



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109716513 A

(43)申请公布日 2019.05.03

(21)申请号 201780054367.3

(22)申请日 2017.09.06

(30)优先权数据

62/384,392 2016.09.07 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.03.05

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/050171 2017.09.06

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2018/048831 EN 2018.03.15

(71)申请人 罗杰斯公司

地址 美国亚利桑那州

(72)发明人 约瑟菲·普格利希

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 蔡胜有 苏虹

(51)Int.Cl.

H01L 23/373(2006.01)

H01L 23/433(2006.01)

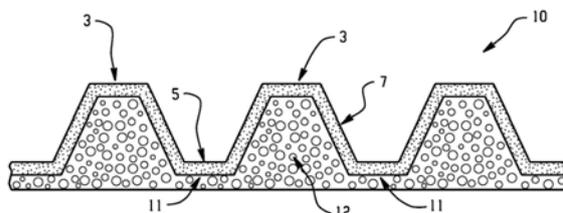
权利要求书3页 说明书19页 附图3页

(54)发明名称

可压缩的导热制品

(57)摘要

公开了一种片状可压缩且导热的材料,包括在x-y面基本上平行的多个细长壁,其中所述细长壁包含分散在聚合物基体材料中的导热填料的颗粒。所述细长壁各自在从底部点到顶部点倾斜的厚度方向上延伸,其中相邻的细长壁相对于在所述厚度方向上的垂线以交替的方向倾斜。在一些实施方案中,导热片包括波纹状弹性体片,具有前表面和后表面,其中所述波纹状弹性体片的孔隙度为0%至25%;以及其中所述波纹状弹性体片任选地至少部分地嵌入孔隙度大于10%的聚合物泡沫的片中。还公开了包括这种可压缩导热材料的热管理组合件。



1. 一种片状可压缩导热材料,包括在x-y面基本上平行的多个细长壁,其中所述细长壁包含分散在聚合物基体材料中的导热填料的颗粒,

其中所述细长壁各自在厚度方向上从底部点到顶部点倾斜地延伸,以及其中相邻的壁相对于在所述厚度方向上的垂线以交替的方向倾斜。

2. 根据权利要求1所述的可压缩导热材料,其中在所述片中相邻的细长壁彼此分隔开,并且所述细长壁嵌入聚合物泡沫材料中。

3. 根据权利要求1或2所述的可压缩导热材料,其中在所述片中相邻的细长壁彼此连接,从而形成连接所述细长壁的细长脊或细长沟或两者。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的可压缩导热材料,包括波纹状弹性体片,具有波纹状前表面和后表面,并且包含分散在聚合物基体材料中的导热填料的颗粒;

其中,在截面图中,在所述波纹状弹性体片中使前脊的顶部连接至前沟的底部的所述波纹状弹性体片的侧面弹性地形成相对水平面小于90度的角;

其中所述波纹状弹性体片的孔隙度为0%至25%;以及

其中所述波纹状弹性体片任选地至少部分地嵌入孔隙度大于10%的聚合物泡沫的片中。

5. 根据权利要求4所述的可压缩导热材料,其中所述波纹状弹性体片包括1至20个脊/厘米。

6. 根据权利要求4或5所述的可压缩导热材料,其中至少在压缩所述可压缩导热材料之前,在截面图中,所述波纹状弹性体片的各前脊和各后脊独立地形成弯曲、平坦或尖锐的顶表面。

7. 根据权利要求4至6中任一项所述的可压缩导热材料,其中在截面图中,所述波纹状弹性体片中的各前脊或各底脊或两者的峰表面形成平坦表面。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的可压缩导热材料,其中在截面图中,所述前脊的所述顶表面或所述后脊的所述顶表面或两者形成能够分别与平坦热源和平坦散热器相邻接触的平行的平坦表面。

9. 根据权利要求4至8中任一项所述的导热材料,其中在所述波纹状弹性体片中,在截面图中,使所述前脊的顶部连接至相邻的前沟的底部的侧面形成相对水平面小于20度至70度的角。

10. 根据权利要求4至9中任一项所述的导热材料,其中在材料未被压缩时,所述波纹状弹性体片的在前脊和相邻的后脊之间的峰到峰距离相对峰垂直距离之比为5:1至1:2。

11. 根据权利要求4至10中任一项所述的导热材料,其中所述片的非波纹化的平坦厚度为20微米至2000微米,并且其中所述平坦厚度小于波纹状厚度的50%。

12. 根据权利要求1至10中任一项所述的导热材料,其中所述聚合物基体材料包含任选地共混有以下物质的至少60%的聚氨酯或有机硅:有机硅、聚烯烃、聚酯、聚酰胺、氟化聚合物、聚环氧烷、聚乙烯醇、离子聚合物、乙酸纤维素、聚苯乙烯或包含前述至少一者的组合。

13. 根据权利要求4至12中任一项所述的导热材料,其中所述波纹状弹性体片包含10重量%至60重量%的热导率为25W/m-K至1000W/m-K的所述导热颗粒状填料。

14. 根据权利要求4至13中任一项所述的导热材料,其中所述波纹状弹性体片在所述前表面和所述后表面中的至少一者上至少部分地被聚合物泡沫材料的层覆盖。

15. 根据权利要求14所述的导热材料,其中所述波纹状弹性体片的顶部前脊或后脊或两者暴露在所述导热材料的表面上,并且任选地分别延伸到所述聚合物泡沫材料的表面之外。

16. 根据权利要求14所述的导热材料,其中所述弹性体片嵌入聚合物泡沫材料的片内,所述聚合物泡沫材料的片的表面覆盖所述前脊或后脊或两者。

17. 根据权利要求14所述的导热材料,其中,在所述材料表面不存在压缩的情况下,在所述波纹状弹性体片的前脊或后脊或两者下方以及、在聚合物泡沫材料的层的前表面或后表面或两者上方分别存在空隙空间,所述空隙空间能够在压缩下减小。

18. 根据权利要求14所述的导热材料,其中所述波纹状弹性体片在所述前表面或所述后表面中的一者上至少部分地被聚合物泡沫材料的层覆盖,而不是在所述前表面或所述后表面的任一者上均被聚合物泡沫材料的层覆盖。

19. 根据权利要求14所述的导热材料,其中所述聚合物泡沫材料包含比所述波纹状弹性体片中更小体积百分比的导热填料,或者其中所述聚合物泡沫材料包含比所述波纹状弹性体片中更大的孔隙度,或两者兼有。

20. 根据权利要求1至19中任一项所述的导热材料,其中所述片的热导率为至少 $0.1\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 。

21. 根据权利要求1至20中任一项所述的可压缩导热材料,包括其相反的上表面和下表面嵌入有波纹状弹性体片的泡沫聚合物材料,但是其中多个脊的顶部或多个沟的底部或两者中的至少一者或两者已经被去除,以及其中在穿过其厚度的截面图中,所述导热材料包含多个柱,所述柱在从所述材料的后表面或后表面部分到上表面或上表面部分的倾斜方向上延伸,其中连续相邻的柱在交替方向上倾斜于表面,

其中所述柱各自与两个其他柱相邻,并且在朝向两个相邻的柱中的一者的方向上以及在远离所述两个相邻的柱中的另一者的方向上倾斜,使得两个相邻的柱的顶部在x方向上在朝向彼此倾斜与远离彼此倾斜之间交替;以及

其中所述波纹状弹性体片包含分散在孔隙度小于25%的聚合物基体材料中的导热填料的颗粒,以及其中聚合物泡沫材料的片具有大于10%的孔隙度并且任选地包含导热填料的颗粒。

22. 一种制造可压缩导热材料的方法,所述方法包括:

将波纹状弹性体片材料嵌入泡沫材料中以形成中间片材料,其中所述波纹状弹性体片中的前脊和前沟的共同侧面弹性地形成相对垂直于所述中间片材料的厚度的x方向小于90度的角,从而形成中间材料;

其中所述中间材料的顶表面层或底表面层中的至少一者或两者被去除,使得在穿过其厚度的截面图中,所述前脊的上部或所述前沟的底部或两者中的至少一者或两者不存在,使得所述导热材料包括:

由填充的弹性体材料形成的多个柱,所述柱从所述材料的下表面或下部延伸至所述材料的上表面或上部,其中连续柱以相对于连接顶表面和底表面的垂线交替的方向上的斜角倾斜,使得所述柱各自与两个其他柱相邻,并且在朝向两个相邻的柱中的一者的方向上以及在远离所述两个相邻的柱中的另一者的方向上倾斜。

23. 一种热管理组合件,包括在第一相邻的传热表面与第二相邻的传热表面之间设置

并压缩的根据权利要求1至22中任一项所述的导热材料,其中所述导热材料的厚度提供其间的导热通道。

可压缩的导热制品

背景技术

[0001] 本文公开了导热制品,特别是可压缩的制品。所述制品可用于为电子设备提供热管理。

[0002] 诸如电视、收音机、计算机、医用器械、商业机器、通信设备等的电子设备的电路设计已经变得越来越小且越来越薄。此外,这种电子设备的增大的功率已导致更大的功率被挤压到更密集的封装空间中。因此,制造商持续面临管理电子设备内的热产生的挑战。

[0003] 为了应对该挑战,已经开发了多种设计以提供从电子设备的散热。例如,美国专利第6,591,897号公开了用于电子设备的散热器,其包括安装在扩散板的顶表面上的多个柱状销,其中销将热量从扩散板传导走。泡沫块也安装在扩散板上并围绕柱状销以提供可压缩性,这可以提供增加的表面之间的热传递。

[0004] 美国专利公开第2012/0048528号还公开了可压缩的导热泡沫垫。该垫填充有量为泡沫垫总重量的20%至80%的陶瓷填料,例如 Al_2O_3 (氧化铝)或BN(氮化硼)颗粒。包含硅或聚氨酯的多种弹性体材料提供可压缩性。由于垫的厚度,由在垫中的包含充气通路(通路)的空隙体积来提供进一步的可压缩性。当向垫施加外力或负荷时,空隙体积减小并且热界面处的热导率增大。泡沫垫的热导率可以为至少0.5瓦/米-开氏度(W/m-K)。

[0005] 尽管已经提出了多种材料和设计用于电子设备的热管理,但如前所述,显然仍然需要新的和改进的热管理材料,以便更有效地从更紧凑和大功率的电子设备散热。期望与紧凑尺寸组合的可以提供改进的传热效率的热管理体系。还期望热管理材料能够被经济地制造。

发明内容

[0006] 本文描述了可压缩的导热产品,其适于设置在两个传热表面之间,例如在电子部件或设备的传热表面与散热器的表面之间,从而提供在表面之间的热通道。在一些实施方案中,可压缩导热材料呈片状,其包括在x-y面基本上平行的多个细长壁,其中所述细长壁包含分散在聚合物基体材料中的导热填料的颗粒,其中所述细长壁各自在厚度方向上从底部点向顶部点倾斜地延伸,以及其中相邻的壁相对于在所述厚度方向上的垂线以交替的方向倾斜。直的或弯曲的相邻的细长壁,可以任选地在片中彼此连接,从而形成连接细长壁的细长脊或细长沟或两者。在另一些实施方案中,相邻的壁可以单独地间隔开。

[0007] 在一些实施方案中,可压缩导热材料包括波纹状弹性体片,所述波纹状弹性体片具有波纹状前表面和后表面,两个表面包括多个脊和沟,其中所述材料由包含分散在聚合物基体材料中的导热填料的颗粒的组合物形成,其中,在穿过波纹状弹性体片的厚度(在z方向上)的截面图中,连接在波纹状弹性体片中脊的顶部和沟的底部的侧面弹性地倾斜,以与垂直于波纹厚度的水平面(在x-y方向上)形成小于90度的角。波纹状弹性体片可以具有0%至25%的孔隙度(也被称为空隙分数或体积分数)。波纹状弹性体片任选地至少部分地嵌入孔隙度大于10%的聚合物泡沫的片中。

[0008] 在另一些实施方案中,可压缩导热材料包括如上所述的波纹状弹性体片,其中另

外,波纹状弹性体片的前表面或后表面或两者至少部分地被孔隙度大于10%的聚合物泡沫覆盖。聚合物泡沫可以至少部分地填充沟,并且可以任选地在波纹状弹性体片的后表面或前表面或两者上方完全形成表面层。在一些实施方案中,可压缩导热材料中的聚合物泡沫材料包含比波纹状弹性体片中更小体积百分比的导热填料(如果有的话),或者聚合物泡沫材料包含比波纹状弹性泡沫材料更大的孔隙度(如果有的话),或两者兼有。具体地,例如,波纹状弹性体片中导热填料的体积百分比可以比聚合物泡沫材料中多至少三分之一,聚合物泡沫的孔隙度可以比波纹状弹性体片的孔隙度大至少三分之一。在又一些实施方案中,可压缩导热材料包括相反的上表面和下表面嵌入有多个弹性体壁的泡沫聚合物材料,其中在穿过泡沫聚合物材料的厚度的截面图中,所述壁在不同方向上交替地倾斜于所述材料的前表面和后表面,其中任选地,每个壁可以在壁的一端而不是两端处连接至相邻的壁。在一个实施方案中,可以通过经由去除多个脊的顶部或多个沟的底部或两者改变具有波纹状前表面和后表面的波纹状弹性体片来获得壁。弹性体壁包含分散在孔隙度不大于25%的聚合物基体材料中的导热填料的颗粒,泡沫聚合物材料可以具有大于10%的孔隙度并且任选地包含导热填料的颗粒。

[0009] 在另一些实施方案中,在穿过所述材料的厚度的截面图中,可压缩导热材料包括形成多个柱的壁,所述柱沿倾斜方向至少部分地从泡沫聚合物材料的后表面延伸至泡沫聚合物材料的上表面,其中连续的相邻的柱相对于所述材料厚度方向上的垂线以交替的方向倾斜。特别地,在一些实施方案中,所述柱各自与两个另外的柱相邻,并且在朝向两个相邻的柱中的一者的方向上倾斜以及在远离两个相邻的柱中的另一者的方向上倾斜,使得在截面图中两个相邻的柱的顶部在朝向彼此倾斜与远离彼此倾斜之间交替。在导热材料的压缩期间,在截面图中,每个柱与水平面的角可以减小,相邻的柱的顶部之间的距离(其中远离彼此倾斜)可以增大,或者相邻的柱的顶部之间的距离(其中远离彼此倾斜)可以减小,或两者兼有。根据一种方法,可以通过在如上所述的填充的波纹状弹性体片中去掉脊的顶部或沟的底部或两者来形成柱。

[0010] 还公开了包括上述可压缩导热材料的组合件,其中正面直接接触产生热的第一传热表面,并且背面直接接触发挥散热功能的第二传热表面。

[0011] 上述和其他特征通过以下附图和详细描述来举例说明。

附图说明

[0012] 图1示出根据一个实施方案的导热波纹状弹性体片或垫的透视图;

[0013] 图2示出图1的实施方案中的波纹状弹性体垫的截面图(穿过垫的厚度);

[0014] 图3示出根据一个替代实施方案的波纹状弹性体垫的截面侧视图,其中所述波纹的形状包括在脊的顶部和沟的底部的平坦表面区域;

[0015] 图4示出根据另一个实施方案的波纹状弹性体片的截面图,其中聚合物泡沫的层覆盖所述片的后表面;

[0016] 图5示出根据另一个实施方案的波纹状弹性体垫的截面图,其中聚合物泡沫的层覆盖波纹状弹性体片的前表面和后表面两者的至少一部分;以及

[0017] 图6示出根据另一个实施方案的弹性体垫的截面图,例如可以通过去除多个前脊各自的顶部和多个前沟各自的底部由波纹状片获得。

具体实施方式

[0018] 本文描述的是可压缩导热材料,其包括能够提供显著改善的热导率的波纹状弹性体片。尽管术语“波纹状”、“波纹”等通常可以意指仅在片材料的一侧上具有一系列平行脊和沟的片材料,但是在本文中这些术语是指在材料的前表面和后表面两者上都是波纹状的片材料。在一些实施方案中,在波纹状弹性体片材料的后表面上形成的波纹对应于片材料的前表面上的波纹并且被其图案化。具体地,在片材料的一侧上形成脊的片材料可以在片材料的背面上形成沟。

[0019] 通常,如本文所限定的波纹状弹性体片具有这样的结构,其中波纹状弹性体片在前视图中包括多行交替的前脊和前沟,其中侧壁使各前脊的顶部连接至各前沟的底部。波纹状弹性体片在后视图中还包括交替的后脊和后沟的行,其中侧壁使各后脊的顶部连接至后沟的底部。形成后沟的材料可以在片的相反侧形成前脊,并且形成后脊的材料可以在片的相反侧形成前沟。此外,除了在前表面和后表面两者上形成波纹之外,如本文所限定的波纹状弹性体片,在截面图中,脊和沟的侧壁弹性地形成相对垂直于波纹的厚度的x-y面小于90度、特别地20度至80度、更特别地25度至75度、并且最特别地30度至65度的角 β 。(片的前表面和后表面通常在x-y面中延伸,并且厚度在z方向上延伸。)壁可以以一定角倾斜,在压缩时所述角为波纹状弹性体片提供弹性,其中相邻的壁在厚度方向上交替倾斜。

[0020] 在俯视图中,波纹状弹性体片可以具有多行前脊和前沟(以及相应数目的后脊和后沟)。在一些实施方案中,在俯视图中,波纹状弹性体片可以具有1个脊/cm至20个脊/cm、特别地2个脊/cm至15个脊/cm、更特别地3个脊/cm至10个脊/cm、并且最特别地4个脊/cm至8个脊/cm。

[0021] 波纹状弹性体垫的完整形状和尺寸可以取决于其设计用于提供热管理的电子设备。如上所述,在波纹状弹性体片中将前脊连接至相邻的前沟的侧面可以与x-y面(或截面图中的水平x方向)呈小于90度的角 β 。在一些实施方案中,角 β 为20度至70度,特别地为25度至65度,更特别地为30度至60度,最特别地为35度至55度。此外,在一些实施方案中,在垫未被压缩时,在前脊和相邻的后脊之间的峰到峰长度相对峰垂直距离之比可以为5:1至1:2。

[0022] 为了在一些电子设备中使用,波纹状片的平坦厚度(无波纹)可以为20微米至2000微米,特别地50微米至500微米,更特别地100微米至300微米。波纹状弹性体片的关于从片的顶部到底部的波纹的尺寸,从导热垫的顶部到底部的最大截面厚度可以为100微米至25,000微米,特别地200微米至2000微米,更特别地300微米至1500微米。在一些实施方案中,材料的平均厚度为0.1mm至10mm(100微米至10,000微米)。

[0023] 波纹状弹性体片可以包含分散在聚合物基体组合物中的导热填料颗粒。片材料可以通过挤出、模制或其他常规方法成形。在商业量的生产中,片可以形成为较大的片或卷筒,其可以切割成单独的片或垫以用于特定用途。用于制备泡沫垫的各种常规方法对于本领域技术人员来说是显而易见的。

[0024] 在一些实施方案中,导热垫可以用于形成热管理组合件,其中导热垫的两侧分别直接接触两个传热表面,第一传热表面是热产生表面,特别是电子设备或其组合件,以及第二传热表面是散热元件(例如散热器或电路板)的部分。由于垫是可压缩的,因此无论这些表面是规则形状还是不规则形状,垫都可以容易地与第一和第二传热表面相符合。当垫被压缩时,热导率增大,从而增强了从电子设备或其组合件到散热器的热传递。因此,可以提

供对于特定应用的期望的热管理,使得电子设备中的温度敏感元件可以保持在规定的操作温度内,因此,可以避免由于热产生造成的设备的系统故障或性能退化。

[0025] 如可以从图1和图2(分别为透视图和截面图)的实施方案中看出的,波纹状弹性体片1在俯视图中包括多行交替的前脊3和前沟5。如图所示,各前脊通过使前脊连接至前沟的共同侧面7而连接至相邻的前沟。

[0026] 如图2中最佳所示,波纹状弹性体片在穿过其厚度的截面图中形成交替的后脊11的行,共同侧面7使各后脊11连接至相邻的后沟9。在图3中,后沟9形成在片部分的形成前脊3的相反侧上,后脊11形成在片部分的形成前沟5的相反侧上。

[0027] 在图2中,在波纹状弹性体片中使前脊连接至前沟的共同侧面可以弹性地形成相对水平面(截面中的x方向)小于90度的角 β (β),特别地小于75度,更特别地10度至70度的角,最特别地25度至65度。角 β 可以通过以下来确定:形成穿过脊的峰和相邻的脊的底部的垂线(垂直于厚度),然后确定由三角形的具有从沟P1的底部和相邻的脊P2的顶部延伸的垂直距离的斜边所形成的底角。被称为角 β 的该角将等于90度角减去角 α (α),其中角 α 是由所述斜边形成的顶角。

[0028] 通过使用如下所述的泡沫弹性组合物,波纹状弹性体片材料自身的孔隙度可以为0%至25%,特别地0%至15%,更特别地0%至10%。在一个实施方案中,其不是泡沫状的。

[0029] 波纹状弹性体片的形状可以变化。在各种形状中,图3示出了根据一个实施方案的波纹状弹性体垫的截面侧视图,其中波纹与图2中所示的波纹的圆形或弯曲表面相比,包括平坦表面区域。脊的顶表面或沟的底表面或两者可以是平坦的、圆形的、尖锐的、不规则的或其他形状的。类似地,连接脊的顶部和沟的底部的侧面可以是直的或各种各样地弯曲的。图3中的部件的编号类似地对应于图2中的部件的编号。在该实施方案中,由垂线形成的三角形延伸从最近的沟的底部点到最近的相邻的顶部脊的顶部点的水平距离,因此,形成角 β 的线具有与波纹状弹性体片的侧壁相同的斜率。

[0030] 在波纹状弹性体片的前表面或后表面上的脊和沟可以独立地成形。在一些实施方案中,仅部分导热材料是波纹状的。

[0031] 当如图2或图3所示的波纹状弹性体片或垫在两个传热表面之间压缩时,随着波纹状弹性体垫的厚度在压缩下在z方向上减小,其可以至少在某种程度上变平,角 β 可以至少在某种程度上减小。角 β 可以潜在地减小到低至0度至20度的角,其中在零度处波纹状弹性体垫基本上是平坦的,尽管由于基于可压缩的组合物垫的弹性和压缩前的原始波纹状结构而提供了抵抗传热表面的接触压力。在一些实施方案中,沟或脊的平坦的顶表面或底表面在一些实施方案中可以通过提供增大的直接接触来辅助热传递。热传递还可以取决于诸如角 β 、材料厚度和填料负载的因素。

[0032] 在一些实施方案中,导热垫可以包括至少部分地嵌入泡沫材料中或被泡沫材料的层覆盖的波纹状弹性体片。图4示出了波纹状弹性体片10的截面图,其中聚合物泡沫的层12覆盖片10的后表面。在图5中,波纹状弹性体片的后脊的底表面11被聚合物泡沫材料覆盖。在另一些实施方案中,底表面11可以是暴露的,沟至少部分地填充有聚合物泡沫材料。

[0033] 在另一些实施方案中,波纹状弹性体片可以完全嵌入聚合物泡沫材料或片中,其中在前表面和后表面两者上的脊的顶表面和沟的底表面在聚合物泡沫材料的前表面和后表面的下面,特别地在表面附近。或者,整个波纹状弹性体片除了前表面或后表面上的脊的

平坦暴露表面。或者两者都可以被泡沫材料或片覆盖,使得波纹状弹性体片的暴露表面可以直接接触热源或散热器。在另一些实施方案中,波纹状弹性体垫的前表面和后表面中的仅一者被聚合物泡沫材料覆盖。在使用其的任何实施方案中,泡沫材料的孔隙度可以大于10%(例如,空气),特别地10%至90%,更特别地50%至90%孔隙度,最特别地70%至90%孔隙度。在一些实施方案中,泡沫材料的孔隙度或体积分数大于与泡沫材料相关(例如嵌入其中)的波纹状弹性体垫中的任何任选的孔隙度(如果存在的话)。另一方面,泡沫材料的组合物可以包含比波纹状弹性体片中的更低体积百分比的导热填料(如果存在的话)。因此,包括波纹状弹性体片的材料本身可以提供比形成任选地用于覆盖或嵌入波纹状弹性体片或其部分的聚合物泡沫材料材料更大的热导率。

[0034] 导热垫20的另一个实施方案如图5所示,其中波纹状弹性体片的前脊或后脊或两者分别延伸到泡沫聚合物材料的片的前表面22或后表面24或两者之外。因此,波纹状弹性体片30的前沟26或后沟28或两者可以分别至少部分地被聚合物泡沫材料填充(或完全填充),从而形成可以至少部分地使波纹状弹性体片嵌入的平坦片。

[0035] 在一些实施方案中,空隙空间/体积可以存在于波纹状的填充弹性体片的前脊表面的下方,在前脊的顶部与泡沫材料的片的前表面之间,所述空隙空间可以设计成减小用于增大可压缩性的空间。在另一些实施方案中,这种空隙空间可以存在于前脊和后脊两者下方。在另一些实施方案中,波纹状弹性体片的表面与泡沫材料的表面之间的空隙空间可以完全不存在。在另一些实施方案中,波纹状弹性体片的相反侧上的泡沫材料可以具有未对准的前表面和后表面,例如,通过将泡沫材料独立地施加至波纹状弹性体片的两侧中的每一侧。

[0036] 图5的可压缩导热材料在两个传热表面(未示出)之间压缩时,可以在一定程度上变平,并且随着波纹状弹性体垫的厚度在z方向(在截面厚度上)上减小,角 β (β)可以减小到水平。而且,如上所述,导热垫中的任何空隙空间可以减小或者甚至消失在压缩的那些中。

[0037] 如上所述,在截面图中,关于可压缩的波纹状弹性体片的形状,每个前脊或后脊或前沟或后沟可以独立地成形并且可以形成点、线段或其他形状。尽管变平的脊顶表面可以提供与平坦的传热表面的增大的直接接触,但是波纹状弹性体片的圆形顶表面(如在正弦波中)可以设计成在压缩下形成平坦表面。在一些实施方案中,在截面图中,前脊的顶表面和后脊的顶表面两者形成能够分别与热源和散热器相邻接触的平行的平坦表面。

[0038] 在一些实施方案中,可压缩的导热垫可以源自这样的弹性体波纹状片:其具有嵌入聚合物泡沫材料中的相反的上波纹状表面和下波纹状表面,其中脊的顶部或沟的底部或两者已被去除。在这样的实施方案中,在穿过其厚度的截面图中,导热垫包括由填充的弹性体材料形成的多个柱,所述柱从材料的下表面部分延伸至材料的上表面或部分,其中,x方向上的连续柱相对于连接顶表面和底表面的垂线以交替方向倾斜一定的角。

[0039] 图6示出了根据这样的实施方案的波纹状弹性体垫的截面侧视图,其中多个前脊各自的顶部和多个前沟各自的底部不存在。(在另一些实施方案中,多个前脊各自的顶部或多个前沟各自的底部的两者中的仅一者可以不存在,使得可以在截面中看到一系列“U”形等。)

[0040] 如图6所示,在截面中,导热垫40形成嵌入聚合物泡沫材料45中的多个填充的弹性体材料柱42,其中所述柱各自与两个另外的柱相邻并且在朝向两个相邻的柱中的一者的方

向上倾斜以及在远离两个相邻的柱中的另一者的方向上倾斜,使得在垫的沿其长度的截面图中,两个相邻的柱的顶部在远离彼此倾斜与朝向彼此倾斜之间交替;其中相邻的柱的朝向彼此倾斜的顶部与相邻的柱的朝向彼此倾斜的底部交替。在导热材料的压缩期间,各柱的角 β (相对于x轴)可以减小,相邻的柱的远离彼此倾斜的顶部之间的距离(图6中的距离 l_1)可以增大。因此,参照图6,示出了这样的可压缩导热材料40,其中弹性体材料42的柱(其在平面图中形成壁)嵌入泡沫材料45中,其中距离 l_2 使相邻的柱的朝向彼此倾斜的顶部分开,并且距离 l_1 使相邻的柱的远离彼此倾斜的底部分开。在压缩下,当相邻的柱的顶部接触时,相邻的柱的朝向彼此倾斜的顶部之间的距离(图6中的距离 l_2)可以减小或者甚至消失。

[0041] 在另一方面,图6中所示的实施方案可以任选地例如通过磨损、研磨或其他常规技术通过去除顶表面或底表面或两者来制造。然而,可以设想不涉及波纹状片的其他制造方法,其中在泡沫材料固化之前将各壁分别插入泡沫材料中。

[0042] 在一些实施方案中,制造可压缩导热材料的方法包括将波纹状弹性体片材料嵌入泡沫聚合物材料中以形成中间片材料。如上所述,中间片材料可以是完全或部分嵌入的波纹状片材料。在随后的步骤中,可以去除中间片材料的顶表面层或底表面层或两者,使得在截面图中,不存在前脊的上部或后脊的上部、或两者。因此,在穿过其厚度的截面图中,最终导热材料形成由填充的弹性体材料制成的多个柱,所述柱从垫的下表面或表面部分延伸至上表面或表面部分,其中连续的相邻的柱相对于连接顶表面和底表面的垂线以交替的方向倾斜。具体地,所述柱各自可以与两个另外的柱相邻并且在朝向两个相邻的柱中的一者的方向上以及在远离两个相邻的柱中的另一者的方向上倾斜,使得在材料的沿其x轴的截面图中,两个相邻的柱的顶部在朝向彼此倾斜与远离彼此倾斜之间交替。换言之,相邻的柱的朝向彼此倾斜的顶部与相邻的柱的朝向彼此倾斜的底部交替。如下所示,一些实施方案可以包括通过去除嵌入的波纹状弹性体片的前部或后部中的仅一者的表面部分而连接以形成“U形”形状的两个相邻的柱。

[0043] 在一些实施方案中,特别是在任何上述实施方案中,波纹状弹性体片的组合物可以主要包含聚氨酯或有机硅,特别地,组合物中的总聚合物大于50重量%直至100重量%。特别地,波纹状弹性体材料的聚合物组合物可以包含任选地共混有以下另一种聚合物的至少60%的聚氨酯或有机硅:例如,有机硅、聚烯烃、聚酯、聚酰胺、氟化聚合物、聚环氧烷、聚乙烯醇、离子聚合物、乙纤维素、聚苯乙烯或包含前述至少一者的组合。具体地,如下详细描述,波纹状弹性体材料的组合物包含热固化的有机硅组合物,例如两部分LSR(液体有机硅橡胶)或凝胶。

[0044] 波纹状的填充的弹性体片中的聚合物基体材料可以是不发泡的或发泡至一定程度,最高至25%孔隙度、特别地0%至10%、更特别地0%至5%。在一个实施方案中,该材料是不发泡的。较高的孔隙度可能是不希望的,因为其使波纹状结构的热导率降低。

[0045] 波纹状弹性体片的组合物包含填充材料,即波纹状弹性体片是填充的材料。特别地,波纹状弹性体片可以包含热导率为25W/m-K至1000W/m-K的导热填料的颗粒。在一些实施方案中,颗粒状填料可以是金属或非金属氧化物、氮化物、碳化物或硼化物。颗粒状填料还可以是碳(例如,石墨)、金属、或包含前述至少一者的组合,特别是氮化硼或石墨或两者的颗粒,包括石墨纤维。

[0046] 用于形成波纹状弹性体片的导热组合物可以包含在聚合物基体中的导热颗粒,其

比例足以提供预期应用所需的热导率。通常,装料可以是量为10重量%至90重量%、特别地15%至80%、更特别地20%至70%、最特别地20重量%至60重量%的导热填料颗粒。具体地,基于组合物的重量,颗粒可以以25%至45%、特别地30%至40%的量存在。

[0047] 在一个实施方案中,可以使用本领域公知的任何数目的常规技术,例如通过混合、共混等来将颗粒有利地并入有机硅或聚氨酯组合物中。

[0048] 填料颗粒的尺寸和形状是不重要的。在这方面,填料颗粒可以是任何颗粒形状,包括实心或中空球形或微球形片、片剂、不规则或纤维形状,特别是用于获得均匀分散以及均匀机械特性和热特性的粉末。填料的颗粒尺寸或分布通常可以为0.01密耳至10密耳,特别地10微米至500微米,更特别地30微米至300微米,最特别地50微米至200微米(μm),其是指最好通过标准激光颗粒测量确定的平均直径或等效直径。

[0049] 更具体地,导热颗粒状填料可以包括氮化硼(BN)、二硼化钛、氮化铝、碳化硅、石墨、金属如银、铝和铜、金属氧化物如铝氧化物、镁氧化物、锌氧化物、铍氧化物、锑氧化物及其混合物。包括陶瓷材料。这种填料典型地表现出至少20W/m-K的热导率。出于经济原因,可以使用铝氧化物,即氧化铝,而出于提高热导率的原因,可以优选氮化硼。具体地,填料可以包含BN颗粒。

[0050] 在一个实施方案中,波纹状弹性体片和用于嵌入波纹状弹性体片的任意的聚合物泡沫材料中的任一者或两者可以包含聚氨酯基体聚合物,任选地发泡的(例如开孔)、低模量的聚氨酯泡沫,其如可以例如根据ASTM D3574-95测量的平均孔尺寸可以为50 μm 至250 μm ,密度为51bs/ft³至301bs/ft³(80kg/m³至481kg/m³)、具体地61bs/ft³至251bs/ft³,压缩变定小于10%,压陷力挠度(force-deflection)为1psi至9psi(7kPa至63kPa)。这些材料由Rogers Corporation, Woodstock, Conn.以名称**Poron®**4700销售。**PORON®**泡沫已经配制成提供优异的特性范围,包括耐压缩变定。具有良好的耐压缩变定的泡沫提供缓冲,并且在持续延长时间的负载下保持其原始形状或厚度。

[0051] 至少以部分或共混地用于相关泡沫材料或波纹状弹性体片的其他聚合物可以是各种各样的热塑性或热固性聚合物。可以使用的热塑性聚合物的实例包括聚缩醛、聚丙烯酸类、苯乙烯丙烯腈、聚烯烃、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚酰胺例如但不限于尼龙6、尼龙6,6、尼龙6,10、尼龙6,12、尼龙11或尼龙12、聚酰胺酰亚胺、聚芳酯、聚氨酯、乙丙橡胶(EPR)、聚芳基砜、聚醚砜、聚苯硫醚、聚氯乙烯、聚砜、聚醚酰亚胺、聚四氟乙烯、氟化乙烯丙烯、聚氯三氟乙烯、聚偏二氟乙烯、聚乙烯基氟化物、聚醚酮、聚醚醚酮、聚醚酮酮等,或包含前述至少一者的组合。

[0052] 可以用于制造波纹状弹性体片或相关泡沫材料的聚合物热固性树脂的实例可以包括聚氨酯、环氧类、酚树脂、聚酯、聚酰胺、有机硅等,或包含前述至少一者的组合。可以使用热固性聚合物的共混物以及热塑性树脂与热固性树脂的共混物。

[0053] 聚氨酯泡沫可以被机械地或化学地制造,例如通过机械发泡、化学吹制、以及包括前述至少一者的组合。例如,可以将聚合物混合物机械发泡,然后通过浇注成形为片,之后可以使泡沫固化。

[0054] 通常,聚氨酯泡沫可以由包含以下的反应性组合物形成:与含活性氢的组分具有反应性的有机异氰酸酯组分、表面活性剂和催化剂。在聚氨酯泡沫的制备中使用的有机异氰酸酯组分通常包括具有通式Q(NCO)_i的聚异氰酸酯,其中“i”为平均值为二或大于二的整

数, Q为化合价为“i”的有机基团。Q可以为经取代或未经取代的烃基(例如, 具有适当化合价的烷基或芳基)。Q可以是具有式 Q^1-Z-Q^1 的基团, 其中 Q^1 为亚烷基或亚芳基, Z为 $-O-$ 、 $-O-Q^1-$ 、 $-S-$ 、 $-S-Q^1-S-$ 、 $-SO-$ 或 $-SO_2-$ 。示例性的异氰酸酯包括: 六亚甲基二异氰酸酯, 1,8-二异氰酰-对-甲烷, 二甲苯基二异氰酸酯, 二异氰酰环己烷, 亚苯基二异氰酸酯, 亚甲苯基二异氰酸酯, 包括2,4-亚甲苯基二异氰酸酯、2,6-亚甲苯基二异氰酸酯和粗亚甲苯基二异氰酸酯, 双(4-异氰酰苯基)甲烷, 氯亚苯基二异氰酸酯, 二苯基甲烷-4,4'-二异氰酸酯(也被称为4,4'-二苯基甲烷二异氰酸酯或MDI)及其加合物, 萘-1,5-二异氰酸酯, 三苯基甲烷-4,4',4''-三异氰酸酯, 异丙基苯- α -4-二异氰酸酯, 聚合物异氰酸酯如聚亚甲基聚苯基异氰酸酯, 以及包含前述异氰酸酯中的至少一者的组合。

[0055] Q还可以代表化合价为i的聚氨酯基团, 在这种情况下 $Q(NCO)_i$ 为被称为预聚物的组合物。这样的预聚物通过使化学计量过量的本文上下文中列出的聚异氰酸酯与下文中列出的含活性氢的组分, 尤其是如下所述的含多羟基的物质或多元醇反应来形成。通常, 例如, 以30%至200%化学计量过量的比例使用聚异氰酸酯, 该化学计量基于异氰酸酯基的当量/多元醇中羟基的当量。使用的聚异氰酸酯的量将根据所制备的聚氨酯的性质略有变化。

[0056] 含活性氢的组分可以包含聚醚多元醇和聚酯多元醇。示例性聚酯多元醇包括多元醇与二羧酸或其成酯衍生物(如酸酐, 酯和卤化物)的缩聚产物、可通过内酯在多元醇存在下的开环聚合获得的聚内酯多元醇、可通过碳酸二酯与多元醇的反应获得的聚碳酸酯多元醇、以及蓖麻油多元醇。可用于制造缩聚聚酯多元醇的示例性二羧酸和二羧酸的衍生物是: 脂族或脂环族二羧酸, 例如戊二酸、己二酸、癸二酸、富马酸和马来酸; 二聚酸; 芳族二羧酸, 例如邻苯二甲酸、间苯二甲酸和对苯二甲酸; 三元或更高官能度的多元羧酸, 例如均苯四酸; 以及酸酐和仲烷基酯, 例如马来酸酐、邻苯二甲酸酐和对苯二甲酸二甲酯。

[0057] 另外的含活性氢的组分是环状酯的聚合物。由至少一种环状酯单体制备环状酯聚合物很好地记载在专利文献中, 例如美国专利第3,021,309号至第3,021,317号; 第3,169,945号和第2,962,524号。示例性的环状酯单体包括 δ -戊内酯、 ϵ -己内酯、 ζ -庚内酯、和单烷基-戊内酯(例如, 单甲基-戊内酯、单乙基-戊内酯和单己基-戊内酯)。通常, 聚酯多元醇可以包含基于己内酯的聚酯多元醇、芳族聚酯多元醇、基于己二酸乙二醇酯的多元醇、和包含前述聚酯多元醇中的至少一者的组合, 尤其是由 ϵ -己内酯、己二酸、邻苯二甲酸酐、对苯二甲酸或对苯二甲酸二甲酯制成的聚酯多元醇。

[0058] 聚醚多元醇通过使环氧烷(例如环氧乙烷、环氧丙烷等, 以及包含前述至少一者的组合)与水或多元有机组分(例如, 乙二醇、丙二醇、三亚甲基二醇、1,2-丁二醇、1,3-丁二醇、1,4-丁二醇、1,5-戊二醇、1,2-己二醇、1,10-癸二醇、1,2-环己二醇、2-丁烯-1,4-二醇、3-环己烯-1,1-二甲醇、4-甲基-3-环己烯-1,1-二甲醇、3-亚甲基-1,5-戊二醇、二乙二醇、(2-羟基乙氧基)-1-丙醇、4-(2-羟基乙氧基)-1-丁醇、5-(2-羟基丙氧基)-1-戊醇、1-(2-羟基甲氧基)-2-己醇、1-(2-羟基丙氧基)-2-辛醇、3-烯丙氧基-1,5-戊二醇、2-烯丙氧基甲基-2-甲基-1,3-丙二醇、[4,4-戊氧基]-甲基]-1,3-丙二醇、3-(邻丙烯基苯氧基)-1,2-丙二醇、2,2'-二亚异丙基双(对亚苯基氧基)乙二醇、甘油、1,2,6-己三醇、1,1,1-三羟甲基乙烷、1,1,1-三羟甲基丙烷、3-(2-羟基乙氧基)-1,2-丙二醇、3-(2-羟基丙氧基)-1,2-丙二醇、2,4-二甲基-2-(2-羟基乙氧基)-甲基戊二醇-1,5; 1,1,1-三[2-羟基乙氧基]甲基]-乙烷、1,1,1-三[2-羟基丙氧基]-甲基]丙烷、二乙二醇、二丙二醇、季戊四醇、山梨糖醇、蔗糖、

乳糖、 α -甲基葡糖苷、 α -羟基烷基葡糖苷、酚醛清漆树脂、磷酸、苯磷酸、聚磷酸如三聚磷酸和四聚磷酸、三元缩合产物等,以及包含前述至少一者的组合)化学加成而获得。用于制造聚氧化亚烷基多元醇的环氧烷通常具有2至4个碳原子。优选环氧丙烷以及环氧丙烷与环氧乙烷的混合物。以上列出的多元醇本身可以用作活性氢组分。

[0059] 合适的一类聚醚多元醇通常由下式表示: $R[(OCH_nH_{2n})_zOH]_a$,其中R为氢或多价烷基;“a”为等于R的化合价的整数,“n”每次出现时为2至4的整数,包括2和4(特别地3),“z”每次出现时是值为2至200、或者更特别地15至100的整数。期望地,聚醚多元醇包括以下中的一者或更多者的混合物:二丙二醇、1,4-丁二醇和2-甲基-1,3-丙二醇等。

[0060] 可以使用的另一种类型的含活性氢的物质为如美国专利第3,383,351号中描述的通过使烯键式不饱和单体在多元醇中聚合而获得的聚合物多元醇组合物。用于制造这样的组合物的示例性单体包括丙烯腈、氯乙烯、苯乙烯、丁二烯、偏氯乙烯和其他烯键式不饱和单体。聚合物多元醇组合物可以包含1重量%(wt.%)至70重量%、或者更特别地5重量%至50重量%、甚至更特别地10重量%至40重量%的在多元醇中聚合的单体,其中重量%基于多元醇的总重量。这样的组合物通过在自由基聚合催化剂例如过氧化物、过硫酸盐/酯、过碳酸盐/酯、过硼酸盐/酯、偶氮化合物和包含前述至少一者的组合的存在下在40°C至150°C的温度下在选择的多元醇中使单体聚合来便利地制备。

[0061] 含活性氢的组分还可以包括含多羟基的化合物,例如羟基封端的聚烃(美国专利第2,877,212号)、羟基封端的聚缩甲醛(美国专利第2,870,097号)、脂肪酸甘油三酯(美国专利第2,833,730号和第2,878,601号)、羟基封端的聚酯(美国专利第2,698,838、2,921,915、2,591,884、2,866,762、2,850,476、2,602,783、2,729,618、2,779,689、2,811,493、2,621,166和3,169,945号)、羟基甲基封端的全氟亚甲基(美国专利第2,911,390号和第2,902,473号)、羟基封端的聚亚烷基醚二醇(美国专利第2,808,391号;英国专利第733,624号)、羟基封端的聚亚烷基亚芳基醚二醇(美国专利第2,808,391号)、和羟基封端的聚亚烷基醚三醇(美国专利第2,866,774号)。

[0062] 在一个实施方案中,用于制造泡沫聚合物的反应性组合物可以基本上根据日本专利公开第昭53-8735号。期望使用的多元醇具有PO(环氧丙烷)或PTMG(经历开环聚合的四氢呋喃)等中的每一种的重复单元。在一个具体实施方案中,使EO(环氧乙烷; $(CH_2CH_2O)_n$)的量最小化,以改善泡沫的吸湿特性。

[0063] 多元醇可以具有在宽范围内变化的羟基数。通常,包含其他交联添加剂(如果使用的话)的多元醇的羟基数可以为28至1,000及更高,或者更特别地100至800。羟基数定义为:在有或没有其他交联添加剂的情况下完全中和由1克多元醇或者多元醇的混合物制备的全乙酰化衍生物的水解产物所需的氢氧化钾的毫克数。羟基数还可由以下式定义:

$$[0064] \quad OH = \frac{56.1 \times 1000 \times f}{M_w}$$

[0065] 其中:OH为多元醇的羟基数;

[0066] f为平均官能度,即每分子多元醇的羟基的平均数;以及

[0067] M_w 为多元醇的平均分子量。

[0068] 如上所述,泡沫可以化学吹制或物理吹制(例如,机械发泡)。当使用时,可以在反应性组合物中使用各种各样的发泡剂,包括化学或物理发泡剂。化学发泡剂包括例如水以

及在特定条件下(例如在窄温度范围内)以高气体产率分解的化学化合物。期望地,分解产物不会对泡沫产品产生风化或具有变色效果。示例性的化学发泡剂包括:水、偶氮异丁腈、偶氮二碳酸胺(即偶氮双甲酰胺)和偶氮二羧酸钡;经取代的胍(例如,二苯基砷-3,3'-二磺酰胍、4,4'-羟基-双-(苯磺酰胍)、三胍基三嗪和芳基-双-(磺酰胍));氨基脲(例如,对甲苯基磺酰基氨基脲和4,4'-羟基-双-(苯磺酰基氨基脲));三唑(例如,5-吗啉基-1,2,3,4-噻三唑);N-亚硝基化合物(例如,N,N'-二亚硝基五亚甲基四胺和N,N-二甲基-N,N'-二亚硝基邻苯二甲酰胺);苯并噁嗪(例如,衣托酸酐);以及包含前述至少一者的组合,例如碳酸钠/柠檬酸混合物。

[0069] 发泡剂的量将根据试剂和所需的泡沫密度而变化。通常,这些发泡剂以基于反应性组合物的总重量的0.1%重量至10%重量的量使用。当水用作至少一种发泡剂时(例如,基于反应性组合物的总重量,其量为0.1重量%至8重量%),通常希望通过选择性地使用催化剂来控制固化反应。

[0070] 还可以(或替代地)使用物理发泡剂。这些发泡剂可以是多种材料,包括烃、醚、酯(包括部分卤化的烃、醚和酯)等、以及包含前述至少一者的组合。与化学发泡剂一样,物理发泡剂以足以使所得泡沫具有所需的体密度的量使用。物理发泡剂可以以反应性组合物的5重量%至50重量%、或者更特别地10重量%至30重量%的量使用。

[0071] 许多能够催化异氰酸酯组分与含活性氢的组分反应的催化剂可以用于泡沫制备中。示例性催化剂包括磷;有机叔胺;铋、铅、锡、铁、镱、铀、镉、钴、钽、铝、汞、锌、镍、铈、钼、钒、铜、锰和锆的有机和无机酸盐以及有机金属衍生物;以及包含前述至少一者的组合。

[0072] 各种各样的表面活性剂可以用于在聚氨酯泡沫固化之前使其稳定的目的,包括表面活性剂的混合物。有机硅树脂表面活性剂是特别有用的,例如基本上由SiO₂(硅酸盐)单元和(CH₃)₃SiO_{0.5}(三甲基甲硅烷氧基)单元以0.8:1至2.2:1、或特别地1:1至2.0:1的硅酸盐相对于三甲基甲硅烷氧基单元的摩尔比组成的共聚物。

[0073] 在一个实施方案中,可以通过将反应性组合物(即,异氰酸酯组分、含活性氢的组分、泡沫稳定表面活性剂、催化剂、和任意任选的添加剂)与泡沫形成气体以预定量机械混合来生产泡沫。在一种进行方式中,首先将反应性组合物的组分混合在一起,然后用空气进行机械发泡。或者,可以在机械发泡过程中将组分依次添加到液相中。泡沫的气相可以是空气,因为其便宜且易于获得。然而,如果需要,可以使用在环境条件下为气态并且基本上是惰性的或与液相的所有组分不具有反应性的其他气体。其他气体包括例如在环境温度下通常为气态的氮气、二氧化碳和碳氟化合物。

[0074] 通过在高剪切设备例如Hobart混合器或Oakes混合器中机械搅打液相而将惰性气体并入液相中。气体可以在压力下引入,或者其可以通过如Hobart混合器中的搅打或搅拌动作而从上覆气氛吸入。机械搅打操作可以在标准压力,例如100磅/平方英寸(psi)至200psi(689千帕(kPa)至1,379kPa)的压力下进行。可以使用可容易地获得的混合设备。通过气体流量计量设备控制搅打进入液相的惰性气体的量,以生产期望密度的泡沫。机械搅打进行适当的时间段以获得期望的泡沫密度,例如在Oakes混合器中进行几秒,或者在Hobart混合器中进行3分钟至30分钟。由机械搅打操作形成的泡沫基本上是化学稳定且结构稳定的,但是在环境温度例如10℃至40℃下可容易地加工。

[0075] 可以用于制造波纹状弹性体片或者相关泡沫材料(用于任选地嵌入波纹状弹性体

片)的有机硅树脂或泡沫的实例可以包括聚硅氧烷聚合物。在一个实施方案中,有机硅泡沫作为水与聚硅氧烷聚合物前体组合物中的氢化基团之间反应的结果而生产,随后释放出氢气。该反应通常由贵金属,具体地由铂催化剂催化。在一个实施方案中,聚硅氧烷聚合物在25°C下的粘度为100泊至1,000,000泊,并且具有链取代基,例如氢化基团、甲基、乙基、丙基、乙烯基、苯基和三氟丙基。聚硅氧烷聚合物上的端基可以为氢化基团、羟基、乙烯基、乙烯基二有机甲硅烷氧基、烷氧基、酰氧基、烯丙基、肟基、氨基、异丙烯氧基、环氧基、巯基、或其他已知反应性端基。合适的有机硅泡沫还可以通过使用各自具有不同分子量(例如,双峰或三峰分子量分布)的数种聚硅氧烷聚合物来生产,只要组合的粘度处于上述指定值范围内即可。还可以具有数种带有不同官能团或反应性基团的聚硅氧烷基聚合物以生产期望泡沫。在一个实施方案中,聚硅氧烷聚合物包含0.2摩尔氢化(Si-H)基团/摩尔水。

[0076] 根据使用的聚硅氧烷聚合物的化学性质,可以使用催化剂,一般地铂或含铂的催化剂来催化发泡和固化反应。催化剂可以沉积在惰性载体例如硅胶、氧化铝或炭黑上。在一个实施方案中,使用了非负载型催化剂,例如氯铂酸、其六水合物形式、其碱金属盐及其与有机衍生物的配合物。示例性催化剂为氯铂酸与乙烯基聚硅氧烷例如1,3-二乙烯基四甲基二硅氧烷的反应产物,其经处理或者另外用碱性试剂部分或完全除去氯原子;氯铂酸与醇、醚和醛的反应产物;以及与膦、氧化膦以及与烯炔例如乙烯、丙烯和苯乙烯的氯化亚铂配合物和铂螯合物。还可能希望的是,根据聚硅氧烷聚合物的化学性质使用其他催化剂例如二月桂酸二丁基锡代替基于铂的催化剂。

[0077] 可以使用物理发泡剂或化学发泡剂来生产有机硅泡沫,包括以上所列用于聚氨酯的物理发泡剂和化学发泡剂。化学发泡剂的其他实例包括苯甲醇、甲醇、乙醇、异丙醇、丁二醇和硅醇。在一个实施方案中,使用发泡的方法的组合来获得具有期望特性的泡沫。例如,可以将物理发泡剂如氯氟烃作为次级发泡剂添加至反应混合物中,其中发泡的主要模式为由于聚硅氧烷上的氢化取代基与水之间的反应释放的氢气。

[0078] 在有机硅泡沫的生产中,前体组合物的反应性组分可以储存在两个包装中,一个包含铂催化剂,另一个包含含有氢化基团的聚硅氧烷聚合物,这可以防止过早反应。在另一种生产方法中,将聚硅氧烷聚合物与导电颗粒、水、物理发泡剂(如果需要)和其他所需添加剂一起引入挤出机中。然后可以将铂催化剂计量加入挤出机中以启动发泡和固化反应。将物理发泡剂如液态二氧化碳或超临界二氧化碳与化学发泡剂如水任选的一起使用可以产生具有低得多的密度的泡沫。

[0079] 在另一个实施方案中,用于制造波纹状弹性体片的非泡沫导热组合物可以通过进一步在催化剂的存在下的包含液体有机硅聚合物的前体组合物的反应来形成,所述前体组合物特别地包含以有效固化该组合物的量的每分子具有至少两个烯基的聚硅氧烷和具有至少两个与硅键合的氢原子的聚硅氧烷。合适的反应性有机硅组合物是低硬度、双包装(例如,1:1)液体有机硅橡胶(LSR)或液体注塑(LIM)组合物。由于其低的固有粘度,因此使用低硬度LSR或LIM组合物可以促进添加更高的填料量。

[0080] 在一个实施方案中,可以提供LSR或LIM体系作为适用于以按体积计1:1的比混合的两部分制剂。制剂的“A”部分可以包含具有两个或更多个烯基的一种或更多种聚硅氧烷。合适的烯基示例为乙烯基、烯丙基、丁烯基、戊烯基、己烯基和庚烯基,特别地乙烯基。烯基可以结合在分子链末端、分子链上的悬垂位置处、或者两者。具有两个或更多个烯基的聚硅

氧烷中另外的与硅键合的有机基团可以示例为经取代和未经取代的一价烃基,例如烷基,如甲基、乙基、丙基、丁基、戊基和己基;芳基,如苯基、甲苯基和二甲苯基;芳烷基,如苄基和苯乙基;以及卤代烷基,如3-氯丙基和3,3,3-三氟丙基。示例性取代基为甲基和苯基。

[0081] 含烯基的聚硅氧烷可以具有直链、部分支化的直链、支链或网状分子结构,或者可以是来自具有示例性分子结构的聚硅氧烷的两种或更多种选择的混合物。含烯基的聚硅氧烷示例为三甲基甲硅烷氧基封端的二甲基硅氧烷-甲基乙烯基硅氧烷共聚物,三甲基甲硅烷氧基封端的甲基乙烯基硅氧烷-甲基苯基硅氧烷共聚物,三甲基甲硅烷氧基封端的二甲基硅氧烷-甲基乙烯基硅氧烷-甲基苯基硅氧烷共聚物,二甲基乙烯基甲硅烷氧基封端的二甲基聚硅氧烷,二甲基乙烯基甲硅烷氧基封端的甲基乙烯基聚硅氧烷,二甲基乙烯基甲硅烷氧基封端的甲基乙烯基苯基硅氧烷,二甲基乙烯基甲硅烷氧基封端的二甲基乙烯基硅氧烷-甲基乙烯基硅氧烷共聚物,二甲基乙烯基甲硅烷氧基封端的二甲基硅氧烷-甲基苯基硅氧烷共聚物,二甲基乙烯基甲硅烷氧基封端的二甲基硅氧烷-二苯基硅氧烷共聚物,包含 $R_3SiO_{1/2}$ 和 $SiO_{4/2}$ 单元的聚硅氧烷,包含 $RSiO_{3/2}$ 单元的聚硅氧烷,包含 $R_2SiO_{2/2}$ 和 $RSiO_{3/2}$ 单元的聚硅氧烷,包含 $R_2SiO_{2/2}$ 、 $RSiO_{3/2}$ 和 $SiO_{4/2}$ 单元的聚硅氧烷,以及前述聚硅氧烷中两者或更多者的混合物。R表示经取代和未经取代的一价烃基,例如烷基,如甲基、乙基、丙基、丁基、戊基和己基;芳基,如苯基、甲苯基和二甲苯基;芳烷基,如苄基和苯乙基;以及卤代烷基,如3-氯丙基和3,3,3-三氟丙基,条件是每分子R基团中至少2个为烯基。

[0082] LSR或LIM体系的“B”组分可以包含每分子含有至少两个与硅键合的氢原子的一种或更多种聚硅氧烷,挤出速率小于500g/分钟。氢可以键合在分子链末端、分子链上的悬垂位置处、或两者兼有。与硅键合的另外的基团示例为非烯基的经取代和未经取代的一价烃基的有机基团,例如烷基,如甲基、乙基、丙基、丁基、戊基和己基;芳基,如苯基、甲苯基和二甲苯基;芳烷基,如苄基和苯乙基;以及卤代烷基,如3-氯丙基和3,3,3-三氟丙基。示例性取代基为甲基和苯基。

[0083] 含氢的聚硅氧烷组分可以具有直链、部分支化的直链、支链、环状、网状分子结构,或者可以是来自具有示例性分子结构的聚硅氧烷的两种或更多种选择的混合物。含氢的聚硅氧烷示例为三甲基甲硅烷氧基封端的甲基氢聚硅氧烷、三甲基甲硅烷氧基封端的二甲基硅氧烷-甲基氢硅氧烷共聚物、三甲基甲硅烷氧基封端的甲基氢硅氧烷-甲基苯基硅氧烷共聚物、三甲基甲硅烷氧基封端的二甲基硅氧烷-甲基氢硅氧烷-甲基苯基硅氧烷共聚物、二甲基氢甲硅烷氧基封端的二甲基聚硅氧烷、二甲基氢甲硅烷氧基封端的甲基氢聚硅氧烷、二甲基氢甲硅烷氧基封端的二甲基硅氧烷-甲基氢硅氧烷共聚物、二甲基氢甲硅烷氧基封端的二甲基硅氧烷-甲基苯基硅氧烷共聚物、和二甲基氢甲硅烷氧基封端的甲基苯基聚硅氧烷。

[0084] 以足以使组合物固化的量添加含氢的聚硅氧烷组分,具体地以含烯基的聚硅氧烷中0.5至10个与硅键合的氢原子/烯基的量添加。

[0085] 有机硅组合物通常还包含作为组分“A”的部分的催化剂,例如铂以加速固化。可以使用被称为氢化硅烷化反应催化剂的铂和铂化合物,例如铂黑、氧化铝上铂粉末、二氧化硅上铂粉末、碳上铂粉末、氯铂酸、氯铂酸铂-烯烃配合物的醇溶液、铂-烯基硅氧烷配合物,以及如上所述,在热塑性树脂例如甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、聚苯乙烯、有机硅等中由铂加成反应催化剂的分散体的微粒化提供的催化剂。还可以使用催化剂的混合物。基于烯基和

氢组分的组合量,有效使本组合物固化的催化剂的量通常为0.1份/百万份(以重量计)至1,000份/百万份(以重量计)的铂金属。

[0086] 反应性聚硅氧烷流体与含烯基的聚硅氧烷和具有至少两个与硅键合的氢原子的聚硅氧烷共固化,因此其本身可以包含烯基或与硅键合的氢基。这种化合物可以具有与上述含烯基的聚硅氧烷和具有至少两个与硅键合的氢原子的聚硅氧烷相关的相同结构,但另外粘度小于或等于1000厘泊(cps)、特别地小于或等于750cps、更特别地小于或等于600cps、最特别地小于或等于500cps。在一个实施方案中,反应性聚硅氧烷流体的沸点高于加成固化反应的固化温度。

[0087] 在波纹状弹性体片和任选的相关成形材料的配方中,除了上述导热填料之外,可以在其制造中向例如聚氨酯泡沫混合物中添加其他类型的填料添加剂。例如,也可以使用非导热填料(三水合氧化铝、二氧化硅、滑石、碳酸钙、粘土等)、颜料(例如二氧化钛和铁氧化物)等及组合。

[0088] 已知用于制造波纹状弹性体片或者用于嵌入或负载波纹状弹性体片的任选的相关泡沫材料的其他添加剂可以存在于泡沫组合物中。例如,合适的阻燃剂包括但不限于,包含铝、镁、锌、硼、钙、镍、钴、锡、钼、铜、铁、钛或其组合的金属氢氧化物,如氢氧化铝、氢氧化镁、氢氧化钙、氢氧化铁等;金属氧化物,如铈氧化物、三氧化铈、五氧化铈、铁氧化物、钛氧化物、锰氧化物、镁氧化物、锆氧化物、锌氧化物、钨氧化物、钴氧化物、铋氧化物、铬氧化物、锡氧化物、镍氧化物、铜氧化物、钨氧化物等;金属硼酸盐,如硼酸锌、偏硼酸锌、偏硼酸钡等;金属碳酸盐,如碳酸锌、碳酸镁、碳酸钙、碳酸钡等;三聚氰胺氰脲酸酯、三聚氰胺磷酸酯等;炭黑、可膨胀石墨片(例如可以以商品名GRAFGUARD得自GrafTech International,Ltd.的那些)等;纳米粘土;和溴化化合物。示例性阻燃剂材料为氢氧化镁、纳米粘土和溴化化合物。在一个实施方案中,聚合物泡沫的阻燃性满足阻燃性的特定Underwriter's Laboratories (UL) 标准。例如,聚合物泡沫具有按UL标准94的V-0等级。

[0089] 可以存在的另一些添加剂包括染料、抗氧化剂、紫外(UV)稳定剂、聚合物固化用催化剂、交联剂等,以及包含前述添加剂中至少一者的组合。使用上述聚合物组合物,波纹状弹性体片可以模制或挤出成形,如本领域技术人员所理解的,利用常规的模制或挤出技术。在组合物(例如,如上所述的聚氨酯或有机硅泡沫)至少部分固化之后,可以使其通过冷却区,在冷却区中通过任何合适的冷却装置如风扇进行冷却。在适当的情况下,可以将材料卷取在辊上以备后用。在这种生产模式中,片的长度可以为最多至5米或更长。

[0090] 在一些实施方案中,可压缩的导热垫可以通过在常规的台式实验室涂布机中将聚合物泡沫材料(任选地包含导热颗粒状填料的颗粒)施加至波纹状弹性体材料的表面来制造。聚合物泡沫材料,例如其中分散有填料的反应性有机硅体系,可以倾倒在波纹状弹性体片上并手动浇注在设定的间隙上。然后可以将产品在升高的温度下的烘箱中固化适当的时间,例如1分钟至60分钟。通过调节间隙,可以调节在x-y方向上的(导热组合物的)任选涂层的厚度。

[0091] 导热垫(包括被或不被聚合物泡沫材料覆盖或者嵌入或不嵌入聚合物泡沫材料中的波纹状片)的材料的从一个表面到另一个表面测量的热导率可以为至少0.1W/m-K。具体地,根据ASTM D5470-12,在30°C下,垫的热导率可以在0.2W/m-K至5W/m-K、更特别地0.25W/m-K至2W/m-K、甚至更特别地0.30W/m-K至0.49W/m-K的范围内。

[0092] 导热材料垫(包括被或不被聚合物泡沫材料覆盖或者嵌入或不嵌入聚合物泡沫材料中的波纹状片)的压缩变定在70℃下可以为1%至10%。压缩力挠度(compression force deflection,CFD)可以为1psi至20psi。在一些实施方案中,该材料的厚度为0.1mm至25mm,热导率为至少0.5W/m-K,压缩变定为1%至5%,压缩力挠度为2psi至12psi。

[0093] 嵌入或覆盖波纹状的填充弹性体片的聚合物泡沫材料的密度可以为6磅/立方英尺(pcf)至35磅/立方英尺(pcf)。聚合物泡沫材料的平均孔径可以为20微米至500微米。

[0094] 在一个实施方案中,包含导热填料的波纹状弹性体片(当平坦且非波纹状时)可以表现出至少0.5W/m-K的热导率(根据ASTM D5470-12),其可以根据片的厚度和材料及其设计的其他细节而变化。

[0095] 如本文所述,可压缩导热材料可以通过将其定位在第一传热表面和第二传热表面中间以在其间提供热通道而与电子设备一起使用。一个传热表面可以是设计成吸收热量的部件,例如散热器或电子电路板。另一个(相对的)传热表面可以是产热源,例如产热电子部件。因此,可压缩导热材料的表面可以是大致平面的、多平面的、弯曲的、或复杂弯曲的、锯齿状的等。如上所述,对于许多应用来说,(包括波纹状弹性体片的材料的)总厚度(在相对平坦表面上从峰到峰取的)可以为0.1毫米(mm)至25mm、特别地0.25mm至15mm、或10密耳至1000密耳(0.254mm至25.4mm),并且通常但不一定是相对于泡沫垫的沿x轴和y轴限定的纵向或横向尺寸的范围是较小的。

[0096] 另一方面是热管理组合件,其包括如上所述的,即在第一相邻的传热表面和第二相邻的传热表面之间设置和压缩的导热材料,其中导热材料的厚度提供其间的导热通道。具体地,波纹状的填充弹性体片的前脊的顶表面或后脊的顶表面接触产热源。产热源可以是电子元件、装置或其部件,前脊的顶表面或后脊的顶表面中的另一者可以接触散热元件。散热构件可以是散热器或电路板。在一个实施方案中,压敏(PSA)粘合剂或其他粘合剂可以在各种应用(包括各种电子设备)中用于将可压缩导热材料合适地固定在两个构件之间。作为示例,应用可以包括电信基站、消费电子产品例如手机、计算机监视器、等离子电视、汽车电子部件和系统、电路板、插件盒(card cage)、气孔、覆盖物、PCMCIA卡、背面或平面、屏蔽帽或套、电子设备的I/O连接面板、或由此的机壳(enclosure)或机柜(cabinet)。应当理解,还存在许多需要弹性导热片材料的许多其他多种应用。

[0097] 实施例

[0098] 样品可压缩的导热片如下制备。将近固态的聚氨酯材料模制成波纹状片的形状。实施例1至17列于下表2中。在表2中,聚氨酯材料基于PORON92级聚氨酯泡沫。整个样品厚度为0.0309英寸(0.785mm),跨波纹状片的峰到峰间距为约0.045英寸(1.14mm)。

[0099] 样品制备涉及生产其内构建有波纹状图案的小型翻盖式阴阳模具(clamshell male-female mold)。这样,所有片的峰到峰距离可以非常相似。然而,样品厚度将随着顶部和底部模具板之间的间隙增加而变化。为了模制波纹状片,将所有氨酯成分混合在一起,除了异氰酸酯之外。这包括用于增大热导率的任何添加剂。最后,使用 **Flacktek®** 速度混合器将异氰酸酯共混。将氨酯倒入并铺展在模具上。将模具关闭并在75℃下加热30分钟以固化泡沫。

[0100] 样品的密度为25pcf (400kg/m³),包括谷中的空气。如表1所示,在用于制造波纹状片的组合物中使用各种填料及其负载。

[0101] 表1

[0102]

组分	说明	商业来源*
填料 A	CarboTherm® PCTH3MHF 氮化硼片, 平均颗粒尺寸 0.3 微米至 30 微米	圣戈班 (Saint-Gobain)
填料 B	Granoc XN-100-25Z 石墨纤维, 长度 25 mm	日本石墨纤维公司 (Nippon Graphite Fiber Corp)
填料 C	Granoc XN-100-03Z 石墨纤维, 长度 25 mm	日本石墨纤维公司
填料 D	Granoc XN-100-05M 石墨纤维, 长度 25 mm	日本石墨纤维公司
填料 E	表面增强薄片状石墨(SEF-G) - 3807	艾斯博瑞碳素 (Asbury Carbons)

[0103] 然后根据ASTM D5470-12测试片的热导率,如表2中详述。使用两种测试装置测量样品的热导率,Anter **Unitherm**® 2022 (ASTM E1530-11) 测试装置和Analysis Tech的T.I.M. 测试装置 (ASTM D5470-12)。两种装置均以W/m-K表示热导率。可压缩的材料的热导率随测试期间的压力和间隙而变化。两种方法都使用三次测量,对材料施加固定压力或固定间隙。这里的热导率值基于20psi的测量。测试结果如表2所示。

[0104] 表2

[0105]

实施 例	填料	填料 (重量%)	厚度 (英寸)	30°C下的热导率 (W/m-K)	60°C下的热导率 (W/m-K)	90°C下的热导率 (W/m-K)
1	氢氧化铝	20	0.0190	0.145	0.181	0.186
2	填料A	33	0.0309	0.266	0.356	0.373
3	填料A	42	0.0359	0.264	0.333	0.342
4	填料A	43	0.0400	0.161	0.187	0.203
5	填料B	20	0.0433	0.433	0.585	0.600
6	填料B	25	0.0406	0.490	0.724	0.747
7	填料C	25	0.0406	0.317	0.414	0.458
8	填料C	30	0.0383	0.386	0.539	0.572
9	填料C	35	0.0450	0.414	0.564	0.606
10	填料C	40	0.0457	0.315	0.399	0.425
11	填料C	45	0.0539	0.349	0.431	0.447
12	填料D	25	0.0315	0.310	0.414	0.425
13	填料D	35	0.0547	0.220	0.240	0.246
14	填料E	11	0.0322	0.200	0.250	0.265
15	填料E	15	0.0396	0.315	0.416	0.431
16	填料E	25	0.0412	0.279	0.368	0.409
17	填料E	30	0.0438	0.337	0.420	0.439

[0106] 基于表2中的结果,显示如本文所述的可压缩的导热片为热管理提供热导率。

[0107] 本公开内容还包括以下实施方案。

[0108] 实施方案1.一种片状可压缩导热材料,包括在x-y面基本上平行的多个细长壁,其中所述细长壁包含分散在聚合物基体材料中的导热填料的颗粒,

[0109] 其中所述细长壁各自在厚度方向上从底部点到顶部点倾斜地延伸,以及其中相邻的壁相对于所述厚度方向上的垂线以交替的方向倾斜。

[0110] 实施方案2.根据实施方案1所述的可压缩导热材料,其中在所述片中相邻的细长壁彼此分隔开,并且所述细长壁嵌入聚合物泡沫材料中。

[0111] 实施方案3.根据实施方案1或2所述的可压缩导热材料,其中在所述片中相邻的细长壁彼此连接,从而形成连接细长壁的细长脊或细长沟。

[0112] 实施方案4.根据实施方案1至3中任一项所述的可压缩导热材料,包括波纹状弹性体片,具有波纹状前表面和后表面,由包含分散在聚合物基体材料中的导热填料的颗粒的组合物形成;其中,在截面图中,在所述波纹状弹性体片中连接前脊的顶部至前沟的底部的所述波纹状弹性体片的侧面弹性地形成相对水平面小于90度的角;其中所述波纹状弹性体片的孔隙度为0%至25%;以及其中所述波纹状弹性体片任选地至少部分地嵌入孔隙度大于10%的聚合物泡沫的片中。

[0113] 实施方案5.根据实施方案4所述的可压缩导热材料,其中所述波纹状弹性体片包括1至20个脊壁/厘米。

[0114] 实施方案6.根据实施方案4或5所述的可压缩导热材料,其中至少在压缩所述可压缩导热材料之前,在截面图中,所述波纹状弹性体片的各前脊和各后脊独立地形成弯曲、平坦或尖锐的顶表面。

[0115] 实施方案7.根据实施方案4至6中任一项所述的可压缩导热材料,其中在截面图中,所述波纹状弹性体片中的各前脊或各后脊或两者的峰表面形成平坦表面。

[0116] 实施方案8.根据实施方案4至7中任一项所述的可压缩导热材料,其中在截面图中,所述前脊的所述顶表面或所述后脊的所述顶表面或两者形成能够分别与平坦热源和平坦散热器相邻接触的平行的平坦表面。

[0117] 实施方案9.根据实施方案4至8中任一项所述的导热材料,其中在所述波纹状弹性体片中,在截面图中,连接所述前脊的所述顶部至相邻的前沟的所述底部的侧面与水平面形成小于20度至70度的角。

[0118] 实施方案10.根据实施方案1至9中任一项所述的导热材料,其中在材料未被压缩时,所述波纹状弹性体片的在前脊和相邻的后脊之间的峰到峰距离相对峰垂直距离之比为5:1至1:2。

[0119] 实施方案11.根据实施方案4至10中任一项所述的导热材料,其中所述波纹状片的平坦厚度(非波纹化的)为20微米至2000微米,并且其中所述平坦厚度小于波纹状厚度的50%。

[0120] 实施方案12.根据实施方案1至11中任一项所述的导热材料,其中所述聚合物基体主要包含聚氨酯或有机硅。

[0121] 实施方案13.根据实施方案12所述的导热材料,其中所述聚合物基体材料的聚合物组合物包含任选地共混有以下物质的至少60%的聚氨酯或有机硅:有机硅、聚烯烃、聚酯、聚酰胺、氟化聚合物、聚环氧烷、聚乙烯醇、离子聚合物、乙酸钠纤维素、聚苯乙烯或包含前述至少一者的组合。

[0122] 实施方案14.根据实施方案4至13中任一项所述的导热材料,其中所述波纹状填充弹性体片包含的聚合物基体材料为聚氨酯。

[0123] 实施方案15.根据实施方案4至14中任一项所述的导热材料,其中所述波纹状弹性体片包含10重量%至60重量%的热导率为25W/m-K至1000W/m-K的所述导热颗粒状填料。

[0124] 实施方案16.根据实施方案14所述的导热材料,其中所述颗粒状填料为金属或非金属氧化物、氮化物、碳化物、或硼化物、碳、金属、或包含前述至少一者的组合。

[0125] 实施方案17.根据实施方案16所述的导热材料,其中所述颗粒状填料包含氮化硼或石墨颗粒或两者。

[0126] 实施方案18.根据实施方案4至17中任一项所述的导热材料,其中所述波纹状弹性体片在前表面和后表面中的至少一者上至少部分地被聚合物泡沫材料的层覆盖。

[0127] 实施方案19.根据实施方案18所述的导热材料,其中所述波纹状弹性体片的顶部前脊或后脊或两者暴露在所述导热材料的表面上,并且任选地分别延伸到所述聚合物泡沫材料的表面之外。

[0128] 实施方案20.根据实施方案18所述的导热材料,其中所述波纹状弹性体片嵌入聚合物泡沫材料的片内,所述聚合物泡沫材料的表面覆盖所述前脊或后脊或两者。

[0129] 实施方案21.根据实施方案18所述的导热材料,其中,在所述材料表面不存在压缩的情况下,在所述波纹状弹性体片的前脊或后脊或两者下方、或者在聚合物泡沫材料的层的前表面或后表面或两者上方分别存在空隙空间,所述空隙空间能够在压缩下减小。

[0130] 实施方案22.根据实施方案18所述的导热材料,其中所述波纹状弹性体片在所述

前表面或后表面中的一者上至少部分地被聚合物泡沫材料的层覆盖,而不在前表面或后表面的另一者上被聚合物泡沫材料的层覆盖。

[0131] 实施方案23.根据实施方案18所述的导热材料,其中所述聚合物泡沫材料包含比所述波纹状弹性体片中更小体积百分比的导热填料,或者其中所述聚合物泡沫材料包含比所述波纹状弹性体片中的更大的孔隙度。

[0132] 实施方案24.根据实施方案1至23中任一项所述的导热材料,其中所述片的热导率为至少0.1W/m-K。

[0133] 实施方案25.根据实施方案1至24中任一项所述的可压缩导热材料,包括相反的上表面和下表面嵌入有波纹状弹性体片的泡沫聚合物材料,但是其中多个脊的顶部或多个沟的底部或两者中的至少一者或两者已经被去除,以及其中在穿过其厚度的截面图中,所述导热材料包含多个柱,所述柱在从所述材料的后表面或表面部分到上表面或表面部分的倾斜方向上延伸,其中连续相邻的柱在交替方向上倾斜于表面,其中所述柱各自与两个其他柱相邻,并且在朝向两个相邻的柱中的一者的方向上以及在远离所述两个相邻的柱中的另一者的方向上倾斜,使得两个相邻的柱的顶部在x方向上在朝向彼此倾斜与远离彼此倾斜之间交替;以及其中所述波纹状弹性体片包含分散在孔隙度小于25%的聚合物基体材料中的导热填料的颗粒,以及其中聚合物泡沫材料的片具有大于10%的孔隙度并且任选地包含导热填料的颗粒。

[0134] 实施方案26.一种制造可压缩导热材料的方法,所述方法包括:将波纹状弹性体片材料嵌入泡沫材料以形成中间片材料,其中所述波纹状弹性体片中的前脊和前沟的共同侧面弹性地形成相对垂直于所述中间片材料的厚度的x方向小于90度的角,从而形成中间材料;其中所述中间材料的顶表面层或底表面层或两者中的至少一者或两者被去除,使得在穿过其厚度的截面图中,所述前脊的上部或所述前沟脊的底部或两者中的至少一者或两者不存在,使得所述导热材料包括:由填充的弹性体材料形成的多个柱,所述柱从所述材料的下表面或下部延伸至所述材料的上表面或上部,其中连续柱以相对于连接顶表面和底表面的垂线交替的方向上的角倾斜,使得所述柱各自与两个其他柱相邻,并且在朝向所述两个相邻的柱中的一者的方向上并且在远离所述两个相邻的柱中的另一者的方向上倾斜。

[0135] 实施方案27.一种热管理组合件,包括在第一相邻的传热表面与第二相邻的传热表面之间设置并压缩的根据实施方案1至26或28至30中任一项所述的导热材料,其中所述导热材料的厚度提供其间的导热通道。

[0136] 实施方案28.一种可压缩导热材料,包括波纹状弹性体片,具有波纹状前表面和后表面,由包含分散在聚合物基体材料中的导热填料的颗粒的组合物形成;其中,在截面图中,在所述波纹状弹性体片中使前脊的顶部连接至前沟的底部的所述波纹状弹性体片的侧面弹性地形成相对水平面小于90度的角;其中所述波纹状弹性体片的孔隙度为0%至25%;以及其中所述波纹状弹性体片任选地至少部分地嵌入孔隙度大于10%的聚合物泡沫的片中。

[0137] 实施方案29.一种可压缩导热材料,包含聚合物泡沫材料,具有相反的上表面和下表面,嵌入基本上平行的细长弹性体壁,所述细长弹性体壁包含分散在孔隙度小于25%的聚合物基体材料中的导热填料的颗粒,其中聚合物泡沫材料具有大于10%的孔隙度,并且任选地包含导热填料的颗粒;其中所述细长弹性体壁在穿过材料的厚度的截面图中形成多

个柱,所述柱从材料的后表面或其表面部分到上表面或其表面部分在倾斜方向上延伸,其中相邻的柱在相对于穿过材料的厚度的垂线交替的方向上倾斜。

[0138] 实施方案30.根据实施方案29所述的可压缩导热材料,其中所述材料是如下方法的产物,其中通过去除多个脊的顶部或多个沟的底部或两者中的至少一者或两者来制造基本上平行的细长弹性体壁。

[0139] 本文公开的范围包括所记载的端点并且可组合(例如,“最多至25重量%,或更特别地5重量%至20重量%”的范围包括端点以及“5重量%至25重量%”范围内的所有中间值)。“组合”包括共混物、混合物、合金、反应产物等。此外,“包含前述至少一者的组合”澄清了该列表单独地包括每种要素,以及列表的两种或更多种要素的组合,以及列表的一种或更多种要素与非列表要素的组合。此外,本文中术语“第一”、“第二”等不表示任何顺序、量或重要性,而是用于将一种要素与另一种要素区分开,并且本文中并没有明确数量词修饰的术语不表示量的限制,而是表示存在至少一个所提及的项目。所描述的要素可以在各种实施方案中以任何合适的方式组合。如本文所使用的,术语片、膜、板和层可互换使用,并不旨在表示尺寸。

[0140] 所有引用的专利、专利申请和其他参考文献均通过引用整体并入本文。然而,如果本申请中的术语与并入的参考文献中的术语相矛盾或冲突,则本申请中的术语优先于并入的参考文献中的冲突术语。

[0141] 尽管已经参照本发明的数个实施方案描述了本发明,但是本领域技术人员将理解,在不脱离本发明的范围的情况下,可以进行各种改变并且可以用等同物替换其要素。此外,可以做出许多修改以使具体情形或材料适应本发明的教导而不脱离本发明的基本范围。因此,意图是本发明不限于作为实施本发明所预期的最佳实施方式公开的特定实施方案,而是本发明将包括落入所附权利要求的范围内的所有实施方案。

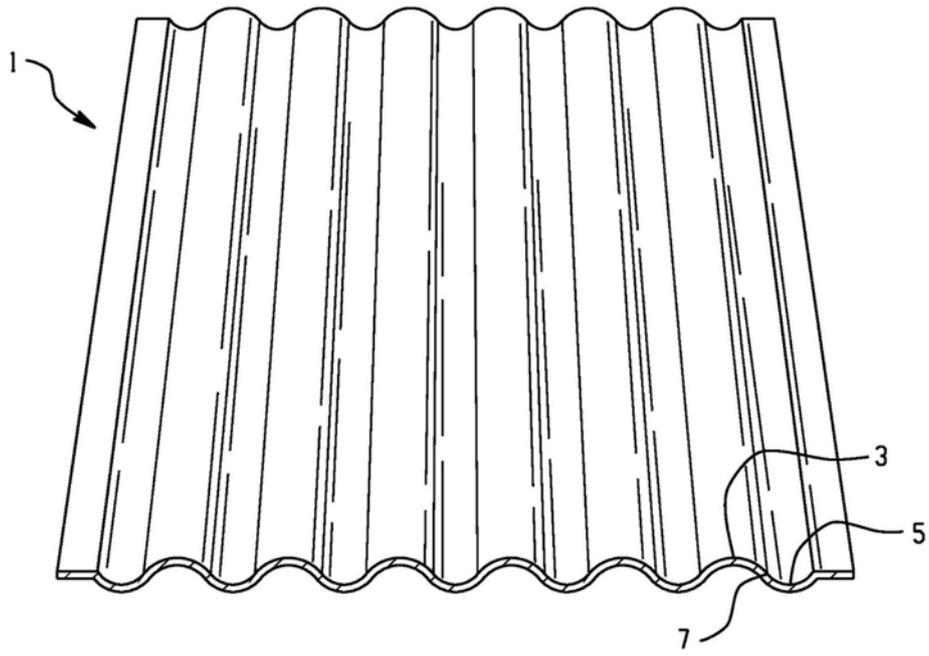


图1

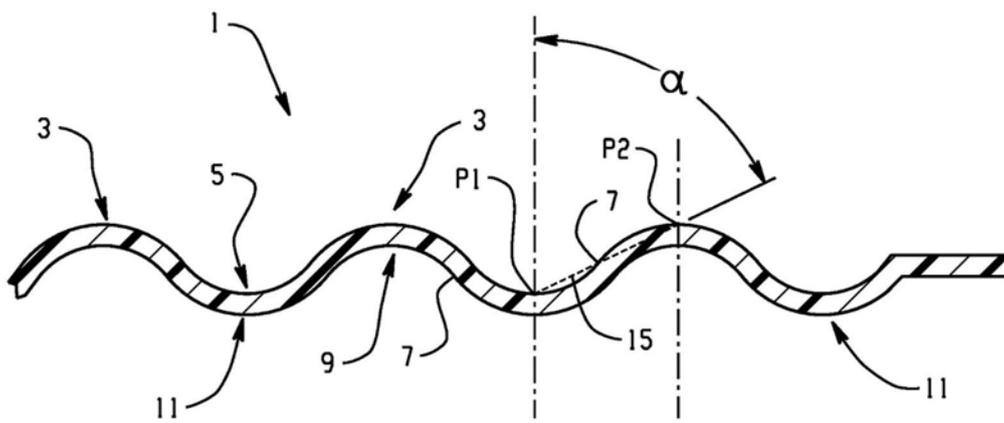


图2

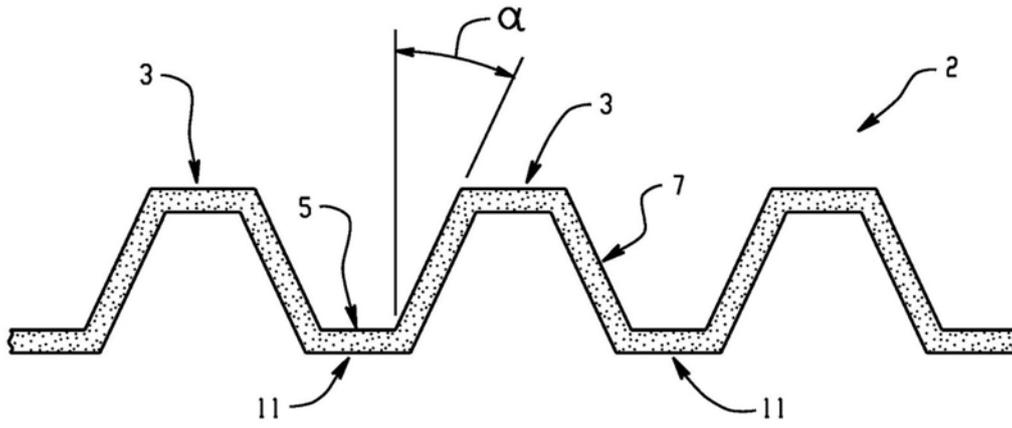


图3

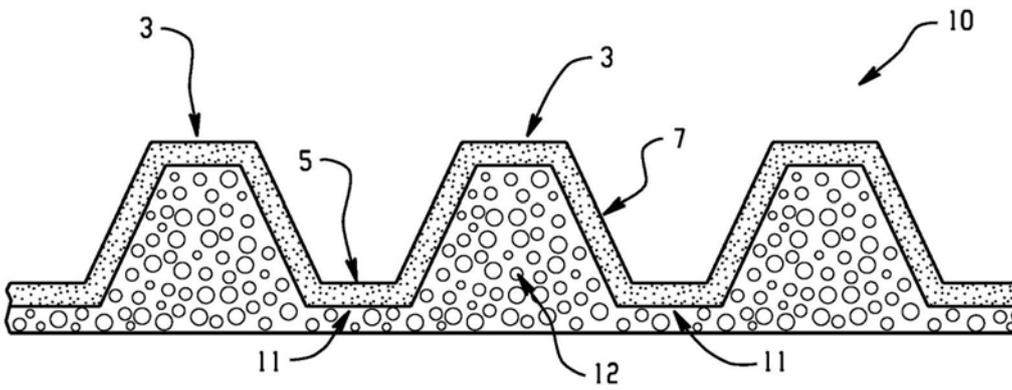


图4

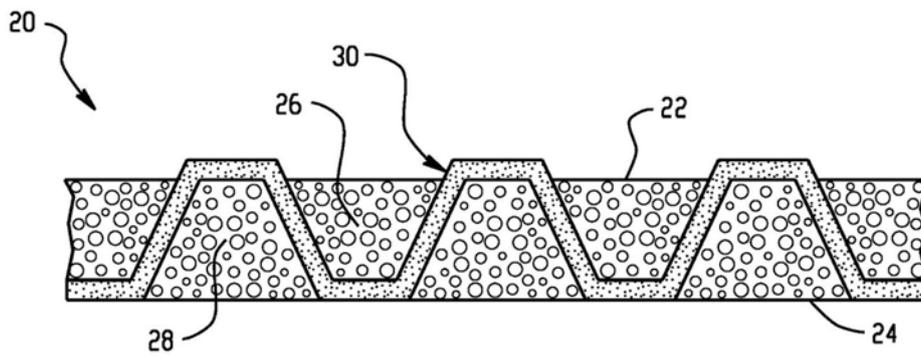


图5

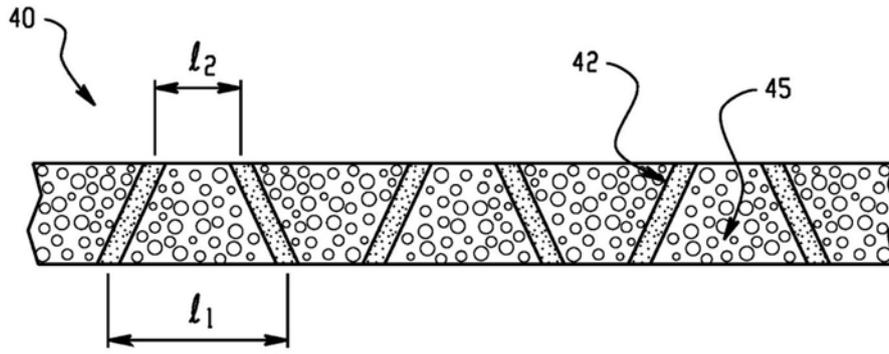


图6