



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106559973 B

(45)授权公告日 2019.06.11

(21)申请号 201511024200.1

(22)申请日 2015.12.30

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106559973 A

(43)申请公布日 2017.04.05

(30)优先权数据  
14/871,592 2015.09.30 US

(73)专利权人 EMC公司  
地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 J-P·弗里克

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理  
有限责任公司 11204  
代理人 王达佐 王艳春

(51)Int.Cl.

H05K 7/20(2006.01)

(56)对比文件

US 7336486 B2,2008.02.26,  
TW 201137237 A1,2011.11.01,  
US 8418934 B2,2013.04.16,  
CN 1906416 A,2007.01.31,

审查员 张菁

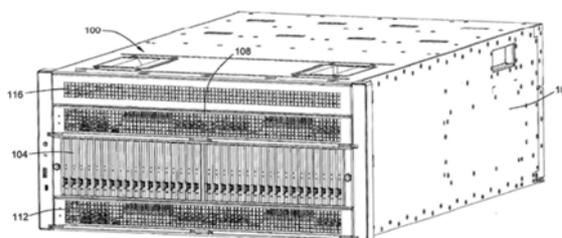
权利要求书1页 说明书8页 附图9页

(54)发明名称

借助有效表面的热管理

(57)摘要

借助有效表面的散热器热管理系统。所述散热器包括在所述散热器内的腔、和喷口。所述喷口提供了从所述腔到所述散热器表面的途径。所述散热器还包括附着于所述腔的膜和所述膜的致动器,所述致动器引起所述膜振荡。所述膜的振荡引起介质通过所述喷口流入和流出。



1. 一种散热器,包括:  
在所述散热器内的腔;  
第一喷口,其中所述第一喷口提供从所述腔到所述散热器表面的途径;  
附着于所述腔的膜;和  
所述膜的致动器,引起所述膜振荡,  
其中所述膜的振荡引起介质通过所述第一喷口流入和流出;  
其中所述膜形成所述散热器表面的一部分;  
其中当所述膜振荡时,所述腔的体积基本上保持不变;  
其中,交替地:  
所述腔中的第一区域体积增加,从而引起介质通过所述第一喷口流入,和同时所述腔中的第二区域体积减小,从而引起介质通过第二喷口流出,和  
所述腔中的第一区域体积减小,从而引起介质通过所述第一喷口流出,和同时所述腔中的第二区域体积增加,从而引起介质通过所述第二喷口流入;  
其中所述第一喷口位于第一区域内的所述膜中,以及  
其中所述第二喷口位于所述第二区域内的所述膜中。
2. 根据权利要求1所述的散热器,还包括至少第二喷口,  
其中所述至少第二喷口提供了从所述腔到所述散热器表面的至少第二途径,和  
其中所述膜的振荡引起介质通过所述至少第二喷口流入和流出,与所述介质通过所述第一喷口的流入和流出基本上同步。
3. 根据权利要求1所述的散热器,其中喷口直径等于或小于0.5mm。
4. 根据权利要求1所述的散热器,其中所述膜由选自由纸、聚对苯二甲酸乙二醇酯和有机硅所组成的组中的一种形成。
5. 根据权利要求1所述的散热器,其中所述膜包括导电表面。
6. 根据权利要求1所述的散热器,其中所述膜的致动器选自由压电致动器、静电致动器和电磁致动器所组成的组中的一种。
7. 根据权利要求1所述的散热器,其中所述介质是空气。
8. 根据权利要求1所述的散热器,其中所述散热器形成电子元件的外壳。
9. 根据权利要求8所述的散热器,其中所述电子元件是固态存储模块。
10. 根据权利要求1所述的散热器,还包括不同于所述第一喷口的至少两个开口,  
其中所述至少两个开口使介质能够流过所述腔,不同于使得所述介质通过所述第一喷口的流入和流出。

## 借助有效表面的热管理

### 背景技术

[0001] 电子元件可以产生可能需要除去的热。对流可以是所述电子元件带走热的机制。

### 附图说明

[0002] 图1A示出了根据所述技术的一种或多种实施方式的存储组件的透视图。

[0003] 图1B示出了根据所述技术的一种或多种实施方式的存储组件的横截面透视图。

[0004] 图2A-3B示出了根据所述技术的一种或多种实施方式的固态存储模块的多个视图。

[0005] 图4-5B示出了根据所述技术的一种或多种实施方式的固态存储模块的详细视图。

### 具体实施方式

[0006] 现在将参考所述附图详细地描述所述技术的具体实施方式。为了一致，各图中同样的部件由同样的附图标记表示。

[0007] 在下面所述技术的实施方式详细说明中，阐述了许多具体细节以便提供对所述技术的更彻底了解。然而，所述技术可以在没有这些具体细节下实施，对本领域普通技术人员而言将是显而易见的。在其他实施例中，没有详细描述公知的特征以避免不必要地使所述描述复杂化。

[0008] 在本申请中，序数（例如，第一、第二、第三等）可以用作部件（即，申请中的任何名词）的形容词。使用序数并非暗示或创建所述部件任何特别的顺序也并非将任何部件限制为只是单个部件，除非被明确地公开，例如通过利用术语“在...之前”、“在...之后”、“单个”和其他这样的术语。相反，使用序数是为了区分部件。例如，第一部件不同于第二部件，并且第一部件可以包括多于一个部件并且在部件的顺序上在第二部件之后（或之前）。

[0009] 在下面图1A-5B的描述中，在所述技术的各种实施方式中就一个图描述的任何元件，可以等同于就任何其他图描述的一个或多个同样名称的元件。为了简洁起见，对于各个附图，这些元件的描述不会重复。因此，各图的元件的每个实施方式通过引用结合并假定为在具有一个或多个同样名称的元件的所有其他图内可选地存在。另外，根据所述技术的各种实施方式，图的元件的任何描述应解读为任选的实施方式，其可以附加于、结合或代替就任何其他图中相应的同样名称的元件而描述的实施方式来实施。

[0010] 总的来说，所述技术的实施方式涉及借助有效表面（active surface）的热管理方法和系统。更具体地说，本文中公开的一种或多种实施方式可以涉及使得能够从表面除热的系统的一个或多个元件。热可以，例如，由电子元件例如集成电路、发光二极管（LED）、固态存储模块等产生。这些电子元件可以产热并且可能需要冷却以便确保适当的功能和避免损坏。因此这些电子元件可以与设计成从所述电子元件导走热的导热材料处于表面接触。在所述技术的一种或多种实施方式中，所述导热材料包括适合于将热能例如通过对流散发到周围介质中的一个或多个表面。所述周围介质可以是，例如，空气或水（或任何其他流

体)。为了增加可以从导热材料的表面除去的热能,所述周围介质可以连续移动,例如,利用风扇产生连续气流经过所述导热材料表面。流体动力学可以支配所述介质移动经过所述导热材料表面的行为,例如介质在所述表面附近的速度、和介质流沿着所述表面的移动是层流的还是紊流的。通常,介质的较高速度可以导致通过对流的除热增加,而相同介质的较低速度可以导致通过对流的除热减少。

[0011] 虽然这些实施方式的一种或多种可以是优选的,但所公开的实施方式不应该被解读为、或者用作限制本公开(包括权利要求)的范围。另外,本领域技术人员将领会到下文的技术具有广泛的应用,并且任何实施方式的论述只意味着是该实施方式的示例,没有打算启示本公开(包括权利要求)的范围限于该实施方式。

[0012] 所述技术的一个或多个方面涉及从存储组件系统中的固态存储器模块除热的方法。

[0013] 某些术语在以下的描述和权利要求中始终用于指称特定的特征或元件。如本领域技术人员将领会的,不同的人可以用不同的名称来指称相同的特征或元件。本文件不打算区分在名称而不是功能上不同的元件或特征。图不一定是按比例。本文中的某些特征和元件可以在比例上放大或多少以示意形式示出,而且为了清楚和简明起见,常规部件的一些细节可以不示出。

[0014] 参考图1A和1B,示出了根据所述技术的一种或多种实施方式的存储组件系统100的多个视图。图1A示出了存储组件系统100的透视图且图1B示出了部分组装的存储组件系统100的横截面透视图。

[0015] 在所述技术的一种或多种实施方式中,存储组件系统100可以包括机壳102,在其中可以布置一个或多个元件并固定在内。例如,如图1A和1B中所示,一个或多个固态存储模块104可以布置在机壳102的前部内。

[0016] 另外,如图所示,可以形成穿透存储组件系统100的机壳102的一个或多个开口,其中所述一个或多个开口可以让气流通过存储组件系统100的机壳102。在一种或多种实施方式中,穿透机壳102形成的前述开口可以包括上气流室108、中央气流室110和下气流室112。

[0017] 外,一个或多个风扇模块(未示出)可以布置在机壳102后部中的一个或多个风扇模块托架114内。在所述技术的一种或多种实施方式中,在所述一个或多个风扇模块托架114中的所述一个或多个风扇模块可以被构造成牵引空气通过存储组件系统100的机壳102。更具体地说,所述风扇模块可以被构造成通过上气流室108、中央气流室110和下气流室112示出的每一个,(例如,在图1B中分别沿着箭头A、B和C示出的方向)将空气从机壳102的前部抽到机壳102的后部。在一种或多种实施方式中,气流A、B和C可以分别在上气流室108、中央气流室110和下气流室112的每一个中的至少一些区域内分隔。例如,在被固态存储模块104占据的区域中,中央气流室110中的气流与上气流室108和下气流室112的气流分隔。因此,所述固态存储模块可以只暴露于所述中央气流室中的气流。在一种或多种实施方式中,所述中央气流室可以通过所述风扇模块形成空气从所述机壳的前部移到所述机壳的背部的通道。所述通道可以由一组空气导引板形成。固态存储模块104,当被插入机壳102中时可以是垂直定向的(参见图1B),并且可以基本上从形成所述通道底部的空气导引板延伸到形成所述通道的顶板的空气导引板。气流因此被局限在所述固态存储模块之间的间隙118,并且,在最外面的固态存储模块的情况下,被局限在所述固态存储模块和相邻的空气

导引板之间。

[0018] 此外,在一种或多种实施方式中,存储组件系统100还可以包括一个或多个电源(未示出)。在所述技术的一种或多种实施方式中,所述一个或多个电源可以供电并且还可以牵引空气通过存储组件系统100的机壳102(例如,通过供电气流室116)。

[0019] 参考图2A-2D,示出了根据所述技术的一种或多种实施方式,固态存储模块104的多个视图。固态存储模块104可以布置在存储机壳102内。在所述技术的一种实施方式中,固态存储模块宽度(在图2B中表示为“W”)可以设计成使得36个固态存储模块可以容纳在机壳内(参见例如,图1A)。所述固态存储模块的高度(在图2A中表示为“H”)可以是2U(或基本上2U)。当被插入存储机壳102中时,所述固态存储模块可以从中央气流室110的底部(例如空气导引板)延伸到所述中央气流室的顶部(例如另一个空气导引板)。所述技术不限于前述的尺寸。

[0020] 如图2A-2D中所示,所述固态存储模块可以包括外壳202和牵引构件204,所述构件使使用者能够将所述固态存储模块从所述存储机壳中插入和取出。在一种或多种实施方式中,外壳202可以包括顶盖206和底盖208,形成腔。所述腔可以包括印刷电路板,所述印刷电路板包括固态存储器(例如,NAND闪速存储器、NOR闪速存储器、磁性随机存储器(MRAM)、自旋力矩磁性随机存储器(ST-MRAM)、相变存储器(PCM)、忆阻存储器、或定义为非易失性存储类存储器(SCM)的任何其他存储器)、和在其上安装的其他集成电路元件、电容器等等。

[0021] 在所述技术的一种或多种实施方式中,所述固态存储模块还包括两个4x外围元件互连Express(PCIe)连接器210A、210B。所述两个4x PCIe连接器可以使所述固态存储模块能够与存储组件系统100的其他电路连接。所述固态存储模块可以与其他类型的连接器一起实施而不背离所述技术。

[0022] 在所述技术的其他实施方式中,所述固态存储模块可以实施符合一种或多种下列协议的连接器:外围元件互连(PCI),PCI-扩展(PCI-X),非易失性存储器Express(NVMe),基于PCI-标准光纤的非易失性存储器Express(NVMe),基于以太网光纤的非易失性存储器Express(NVMe)、和基于无限宽带技术光纤的非易失性存储器Express(NVMe)。本领域技术人员将领会,所述技术不限于前面提到的协议。

[0023] 在所述技术的一种或多种实施方式中,包括固态存储器的所述集成电路元件(未示出)可以与顶盖206和/或底盖208直接接触或通过一些热界面材料(TIM)接触。TIM可以是可延展的材料例如硅基油灰或凝胶。可以使用其他TIM,并不背离所述技术。在所述技术的一种或多种实施方式中,TIM布置在所述固态存储模块内以便限制所述腔内的集成电路元件和所述顶盖206和/或底盖208之间的空气间隙。

[0024] 另外,一个或多个散热器可以位于顶盖206和TIM之间和/或底盖208和TIM之间。所述散热器可以由提供有效热消散的任何材料制成,以便防止在所述顶盖和/或底盖上由于所述集成电路元件产生的热所致的任何热区。所述散热器可以由例如碳纤维制成。所述散热器可以使用其他材料而并不背离所述技术。

[0025] 所述固态存储模块104的顶盖206和底盖208可以通过压合连接在一起。说说另一种方式,所述顶盖和底盖被压在一起以生成所述固态存储模块。在这样的情况下,没有使用外部紧固件将所述固态存储模块的顶盖和底盖彼此连接。缺乏外部紧固件可以使所述固态存储模块能够抗篡改。在所述技术的其他实施方式中,所述顶盖和底盖可以利用外部紧固

件连接在一起,所述外部紧固件包括但不限于螺钉、销、环氧树脂(或其他胶粘化合物)。

[0026] 在所述技术的一种实施方式中,所述固态存储模块104的顶盖206和底盖208由铝制成。然而,本领域技术人员将领会,它们可以由起到以下功能的任何其他材料制成:(i) 消散热和/或(ii) 将所述固态存储模块中的内部元件屏蔽电磁干扰(EMI)。在所述技术的一种实施方式中,所述固态存储模块的顶盖和底盖充当独立散热片和/或共同充当单一散热片。所述顶盖和底盖可以由其他材料制成,所述其他材料例如复合材料、合金、或具有高导热性的任何其他材料。所述固态存储模块的顶盖和底盖的具体材料的选择可以基于需要从所述固态存储模块除去的热量而异。另外,虽然描述所述固态存储模块使用单一的顶盖和底盖材料,但所述固态存储模块的顶盖和底盖可以由不同的材料制成。另外,用于某个盖的材料也可以是不一致的,使得盖子的一部分可以由第一材料制成而所述盖子的第二部分可以由第二材料制成。

[0027] 在所述技术的一种或多种实施方式中,所述顶盖206和/或底盖208中的一个或多个孔可以形成喷口212,用于生成基本上垂直于所述顶盖和底盖的表面的气流。包括所述一个或多个孔的所述技术的一种或多种实施方式随后在图3A-5B中描述。

[0028] 图3A和3B分别示出了根据所述技术的一种或多种实施方式的固态存储模块104的顶视图和侧视图。图3B还示意性地示出了将空气抽过所述固态存储模块的表面206的风扇模块300(其可以类似于被插入机壳102的风扇模块托架114中的风扇模块)。放置在所述固态存储模块下游的所述风扇模块的一个或多个风扇在面向所述固态存储模块的一侧产生负压,引起沿着固态存储模块104的顶盖206和底盖208的气流302(在图3B中从右到左)。替代地或附加地,一个或多个风扇模块可以放置在所述固态存储模块的上游,在面向所述固态存储模块的一侧产生正压。在所述技术的一种或多种实施方式中,可以产生沿着所述顶盖和底盖的层流气流,其中所述流动特性是位置依赖性的。起初,在空气接近固态存储模块104时,空气的速度在整体气流上可以是大致相似的(参见图3B的最右区域)。一旦空气沿着所述固态存储模块的顶盖和底盖通过,静止的顶盖和底盖与移动空气之间的摩擦力降低了所述顶盖和底盖中间附近的气流速度,然而所述速度降低在距离所述固态存储模块距离较大处较不显著。因此,可以产生抛物面或准抛物面的流速曲线(profile)304。由于这种效应,在所述顶盖和底盖附近可以产生区306,其中空气是停滞的和/或只缓慢移动。由于所述停滞和/或缓慢移动空气,该区中的对流传热可能不良。随着空气沿着所述顶盖和底盖移动(右至左,在图3B中),区306可以逐渐地变宽,从而可以进一步阻碍对流传热。如果不采取对策,所述对流传热可以被阻碍到可能出现固态存储模块104的元件过热的程度。

[0029] 在所述技术的一种或多种实施方式中,停滞和/或缓慢移动空气区306利用以基本上垂直于气流302的方向从固态存储模块104的顶盖206和底盖208引来的空气射流进行破坏。所述空气射流可以来源于顶盖206和/或底盖208中的一个或多个孔(图3A中示出,但在图3B中不可见),所述孔形成设计用于喷射空气射流的喷口212。由喷口212喷射的空气射流可以充分干扰所述抛物面或准抛物面的流量曲线的产生,例如,通过在所述另外的层流气流302中产生紊流区308。于是,消除或缩小了抛物面或准抛物面流量曲线306,并重建了沿着顶盖206和底盖208的充分气流。随着空气沿着所述顶盖和底盖继续移动(右到左,图3B中),可以再度出现抛物面或准抛物面的流量曲线,并且可以在更远的下游产生空气移动停滞或缓慢的第二区310。可以使用附加的空气射流(未示出)来破坏第二区310。

[0030] 图4-5B示出了根据所述技术的一种或多种实施方式的固态存储模块的详细视图，图示了用于破坏前面描述的停滞或缓慢移动空气区的空气射流的实施。

[0031] 在图4中，示出了所述技术的示例性实施方式的详细视图，其中通过位于固态存储模块104内的膜430产生空气射流。根据所述技术的实施方式，所述固态存储模块包括顶盖206和底盖208。在图4中示出的示例性实施方式中，顶盖206配备有形成两个喷口的孔212A、212B。在所述技术的一种实施方式中，喷口可以是孔本身。在所述技术的替代实施方式中，喷口衬套可以在所述孔中，从而形成喷口。所述喷口的直径可以通过产生足够强的空气射流以干扰前述抛物面或准抛物面流量曲线产生的需要而定。所述喷口的直径可以在选择直径小得足以产生充分速度的空气射流、和选择直径大得足以避免由于流阻的过度压力损失之间权衡。所述喷口的直径可以是，例如，0.5mm。本领域技术人员将领会，所述喷口的直径不限于这种特定的尺寸。相反地，所选择的直径可以基于多种因素来确定，所述因素包括但不限于，喷口数量和位移通过所述喷口的空气体积。另外，底盖208可以配备有形成两个喷口的孔212C、212D。顶盖206和底盖208和壁436A、436B可以形成腔434，其中空气可以通过喷口212A-212D仅仅或主要与周围环境交换。所述腔由此与固态存储模块104的其他内部元件例如印刷电路板、固态存储器等分隔。在所述技术的一种实施方式中，所述腔大致位于所述固态存储模块纵向方向（在图2A中表示为“L”）的中心并可以沿着所述固态存储模块的整个高度（在图2A中表示为“H”）延伸（所述室的示例性几何形态参见图3A中喷口212周围的虚线）。在所述技术的一种实施方式中，隔壁分隔壁438将腔434分成两个隔室。如前面所述，顶盖206和底盖208可以由铝或起到下列功能的任何其他材料制成：(i) 消散热和/或(ii) 将所述固态存储模块中的内部元件屏蔽电磁干扰。壁436A、436B和隔壁分隔壁438可以由相似的材料制成。在所述技术的一种实施方式中，膜430进一步分隔所述隔室。所述膜可以跨过隔壁分隔壁438，从一个壁436A到达另一个壁436B。另外，所述膜可以沿着所述固态存储模块的整个高度延伸，从而有效地将前述的两个隔室进一步分成总共四个子隔室。在所述技术的一种或多种实施方式中，所述膜可以是匹配所述腔的几何形态的任何尺寸和几何形态的膜。在图4中示出的示例性实施方式中，所述膜是长方形的。在其他实施方式中，所述膜可以是正方形、圆形、或通常是所述腔限定的任何几何形态。在所述技术的一种实施方式中，所述膜由气密性材料例如纸、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、有机硅等制成。如果使用其他介质进行冷却（例如，油或水，而不是空气），所述膜的材料可以不透这些介质。在图4中示出的实施方式中，在所述子隔室之间不可能或只可能有限的空气交换。每个子隔室可以包括喷口212A-212D的至少一个。

[0032] 在所述技术的一种实施方式中，膜430可以由致动器432驱动。可以，例如，以所述膜的运动模式是节点在隔壁分隔壁438处的驻波的频率，驱动所述膜如图4中所示振荡。相应地，可以通过喷口212A-212D交替喷出和注入空气射流。更具体地说，在空气通过喷口212A和212D进入时，空气可以通过喷口212B和212C离开。如果由于所述膜运动，容纳喷口的隔室的体积增加的话，空气可以通过所述喷口进入，而如果由于所述膜运动，容纳喷口的隔室的体积减小的话，空气可以通过所述喷口离开。在所述技术的一种实施方式中，所述喷出和注入的空气射流足以干扰前面描述的抛物面或准抛物面流量曲线的形成。

[0033] 在所述技术的一种实施方式中，引起膜430振荡的致动器432可以是，例如，与所述膜机械连接的压电、静电或电磁致动器。所述致动器可以是独立的，但与所述膜机械连接

(例如,类似于驱动扬声器中的隔膜的音圈),或者它可以与所述膜一体化(例如,类似于静电或静磁扬声器)。本领域技术人员将领会,所述技术不限于上述驱动所述膜的原理。相反地,可以使用能够引起所述膜执行振荡运动的任何致动器。

[0034] 本技术领域的技术人员将认识到,所述技术不限于图4中描绘的构造。例如,所述技术的替代实施方式可以不具有隔室分隔壁。另外,所述膜的振荡不一定是二次谐波振荡。例如,在没有隔室分隔壁的实施方式中,可以改为使用一次谐波振荡。另外,为了说明的目的,图4示出了四个喷口。然而,所述技术的实施方式可以具有任何数量的喷口。例如,如图3A中所示,沿着所述固态存储模块的高度可以有一排排喷口。在所述技术的一种或多种实施方式中,所述空气射流产生机制的元件的尺寸和几何形态可以基于产生足够强有力的空气射流以干扰前述的抛物面或准抛物面流量曲线形成的需要来确定。可以选择腔体积、膜尺寸、膜振荡频率、膜振荡幅度、膜振荡波形、致动器类型和喷口数量来满足这种要求。另外,图4中示出的喷口和/或膜,或所述空气射流产生机制的其他变量,可以沿着固态存储模块的长度在任何位置重复实施。还有,虽然图4中示出了在所述固态存储模块的顶侧和底侧上产生空气射流的构造,但所述技术的替代实施方式可以只在所述固态存储模块的一侧上产生空气射流。

[0035] 在图5A中,示出了所述技术的示例性实施方式的详细视图,其中空气射流由位于固态存储模块104的顶盖206和底盖208上的膜550A、550B产生。根据所述技术的实施方式,所述固态存储模块包括顶盖206和底盖208。在图5A中示出的示例性实施方式中,顶盖206和底盖208包括开口540A、540B。在所述技术的一种实施方式中,所述开口可以是长方形的切口,所述切口可以大致位于所述固态存储模块纵向方向(在图2B中表示为“L”)的中心并可以沿着所述固态存储模块的整个高度(在图2B中表示为“H”)延伸。在所述技术的一种实施方式中,开口540A、540B可以被膜550A、550B覆盖。在所述技术的一种或多种实施方式中,所述膜可以是匹配开口540A、540B的几何形态的任何尺寸和几何形态的膜。在图5A中示出的示例性实施方式中,所述膜是长方形的。在其他实施方式中,所述膜可以是正方形、圆形、或通常是由所述开口限定的任何几何形态。在所述技术的一种实施方式中,所述膜由气密性材料例如纸、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、有机硅等制成。如果使用其他介质进行冷却(例如,油或水,而不是空气),所述膜的材料可以不透这些介质。

[0036] 膜550A、550B可以配备有形成四个喷口212A-212D的孔。配备有膜550A、550B的顶盖206和底盖208、以及壁536A、536B可以形成腔534,其中空气可以通过喷口212A-212D只或主要与周围环境交换。在所述技术的一种实施方式中,电路板538横穿过腔534,从而将腔534分成两个隔室。所述两个隔室之间可以不可能或只可能有限的空气交换。

[0037] 前面所述,顶盖206和底盖208以及壁536A、536B可以由铝或起到下列功能的任何其他材料制成:(i) 消散热和/或(ii) 将所述固态存储模块中的内部元件屏蔽电磁干扰。在所述技术的一种实施方式中,膜550A、550B可以提供屏蔽电磁干扰。所述屏蔽可以由导电表面提供,例如所述膜表面上的铜、铝或银薄层。

[0038] 在所述技术的一种实施方式中,膜550A、550B可以由两个致动器552A、552B驱动。可以,例如以如图5A中所示的所述膜的运动模式是节点基本上在所述膜中心的驻波的频率,驱动所述膜如图5A中所示振荡。相应地,可以通过喷口212A-212D交替喷出和注入空气射流。更具体地说,在空气通过喷口212A和212D进入时,空气可以分别通过喷口212B和212C

离开。在所述技术的一种实施方式中,所述腔的体积可以在振荡周期期间基本上保持不变。随着在所述驻波节点的一侧上的膜向外运动,引起局部体积增加,所述节点的另一侧上的膜向内运动,引起局部体积减小。空气可以通过在局部体积增加的区域中的喷口进入,并且空气可以通过在局部体积减小的区域中的喷口离开。在所述技术的一种实施方式中,所述喷出和注入的空气射流足以干扰前面描述的抛物面或准抛物面流量曲线的形成。

[0039] 在所述技术的一种实施方式中,引起膜550A、550B振荡的致动器552A、552B可以是,例如,与所述膜机械连接的压电、电磁或静电致动器。所述致动器可以是独立的,但与所述膜机械连接,或者它可以与所述膜一体化。本领域技术人员将领会,所述技术不限于上述驱动所述膜的原理。相反地,可以使用能够引起所述膜执行摆动运动的任何致动器。膜550A、550B可以同步或异步振荡。

[0040] 图5B,示出了所述技术的实施方式,其中腔534和环境之间的空气交换不限于空气通过喷口212A-212D流入和流出。而是改为,空气也可以通过附加的开口,例如在壁536A、536B中的开口560A-560D,进入和离开所述腔。另外,在被印刷电路板538分隔的隔室之间空气交换也许是可能的,例如通过所述电路板中的开口562。图5B中示出的实施方式在其他方面类似于图5A中示出的实施方式。

[0041] 在所述技术的一种实施方式中,可以设计固态存储器模块104,使得内部气流支持在印刷电路板538上的元件的冷却。在图5B中示出的示例性实施方式中,空气可以通过右侧的开口560C、560D进入腔534并可以沿着印刷电路板538通行和可以通过左侧的开口560A、560B离开腔534。所述气流可以由风扇(例如,如图3B中所示的装置)产生。空气可以在闪存模块的上游端进入固态存储器模块104并可以在所述固态存储器内部沿着所述印刷电路板移动,在下游端离开所述固态存储器。没有对策的话,在印刷电路板附近可以形成停滞和/或只缓慢移动空气区,从而导致对流热排出差,如前面所述。然而,在图5B示出的实施方式中,通过喷口212A-212D喷出和注入的空气射流足以干扰停滞和/或只缓慢流动空气区在所述印刷电路板附近的形成。因此,在图5B示出的实施方式中,可以防止或缩小所述固态存储器模块内部和外部的停滞和/或缓慢移动空气区。由于空气的惯性,无论是否存在空气出入所述腔的替代途径,所述空气射流都可以产生。当膜550A、550B振荡时,喷口560A-560D可以提供进出所述腔的相对低阻力途径,因此无论替代途径的可利用性如何,空气可以通过所述喷口进入和离开。

[0042] 在所述技术的一种实施方式中,可以存在附加的途径,例如,通过所述印刷电路板。在图5B中示出的实施方式中,空气从所述印刷电路板下面的隔室通过开口562通往所述印刷电路板上面的腔。这种气流可以是,例如,两个隔室之间压力梯度的结果。这样的压力梯度可以由于空气沿着所述印刷电路板流动的途径的不同构造而产生。例如,所述印刷电路板上较大的元件可以阻塞气流,从而导致气流减小。

[0043] 本技术领域的技术人员将认识到,所述技术不限于图5A和5B中描绘的构造。例如,所述膜的摆动不一定是二次谐波振荡。另外,为了说明的目的,图5A和5B示出了四个喷口。然而,所述技术的实施方式可以具有任何数量的喷口。例如,如图3A中所示,沿着所述固态存储模块的宽度可以有一排排喷口。在所述技术的一种或多种实施方式中,所述空气射流产生机制的元件的尺寸和几何形态可以基于产生足够强有力的空气射流以干扰前述的抛物面或准抛物面流量曲线形成的需要来确定。可以选择腔体积、膜尺寸、膜振荡频率、膜振

荡幅度、膜振荡波形、致动器类型和喷口数量来满足这种要求。另外,图5A和5B中示出的喷口和/或膜,或所述空气射流产生机制的其他变量,可以沿着固态存储模块的长度在任何位置重复实施。还有,虽然图5A和5B中示出了在所述固态存储模块的顶侧和底侧产生空气射流的构造,但所述技术的替代实施方式可以只在所述固态存储模块的一侧产生空气射流。另外,除所述喷口之外的开口不限于图5B中示出的构造。可以存在各种位置中的任何数量的开口。

[0044] 本技术领域的技术人员将认识到,所述技术不限于图4-5B中示出的构造。所述技术的实施方式可以用于冷却不仅固态存储模块,而且任何其他元件。因此,所述技术可以在任何类型的散热器或散热器类结构中。所述技术可以用于集成电路(包括,例如,中央处理器(CPU)、存储器模块例如动态随机访问存储器(DRAM)、现场可编程门阵列(FPGA)等)、发光二极管阵列等的热管理。另外,所述技术也可以在不同的环境中使用。例如,所述周围介质可以是空气或任何类型的气体,但也可以包括液体,例如水、油等等。根据所述介质,可以调节材料和尺寸,并不背离所述技术。

[0045] 所述技术的实施方式可以使得能够对流传热。利用空气射流可以防止其中空气(或通常气态或液体介质)停滞和/或只缓慢移动的区的形成。因此,利用根据所述技术的一种或多种实施方式的空气射流可以改善传热。所述技术可以用于希望改善传热的任何种类的情形。所述技术可以改善冷却胜过常规对流冷却,并且可以,例如,减少或消除在待冷却的元件周围的区域中增加气流的需要。

[0046] 虽然所述技术已经根据为数有限的实施方式进行了描述,但本领域技术人员要理解,得益于本公开内容,将领会在不背离如本文中公开的技术范围下可设计出其他实施方式。因此,所述技术的范围应该只受所附的权利要求书限制。

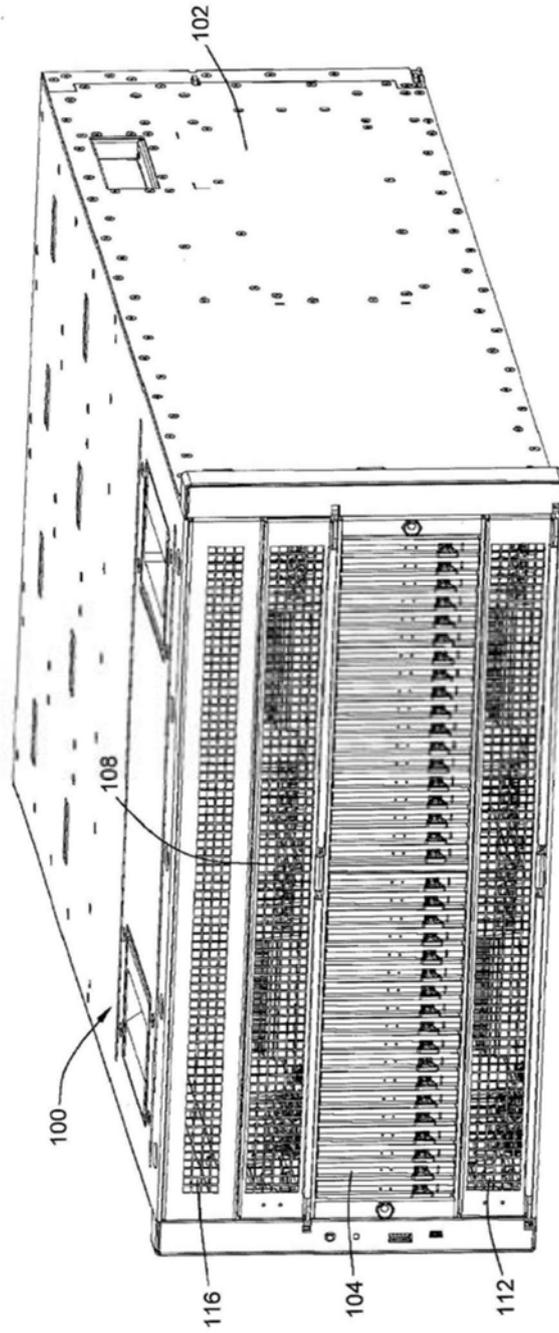


图1A

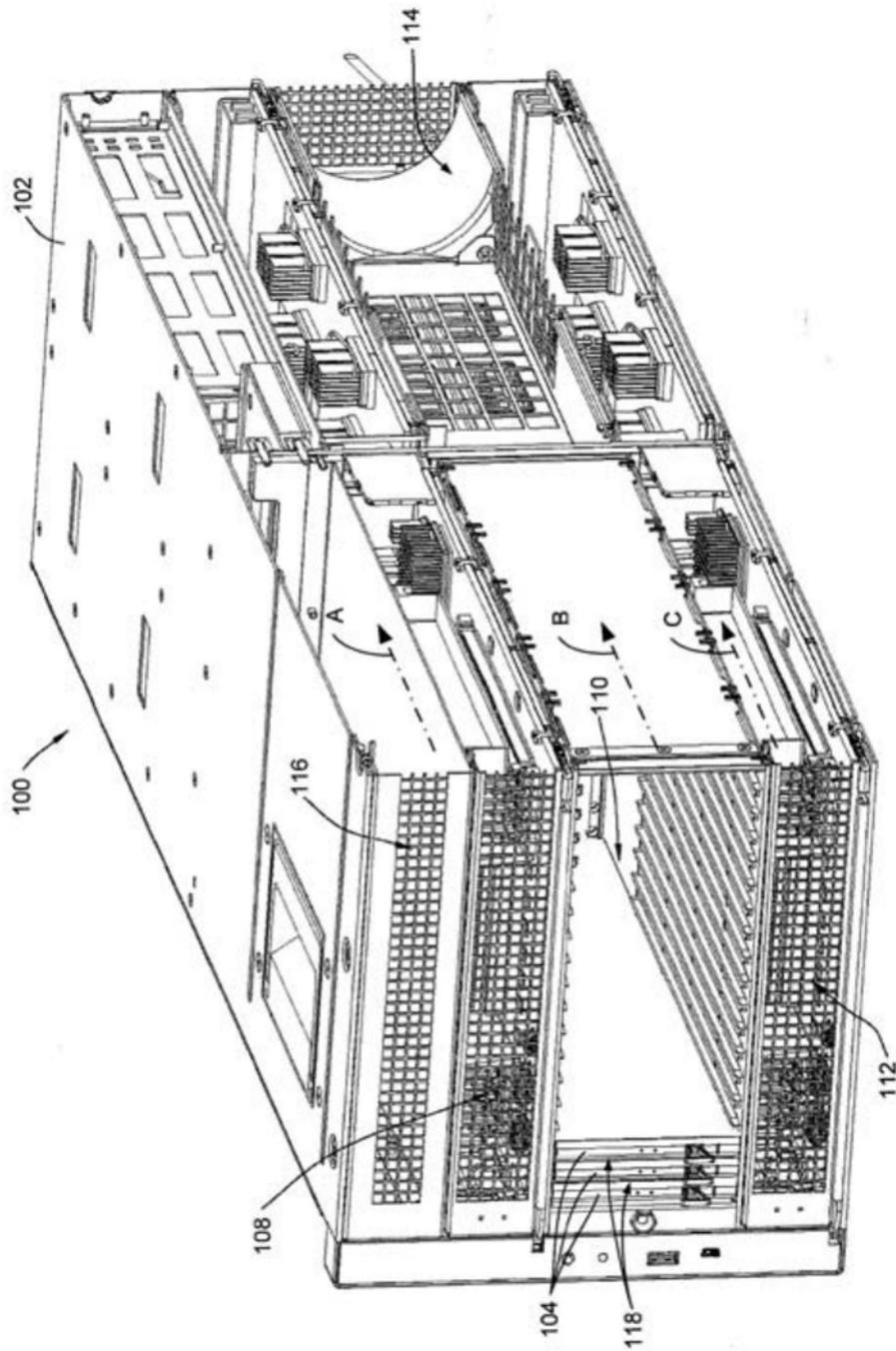


图1B

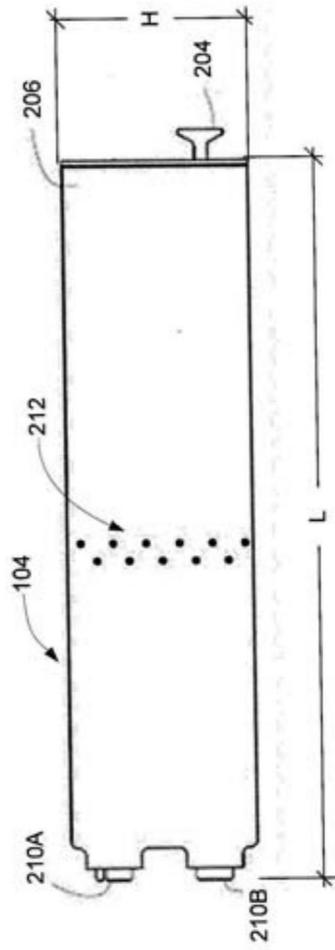


图2A



图2B

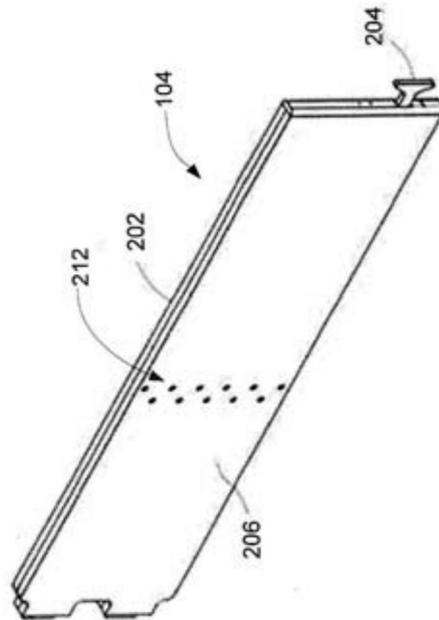


图2C

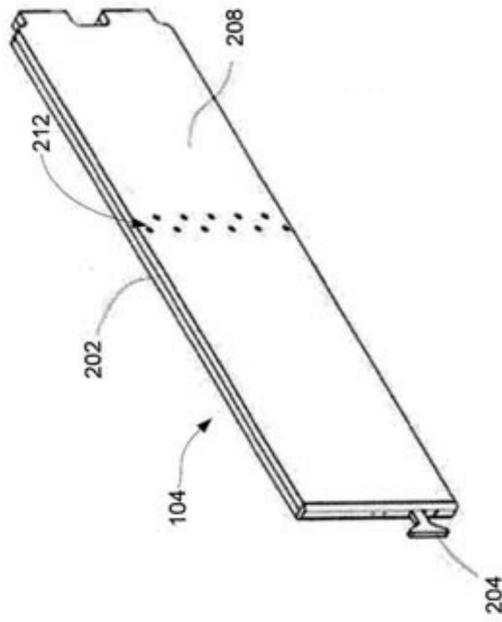


图2D

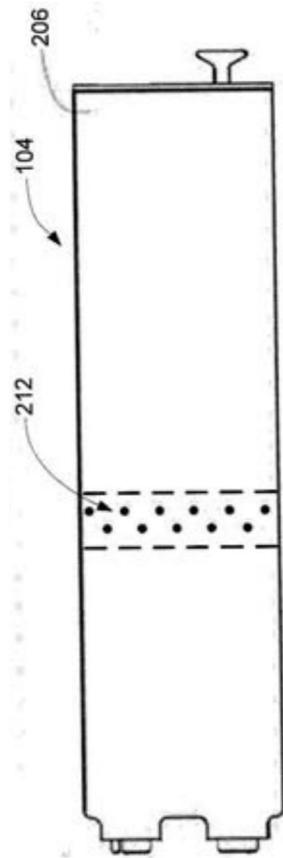


图3A

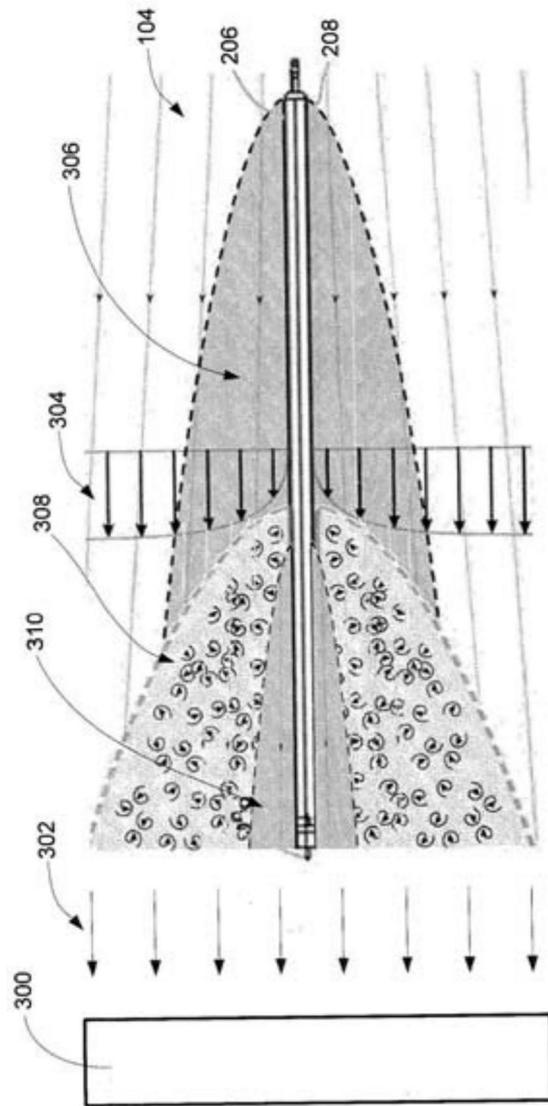


图3B



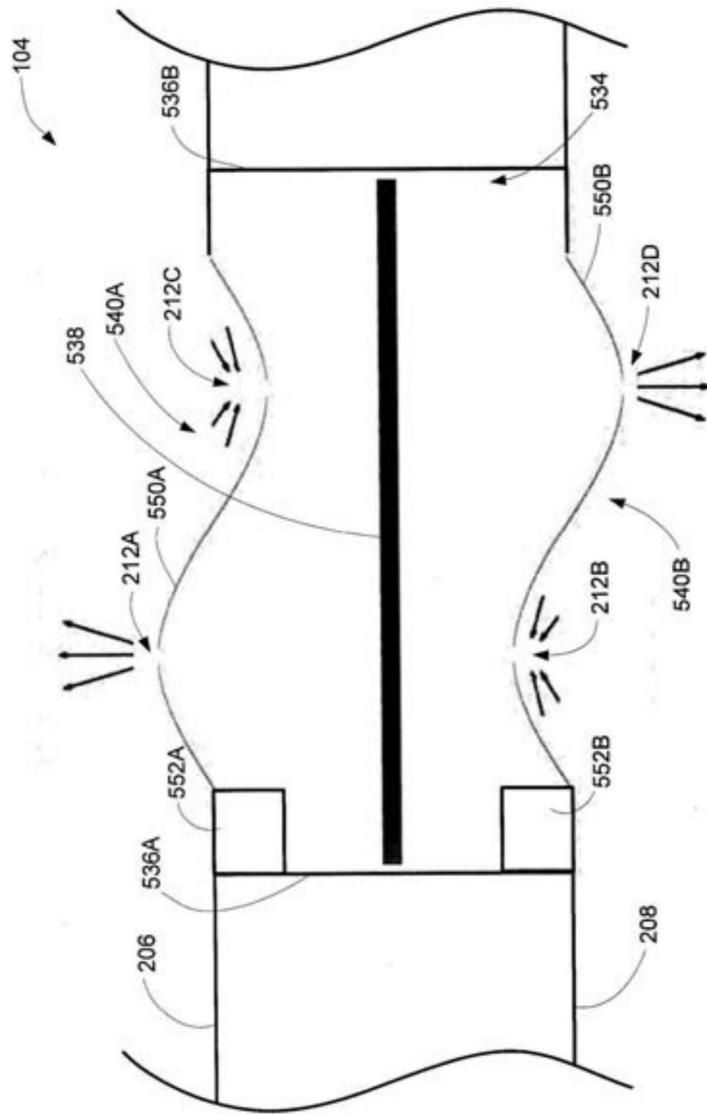


图5A

