



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105148614 B

(45)授权公告日 2020.01.17

(21)申请号 201510507854.3

(22)申请日 2009.02.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105148614 A

(43)申请公布日 2015.12.16

(30)优先权数据
61/025,999 2008.02.04 US

(62)分案原申请数据
200980103965.0 2009.02.03

(73)专利权人 唐纳森公司
地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 T·A·莫伊 G·J·费森麦尔
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 39/14(2006.01)
B01D 46/00(2006.01)
B01D 29/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 101932372 B, 2015.09.16,
CN 102438723 A, 2012.05.02,
CN 101626820 A, 2010.01.13,
CN 1220617 A, 1999.06.23,
CN 1678383 A, 2005.10.05,
CN 1040239 A, 1990.03.07,
US 3077148, 1963.02.12,
JP 特开平6-47216 A, 1994.02.22,

审查员 朱红霞

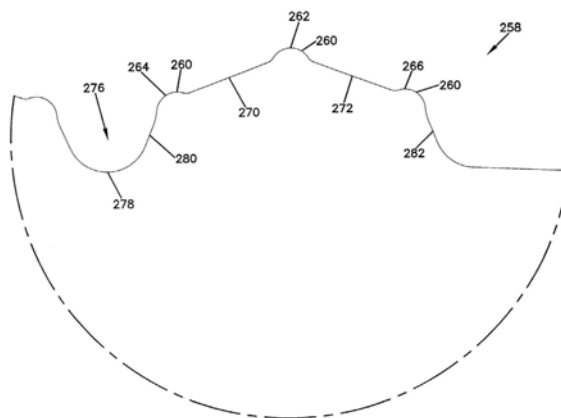
权利要求书2页 说明书20页 附图13页

(54)发明名称

用于形成槽纹过滤介质的方法和装置

(57)摘要

本发明披露了一种形成槽纹过滤介质的方法。所述方法包括形成具有重复型式的槽纹的槽纹过滤介质,其中重复型式的槽纹中的至少一个槽纹包括在相邻同侧峰之间的一个槽纹周期中的至少一个脊。重复型式的槽纹可以包括至少一个槽纹,所述至少一个槽纹在相邻同侧峰之间的一个槽纹周期中设置有至少两个脊。披露了用于形成槽纹过滤介质的装置。



1. 一种用于形成槽纹过滤介质的方法, 包括:

对过滤介质进行压纹成形, 以便形成槽纹过滤介质, 所述槽纹过滤介质具有重复型式的槽纹, 其中所述重复型式的槽纹包括至少一个槽纹;

其中所述方法包括将过滤介质送入在第一辊和第二辊之间形成的辊缝, 以形成槽纹过滤介质;

其中所述第一辊包括多个第一辊突出部分和多个第一辊凹处, 其中第一辊具有交替的第一辊突出部分和第一辊凹处, 并且其中第一辊突出部分中的至少一个包括被介质张弛区域分隔开的至少两个介质接触区域; 所述介质张弛区域为间隙, 以便过滤介质能够在所述间隙中移动。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述重复型式的槽纹包括至少一个槽纹, 所述至少一个槽纹在相邻同侧峰之间的一个槽纹周期中设置有至少两个脊。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述第一辊包括多个第一辊突出部分和多个第一辊凹处, 其中第一辊具有交替的第一辊突出部分和第一辊凹处, 并且其中第一辊突出部分中的至少一个包括被介质张弛区域彼此分隔开的至少三个介质接触区域。

4. 根据权利要求3所述的方法, 其中所述第一辊包括30-650个第一辊突出部分和30-650个第一辊凹处, 其中第一辊具有交替的第一辊突出部分和第一辊凹处, 并且其中第一辊突出部分包括被介质张弛区域彼此分隔开的至少三个介质接触区域。

5. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述第二辊包括多个第二辊凹处和多个第二辊突出部分, 其中第二辊具有交替的第二辊凹处和第二辊突出部分, 并且其中第二辊凹处中的至少一个包括被介质张弛区域分隔开的至少两个介质接触区域。

6. 根据权利要求5所述的方法, 其中过滤介质上的脊是由于第一辊突出部分介质接触区域和第二辊凹处介质接触区域之间的压挤而形成的。

7. 一种用于形成槽纹过滤介质的装置, 包括:

(a) 第一辊, 所述第一辊包括多个第一辊突出部分和多个第一辊凹处, 其中第一辊具有交替的第一辊突出部分和第一辊凹处, 并且其中第一辊突出部分中的至少一个包括被介质张弛区域分隔开的至少两个介质接触区域; 所述介质张弛区域是间隙, 以便过滤介质能够在所述间隙中移动; 和

(b) 第二辊, 所述第二辊包括多个第二辊凹处和第二辊突出部分, 其中第二辊具有交替的第二辊凹处和第二辊突出部分, 并且其中第二辊凹处中的至少一个包括被介质张弛区域分隔开的至少两个介质接触区域, 所述介质张弛区域是间隙, 以便过滤介质能够在所述间隙中移动。

8. 一种用于形成槽纹过滤介质的装置, 包括:

(a) 第一辊, 所述第一辊包括多个第一辊突出部分和第一辊凹处, 其中第一辊具有交替的第一辊突出部分和第一辊凹处;

(b) 第二辊, 所述第二辊包括多个第二辊凹处和第二辊突出部分, 其中第二辊具有交替的第二辊凹处和第二辊突出部分; 和

(c) 所述第一辊突出部分、第一辊凹处、第二辊凹处和第二辊突出部分被构造成相互作用以形成辊缝,

其中第一辊突出部分中的至少一个包括被介质张弛区域分隔开的至少两个介质接触

区域;所述介质张弛区域是间隙,以便过滤介质能够在所述间隙中移动,使得当过滤介质通过所述辊缝时,所述装置使过滤介质形成重复型式的槽纹。

用于形成槽纹过滤介质的方法和装置

[0001] 本申请是于2009年2月3日提交的PCT国际专利申请,除美国之外的所有指定国的申请人为美国公司唐纳森公司(Donaldson Company, Inc.), 仅以美国为指定国时以美国公民Ted A.Moe, Gregory J.Fesenmaier, Gary J.Rocklitz, Ming Ouyang和印度公民Anitha M.Mathew为申请人。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请包括于2008年2月4日向美国专利和商标局提交的美国临时专利申请号61/025,999的公开内容。本发明以适当的程度要求美国临时专利申请号61/025,999的优先权。美国临时专利申请号61/025,999的完整公开内容在此被结合入本文作为引用。

技术领域

[0004] 本发明涉及用于形成槽纹过滤介质、单面介质和过滤介质包的方法和装置。槽纹过滤介质可用作空气过滤介质,并且可包括重复型式的槽纹,所述重复型式的槽纹的槽纹片材在一个槽纹周期中在相邻同侧峰之间设置有至少一个脊。所述重复槽纹型式可在槽纹周期中在相邻同侧峰之间设置有至少两个脊、至少三个脊或至少四个脊。所述过滤介质的示例形式可被表征为z-介质。所述装置可以包括第一辊和第二辊,以提供辊缝,槽纹过滤介质被送入所述辊缝中并使得过滤介质具有重复型式的槽纹。

背景技术

[0005] 流体流(例如空气和液体)中携带有杂质。在许多情况,希望从流体流中过滤出某些或全部杂质。例如,至机动车辆或发电设备的发动机的空气流,至燃气涡轮系统的气流,和至各种燃烧炉的空气流,其中都携带有应该被过滤掉的颗粒物杂质。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可能携带有应该被过滤的杂质。对于所述系统,优选从流体中除去选定的杂质(或使其含量在流体中降低)。业已开发出用于减少杂质的多种流体过滤器(空气或液体过滤器)结构。不过,总体来说仍在寻求进一步的改进。

[0006] Z-介质一般是指一种类型的槽纹过滤介质元件,其中流体在介质元件的第一面进入槽纹并在介质元件的第二面流出槽纹。一般,z-介质的所述面设置在介质的相对端上。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流出。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,以实现过滤。

[0007] 早期形式的z-介质通常被称为波纹状介质,这是因为介质的特征来自于波纹状箱纸板业。不过,波纹状箱纸板一般被设计用于承载负荷,而并非用于过滤效率。槽纹设计可以偏离波纹状箱纸板业的标准和尺寸进行改进,以具有改进的过滤介质性能。

[0008] 不同的公开文献已经对z-介质中的槽纹形式提出了修改。例如,美国专利号5,562,825披露了波纹型式,示出了采用有些半圆形(截面)的入口槽纹邻近窄的V-形(具有弯曲侧)的出口槽纹(参见美国专利号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种片材连接至具有半管的另一种片材所限定的圆形(截面)或管状槽纹,其中在所形成的平行的直槽纹之间具有扁平区域。参见美国专利号5,

049,326的图2。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,其中槽纹沿着其长度成锥形。在W0 97/40918(图1)中,示出了具有弯曲的波型(由相邻的弯曲凸起和凹入波谷构成)但沿其长度成锥形的(并因此不是直的)槽纹或平行的波纹。另外,在W0 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

[0009] 根据本发明提供了一种用于形成槽纹过滤介质的方法。所述方法包括使过滤介质成槽纹状,以便形成具有重复型式槽纹的槽纹过滤介质,其中重复型式槽纹中的至少一个槽纹包括在相邻同侧峰之间的槽纹周期中的至少一个脊。重复型式槽纹可包括至少一个槽纹,所述至少一个槽纹具有设置在相邻同侧峰之间的槽纹周期中的至少两个脊。在相邻的峰之间可以设置脊。“脊”是指在槽纹峰之间不同倾斜度的介质部分之间的相交线。“脊”的引用不包括槽纹峰。

[0010] 形成槽纹过滤介质的方法可以包括将过滤介质送入由第一辊和第二辊形成的辊缝中以便形成槽纹过滤介质的步骤。第一辊可以包括多个第一辊突出部分和多个第一辊凹处,其中第一辊具有交替的第一辊突出部分和第一辊凹处。第一辊突出部分中的至少一个包括由介质张弛区域(relaxation area)分隔开的至少两个介质接触区域。优选的,第一辊突出部分中的至少一个包括由介质张弛区域分隔开的至少三个介质接触区域。第二辊包括多个第二辊凹处和多个第二辊突出部分,其中第二辊具有交替的第二辊凹处和第二辊突出部分。第二辊凹处中的至少一个包括由介质张弛区域分隔开的至少两个介质接触区域。优选的,第二辊凹处中的至少一个包括由介质张弛区域分隔开的至少三个介质接触区域。在一个示例性实施例中,所有的第一辊突出部分和所有的第二辊凹处包括由介质张弛区域分隔开的至少两个介质接触区域,并且优选包括由介质张弛区域分隔开的至少三个介质接触区域。

[0011] 根据本发明提供了一种用于形成单面介质的方法。所述方法包括将槽纹过滤介质连接(例如,粘接)至表面片材,以便形成单面介质。

[0012] 根据本发明提供了一种用于形成过滤介质包的方法。所述用于形成过滤介质包的方法可以包括由单面介质形成卷绕的过滤介质包。所述卷绕的过滤介质包可以呈圆筒形、长圆形或跑道形。所述用于形成过滤介质包的方法可包括由单面介质形成层叠的过滤介质包。形成层叠的过滤介质包包括将多个单面介质片材层叠。

[0013] 根据本发明提供了一种用于形成槽纹过滤介质的装置。所述装置包括第一辊和第二辊。第一辊包括多个第一辊突出部分和多个第一辊凹处,其中第一辊具有交替的第一辊突出部分和第一辊凹处。第一辊突出部分中的至少一个包括由介质张弛区域分隔开的至少两个介质接触区域。第二辊包括多个第二辊凹处和多个第二辊突出部分,其中第二辊具有交替的第二辊凹处和第二辊突出部分。第二辊凹处中的至少一个包括由介质张弛区域分隔开的至少两个介质接触区域。

附图说明

[0014] 图1是现有技术的示例性z-过滤介质的局部示意性透视图。

[0015] 图2是图1所示现有技术介质的一部分的放大示意性剖视图。

- [0016] 图3是各种波纹状介质定义的示意图。
- [0017] 图4a-c是根据本发明所得到的介质的一部分的放大示意性剖视图。
- [0018] 图5是示意图,示出了本发明的槽纹介质的制造。
- [0019] 图6是用于形成本发明槽纹介质的压印辊或轮的剖视图。
- [0020] 图7是图6所示压印辊或轮的一部分的放大局部剖视图。
- [0021] 图8是图7所示压印辊或轮的一部分的放大局部剖视图。
- [0022] 图9是用于形成本发明槽纹介质的压印辊或轮的剖视图。
- [0023] 图10是图9所示接纳辊或轮的一部分的放大局部剖视图。
- [0024] 图11是图10所示接纳辊或轮的一部分的放大局部剖视图。
- [0025] 图12是示出形成本发明槽纹介质的辊缝的放大局部剖视图。

具体实施方式

[0026] 本发明提供了用于形成槽纹过滤介质、单面介质、和过滤介质包的方法和装置。槽纹过滤介质可以单独使用,或与其它过滤介质(例如表面片材)结合使用,以形成单面介质。另外,槽纹过滤介质和单面介质可以各自用于形成过滤介质包。槽纹过滤介质可用于过滤气态或液态物质。示例性的气态物质包括空气,而示例性的液态物质包括水、油、燃料和液压流体。可以由本发明的方法和装置提供的过滤介质形式包括申请日为2007年2月2日的美国专利申请序列号60/899,311和申请日为2007年6月26日的60/937,162所披露的过滤介质形式。上述两篇申请以其全文形式在此被结合入本文作为引用。

[0027] 根据本发明的方法和装置制备的槽纹过滤介质由于具有能提供更多可供过滤的介质的总体能力,可被认为是对有时被表征为A槽纹或B槽纹介质的现有技术槽纹过滤介质的改进。

[0028] 槽纹过滤介质

[0029] 槽纹过滤介质可用于以多种方式提供流体过滤器结构。一种公知的方式是作为z-过滤结构。本文所用的术语“z-过滤结构”或“z-过滤介质”是指这样一种过滤元件结构,其中各波纹状的、折叠的、褶皱的或以其它方式形成的过滤槽纹被用于限定纵向过滤槽纹,以便流体流过介质;所述流体沿着过滤元件的入口和出口流动端(或流动面)之间的槽纹流动。Z-过滤介质的过滤元件的一些示例披露于美国专利号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;上述15篇引用文献中的每一篇均在此被结合入本文引用。

[0030] 一种类型的z-过滤介质采用两种介质构件结合在一起,以形成介质结构。所述两种构件为:(1)槽纹(例如,波纹状的)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,例如垂直于如公开日为2005年8月25日的国际公开号WO 2005/077487所述的槽纹方向,该文献在此被结合入本文引用。另外,表面片材可以是槽纹(例如,波纹状)介质片材,并且槽纹或波纹可以与槽纹介质片材对齐或与槽纹介质片材形成角度。尽管表面介质片材可以是槽纹状或波纹状的,它也可以设置成不是槽纹或波纹状的形式。所述形式可以包括扁平片材。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。

[0031] 利用两种介质构件结合在一起而形成介质结构的所述类型的z-过滤介质(其中两种构件为槽纹介质片材和表面介质片材)可被称为“单面介质”或“单表面介质”。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。在其它结构中,入口和出口槽纹可以是非平行的,例如取决于选择具有锥形槽纹的介质元件的部分。在某些情况,槽纹片材和非槽纹片材固定在一起,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中,上述文献的每一篇在此被结合入本文引用。在某些其它结构中,槽纹介质固定至扁平介质的一些非卷绕部分彼此层叠,以形成过滤结构。所述结构的一个示例披露于美国专利号5,820,646的图11,该文献在此被结合入本文引用。一般,z-过滤介质被卷绕的结构可被称为卷绕结构,而z-过滤介质被层叠的结构可被称为层叠结构。过滤元件可被设置成具有卷绕结构或层叠结构。

[0032] 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实现的。卷绕的某些技术披露于公开日为2004年9月30日的国际公开号W0 2004/082795中,该文献在此被结合入本文引用。其结果是,所形成的卷绕结构一般具有一部分表面片材作为介质包的外表面。

[0033] 此处所用表示介质中结构的术语“波纹(的)”是指,使介质穿过两个波纹辊(即进入两个辊之间的辊隙或辊缝)所形成的槽纹结构,其中每个辊具有适于在所形成的介质上产生波纹效果的表面特征。术语“波纹”不是指通过不涉及使介质进入波纹辊之间的辊缝的技术所形成的槽纹。不过,术语“波纹”旨在适用于即使介质在波纹成形之后被进一步改进或变形的情况,例如,通过公开日为2004年1月22日的PCTW0 04/007054所述的折叠技术,该文献在此被结合入本文引用。

[0034] 波纹介质是特定形式的槽纹介质。槽纹介质是各槽纹(例如,通过波纹成型或折叠或褶皱而形成)延伸通过其间的介质。槽纹介质可以通过能够提供希望槽纹形状的任何技术来制备。而波纹成型可以是形成具有特定尺寸的槽纹的可用技术。当需要增大槽纹的高度(所述高度是波峰之间的高程(高度))时,波纹成型技术可能不太实际,而可能需要折叠介质或使介质褶皱。一般,介质的褶皱可通过折叠介质而实现。折叠介质以具有褶皱的一个示例技术包括刻划(scoring)并利用压力以形成折痕。

[0035] 采用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,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),其中流体沿大体相同的直通方向流入和流出过滤器滤芯。对于本定义,术语“直通流动结构”忽略了那些通过表面介质的最外层卷绕离开介质包的空气流。在某些情况,入口流动端和出口流动端的每一个可以是大体平的或平面的,两者彼此平行。不过,由此产生的变形,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特征并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被设置成彼此平行。另外,入口流动面和出口流动面可被设置成彼此成一角度,从而所述面不是平行的。此外,非平面的面可被认为是非平行面。

[0036] 直通流动结构,例如,是与美国专利号6,039,778所示类型的圆柱形褶皱过滤器滤芯相反的,在该圆柱形褶皱过滤器滤芯中,流体在穿过可维修的滤芯时一般发生明显的转向。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,并随后转向通过端面流出。在逆流系统,流体通过端面进入可维修的圆柱形滤芯,并随后转向通过圆柱形过滤器滤芯的侧面流出。所述逆流系统的一个示例在美国专利号5,613,992中示出。

[0037] 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。本文中的术语“可维修的”是指,包含介质的过滤器滤芯从相应的空气滤清器中定期地取出并更换。包括可维修过滤元件或过滤器滤芯的空气滤清器被构造成能够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,其中检修盖用于取出已使用(用尽)的过滤元件并插入新的或净化的(修复后的)过滤元件。

[0038] 此处所用的术语“z-过滤介质结构”及其变形是指下述结构的任一种或全部:包含槽纹介质片材和表面介质片材的单面介质,具有适当的闭合以阻止空气流在不经过过滤介质进行过滤的情况下从一个流动面到达另一个流动面;和/或,单面介质卷绕或层叠或以其它形式构造或形成为三维网络的槽纹;和/或,包括单面介质的过滤器结构;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,希望具有适当的槽纹闭合结构,以阻止流入介质的一侧(或面)的未经过滤的空气流出介质的另一侧(或面),作为已过滤空气流的部分离开介质。在许多结构中,z-过滤介质结构被构造用于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处闭合并在邻近出口面处开口。不过,其它的z-过滤介质结构也是可行的,参见例如Baldwin Filters公司的公开日为2006年5月4日的U.S.2006/0091084A1,它也包括在相对的流动面之间延伸的槽纹,具有密封结构以阻止未经过滤的空气流过介质包。在本发明的许多z-过滤结构中,可采用粘合剂或密封剂来闭合槽纹并提供合适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、介质的折叠、或介质的压挤(压紧)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)。

[0039] 参见图1,示出了可用作z-过滤介质的一种示例类型的介质1。尽管介质1代表现有技术介质,用于描述介质1所依据的许多术语也可用于描述本发明的介质的部分。介质1由槽纹(示例中为波纹状)片材3和表面片材4形成。一般,槽纹波纹状片材3的类型在本文中一般被表征为具有规则的弯曲波型的槽纹或波纹7。本文中术语“波型”是指交替的波谷7b和波峰7a所形成的槽纹或波纹型式。本文中术语“规则的”是指成对的波谷和波峰(7b,7a)以大致相同重复的波纹(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。)术语“规则的”因此表示,波纹(或槽纹)型式包括每一对(包括相邻的波谷和波峰)重复的波谷和波峰,波纹沿槽纹长度的至少70%在尺寸和形状上没有显著的改变。本文中术语“显著(实质)”是指,由于形成波纹或槽纹片材所用的工艺或形成方式上的变化而导致的改变,而不是由于形成槽纹片材3的介质片材是柔性的这一事实而造成的较小变化。关于重复型式的表征,并不表示在任何给定的过滤器结构中,必须存在相等数量的波峰和波谷。例如,介质1可以止于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,以局部图示出的介质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(波峰和波谷的端部)可能彼此不同。所述端部的变化在上述定义中可以忽略,除非特别说明。也就是说,槽纹端部的变化旨在被上述定义覆盖。

[0040] 在槽纹过滤介质的上下文中,并且尤其对于示例性介质1,波谷7b和波峰7a可被表

征为峰。也就是说,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。在波谷7b处形成的峰可被称为内峰,因为它们面向单面介质5的表面片材3。在波峰7a处形成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包括面向表面片材4的重复的内峰7b,和背离表面片材4在波峰7a处的重复的外峰。

[0041] 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是“锥形的”介质。一般,锥形是指在沿槽纹的长度方向上槽纹尺寸的减小或增大。一般,锥形的过滤介质可能表现为第一组槽纹从介质的第一端向介质的第二端在尺寸上减小,和第二组槽纹从介质的第一端向介质的第二端在尺寸上增大。一般,锥形的型式不被认为是规则的型式。规则的槽纹型式还可被称为直槽纹型式。

[0042] 在Z-介质的上下文中,大致有两种类型的“不对称”。一种类型的不对称被称为面积不对称,而另一种类型的不对称被称为体积(空间)不对称。一般,面积不对称是指在槽纹截面积上不对称,并且可由锥形的槽纹表现。例如,如果在沿槽纹长度方向上的一个位置处的槽纹面积不同于沿槽纹长度方向上的另一位置处的槽纹面积,则存在面积不对称。因为锥形的槽纹表现出从介质包的第一位置(例如,端)至第二位置(例如,端)在尺寸上减小,或从介质包的第一位置(例如,端)至第二位置(例如,端)在尺寸上增大,所以存在面积不对称。该不对称(例如,面积不对称)是由于锥形所造成的不对称类型,因此具有这种不对称类型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(空间)不对称,并将在下文进行更详细地说明。体积不对称是指在过滤介质包内不洁侧体积和洁净侧体积之间的差异。如果波型是规则的,则表现出体积不对称的介质包可被表征为规则的;如果波型是不规则的,则表现出体积不对称的介质包可被表征为不规则的。

[0043] 在通过除了设有粘合剂或密封剂的塞子之外的技术使槽纹的至少一部分闭合以阻止未经过滤的空气通过的地方设置有Z-介质。例如,槽纹的端部可被折叠或压紧(压挤)以形成闭合。一种提供规则和一致的折叠型式用于闭合槽纹的技术可被称为针刺(darting)。针刺的槽纹或针刺一般是指槽纹的闭合,其中所述闭合是通过折叠槽纹以形成规则的折叠型式,以使槽纹朝向表面片材被压扁以形成闭合而实现的,而非通过压挤而实现。针刺一般意指一种系统的方式,由于折叠槽纹的部分而闭合槽纹的端部,使得槽纹闭合一般是一致和可控的。例如,美国专利公开号US 20060163150A1披露了在槽纹的端部具有针刺结构的槽纹。具体地讲,由于压凹槽纹的顶端并随后将压凹的槽纹顶端朝向表面片材折叠,从而形成闭合。针刺结构可以具有以下优点,包括例如:用于实现密封所需的密封剂的用量减少,在密封效果上具有更高的安全性,和在槽纹的针刺端上方具有希望的流动型式。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 20060163150 A1的全部公开内容在此被结合入本文引用。应当理解,在槽纹端部存在的针刺或槽纹闭合不会使介质变得不规则。“不规则的”定义并不将是否存在槽纹闭合考虑在内。也就是说,槽纹是否可被认为是规则的还是不规则的取决于远离闭合处的槽纹。

[0044] 在表征“弯曲”波型的上下文中,术语“弯曲”是指这样一种型式,它不是由于使介质具有折叠或折纹形状而造成的,而是每个波峰7a的顶点和每个波谷7b的底部沿半径曲线而形成。尽管其它方案是可行的,对于所述z-过滤介质,通常的半径为至少0.25mm,并且通常不大于3mm。根据上述定义的不弯曲的介质也可以使用。例如,可能需要提供半径十分尖

的峰,从而它不被认为是“弯曲的”。所述半径可以小于0.25mm,或小于0.20mm。为了降低掩蔽,可能需要设置具有刀口(knife edge)的峰。在峰处设置刀口的能力可能受到用于形成介质的设备、介质本身、以及介质所受条件的限制。例如,希望不要切割或撕裂介质。因此,如果刀口造成介质中的切割或撕裂,则可能不希望利用刀口来形成所述峰。此外,介质可能过轻或过重,以至于不能在切割或撕裂的情况下提供足够不弯曲的峰。此外,在加工期间可以加强空气的湿度,以帮助在形成所述峰时产生更小(紧)的半径。

[0045] 图1所示波纹状片材3的特定规则的弯曲的波型的另一特征是,在每个波谷7b和每个相邻波峰7a之间的大致中点30处,沿着槽纹7的大部分长度,设置有曲率在此倒置的过渡区域。例如,观察图1的背面或面3a,波谷7b是凹入的区域,而波峰7a是凸出的区域。当然,当朝向正面或面3b观察时,面3a的波谷7b形成波峰;而面3a的波峰7a形成波谷。在某些情况,区域30可以是直段,而不是点,在段30的端部曲率倒置。当区域30被设置成直段时,图1所示的波型,例如,可被表征为“弧线-直线-弧线”波型,这是因为具有重复型式的波峰7a处的曲线,区域30处的直段,和波谷7b处的曲线。

[0046] 图1所示特定规则的弯曲波型的波纹片材3的一个特征是,各波纹大体上是直的。本文中“直的”表示,在边缘8和9之间长度的至少50%并优选为至少70%(通常为至少80%),波峰7a和波谷7b的截面基本上不发生变化。术语“直的”结合图1所示的波纹型式,在某种程度上在型式上区别于W097/40918的图1和公开日为2003年6月12日的PCT公开号W0 03/47722中所述的波纹介质的锥形槽纹,上述文献在此被结合入本文引用。例如,W0 97/40918的图1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,如本文所用的术语。

[0047] 参见图1并如上文所述,介质2具有第一和第二相对的边缘8和9。对于所示的示例,当介质2被卷绕并形成介质包,一般边缘9会形成介质包的入口端,而边缘8会形成出口端,尽管在某些应用中相反的定向是可行的。

[0048] 在所示的示例中,邻近边缘8设有密封剂,在这里是以密封剂(密封)边(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有时被称为“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。密封剂密封边10密封闭合邻近边缘8的各槽纹11,阻止空气从其通过。

[0049] 在所示的示例中,邻近边缘9处设有密封剂,在这里是以密封剂密封边14的形式。密封剂密封边14一般闭合槽纹15,在邻近边缘9处阻止未经过滤的流体从中通过。密封边14通常在介质2绕其自身卷绕时被施加(涂覆),其中波纹片材3朝内。因此,密封边14会在表面片材4的背面17和槽纹片材3的一面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被施加(涂覆)。如果介质2被切成条状并层叠,而非卷绕,则密封边14会是“层叠密封边”。

[0050] 参见图1,一旦介质1例如通过卷绕或层叠的方式被整合成介质包,它可以按如下作业。首先,沿箭头12方向的空气会进入端部9附近的开口槽纹11。由于在端部8处被密封边10闭合,空气会沿箭头13所示的方向通过介质。空气随后经由槽纹15的开口端15a(邻近介质包的端部8)流出介质包。当然,也可以沿相反方向的空气流来实现所述作业。

[0051] 一般而言,z-过滤介质包可被表征为包括槽纹过滤介质固定至表面过滤介质,并被设置成槽纹在第一和第二流动面之间延伸的介质包。介质包内设置有密封剂或密封结

构,以确保在第一上游流动面或边缘进入槽纹的空气在没有通过介质进行过滤的情况下不能从下游流动面或边缘流出介质包。换句话说,z-过滤介质包通常通过密封结构或其它结构阻止未经过滤的空气在入口流动面和出口流动面之间穿过其间。所述结构的另一其它特征是,第一部分的槽纹被闭合或密封以阻止未经过滤的空气流入第一部分的槽纹,并且第二部分的槽纹被闭合或密封以阻止未经过滤的空气流出介质包,从而进入流动面中的一个并从另一流动面流出的空气穿过介质,以便对空气进行过滤。

[0052] 对于本文图1所示的具体结构,平行的波纹7a,7b大体上是直的从边缘8到边缘9完全穿过介质。直槽纹或波纹可以在选定的位置(尤其是端部)变形或折叠。在上文“规则的”、“弯曲(的)”和“波型”的定义中一般忽略在槽纹端部用于闭合的变形。

[0053] 一般,过滤介质是相对柔性的材料,通常为(纤维素纤维,合成纤维或两者的)无纺纤维材料,其内通常包括树脂,有时用其它材料处理。因此,所述材料可以适应或被设置成不同槽纹(例如波纹)的型式,而没有不可接受的介质损坏。此外,它易于被卷绕或以其它方式被设置以供使用,同样没有不可接受的介质损坏。当然,所述材料必须具有这样的特性,使得它在使用过程中会保持所要求的槽纹(例如波纹)结构。

[0054] 在波纹成形或槽纹成形工艺中,对介质进行非弹性变形。这能防止介质还原回原来的形状。不过,一旦张力被释放,槽纹或波纹会趋向于回弹,只恢复部分已经发生的伸长和弯曲。表面片材有时固定(粘接)至槽纹片材,以阻止槽纹(或波纹)片材的这种回弹。

[0055] 另外,介质可以包含树脂。在波纹成形工艺中,介质可被加热至树脂的玻璃转变点之上。当树脂冷却时,它会帮助保持槽纹形状。

[0056] 槽纹片材3、表面片材4或两者的介质可以在其一面或两面设置有细纤维材料,例如按照美国专利号6,955,775,6,673,136和7,270,693所述,上述文献在此被结合入本文引用。一般,细纤维可以是指聚合物细纤维(微纤维和纳米纤维),并可以设置在介质上,以改进过滤性能。由于介质上细纤维的存在,可能或希望提供一种介质,所述介质具有减小的重量或厚度,同时能获得希望的过滤性能。因此,介质上细纤维的存在可以提供增强的过滤性能,能够使用更薄的介质,或两者皆有。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-5微米,或约0.01微米-0.5微米。纳米纤维是指纤维的直径小于200纳米或0.2微米。微纤维可以表示纤维的直径大于0.2微米,但不大于10微米。可用于形成细纤维的示例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。

[0057] 仍参见图1,在20处示出了固定密封边(粘接边),所述固定密封边(粘接边)位于槽纹片材3和表面片材4之间,将两者固定在一起。固定密封边20可以是,例如,不连续线的粘合剂。固定密封边还可以是点,其中介质片材在点处焊接在一起。

[0058] 从上文显而易见,所示的示例槽纹片材3沿着槽纹片材和表面片材两者连接处的峰通常不是连续地固定至表面片材。因此,空气可以在相邻的入口槽纹间流动,并且另外也可以在相邻的出口槽纹之间流动,而不需穿过介质。不过,通过入口流动面进入槽纹的未经过滤的空气在没有经由至少一片介质片材进行过滤的情况下不能通过出口流动面流出槽纹。

[0059] 现在转向图2,其中示出了采用槽纹(在这里是规则的弯曲波型)片材43,和非波纹

扁平的表面片材44的z-过滤介质结构40。点50和51之间的距离D1限定了在给定槽纹53下面的区域52中扁平介质44的延伸部。点50和51被设定为槽纹片材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上槽纹53的弓形介质长度,并且由于槽纹53的形状而当然大于D1。对于现有技术的槽纹过滤器应用中所用的通常规则形状的介质,长度D2对D1的比率在1.2-2.0的范围内,包括端值。空气过滤器常用的示例性结构具有一种设置,其中D2为约 $1.25 \times D1$ 至约 $1.35 \times D1$ 。例如,所述介质被商用于具有规则的弯曲波型的Donaldson Powercore™ Z-过滤器结构中。这里,比率D2/D1有时被表征为槽纹/平面比或介质的介质拉伸性。

[0060] 槽纹高度J是从表面片材44到槽纹片材43最高点的距离。换句话说,槽纹高度J是槽纹片材43的相邻峰57和58之间的外部高度差。槽纹高度J考虑了槽纹片材43的厚度。峰57可被称作内峰,而峰58可被称作外峰。尽管距离D1,D2,和J适用于图2所示的特定槽纹介质结构,这些距离也可被应用于其它结构的槽纹介质,其中D1是指槽纹的周期长度或在给定槽纹下面的扁平介质的距离,D2是指槽纹介质从低峰到低峰的长度,而J是指槽纹高度。

[0061] 另一种测量方式可被称为线长(cord length,CL)。线长是指从下(低)峰57的中心点50到上(高)峰58的中心点45的直线距离。线长(CL)可另被表述为相邻峰的中心点之间的直线距离。应当理解,介质的厚度以及决定在何处开始或结束具体的距离测量可能影响距离值,因为介质厚度影响距离值。例如,线长(CL)可以具有不同的值,这取决于距离是否是从内峰的底部测量到外峰的底部或是否是从内峰的底部测量到外峰的顶部。距离的这种差异是介质厚度如何能影响距离测量的一个例子。为了使介质厚度的影响最小化,线长的测量由介质内的中心点确定。

[0062] 线长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-线百分比可按照下述公式确定:

$$\text{介质-线百分比} = \frac{1/2 D2 - CL \times 100}{CL}$$

[0063]

[0064] 在波纹纸板行业中,已经定义了不同标准的槽纹。这些包括,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。图3结合下表1提供了这些槽纹的定义。

[0065] 本发明的受让人,唐纳森公司(DCI),已经在多种z-过滤器结构中使用了标准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。图2示出了采用标准B槽纹作为槽纹片材43的z-过滤介质结构40。

[0066]

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 (1.715mm); R1001=.0581 英寸 (1.476mm); R1002=.0575 英寸 (1.461mm); R1003=.0681 英寸 (1.730mm);
DCIB 槽纹:	槽纹/平面=1.32: 1; 半径 (R) 如下 R1004=.0600 英寸 (1.524mm); R1005=.0520 英寸 (1.321mm); R1006=.0500 英寸 (1.270mm); R1007=.0620 英寸 (1.575mm);
标准 E 槽纹:	槽纹/平面=1.24: 1; 半径 (R) 如下 R1008=.0200 英寸 (.508mm); R1009=.0300 英寸 (.762mm); R1010=.0100 英寸 (.254mm); R1011=.0400 英寸 (1.016mm);
标准 X 槽纹:	槽纹/平面=1.29: 1; 半径 (R) 如下 R1012=.0250 英寸 (.635mm); R1013=.0150 英寸 (.381mm);
标准 B 槽纹:	槽纹/平面=1.29: 1; 半径 (R) 如下 R1014=.0410 英寸 (1.041mm); R1015=.0310 英寸 (.7874mm); R1016=.0310 英寸 (.07874mm)
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 (1.575mm);
标准 A 槽纹:	槽纹/平面=1.53: 1; 半径 (R) 如下 R1019=.0720 英寸 (1.829mm); R1020=.0620 英寸 (1.575mm);

[0067] 一般, 波纹盒箱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。过滤介质的改进性能可通过设置能增强过滤的槽纹结构或构造而实现。在波纹盒箱板行业中, 选定槽纹的尺寸或波纹的几何形状以提供适于应对载荷的结构。波纹盒箱行业中的槽纹几何形状开发出了标准A槽纹或B槽纹结构。尽管所述槽纹结构对于处理 (应对) 载荷可能是理想的, 通过改变槽纹的几何形状可以增强过滤性能。改进过滤性能的技术包括选择总体上改进过滤性能的几何形状和结构, 以及在选定的过滤条件下改进过滤性能。可被改变以改进过滤性能的示例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多种选择, 过滤元件可被设置成根据不同的槽纹几何形状和结构具有希望的过滤元件几何形状和结构, 以改进过滤性能。

[0068] 可以通过增大可用于过滤的过滤介质质量来增强过滤性能。增大可用于过滤的过滤介质质量的技术包括减少掩蔽, 调节槽纹宽高比, 增大槽纹密度, 调节槽纹形状, 和减小塞长

度。用于增大可用于过滤的过滤介质量的这些技术可以根据需要单独使用或结合使用。将会更详细地描述这些技术的每一个。

[0069] 减少掩蔽(masking)可被认为是增大可用于过滤的介质表面积的一种技术。在z-介质的上下文中,掩蔽是指槽纹片材和表面片材之间附近的区域,在这里缺少显著压力差,导致过滤介质在使用时在该位置缺少可用的过滤介质。一般,掩蔽通常由介质中的所述位置表征,所述位置接近另一介质片材,从而在该位置存在流过介质的阻力。结果,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,从而增大可用于过滤的过滤介质量,并从而增大过滤介质的容量,增大过滤介质的通过量(处理能力),减小过滤介质的压力降,或上述的某些或全部。

[0070] 在槽纹片材被设置成如图2所示在峰处具有宽半径型式的情况,在槽纹片材和表面片材的接触区域附近存在较大面积的过滤介质一般不能用于过滤。可以通过减小槽纹片材和表面片材之间的接触(区域)半径(提供更尖的接触点)来减少掩蔽。当处于压力作用(例如,在空气过滤过程中)下时,掩蔽一般考虑介质的偏向(移)。较大半径可能导致更多的槽纹介质朝向表面片材偏移并从而增大掩蔽。通过设置更尖的接触点(例如,具有更小半径的峰),可以减少掩蔽。

[0071] 已经进行了减小槽纹片材和表面片材之间的接触半径的尝试。例如,参见Winter等人的美国专利号6,953,124。弯曲波型,例如如图1所示的弯曲波型,一般设置的槽纹片材在峰处具有的半径为至少0.25mm,并通常不大于3mm。较尖的接触点可被表征为在峰处的接触点具有的半径为小于0.25mm。较尖的接触点可被设置成半径为小于约0.20mm。另外,通过使峰的半径小于约0.15mm并优选小于约0.10mm,可以减少掩蔽。所述峰可被设置为没有半径或基本上半径约为0mm。用于使槽纹介质在峰处表现出较尖接触点的示例性技术包括:以足以提供较尖边缘的方式压印、弯曲、折叠或压折槽纹介质。应当理解,设置尖锐边缘的能力取决于多个因素,包括介质本身的构成和用于实现弯曲、折叠或压折的工艺设备。一般,设置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,希望在压印、弯曲、折叠或压折过程中不切割过滤介质。

[0072] 尽管希望减小峰(内峰或外峰)的半径以减少掩蔽,但也不需要使所有峰都具有减小的半径以减少掩蔽。根据介质的设计,设置外峰具有减小的半径,或设置内峰具有减小的半径,或设置外峰和内峰都具有减小的半径以便减少掩蔽可能是足够的。

[0073] 另一种增大可用于过滤的介质的表面积的技术包括将更多的介质引入可用于过滤的空间容量中。例如,通过调节槽纹宽高比可以增大可用于过滤的过滤介质量。在美国专利号6,953,124的图2中示出了具有形成等边三角形的槽纹的介质示例。尽管在波纹箱纸板行业中对于承载负荷而言理论上等边三角形槽纹形状可能是理想的,但通过选择与理论上的等边三角形不同的槽纹形状也可以增强过滤性能。对于这种现象的一种可行的解释是,与其它槽纹设计相比,理论上的等边三角形形状具有最少的可用于过滤的介质量,其中在所述其它槽纹设计中周期长度或间隔D1和槽纹高度J相对于另一个,或者周期长度或间隔D1增大或减小,或者槽纹高度J增大或减小。另外,应当理解,由于介质是柔性的,当介质受到压力例如在过滤过程中,介质可能会偏移。结果,介质的偏移可能增大掩蔽,并且预期这种类型的掩蔽在理论上等边三角形槽纹的情况可能具有更显著的效果。

[0074] 一种增大可用于过滤的介质的表面积的技术是通过选择槽纹宽高比。槽纹宽高比

是槽纹周期长度D1对槽纹高度J的比率。槽纹宽高比可由下述公式表述：

$$[0075] \quad \text{槽纹宽高比} = \frac{D1}{J}$$

[0076] 测得的距离例如槽纹周期长度D1和槽纹高度J可被表征为沿槽纹长度(除去各端处槽纹长度的20%外)的过滤介质的平均值。距离D1和J可以远离槽纹的端部进行测量,因为槽纹的端部通常由于密封剂或闭合技术的存在而变形。在槽纹闭合处计算的槽纹宽高比不必然代表实际发生过滤的槽纹(部分)的槽纹宽高比。因此,槽纹宽高比的测量结果可作为槽纹长度上(除去当槽纹在端部或接近端部处被闭合时槽纹端部附近的最后20%的槽纹长度之外,以消除槽纹闭合的影响)的平均值。对于“规则的”介质,预期槽纹周期长度D1和槽纹高度J沿着槽纹长度会相对恒定。相对恒定表示,槽纹宽高比在槽纹的长度上(除去各端部处槽纹的闭合设计可能影响宽高比的20%的长度外)的变化在约10%以内。此外,在“不规则的”介质的情况,例如具有锥形槽纹的介质,槽纹宽高比在槽纹的长度上可以变化或保持大致相同。通过调节槽纹形状使之远离理论上的等边三角形形状,可以增大在给定空间中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的槽纹可以具有增大的可用于过滤的介质表面积。此外,宽高比小于约0.45,小于约0.40,小于约0.37,或小于约0.33的槽纹设计可以提供增大的可用于过滤的介质面积。一般,理论上具有等边三角形的槽纹表示槽纹宽高比为约1.6。

[0077] 另一种增大可用于过滤的过滤介质的技术包括增大介质包的槽纹密度。槽纹密度是指在过滤介质包中过滤介质的每单位截面积的槽纹数量。槽纹密度取决于多个因素,包括槽纹高度J,槽纹周期D1,和介质厚度T。槽纹密度可被表征为介质包槽纹密度或单面介质槽纹密度。用于计算过滤元件的介质包槽纹密度(ρ)的公式为:

$$[0078] \quad \rho = \frac{\text{(开口和闭合的) 通道数量}}{2 \times z\text{-介质包截面积}}$$

[0079] 过滤元件的槽纹密度可通过如下方式计算:计数过滤元件的截面积中通道的数量(包括那些开口的通道和那些闭合的通道),并除以确定通道数量位置处的过滤元件的截面积的两倍。一般,可以预见槽纹密度贯穿过滤元件的长度从入口流动面到出口流动面会保持相对恒定,反之亦然。应当理解,z-介质截面积是指介质(卷绕或层叠)的截面积,并不必然是指过滤元件的截面积。过滤元件可能具有壳套或密封,旨在接合外壳,使得过滤元件的截面积大于介质的截面积。此外,介质的截面积是指有效面积。也就是说,如果介质围绕芯部或芯轴卷绕,芯部或芯轴的截面积不是z-介质包截面积的一部分。

[0080] 计算单面介质的槽纹密度(ρ)的另一公式为:

$$[0081] \quad \rho = \frac{1}{(J+T) \times D1}$$

[0082] 在槽纹密度的公式中,J为槽纹高度,D1为槽纹周期长度,而T为槽纹片材的厚度。该可替换公式可被称作计算单面介质槽纹密度的公式。单面介质槽纹密度根据单面介质的结构确定。相反地,介质包槽纹密度根据组合后的介质包确定。

[0083] 理论上,介质包槽纹密度和单面介质槽纹密度应当具有相似的结果。不过,也可能介质包被设置成使得介质包槽纹密度和单面介质槽纹密度具有不同的结果。

[0084] 图2和3中所示和表1所表征的标准B槽纹提供了卷绕的过滤介质,所述过滤介质的

槽纹密度(介质包槽纹密度和单面介质槽纹)为约34槽纹/英寸²。由标准B槽纹介质所形成的介质包可被表征为平均槽纹密度为约34槽纹/英寸²。槽纹密度(不论表述为介质槽纹密度还是单面介质槽纹密度)可被视为是介质包的平均槽纹密度,除非另外说明。因此,槽纹密度有时可被称为槽纹密度,而另一些时候可被称为平均槽纹密度。一般,增大平均槽纹密度是指介质包的槽纹密度大于标准B槽纹介质的槽纹密度。例如,增大的槽纹密度可以指介质包的槽纹密度大于35.0槽纹/英寸²。介质包的槽纹密度可以大于约36槽纹/英寸²,大于约38槽纹/英寸²,大于约40槽纹/英寸²,大于45槽纹/英寸²,或大于约50槽纹/英寸²。介质包可以具有减小的槽纹密度(与标准B介质相比),以提供减小的压力降或流过其间的更小的阻力。例如,介质包的介质包槽纹密度可以为小于约34槽纹/英寸²,小于30槽纹/英寸²,或小于约25槽纹/英寸²。

[0085] 一般,具有增大槽纹密度的介质倾向于增大介质空间内的介质表面积,并因此倾向于增大过滤介质的载荷能力。因此,增大介质的槽纹密度可以具有增强介质载荷能力的效果。不过,假设其它因素保持不变,增大介质的槽纹密度可能具有增大通过介质的压力降的效果。

[0086] 增大过滤介质的槽纹密度可能具有减小槽纹高度(J)或槽纹周期长度(D1)的效果,或二者皆有。结果,槽纹的尺寸(槽纹的尺寸是指槽纹的截面积)趋向于随着槽纹密度的增大而减小。结果,较小的槽纹尺寸具有增大通过过滤介质的压力降的效果。一般,提到通过介质的压力降,是指相对于在介质的第二面测得的压力在介质的第一面所确定的压力差,其中第一面和第二面位于槽纹的大致相对端。为了使过滤介质具有较高的槽纹密度,同时保持希望的压力降,可以减小槽纹长度。槽纹长度是指从过滤介质的第一面到过滤介质的第二面的距离。在过滤介质用于过滤内燃机的空气的情况,短长度槽纹可被表征为槽纹长度小于约5英寸(例如,约1英寸-约5英寸,或约2英寸-4英寸)的那些槽纹。中等长度槽纹可被表征为长度为约5英寸-约8英寸的那些槽纹。长的长度槽纹可被表征为槽纹长度大于约8英寸(例如,约8英寸-约12英寸)的那些槽纹。

[0087] 另一种增大介质包中可用于过滤的过滤介质的技术包括选择槽纹介质结构,所述槽纹介质结构与例如表1所述的那些标准槽纹介质设计相比具有增大的可用于过滤的过滤介质质量。一种提供增大可用于过滤的过滤介质的槽纹介质设计的技术是通过在相邻峰之间形成脊。如前所述,槽纹介质峰可被表征为内峰或者外峰,这取决于在槽纹介质被粘接至表面片材以形成单面介质的情况中所述峰是面向表面片材还是背对表面片材。在没有表面片材的情况,可以根据希望的定向来选定内峰和外峰。不过,应当记住,内峰位于槽纹过滤介质的一侧上,而外峰被设置在槽纹过滤介质的另一侧上。

[0088] 图4a-c示出了具有示范性槽纹形状以便增强过滤性能的介质的部分。图4a所示的槽纹形状可被称为“低接触”槽纹形状。图4b和图4c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”的名称是指槽纹形状与标准A和B槽纹介质相比能够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接触(例如,掩蔽)的量。“零应变”的名称是指槽纹形状能够沿槽纹的长度成锥形,而不会在介质上引起不希望水平的应变(应力)。一般,介质中不希望水平的应变(或伸长)可以表示在介质中引起撕裂或扯裂的应变,或者需要使用能够承受较高水平应变的更昂贵介质的应变。

[0089] 现在参见图4a-4c,介质110包括在表面片材111和113之间的槽纹片材112,介质

120包括在表面片材121和123之间的槽纹片材122,而介质140包括在表面片材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表面片材111、121或141可由同一单面介质提供。

[0090] 介质110、120和140可被设置成提供过滤元件,用于净化流体(如空气)。过滤元件可被设置成卷绕元件或层叠元件。卷绕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(的)结构。卷绕结构的形状可被表征为圆形、长圆形或跑道形。层叠结构一般包括交替的介质层,所述介质包括槽纹介质片材粘接至表面介质片材。一般,槽纹介质片材粘接至表面介质片材可被称为单面介质。图4a所示的介质110是穿过介质剖开的剖视图,示出了低接触和零应变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的长度方向延伸。此外,槽纹可被密封,从而介质用作z-介质。如果需要,密封可以用粘合剂或密封剂材料。

[0091] 在图4a中,从内峰114的中心点到内峰116的中心点测得距离D1。另外,从外峰115的中心点到外峰119的中心点也可以测得距离D1。示出的槽纹介质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被设置成沿着槽纹长度的至少一部分延伸。一般,每个脊118可被表征为公共区域(general area),在所述公共区域相对较平坦部分的槽纹介质118a连接相对较陡峭部分的槽纹介质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。脊可以由于在该位置的介质变形而形成。由于对介质施加压力,介质可以在脊处变形。对介质施加压力的技术可被称为压印(coining)。

[0092] 对于示例性槽纹片材112,在图4a中可以看到相对较平坦部分的槽纹介质118a为在外峰115和脊118之间延伸的槽纹介质部分。从外峰115至脊118的相对较平坦部分的槽纹介质118a的平均角度相对于表面片材113可被表征为小于 45° ,并且可被设置成相对于表面片材113小于约 30° 。相对较陡峭部分的槽纹介质118b可被表征为从内峰116延伸至脊118的介质部分。一般,相对较陡峭部分的槽纹介质118b(被表征为在内峰116和脊118之间延伸)相对于表面片材113的角度可以大于 45° ,并可以大于约 60° 。由于相对较平坦部分的槽纹介质118a和相对较陡峭部分的槽纹介质118b之间角度上的差异,而提供了脊118的存在。应当理解,相对较平坦部分的槽纹介质118a的角度和相对较陡峭部分的槽纹介质118b的角度可被确定为形成所述介质部分(例如,槽纹介质118a或槽纹介质118b)的端点的点之间的角度,并且所述角度自表面片材113进行测量。此外,涉及的特定角度只是示例,并且形成脊118的介质部分可以具有不同于上述的角度。

[0093] 脊118可以在形成槽纹介质12的过程中沿槽纹片材112的长度由压印、压折、弯曲或折叠而成。可能希望但并非必需,在形成槽纹介质112的步骤过程中进行设定脊118的步骤。例如,脊118可通过热处理或湿处理或其组合而设置。另外,脊118可以由于压折、弯曲或折叠的结果而存在,以形成脊,而不需要额外步骤来设置脊。此外,脊118的特征不会与槽纹片材外峰115或119和槽纹片材内峰116或114混淆。大致较平坦部分118a和大致较陡峭部分118b的表征旨在作为表征脊存在的一种方式。一般,可以预见较平坦部分118a和较陡峭部分118b会表现出弧形。也就是说,可以预见较平坦部分118a和较陡峭部分118b不会是完全

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,对于介质的部分,可以测量介质相对于表面片材的角度,以确定脊118的存在。

[0094] 图4a所示的介质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之间较低的接触面积。脊118的存在有助于在峰115和119处实现减小的掩蔽。脊118的存在是由于槽纹片材112的成形的结果,并因此减少了介质上峰115和119处的内应力。如果不存在脊118,很可能在槽纹片材112中存在一定水平的内张力,它会导致槽纹片材112在峰115和119处形成较大的半径,并从而增大掩蔽。结果,脊118的存在有助于增大相邻峰(例如,峰115和114)之间存在的介质量,并且有助于减小峰(例如,峰115)的半径,这是由于在一定程度上释放了槽纹介质112中的张力,所述张力在缺少脊的情况下会导致槽纹片材112在峰处膨胀或变平。

[0095] 脊118的存在可以通过目测进行检测。尽管从槽纹介质的端部观察低接触形状的存在可能不是特别明显,但可以切入过滤元件并可以看到沿槽纹长度延伸的脊的存在。此外,脊的存在可以通过技术加以确认,其中过滤元件载有灰尘,并且槽纹片材可从表面片材剥离,以露出灰尘块(尘饼),所述尘饼的脊对应于槽纹介质上的脊。一般,尘饼上的脊反映出具有一个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。灰尘表面块的两个部分的相交处形成脊。可用于装填介质以充满槽纹以便在槽纹内形成尘饼的灰尘可被表征为ISO细测试灰尘(ISO Finetest dust)。

[0096] 现在参见图4a,槽纹片材112在距离D2上包括两个脊118,其中距离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,它们也可被称为相邻的第一侧峰(或相邻的第二侧峰)。尽管峰115和119可被称为外峰,它们也可被称为相邻的第二侧峰(或相邻的第一侧峰,只要第一或第二的选择与峰114和116的选择相反)。所述峰在峰面朝向表面片材的情况还另可被表征为表面片材峰。在没有表面片材的情况,所述峰可以简单地被称为峰,同侧峰,相邻的第一侧峰,或相邻的第二侧峰。一般,提及“相邻的同侧峰”是指可用于限定周期的峰。没有表征“同侧”的“相邻峰”是指彼此相邻但面向不同方向的峰(例如,峰114和115)。所述峰的该特征便于描述槽纹介质,如附图所示的介质。

[0097] 尽管槽纹片材112沿每个长度D2可以具有两个脊118,但如果需要,槽纹片材112沿每个周期长度D2可以具有单个脊,并且可被设置成具有某些周期表现为至少一个脊,某些周期表现为两个脊,而某些周期表现为没有脊,或上述任意组合的结构。

[0098] 当由重复槽纹型式的工艺制成时,槽纹片材可被表征为具有重复型式的槽纹。重复型式的槽纹表示贯穿介质的长度(例如,沿机器方向),槽纹的型式重复。例如,每个槽纹可以在相邻峰之间表现为一个脊。可能存在每个槽纹可在相邻峰之间表现为两个脊的型式。此外,可能有脊存在于某些槽纹的相邻峰之间但不存在于其它槽纹的相邻峰之间的型式。例如,一个周期可能表现为单个脊或两个脊,而随后的周期可能表现为没有脊、单个脊或两个脊,并且随后的槽纹可能表现为没有脊、一个脊或两个脊,等等。在某种情况,型式自身重复。不过,并不要求在每个相邻峰之间存在一个脊或两个脊。本发明的益处可通过设置重复型式的槽纹来获得,其中在重复型式内,相邻峰之间存在至少一个脊。优选的,所述型式包括在相邻的同侧峰之间有两个脊,如图4a所示。

[0099] 应当理解,表征脊的存在意味着沿槽纹的长度存在脊。一般,脊可以沿槽纹的长度

设置,该长度足以使所得到的介质具有希望的性能。尽管脊可能在槽纹的整个长度上延伸,脊也可能由于例如槽纹端部的影响而不在槽纹的整个长度上延伸。示例性的影响包括在槽纹端部处的槽纹闭合(例如针刺)和塞的存在。优选地,脊延伸槽纹长度的至少20%。举例来说,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%。槽纹的端部可以用某种方式闭合,并且由于闭合,当从一个面观察介质包时可能会或可能不会察觉到脊的存在。因此,将脊的存在表征为沿着槽纹的长度延伸并不意味着脊必须沿槽纹的整个长度延伸。此外,在槽纹的端部可能察觉不到脊。

[0100] 现在参见图4b,槽纹介质120包括设置在表面片材121和123之间的槽纹片材122。槽纹片材122包括在相邻峰124和125之间的至少2个脊128和129。沿着长度D2,介质122包括4个脊128和129。介质的单个周期长度可以包括4个脊。应当理解,脊128和129不是可被称为表面介质峰的峰124,125或126。可以设置介质122,使得相邻峰(例如,峰125和126)之间有两个脊128和129。另外,可以设置重复型式。在图4b所示的重复型式中,在每个相邻峰之间有两个脊,而在每个周期中具有4个脊。在另一重复型式中,在相邻峰之间可能有任何数量(例如,0、1或2)的脊,只要重复型式包括在型式某些地方的相邻峰之间出现至少一个脊。在图4b所示的优选实施例中,每个相邻峰之间有两个脊。

[0101] 脊128可被表征为相对较平坦部分的槽纹介质128a与相对较陡峭部分的槽纹介质128b相连接的区域。一般,相对较平坦部分的槽纹介质128a可被表征为具有小于45°并优选小于约30°的角度,其中所述角度在脊128和脊129之间测得。相对较陡峭部分的槽纹介质128b可被表征为具有大于45°并优选大于约60°的角度,其中所述角度从峰126至脊128测得。脊129可以是由于相对较平坦部分的槽纹介质129a与相对较陡峭部分的槽纹介质129b相交的结果。一般,相对较平坦部分的槽纹介质129a对应于从脊128延伸至脊129的介质部分的角度。一般,相对较平坦部分的槽纹介质129a可被表征为具有的倾斜度小于45°,并优选小于约30°。相对较陡峭部分的槽纹介质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可被表征为在脊129和峰125之间具有一角度。一般,相对较陡峭部分的槽纹介质129b可被表征为具有大于45°并优选大于约60°的角度。

[0102] 现在参见图4c,槽纹介质140包括设置在表面片材141和143之间的槽纹片材142。槽纹片材142包括在内峰144和外峰145之间的至少两(2)个脊148和149。沿着长度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不是峰144和145。介质140可被设置成使得相邻峰(例如144和145)之间有两个脊148和149。此外,槽纹片材140可被设置成使得在其它相邻峰之间,存在一个脊、两个脊或没有脊。并不要求在每个相邻峰之间有两个脊。如果需要交替地出现脊或在相邻峰之间的预定间隔处设置脊,峰之间可以没有脊。一般,槽纹的型式可被设置成槽纹的型式重复并且包括在相邻峰之间存在的脊。

[0103] 脊148和149可被表征为相对较平坦部分的槽纹片材与相对较陡峭部分的槽纹片材相连接的区域。对于脊148的情况,相对较平坦部分的槽纹片材148a与相对较陡峭部分的槽纹片材148b连接。对于脊149的情况,相对较平坦部分的槽纹片材149a与相对较陡峭部分的槽纹片材149b连接。相对较陡峭部分的槽纹介质可被表征为当对该介质部分相对于表面片材143进行测量时,具有大于45°并优选大于约60°的角度。相对较平坦部分可被表征为对

于该介质部分相对于表面片材143来说,具有的倾斜度为小于 45° 并优选小于约 30° 。

[0104] 槽纹片材142相对于槽纹片材122而言可被认为更有利于制备,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,包角是指槽纹成形的步骤过程中导致介质折弯的角度的总和。对于槽纹介质142的情况,与槽纹介质122相比在槽纹成形过程中介质折弯更少。结果,通过槽纹成形而形成的槽纹片材142,所需要的介质抗拉强度与槽纹片材122相比更低。

[0105] 示出的槽纹片材112、122和142从峰到峰是相对对称的。也就是说,对于介质112,122和142,在相邻峰之间槽纹重复具有相同数量的脊。相邻峰是指沿槽纹介质的长度方向彼此邻近的峰。例如,对于槽纹介质112,峰114和115被认为是相邻峰,并且峰114和116可被认为是相邻的同侧峰。不过,介质的周期不要求在相邻峰之间具有相同数量的脊,并且介质在这种方式可被表征为不对称。也就是说,介质可被制备成在半个周期上具有脊而在另半个周期上没有脊。

[0106] 通过在槽纹介质的相邻峰之间设置单个脊或多个脊,相对于现有技术的介质(如标准A和B槽纹)可以增大距离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,提供具有更多可用于过滤的介质的过滤介质是可行的。前述介质-线百分比的测量结果可用于表征设置在相邻峰之间的介质量。长度D2被定义为槽纹片材112、122和142在槽纹片材112、122和142的一个周期上的长度。对于槽纹片材112的情况,距离D2是从较低峰114至较低峰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至较低峰126的槽纹片材122的距离。该距离包括至少四个脊128和129。由于在相邻峰之间具有一个或多个折纹而使相邻峰之间存在增大的过滤介质可通过介质-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4a所示的槽纹设计)可表现出的介质-线百分比为约6.2%-约8.2%。零应变槽纹(例如图4b和4c所示的槽纹设计)可具有的介质-线百分比为约7.0%-约16%。

[0107] 设置脊(例如,118,128和129)的存在的另一优点是这些脊有助于减小介质上的应力,以便在峰处具有更小的掩蔽区域。一般,如果在槽纹成形的过程中不形成脊,介质中较大的张力或弹性复原性可能导致所述峰表现出较大水平的掩蔽。通过在使过滤介质槽纹成形时在过滤介质中引入脊,就变得易于形成并有助于保持峰的较小半径,以减少掩蔽。

[0108] 现在参见图5,通过附图标记198的示意性表示示出了形成槽纹介质和单面介质的示例性工艺。在该示意性表示中,介质200被压纹成形,以形成槽纹介质202。槽纹介质202可以与表面介质204结合以形成单面介质206。

[0109] 介质200行进通过导向辊208并且由于引导装置210的作用被引导进入希望或正确的位置。可以设置加热器212,以便将介质200加热至希望的温度。一般,希望加热介质200以避免由于槽纹成形工艺而出现裂缝。应当理解,使用加热器并不是必须的。此外,可以采用一装置来控制介质200的含水量的湿度。所述湿度控制装置可用于取代加热器212或与加热器212结合使用。加热器212可被设置成将介质200加热到约 120°F -约 150°F 的温度。

[0110] 介质200进入压纹辊220以形成槽纹介质202。压纹辊220包括第一辊222和第二辊224。第一辊222可被称为压印辊(coining roll),而第二辊224可被称为接纳辊(receiver roll)。另外包括在压纹辊内作为压纹辊220一部分的是第一压力辊226和第二压力辊228。

对于所示的压纹辊220的定向,压印辊222可被称为上辊,而接纳辊224可被称为下辊。当然,如果需要,该定向可以反过来。随着介质200进入压印辊222和接纳辊224之间的辊缝230,介质200被变形以便形成具有希望形状的槽纹型式的槽纹介质202。在所示的压纹辊220的结构中,介质200沿机器方向行进,而压印辊222和接纳辊224沿横向方向延伸,以便槽纹沿横向方向延伸。横向方向是指横向于机器方向的方向。沿介质200的箭头示出了机器方向。尽管示出的压纹辊220设置槽纹沿横向方向延伸,应当理解,也可以设置其它的结构,以便槽纹沿机器方向延伸。

[0111] 表面介质204沿导向辊240行进。引导装置242将表面介质204引导上第一压力辊226。粘接边可以在粘接边涂敷器244处施加至表面介质204上,而密封边可以在密封边涂敷器246处施加至表面介质204上。在第一压力辊226接合接纳辊224的位置,槽纹介质202和表面介质204结合在一起。第二压力辊228被设置成将槽纹介质202固定至表面介质204。所得到的单面介质206可用于提供过滤介质结构。

[0112] 现在参见图6-8,附图标记250示出了第一辊或压印辊。压印辊250可用作图5所示压纹辊220中的压印辊222。第一辊250绕轴252转动,并且包括外表面或外周254,所述外表面或外周在与接纳辊或轮224结合时提供对过滤介质的压纹。压印辊222可以包括内表面256,在内表面上可以安装压印辊222。外表面254包括多个压印辊突出部分258。图6仅示出了围绕压印辊250的外周延伸的压印辊突出部分258的一部分。压印辊250可以包括围绕外表面或外周254间隔开的约30-约650个压印辊突出部分258。应当理解,可以根据压印辊的直径以及各压印辊突出部分之间希望的间距或峰-峰距离来设置压印辊250上的压印辊突出部分258的数量。例如,压印辊可具有的最小直径为约4.5英寸,最大直径为约40英寸。

[0113] 图7和8示出了压印辊突出部分258的细节。所示的压印辊突出部分258包括三个介质接触区域260,所述介质接触区域设置用于接合进入辊缝230的介质。尽管示出的压印辊突出部分258具有三个介质接触区域260,压印辊突出部分也可以设置成具有两个介质接触区域。介质接触区域260中的一个可被称为峰接触区域262,而介质接触区域260中的另两个可被称为第一和第二脊接触区域264和266。峰接触区域262可被设置用于形成峰115,而第一和第二脊接触区域264和266可提供图4a所示槽纹介质的脊118。在峰接触区域262和第一脊接触区域264之间可以设置第一介质张弛区域270,而在峰接触区域260和第二脊接触区域266之间可以设置第二介质张弛区域272。一般,第一介质张弛区域270和第二介质张弛区域272使介质在峰接触区域262以及第一和第二脊接触区域264和266之间能够自由移动。通过设置介质张弛区域,能够使过滤介质移动并从而释放在介质上的应力。当辊转动并且介质被送入辊缝230时,由于介质张弛区域的存在,过滤介质可避免受到张力破坏,并可避免撕裂。

[0114] 介质接触区域260被设置成接合介质并使介质转向,但不应当半径太小以至于会割开介质。一般,介质接触区域的半径为至少约0.01英寸。接触区域的半径可以大至槽纹高度J的约三分之一。一般,希望在介质上设置折纹、弯曲或折叠,但不希望由于槽纹(压纹)成形而割开介质。介质接触区域260的半径的最上限可被表征为导致介质接触区域不能实现希望角度的介质转向以至于介质趋向于回到其初始扁平形状的半径。希望介质由于被送入第一和第二辊之间的辊缝而发生变形。如果介质接触区域太大(具有太大的半径),则希望的槽纹片材可能不会形成。介质接触区域260可被称为辊隙。介质张弛区域可被称为间隙。

一般,希望过滤介质能够在介质张弛区域中移动,以便减小或释放由于与介质接触区域260接触而使介质转向所造成的在介质上的应力。张弛区域或间隙的一般长度是介质接触区域之间的距离。

[0115] 压印辊包括一系列设置在槽纹突出部分258之间的压印辊凹处276。一般,压印辊凹处276允许形成图4所示的介质的峰114和116。在各压印辊突出部分258之间可以找到压印辊凹处276。另外,压印辊凹处276包括底部接触区域278,所述底部接触区域容纳或接触介质。一般,从底部接触区域278延伸到第一脊接触区域264的辊的区域可被称为第一介质张弛区域280,而从底部凹处区域278延伸到第二脊接触区域266的辊的区域可被称为第二介质张弛区域282。一般,设置第一介质张弛区域280和第二介质张弛区域282,以便介质在这些区域有一定的自由移动度。

[0116] 现在参见图9-11,附图标记290示出了第二辊或接纳辊。接纳辊290可以是图5的压纹辊220所示的接纳辊224。接纳辊290绕轴292转动,并且包括外表面或外周294和内表面297。接纳辊290可由内表面297支撑。外表面294包括多个接纳辊凹处296和接纳辊突出部分298。一般,接纳辊290包括具有交替的接纳辊凹处296和接纳辊突出部分298的外表面294。

[0117] 接纳辊凹处296包括接触区域300。接触区域300可被称为峰接触区域302以及第一和第二脊接触区域304和306。可以设置在峰接触区域302和第一脊接触区域304之间延伸的第一介质张弛区域308。可以设置在第一峰接触区域302和第二脊接触区域306之间延伸的第二介质张弛区域310。介质张弛区域308和310被设置成允许介质在槽纹成形过程中移动。接纳辊突出部分298包括介质接触区域320。此外,接纳辊290包括设置在第一脊接触区域304和介质接触区域320之间延伸的第一介质张弛区域322,和在第二脊接触区域306和介质接触区域320之间延伸的第二介质张弛区域324。

[0118] 在传统的波纹成形工艺中,由于将基层移入两个辊或轮之间的辊缝而使基层成波纹状,其中每个辊或轮具有齿和凹处,在一个轮上的齿接合在另一个轮上的凹处,反之亦然。传统波纹成形工艺中辊或轮上的齿和凹处可能是相对对称的,从而得到相对对称的波纹。相反地,辊250和290可被认为是不对称的齿和凹处。

[0119] 压印辊250具有可被认为是一种形式的齿的压印辊突出部分258,和可被认为是一种形式的凹处的压印辊凹处276。相似地,接纳辊290包括可被认为是一种类型的凹处的接纳辊凹处296,和可被认为是一种类型的齿的接纳辊突出部分298。在作业期间,压印辊突出部分258接合接纳辊凹处298,而接纳辊突出部分298接合压印辊凹处276。该作业在图12中示出,其中压印辊250和接纳辊290接合过滤介质,以形成槽纹过滤介质312。

[0120] 在传统的波纹成形工艺中,例如用于形成A槽纹和B槽纹的波纹成形工艺中,波纹辊可被认为是相对对称的。相对对称的辊是一个辊(例如上辊)具有的齿和凹处类似于另一个辊(例如下辊)上的齿和凹处。因为在传统波纹成形工艺中的辊是对称的,所得到的槽纹大体是对称的。通过设置不对称的辊,所得到的过滤介质的性能可能增强。压印辊250和接纳辊290就突出部分或齿和凹处的结构而言,可被认为是不对称的。虽然压印辊250和接纳辊290就周期长度而言可被认为是对称的,但两个辊上的突出部分和凹处的结构是不同的,因此,所述辊可被认为是不对称的。

[0121] 应当理解,术语“压印辊”和“接纳辊”是相对主观的。压印辊和接纳辊的结合提供了沿着至少一部分槽纹长度的脊的存在。因此,通过在两个辊上设置介质接触区域(所述介

质接触区域在过滤介质的相对侧上接合过滤介质以形成脊或折纹或弯曲), 辊的结合效果在过滤介质上形成了重复型式的槽纹。此外, 将辊表征为压印辊, 并不表示排除了其它辊(例如, 接纳辊) 具有突出部分的可能性, 所述突出部分接合压印辊上的凹处以便在过滤介质上形成脊、弯曲或折纹。例如, 第一辊被表征为具有多个第一辊突出部分并不表示第一辊突出部分在辊的整个长度上延伸。可能希望第一辊突出部分只在辊的一定长度上延伸。此外, 第一辊凹处、第二辊突出部分和第二辊凹处中的任何一个可能在小于辊的整个长度的辊的一部分上延伸。举例来说, 突出部分和凹处可能延伸的辊的长度相当于槽纹长度的至少30%, 槽纹长度的至少50%, 槽纹长度的至少60%, 槽纹长度的至少80%, 或整个槽纹长度。

[0122] 上述说明提供了本发明的制造和使用的全部描述。由于在不偏离本发明的精神和范围的情况下可以获得本发明的多个实施例, 本发明的范围由所附权利要求书确定。

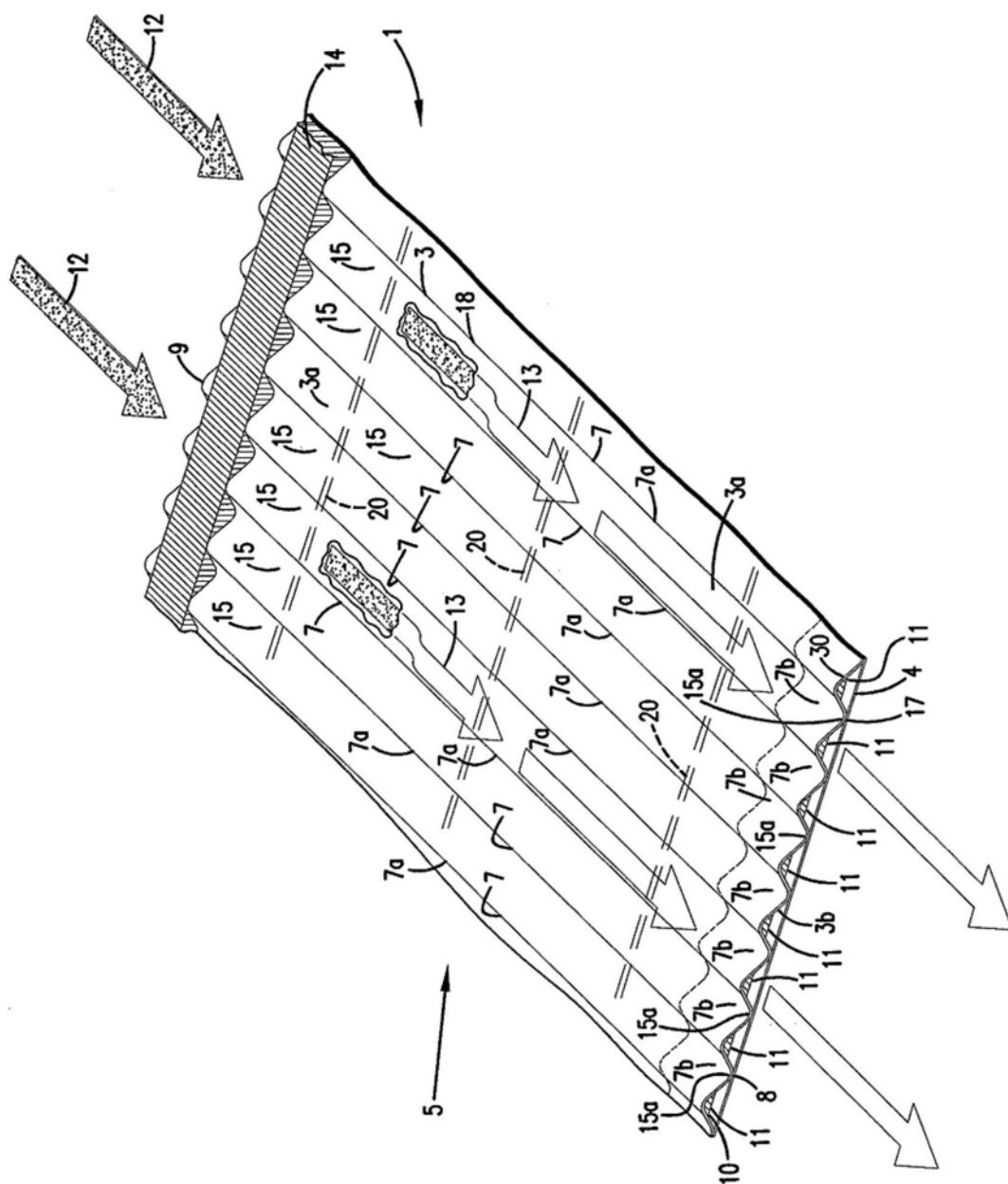


图1

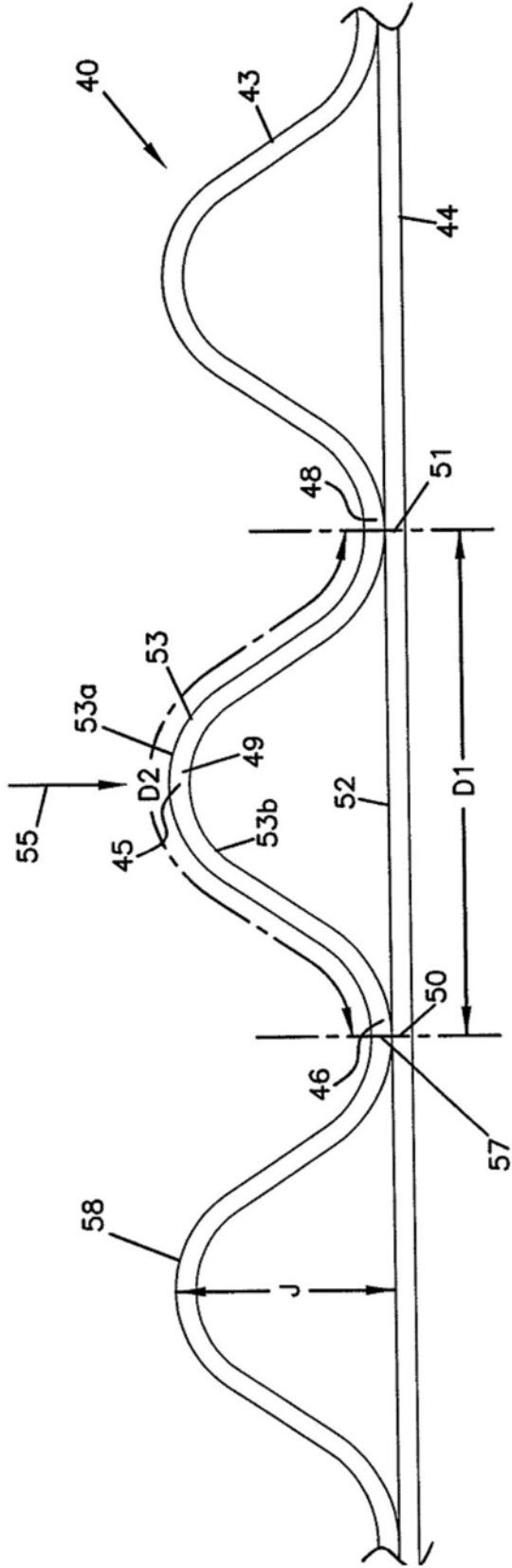


图2

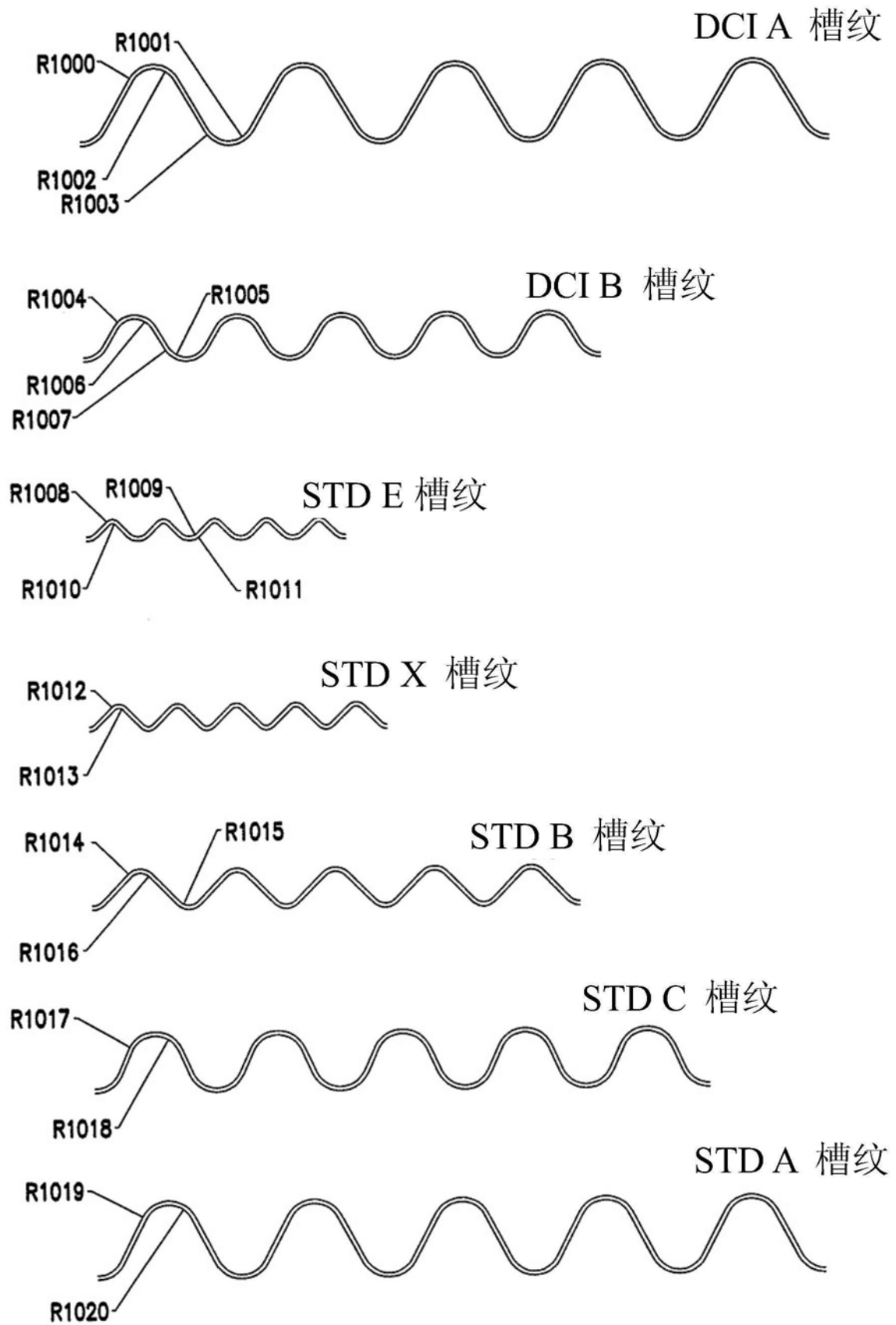
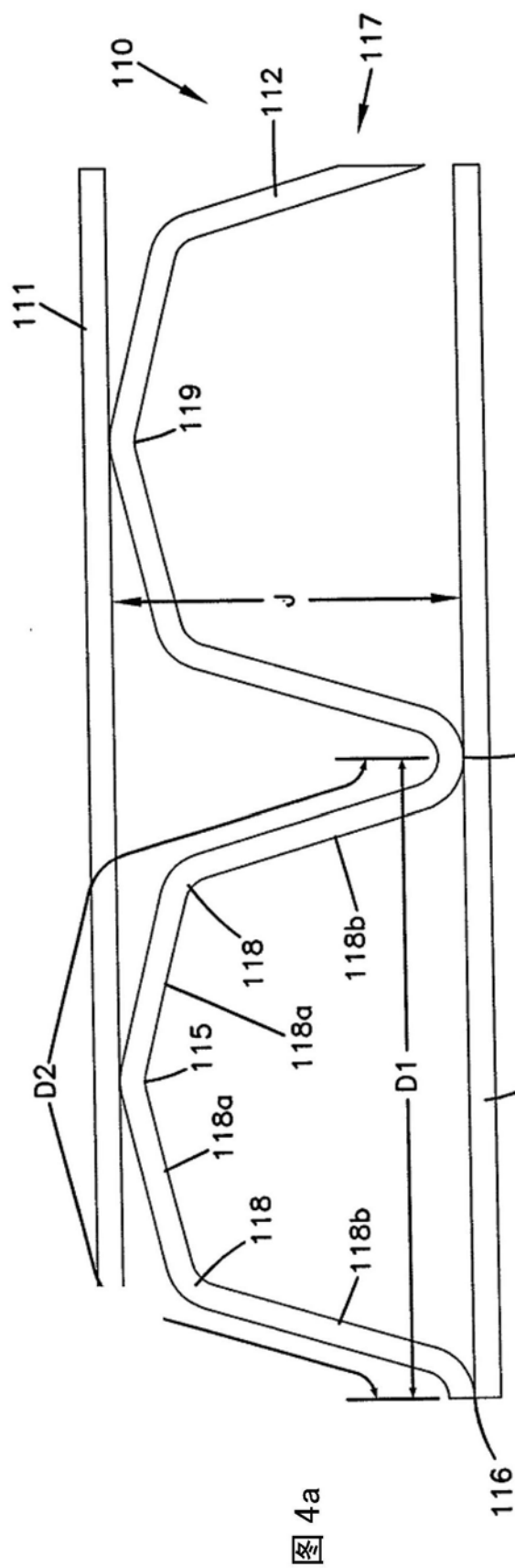
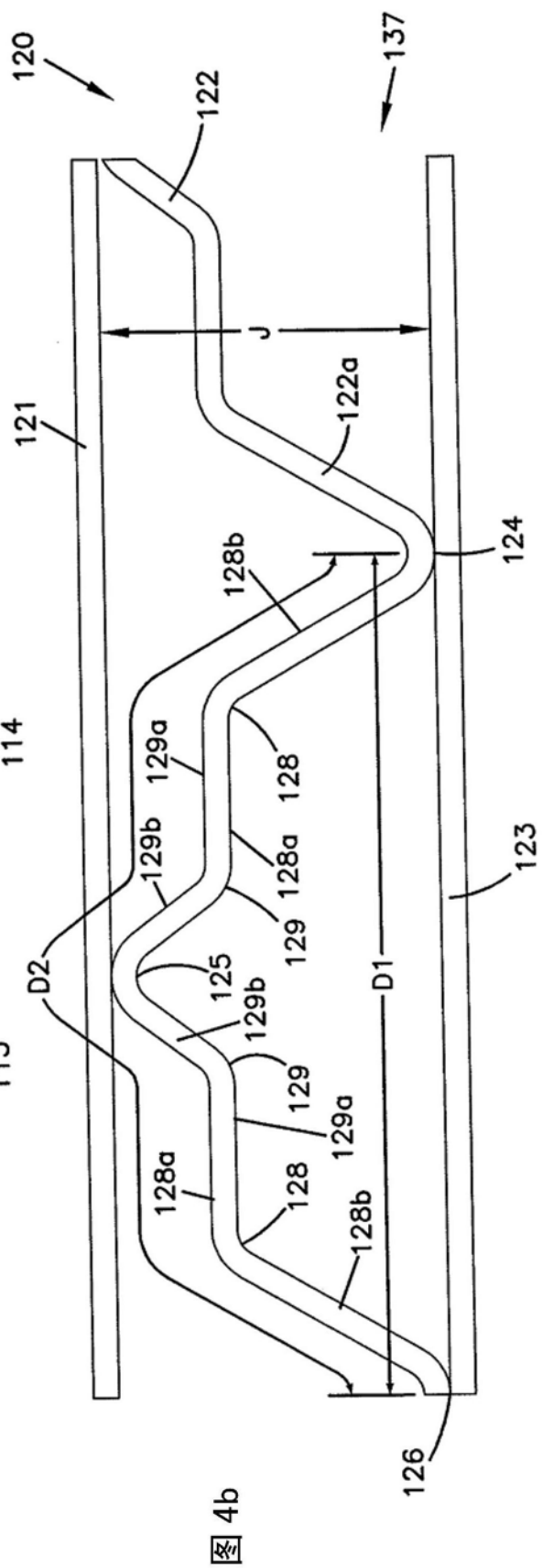


图3



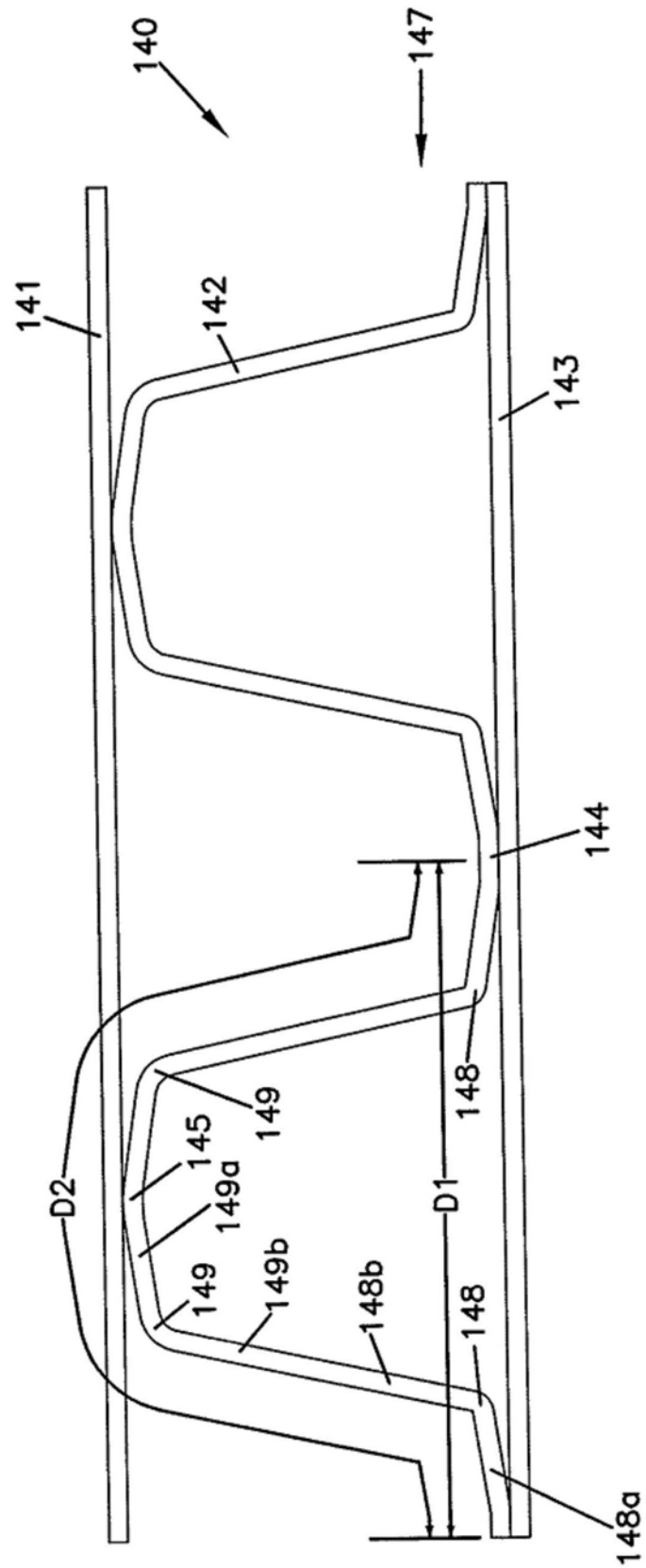


图4c

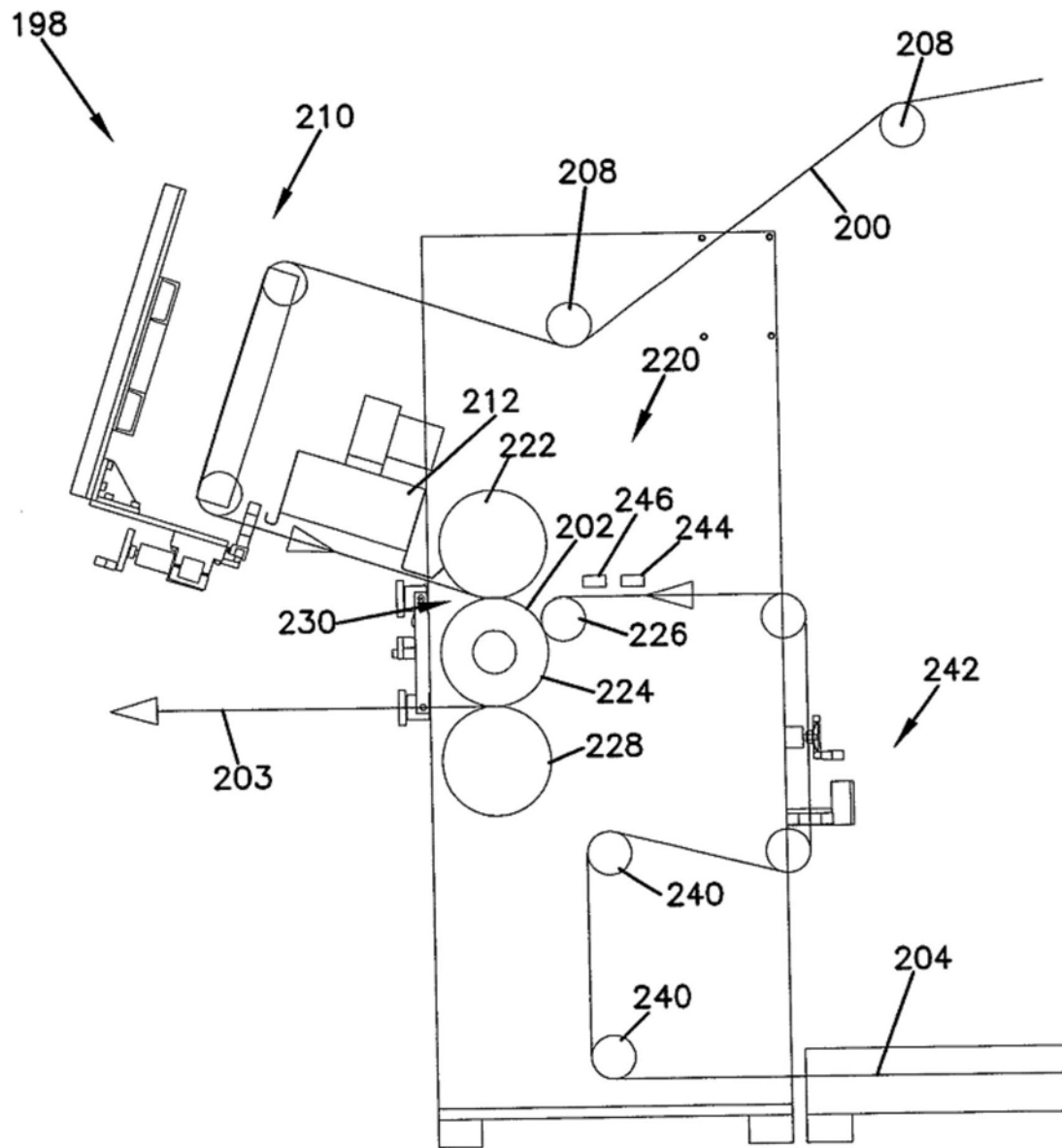


图5

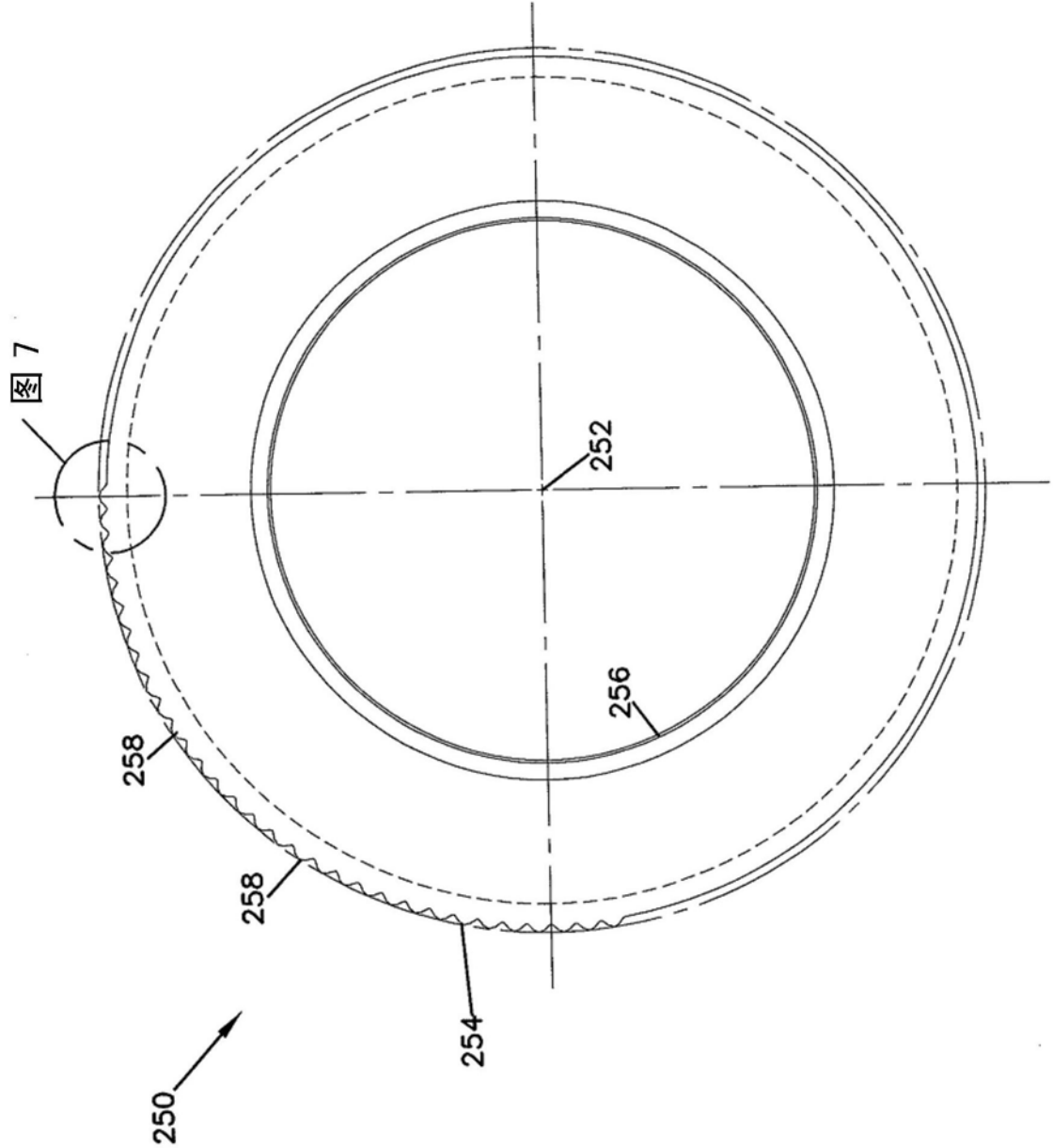


图6

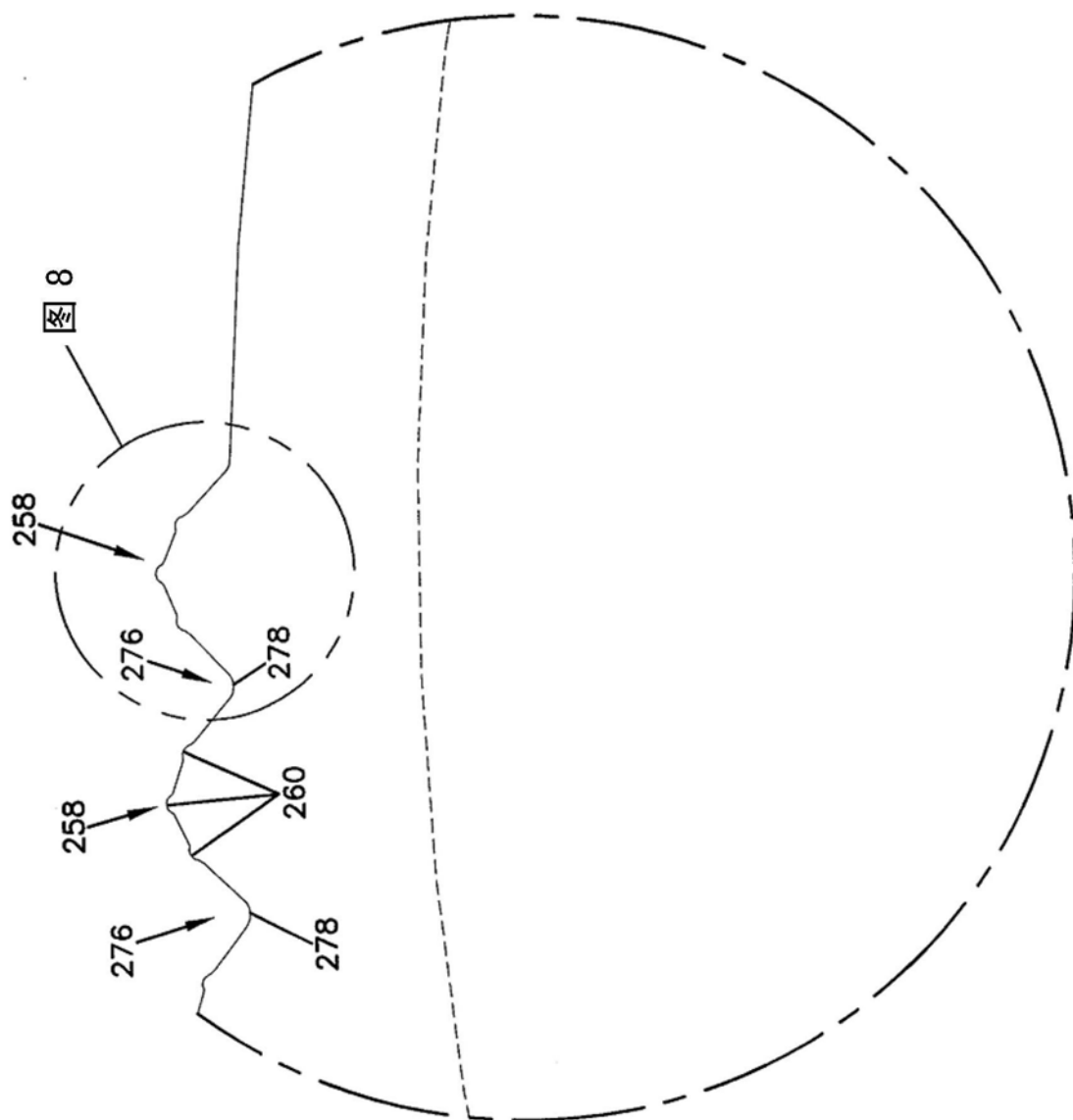


图7

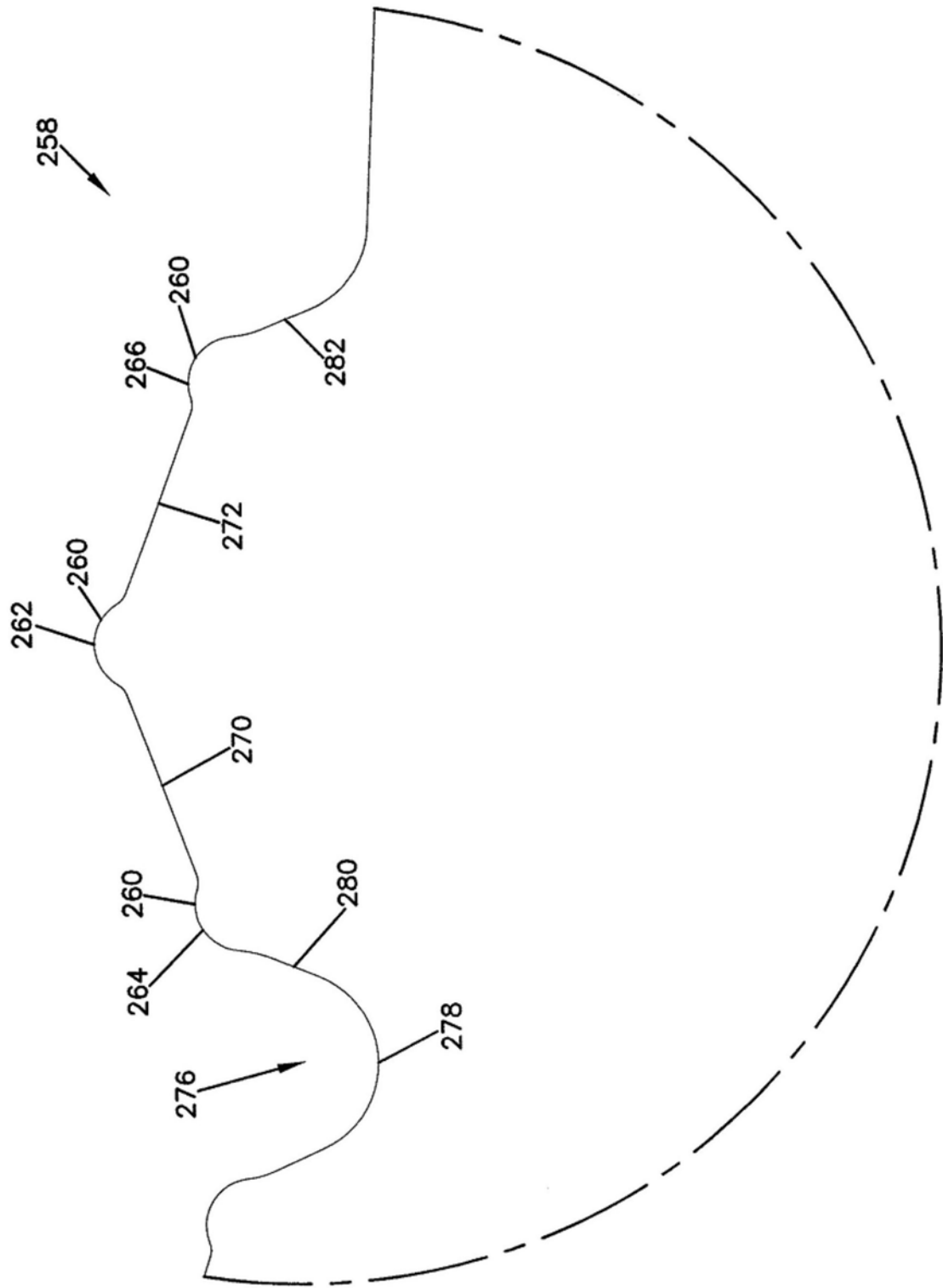


图8

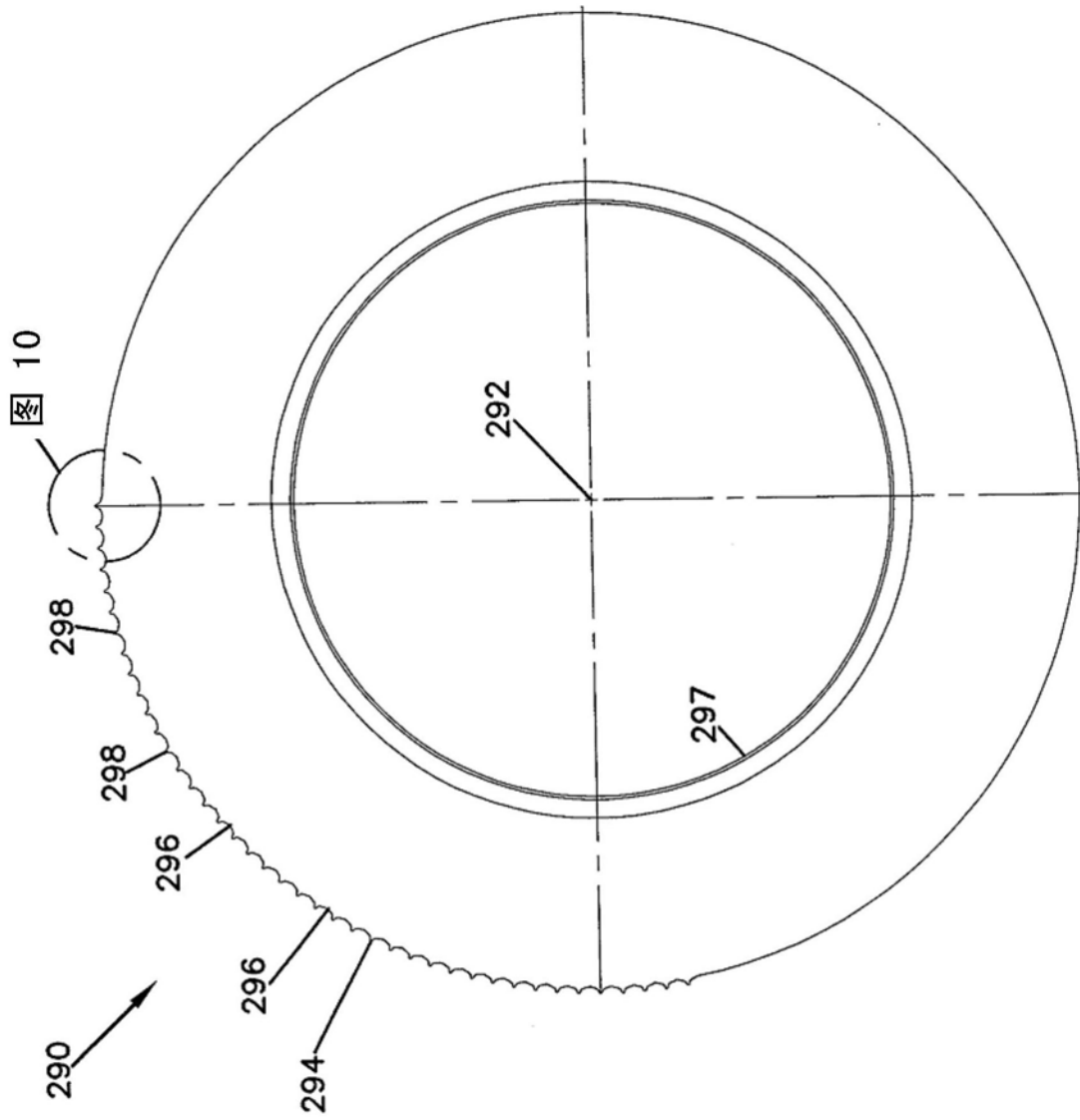


图9

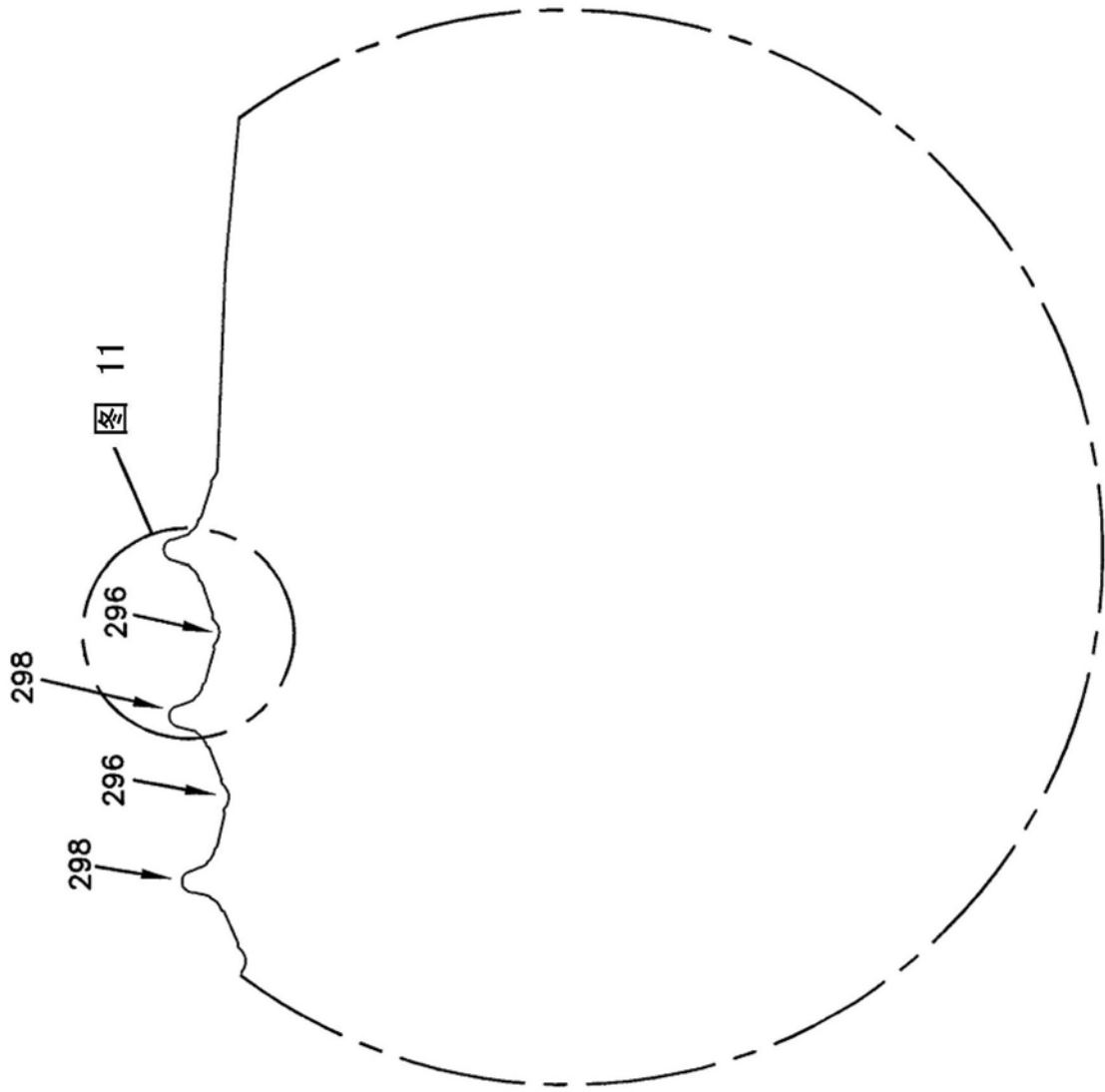


图10

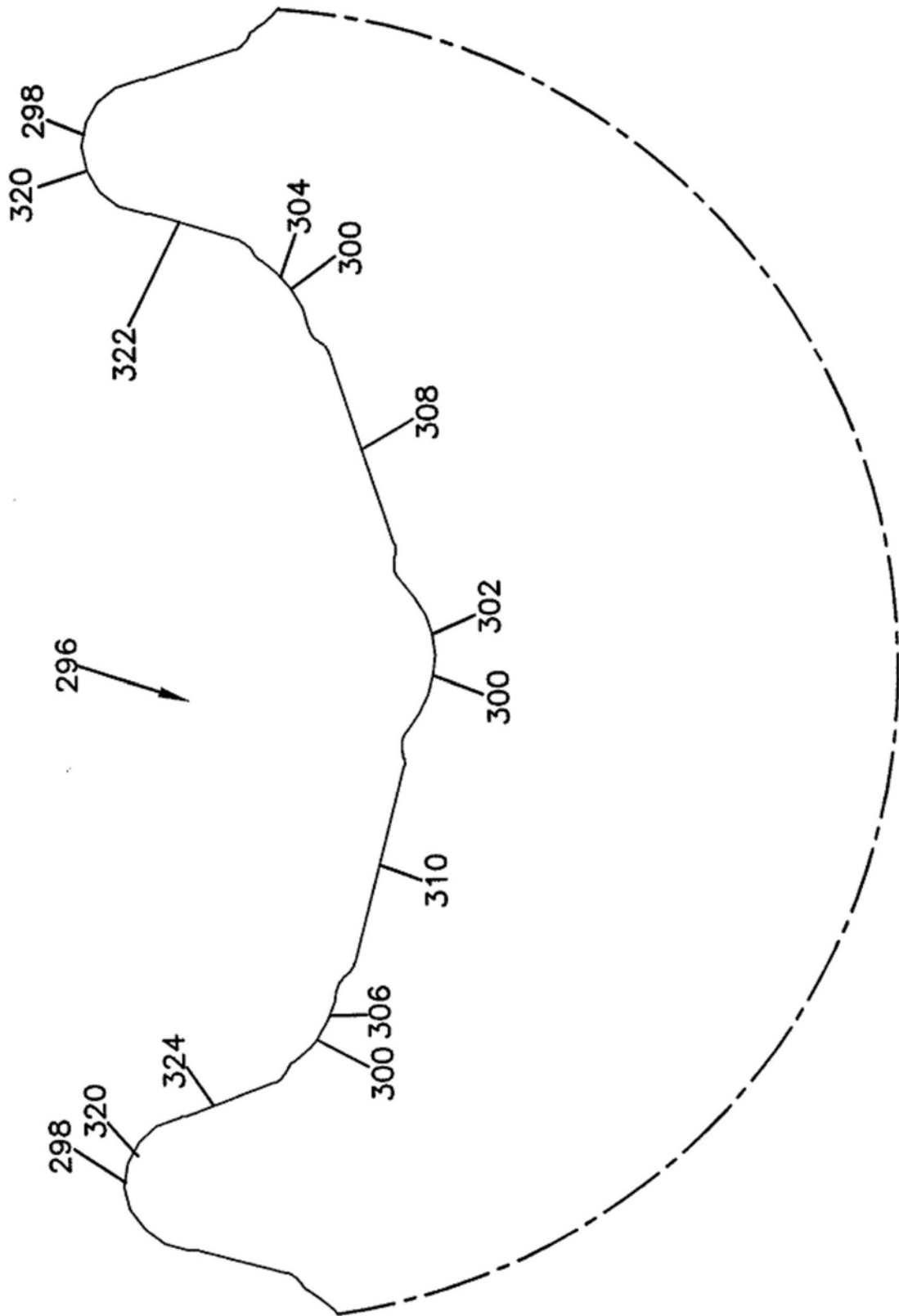


图11

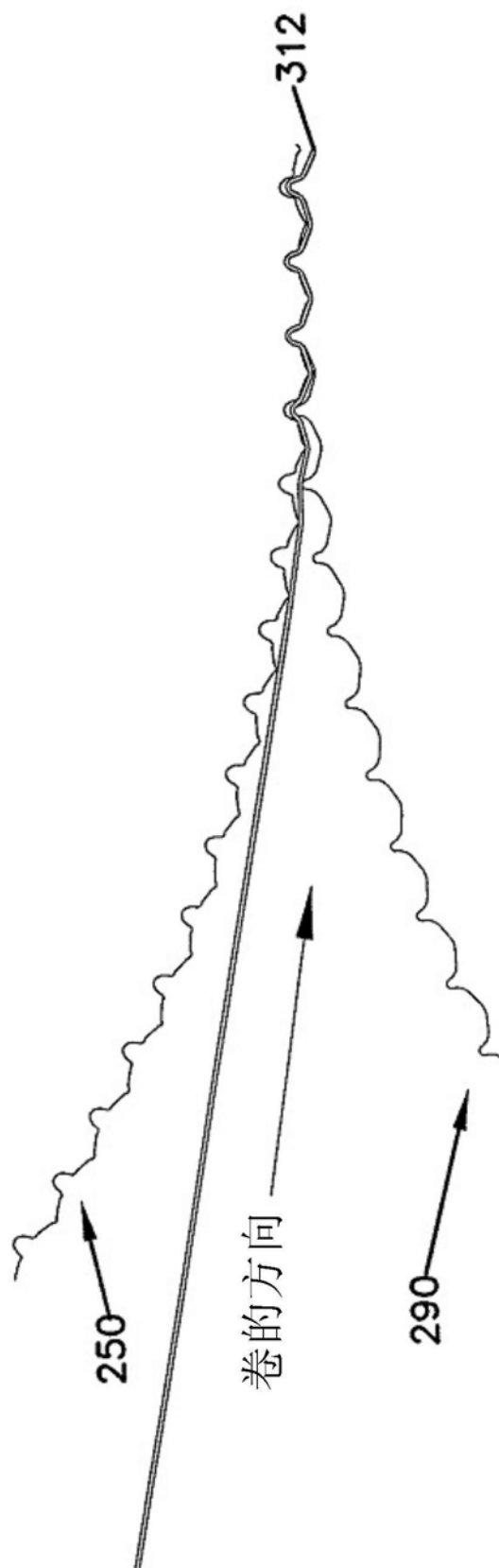


图12