



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108369079 B

(45)授权公告日 2020.06.05

(21)申请号 201680073800.3

(22)申请日 2016.12.09

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108369079 A

(43)申请公布日 2018.08.03

(30)优先权数据  
62/268047 2015.12.16 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.06.15

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2016/065730 2016.12.09

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02017/106024 EN 2017.06.22

(73)专利权人 开利公司  
地址 美国康涅狄格州

(72)发明人 A.A.阿拉亚里 M.亚兹达尼

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

代理人 李建新

(51)Int.Cl.  
*F28F 13/00*(2006.01)  
*F28F 1/10*(2006.01)  
*F28F 1/12*(2006.01)  
*F28F 13/18*(2006.01)  
*F28D 7/16*(2006.01)

(56)对比文件  
CN 202153112 U,2012.02.29,  
CN 1969382 A,2007.05.23,  
CN 101498563 A,2009.08.05,  
CN 87200656 U,1988.05.04,  
JP H0771889 A,1995.03.17,  
CN 202153112 U,2012.02.29,

审查员 张涛

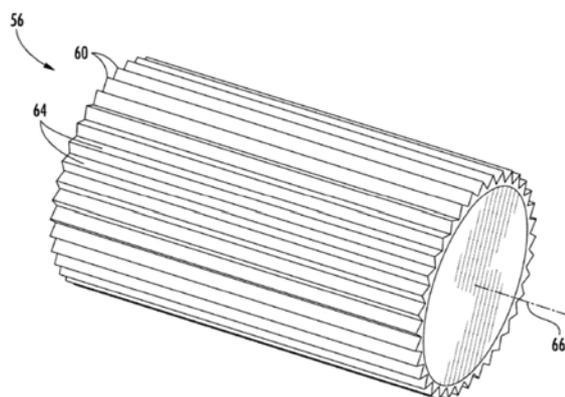
权利要求书2页 说明书4页 附图6页

## (54)发明名称

用于换热器的传热管

## (57)摘要

本发明提供一种用于换热器的热能交换管,所述热能交换管包括管内表面和径向地偏离所述管内表面的管外表面。所述管外表面包括图案化的孔隙,其中所述管外表面的多个高孔隙率区域具有相对较高的孔隙率以有助于流体经由毛细流动径向向内地流动,并且所述管外表面的多个低孔隙率区域具有相对较低的孔隙率以有助于蒸气离开所述管外表面。



1. 一种用于换热器的热能交换管,所述热能交换管包括:  
管内表面;以及  
管外表面,所述管外表面径向地偏离所述管内表面,所述管外表面包括图案化的孔隙,其中所述管外表面的多个高孔隙率区域具有相对较高的孔隙率以有助于流体经由毛细流动径向向内地流动,并且所述管外表面的多个低孔隙率区域具有相对较低的孔隙率以有助于蒸气离开所述管外表面,  
所述热能交换管还包括多孔覆盖层,所述多孔覆盖层设置在所述多个高孔隙率区域和所述多个低孔隙率区域上。
2. 如权利要求1所述的热能交换管,其中所述低孔隙率区域由相邻的高孔隙率区域之间的空间界定。
3. 如权利要求1或2所述的热能交换管,其中所述多个高孔隙率区域中的高孔隙率区域具有三角形截面形状。
4. 如权利要求1所述的热能交换管,其中高孔隙率区域沿着管轴的轴向长度与所述高孔隙率区域的径向高度之比是在0.1与10.0之间。
5. 如权利要求1所述的热能交换管,其中所述多个高孔隙率区域和所述多个低孔隙率区域沿着管轴排列成多个行,第一行中的每个高孔隙率区域的周向中心被定位成在周向上偏离轴向相邻的第二行的每个高孔隙率区域的周向中心。
6. 如权利要求1所述的热能交换管,其中所述多孔覆盖层包括多个覆盖层区段,其中轴向相邻的覆盖层区段之间具有轴向覆盖层间隙。
7. 如权利要求1所述的热能交换管,其中所述多个高孔隙率区域由多个微孔形成。
8. 如权利要求1所述的热能交换管,其中所述多个高孔隙率区域经由金属或非金属涂层处理和/或经由机械成形来形成。
9. 如权利要求1所述的热能交换管,其中所述多个高孔隙率区域经由烧结、硬钎焊、电沉积中的一者或多者或者经由对所述热能交换管的选择性化学蚀刻来形成。
10. 一种用于暖通空调和制冷 (HVAC/R) 系统的换热器,所述换热器包括:  
换热器外壳;以及  
多个换热器管,所述多个换热器管延伸穿过所述换热器外壳,所述多个换热器管运送第一流体穿过所述多个换热器管以与在所述多个换热器管外部的第二流体进行热能交换,所述多个换热器管的每个换热器管包括:  
管内表面;以及  
管外表面,所述管外表面径向地偏离所述管内表面,所述管外表面包括图案化的孔隙,其中所述管外表面的多个高孔隙率区域具有相对较高的孔隙率以有助于所述第二流体经由毛细流动径向向内地流动,并且所述管外表面的多个低孔隙率区域具有相对较低的孔隙率以有助于蒸气离开所述管外表面,  
所述换热器还包括多孔覆盖层,所述多孔覆盖层设置在所述多个高孔隙率区域和所述多个低孔隙率区域上。
11. 如权利要求10所述的换热器,其中所述低孔隙率区域由相邻的高孔隙率区域之间的空间界定。
12. 如权利要求10或11所述的换热器,其中所述多个高孔隙率区域的高孔隙率区域具

有三角形截面形状。

13. 如权利要求10所述的换热器,其中高孔隙率区域沿着管轴的轴向长度与所述高孔隙率区域的径向高度之比是在0.1与10.0之间。

14. 如权利要求10所述的换热器,其中所述多个高孔隙率区域和所述多个低孔隙率区域沿着管轴排列成多个行,第一行中的每个高孔隙率区域的周向中心被定位成在周向上偏离轴向相邻的第二行的每个高孔隙率区域的周向中心。

15. 如权利要求10所述的换热器,其中所述多孔覆盖层包括多个覆盖层区段,其中轴向相邻的覆盖层区段之间具有轴向覆盖层间隙。

16. 如权利要求10所述的换热器,其中所述多个高孔隙率区域由多个微孔形成。

## 用于换热器的传热管

### [0001] 发明背景

[0002] 本文公开的主题涉及暖通空调和制冷 (HVAC/R) 系统。更具体而言,本文公开的主题涉及用于HVAC/R系统的换热器的传热管。

[0003] 诸如深冷器的HVAC/R系统使用蒸发器来促进在蒸发器中的制冷剂与在定位在蒸发器中的多个蒸发器管中流动的介质之间的热能交换。在蒸发器中,管子使换热介质,诸如水或盐水溶液循环穿过蒸发器。管子的外表面接触制冷剂流,并且在相对低温的制冷剂与相对高温的换热介质之间的热能交换导致制冷剂的沸腾。

### 发明概要

[0004] 在一个实施方案中,一种用于换热器的热能交换管包括管内表面和径向地偏离管内表面的管外表面。管外表面包括图案化的孔隙,其中管外表面的多个高孔隙率区域具有相对较高的孔隙率以有助于流体经由毛细流动径向向内地流动,并且管外表面的多个低孔隙率区域具有相对较低的孔隙率以有助于蒸气离开管外表面。

[0005] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,低孔隙率区域由相邻的高孔隙率区域之间的空间界定。

[0006] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,所述多个高孔隙率区域中的高孔隙率区域具有三角形截面形状。

[0007] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,高孔隙率区域沿着管轴的轴向长度与高孔隙率区域的径向高度之比是在约0.1与10.0之间。

[0008] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,多个高孔隙率区域和多个低孔隙率区域沿着管轴排列成多个行,第一行中的每个高孔隙率区域的周向中心被定位成在周向上偏离轴向相邻的第二行的每个高孔隙率区域的周向中心。

[0009] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,多孔覆盖层定位在多个高孔隙率区域和多个低孔隙率区域上。

[0010] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,多孔覆盖层包括多个覆盖层区段,其中在轴向相邻的覆盖层区段之间具有轴向覆盖层间隙。

[0011] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,多个高孔隙率区域由多个微孔形成。

[0012] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,多个高孔隙率区域经由金属或非金属涂层处理和/或经由机械成形来形成。

[0013] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,多个高孔隙率区域经由烧结、硬钎焊、电沉积中的一者或多者或者经由对热能交换管的选择性化学蚀刻来形成。

[0014] 在另一个实施方案中,一种用于暖通空调和制冷系统的换热器包括换热器外壳和多个换热器管,所述多个换热器管延伸穿过热换热器外壳,所述多个换热器管在其中运送第一流体以与在所述多个换热器管外部的第二流体进行热能交换。所述多个换热器管的每个换热器管包括管内表面和径向地偏离管内表面的管外表面。管外表面包括图案化的孔隙,其中管外表面的多个高孔隙率区域具有相对较高的孔隙率以有助于第二流体经由毛细流

动径向向内地流动,并且管外表面的多个低孔隙率区域具有相对较低的孔隙率以有助于蒸气离开管外表面。

[0015] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,低孔隙率区域由相邻的高孔隙率区域之间的空间界定。

[0016] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,所述多个高孔隙率区域中的高孔隙率区域具有三角形截面形状。

[0017] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,高孔隙率区域沿着管轴的轴向长度与高孔隙率区域的径向高度之比是在约0.1与10.0之间。

[0018] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,多个高孔隙率区域和多个低孔隙率区域沿着管轴排列成多个行,第一行中的每个高孔隙率区域的周向中心被定位成在周向上偏离轴向相邻的第二行的每个高孔隙率区域的周向中心。

[0019] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,多孔覆盖层定位在多个高孔隙率区域和多个低孔隙率区域上。

[0020] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,多孔覆盖层包括多个覆盖层区段,其中在轴向相邻的覆盖层区段之间具有轴向覆盖层间隙。

[0021] 另外或可选地,在这个或其他实施方案中,多个高孔隙率区域由多个微孔形成。

[0022] 根据以下结合附图进行的描述,这些和其他优点以及特征将变得更为显而易见。

[0023] 附图简述

[0024] 在说明书结尾处具体指出并明确要求保护主题。本公开的前述和其他特征以及优点根据以下结合附图进行的具体实施方式将是显而易见的,在附图中:

[0025] 图1是暖通空调和制冷 (HVAC/R) 系统的实施方案的示意图;

[0026] 图2是HVAC/R系统的蒸发器的实施方案的示意图;

[0027] 图3是换热器的管子外表面的实施方案的截面图;

[0028] 图4是换热器管的实施方案的透视图;

[0029] 图5是换热器管的实施方案的截面图;

[0030] 图6是换热器管的另一个实施方案的局部截面图;

[0031] 图7是换热器管的又一个实施方案的局部截面图;并且

[0032] 图8是换热器管的另一个实施方案的截面图。

[0033] 具体实施方式参考附图来以举例方式解释本发明的实施方案以及优点和特征。

### 具体实施方式

[0034] 为了增强管子的传热性质,管子的外表面可以包括各种类型的微结构。表面通常包括通过在管表面形成翅片,之后使翅片变平来形成的凹入腔。所得的结构呈现为表面上由表面下的空腔的阵列连结的微孔。

[0035] 图1中示出了蒸气压缩循环的实施方案的示意图,所述蒸气压缩循环具有蒸发器、冷凝器、压缩机、互连件以及膨胀装置。在一个实施方案中,所述循环可以用在暖通空调和制冷 (HVAC/R) 系统,例如利用降膜式蒸发器12的深冷器10中。蒸气制冷剂流14被引导到压缩机16中并且之后引导到冷凝器18,所述冷凝器将液体制冷剂流20输出到膨胀阀22。膨胀阀22将蒸气和液体制冷剂混合物24输出到蒸发器12。在经由多个蒸发器管26流入和流出蒸

蒸发器12的传热介质流28与蒸气和液体制冷剂混合物24之间发生热能交换。随着蒸气和液体制冷剂混合物24从蒸发器12沸腾出去,蒸气制冷剂14被引导到压缩机16。

[0036] 现参考图2,如上所述,蒸发器12是降膜式蒸发器。蒸发器12包括壳体30,所述壳体具有界定换热区36的外表面32和内表面34。在所示的示例性实施方案中,壳体30包括非圆形截面。如所示,壳体30包括矩形截面,但是应理解,壳体30可以呈现包括圆形和非圆形两者的各种形式。壳体30包括制冷剂入口38,所述制冷剂入口被配置成接收制冷剂源(未示出)。壳体30还包括蒸气出口40,所述蒸气出口被配置成连接到诸如压缩机16的外部装置。蒸发器12还被示出为包括制冷剂池区域42,所述制冷剂池区域布置在壳体30的下部部分中。制冷剂池区域42包括池管束44,所述池管束使流体循环穿过制冷剂池46。制冷剂池46包括具有上表面50的一定量的液体制冷剂48。循环穿过池管束44的流体与制冷剂池46交换热量,以将所述量的制冷剂48从液体转换为蒸气状态。在这个实施方案中,蒸发器12包括多个管束52,所述多个管束在制冷剂与另一种流体之间提供换热界面。每个管束52可以包括对应的制冷剂分配器54。制冷剂分配器54相应地提供制冷剂到管束52上的均匀分配。虽然本文的描述是在降膜式蒸发器12的背景下进行的,但是应了解,公开的主题可以容易地应用于诸如满液式蒸发器的其他类型的蒸发器,并且进一步应用于其他类型的换热器,其中管子被用在流过管子的第一流体与在管子外部流动的第二流体之间的热能交换中。

[0037] 池管束44和管束52包括多个换热管56。参考图3的局部截面,换热管包括管外表面58,所述管外表面相对于管轴66处在一定径向距离处;以及管内表面88,所述管内表面径向地偏离管外表面58。管外表面58具有图案化的孔隙,其中管外表面58的多个区域具有相对较高的孔隙率,并且多个区域具有相对较低的孔隙率。高孔隙率的区域有助于流体的流动,在制冷剂的情况下,经由毛细流动径向向内流入到管外表面58中,以与流过换热管56的流体进行热能交换。经由热能交换使制冷剂沸腾,并且低孔隙率的区域有助于制冷剂蒸气离开管外表面58。高孔隙率区域60可以由多个微孔62形成,其中孔隙来源于相邻微孔62之间的间隙。低孔隙率区域64由相邻的高孔隙率区域60之间的间距形成。微孔62可以各种截面形状布置以提供所需的孔隙度,诸如所示的三角形截面,或可选地为矩形或其他形状。微孔62可以由与换热管56相同的材料形成,或者可选地可以由与换热管56不同的材料形成,这取决于所需的传热性质。用于换热管56和/或微孔62的示例材料包括但不限于:铜、铝或塑料材料。应了解,虽然在上文描述中,高孔隙率区域60由微孔62形成,但是在其他实施方案中,高孔隙率区域60可以另外或可选地经由金属或非金属涂层处理、机械成形或者经由诸如烧结、硬钎焊或电沉积的工艺来形成。另外,在其他实施方案中,高孔隙率区域60和低孔隙率区域64可以经由对换热器管56的选择性化学蚀刻形成。

[0038] 图4-8中示出了包括与低孔隙率区域64一起排列的高孔隙率区域60的换热管56的实施方案的实例。在图4的实施方案中,管轴66沿着换热管56在纵向上延伸并且界定换热管56的中心。参考图5,高孔隙率区域60具有三角形截面,并且如图4所示连续沿着管轴66延伸。低孔隙率区域64被限定在相邻的高孔隙率区域60之间,并且也连续沿着管轴66延伸。在其他实施方案中,可以利用高孔隙率区域60的其他截面形状,并且另外高孔隙率区域60的截面形状可以沿着轴向方向和/或周向方向变化来获得选定的传热性质。另外,本领域技术人员将容易了解到,虽然高孔隙率区域60和低孔隙率区域64被示出处于管外表面58上,但是这些特征可以另外或可选地应用于管内表面88。

[0039] 图6示出了沿着管轴66周向地交错的高孔隙率区域60和低孔隙率区域64的布置。高孔隙率区域60和低孔隙率区域64沿着换热管56的长度布置为多个行68。在一些实施方案中,第一行68a中的每个高孔隙率区域60的峰70或周向中心位于轴向相邻的第二行68b的低孔隙率区域64的谷72或周向中心处。应了解,行68的其他交错程度也是本公开预期的。在一些实施方案中,每个高孔隙率区域60具有径向高度74和轴向长度76,其中径向高度74处在0.1毫米至2.0毫米的范围内。轴向长度76与径向高度74之比是在0.1至10.0的范围内。虽然在图6的实施方案中,高孔隙率区域60和低孔隙率区域64沿着管轴66对准,但是在其他实施方案中,高孔隙率区域60和低孔隙率区域64相对于管轴66可以成角度地歪斜(其中以60示出的一个或多个高孔隙率峰可以彼此和/或与管轴66反平行地布置)。

[0040] 在诸如图7所示的一些实施方案中,高孔隙率区域60和低孔隙率区域64的布置被包封在多孔覆盖层78中。这进一步增加了液体制冷剂朝向管外表面58的毛细作用,从而改进在换热管56外部的制冷剂与在换热管56内部的流体之间的换热。在一些实施方案中,多孔覆盖层78具有范围为约0.1毫米至2.0毫米的覆盖层厚度80。应了解,虽然所示的多孔覆盖层78具有基本上恒定的覆盖层厚度80,但是在一些实施方案中,覆盖层厚度80可以沿着轴向方向和/或沿着周向方向变化来实现选定的热和/或质量交换性质。

[0041] 图8中示出了换热管56的另一个实施方案。在图8的实施方案中,包括分段的多孔覆盖层78。多孔覆盖层78包括多个覆盖层区段82,所述多个覆盖层区段沿着管轴66轴向地布置。覆盖层区段82各自具有轴向区段长度84和在相邻的覆盖层区段82之间的轴向覆盖层间距86。在一些实施方案中,覆盖层间距86与区段长度84之比小于1。应了解,虽然在图8的实施方案中,区段长度84基本上是相等的并且层间距86在覆盖层区段82之间是基本上相等的,但是在其他实施方案中,区段长度84和/或层间距86可以沿着管长度和/或周向地围绕换热管56变化以获得选定的换热性质。另外,在一些实施方案中,作为图8所示的轴向区段的替代方案或除此之外,多孔覆盖层78可以在周向方向上分段。

[0042] 多孔覆盖层78可以与高孔隙率区域60和低孔隙率区域64一体形成,或者可以可选地在将高孔隙率区域60和低孔隙率区域64施加到换热管56之后在二次操作期间添加。多孔覆盖层78可以经由例如硬钎焊,或通过包括但不限于选择性层烧结的增材制造工艺来添加到高孔隙率区域60和低孔隙率区域64。

[0043] 虽然仅结合有限数目的实施方案详细描述了本公开,但是应容易理解,本公开并不限于这类公开的实施方案。相反,可以对本公开进行修改,以结合至今未描述的,但与精神和范围相称的任何数目的变化、更改、替代或等效布置。此外,虽然已经描述了各种实施方案,但是应理解,本公开的各方面可以包括所描述实施方案中的仅一些。因此,本公开并不被视为受限于前文描述,而是仅受限于随附权利要求的范围。

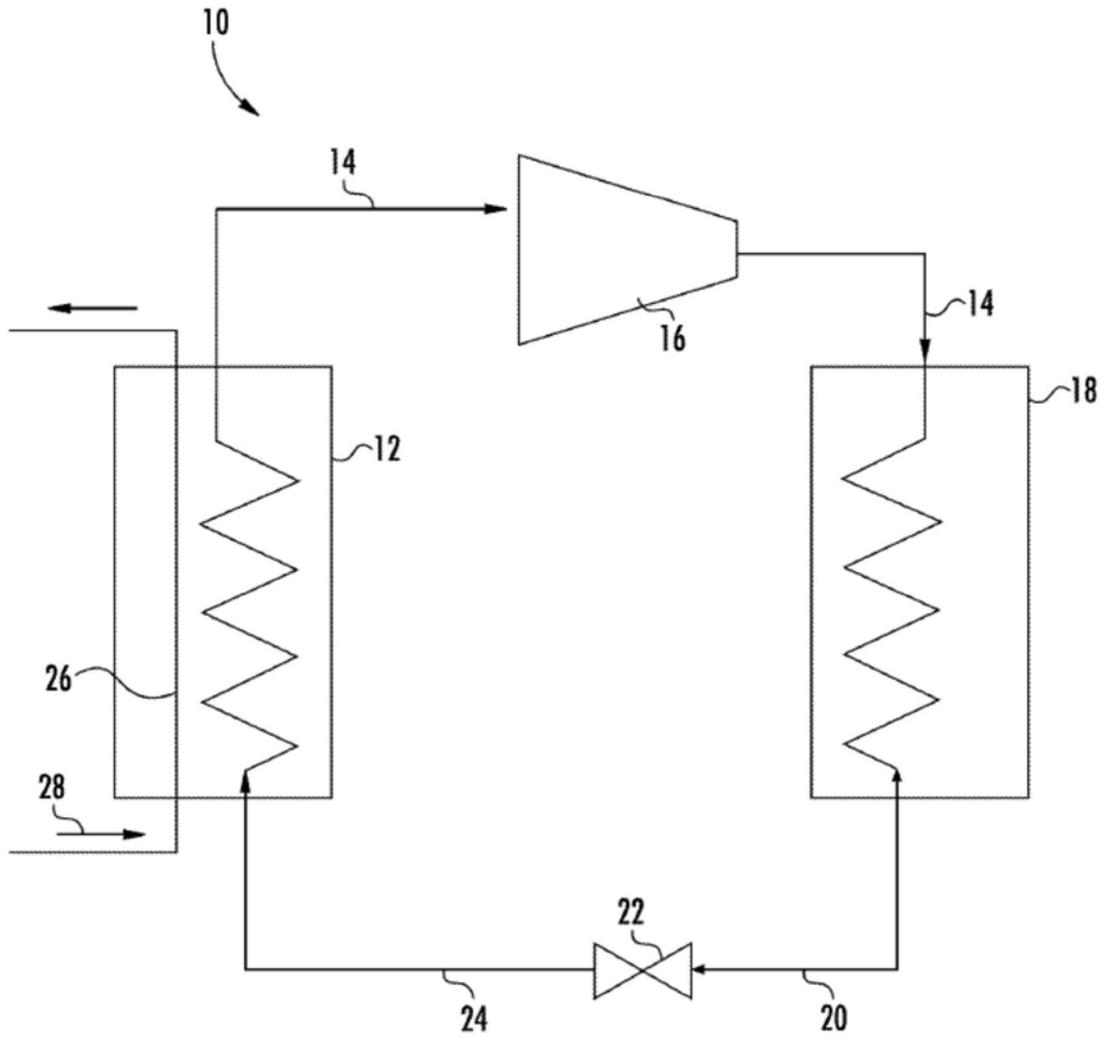


图1



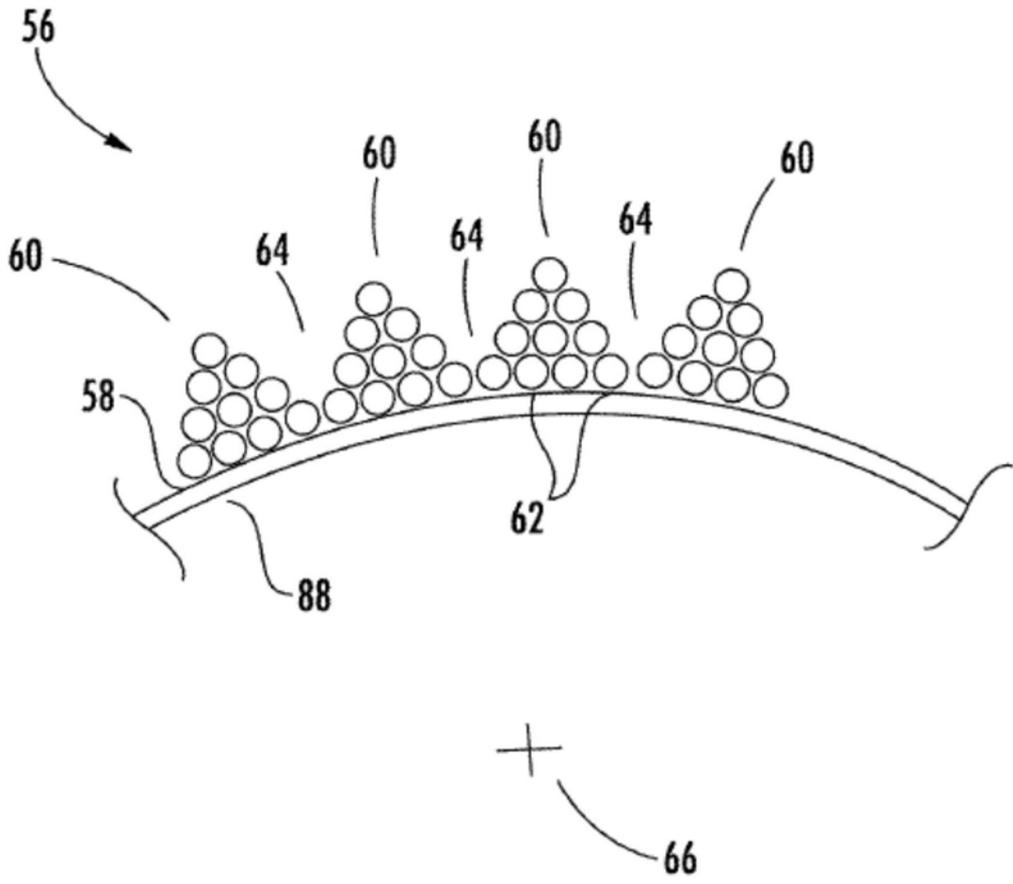


图3

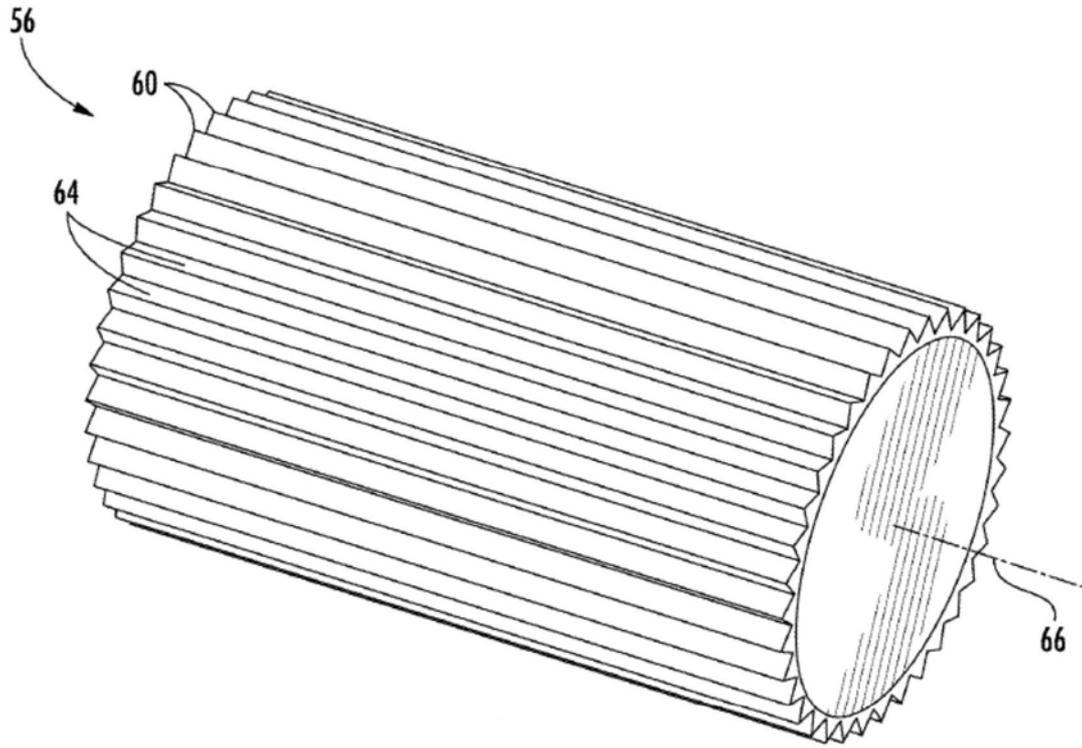


图4

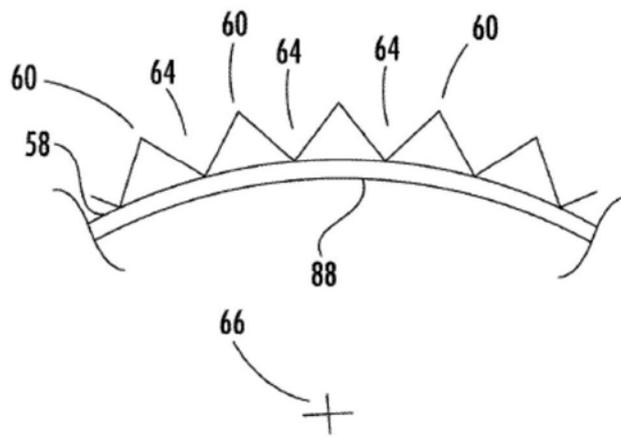


图5

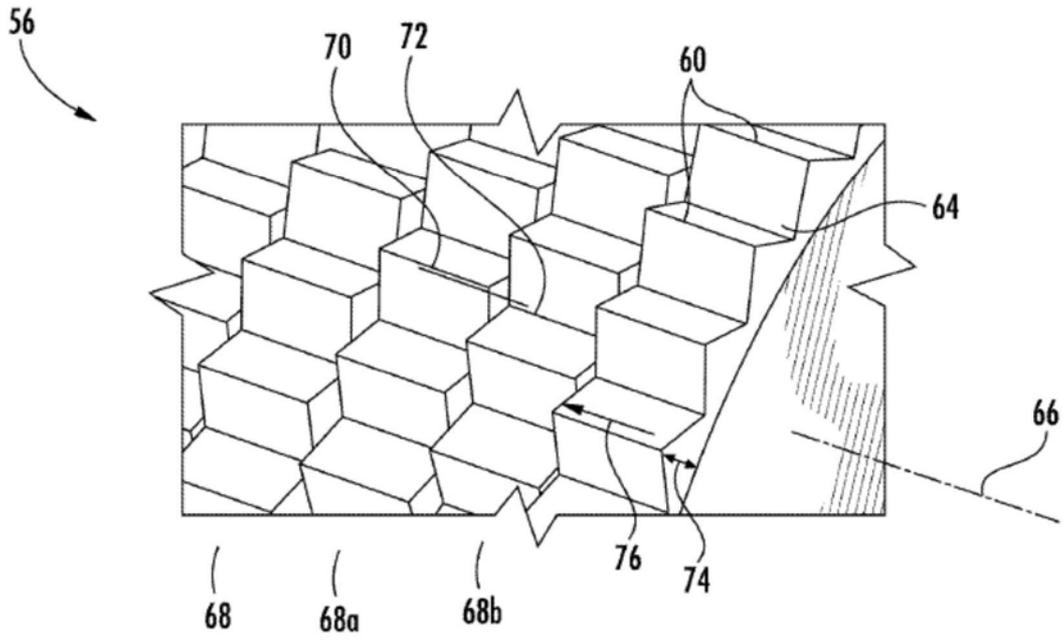


图6

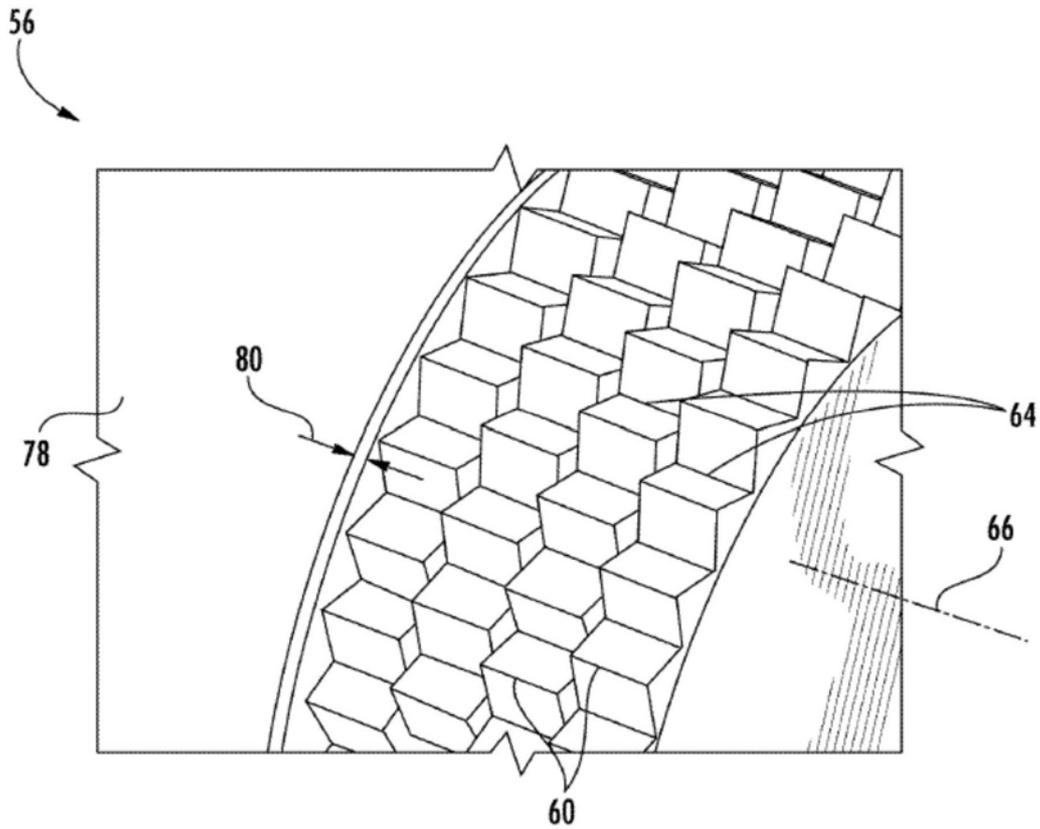


图7

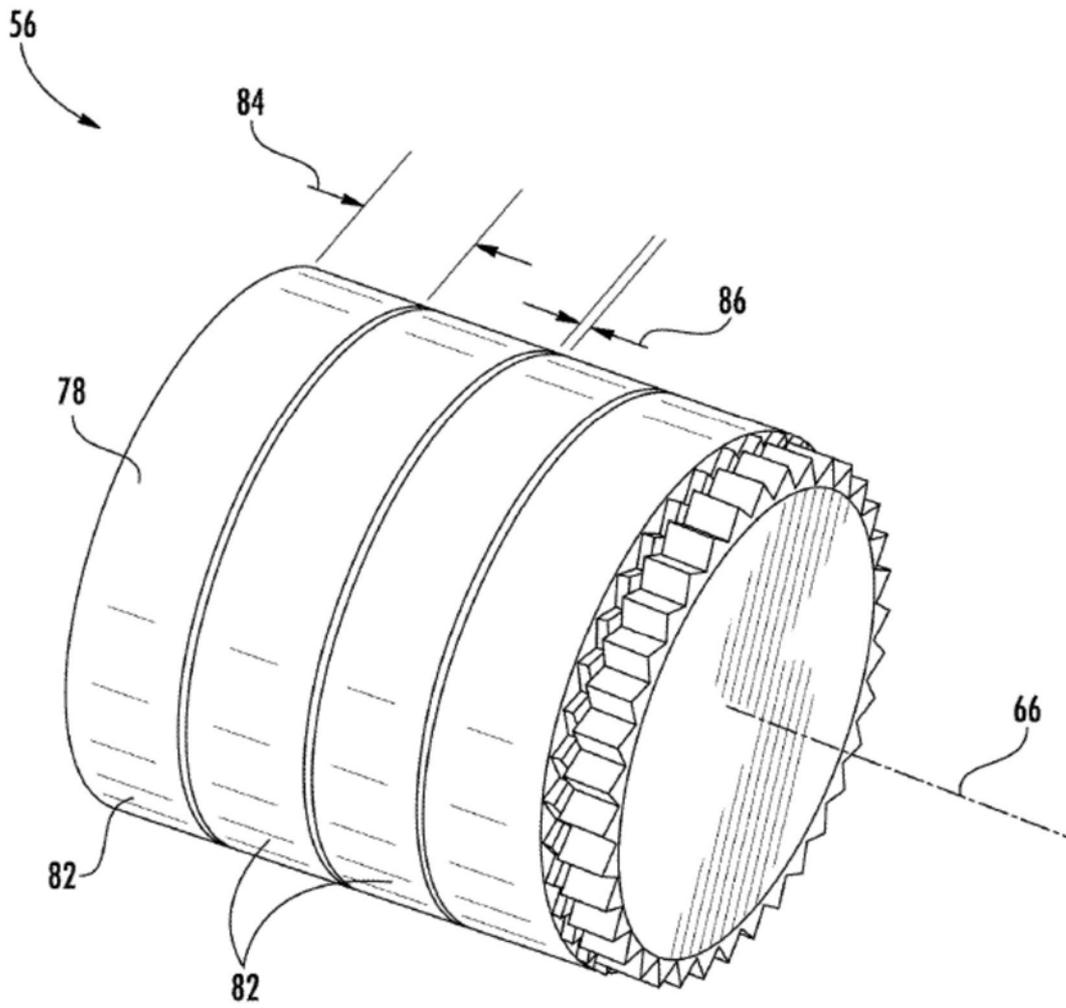


图8