



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113163688 B

(45) 授权公告日 2025. 04. 25

(21) 申请号 202110421283.7

(22) 申请日 2015.12.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113163688 A

(43) 申请公布日 2021.07.23

(62) 分案原申请数据
201580085481.3 2015.12.21

(73) 专利权人 联合工艺公司
地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 C·R·沃克 J·罗姆
M·L·佩里 S·A·伊斯特曼
S·安纳普拉加达 P·费尔马
J·V·曼特斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

专利代理师 任霄 司昆明

(51) Int.Cl.
H05K 7/20 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2010175392 A1, 2010.07.15
CN 108369041 A, 2018.08.03

审查员 糜增元

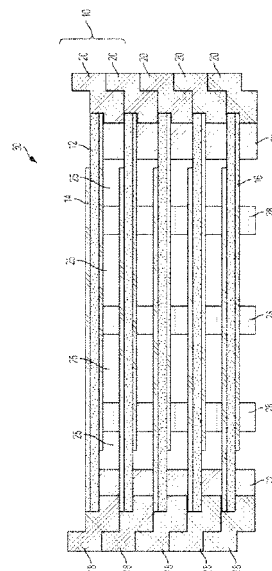
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

电热热传递模块化堆垛

(57) 摘要

公开了一种热传递系统,其包括以堆垛进行布置的多个模块。堆垛模块包括电热元件和位于膜每一侧上的电极。流体流动路径设置在两个或更多个电热元件之间。与第一电极(14)电接触的第一电总线元件(18)以及与第二电极(16)电接触的第二电总线元件(20)。第一电总线元件电连接到堆垛中另一电热元件的与所述第一电总线处于相同极性的至少一个其它电总线,或者第二电总线元件电连接到堆垛中另一电热元件的与所述第二电总线处于相同极性的至少一个其它电总线。



1. 一种热传递系统,其包括以堆垛进行布置的多个模块,所述模块中的每一个包括:电热元件,其包括电热膜、所述电热膜的第一侧上的第一电极和所述电热膜的第二侧上的第二电极;

流体流动路径,其处于两个或更多个电热元件之间;

第一电总线元件,其与所述第一电极电接触;以及

第二电总线元件,其与所述第二电极电接触;

其中,所述第一电总线元件电连接到所述堆垛中另一电热元件的与所述第一电总线处于相同极性的至少一个其它电总线,或者所述第二电总线元件电连接到所述堆垛中另一电热元件的与所述第二电总线处于相同极性的至少一个其它电总线,并且至少两个相邻的电热元件共用至少部分地嵌入在所述相邻的电热元件的电热膜之间的电极。

2. 根据权利要求1所述的热传递系统,其中,至少部分地嵌入的电极是火线电极并且暴露于所述流体流动路径的电极是接地电极。

3. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其中,所述第一电总线或所述第二电总线电连接到所述堆垛中相邻电热元件的与所述第一电总线或所述第二电总线处于相同极性的电总线。

4. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其中,所述第一电总线元件和所述第二电总线元件各自分别电连接到所述堆垛中相邻电热元件的与所述第一电总线元件和所述第二电总线元件处于相同极性的电总线元件。

5. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其中,所述第一电总线元件或所述第二电总线元件与所述堆垛中的相邻电热元件的电总线处于联锁配置,其中,所述联锁配置是指:相邻元件具有互补的凸出部轮廓和凹部轮廓,其中一个总线元件的凸出部邻近于或突出到相邻总线元件的互补凹部中。

6. 根据权利要求5所述的热传递系统,其中,所述第一电总线元件和所述第二电总线元件各自处于与所述堆垛中相邻电热元件的电总线元件的联锁配置。

7. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其中,所述第一电总线元件电连接到火线电极,且所述第二电总线元件电连接到接地电极。

8. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其中,所述第一电总线元件和所述第二电总线元件沿所述电热元件的相对边缘设置。

9. 根据权利要求8所述的热传递系统,其中,所述第一电极沿所述电热膜的所述第一侧从所述第一电总线元件延伸到与所述第二电总线元件物理分隔的位置,且所述第二电极沿所述电热膜的所述第二侧从所述第二电总线元件延伸到与所述第一电总线元件物理分隔的位置。

10. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其中,所述第一电总线元件和所述第二电总线元件沿所述电热元件的共同边缘设置。

11. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其还包括电热元件之间的一个或多个间隔元件。

12. 根据权利要求11所述的热传递系统,其中,所述一个或多个间隔元件沿着流体沿所述流体流动路径流动的方向轴向地延伸。

13. 根据权利要求12所述的热传递系统,其中,所述一个或多个轴向延伸的间隔元件沿

着流体沿所述流体流动路径流动的方向线性地延伸。

14. 根据权利要求12所述的热传递系统,其中,所述一个或多个轴向延伸的间隔元件沿着流体沿所述流体流动路径流动的方向非线性地延伸。

15. 根据权利要求11所述的热传递系统,其中,所述一个或多个间隔元件是不导电的。

16. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其中,所述电热元件厚度为 $1\mu\text{m}$ 至 $1000\mu\text{m}$ 。

17. 根据权利要求9所述的热传递系统,其中,相邻模块中电热元件之间的所述物理分隔为从 $1\mu\text{m}$ 至 200mm 。

18. 根据权利要求11所述的热传递系统,其中,所述多个模块还包括连接到所述电热元件的非导电支撑构件。

19. 根据权利要求18所述的热传递系统,其中,所述支撑构件包括位于所述电热元件与所述流体流动路径流体连通的相对端处的顶部空间。

20. 根据权利要求18或19所述的热传递系统,其中,所述多个模块的所述支撑构件一起形成外壳,所述电热元件和所述间隔元件设置在所述外壳内。

21. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其中,所述电热膜包括电热聚合物。

22. 根据权利要求21所述的热传递系统,其中,所述电热聚合物包括聚偏二氟乙烯(PVDF)或液晶聚合物(LCP)。

23. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其中,所述电热膜包括无机电热材料。

24. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其中,所述第一电极和所述第二电极各自包括沉积在所述电热膜上的金属化层。

25. 根据权利要求1或2所述的热传递系统,其还包括:

第一热流动路径,其处于所述流体流动路径和散热器之间;

第二热流动路径,其处于所述流体流动路径和热源之间;以及

控制器,其被配置成控制到所述电极的电流,并且选择性地引导热能沿所述第一热流动路径从与电热元件热连通的所述流体流动路径传递到所述散热器,或者沿所述第二热流动路径从热源传递到与所述电热元件热连通的所述流体流动路径。

26. 一种制造根据权利要求1-25中任一项所述的热传递系统的方法,其包括以堆垛配置组装所述模块的重复单元。

电热热传递模块化堆垛

背景技术

[0001] 存在多种用于冷却应用的技术,包括但不限于蒸发冷却、对流冷却或诸如电热冷却的固态冷却。用于住宅和商业制冷以及空调的最为普遍的技术中的一种是蒸汽压缩制冷剂热传递回路。这些回路通常使具有适当热力学性质的制冷剂通过包括压缩机、排热换热器(即换热器冷凝器)、膨胀装置和吸热换热器(即换热器蒸发器)的回路进行循环。蒸汽压缩制冷剂回路在各种设置中有效地提供冷却和制冷,并且在一些情况下可以作为热泵反向运行。然而,许多制冷剂可能存在诸如臭氧消耗潜势(ODP)或全球变暖潜势(GWP)的环境危害,或者可能是有毒或易燃的。另外,在缺乏足以驱动制冷剂回路中的机械压缩机的现成动力源的环境中,蒸汽压缩制冷剂回路可能是不切实际的或不利的。例如,在电动车辆中,空调压缩机的动力需求可能会导致车辆电池寿命或行驶范围显著缩短。类似地,压缩机的重量和供电要求在各种便携式冷却应用中也可能成为问题。

[0002] 因此,开发作为蒸汽压缩制冷剂回路的替代方案的冷却技术已经受到关注。已经提出了诸如依靠例如电热材料、磁热材料或热电材料等材料的场激活热或电流响应热传递系统的各种技术。然而,很多提议已经被配置成可扩展性或批量生产能力有限的小规模示范。

发明内容

[0003] 在本公开的一些实施方案中,热传递系统包括以堆垛(stack)进行布置的多个模块。堆垛模块包括包含电热膜的电热元件。第一电极设置在电热膜的第一侧上,且第二电极设置在电热膜的第二侧上。流体流动路径设置在两个或更多个电热元件之间。与第一电极电接触的第一电总线元件和与第二电极电接触的第二电总线元件。第一电总线元件电连接到堆垛中另一电热元件的与所述第一电总线处于相同极性的至少一个其它电总线,或者第二电总线元件电连接到堆垛中另一电热元件的与所述第二电总线处于相同极性的至少一个其它电总线。

[0004] 第一电总线元件电连接到堆垛中另一电热元件的与所述第一电总线处于相同极性的至少一个其它电总线,并且第二电总线元件电连接到堆垛中另一电热元件的与所述第二电总线处于相同极性的至少一个其它电总线。

[0005] 在任一前述实施方案中,第一电总线或第二电总线电连接到堆垛中相邻电热元件的与所述第一电总线或第二电总线处于相同极性的电总线。

[0006] 在任一前述实施方案中,第一电总线元件和第二电总线元件各自分别电连接到堆垛中相邻电热元件的与所述第一电总线元件和第二电总线元件处于相同极性的电总线元件。

[0007] 在任一前述实施方案中,第一电总线元件或第二电总线元件与堆垛中相邻电热元件的电总线处于联锁配置。

[0008] 在任一前述实施方案中,第一电总线元件和第二电总线元件各自处于与堆垛中相邻电热元件的电总线元件的联锁配置。

- [0009] 在任一前述实施方案中,第一电总线元件电连接到火线(live)电极,且第二电总线元件电连接到接地电极。
- [0010] 在任一前述实施方案中,第一电总线元件和第二电总线元件沿电热元件的相对边缘设置。
- [0011] 在任一前述实施方案中,第一电极沿电热膜的第一侧从第一电总线元件延伸到与第二电总线元件物理分隔的位置,且第二电极沿电热膜的第二侧从第二电总线元件延伸到与第一电总线元件物理分隔的位置。
- [0012] 在任一前述实施方案中,第一电总线元件和第二电总线元件沿电热元件的共同边缘设置。
- [0013] 在任一前述实施方案中,共用电极的至少两个相邻电热元件至少部分地嵌入在相邻电热元件的电热膜之间。
- [0014] 在任一前述实施方案中,嵌入的电极为火线电极,并且暴露于流体流动路径的电极为接地电极。
- [0015] 在任一前述实施方案中,一个或多个间隔元件设置在电热元件之间。
- [0016] 在任一前述实施方案中,一个或多个间隔元件沿着流体沿流体流动路径流动的方向轴向地延伸。
- [0017] 在任一前述实施方案中,一个或多个轴向延伸的间隔元件沿着流体沿流体流动路径流动的方向线性地延伸。
- [0018] 在任一前述实施方案中,一个或多个轴向延伸的间隔元件沿着流体沿流体流动路径流动的方向非线性地延伸。
- [0019] 在任一前述实施方案中,一个或多个间隔元件不导电。
- [0020] 在任一前述实施方案中,电热元件厚度为 $1\mu\text{m}$ 至 $1000\mu\text{m}$ 。
- [0021] 在任一前述实施方案中,相邻模块中电热元件之间的物理分隔为从 $1\mu\text{m}$ 至 200mm 。
- [0022] 在任一前述实施方案中,多个模块还包括连接到电热元件的非导电支撑构件。
- [0023] 在任一前述实施方案中,支撑件包括在电热元件与流体流动路径流体连通的相对端处的顶部空间。
- [0024] 在任一前述实施方案中,多个模块的支撑件一起形成外壳,所述电热元件和间隔元件设置在该外壳内。
- [0025] 在任一前述实施方案中,电热膜包括电热聚合物。
- [0026] 在任一前述实施方案中,电热聚合物包括聚偏二氟乙烯(PVDF)或液晶聚合物(LCP)。
- [0027] 在任一前述实施方案中,电热膜包括无机电热材料。
- [0028] 在任一前述实施方案中,第一电极和第二电极各自包括沉积在电热膜上的金属化层。
- [0029] 在一些实施方案中,一种热传递系统包括由上述任一实施方案的方法形成的电热元件;电热元件与散热器之间的第一热流动路径;电热元件与热源之间的第二热流动路径;以及控制器,其被配置成控制到导电层的电流,并且选择性地引导热能沿第一热流动路径从电热元件传递到散热器,或者沿第二热流动路径从热源传递到电热元件。
- [0030] 另一方面,一种制造任一前述实施方案的热传递系统的方法包括以堆垛配置来组

装模块的重复单元。

附图说明

[0031] 在说明书所附权利要求书中特别指出并明确要求保护本公开的主题。本公开的前述和其它特征以及优点从结合附图进行的以下详细描述中显而易见,在附图中:

[0032] 图1是电热热传递模块的示例性实施方案的顶视图的示意图;

[0033] 图2是电热热传递模块的示例性实施方案的横截面侧视图的示意图;

[0034] 图3A是电极和电热膜配置的分解透视图的示意图;

[0035] 图3B是图4的具有电总线元件的配置的一部分的顶视图;

[0036] 图4是多个电热热传递模块的堆垛组件的示例性实施方案的示意图;

[0037] 图5是多个电热热传递模块的堆垛组件的替代示例性实施方案的示意图;并且

[0038] 图6是包括电热堆垛和其它部件的热传递系统的示例性实施方案的示意图。

具体实施方式

[0039] 如上所述,公开了一种热传递系统,其包括以堆垛进行布置的多个模块。在图1和图2中示意性地描绘了模块的实施方案的示例。虽然本文所描述的任何方向(例如“上”、“下”、“顶部”、“底部”、“左”、“右”、“上方”、“下方”等)被认为是任意的,并且不具有任何绝对的含义而是仅具有相对于其它方向的含义,但图1可以被描述为模块的示例性实施方案的“顶部”视图,且图2可以被描述为沿图1所示的线A-A截取的“侧向”横截面图。如图1和图2所示,模块10包括电热元件,该电热元件包括电热膜12、膜的第一侧上的第一电极14以及膜的第二侧上的第二电极16。值得注意的是,为便于说明,为了不会模糊电热膜12和其它部件的细节,图1中省略了电极14、16,并且仅在图2中将其示出。

[0040] 电热膜12可以包括许多电热材料中的任何一种。在一些实施方案中,电热膜厚度可以处于从具有 $0.1\mu\text{m}$ 、更具体地 $0.5\mu\text{m}$ 、且甚至更具体地 $1\mu\text{m}$ 的下限起的范围内。在一些实施方案中,膜厚度范围可以并且具有 $1000\mu\text{m}$ 、更具体地 $100\mu\text{m}$ 、且甚至更具体地 $10\mu\text{m}$ 的上限。应当理解的是,这些范围上限和下限可以独立地组合以公开许多不同的可能范围。用于电热膜的电热材料的示例可以包括但不限于无机材料(例如陶瓷)、电热聚合物和聚合物/陶瓷复合材料。无机物的示例包括但不限于 PbTiO_3 (“PT”)、 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ (“PMN”)、PMN-PT、 LiTaO_3 、钛酸锶钡(BST)或PZT(铅、锆、钛、氧)。电热聚合物的示例包括但不限于铁电聚合物、液晶聚合物和液晶弹性体。

[0041] 铁电聚合物是结晶聚合物或具有高结晶度的聚合物,其中聚合物的结晶排列链接成薄片和/或可以通过施加电场来改变球晶结构。这种特性可以通过整合到聚合物主链中的极性结构,或者以相对于主链的固定取向而附加到聚合物主链上的极性结构来提供。铁电聚合物的示例包括聚偏二氟乙烯(PVDF)、聚三亚乙基氟化物、奇数尼龙、含有衍生自偏二氟乙烯的重复单元的共聚物和含有衍生自三亚乙基氟化物的重复单元的共聚物。已就聚偏二氟乙烯和含有衍生自偏二氟乙烯的重复单元的共聚物的铁电和电热性质进行了广泛研究。含偏二氟乙烯的共聚物的实例包括与甲基丙烯酸甲酯的共聚物以及与一种或多种卤代共聚单体的共聚物,该卤代共聚单体包括但不限于三氟乙烯、四氟乙烯、三氟氯乙烯、三氯乙烯、偏二氯乙烯、氯乙烯和其它卤代不饱和单体。

[0042] 液晶聚合物或聚合物液晶包括含有介晶基团的聚合物分子。介晶分子结构是众所周知的,且通常被描述为杆状或盘状分子结构,其具有响应于诸如外电场的场而产生偶极矩的电子密度取向。液晶聚合物通常包含通过非介晶分子结构连接的众多介晶基团。非介晶连接结构及其在聚合物分子中的连接、布置和间隔连同介晶结构在提供对外源场的流体可变形响应方面较为重要。通常,连接结构提供足够低的刚性使得通过施加外源场而引起分子重新排列,并且提供足够高的刚性以在未施加外源场时提供聚合物的特性。

[0043] 在一些示例性实施方案中,液晶聚合物在通过非介晶间隔基团分隔开的聚合物主链中可以具有杆状介晶结构,该非介晶间隔基团具有柔性以允许介晶基团响应于外源场而重新排序。这种聚合物也称为主链液晶聚合物。在一些示例性实施方案中,液晶聚合物可以具有作为附接到聚合物主链的侧基而附接的杆状介晶结构。这种聚合物也称为侧链液晶聚合物。

[0044] 继续参照图1和图2,第一电极14电连接到第一电总线元件18。类似地,第二电极16电连接到第二电总线元件20。电极可以是任何类型的导电材料,包括但不限于诸如铝或铜等导电金属的金属化层或诸如碳(例如,碳纳米管、石墨烯或其它导电碳)等其它导电材料。也可以使用贵金属,但这不是必要的。也可以使用诸如掺杂半导体、陶瓷、聚合物或导电聚合物等其它导电材料。在一些实施方案中,如图2所示,相反极性的电总线元件18和20设置在电热膜12的相对边缘上,这在一些实施方案中可以提供能够降低短路风险的物理分隔。也如图2所示,电极14和16可以从膜的一个边缘上与电总线元件接触的位置开始延伸,并且横跨膜延伸到膜12的另一边缘上不与相反极性的电总线元件接触的位置。在一些实施方案中,如图3A和图3B所示,电总线元件18和20可以设置在电热元件的相同侧上。图3A是具有顶部电极14和底部电极16的电热膜12的透视分解图的示意图。图3A和图3B中的顶部电极和底部电极具有用于电连接到电总线元件19的引线部分14y和16y。电极14、16与总线元件19之间的连接在图3B中以顶视图描绘,其中仅示出电热膜12和总线元件19的一部分。如图3B所示,总线元件具有连接到顶部电极14的引线部分14y的第一极性部分19a和连接到底部电极16的引线部分16y的第二极性部分19b,以及电隔离不同极性的部分19a和19b的不导电部分19c。

[0045] 可以可选地包括一个或多个支撑元件22以支撑和保持电热元件。然而,因为也可以由如下所述的图4所示的总线元件来提供支撑和保持,所以单独的支撑元件并非必要的。如图1所示,支撑元件22可以被配置成提供顶部(header)空间24和26,以用于沿流体流动路径25将工作流体输送到电热元件和从电热元件输送。虽然未在所有设计配置中要求,但在一些实施方案中,支撑元件可以由不导电材料制成。

[0046] 可以可选地包括间隔元件28,以帮助维持与用于工作流体(例如,诸如空气等待被直接加热或冷却的流体,或者诸如介电质有机化合物等热传递流体)的流体流动路径的相邻电热元件分隔。可以利用任何配置的间隔元件,诸如一组离散盘状间隔元件。然而,在一些方面中,间隔元件在平行于流体流动路径25的方向的方向上轴向延伸。这种轴向延伸可以是如图1所示的线性的(即,以直线形式),或者可以是非线性的(例如,以大致在轴向方向延伸的“之”字形或波状形式)。在一些实施方案中,非线性可以促进良好的流体混合,同时大致在轴向方向延伸可以帮助避免对流动流体造成过度的背压。

[0047] 现转到图4,其中使用了与图1和图2中相同的编号,多个模块10被示出为一起组装

成堆垛30。从图4中可以看出,间隔件促进了维持相邻电热元件之间的物理分隔,以在间隔件和相邻电热元件之间提供流体流动路径25。虽然未在所有设计配置中要求,但在其中间隔件被设置成如图4所示的与相反极性的电极相邻的设计配置中,间隔件可以由不导电材料制成。在一些实施方案中,相邻电热元件之间的间隔可以处于从具有 $1\mu\text{m}$ 、更具体地 $10\mu\text{m}$ 、且甚至更具体地 $50\mu\text{m}$ 的下限起的范围内。在一些实施方案中,分隔间隔范围可以具有 200mm 、更具体地 10mm 、且甚至更具体地 2mm 的上限。应当理解的是,这些范围上限和下限可以独立地组合以公开许多不同的可能范围。

[0048] 在一些实施方案中,相邻电总线元件18、20可以具有如图4所示的联锁配置。如本文所使用的,联锁意味着相邻元件具有互补的凸出部轮廓和凹部轮廓,其中一个总线元件的凸出部邻近于或突出到相邻总线元件的互补凹部中。这种布置在一些实施方案中可以便于组装并且促进组装的总线元件在堆垛中的结构完整性和电连续性。

[0049] 图4描绘了具有交替的电热元件和流体流动通道的堆垛;然而,图4仅表示堆垛实施方案的一个示例,而非限制性的。在图5中描绘了一个替代实施方案。现参照图5,示出了其中总线元件18b连接到母线18a并且总线元件20b连接到母线20a的堆垛30a。如图5所示,电连接到总线元件20b的电极16a至少部分地嵌入在相邻电热元件的电热膜12之间。在该实施方案中,电极16a用作两个相邻电热元件的电极,或者换言之,两个相邻电热元件共用单个电极。相反极性的电极14a设置在电热元件“夹层”的外侧并且不被共用。这种结构可以通过保护嵌入的电极16a免受潜在的短路而提供技术效益。在一些实施方案中,至少部分嵌入的电极为火线电极,并且暴露于流体流动路径25的电极为接地电极。应当注意的是,虽然图5描绘了围绕嵌入的电极的两个膜的夹层,但是也设想了具有交替极性的嵌入的电极的多于两个膜的夹层。

[0050] 关于图6进一步描述了热传递系统的示例性实施方案及其操作。如图6所示,热传递系统310包括电热堆垛311,其具有通过第一热流动路径318与散热器317热连通并通过第二热流动路径322与热源320热连通的一种或多种导电流体。控制器324被配置成控制通过电源(未示出)的电流以选择性地激活堆垛311中的电热元件(未示出)。控制器324还被配置成打开和关闭控制阀326和328以选择性地引导导电流体沿第一热流动路径318和第二热流动路径322流动。

[0051] 在操作中,系统310可以通过控制器324施加电场作为堆垛311中的电热元件两端的电压差以通过电热元件引起熵减少和热能释放来进行操作。控制器324打开控制阀326以将所释放的热能的至少一部分沿热流动路径318传递到散热器317。这种热传递可以在电热元件的温度升高到阈值温度之后发生。在一些实施方案中,一旦电热元件的温度增加到约等于散热器317的温度时,就开始到散热器317的热传递。在施加一段时间电场以引起所期望的热能从电热元件释放和传递到散热器317之后,可以移除电场。移除电场引起电热元件的熵增加和热能减少。这种热能的减少表现为电热元件的温度降低至低于热源320的温度。控制器324关闭控制阀326以终止沿热流动路径318的流动,并且打开控制装置328以将热能从热源320传递到较冷的电热元件。

[0052] 在一些实施方案中,例如在利用热传递系统来维持空调空间或热目标中的温度的情况下,可以将电场施加到电热元件以增加其温度,直到电热元件的温度达到第一阈值。在第一温度阈值之后,控制器324打开控制阀326以将热量从电热元件传递到散热器317,直到

达到第二温度阈值。可以在第一温度阈值和第二温度阈值之间的全部或部分时间段内继续施加电场,且然后移除电场以降低电热元件的温度,直到达到第三温度阈值。然后控制器324关闭控制阀326以终止沿热流动路径318的热流传递,并且打开控制阀328以将热量从热源320传递到电热元件。可以任选地重复上述步骤,直到达到空调空间或热目标(其可以是热源或散热器)的目标温度。

[0053] 虽然已经仅结合有限数量的实施方案详细描述了本公开,但应当容易地理解,本公开不限于这些公开的实施方案。相反,可以对本公开进行修改以并入之前未曾描述但与本公开的精神和范围相符的任何数量的变型、变更、替代或等效布置。另外,尽管已经描述了本公开的各个实施方案,但是应当理解,本公开的各个方面可以仅包括所描述的实施方案中的一些。因此,本公开不应被视为受限于前述描述,而是仅受限于所附权利要求书的范围。

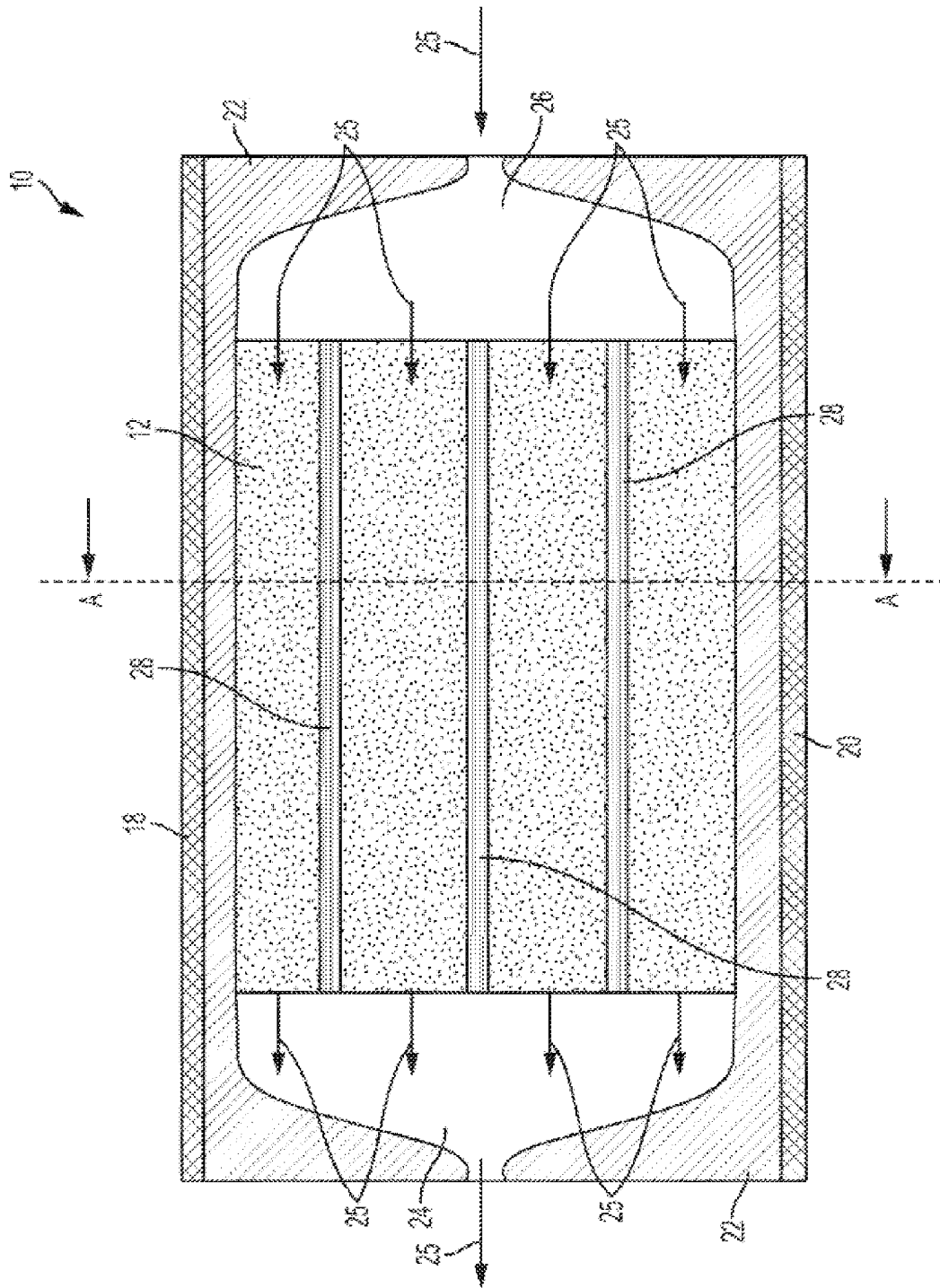


图 1

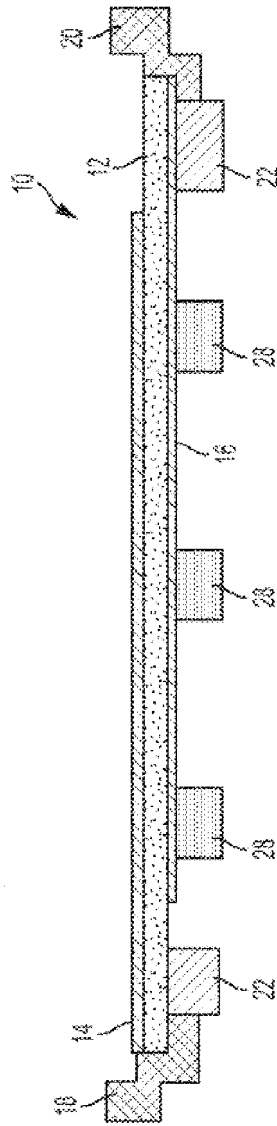


图 2

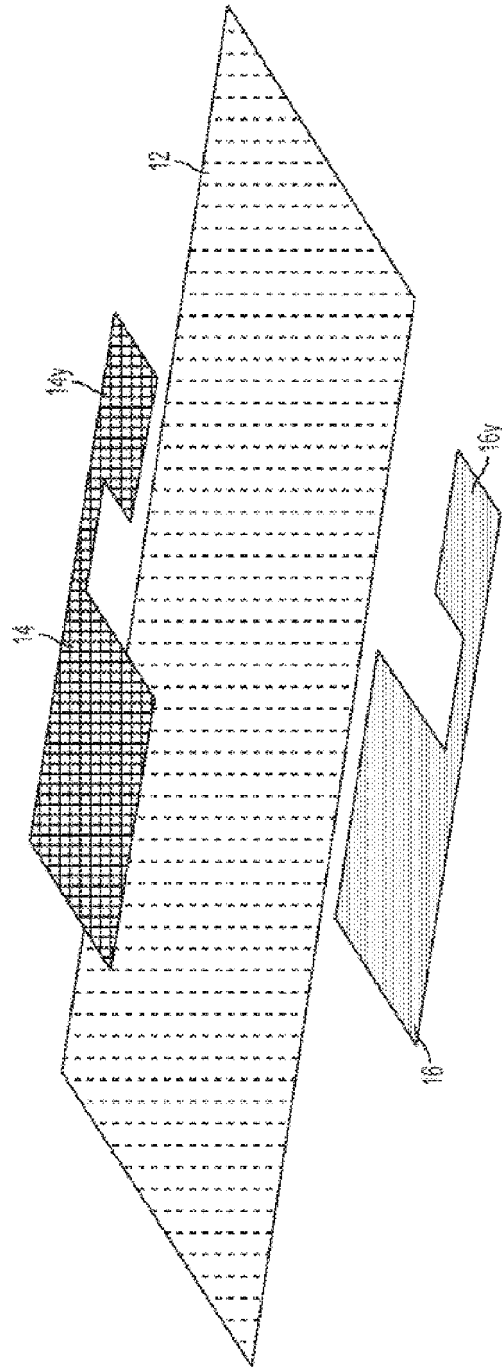


图 3A

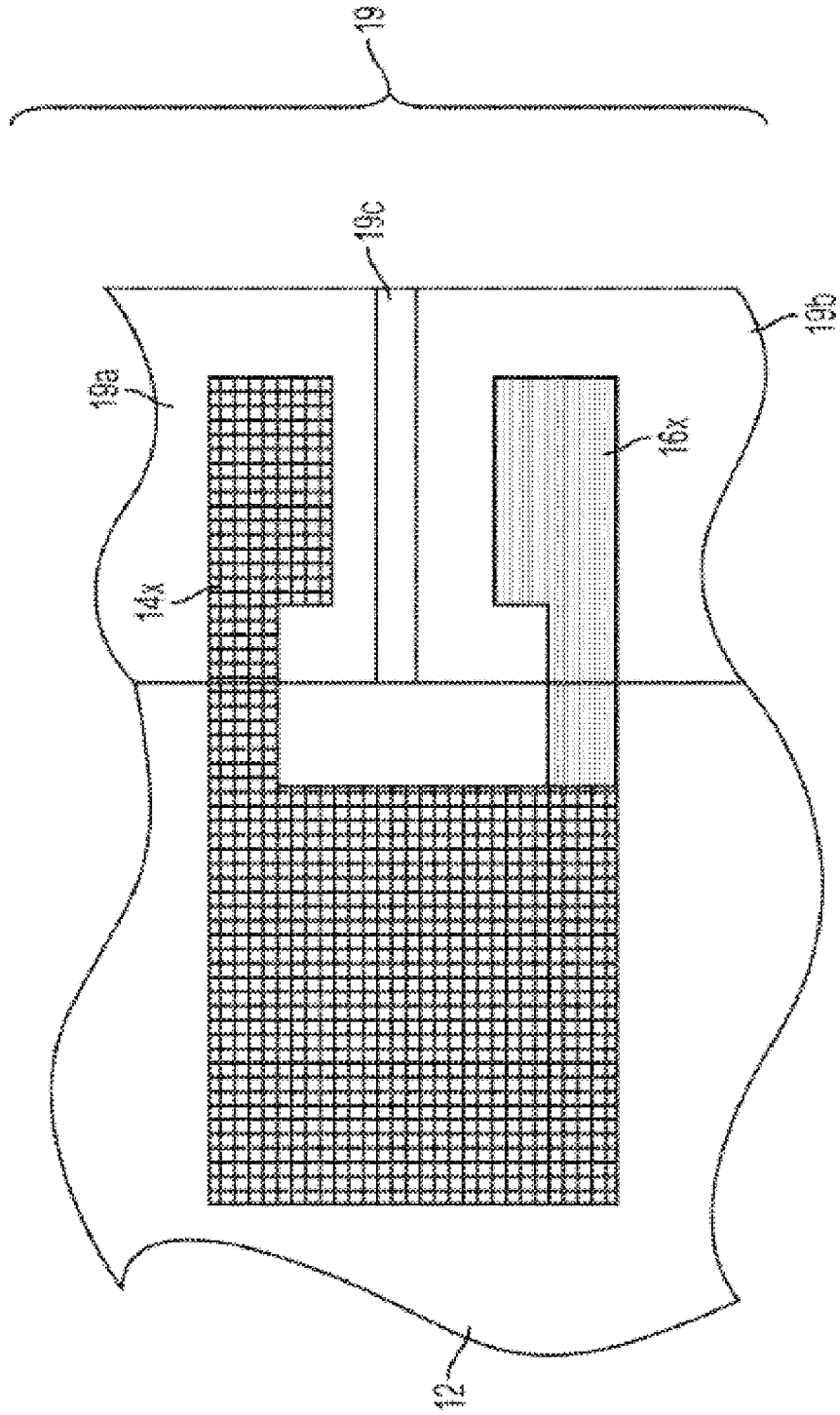


图 3B

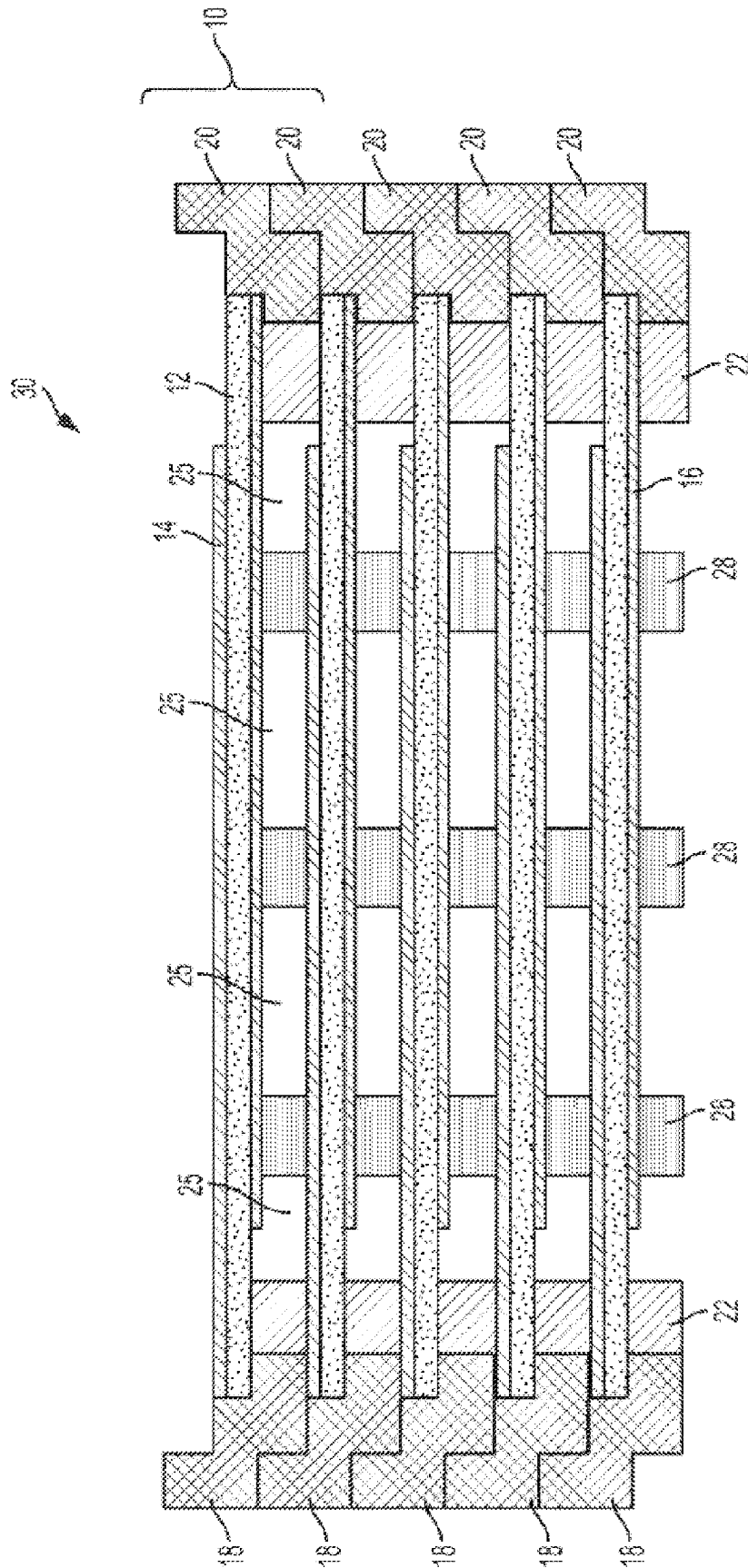


图 4

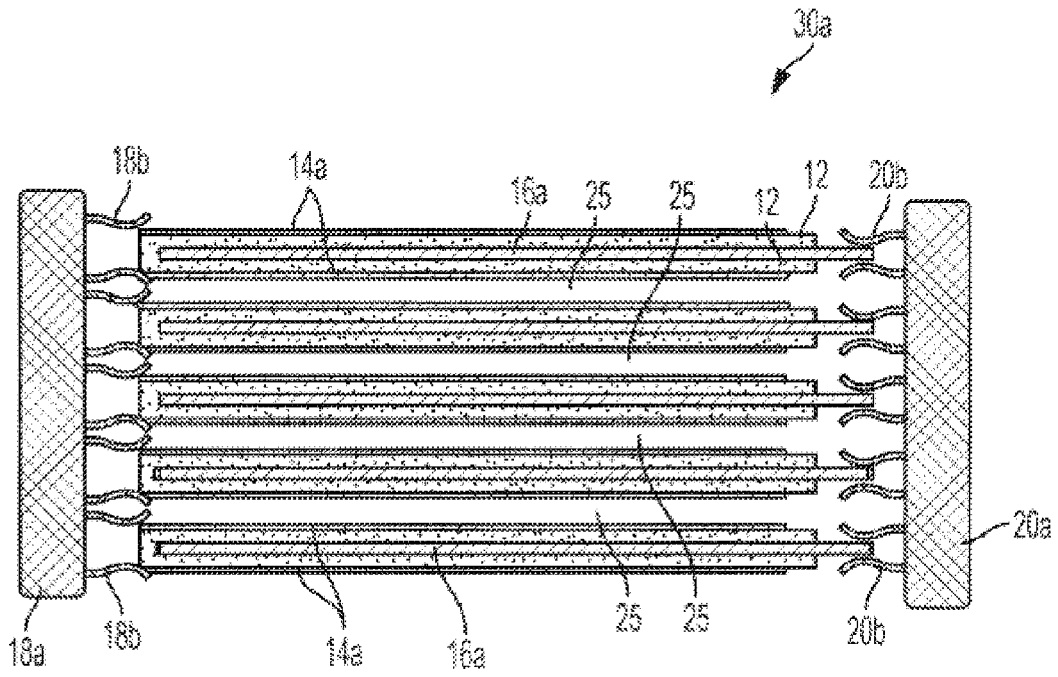


图 5

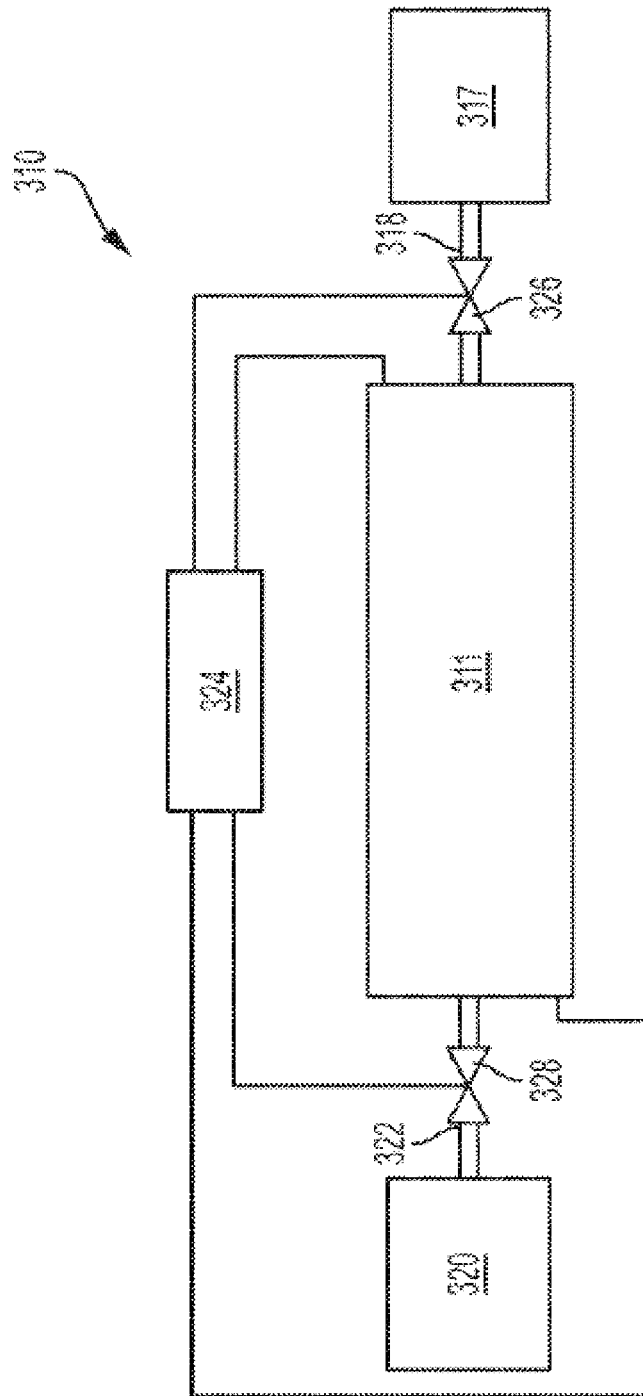


图 6