



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102743931 B

(45) 授权公告日 2015.12.02

(21) 申请号 201210181810.2

(22) 申请日 2008.02.04

(30) 优先权数据

60/899, 311 2007. 02. 02 US

(62) 分案原申请数据

200880006683.4 2008.02.04

(73) 专利权人 唐纳森公司

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 G·J·罗克利兹 欧阳明

A · M · 马修

(74) 专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有

限公司 11275

代理人 王维绮

(51) Int. Cl.

B01D 46/00(2006.01)

B01D 46/52(2006.01)

(56) 对比文件

WO 9740918 A1, 1997. 11. 06.

CN 1100776 A, 1995. 03. 29.

US 2004060861 A1, 2004. 04. 01,

CN 1678383 A, 2005. 10. 05,

审查员 朱芳萍

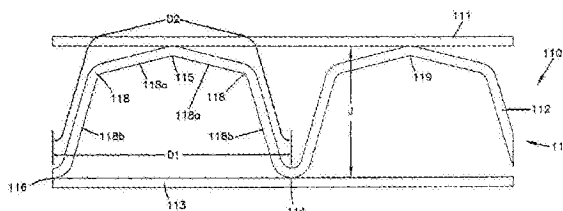
权利要求书1页 说明书27页 附图23页

(54) 发明名称

空气过滤介质包、过滤元件、空气过滤介质及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种具有多个单面介质层的空气过滤介质包。所述单面介质层包括槽纹片材,表面片材,和多个槽纹,其中所述槽纹在槽纹片材和表面片材之间延伸并且具有从过滤介质包的第一面延伸到过滤介质包的第二面的槽纹长度。第一部分的多个槽纹阻止未经过滤的空气流入第一部分的多个槽纹,而第二部分的多个槽纹阻止未经过滤的空气流出第二部分的多个槽纹,使得进入介质包的第一面和第二面中的一个面并从介质包的第一面和第二面中的另一个面流出的空气通过介质,以便实现空气的过滤。槽纹片材包括面朝表面片材的重复内峰和背离表面片材的重复外峰。此外,槽纹片材可包括至少一个脊,它沿槽纹长度的至少 50% 在内峰和相邻外峰之间延伸。本发明还提供了空气过滤介质包、空气过滤介质、及其制造和使用方法的其它特征。



1. 一种槽纹介质片材,所述槽纹介质片材包括重复型式的内峰和外峰,其中所述重复型式包括沿槽纹长度的至少 50%在内峰和相邻的外峰之间延伸的至少一个脊,并且其中所述介质包括基于纤维素的介质,用于流体过滤;和,其中介质的平均介质-线百分比为大于 6.2%,

其中所述脊由相邻峰之间不同倾斜度介质部分的相交而形成。

2. 根据权利要求 1 所述的槽纹介质片材,其中多个槽纹的至少一部分在槽纹片材接触表面片材的位置处具有尖的槽纹端。

3. 一种过滤介质包,包括:

(a) 多个单面介质层,其中所述单面介质层包括槽纹片材、表面片材、和多个槽纹,所述多个槽纹在槽纹片材和表面片材之间延伸并且具有从过滤介质包的第一面延伸到过滤介质包的第二面的槽纹长度;

(b) 第一部分的多个槽纹阻止未经过滤的流体流入第一部分的多个槽纹,并且第二部分的多个槽纹阻止未经过滤的流体流出第二部分的多个槽纹,使得进入介质包的第一面或第二面中的一个面并且从介质包的第一面或第二面中的另一个面流出的流体通过介质以便实现流体的过滤;和

(c) 其中多个槽纹的至少一部分呈现的槽纹宽高比为大于 2.2 或小于 0.45,并且所述过滤介质包的平均介质-线百分比为大于 6.2%,和

(d) 其中所述过滤介质包具有不对称空间结构,使得在介质包一侧的空间比介质包另一侧的空间大至少 10%。

4. 根据权利要求 3 所述的过滤介质包,其中所述槽纹片材包括面向表面片材的重复内峰和背离表面片材的重复外峰,以及至少一个脊沿槽纹长度的至少 50%在内峰和相邻的外峰之间延伸的型式。

5. 根据权利要求 4 所述的过滤介质包,其中槽纹片材包括至少两个脊,所述至少两个脊沿槽纹长度的至少 50%在内峰和相邻的外峰之间延伸。

6. 根据权利要求 4 所述的过滤介质包,其中至少两个脊被设置成在内峰和相邻的外峰之间的型式。

7. 根据权利要求 3 所述的过滤介质包,其中所述过滤介质包具有的槽纹宽高比为大于 2.5 或小于 0.4。

8. 一种通过权利要求 3 所述的过滤介质包过滤空气的方法,所述方法包括使空气流入过滤介质包的第一面或过滤介质包的第二面中的一个面,并且从过滤介质包的第一面或过滤介质包的第二面中的另一个面流出,其中空气穿过介质以便实现空气的过滤。

9. 一种用于形成权利要求 3 所述的过滤介质包的方法,所述方法包括卷绕或层叠单面介质。

10. 一种过滤元件,所述过滤元件包括权利要求 3 所述的过滤介质包和围绕所述介质包的外周延伸的密封件。

空气过滤介质包、过滤元件、空气过滤介质及方法

[0001] 本申请是申请日为 2008 年 2 月 4 日的 PCT 国际专利申请,对于除美国之外的所有指定国以美国公司 DONALDSON COMPANY, INC. 为申请人,仅对于以美国为指定国时以美国公民 Gary J. ROCKLITZ、美国公民 Ming OUYANG, 和美国公民 Anitha M. MATHEW 为申请人,并且要求申请日为 2007 年 2 月 2 日的美国临时专利申请序列号 60/899, 311 的优先权。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种空气过滤介质包,它可用于形成净化空气的过滤元件。本发明还涉及过滤元件,空气过滤介质,及其制造和使用方法。

背景技术

[0003] 流体流(例如空气和液体)中携带有杂质物质。在很多情况,希望从流体流中过滤掉某些或所有杂质物质。例如,至机动车辆或发电设备的发动机的空气流,至燃气轮机系统的气流和至各种燃烧炉的空气流,其中都携带有应被过滤的杂质。另外,发动机润滑系统、液压系统、冷却系统或燃料系统中的液体流,也可能携带有应当被过滤的杂质。对于所述系统,优选从所述流体中除去选定的杂质(或使其含量降低)。已经开发了用于减少杂质的各种流体过滤器(空气或液体过滤器)结构。不过,总体上仍在寻求进一步的改进。

[0004] Z- 介质一般是指一种类型的槽纹过滤介质,其中流体进入介质第一面上的槽纹并从介质第二面上的槽纹流出。一般,Z- 介质上的面设置在介质的相对端。流体通过一个面上的开口槽纹进入,并通过另一面上的开口槽纹离开。在第一面和第二面之间的某个点,流体从一个槽纹进入另一个槽纹,以进行过滤。

[0005] Z- 介质的早期形式通常指的是波纹形介质,这是因为介质的特征采自于波纹箱板行业。不过,波纹箱板一般设计用于承载负载。因此,槽纹设计可以偏离波纹箱板行业的标准和尺寸进行改动,以提供改进的介质性能。

[0006] 已有了各种公开,对于 z- 介质的槽纹形式进行改动。例如,美国专利号 5, 562, 825 描述了波纹型式,它示出了利用有点半圆形(截面)的入口槽纹邻近窄的 V- 形(带有弯曲侧边)出口槽纹(见美国专利号 5, 562, 825 的图 1 和 3)。在 Matsumoto 等人的美国专利号 5, 049, 326 中,示出了由具有半管的一个片材连接至具有半管的另一片材而限定的圆形(截面)或管形槽纹,在所得到的平行、直的槽纹之间具有扁平区域。见美国专利号 5, 049, 326 的图 2。在 Ishii 等人的美国专利号 4, 925, 561 (图 1) 中,示出了槽纹被折叠成具有矩形截面,其中槽纹沿其长度成锥形。在 WO 97/40918 (图 1) 中,示出了槽纹或平行的波纹,其具有弯曲的波型(来自相邻的弯曲凸起和凹入的波谷),但是沿它们的长度成锥形(并因此不是直的)。另外,在 WO 97/40918 中示出了具有弯曲波型,但具有不同尺寸的波峰和波谷的槽纹。

发明内容

[0007] 本发明提供了一种空气过滤介质包。所述空气过滤介质包包括多个单面介质层。

单面介质层包括槽纹片材,表面片材,和在所述槽纹片材和表面片材之间延伸的多个槽纹,并且槽纹的槽纹长度从过滤介质包的第一面延伸到过滤介质包的第二面。所述多个槽纹的第一部分阻止未过滤的空气流入所述多个槽纹的第一部分,和所述多个槽纹的第二部分阻止未经过滤的空气流出所述多个槽纹的第二部分,以便进入介质包的第一面和第二面中的一个面并从介质包的第一面和第二面中的另一面流出的空气穿过介质,以对空气进行过滤。槽纹片材包括面向表面片材的重复的内峰和背向表面片材的重复的外峰。另外,槽纹片材包括重复的槽纹型式,它包括具有至少一个脊的槽纹沿槽纹长度的至少一部分在内峰和相邻的外峰之间延伸。优选地,槽纹的重复型式包括具有至少一个脊的槽纹在内峰和相邻的外峰之间延伸至少 50% 的槽纹长度。

[0008] 重复型式的槽纹可以包括任意数量的槽纹,其中型式自身重复。槽纹的数量可以包括一个槽纹,两个槽纹,三个槽纹,四个槽纹等。在重复型式内的一个位置,至少有一个脊在内峰和相邻的外峰之间延伸。有脊在每个内峰和相邻的外峰之间延伸是可行的,但这并不是必须的。重复型式可以包括那些不具有脊在内峰和相邻的外峰之间延伸的槽纹和槽纹部分。在槽纹片材包括具有脊在内峰和相邻的外峰之间延伸一槽纹周期的槽纹的情况下,槽纹周期可以被称作具有“低接触”(low contact)形状。当槽纹片材包括两个脊在内峰和相邻的外峰之间延伸一槽纹周期,所述槽纹周期的形状可被称作“零应变”(zero strain)。尽管希望有脊在每个相邻峰之间延伸,这不是必须的。可能重复型式具有一个或多个脊在相邻峰之间延伸,而相邻峰之间的一个和多个区域不包括脊。

[0009] 为了获得具有脊在相邻峰之间延伸的优点,可以希望使脊延伸的长度为槽纹长度的至少 20%。优选地,脊延伸槽纹长度的至少 40%,槽纹长度的至少 50%,或槽纹长度的至少 80%。

[0010] 本发明提供了一种空气过滤介质包,它可被表征为包含槽纹的 z- 介质,其中所述槽纹在相邻槽纹间包含增加量的介质。表征相邻峰间过滤介质的技术包括参考线 - 介质 (cord-media) 百分比和参考槽纹宽高比。对于本发明的过滤介质包,线 - 介质百分比可以是至少约 6.2%,并且槽纹宽高比可以大于约 2.2 或小于约 0.45。另外,本发明的过滤介质包可被表征为在介质包一侧上的体积 (volume) 比在介质包另一侧上的体积大至少 10%,并且其中槽纹宽高比可以大于约 2.2 或小于约 0.45。

[0011] 本发明提供了槽纹介质片材。所述槽纹介质片材包括重复型式的槽纹,它包括内峰和外峰。重复型式的槽纹包括至少一个脊沿槽纹长度的至少 50% 在内峰和相邻的外峰之间延伸。所述介质包括用于流体过滤的基于纤维素的介质。

[0012] 本发明提供了形成空气过滤介质包和使用空气过滤介质包的方法。

附图说明

[0013] 图 1 是根据现有技术的示例性 z- 过滤介质的局部示意性透视图。

[0014] 图 2 是图 1 所示现有技术介质的一部分的放大示意性截面图。

[0015] 图 3 是各种波纹介质定义的示意图。

[0016] 图 4a-c 是介质的一部分的放大示意性截面图,示出了宽高比。

[0017] 图 5a-5c 是本发明的介质的一部分的放大示意性截面图。

[0018] 图 6 是照片,示出了根据图 5a 的卷绕过滤介质的端视图。

[0019] 图 7 是照片,示出了灰尘装载在图 6 所示过滤介质的透视图,其中槽纹片材的一部分被剥离以露出尘饼。

[0020] 图 8 是图 5b 所示介质的锥形槽纹片材的透视图。

[0021] 图 9a 和 9b 是图 5b 和 5c 所示锥形介质的一系列截面图。

[0022] 图 10a 和 10b 是本发明的不对称介质的一部分的放大示意性截面图。

[0023] 图 11 是与反相轮(inverter wheel)接触之后并且在与折叠轮(folder wheel)接触用于闭合槽纹之前的槽纹的截面图。

[0024] 图 12 是沿图 11 的线 12-12 剖开的槽纹的截面图。

[0025] 图 13 是沿图 9 中的线 13-13 剖开的槽纹的截面图。

[0026] 图 14 是与折叠轮接触之后的槽纹的截面图。

[0027] 图 15 是沿图 14 中的线 15-15 剖开的槽纹的截面图。

[0028] 图 16 是沿图 14 中的线 16-16 剖开的槽纹的截面图。

[0029] 图 17 是沿图 14 中的线 17-17 剖开的槽纹的截面图。

[0030] 图 18 是图 14 所示折叠槽纹的端视图。

[0031] 图 19 是示例性空气滤清器的剖面图,所述空气滤清器可以包括含有本发明空气过滤介质包的过滤元件。

[0032] 图 20 是含有本发明空气过滤介质包的过滤元件的局部剖视图。

[0033] 图 21 是含有本发明空气过滤介质包的过滤元件的透视图。

[0034] 图 22 是含有本发明空气过滤介质包的过滤元件的透视图。

[0035] 图 23 是图 22 的过滤元件的底部透视图。

[0036] 图 24 是图 22 和 23 所示过滤元件的传感器板的侧视图。

[0037] 图 25 是含有本发明空气过滤介质包的过滤器结构的局部剖视图。

[0038] 图 26 是空气滤清器的局部剖视图,所述空气滤清器具有含本发明的空气过滤介质包的过滤元件。

[0039] 图 27 是含有本发明的空气过滤介质包的示例性过滤元件的透视图。

[0040] 图 28 是含有本发明的空气过滤介质包的示例性过滤元件的透视图。

具体实施方式

[0041] 槽纹过滤介质

[0042] 槽纹过滤介质可用于以多种方式提供流体过滤器结构。一种公知的方式为 z- 过滤器结构。本文所用的术语“z- 过滤器结构”和“z- 过滤介质”是指一种过滤器结构,其中各波纹状、折叠的、褶皱的、或以其他方式形成的过滤器槽纹被用于限定纵向过滤器槽纹,供流体流过介质;流体沿槽纹在介质的入口和出口流动端(或流动面)之间流动。Z- 过滤介质的一些例子披露于美国专利号 5,820,646;5,772,883;5,902,364;5,792,247;5,895,574;6,210,469;6,190,432;6,350,296;6,179,890;6,235,195;Des. 399,944;Des. 428,128;Des. 396,098;Des. 398,046;和 Des. 437,401;所述十五篇引用文献中的每一篇在此均被结合入本文作为参考。

[0043] 一种类型的 z- 过滤介质利用两个介质部件结合在一起以形成介质结构。所述两个部件为:(1) 槽纹(例如,波纹状)介质片材;和(2) 表面介质片材。表面介质片材通常是

非波纹状的,不过它可以是波纹状的,例如与公开日为 2005 年 8 月 25 日,国际公开号为 WO 2005/077487 中所述的槽纹方向垂直,该文献在此被结合入本文作为参考。另外,表面片材可以是槽纹(例如,波纹状的)介质片材,并且槽纹或波纹可以与槽纹介质片材对齐或成角度。尽管表面介质片材可以是槽纹或波纹状的,它可以具有不是槽纹或波纹状的形式。所述形式可包括扁平片材。当表面介质片材不是槽纹状时,它可被称作非槽纹介质片材或非槽纹片材。

[0044] 利用两种部件结合在一起以形成介质结构,其中两种部件是槽纹介质片材和表面介质片材的这种类型的 Z- 过滤介质可被称为单面介质。在某些 z- 过滤介质结构中,单面介质(槽纹介质片材和表面介质片材)一起可用于限定具有平行的入口和出口槽纹的介质。在一些情况,槽纹片材和非槽纹片材被固定在一起并随后被卷绕以形成 z- 过滤介质结构。所述结构披露于,例如,美国专利号 6,235,195 和美国专利号 6,179,890,上述每篇文献在此被结合入本文作为参考。在某些其他结构中,槽纹介质固定至扁平介质的某些未卷绕部分彼此层叠,形成过滤器结构。这种结构的一个例子披露于美国专利号 5,820,646 的图 11,该文献在此被结合入本文作为参考。一般,z- 过滤介质被卷绕的结构可被称作卷绕结构,而 z- 过滤介质被层叠的结构可被称为层叠结构。过滤元件可以具有卷绕结构或层叠结构。

[0045] 通常,槽纹片材/表面片材组合(例如,单面介质)绕其自身卷绕,以形成卷绕的介质包,是通过使表面片材向外进行的。卷绕的某些技术披露于公开日为 2004 年 9 月 30 日,国际公开号为 WO 2004/082795,该文献在此被结合入本文作为参考。结果,所形成的卷绕结构一般具有部分表面片材作为介质包的外表面。

[0046] 本文所用的术语“波纹状”是指介质结构,表示使介质通过两个波纹辊之间(即进入两个辊之间的辊隙或咬合部分)所形成的槽纹结构,其中每个辊具有适于形成所得到介质的波纹效果的表面特征。术语“波纹”不是指由不涉及介质进入波纹辊之间咬合部分的技术而形成的槽纹。不过,术语“波纹的”旨在适用于即使介质在波纹成型之后被进一步修改或变形的情况,例如通过公开日为 2004 年 1 月 22 日的 PCT WO 04/007054 中所述的折叠技术,该文献在此被结合入本文作为参考。

[0047] 波纹状介质是槽纹介质的特定形式。槽纹介质是各槽纹延伸通过其间(例如,通过波纹成形或折叠或褶皱而形成)的介质。槽纹介质可以通过可提供希望槽纹形状的任意技术制备。波纹成形可以是可用的技术,用于形成具有特定尺寸的槽纹。当希望增大槽纹的高度(高度是两峰之间的高度)时,波纹成形技术可能不太实用,可能希望折叠或使介质褶皱。一般,介质的褶皱可通过折叠介质实现。折叠介质以提供褶皱的示例性技术包括刻划(scoring)并利用压力以形成折叠。

[0048] 利用 z- 过滤介质的过滤元件或过滤器滤芯结构有时被称为“直通流动结构”或其变化形式。一般,在本文中是指,可维修的过滤元件一般具有入口流动端(或面)和出口流动端(或面),流体沿大体相同的直通方向进入和离开过滤器滤芯。就术语“直通流动结构”的定义来说,其忽略了空气流通过表面介质的最外侧包裹层排出介质包。在某些情况,每个入口流动端和出口流动端可以是大体扁平的或平面的,两者彼此平行。不过,其变化形式,例如非平面的表面,在某些应用中是可行的。此外,入口流动面和相对的出口流动面的表征不要求入口流动面和出口流动面是平行的。如果需要,入口流动面和出口流动面可以彼此平行。另外,入口流动面和出口流动面可以相对于彼此成一角度,从而所述面不平行。此

外,非平面的面可被认为是非平行的面。

[0049] 直通流动结构,例如,与美国专利号 6,039,778 中所示类型的圆柱形褶皱过滤器滤芯不同,在该文献的滤芯中,流体在通过可维修的滤芯时一般发生相当大的转向。也就是说,在美国专利号 6,039,778 的过滤器中,在顺流系统,流体通过圆柱形侧面进入圆柱形过滤器滤芯,并随后通过端面转向流出。在逆流系统,流体通过端面进入可维修的圆柱形滤芯并随后通过圆柱形过滤器滤芯的侧面转向流出。所述逆流系统的例子在美国专利号 5,613,992 中示出。

[0050] 过滤元件或过滤器滤芯可被称为可维修的过滤元件或过滤器滤芯。本文中,术语“可维修的”是指,含有介质的过滤器滤芯周期性地从相应的空气滤清器中取出并更换。构造了包括可维修的过滤元件或过滤器滤芯的空气滤清器,实现过滤元件或过滤器滤芯的取出和更换。一般,空气滤清器可以包括外壳和检修盖,其中检修盖取出已使用的过滤元件并插入新的或清洁的(再处理后的)过滤元件。

[0051] 本文所用的术语“z-过滤介质结构”及其变化形式是指下述的任一种或全部:单面介质,包含槽纹介质片材和表面介质片材,具有适当的闭合,以抑制空气流在不经过过滤介质过滤的情况下从一个流动面到达另一流动面;和/或,单面介质卷绕或层叠或以其它方式构造或形成成为三维网络的槽纹;和/或,包括单面介质的过滤结构;和/或,槽纹介质构造或形成(例如,通过折叠或褶皱)为三维网络的槽纹。一般,希望提供适当的槽纹闭合结构,以阻止流入介质一侧(或面)的未经过滤的空气从介质的另一侧(或面)流出,当成已过滤空气流的部分离开介质。在许多结构中,z-过滤介质结构被设置形成入口和出口槽纹的网络,入口槽纹在邻近入口面的区域开口并在邻近出口面的区域闭合;而出口槽纹在邻近入口面的区域闭合并在邻近出口面的区域开口。不过,其它的 z-过滤介质结构是可行的,参见例如公开日为 2006 年 5 月 4 日, Baldwin Filter, Inc. 的美国专利公开号 2006/0091084 A1,它也包括在相对的流动面之间延伸的槽纹,具有密封结构以防止未经过滤的空气流动通过介质包。在本发明的很多 z-过滤结构中,可以使用粘合剂或密封剂来闭合槽纹并提供适当的密封结构,以阻止未经过滤的空气从介质的一侧流向介质的另一侧。塞子、介质的折叠、或介质的压挤可用作闭合槽纹的技术,以阻止未经过滤的空气从介质的一侧(面)流向介质的另一侧(面)。

[0052] 可以提供可替换的 z-过滤结构,利用槽纹介质片材。例如,槽纹介质片材可被折叠以在入口流动面和出口流动面形成闭合。这种类型结构的一个例子可以参见,例如 AAF-McQuay Inc. 的 US 2006/0151383 和 Fleetguard Inc. 的 W02006/13271,描述了槽纹介质具有垂直于槽纹方向的折叠或弯曲(bend),以便密封槽纹的端部。

[0053] 参见图 1,示出了可用作 z-过滤介质的示例性类型的介质 1。尽管介质 1 是现有技术介质的代表,许多描述介质 1 所用的术语也可以描述本发明的介质的部分。介质 1 由槽纹(在该例子中为波纹状)片材 3 和表面片材 4 形成。一般,槽纹波纹状片材 3 一般在本文表征的类型为具有规则的、弯曲的波型的槽纹或波纹 7。本文中的术语“波型”是指,交替波谷 7b 和波峰 7a 构成的槽纹或波纹型式。本文中的术语“规则的”是指,成对的波谷和波峰(7b,7a)以大体相同的重复波纹(或槽纹)形状和尺寸交替。(另外,通常在规则的结构中,每个波谷 7b 基本上是每个波峰 7a 的倒置。)因此,术语“规则的”表示波纹(或槽纹)型式包括波谷和波峰,每一对(包括相邻的波谷和波峰)重复,沿槽纹长度的至少 70%在波纹

的尺寸和形状上没有显著的变化。本文中的术语“显著的”是指,由用于形成波纹或槽纹片材的工艺或形式的变化而引起的变化,而不是由于介质片材形成槽纹片材 3 是柔性的这一事实而产生的微小变化。对于重复型式的表征,并不是指在任意给定的过滤结构中,必须出现相同数目的波峰和波谷。介质 1 可以止于,例如,一对波峰和波谷之间,或者部分沿一对波峰和波谷。(例如,在图 1 中,局部所示的介质 2 具有 8 个完整的波峰 7a 和 7 个完整的波谷 7b)。另外,相对的槽纹端(波谷和波峰的端部)可以彼此不同。所述端部的变化在上述定义中是忽略的,除非特别说明。也就是说,槽纹端部的变化旨在由上述定义覆盖。

[0054] 在本文的槽纹过滤介质,并且尤其是示例性的介质 1,波谷 7b 和波峰 7a 可被表征为峰。就是说,波峰 7a 的最高点可被表征为峰,并且波谷 7b 的最低点可被表征为峰。槽纹片材 3 和表面片材 4 的组合可被称为单面介质 5。形成于波谷 7b 的峰可被称为内峰,因为它们面朝向单面介质 5 的表面片材 3。形成于波峰 7a 的峰可被表征为外峰,因为它们背对形成单面介质 5 的表面片材 3。对于单面介质 5,槽纹片材 3 包括在 7b 处的重复内峰,他们面朝向表面片材 4,和在波峰 7a 处的重复外峰,他们背对表面片材 4。

[0055] 术语“规则的”在用于表征槽纹型式时,并不旨在表征可被认为“锥形的”介质。一般,锥形是指沿槽纹的长度方向上槽纹尺寸缩小或增大。一般,锥形的过滤介质可能表现为第一组槽纹,其尺寸从介质的第一端向介质的第二端缩小;和第二组槽纹,其尺寸从介质的第一端向介质的第二端增大。一般,锥形型式不认为是规则的型式。不过,应当理解,z-介质沿槽纹长度可以包含被认为规则的区域和被认为不规则的区域。例如,第一组槽纹沿槽纹长度的一距离,例如四分之一距离至四分之三距离,可被认为是规则的,并且随后对于槽纹长度的剩余量,由于锥形的存在可被认为是不规则的。另一种可能的槽纹结构是锥形-规则-锥形结构,其中例如,槽纹从第一面至一预定位置成锥形,槽纹随后可被认为是规则的直到第二预定位置,并随后槽纹从第二预定位置至第二面成锥形。另一可替换的结构可以具有规则-锥形-规则结构或规则-锥形结构。可以根据需要构造不同可替换的结构。

[0056] 在本文中的 z-介质一般具有两种类型的“不对称”。一种类型的不对称是指面积不对称,而另一种类型的不对称是指体积不对称。一般,面积不对称是指槽纹截面面积不对称,并且可表现为锥形的槽纹。例如,如果沿槽纹长度在一位置处的槽纹面积不同于沿槽纹长度在另一位置处的槽纹面积,则存在面积不对称。槽纹面积是指槽纹片材与表面片材之间的面积。因为锥形的槽纹表现为从介质包的第一位置(例如端)至第二位置(例如端)尺寸缩小,或从介质包的第一位置(例如端)至第二位置(例如端)尺寸增大,因此有面积不对称。这种不对称(例如,面积不对称)是由锥形引起的一种类型的不对称,结果是具有这种类型不对称的介质可被称为不规则的。另一种类型的不对称可被称为体积不对称,会在下文更详细地加以说明。体积不对称是指在过滤介质包内脏侧体积与干净侧体积之间的差异。如果波型是规则的,则表现为体积不对称的介质可被表征为规则的,如果波型是不规则的,则表现为体积不对称的介质可被表征为不规则的。

[0057] 可以提供 z-介质,其中至少部分槽纹由除了具有粘合剂或密封剂的塞子之外的技术闭合以阻止未经过滤的空气通过。例如,槽纹端可被折叠或压挤以形成闭合。一种提供规则 and 一致的折叠型式用于闭合槽纹的技术可被称作针刺(darting)。针刺槽纹或针刺一般是指槽纹的闭合,其中所述闭合通过使槽纹成锯齿形并折叠槽纹以形成规则的折叠型式,以使槽纹朝向表面片材压扁,以形成闭合而非通过压挤而实现。针刺一般暗示着这是一

种系统的方法,通过折叠槽纹的部分而实现闭合槽纹端,使得槽纹闭合一般是一致和受控的。例如,美国专利公开号 US 20060163150 A1 公开了一种槽纹,它在槽纹端具有针刺结构。针刺结构可以具有下述优点,包括,例如,密封所需的密封剂量减少,密封有效性上更高的安全性,和在槽纹的针刺端上希望的流型。Z-介质可以包括具有针刺端的槽纹,并且美国专利公开号 US 2006/0163150 A1 的全部公开内容在此被结合入本文作为参考。应当理解,在槽纹端处针刺的存在不会使介质变得不规则。

[0058] 在本文“弯曲的”波型的表征中,术语“弯曲”是指一种型式,它不是介质的折叠或褶皱形状的结果,而是沿半径曲线形成每个波峰 7a 的顶点和每个波谷 7b 的底部。尽管其它形式是可行的,所述 z- 过滤介质的通常半径为至少 0.25mm,并且通常不大于 3mm。根据上述定义,不弯曲的介质也是可用的。例如,可以希望提供一种半径足够尖的峰,从而它不被认为是“弯曲的”。半径可以小于 0.25mm,或小于 0.20mm。为了减少掩蔽 (masking),可以希望提供带有刀口的峰。在峰处提供刀口的能力可以由用于形成介质的设备、介质本身、和介质所处条件进行限制。例如,希望不切割或撕裂介质。因此,如果刀口在介质中产生切割或撕裂,则使用刀口形成峰是不希望的。另外,介质可能太轻或太重,而不能在部切割或撕裂的情况下提供足够不弯曲的波峰。另外,在形成峰时,工艺期间空气的湿度可能增强,以有助于形成更紧密的半径。

[0059] 图 1 所示的波纹片材 3 的特定规则的、弯曲的波型的另一特征是,沿槽纹 7 的大部分长度,在每个波谷 7b 和每个相邻波峰 7a 之间的大致中点 30 的位置设有曲率倒置的过渡区域。例如,观察图 1 的背侧或面 3a,波谷 7b 是凹入区域,而波峰 7a 是凸出区域。当然,当朝向正侧或面 3b 观察时,侧面 3a 的波谷 7b 形成波峰,而面 3a 的波峰 7a 形成波谷。在一些情况,区域 30 可以是直片段,而不是点,曲率在片段 30 的端部倒置。

[0060] 图 1 所示特定规则的、弯曲的波型的波纹片材 3 的一个特征是,各波纹一般是直的。在本文中术语“直的”表示,在边缘 8 和 9 之间的长度的至少 50%并优选至少 70% (通常至少 80%),波峰 7a 和波谷 7b 在横截面上基本不改变。术语“直的”结合图 1 所示的波纹型式,部分区别于 W0 97/40918 的图 1 和公开日为 2003 年 6 月 12 日的 PCT 国际公开号 W0 03/47722 中所述的波纹介质的锥形槽纹的型式,上述文献在此被结合入本文参考。例如, W0 97/40918 的图 1 所示的锥形槽纹是弯曲的波型,但不是“规则的”型式,或直槽纹型式,如本文所用术语。

[0061] 参见本发明的图 1 并且如上文所述,介质 2 具有第一和第二相对的边缘 8 和 9。对于所示的例子,当介质 2 被卷绕并形成介质包时,一般边缘 9 会形成介质包的入口端而边缘 8 形成出口端,当然在某些应用中相反的定向是可行的。

[0062] 在所示的例子中,邻近边缘 8 具有密封剂,在这里是以密封边 (sealant bead) 10 的形式,将槽纹片材 3 和表面片材 4 密封在一起。密封边 10 有时会被称作“单面”密封边,因为它是形成单面介质 5 的波纹片材 3 和表面片材 4 之间的密封边。密封边 10 将邻近边缘 8 的各槽纹 11 密封闭合,以阻止空气从中通过。

[0063] 在所示的例子中,邻近边缘 9 处具有密封剂,在这里是以密封边 14 的形式。密封边 14 一般闭合槽纹 15,以在邻近边缘 9 处阻止未经过滤的流体从其通过。密封边 14 通常在介质 2 绕其自身卷绕时被施加,波纹片材 3 朝向内侧。因此,密封边 14 会在表面片材 4 的后侧 17 和槽纹片材 3 的侧面 18 之间形成密封。密封边 14 有时被称为“卷绕密封边”,因

为它通常在介质条 2 被卷绕成卷绕的介质包时施加。如果介质 2 被切成条状并且层叠而非卷绕,则密封边 14 会被称为“层叠密封边”。

[0064] 参见图 1,一旦介质 1 例如通过卷绕或层叠的方式被整合入介质包,它可以如下作业。首先,沿箭头 12 所示方向的空气会进入邻近端部 9 的开口槽纹 11。由于端部 8 被密封边 10 闭合,空气会沿箭头 13 所示方向通过介质。它随后通过邻近介质包端部 8 的槽纹 15 的开口端 15a 离开介质包。当然,空气流可以沿相反的方向进行作业。

[0065] 一般来说, z- 过滤介质包括槽纹过滤介质固定至表面过滤介质,并且被设置成槽纹在第一和第二相对的流动面之间延伸的介质包。介质包内具有密封剂或密封结构,以确保在第一上游面进入槽纹的空气在不经介质进行过滤的情况下,不能从下游面离开介质包。换句话说, z- 过滤介质通常使用密封剂结构或其它结构,在入口流动面和出口流动面之间,阻止未经过滤的空气从其通过。另一个其它特征是,第一部分的槽纹被闭合或密封以阻止未过滤的空气流入第一部分的槽纹,和,第二部分的槽纹被闭合或密封以阻止未过滤的空气流出第二部分的槽纹,使得进入介质包的第一面和第二面中的一个并离开介质包的第一面和第二面中的另一个的空气通过介质,以便过滤空气。

[0066] 对于图 1 所示的具体结构,平行的波纹 7a, 7b 从边缘 8 到边缘 9 大体直的整个通过介质。直槽纹或波纹可以在选定的位置(尤其是端部)变形或折叠。在槽纹端部进行闭合的改动一般在上文“规则的”、“弯曲的”和“波型”的定义中被忽视。

[0067] 一般,过滤介质是相对柔性的材料,通常为无纺纤维材料(纤维素纤维,合成纤维或两者),其内通常包括树脂,有时用其它材料处理。因此,它可以被整合或设置成各种槽纹(例如波纹的)型式,而没有不可接受的介质损伤。另外,它易于卷绕或以其它方式设置以供使用,同样没有不可接受的介质损伤。当然,它必须具有这样的特性,使得它在使用时保持希望的槽纹(例如波纹)结构。

[0068] 在波纹成形或槽纹成形过程中,对介质实施非弹性变形。这能阻止介质返回到其原始形状。不过,一旦张力被释放,槽纹或波纹会倾向于回弹,仅恢复已发生的伸展和弯曲的部分。表面片材有时被固定至槽纹片材,以抑制槽纹(或波纹)片材的这种回弹。

[0069] 另外,通常,介质可以包含树脂。在波纹成形过程中,介质可被加热到树脂的玻璃转变点之上。当树脂随后冷却时,它会有助于保持槽纹的形状。

[0070] 介质的槽纹片材 3、表面片材 4 或两者可以在其一侧或两侧具有细纤维材料,例如根据美国专利号 6, 955, 775, 6, 673, 136, 和 7, 270, 693 所述,上述文献在此被结合入本文参考。一般,细纤维可被称作聚合物细纤维(微纤维或纳米纤维),并且可被设置在介质上以改进过滤性能。由于介质上存在细纤维,可能或可希望获得具有减少的重量或厚度同时又获得希望的过滤特性的介质。因此,在介质上存在细纤维可以具有增强的过滤特性,提供使用更轻的介质,或两者。被表征为细纤维的纤维可以具有的直径为约 0.001 微米-约 10 微米,约 0.005 微米-约 5 微米,或约 0.01 微米-约 0.5 微米。纳米纤维是指直径为小于 200 纳米或 0.2 微米的纤维。微纤维是指直径大于 0.2 微米,但不大于 10 微米的纤维。可用于形成细纤维的示例性材料包括聚偏二氯乙烯,聚乙烯醇聚合物和共聚物,包括各种尼龙,例如尼龙 6, 尼龙 4,6, 尼龙 6,6, 尼龙 6,10, 及其共聚物,聚氯乙烯, PVDC, 聚苯乙烯, 聚丙烯腈, PMMA, PVDF, 聚酰胺, 及其混合物。

[0071] 仍参见图 1,示出了粘接边 20,位于槽纹片材 3 和表面片材 4 之间,将两者固定在

一起。粘接边 20 可以是例如不连续线的粘合剂。粘接边也可以是点,其中介质片材焊接在一起。

[0072] 综上所述,显而易见,所示的示例性槽纹片材 3 沿两者相邻接的峰通常不被连续地固定至表面片材。因此,空气可以在相邻的入口槽纹之间流动,并且可替换地在相邻的出口槽纹之间流动,而无需通过介质。不过,已通过入口流动面进入槽纹的未过滤空气不能在不通过至少一个介质片材进行过滤的情况下从出口流动面流出。

[0073] 现参见图 2,其中示出了 z- 过滤介质结构 40,它采用槽纹(在本例子中为规则的、弯曲波型波纹的)片材 43 和非波纹状的扁平的表面片材 44。点 50 和 51 之间的距离 D1 限定扁平介质 44 在给定槽纹 53 下方的区域 52 中的延伸距离。点 50 和 51 作为槽纹片材 43 的内峰 46 和 48 的中心点。另外,点 45 可被表征为槽纹片材 43 的外峰 49 的中心点。距离 D1 限定介质结构 40 的周期长度或间隔。长度 D2 限定在相同距离 D1 上的槽纹 53 的弓形介质长度,并且由于槽纹 53 的形状而当然地大于 D1。根据现有技术,对于用于槽纹过滤应用中的通常规则形状的介质,长度 D2 与 D1 之比会在 1.2-2.0 的范围之内,包括端值。空气过滤器通用的示例性结构具有这样的结构,其中 D2 为约 1.25xD1 至约 1.35xD1。所述介质例如已被商用于 Donaldson Powercore™ Z- 过滤器装置中。本文中,比率 D2/D1 有时被表征为介质的槽纹 / 平面比或介质拉伸性(media draw)。

[0074] 槽纹高度 J 是从扁平的表面片材 44 到槽纹片材 43 的最高点的距离。换句话说,槽纹高度 J 是槽纹片材 43 的交替峰 57 和 58 之间的外部高度差。峰 57 可被称为内峰(该峰面向表面片材 44),而峰 58 可被称为外峰(该峰背对表面片材 44)。尽管图 2 示出了特定槽纹介质结构的距离 D1、D2 和 J,这些距离也可以被应用于槽纹介质的其它结构,其中 D1 是指槽纹的周期长度或在给定槽纹下方的扁平介质的距离,D2 是指从低峰到低峰的槽纹介质的长度,而 J 是指槽纹高度。

[0075] 另一种测量方式可被称为线长度(cord length)(CL)。线长度是指从峰 57 的中心点 50 到峰 58 的中心点 45 的直线距离。如果介质厚度影响距离值,则介质的厚度以及从何处开始或结束具体的距离测量的决定可能影响距离值。例如,线长度(CL)可以具有不同的值,这取决于是否是从内峰的底部到外峰的底部测量的距离,或是否是从内峰的底部到外峰的顶部测量的距离。所述距离的差异是介质厚度如何影响距离测量的一个例子。为了使介质厚度的影响最小化,线长度的测量由介质内的中心点确定。线长度 CL 和介质长度 D2 之间的关系可被表征为介质 - 线百分比。介质 - 线百分比可以根据下面的公式确定:

[0076]

$$\text{介质-线百分比} = \frac{\frac{1}{2} D_2 - CL \times 100}{CL}$$

[0077] 在波纹纸板业中,已定义了各种标准的槽纹。这包括,例如,标准 E 槽纹,标准 X 槽纹,标准 B 槽纹,标准 C 槽纹,和标准 A 槽纹。所附图 3 结合下文的表 1 提供了这些槽纹的定义。

[0078] Donaldson Company, Inc. (DCI), 本发明的受让人,已经在各种 z- 过滤装置中使用了标准 A 和标准 B 槽纹的变形。DCI 标准 B 槽纹可以具有约 3.6% 的介质 - 线百分比。DCI 标准 A 槽纹可以具有约 6.3 的介质 - 线百分比。表 1 和图 3 还定义了各种槽纹。图 2 示出了 z- 过滤介质结构 40,它采用标准 B 槽纹作为槽纹片材 43。

[0079]

表 1 (图 3 的槽纹定义)	
DCIA 槽纹:	槽纹/平面 = 1.52:1; 半径 (R) 如下: R1000 = .0675 英寸 (1.715 mm); R1001 = .0581 英寸 (1.476 mm); R1002 = .0575 英寸 (1.461 mm); R1003 = .0681 英寸 (1.730 mm);
DCIB 槽纹:	槽纹/平面 = 1.32:1; 半径 (R) 如下: R1004 = .0600 英寸 (1.524 mm); R1005 = .0520 英寸 (1.321 mm); R1006 = .0500 英寸 (1.270 mm); R1007 = .0620 英寸 (1.575 mm);
标准 E 槽纹:	槽纹/平面 = 1.24:1; 半径 (R) 如下: R1008 = .0200 英寸 (.508 mm); R1009 = .0300 英寸 (.762 mm); R1010 = .0100 英寸 (.254 mm); R1011 = .0400 英寸 (1.016 mm);
标准 X 槽纹:	槽纹/平面 = 1.29:1; 半径 (R) 如下: R1012 = .0250 英寸 (.635 mm); R1013 = .0581 英寸 (.381 mm);
标准 B 槽纹:	槽纹/平面 = 1.29:1; 半径 (R) 如下: R1014 = .0410 英寸 (1.041 mm); R1015 = .0310 英寸 (.7874 mm); R1016 = .0310 英寸 (.7874 mm);
标准 C 槽纹:	槽纹/平面 = 1.46:1; 半径 (R) 如下: R1017 = .0720 英寸 (1.829mm); R1018 = .0620 英寸 (1.575 mm);
标准 A 槽纹:	槽纹/平面 = 1.53:1; 半径 (R) 如下: R1019 = .0720 英寸 (1.829 mm); R1020 = .0620 英寸 (1.575 mm);

[0080] 一般, 波纹盒子行业的标准槽纹结构已被用于定义波纹状介质的波纹形状或近似波纹形状。通过提供槽纹结构或构造来增强过滤, 可以实现改进的过滤介质性能。在波纹盒板行业中, 选择槽纹尺寸或波纹的几何形状以提供适于处理载荷的结构。波纹盒行业的槽纹几何形状开发出了标准 A 槽纹或 B 槽纹结构。所述槽纹结构可理想地用于处理载荷, 同时通过改变槽纹的几何形状增强过滤性能。用于改进过滤性能的技术包括选择在一般情况下改进过滤性能的几何形状和结构, 以及在选定过滤条件下改进过滤性能的几何形状和结构。可被改变以改进过滤性能的示例性槽纹几何形状和结构包括槽纹掩蔽, 槽纹形状, 槽纹宽高比, 和槽纹不对称性。考虑到槽纹几何形状和结构的众多选择, 鉴于有各种不同的槽纹几何形状和结构, 过滤元件可被设置具有希望的过滤元件几何形状和结构, 以改进过滤性能。

[0081] 掩蔽(Masking)

[0082] 在本文的 z- 介质中, 掩蔽 (masking) 是指, 邻近槽纹片材和表面片材之间的区域, 在这里缺少显著的压力差, 导致在过滤介质的使用中缺少有用的过滤介质。一般, 被掩蔽的

介质对于显著增强过滤介质的过滤性能是没有用的。因此,希望减少掩蔽,从而增加可用于过滤的过滤介质量,并从而增加过滤介质的容积,增加过滤介质的通过量,降低过滤介质的压降,或者上述中的一些或全部。

[0083] 在槽纹片材被设置成如图 2 所示在峰处具有大半径型式的情况,在槽纹片材与表面片材的接触区域附近存在有较大面积的过滤介质,它一般不用于过滤。可通过减小峰或槽纹片材与表面片材之间接触点的半径(例如,提供较尖的接触点),来减少掩蔽。当介质处于压力下(例如在空气过滤过程中),掩蔽一般考虑介质变形。较大半径可能导致更多的槽纹片材朝向表面片材偏斜并从而增加掩蔽。通过设置更尖的峰或接触点(例如,较小半径),可以减少掩蔽。

[0084] 已经试图减小槽纹片材与表面片材之间的接触半径。例如,参见 Winter 等人的美国专利号 6,953,124。图 4a 示出了减小半径的例子,其中槽纹片材 70 在槽纹片材 70 的较尖峰或接触点 74 和 75 接触表面片材 72 和 73。弯曲波型,例如图 1 所示的弯曲波型,一般提供一种槽纹片材,它在峰处的半径为至少 0.25mm 并且通常不大于 3mm。较尖峰或接触点可被表征为半径小于 0.25mm 的峰。优选地,较尖峰或接触点可以具有的半径小于约 0.20mm。另外,可以通过使峰所具有的半径小于约 0.15mm 并且优选小于约 0.10mm,来降低掩蔽。峰可以没有半径或半径基本上为约 0mm。提供具有较尖峰或接触点的槽纹介质的示例性技术包括:以足以提供较尖锐边缘的方式冲压、弯曲、折叠、或折缝(creasing)槽纹介质。应当理解,提供尖锐边缘的能力取决于许多因素,包括介质本身的成分,和用于实现冲压、弯曲、折叠或折缝的加工设备。一般,提供较尖接触点的能力取决于介质的重量以及介质是否含有抗撕裂或切割的纤维。一般,希望在冲压、弯曲、折叠、或折缝过程中不切割过滤介质。

[0085] 尽管希望减小峰(内峰或外峰)的半径来减少掩蔽,但并不需要使所有的峰都具有减小的半径以减少掩蔽。根据介质的设计,使外峰具有减小的半径或使内峰具有减小的半径,或者使内峰和外峰均具有减小的半径以便减少掩蔽都可能是可行的。

[0086] 增加介质的表面积

[0087] 通过增加可用于过滤的过滤介质量,可增强过滤性能。减少掩蔽可被认为是一种增加可用于过滤的介质的表面积的技术。现参见图 4a,槽纹片材 70 可被认为具有截面类似于等边三角形的槽纹。由于介质是柔性的,因此可以预期在介质受到压力时,例如在空气过滤期间,槽纹片材 70 可能变形。另外,图 2 中的槽纹片材 43 可被认为具有类似于三角形的槽纹。一般,槽纹类似于等边三角形的槽纹介质与其它槽纹设计相比,一般提供可用于过滤的最少量介质,其中,所述其它槽纹设计包括相对于槽纹高度增加或减小周期长度或间距 D1,或相对于周期长度增加或减小槽纹高度 J。

[0088] 现在参见图 4b 和 4c,图 4b 涉及一种介质,其中槽纹片材 80 在表面片材 82 和 83 之间延伸。图 4c 示出了一种介质,其中槽纹片材 90 在表面片材 92 和 93 之间延伸。示出了槽纹片材 80 具有比图 4a 中的槽纹片材 70 更长的槽纹周期。因此,与图 4a 所示的介质结构相比,槽纹片材 80 相对于槽纹高度 J 具有较长的周期 D1。现在参见图 4c,示出了槽纹片材 90 具有比图 4a 中的槽纹片材 70 更短的槽纹周期。与图 4a 所示的介质结构相比,示出了槽纹片材 90 相对于周期 D1 具有较大的槽纹高度 J。

[0089] 槽纹介质的结构可以被表征为槽纹宽高比。槽纹宽高比是槽纹周期长度 D1 与槽纹高度 J 的比率。槽纹宽高比可以由下面的公式表述:

[0090]

$$\text{槽纹宽高比} = \frac{D1}{J}$$

[0091] 测得的距离,例如槽纹周期长度 D1 和槽纹高度 J 可被表征为每个槽纹端的 20% 内沿槽纹长度的过滤介质的平均值。因此,可以远离槽纹的端部测量距离。通常槽纹的端部具有密封剂或闭合部。在槽纹闭合部处计算的槽纹宽高比不必代表实际发生过滤的槽纹部分的槽纹宽高比。因此,槽纹宽高比的测量可以由除槽纹端部附近的槽纹长度的最后 20% 之外的槽纹长度的平均值提供,以便消除当槽纹在端部附近被闭合时槽纹闭合端的影响。对于“规则的”介质,可以预见槽纹周期长度 D1 与槽纹高度 J 沿槽纹长度会相对恒定。相对恒定表示,当槽纹闭合部设计可能影响宽高比时,除各端部 20% 长度之外,槽纹宽高比可以在槽纹长度上的变化在约 10% 以内。另外,在不规则介质的情况,例如具有锥形槽纹的介质,槽纹宽高比可能在槽纹的长度上变化或者保持大致相同。通过调节槽纹形状使之远离理论上的等边三角形形状,可以增加可用于过滤的介质质量。因此,槽纹宽高比为至少约 2.2,至少约 2.5,至少约 2.7,或至少约 3.0 的槽纹可以提供增大的可用于过滤的介质的表面积。另外,提供宽高比为至少约 0.45,至少约 0.40,至少约 0.37,或至少约 0.33 的槽形设计,可以提供增大的可用于过滤的介质面积。

[0092] 槽纹形状

[0093] 过滤介质的性能可通过改变槽纹形状而得以提高。具有增大可用于过滤的过滤介质质量的槽纹形状可以提高性能。增大可用于过滤的过滤介质质量的一种技术是在相邻峰之间形成脊 (ridge)。如上文所述,相邻峰是指内峰(面向表面片材)和外峰(背对表面片材)。图 5a-5c 示出了用于增强过滤性能的代表例性槽纹形状。图 5a 所示的槽纹形状可以被称为“低接触”槽纹形状。图 5b 和 5c 所示的槽纹形状可被称为“零应变(zero strain)”槽纹形状。一般,“低接触”是指与标准 A 和 B 槽纹介质相比,槽纹形状增强表面介质片材之间的槽纹介质片材量同时减少槽纹片材和表面片材之间的接触(例如,掩蔽)量的能力。“零应变”是指槽纹形状沿槽纹的长度提供锥形而不会在介质上产生不希望水平的应变的能力。一般,介质中不希望水平的应变(或拉长)指的是在介质中产生撕裂或扯裂的应变量,或者需要使用特殊介质以便可以承受更高应变水平的应变量。一般,可以承受大于约 12% 应变的介质通常被认为是特殊介质,并且该特殊介质比那些用于承受至多约 12% 应变的介质更贵。零应变槽纹片材可以额外在槽纹片材和表面片材之间提供减少的接触。

[0094] 现在参见图 5a-5c,介质 110 包括位于表面片材 111 和 113 之间的槽纹片材 112,介质 120 包括位于表面片材 121 和 123 之间的槽纹片材 122,而介质 140 包括位于表面片材 141 和 143 之间的槽纹片材 142。槽纹片材 112 和表面片材 113 的组合可被称为单面介质 117,槽纹片材 122 和表面片材 123 的组合可被称为单面介质 137,而槽纹片材 142 和表面片材 143 的组合可被称为单面介质 147。当单面介质 117、137、或 147 被卷绕或层叠时,在层叠介质的情况下表面片材 111、121、或 141 可由另一单面介质提供,或在卷绕介质的情况下可由同一单面介质提供。

[0095] 介质 110、120、和 140 可被设置成提供过滤元件,用于清洁流体(例如空气)。过滤元件可被设置为卷绕的元件或层叠的元件。卷绕的元件一般包括槽纹介质片材和表面介质片材被卷绕,以提供卷绕结构。卷绕结构可以具有被表征为圆形、长圆形、或跑道形的形状。

层叠结构一般包括由槽纹介质片材粘接至表面介质片材构成的交替层的介质。图 5a-5c 所示的介质 110、120 和 140 剖开介质的截面图, 示出所述形状的槽纹片材的截面形状。应当理解, 截面形状可以沿槽纹长度延伸提供。此外, 槽纹可以是闭合或密封的, 以使介质用作 z - 介质。如果需要, 闭合或密封可通过粘合剂或密封剂材料提供。

[0096] 在图 5a 中, 距离 D1 从内峰 114 的中心点到外峰 116 的中心点测得。示出槽纹介质 110 对于每个周期长度 D1, 或沿介质长度 D2 具有两个脊 118。脊 118 沿至少部分槽纹长度延伸而提供。一般, 每个脊 118 可被表征为公共区域 (general area), 在这里槽纹介质的相对较平坦部分 118a 连接槽纹介质的相对较陡峭部分 118b。脊 (例如, 非峰的脊) 可被认为是不同倾斜度介质部分之间的相交线。脊可以通过在该位置使介质变形而形成。由于对介质施加压力, 介质可以在脊处变形。用于形成脊的技术包括冲压、折缝、弯曲和折叠。优选地, 脊可以是由于在波纹成形工艺过程中冲压而形成, 其中在波纹成形工艺过程中, 波纹辊对介质施加压力以形成脊。用于形成槽纹片材和单面间隔介质的示例性技术披露于 2008 年 2 月 4 日向美国专利商标局提交的美国专利申请序列号 61/025999 中。美国专利申请序列号 61/025999 的完整公开内容在此被结合入本文作为参考。

[0097] 对于示例性槽纹片材 112, 槽纹介质的相对较平坦部分 118a 在图 5a 中可被看为在外峰 115 和脊 118 之间延伸的槽纹介质部分。从外峰 115 到脊 118 的槽纹介质的相对较平坦部分 118a 的平均角度可被表征为相对于表面片材 113 小于 45° , 并且相对于表面片材 113 可小于约 30° 。槽纹介质的相对较陡峭部分 118b 可被表征为从内峰 116 延伸至脊 118 的介质部分。一般, 被表征为在内峰 116 和脊 118 之间延伸的槽纹介质的相对较陡峭部分 118b, 相对于表面片材 113 的角度可以大于 45° 并且可以大于约 60° 。槽纹介质的相对较平坦部分 118a 和槽纹介质的相对较陡峭部分 118b 之间的角度差异可以表征脊 118 的存在。应当理解, 槽纹介质的相对较平坦部分 118a 的角度和槽纹介质的相对较陡峭部分 118b 的角度可以被确定为形成介质的部分的端点的点之间的平均角度, 并且所述角度从表面片材测得。

[0098] 脊 118 可通过在形成槽纹介质 12 的过程中沿槽纹片材 112 的长度冲压、折缝、弯曲, 或折叠而形成。理想但不是必须的, 在形成槽纹介质 112 的过程中进行设置脊 118 的步骤。例如, 脊 118 可通过热处理或湿处理或其组合的来设置。此外, 脊 118 可通过冲压、折缝、弯曲或折叠以形成脊而形成, 而不需要额外的设置脊的步骤。此外, 脊 118 的特征不应当与槽纹片材外峰 115 或 119 以及槽纹片材内峰 116 或 114 混淆。大体较平坦部分 118a 和较陡峭部分 118b 的表征是一种表征脊存在的方式。一般, 可以预见较平坦部分 118a 和较陡峭部分 118b 会出现曲线。也就是说, 可以预见较平坦部分 118a 和较陡峭部分 118b 不将是完全平面的, 尤其是在过滤期间当流体 (例如空气) 流过介质时。不过, 介质的角度可以由脊至对应的相邻峰测得, 以提供介质的该部分的平均角度。

[0099] 图 5a 所示的介质的形状可被称为低接触形状。一般, 低接触形状是指在槽纹片材 112 和表面片材 111 之间的相对较低接触面积。脊 118 的存在有助于在峰 115 和 119 处提供减少的掩蔽。脊 118 由于使槽纹片材 112 变形而存在, 并且结果减少了介质在峰 115 和 119 处的内应力。没有脊 118 的存在, 很可能在槽纹片材 112 上存在一定水平的内张力, 使得槽纹片材 112 在峰 115 和 119 处形成更大的半径, 并从而增大掩蔽。结果, 脊 118 的存在有助于增加相邻峰 (例如峰 115 和 114) 之间存在的介质量, 并且由于减压有助于在一定程

度上减小峰(例如峰 115)的半径,在没有脊的情况下,槽纹片材 112 内的张力会导致其在峰处张开或变平。

[0100] 脊 118 的存在可通过目测检测。图 6 示出了过滤元件的端视图的照片,其中槽纹介质可被表征为具有低接触形状。尽管通过观察槽纹介质的端部不能特别明显地观察到低接触形状的存在,可以切入过滤元件并且看到沿槽纹长度延伸的脊的存在。另外,脊的存在可以通过由图 7 所示照片演示的技术加以确认,其中过滤元件载有灰尘,并且槽纹片材可被从表面片材剥离,以显露出尘饼,它具有与槽纹介质上的脊相对应的脊。一般,尘饼上的脊反映了具有一平均角度的灰尘表面的一部分与具有另一平均角度的灰尘表面的另一部分相交。尘饼表面的两个部分的相交形成脊。可用于装填介质以填满槽纹以便在槽纹内形成尘饼的灰尘可被表征为 ISO 细灰尘测试(Fine test dust)。

[0101] 现在参见图 5a,槽纹片材 112 在距离 D2 上包括 2 个脊 118,其中 D2 是指从峰 114 的中心点到峰 116 的中心点的槽纹片材 112 的长度,并且其中脊不是峰 114,115,116 或 119。尽管峰 114 和 116 可被称为内峰,而峰 115 和 119 可被称为外峰,所述峰还可被表征为表面片材峰。一般,相信介质会被设置成不同的结构(例如卷绕或层叠的),并且槽纹会被特别设置,使得可以忽视内和外的表征,而将峰表征为表面片材峰来取代。使用术语内和外是为了便于描述附图所示的槽纹。尽管槽纹片材 112 沿每个长度 D2 可以具有两个脊 118,如果需要,槽纹片材 112 也可以沿每个周期长度 D2 设置单个脊,并且槽纹片材 112 可以具有这样一种结构,其中一些周期具有至少一个脊,一些周期显示有两个脊,而一些周期没有脊,或者上述的任意组合。槽纹片材可被表征为具有重复型式的槽纹,所述槽纹在重复型式中具有至少一个脊。重复型式的槽纹表示波型表现为在垂直于槽纹方向的方向上重复出现的型式。重复型式可以是每个相邻峰,每隔一相邻峰,每三个相邻峰等,或可被视为介质上型式的一些变形。

[0102] 应当理解脊的存在的特征,表示脊沿槽纹的长度存在。一般,脊可以沿槽纹一长度,足以使所得到的介质具有希望的性能。尽管脊可以在槽纹的整个长度上延伸,但也可能例如由于槽纹端部影响的原因,脊不会在槽纹的整个长度上延伸。示例性影响包括槽纹闭合(例如针刺)以及在槽纹端存在塞子。优选地,脊延伸槽纹长度的至少 20%。例如,脊可以延伸槽纹长度的至少 30%,槽纹长度的至少 40%,槽纹长度的至少 50%,槽纹长度的至少 60%,或槽纹长度的至少 80%。槽纹端可以某种方式闭合,并且由于闭合,当从一表面观察介质包时可能察觉到脊的存在或可能不能察觉到脊的存在。因此,将脊的存在表征为沿槽纹长度延伸并不表示脊必须沿槽纹的整个长度延伸。此外,在槽纹的端部可能不能察觉到脊。现参见图 6 的照片,其中在槽纹介质的端部察觉到脊的存在可能有些困难,尽管在距离槽纹端部一定距离处可在介质内察觉到脊的存在。

[0103] 现在参见图 5b,槽纹介质 120 包括槽纹片材 122 位于表面片材 121 和 123 之间。槽纹片材 122 在内峰 124 和外峰 125 之间包括至少两个脊 128 和 129。沿着长度 D2,介质 122 包括四个脊 128 和 129。介质的单个周期长度可以包括四个脊。应当理解,脊 128 和 129 不是被称为表面片材峰的波峰 124,125 或 126。介质 122 可以被设置使得在相邻峰(例如峰 125 和 126)之间有两个脊 128 和 129。此外,槽纹片材 122 可以被设置使得在其它相邻峰之间有一个脊或没有脊。并不需要在每个相邻峰之间都有两个脊。如果需要使脊交替存在或在相邻峰之间的预定间隔设置脊,可以在峰之间没有脊。

[0104] 脊 128 可被表征为槽纹介质的相对较平坦部分 128a 连接槽纹介质的相对较陡峭部分 128b 的区域。一般,槽纹介质的相对较平坦部分 128a 可被表征为具有小于 45° 并且优选小于约 30° 的角度,其中所述角度是测量脊 128 和脊 129 之间的介质并且相对于表面片材 123 而测得。槽纹介质的相对较陡峭部分 128b 可被表征为具有大于 45° 并且优选大于约 60° 的角度,其中所述角度是测量峰 126 到脊 128 的介质并且相对于表面片材 123 而测得。脊 129 可以通过槽纹介质的相对较平坦部分 128a 与槽纹介质的相对较陡峭部分 128b 相交而得到。一般,槽纹介质的相对较平坦部分 129a 对应从脊 128 延伸至脊 129 的介质部分并相对于表面片材 123 的角度。一般,槽纹介质的相对较平坦部分 129a 可被表征为具有小于 45° 并且优选小于约 30° 的倾斜度。槽纹介质的相对较陡峭部分 129b 可被表征为在脊 129 和峰 125 之间延伸的槽纹介质的部分,并且可被表征为具有一角度,该角度通过测量脊 129 和峰 125 之间的介质相对于表面片材 123 的角度而得。一般,槽纹介质的相对较陡峭部分 129b 可被表征为具有大于 45° 并且优选大于约 60° 的角度。

[0105] 现在参见图 5c,槽纹介质 140 包括槽纹片材 142 位于表面片材 141 和 143 之间。槽纹片材 142 包括内峰 144 和外峰 145 之间的至少两个脊 148 和 149。沿长度 D2,介质 140 包括四个脊 148 和 149。介质的单个周期长度可以包括四个脊。应当理解,脊 148 和 149 并不是 144 和 145。介质 140 可以被设置使得相邻峰(例如峰 144 和 145)之间有两个脊 148 和 149。此外,槽纹片材 140 可被设置使得其它相邻峰之间有一个脊、两个脊或没有脊。并不需要在每个相邻峰之间都具有两个脊。如果需要使脊交替存在或者在相邻峰之间的预定间隔处设置脊,可以在峰之间没有脊。一般,槽纹的型式可被设置成使槽纹的型式重复并且在相邻峰之间包括脊的存在。

[0106] 脊 148 和 149 可被表征为槽纹介质的相对较平坦部分连接槽纹介质的相对较陡峭部分的区域。对于脊 148 的情况,是槽纹介质的相对较平坦部分 148a 连接槽纹介质的相对较陡峭部分 148b。对于脊 149 的情况,是槽纹介质的相对较平坦部分 149a 连接槽纹介质的相对较陡峭部分 149b。槽纹介质的相对较陡峭部分可被表征为具有大于 45° 并且优选大于约 60° 的角度,其中所述角度由介质的该部分相对于表面片材 143 测得。相对较平坦部分可被表征为具有小于 45° 并且优选小于约 30° 的倾斜度,其中所述倾斜度是介质的该部分相对于表面片材 143 的倾斜度。

[0107] 槽纹片材 142 相对于槽纹片材 122 可被认为更有利于制备,这是因为槽纹片材 142 的包角(wrap angle)可以小于槽纹片材 122 的包角。一般,包角是指在槽纹成形步骤中由介质折弯而形成的角度总和。对于槽纹介质 142 的情况,与槽纹介质 122 相比,它在槽纹成形过程中介质折弯更少。结果,通过槽纹成形来形成槽纹片材 142,所需的介质抗拉强度比槽纹片材 122 低。

[0108] 所示的槽纹片材 112,122,和 142 从峰到峰相对对称。也就是说,对于槽纹片材 112,122,和 142,槽纹重复,在相邻峰之间具有相同数量的脊。相邻峰是指沿槽纹介质的长度彼此邻近的峰。例如,对于槽纹片材 112,峰 114 和 115 被认为是相邻峰。不过,介质的周期不需要在相邻峰之间具有相同数量的脊,并且介质以这种方式可被表征为非对称。也就是说,可以制备介质,所述介质在一半的周期上具有脊而在另一半的周期上没有脊。

[0109] 通过在槽纹介质的相邻峰之间设置单个脊或多个脊,可以相对于现有技术的介质(例如标准 A 和 B 槽纹)增大距离 D2。由于存在一个脊或多个脊,与例如标准 A 槽纹和 B 槽

纹相比,提供一种过滤介质,它具有更多可用于过滤的介质是可行的。前文所述介质-线百分比的测量可用于表征相邻峰之间所提供的介质质量。长度 D2 被定义为槽纹片材 112, 122 和 142 的一个周期的槽纹片材 112, 122 和 142 的长度。对于槽纹片材 112 的情况,距离 D2 是从较低峰 114 到较低峰 116 的槽纹片材的长度。该距离包括两个脊 118。对于槽纹片材 122 的情况,长度 D2 是从较低峰 124 到较低峰 126 的槽纹片材 122 的距离。该距离包括至少四个脊 128 和 129。由于在相邻峰之间设有一个或多个脊(或折痕),相邻峰之间存在增大的过滤介质可由介质-线百分比来表征。如前所述,标准 B 槽纹和标准 A 槽纹分别具有约 3.6%和约 6.3%的介质-线百分比。一般,低接触槽纹(例如图 5a 所示的槽形设计)可以表现为具有约 6.2% - 约 8.2%的介质-线百分比。图 5b 和 5c 所示的槽纹设计可以具有约 7.0% - 约 16%的介质-线百分比。

[0110] 图 5b 和 5c 中的过滤介质 120 和 140 具有其它优点,即具有沿槽纹长度使槽纹逐渐收缩的能力,而不在介质中产生应变。其结果是,图 5b 和 5c 中的槽纹形状可被称为零应变槽纹形状。现在参见图 8 和 9a,示出了锥形结构的槽纹片材 122。在图 9a 中,示出了槽纹片材 122 从结构 122a 向结构 122d 成锥形。锥形的结果是,槽纹介质包括如 122b 和 122c 所示的结构。随着槽纹介质从 122a 向 122d 成锥形,脊 128 和脊 129 接近较低峰 126 并离开上峰 125。相应地,随着槽纹介质 122 从 122a 向 122d 成锥形,槽纹片材 122 和表面片材 123 之间的截面表面积减小。与所述截面表面积减小相对应,由槽纹片材 122 和表面片材形成的相应槽纹接触上峰 125,经历截面表面积的增大。还可以观察到,随着锥形朝向 122a 和 122d 所示的端部结构行进,脊趋向于融合在一起或变得不易彼此区分。122a 所示的结构倾向于看上去更像低接触形状。此外,可以看到,随着槽纹介质从 122d 向 122a 成锥形,脊 128 和脊 129 接近上峰 125。

[0111] 使用过滤介质 120 (其中槽纹片材 122 包含脊 128 和 129)的优点是它能够使槽纹成锥形,而不会产生过多的应变,以及它能够使用那些应变变量不需要大于 12%的过滤介质。一般,应变可由下面的方程式表征:

[0112]

$$\text{应变} = \frac{D2_{\max} - D2_{\min}}{D2_{\min}} \times 100$$

[0113] D2min 是指在介质松弛或无应变情况下的介质距离, D2max 是指在承受撕裂之前点的应变下的介质距离。可以承受高达约 12%的应变的过滤介质在过滤行业中是非常通用的。通用的过滤介质可被表征为基于纤维素的。为了增加介质能够承受的应变,可以向介质中添加合成纤维。其结果是,使用必须承受大于 12%应变的介质可能非常昂贵。因此,希望利用槽纹结构,它能使槽纹成锥形同时使介质上应变减到最小,并且避免了使用那些能够承受高于 12%应变的昂贵介质的必要性。

[0114] 现在参见图 9b,示出了图 5c 的槽纹片材 142 以锥形结构从位置 142a 延伸至 142b,并然后到 142c。随着槽纹成锥形至较小截面面积(槽纹片材 142 和表面片材 143 之间的区域),脊 148 和 149 移向峰 145。反之亦然。即,随着槽纹的截面面积增大,脊 148 和 149 移向峰 144。

[0115] 以图 5a-5c 为例的槽纹形状与标准 A 和 B 槽纹介质相比,可有助于减小可能在峰处被掩蔽的介质的面积。此外,以图 5a-5c 为例的形状与标准 A 和 B 槽纹介质相比,可有助

于增大可用于过滤的介质量。在图 5a 中,从表面片材 113 观察槽纹片材 112,可以看到脊 118 使槽纹成凹入外形。从表面片材 111 的视角来看,可以看到脊 118 使介质在相邻峰之间延伸,具有凸出外形。现在参见图 5b,可以看到脊 128 和 129 从槽纹介质 122 的任一侧从峰到相邻峰具有凹入和凸出的外形。应当理解,鉴于脊的存在,槽纹实际上不是凹入或凸出的。相应地,脊在曲面中提供了过渡或间断。另一种表征脊存在的方式是通过观察介质曲面中的间断,其中所述间断不存在于标准 A 槽纹和 B 槽纹中。此外,还应当理解,图 5a-5c 和 9a-9b 所示的槽纹形状有些夸大。也就是说,在形成槽纹介质后,介质中存在一定程度的弹性或记忆性导致其成弓形或弯曲。此外,流体(例如空气)通过介质的应用可导致介质变形。结果,根据本发明制备的实际介质不必要精确按照图 5a-5c 和 9a-9b 中所呈现的。

[0116] 如果需要,图 5a-5c 所示的单面介质结构可逆。例如,单面介质 117 包括槽纹片材 112 和表面片材 113。如果需要,单面介质可被构造使得它包括槽纹片材 112 和表面片材 111。类似地,如果需要,图 5b 和 5c 中所示的单面介质可逆。图 5a-5c 所示的单面介质的特征仅是用于解释本发明。本领域的技术人员应当理解,通过以与图 5a-5c 中所示基本相反的方式将槽纹片材与表面片材组合,可以制备单面介质。也就是说,在使槽纹片材形成槽纹步骤之后,槽纹片材可以在槽纹片材的任一面与表面片材组合。

[0117] 槽纹空间不对称

[0118] 槽纹空间(体积)不对称是指在过滤元件或过滤器滤芯内上游空间(体积)和下游空间(体积)之间的空间(体积)差异。上游空间(体积)是指接收未过滤空气的介质的空间,而下游空间(体积)是指接收过滤后空气的介质的空间。过滤元件还可被表征为具有脏空气侧和清洁空气侧。一般,过滤介质的脏空气侧是指接收未过滤空气的介质的空间。清洁空气侧是指接收已过滤空气的介质的空间,其中已过滤空气从脏空气侧进入经过滤通过。可能希望使介质的脏空气侧或上游空间大于清洁空气侧或下游空间。已经观察到,空气中的颗粒物沉积在脏空气侧,因此过滤介质的容量可由脏空气侧的容积来确定。通过使空间不对称,可能增加可用于接收脏空气侧的介质的空间并从而增加介质包的容量。

[0119] 当上游空间和下游空间之间的差异大于 10% 时,过滤介质存在槽纹空间不对称。槽纹空间不对称可由下面的公式表示:

[0120]

$$\text{空间不对称} = \frac{\text{空间}_{\text{上游}} - \text{空间}_{\text{下游}}}{\text{空间}_{\text{下游}}} \times 100$$

[0121] 优选地,表现空间不对称的介质具有的空间不对称性为大于约 20%,并优选为约 40% - 约 200%。一般,可能希望在需要使介质的使用寿命最大化时,上游空间会大于下游空间。另外,也可能有这样的情况,即希望使上游空间相对于下游空间最小化。例如,对于安全元件的情况,可能希望安全元件具有较少的上游空间,以便介质填充和阻止流动相对较快,作为已在上游过滤元件中发生故障的指示。

[0122] 空间(体积)不对称可通过从示出槽纹截面图的照片中测量槽纹的截面表面积来计算。如果槽纹形成规则型式,该测量会产生槽纹空间不对称。如果槽纹不是规则的(例如锥形的),可以测量介质的数个截面并利用可接受的内插法或外推法技术来计算槽纹空间不对称性。

[0123] 可以调整槽纹的设计,以提供能增强过滤的槽纹不对称性。一般,槽纹不对称

性是指形成具有较窄峰和加宽弓形波谷的槽纹,或与之相反结构的槽纹,使得介质的上游空间和下游空间不同。对称槽纹的例子披露于 Wagner 等人的美国专利申请公开号 US 2003/0121845。美国专利申请公开号 US 2003/0121845 的公开内容在此被结合入本文作为参考。

[0124] 现在参见图 10a 和 10b,通过过滤介质 150 和 160 示出了不对称的槽纹。过滤介质 150 示出了位于表面片材 154 和 155 之间的槽纹片材 152。槽纹片材 152 被设置在槽纹片材 152 和表面片材 154 之间提供比由槽纹片材 152 和表面片材 155 限定的空间(体积)更大的空间(体积)。结果,当希望使上游空间或脏空气侧空间最大化时,由槽纹片材 152 和表面片材 154 之间的区域限定的空间可用作上游空间或用作脏侧空间。槽纹过滤介质 160 示出了位于表面片材 164 和 165 之间的槽纹片材 162。槽纹片材被设置在槽纹片材 162 和表面片材 165 之间提供更大的空间。如果需要,槽纹片材 162 和表面片材 165 之间的区域可被表征为上游空间或脏侧空间。

[0125] 针刺槽纹

[0126] 图 11-18 示出了闭合槽纹端的技术。该技术可被称为针刺并且针刺槽纹的通常技术披露于公开日为 2006 年 7 月 27 日的美国专利公开号 US 2006/0163150。美国专利公开号 US 2006/0163150 的完整公开内容在此被结合入本文作为参考。

[0127] 图 11-18 示出了可用于闭合本发明过滤介质的槽纹的示例性针刺技术。尽管在现有技术介质的上下文中示出了图 1-18 中给出的针刺技术,但该针刺技术可应用于本发明的槽纹介质。例如,图 5a-5c 所示的槽纹介质可根据图 11-18 中所示的技术进行针刺。

[0128] 一般,在应用表面密封边 190 将槽纹片材 204 固定至表面片材 206 之后,可进行针刺以提供闭合。一般,并且如美国专利公开号 US 2006/0163150 所述,可以使用压凹(indenting)或针刺轮以形成图 11-13 所示的槽纹 200,并且可以使用折叠轮(folder wheel)以形成图 14-18 所示的槽纹 200。如图 11-13 所示,针刺轮通过压凹或使其倒置,使上峰 204 的部分 202 变形。术语“倒置”及其变化形式表示,上峰 204 凹进或朝向表面片材 206 的方向转向向内。图 12 是由针刺轮形成的沿倒置 210 的中点的截面图。倒置部 210 位于由针刺工艺而形成的一对峰 212,214 之间。峰 212,214 一起形成槽纹双峰 216。槽纹双峰 216 中的峰 212,214 的高度比倒置前上峰 204 的高度低。图 13 示出了在槽纹 200 的一部分处槽纹 200 的截面,该部分不涉及针刺轮,因此没有变形。从图 13 可以看到,槽纹 200 的该部分保持其最初形状。

[0129] 现在参见图 14-18。图 14-18 示出了在与折叠轮接合后针刺部分 198 的截面。具体地讲,图 18 示出了针刺部分 198 的端视截面图。可以看到,折叠结构 218 形成针刺的槽纹 220,具有四个折纹 221a,221b,221c 和 221d。折叠结构 218 包括平坦第一层 222,它被固定至表面片材 64。示出第二层 224 压抵平坦的第一层 222。第二层 224 优选通过折叠第一层 222 的相对外端 226,227 而形成。

[0130] 仍参见图 18,两个折叠或折纹 221a,221b 在本文中一般被称为“上部,向内的”折叠或折纹。术语“上部”在本文中表示,当沿图 11 的方向观察折叠 220 时,折纹位于整个折叠 220 的上部。术语“向内的”是指,每个折纹 221a,221b 的折叠线或折纹线彼此相向。

[0131] 在图 18 中,折纹 221c,221d 在本文中一般被称为“下部,向外的”折纹。术语“下部”在本文中是指,沿图 14 的方向,折纹 221c,221d 不像折纹 221a 和 221b 那样位于上部。

术语“向外的”表示,折纹 221c, 221d 的折叠线彼此相背。

[0132] 本文中所用的术语“上部”和“下部”尤其是指当沿图 18 的方向观察时的折叠 220。也就是说,它们并不表示折叠 220 在实际产品供使用时所定向的方向。

[0133] 基于上述特征并参见图 18, 可以看到, 本发明中根据图 18 的优选规则的折叠结构 218 包括至少两个“上部, 向内折纹”。这些向内的折纹是特有的, 并且有助于提供一种整体结构, 其中折叠不会对相邻的槽纹产生严重的侵蚀。所述两个折纹部分由图 18 中的顶端 212, 214 彼此相向折叠而形成。

[0134] 还可以看到第三层 228 压抵第二层 224。第三层 228 通过从第三层 228 的相对内端 230, 231 折叠而形成。在某些优选实施例中, 表面片材 206 会沿相对于折叠结构 218 的边缘固定至槽纹片材 196。

[0135] 另一种观察折叠结构 218 的方式是参照槽纹片材 196 的交替的波峰 204 和波谷 205 的几何形状。第一层 222 包括倒置的波峰 210。第二层 224 对应双峰 216, 所述双峰 216 折叠朝向, 并在优选的结构中折叠抵靠倒置的峰 210。应当注意, 倒置的峰 210 和双峰 216, 对应第二层 224, 位于波谷 205 外侧波峰 204 的相对侧。在所示的例子中, 有第三层 228, 它从双峰 216 的被折叠端部 230, 231 延伸。

[0136] 图 15-17 示出了在不同部分的槽纹 200 的形状。图 17 示出了槽纹 200 的未变形部分。从图 15 和 16 可以看到, 倒置部 210 沿着从它接合表面片材 206 (图 18) 处延伸到它不再存在的点 (图 17)。在图 15 和 16 中, 倒置部 210 以不同的长度与表面片材 206 间隔。

[0137] 用于提供图 1-18 所示针刺的工艺可被称为“中心压凹”, “中心倒置”, “中心针刺”或“中心变形”。同样, 术语“中心”在本文中表示压凹或倒置发生在由压凹或针刺轮咬合的相关上峰 80 的顶点或中心处。变形或压凹通常在本文被认为是中心压凹, 只要它发生在脊的中心的 3mm 范围内。在针刺的上下文中, 术语“折纹”, “折叠”, 或“折叠线”表示使介质折回到其自身上或使介质折叠在其自身上而形成的边缘, 在介质的部分之间有或没有密封剂或粘合剂。

[0138] 尽管结合图 11-18 所述的闭合技术可以形成如图 18 所示的槽纹闭合, 可能在针刺过程中, 由于介质的柔性以及介质移动的速度, 使得压凹步骤可能没有精确发生在波纹形片材 196 的顶点或峰处。结果, 折叠顶端 212 和 214 可能不如所示的那样对称。事实上, 顶端 212 和 214 中的一个可能变得有些平, 而另一个顶端是折叠的。此外, 在某些槽纹设计中, 可能希望跳过压凹步骤。例如, 槽纹可能具有足够小的高度(J), 使得槽纹可受压闭合, 以提供重复的折叠型式, 而不需要压凹槽纹顶端的步骤。

[0139] 塞的长度和槽纹高度

[0140] Z- 介质有时被表征为具有从入口面延伸到出口面的槽纹, 并且其中第一部分的槽纹可以被表征为入口槽纹, 而第二部分的槽纹可以被表征为出口槽纹。入口槽纹可在出口面附近设有塞或密封, 而出口槽纹可在接近或邻近入口面处设有塞或密封。当然, 该结构的其它形式是可用的。例如, 密封或塞不需要设置在入口面或出口面处或其附近。如果需要, 密封或塞可被设置成远离入口面或出口面。在使用热熔性粘合剂作为密封或塞的情况, 通常发现所述塞具有至少约 12mm 的长度。申请人发现, 通过缩短塞的长度, 可能增加过滤介质的理想特征, 包括容量, 低初始压降, 减少的介质量, 或上述的组合。可能希望塞的长度小于约 10mm, 优选小于约 8mm, 并甚至更优选小于约 6mm。

[0141] 槽纹高度(J)可以根据需要调节,这取决于过滤情况。当利用本发明介质的过滤元件被用作采用例如标准B槽纹的传统过滤元件的替代品时,高度J可以是约0.075英寸-约0.150英寸。当利用本发明介质的过滤元件被用作采用例如标准A槽纹的传统过滤元件的替代品时,高度J可以是约0.15英寸-约0.25英寸。

[0142] 过滤元件

[0143] 现在参见图19-28,所述的过滤元件包括空气过滤介质包。空气过滤介质包可包括本文所述的单面介质。

[0144] 空气过滤介质包可作为包含径向密封的过滤元件的部分,如披露于,例如,美国专利号6,350,291,美国专利申请号US 2005/0166561,和国际专利公开号WO 2007/056589,上述文献的公开内容在此被结合入本文作为参考。例如,参见图19,过滤元件300包括空气过滤介质包301,它可作为单面介质的卷绕介质包302,并且包括第一面304和第二面306。框架308可设置在介质包310的第一端上,并且可延伸超出第一面304。此外,框架308可包括周边312上的台阶或收缩部和延伸超出第一面304的支撑314。支撑314上可以具有密封件316。当过滤元件301被导入外壳320中时,密封件316接合外壳密封表面322以形成密封,使得未过滤的空气不能绕过空气过滤介质包300。密封件316可被表征为径向密封,因为密封件316包括密封表面317,它沿径向方向接合外壳密封表面322以提供密封。此外,框架308可包括介质包横梁或支撑结构324,它有助于支撑框架308并且有助于减少空气过滤介质包300的伸缩。可以设置检修盖324,用于将过滤元件300封装在外壳320中。

[0145] 空气过滤介质包可作为过滤元件的一部分,它在径向密封结构上具有变化形式。如图20所示,可以放置密封330,用于将框架332固定至介质包334。如图19所示,框架308可以可粘接地连接至介质包301。如图20所示,框架332可设置邻近第一面336,并且密封330可被设置使得它将支撑332固定至介质包334上,而不使用额外的粘合剂。密封330可被表征为包胶模(overmold)密封,它沿密封支撑338的两面展开并且展开到介质包334第一端340处的外表面上。

[0146] 根据美国专利号6,235,195,空气过滤介质包可作为过滤元件的部分,该文献的完整公开内容在此被结合入本文作为参考。现在参见图21,过滤元件350包括具有长圆形或跑道形的卷绕介质包352,和环绕介质包外部连接至端部的轴向夹紧密封(pinch seal)354。示出了轴向夹紧密封354位于介质包的第一面356和第二面358之间。轴向夹紧密封354包括基部360和凸缘部362。一般,凸缘部362倾向于被夹紧在两个表面之间以形成密封。一个表面可以是包含过滤元件350的外壳的表面。此外,夹紧凸缘362的另一结构可以是检修盖或设置在外壳内以助于保持密封的其他结构,以便未过滤的空气通过介质包而不能绕过介质包。过滤元件350可以包括从第一面356轴向延伸的手柄364。如果需要,手柄可以设置从第二面358轴向延伸出来。手柄364允许人将过滤元件350从外壳拉出或取出。

[0147] 现在参见图22-24,过滤元件由附图标记400表示。过滤元件400包括卷绕介质包402,手柄结构404,和密封结构406。该过滤元件结构的细节可以参见美国专利号6,348,084,该文献的完整公开内容在此被结合入本文作为参考。前述的单面介质可用于制备过滤元件400。

[0148] 手柄结构404包括中心板408,手柄410,和钩状结构412。单面介质可以绕中心板

408 卷绕,使得手柄 410 从介质包 402 的第一面 414 轴向延伸出来。钩状结构 412 可从介质包 402 的第二面 416 延伸出来。手柄 410 允许操作者将过滤元件 400 从外壳中取出。钩状结构 412 用于连接至横梁或支撑结构 420。钩状结构 412 包括钩状件 422 和 424,其接合横梁或支撑结构 420。横梁或支撑结构 420 可设置为密封支撑结构 430 的一部分,它从第二面 416 延伸出来并且包括密封支撑件 432。密封 434 可设置在密封支撑件 432 上,以便在过滤元件 400 和外壳之间提供密封。当密封倾向于由于径向朝向的密封表面 436 和外壳密封表面的接触而提供密封时,密封 434 可被表征为径向密封。

[0149] 空气过滤介质包可作为如美国专利号 6,348,085 所示的燃气涡轮系统的部分,该文献的完整公开内容在此被结合入本文作为参考。示例性燃气涡轮过滤元件在图 25 中由附图标记 450 表示。过滤元件 450 可以包括主过滤元件 452 和二次过滤元件 454。二次过滤元件 454 可被称为安全过滤元件。主过滤元件 452 可由本申请前述的空气过滤介质包形成。空气过滤介质包可通过卷绕单面介质或通过层叠单面介质而形成。主过滤元件 452 和二次过滤元件 454 可被固定在套筒件 460 内。套筒件 460 可包括凸缘 462,它包括密封 464。在安装时,元件 450 可被设置使得凸缘 462 和密封 464 设置邻近支撑 466 并由夹具 200 固定就位,以便密封 464 提供充分的密封,使得未过滤的空气不能绕过过滤元件 450。

[0150] 另一种可利用空气过滤介质包的过滤元件披露于美国专利号 6,610,126 中,该文献的完整公开内容在此被结合入本文作为参考。现在参见图 26,过滤元件 500 包括空气过滤介质包 502,径向密封结构 504,和灰尘密封结构 506。过滤元件 500 可以设置在空气滤清器外壳 510 内,并且可以包括位于过滤元件 500 下游的安全或二次过滤元件 512。此外,可以提供检修盖 514 用于使外壳 510 闭合。外壳 510 和检修盖 514 可以夹紧灰尘密封 506,因此灰尘密封 506 可被表征为夹紧密封。

[0151] 根据国际专利公开号 WO 2006/076479 和国际专利公开号 WO2006/076456,空气过滤介质包可设置为层叠介质包结构,上述文献的公开内容在此被结合入本文作为参考。现在参见图 27,由附图标记 600 表示过滤元件,它包括层叠的块状介质包 602。块状的层叠的介质包 602 可被表征为矩形或直角(正)平行四边形介质包。为了密封介质包 602 的相对端,设置有侧板 604 和 606。侧板 604 和 606 接触每个层叠的单面介质的前端和尾端。介质包 602 具有相对的流动面 610 和 612。应当指出,面 610 和 612 之间没有设置流动路径,它不需要空气通过介质包 602 的介质并因此而被过滤。在空气过滤元件 600 中设置有外周、周边的外壳密封环 614。所示具体的密封环 614 是轴向夹紧密封环。如果需要,可在介质包表面 620 和 622 上设置保护性的片材或板。

[0152] 根据国际公开号 WO 2007/133635,空气过滤介质包可被设置为层叠介质包结构,所述文献的完整公开内容在此被结合入本文作为参考。现在参见图 28,过滤元件以附图标记 650 示出。过滤元件 650 包括层叠的 z- 过滤介质结构 652,它具有第一(在本例中)入口面 654,和相对的第二(在本例中)出口面 656。此外,过滤元件 650 包括上侧 660,下侧 662,和相对的侧端 664 和 666。层叠的 z- 过滤介质结构 652 一般包括一个或多个单面介质条层叠,其中每个介质条包括槽纹片材固定至表面片材。所述条被设置使得槽纹在入口面 654 和出口面 656 之间延伸。所示的过滤元件 650 包括层叠的 z- 过滤介质结构,该结构包括两个层叠的介质包部分 670 和 672。密封件 680 可以模制到介质包上。

[0153] 应当理解,鉴于示例性附图 19-27,空气过滤介质包可被设置为各种结构以形成过

滤元件,所述过滤元件随后可用于各种外壳结构中以提高性能。

[0154] 示例

[0155] 利用过滤介质性能模型软件,可以将具有包含不同槽纹设计的介质的过滤元件进行比较。过滤元件不是为了本示例而被构造和测试的。而是,过滤元件和过滤元件部件的尺寸,过滤元件和过滤元件部件的性能和特征,使用条件,和待过滤空气的特征被输入模仿过滤介质性能的计算机程序中。通过在实际 Donaldson Company 过滤介质进行测试的基础上,来证实过滤介质性能模型软件。计算机软件模型的结果预计有约 10% 以内的误差。为了评估不同的过滤介质设计,认为约 10% 以内的误差值已经足够低,因此所述模型软件可用于评估各种设计选择。

[0156] 表 2-5 包括表征过滤元件和计算机生成的结果。所述表利用过滤介质性能模型软件识别所评估的元件尺寸。元件尺寸是指元件的整体尺寸。在表 2,4,和 5 中,元件是层叠的板形 z- 介质元件,它的尺寸为 8 英寸 x12 英寸 x5 英寸。在表 3 中,元件是卷绕的 z- 介质元件,它的尺寸为 17 英寸直径 x12 英寸深度。

[0157]

表 2

元 件	元件 尺寸 (英寸)	注释	槽纹 类型 及 尺寸	槽纹 高度 (英寸)	塞 长度 (mm)	介质 厚度 (英寸)	初始 压降 (英寸 水标)	基础 过滤 的 初始 压降 %	SAE 细粒 筛至 12 英 寸 水 压降	基础 过滤 的 载荷 %	元件 体积 (ft ³)	基础 过滤 的 体积 %	所需 的 介质的 (ft ³)	基础 过滤 的 面积 %	流速 (cfm)
1	8x12x5	基线	标准 B	0.103	12.7	0.0109	1.88	100%	606	100%	0.2777	100%	65.7	100%	636
2	8x12x5	元件 1 +针刺	标准 B	0.103	12.7	0.0109	1.65	88%	618	102%	0.2777	100%	65.7	100%	636
3	8x12x5	元件 2 +减小 塞长度	标准 B	0.103	5	0.0109	1.65	88%	837	138%	0.2777	100%	65.7	100%	636
4	8x12x5	元件 3 +低接 触形状	低接 触	0.103	5	0.0109	1.83	97%	1256	207%	0.2777	100%	67.4	103%	636
5	8x12x5	元件 4 +低接 触形状	低接 触	0.103	5	0.0109	1.97	105%	1228	203%	0.2777	100%	68.1	104%	636
6	8x12x5	元件 5 +介质 厚度	低接 触	0.103	5	0.009	1.73	92%	1328	219%	0.2777	100%	69.6	106%	636

[0158]

表 3

元件	元件尺寸 (英寸)	注解	槽纹类型及尺寸	槽纹高度 (英寸)	基长度 (mm)	介质厚度 (英寸)	初始压降 (英寸水柱)	基础过滤的初始压降 %	SAE 细载荷至 12 英寸水压降	基础过滤的载荷 %	元件体积 (ft ³)	基础过滤的体积 %	所需介质的面积 (ft ²)	基础过滤的面积 %	流速 (cfm)
7	17 直径 x12 深	基线具有 A	标准 A	0.196	15	0.0109	1.53	66%	5285	64%	1.57	100%	229	61%	1600
8	17 直径 x12 深	基线具有 B	标准 B	0.103	15	0.0109	2.32	100%	8279	100%	1.57	100%	374	100%	1600
9	17 直径 x12 深	元件 8 +针刺	标准 B	0.103	15	0.0109	2.06	89%	8385	101%	1.57	100%	374	100%	1600
10	17 直径 x12 深	元件 9 +减小 塞长度	标准 B	0.103	5	0.0109	2.37	102%	9265	112%	1.57	100%	374	100%	1600
11	17 直径 x12 深	元件 10+ 低接触	低接触	0.08	5	0.0109	3.14	135%	11585	140%	1.57	100%	446	119%	1600
12	17 直径 x12 深	元件 11+ 更薄介质	低接触	0.08	5	0.009	2.77	119%	12688	153%	1.57	100%	458	122%	1600

[0159]

表 4

元 件	元 件 尺 寸 (英 寸)	注 解	槽 纹 类 型 及 尺 寸	槽 纹 高 度 (英 寸)	介 质 厚 度 (英 寸)	塞 尺 寸 (mm)	初 始 压 降 (英 寸 水 柱)	基 础 过 滤 的 初 始 压 降 %	SAE 细 载 荷 呈 12 英 寸 水 压 降	基 础 过 滤 的 载 荷 %	元 件 体 积 (in ³)	基 础 过 滤 的 体 积 %	所 需 的 介 质 (in ³)	基 础 过 滤 的 面 积 %	流 速 (cfm)
13	8x12x5	基线	标准 B	0.1039	0.0109	12.7	1.92	100%	1040	100%	0.2778	100%	65.69	100%	400
14	8x12x5	元件 13 +针刺	标准 B	0.1039	0.0109	12.7	1.832	90%	1046	101%	0.2778	100%	65.69	100%	400
15	8x12x5	元件 14+ 更短的塞	标准 B	0.1039	0.0109	5	1.835	91%	1345	129%	0.2778	100%	65.69	100%	400
16	8x12x5	元件 15+ 低接触	低接 触	0.1039	0.0109	5	1.045	114%	1974	190%	0.2778	100%	65.69	100%	400
17	8x12x5	元件 16+ 更薄的介 质	低接 触	0.1039	0.009	5	1.918	100%	2112	203%	0.2778	100%	69.58	100%	400

[0160]

表 5

元件	元件尺寸 (英寸)	注解	槽纹 类型 及 尺寸	槽纹 高度 (英寸)	介质 厚度 (英寸)	塞 尺寸 (mm)	初始 压降 (英寸 水柱)	基础 过滤 的 初始 压降 %	SAE 细粒 荷载 12 英寸 水 压降	基础 过滤 的 截留 %	元件 体积 (ft ³)	基础 过滤 的 体积 %	所需 的 介质 (ft ³)	基础 过滤 的 面积 %	流速 (cfm)
23	8x12x5	基线	标准 B	0.1039	0.0109	12.7	3.164	100%	368	100%	0.2778	100%	65.69	100%	872
24	8x12x5	元件 23 +针刺	标准 B	0.1039	0.0109	12.7	2.731	86%	384	104%	0.2778	100%	65.69	100%	872
25	8x12x5	元件 24+ 更短的塞	标准 B	0.1039	0.0109	5	2.732	86%	536	148%	0.2778	100%	65.69	100%	872
26	8x12x5	元件 25+ 低接触	低接 触	0.1039	0.0109	5	3.12	99%	756	203%	0.2778	100%	65.69	100%	872
27	8x12x5	元件 26+ 更薄的介 质	低接 触	0.1039	0.009	5	2.739	87%	834	227%	0.2778	100%	65.69	100%	872

[0161] 上述说明书、示例和数据提供了制造和使用本发明的过滤介质和过滤元件的完整描述。由于可以在不背离本发明的精神和范围的前提下可以作出本发明的许多实施例，本

发明的范围由所附的权利要求书确定。

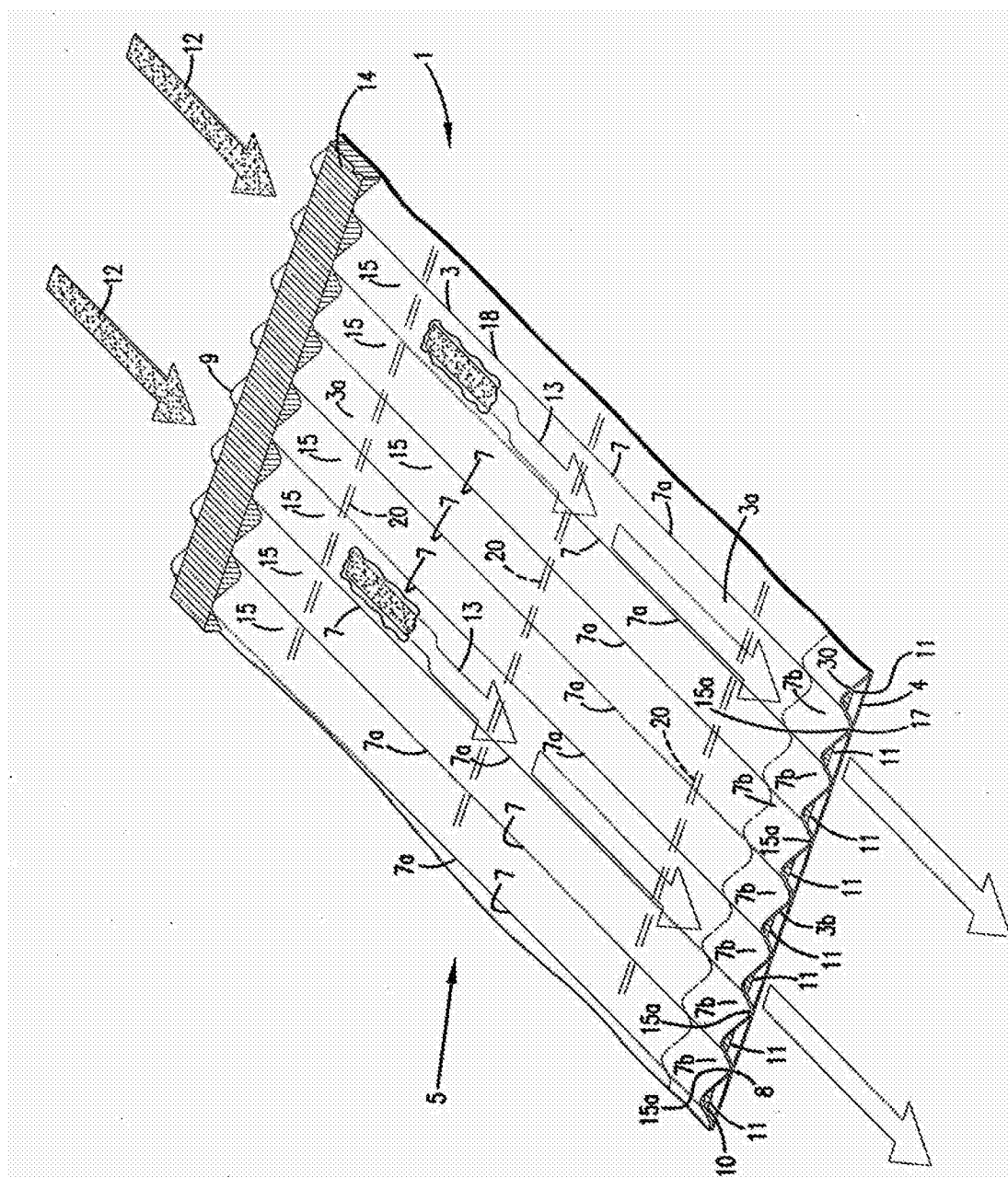


图 1

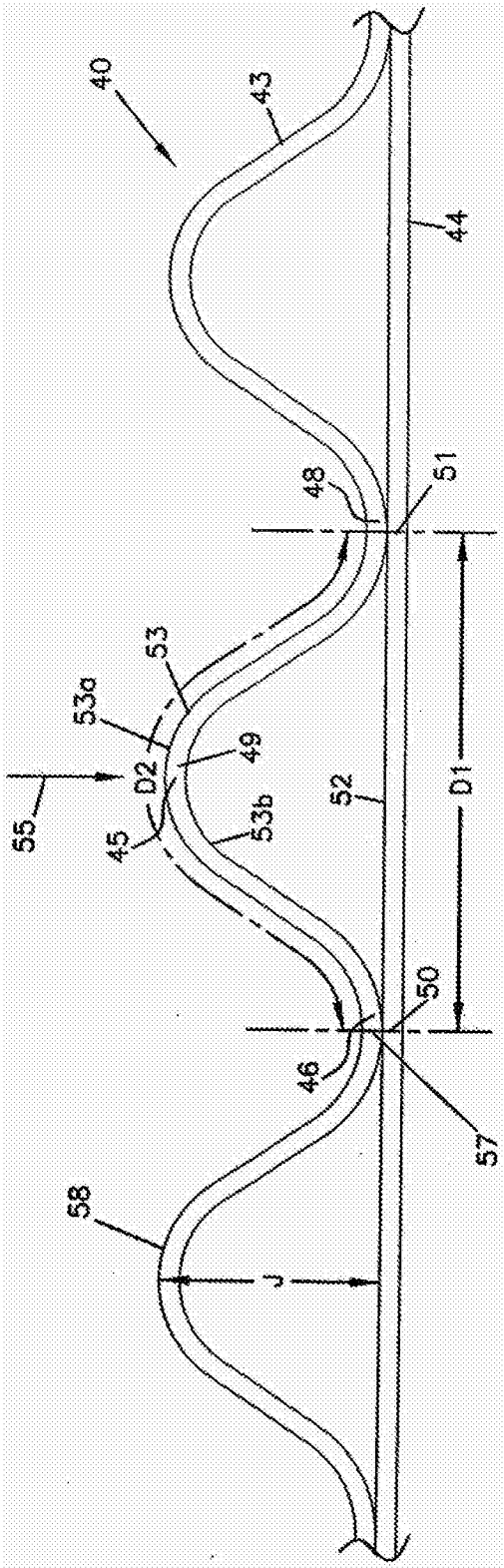


图 2

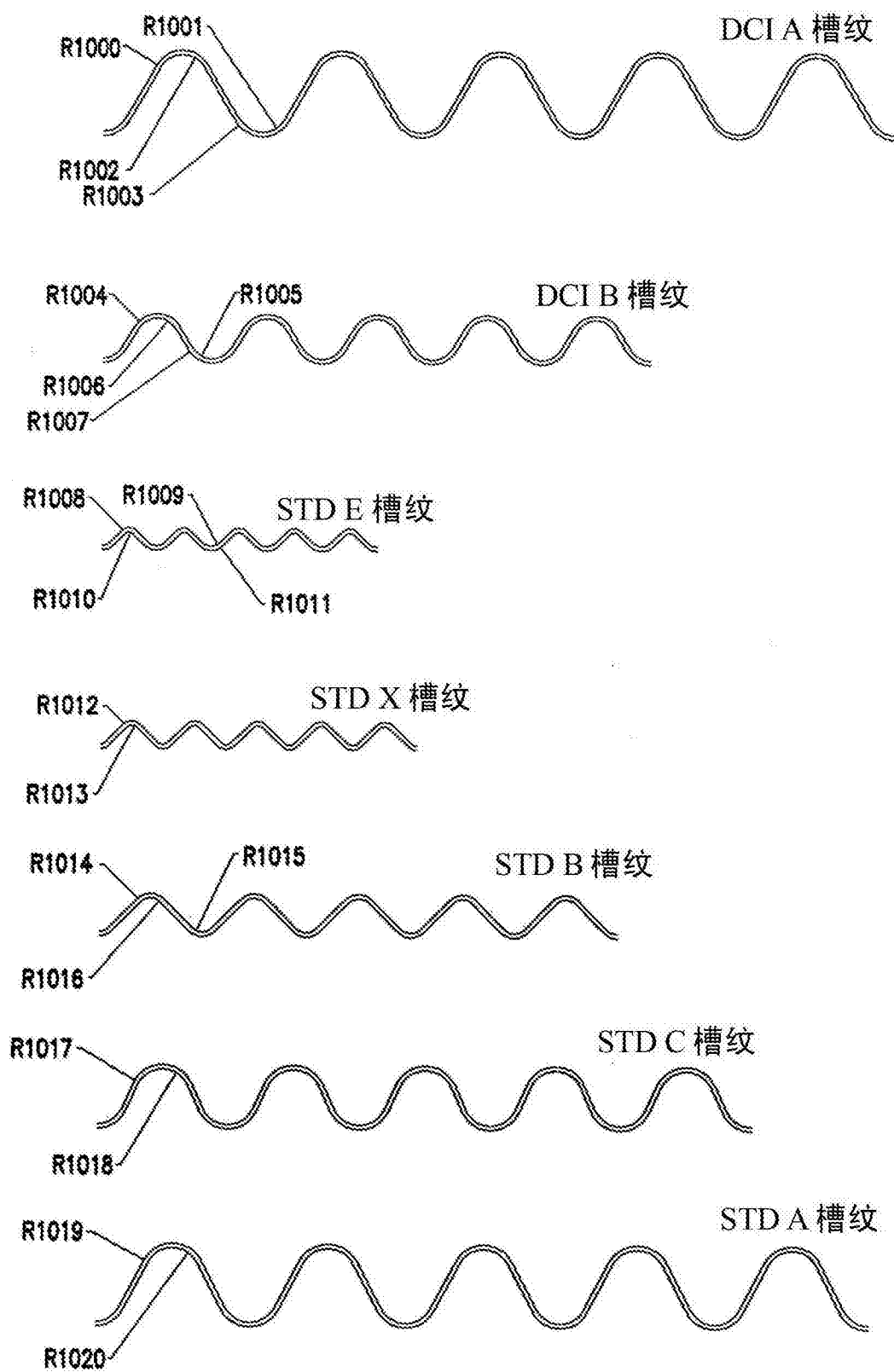


图 3

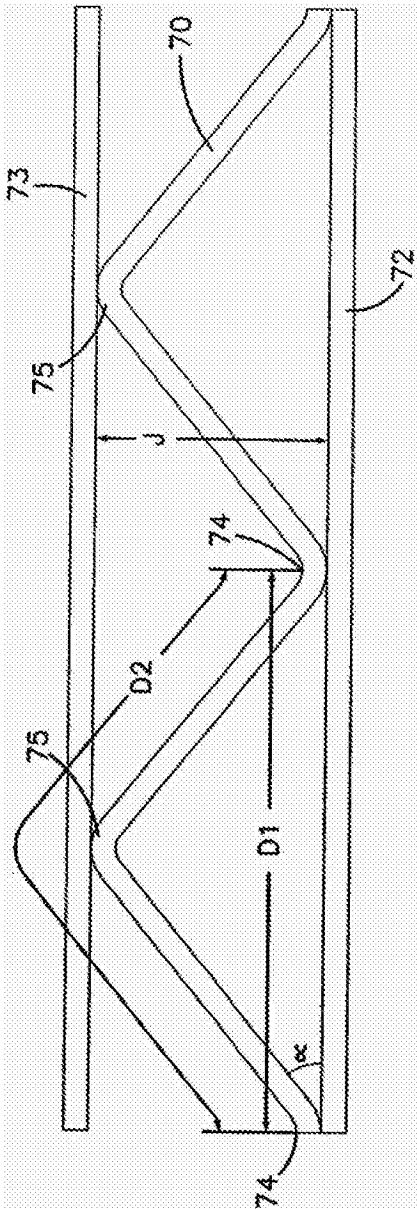


图 4A

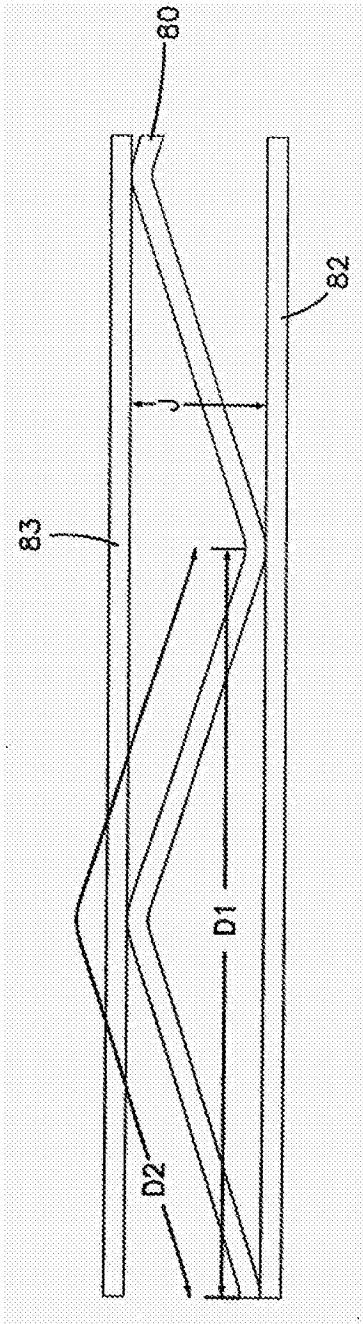


图 4B

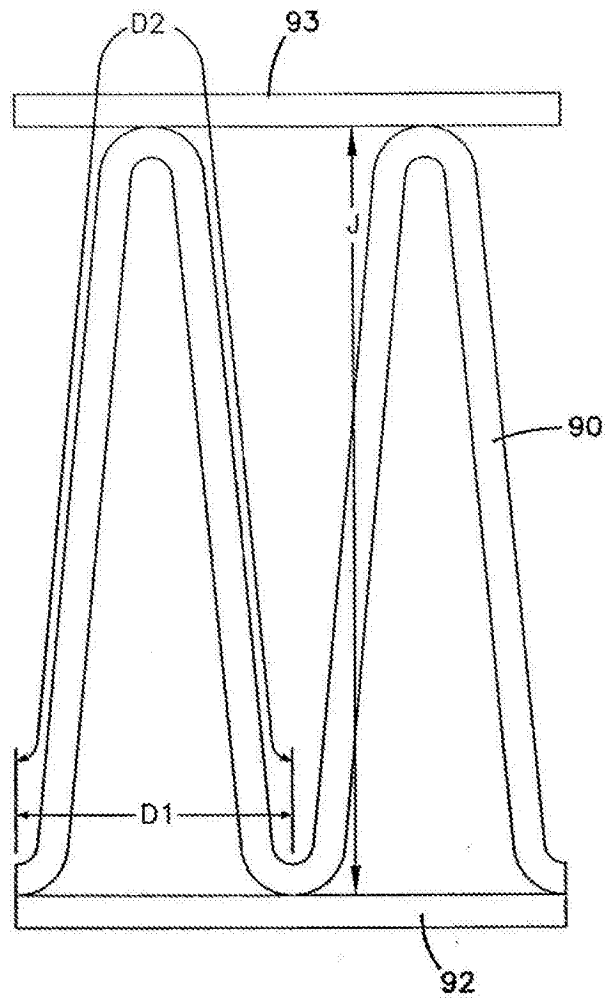
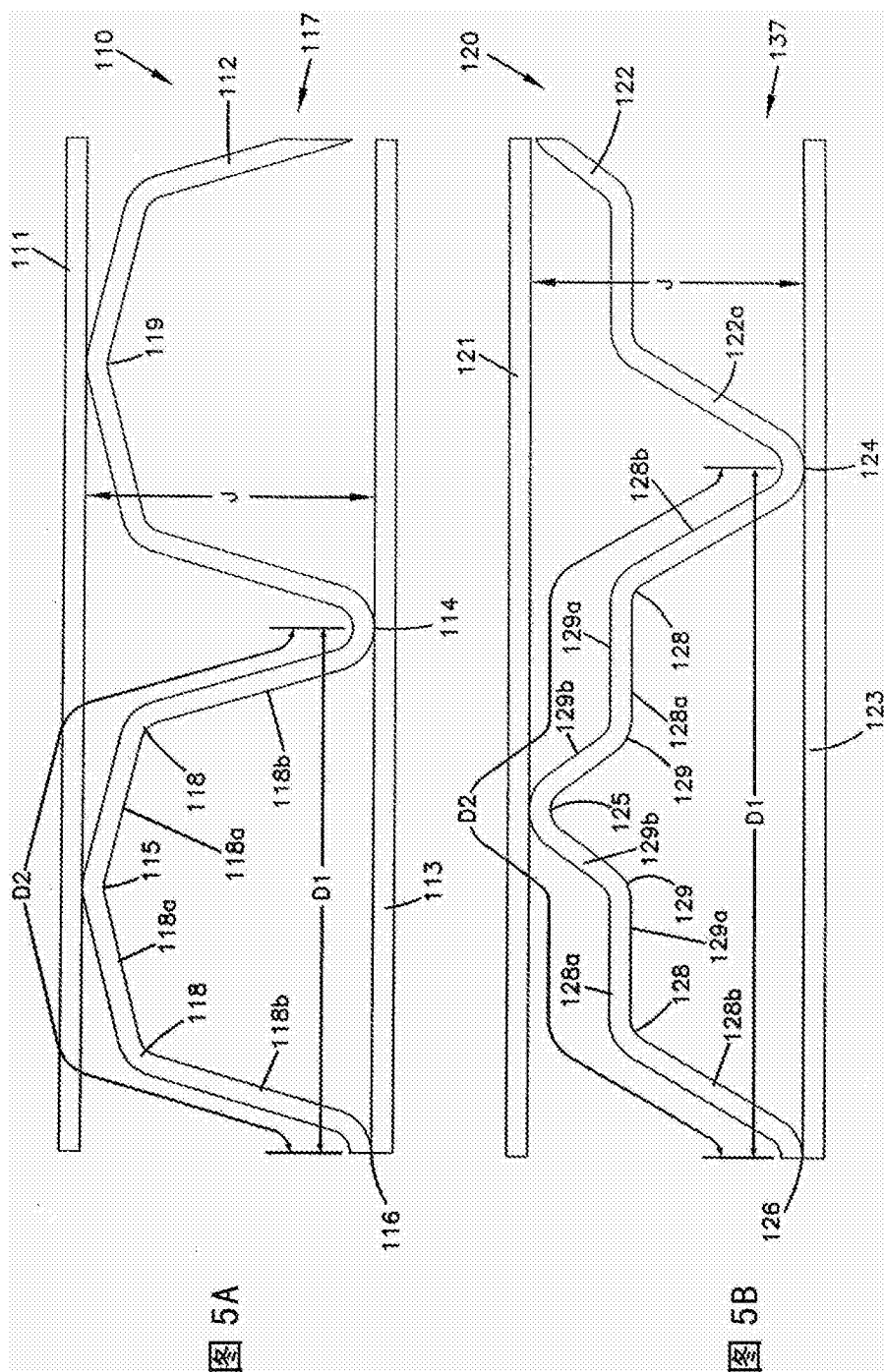


图 4C



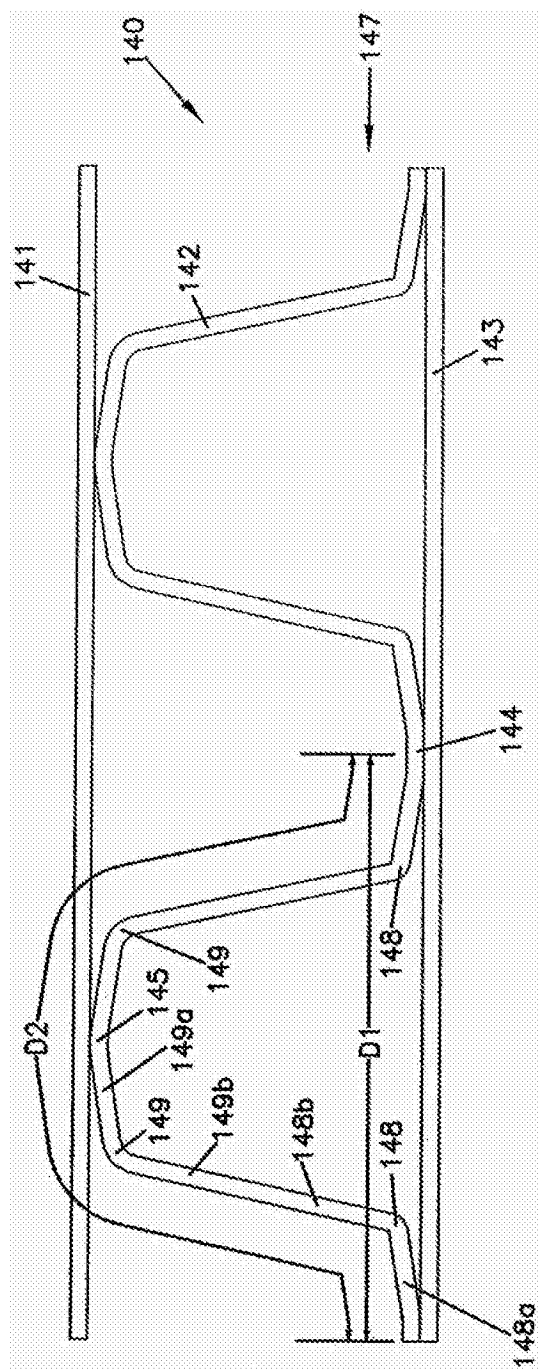


图 5C

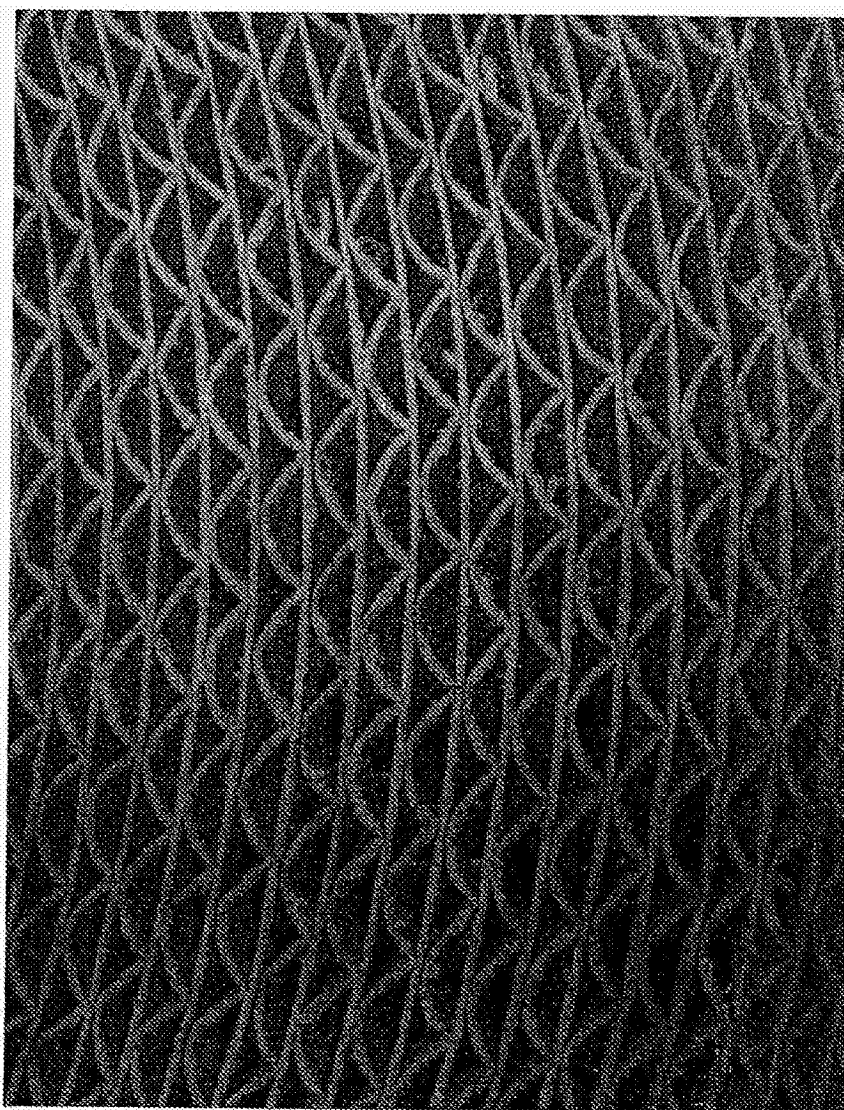


图 6

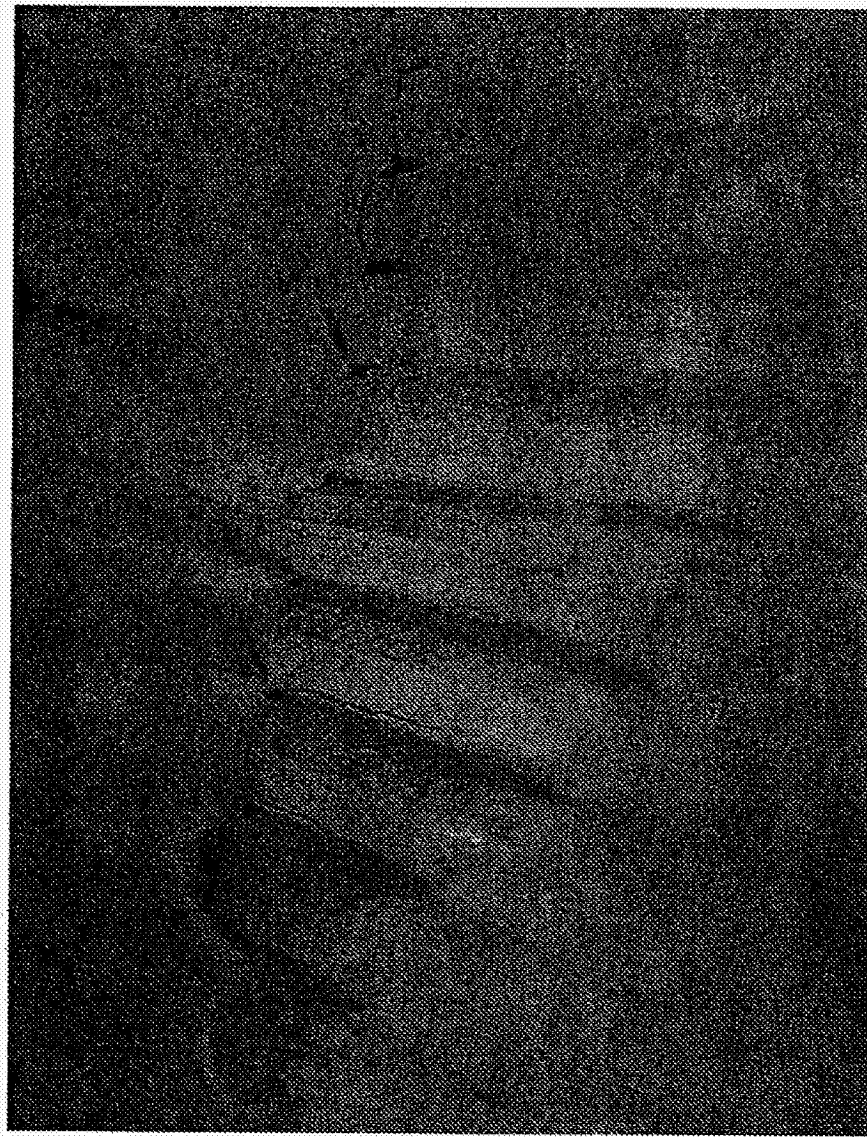


图 7

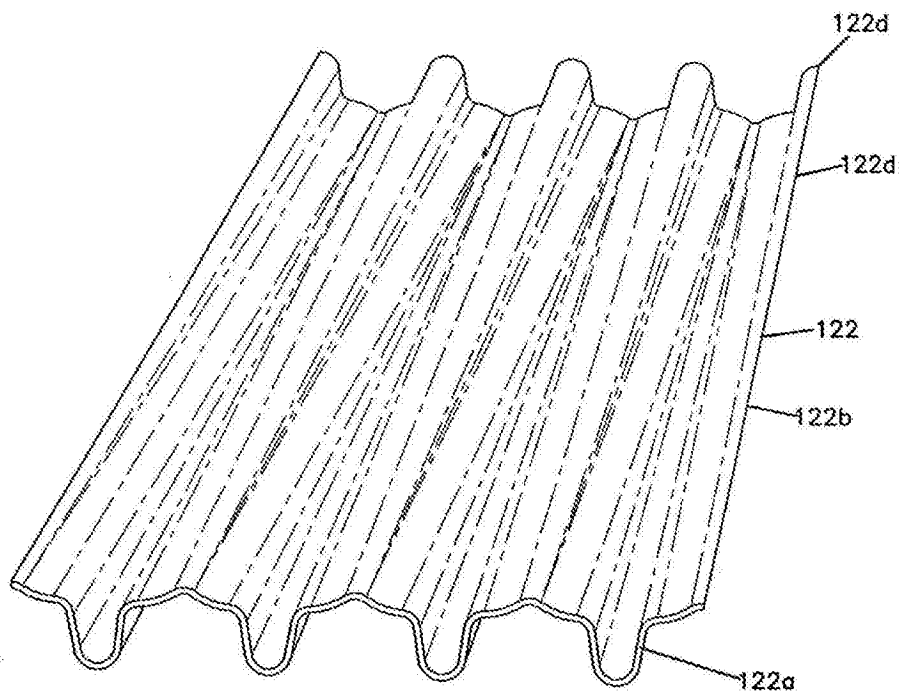


图 8

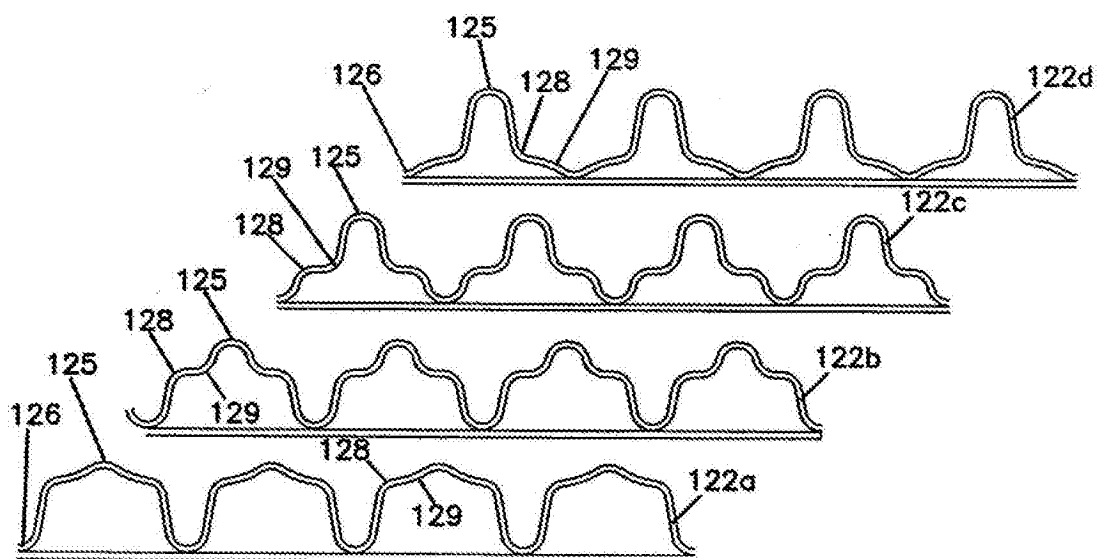


图 9A

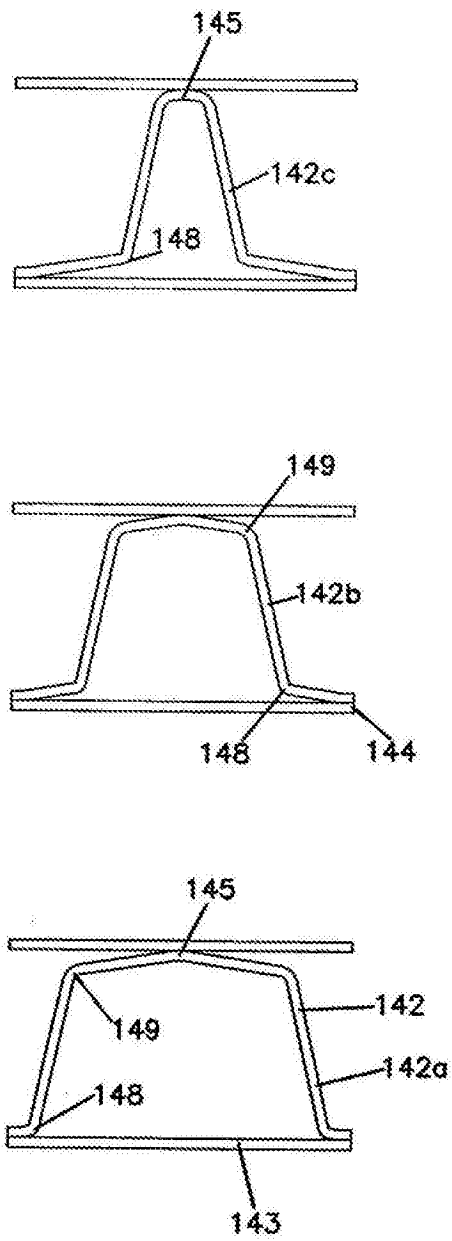


图 9B

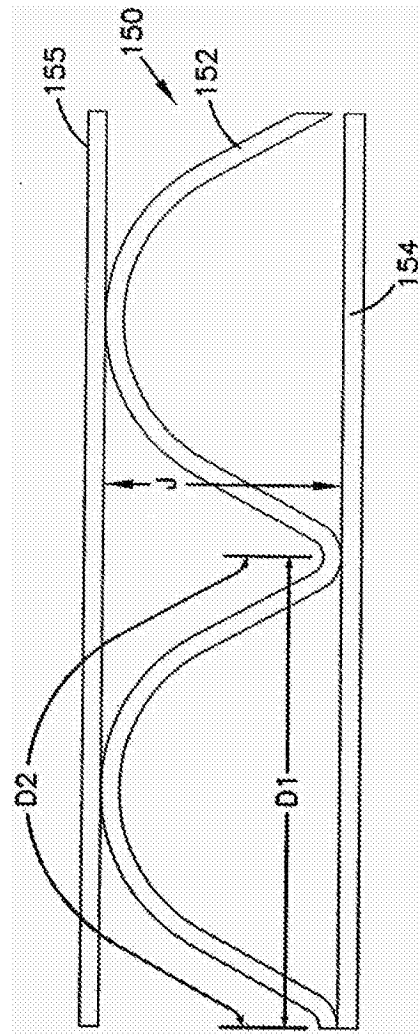


图 10A

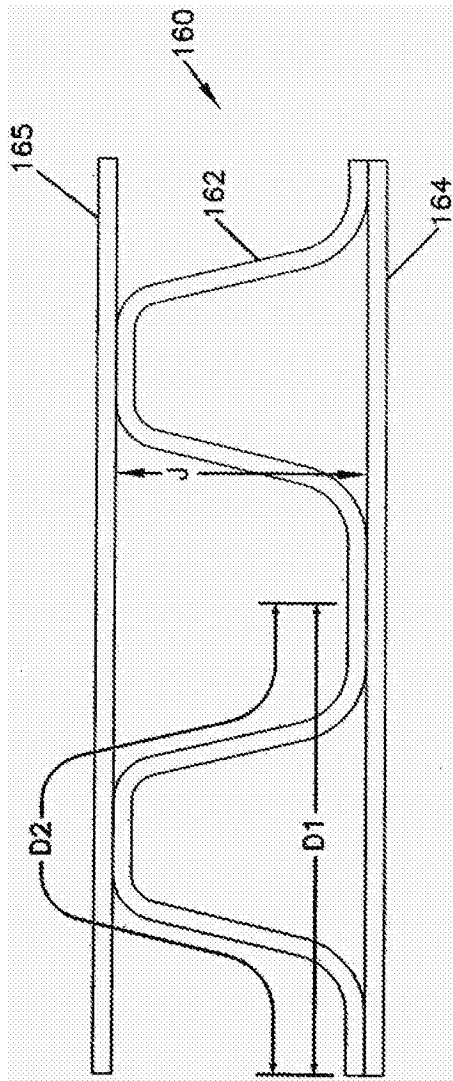


图 10B

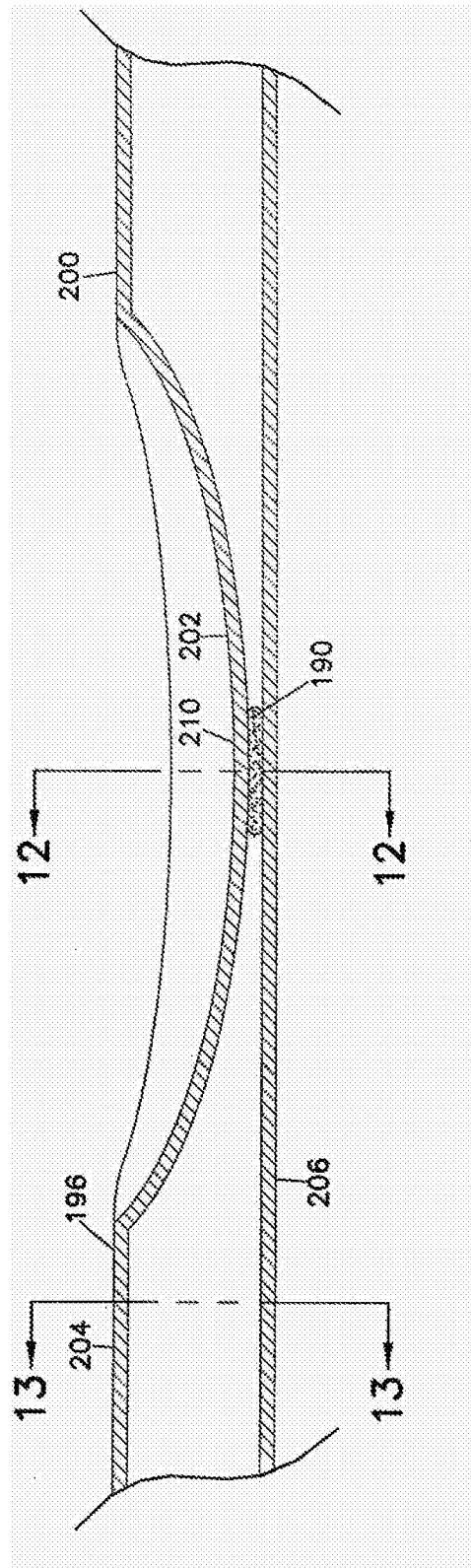


图 11

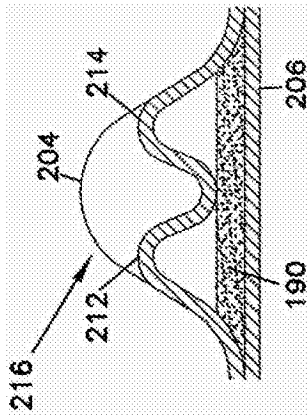


图 12

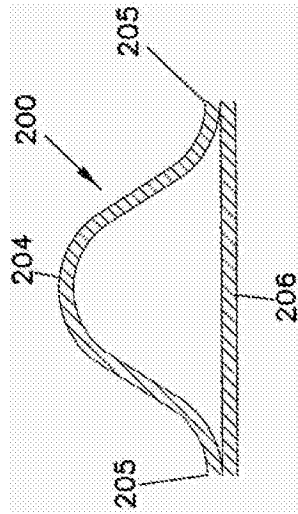


图 13

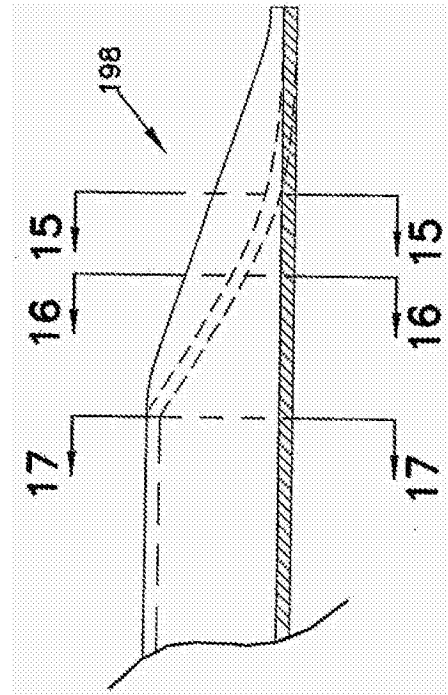


图 14

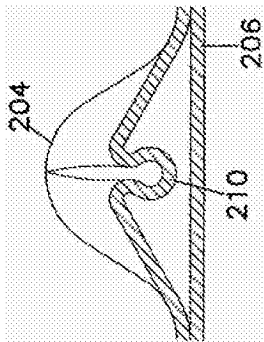


图 15

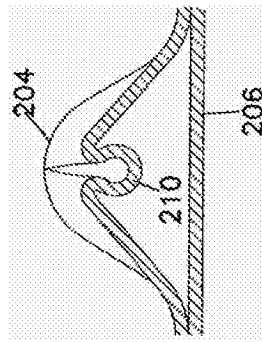


图 16

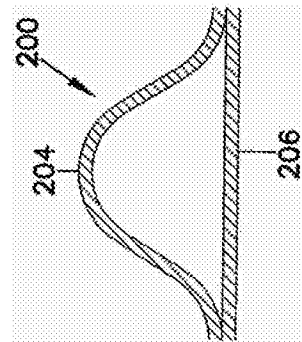


图 17

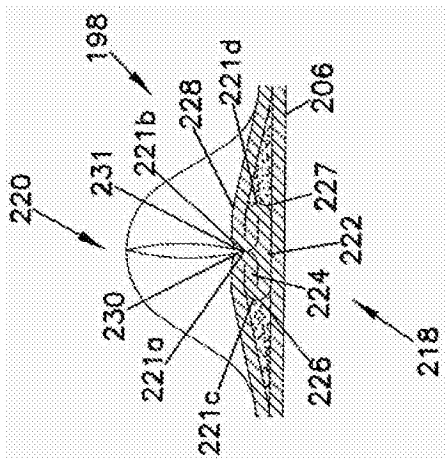


图 18

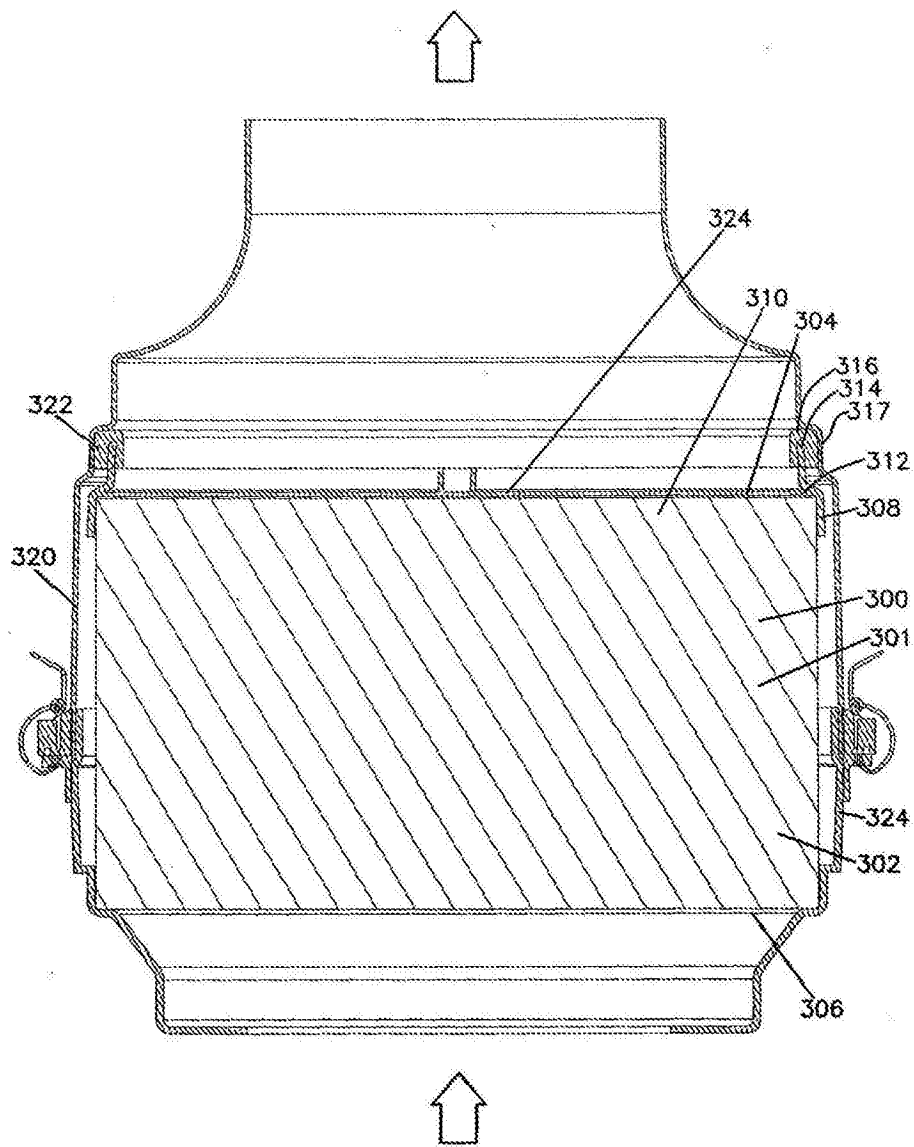


图 19

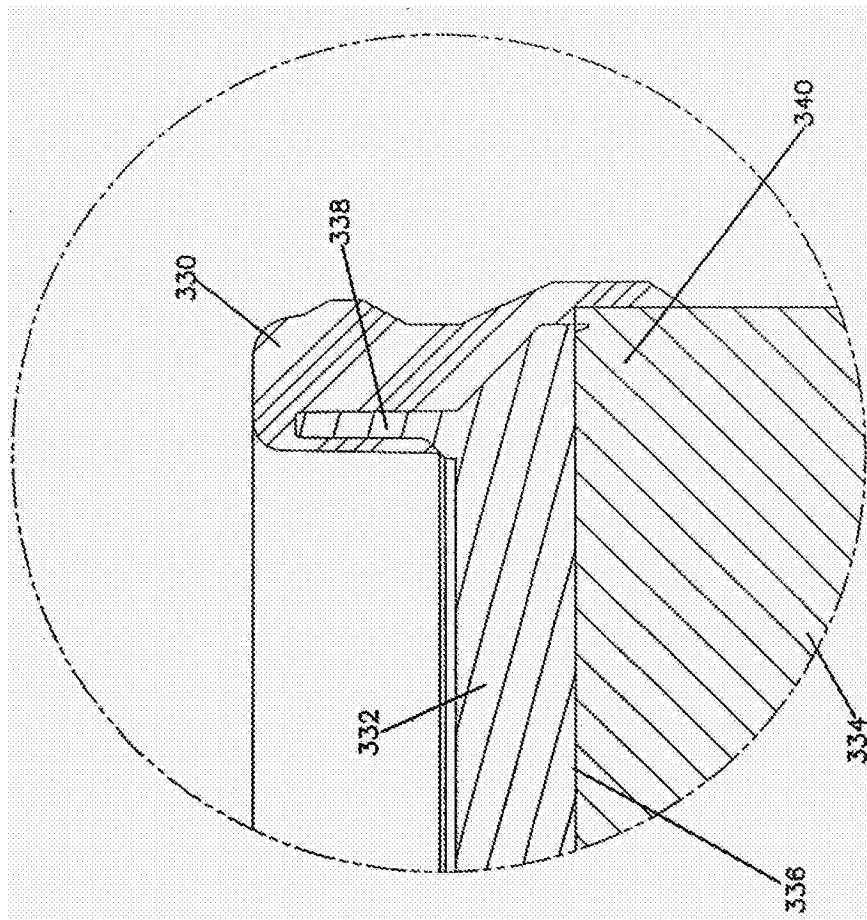


图 20

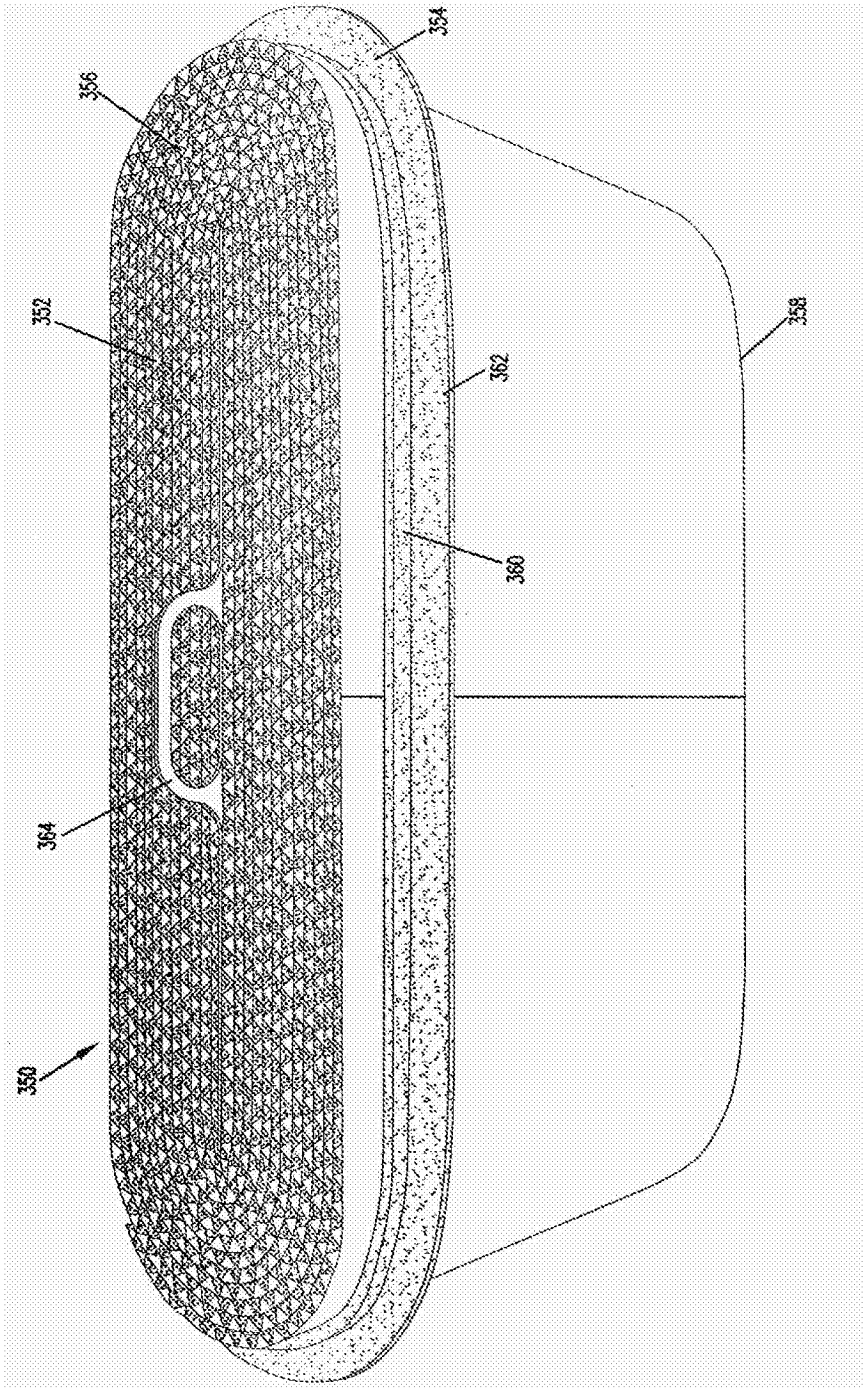


图 21

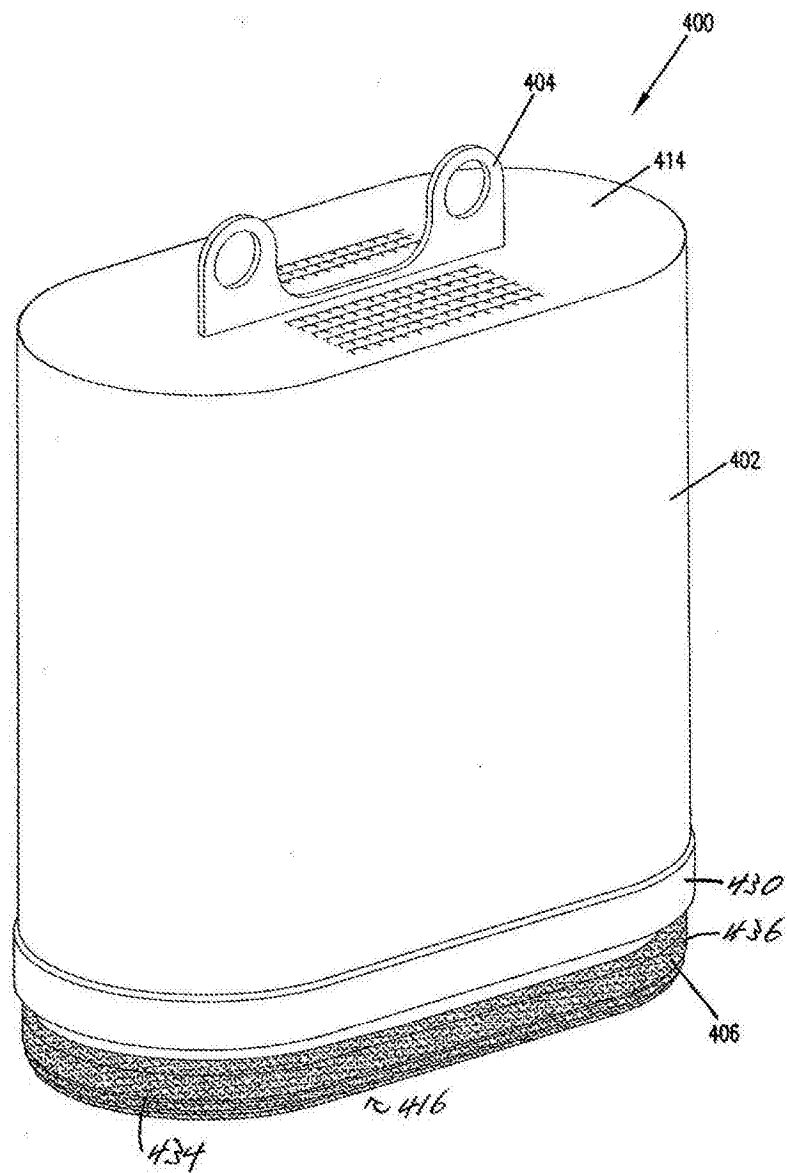


图 22

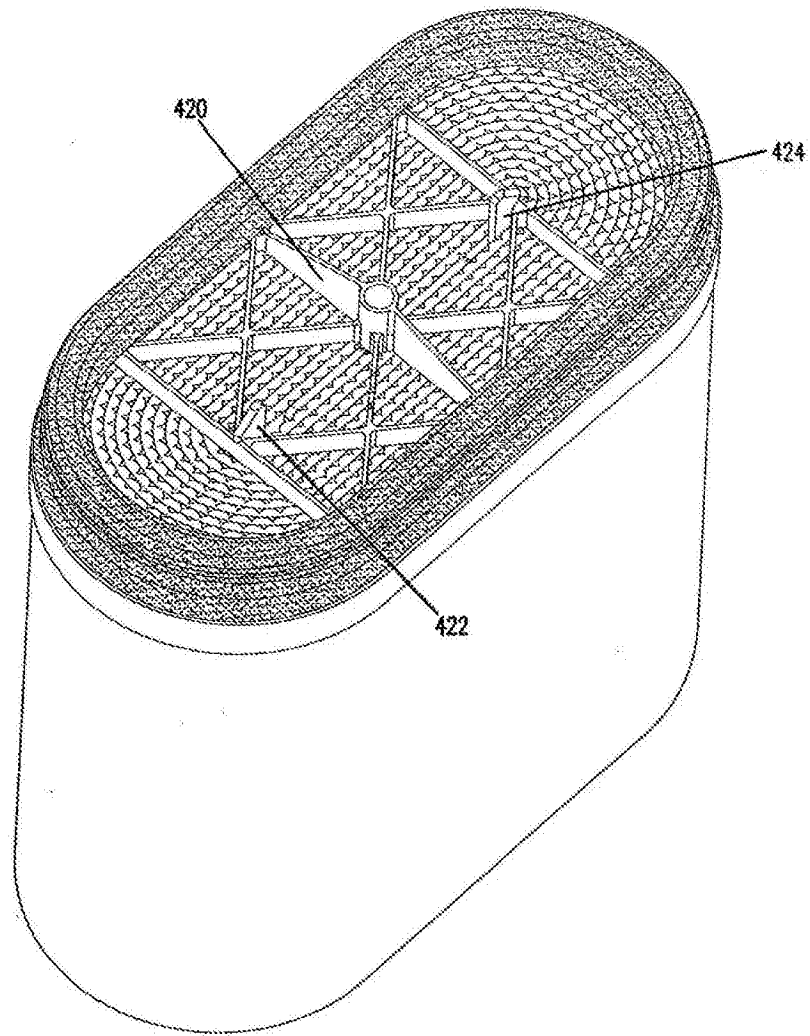


图 23

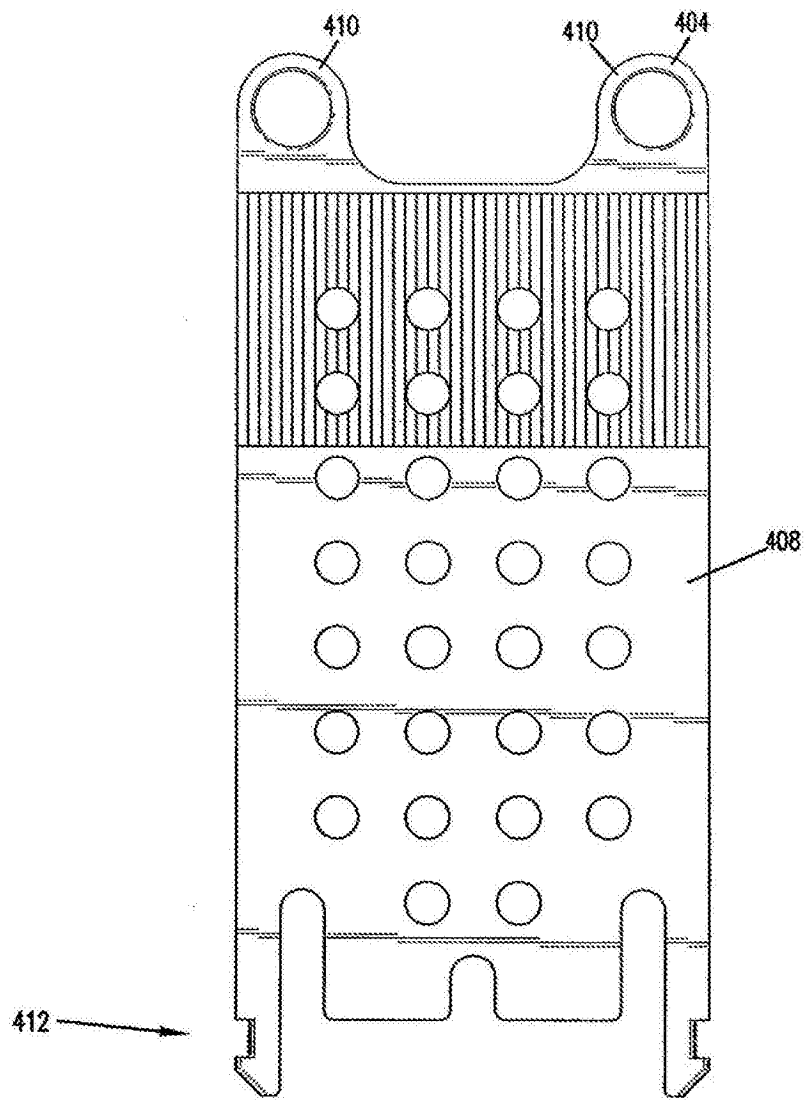


图 24

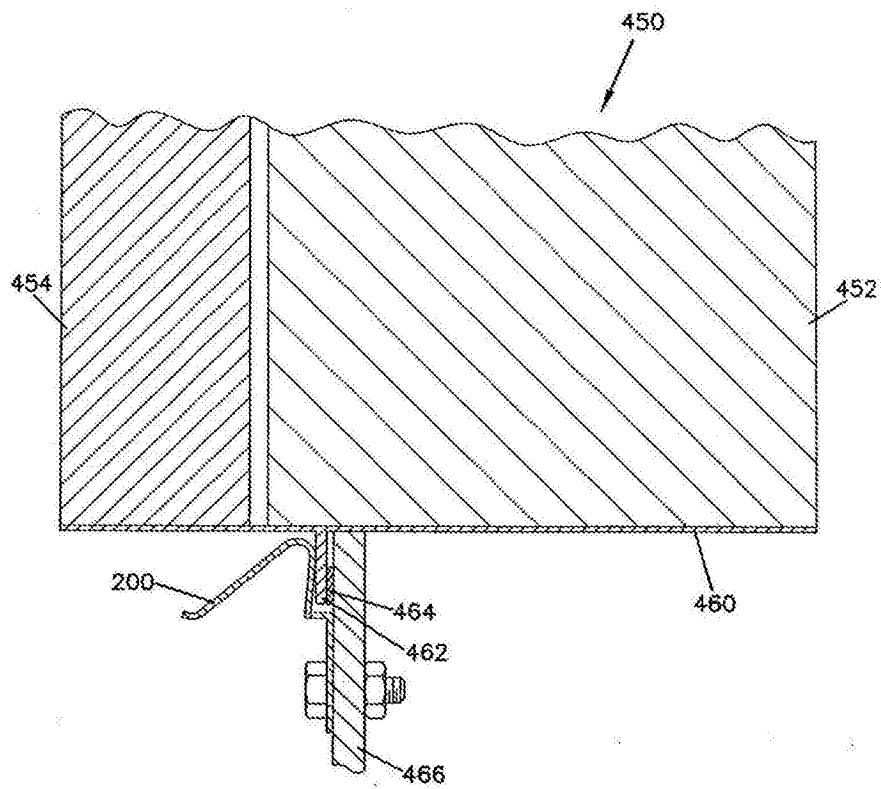


图 25

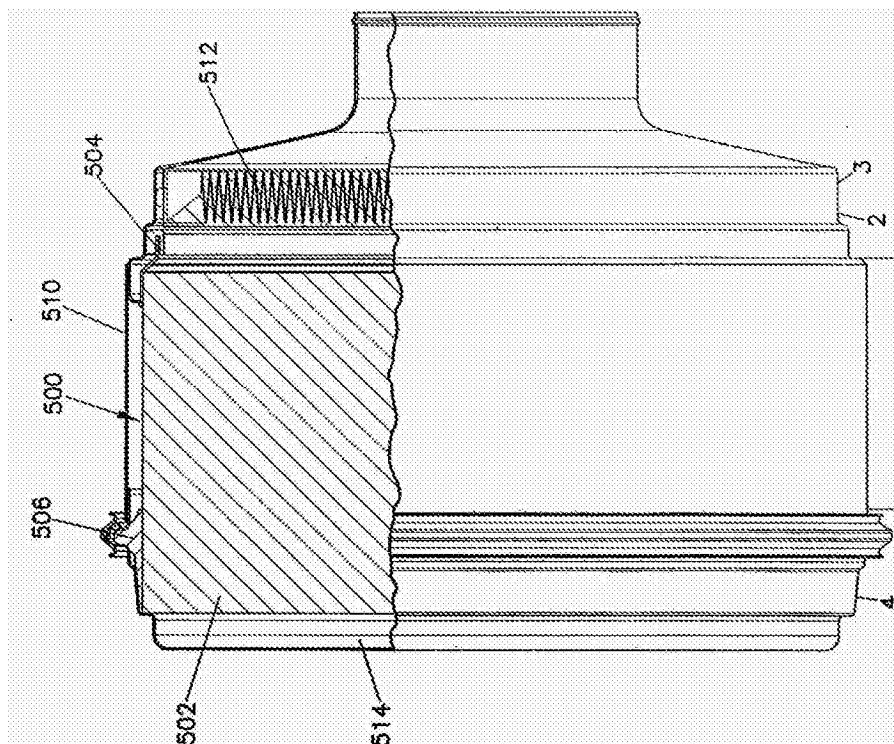


图 26

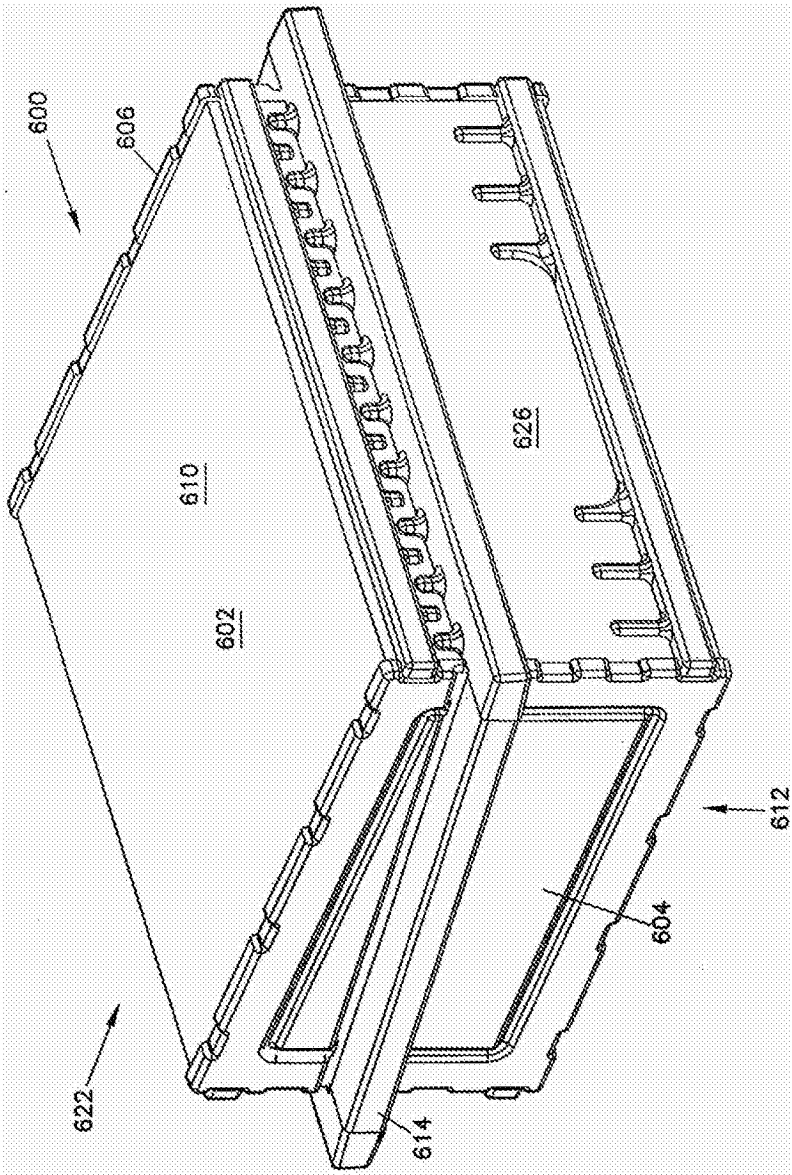


图 27

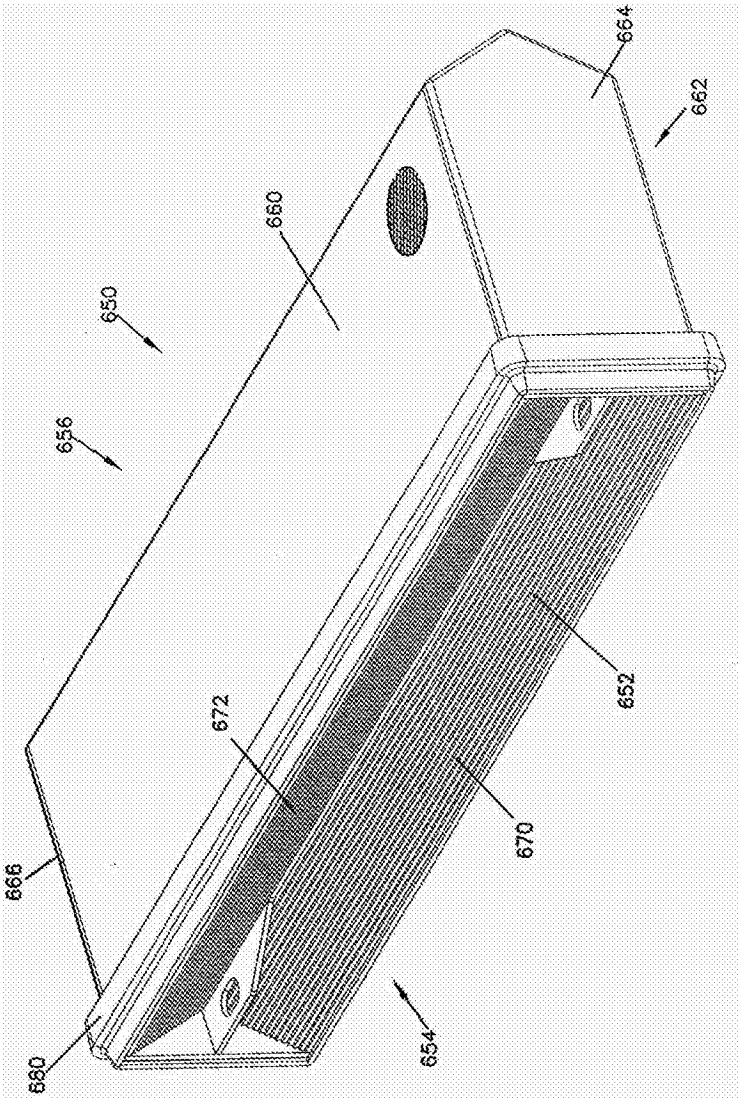


图 28