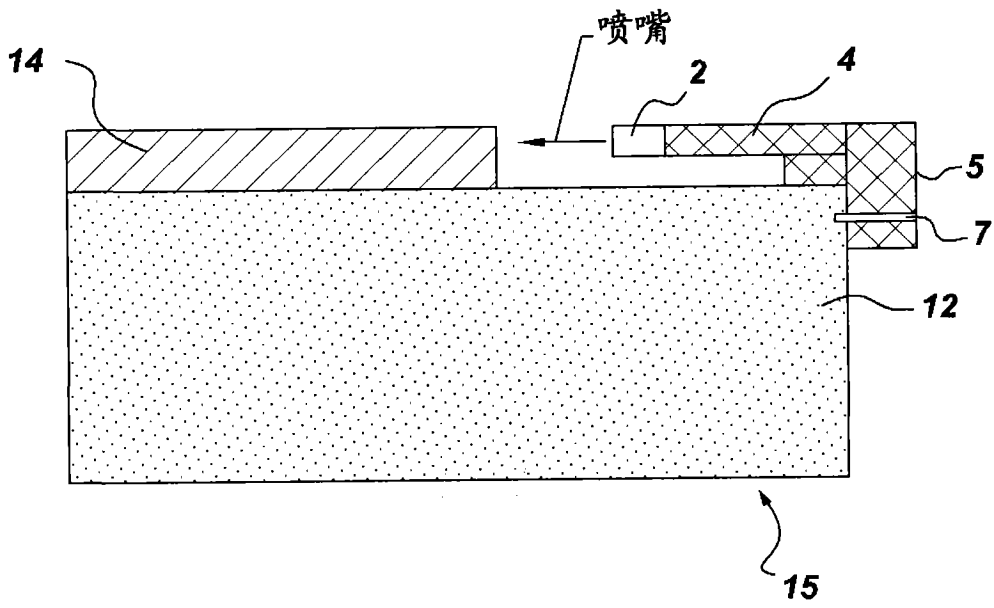


图 6

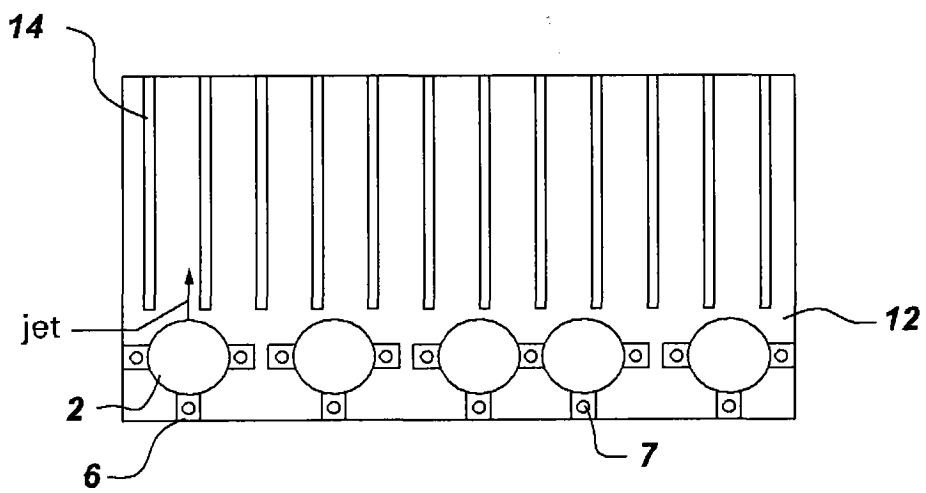


图 7

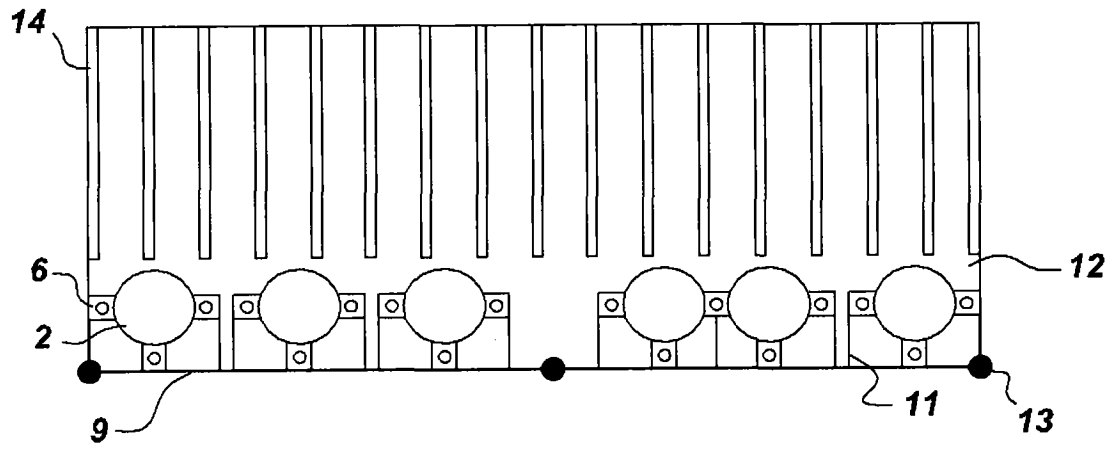


图 8

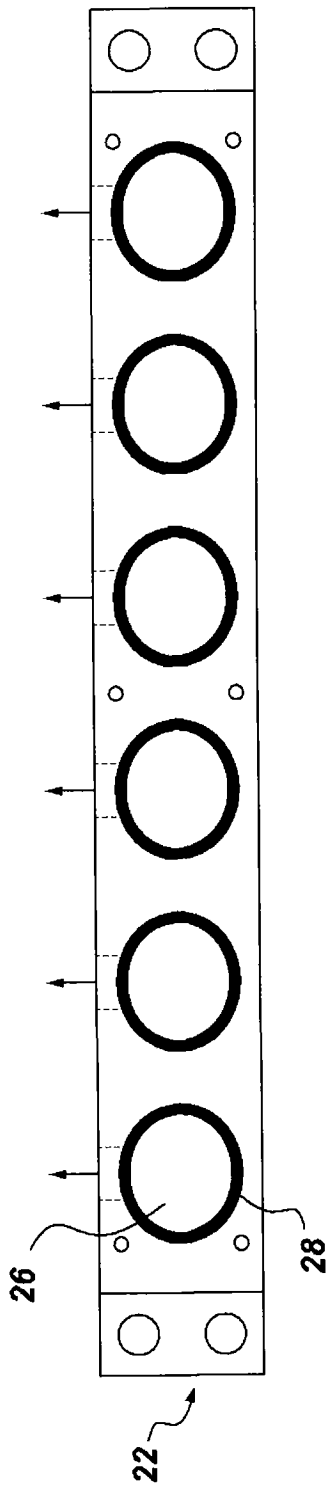


图 9(a)

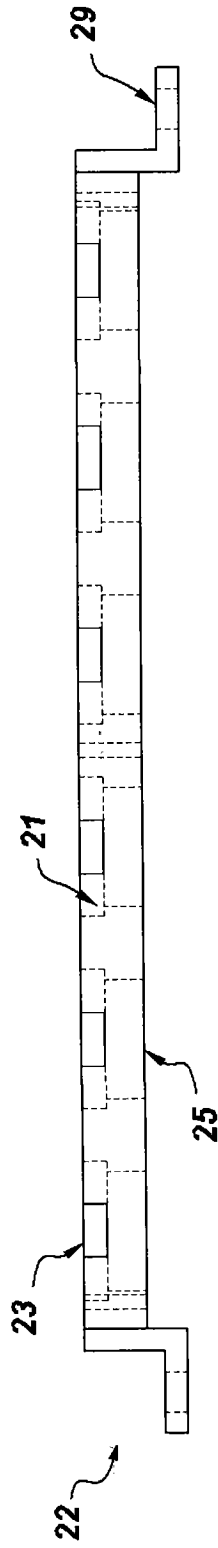


图 9(b)

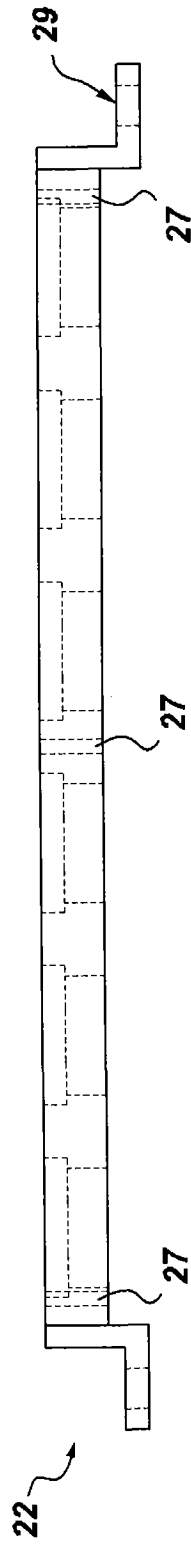


图 9(c)

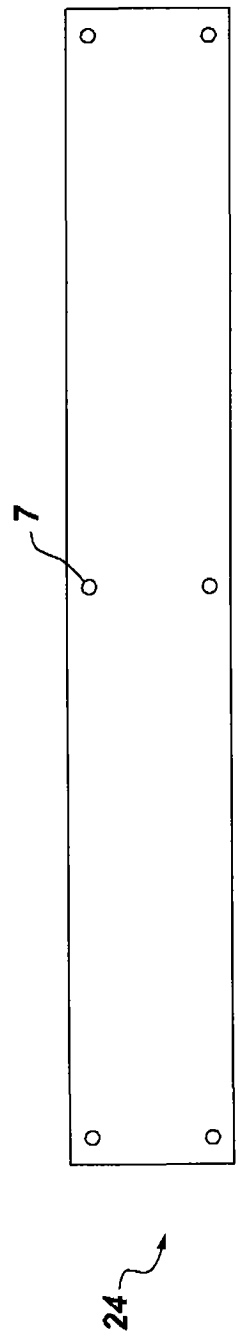


图 10(a)

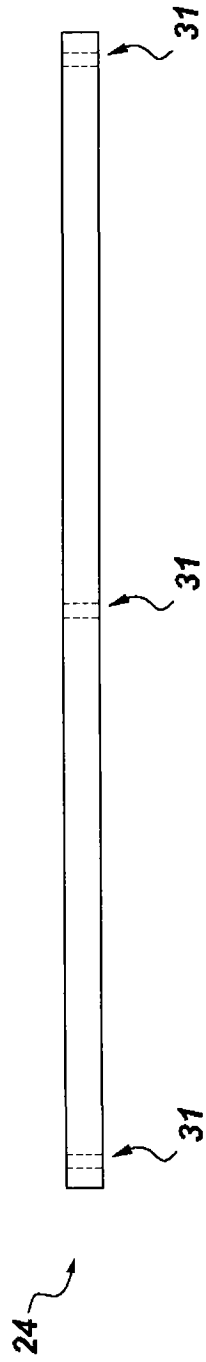


图 10(b)

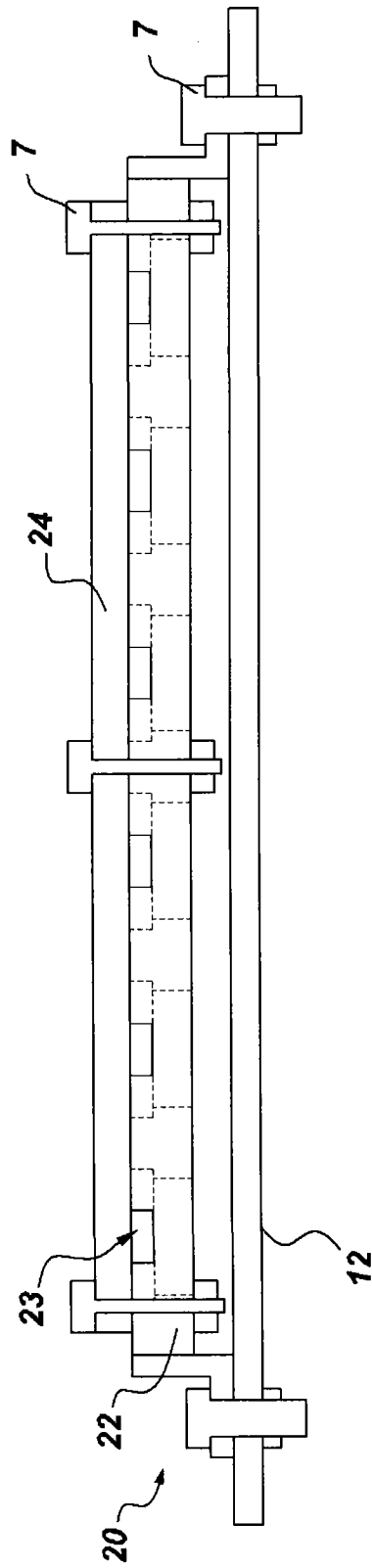


图 11

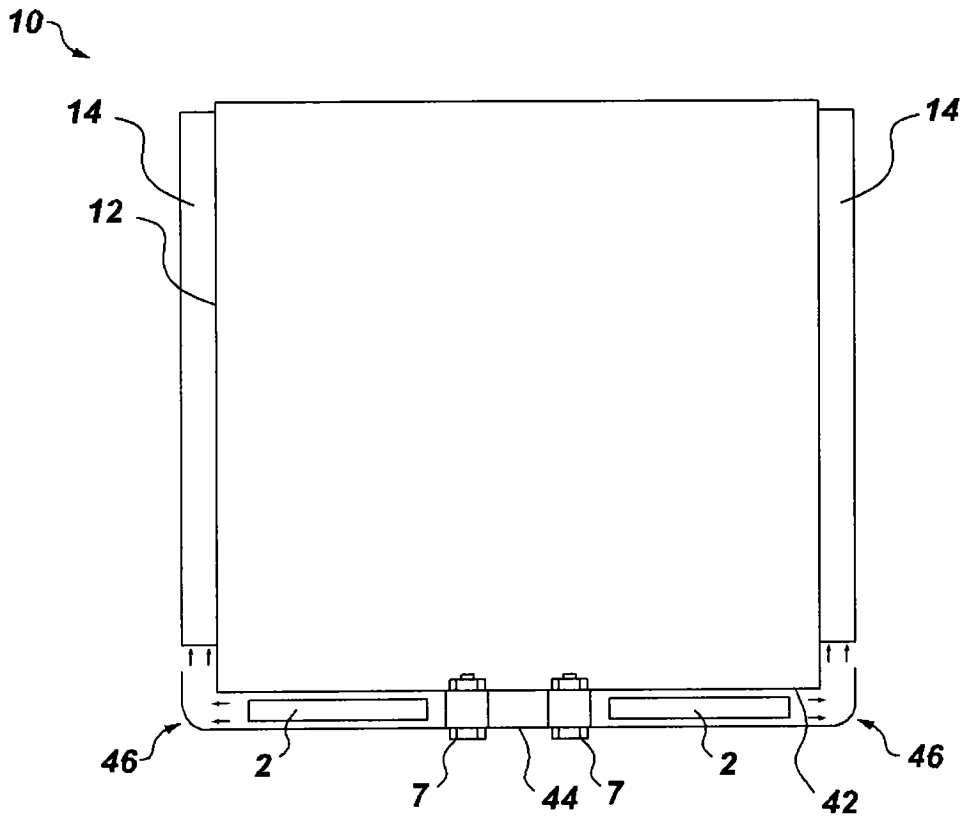


图 12

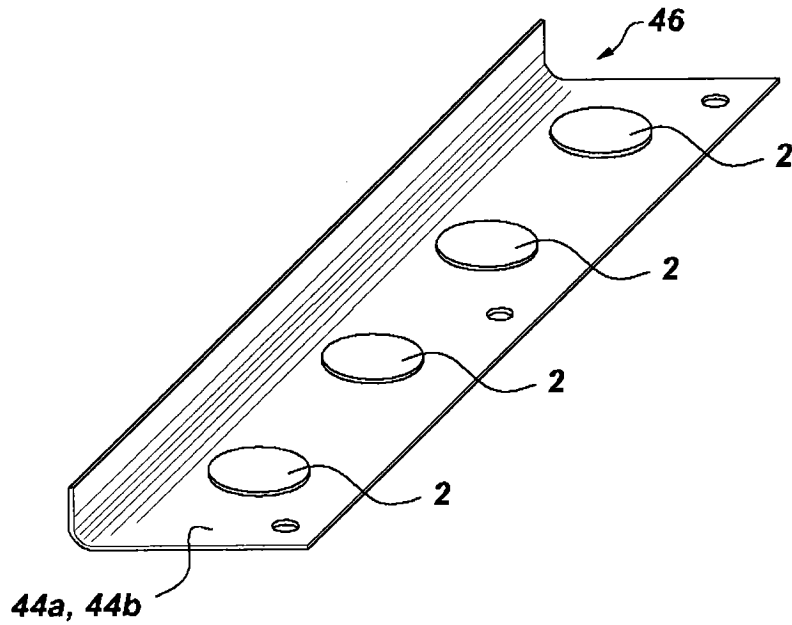


图 13

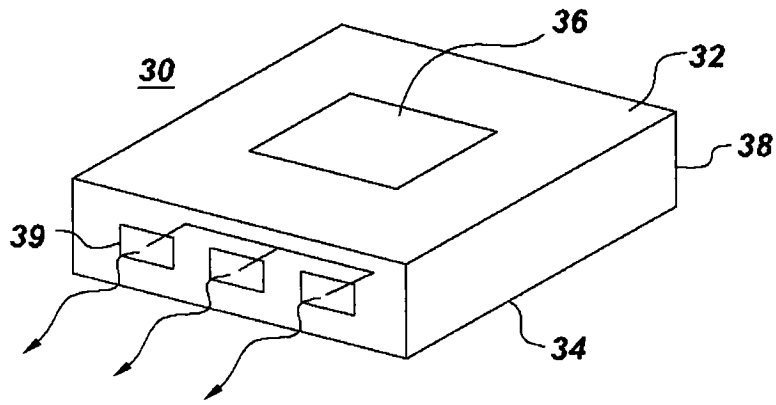


图 14

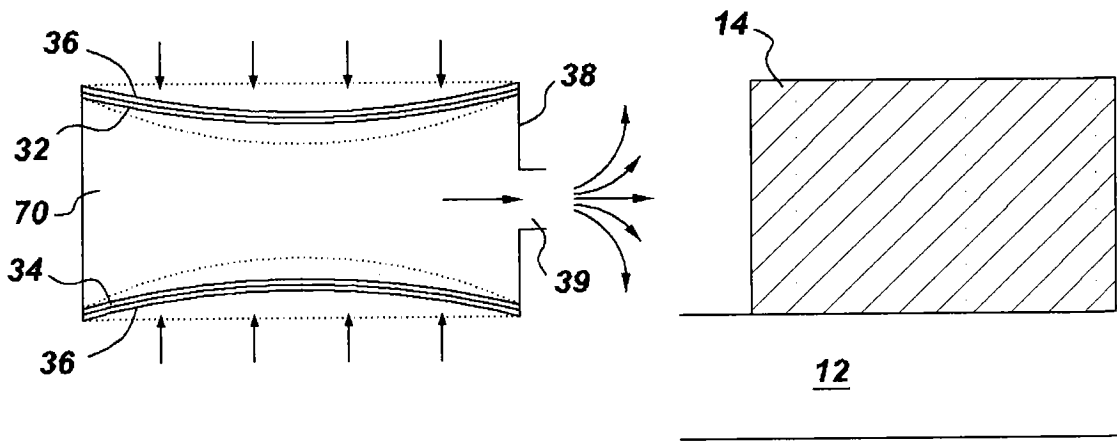


图 15

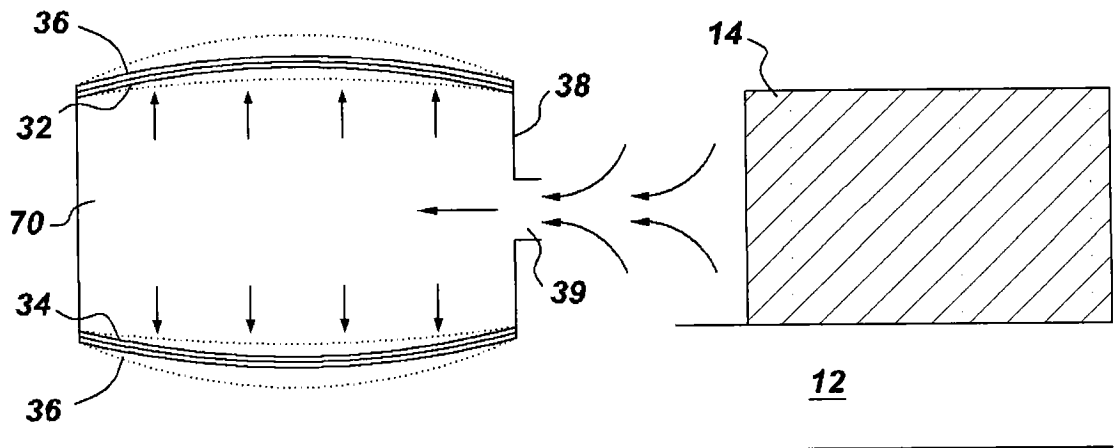


图 16

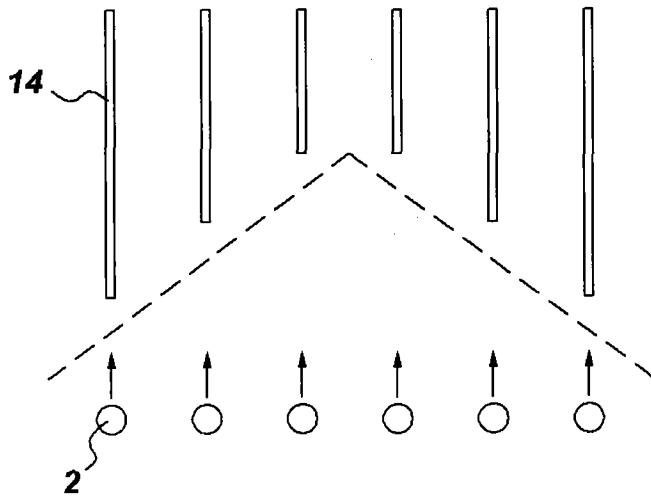


图 17

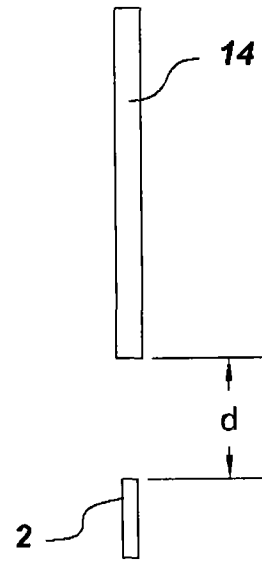


图 18

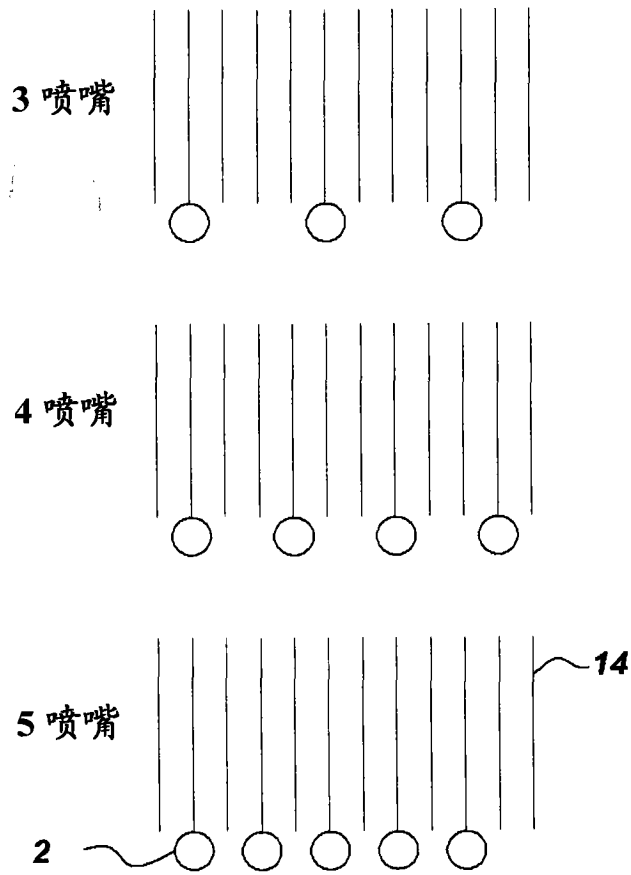


图 19

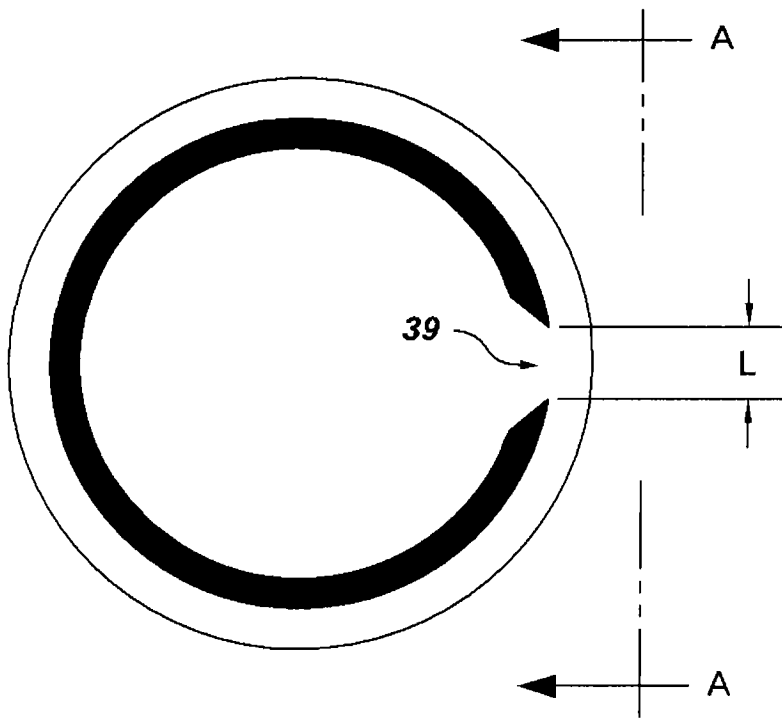


图 20

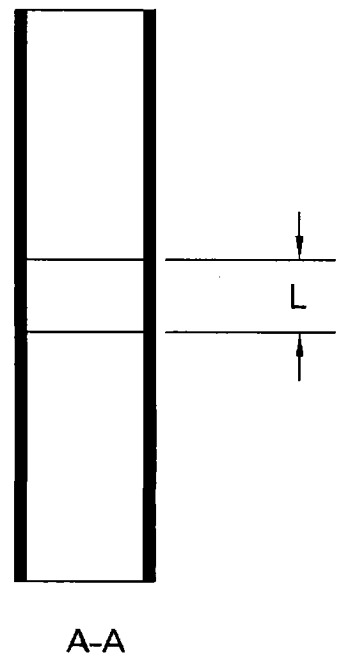


图 21