



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104471298 B

(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201380038214.1

(22)申请日 2013.07.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104471298 A

(43)申请公布日 2015.03.25

(30)优先权数据
13/552,165 2012.07.18 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.01.16

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/050096 2013.07.11

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/014741 EN 2014.01.23

(73)专利权人 法克有限公司
地址 美国密苏里州

(72)发明人 J·A·沃克 T·法瑞尔

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 顾峻峰

(51)Int.Cl.
F16K 17/40(2006.01)
F16K 17/14(2006.01)

(56)对比文件
US 2010224603 A1, 2010.09.09,
US 2010/0140264 A1, 2010.06.10,
CN 101184946 A, 2008.05.21,
US 2010140238 A1, 2010.06.10,
CN 102112788 A, 2011.06.29,
JP H1143008 A, 1999.02.16,
CA 2373273 C, 2009.12.15,

审查员 陈黎

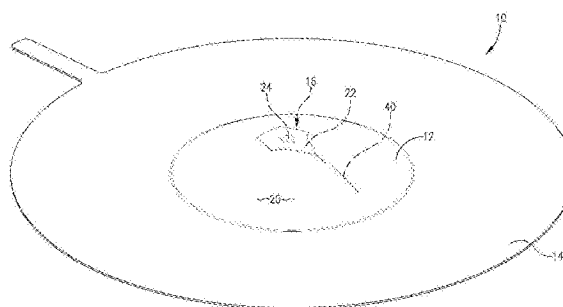
权利要求书1页 说明书7页 附图10页

(54)发明名称

具有激光限定的反向起始及变形控制特征的破裂圆盘

(57)摘要

一种反向作用的破裂圆盘(10),具有设置在圆盘的隆起部分(12)中的激光限定的反向起始特征(16)。反向起始特征包括相对于隆起部分的其余部分具有减小厚度的至少一个第一激光加工形成的区域(22)。还可将第二激光加工形成的区域(24)设置在第一激光加工形成的区域的边缘以内。第二激光加工形成的区域具有大于第一激光加工形成的区域的深度的深度。弱化线(40)可形成在隆起部分中,用于将隆起部分的翻转引导向诸如打开线凹槽(56)的圆盘的特定区域。



1. 一种过压释放装置,包括:

反向作用的破裂圆盘,所述破裂圆盘包括具有凸面和凹面的中心隆起部分以及与所述隆起部分呈包围关系的外凸缘部分,

所述隆起部分包括激光限定的反向起始特征,所述反向起始特征对所述破裂圆盘必须暴露于的压力进行控制,以开始所述隆起部分的凹面翻转,

所述反向起始特征包括激光加工形成的区域,所述激光加工形成的区域位于所述隆起部分上,具有小于包围所述激光加工形成的区域的所述隆起部分的厚度的厚度,

所述激光加工形成的区域包括第一激光加工形成的部分和第二激光加工形成的部分,所述第二激光加工形成的部分具有大于所述第一激光加工形成的部分的深度的深度,所述第二激光加工形成的部分的至少一部分位于所述第一激光加工形成的部分的边缘内。

2. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述反向起始特征形成在所述破裂圆盘的所述凹面中。

3. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述隆起部分还包括从所述激光加工形成的区域向所述凸缘部分延伸的激光加工形成的弱化线。

4. 如权利要求3所述的装置,其特征在于,所述弱化线构造成将所述隆起部分的翻转从所述反向起始特征引导向在所述隆起部分上的圆盘打开开始区域。

5. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述隆起部分包括限定所述隆起部分的打开区域的打开线凹槽。

6. 如权利要求5所述的装置,其特征在于,所述打开线凹槽通常是C形的,并存在限定所述破裂圆盘的铰接区域的一对相反的端部。

7. 如权利要求5所述的装置,其特征在于,所述隆起部分包括在所述第一激光加工形成的区域和所述打开线凹槽之间延伸的弱化线。

8. 如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述打开线凹槽通过过渡段与所述弱化线互连。

9. 如权利要求8所述的装置,其特征在于,所述过渡段具有基本三角形构型并至少部分地由一对倾斜侧边缘限定。

10. 如权利要求5所述的装置,其特征在于,所述打开线凹槽具有小于所述第二激光加工形成的部分的深度的深度。

11. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述激光加工形成的区域具有多边形形状。

12. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述激光加工形成的区域具有非多边形形状。

13. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述第一和第二激光加工形成的部分具有基本相同的形状。

具有激光限定的反向起始及变形控制特征的破裂圆盘

[0001] 发明背景

发明领域

[0002] 本发明总体涉及具有在其圆顶部分上通过从圆盘激光去除金属而形成的反向起始和变形控制特征的反向弯曲的破裂圆盘。反向起始和变形控制特征提供对破裂圆盘的打开特性的特别控制,具体地说,可以是圆盘反向起始的压力、横过圆盘的圆顶部分翻转的方向、以及破裂时由花瓣状物形成的形状。

背景技术

[0003] 反向作用的破裂圆盘已用作工艺设备中的安全装置,在该工艺设备中,可碰到诸如7至10psig的相对较低的过压条件,以及诸如600psig的相对较高的过压条件。虽然传统上反向弯曲破裂圆盘用于低压应用,但已发现难以在低压下提供窄范围的爆裂压力公差。为了在低差压下获得可靠圆盘破裂,圆盘制造商已将某些结构并到圆盘上以提供弱化区域,在该弱化区域,圆顶的翻转可以在比圆顶没有故意弱化时所需的低得多的压力条件下开始。

[0004] 翻转事件发展的控制已被证明在促进打开特性的优化—例如在低能量条件下获得全开以及在高能量条件下防止破碎是令人满意的。此外,借助正确控制,翻转和打开事件中包含的能量可用于优化已打开的破裂圆盘的流动特性。因此,要求将这种控制包含在破裂圆盘设计中。

[0005] 为此,反向起始特征(RIFs)已被纳入破裂圆盘设计,通常在圆顶的中心中或稍微偏离或偏向圆顶的齿侧(参照位于邻近圆盘的圆盘支承环的齿结构),使得翻转会以相当平衡的方式从RIF开始横穿过圆顶、收集能量直到齿啮合。

[0006] 以往,某些破裂圆盘设计已通过使用如RIFs的刻痕线来完成翻转控制。以前在反向起始且因此爆裂压力控制中使用的另一结构是形成在破裂圆盘的圆顶中的凹窝或其它凹痕。该凹痕策略上位于这样一个位置使得圆盘的圆顶部分会首先在凹陷区域失效。美国专利第6,494,074号披露了在圆顶部分中的圆盘支承凹痕和通过圆顶的机械变形产生凹痕的方法。

[0007] 美国专利第6,945,420披露了在具有改变金属晶粒结构的圆盘的圆顶中形成节段。具体地说,在圆盘坯件的预隆起过程中,将会变成圆盘的圆顶区域的那部分通过柱偏斜。在该初始偏斜之后,柱被移除且预隆起的圆盘经受最终隆起以形成成品破裂圆盘。在最终隆起过程中,在预隆起步骤的过程中事先形成的凹痕在凹痕通过偏斜柱形成之前相对于圆盘本体的其余部分回到其初始位置。因此,圆盘的凹凸部分是光滑的且没有突出表面或凹陷。产生和翻转凹痕的动作在圆盘的圆顶中形成具有比最终隆起部分的其余部分高的残余应力的加工硬化段。当遇到足够大的过压条件时,圆盘的隆起部分在该加工硬化段开始翻转。业已发现,改变部分圆顶的晶粒结构对为给定圆盘厚度提供宽范围的爆裂压力是有效的。然而,借助不同金属和金属合金,由于材料的固有晶体特性的缘故,并不总能观察到

同样宽度的爆裂压力范围。

[0008] 国际专利申请公开W0 2008/155783披露了使用激光产生变形开始区域。在一个实施例中,变形开始区域是通过加热圆盘的部分圆顶产生并通过重力、辐射压力、冲压或其它技术永久设置的凹痕。或者,变形开始区域通过结晶冶金结构由于由激光辐射引起的热变化而改变来制成。

[0009] 美国专利申请第12/331,611号描述了一起控制反向起始的一个或多个非破裂“控制刻痕”的产生。这些“控制刻痕”位于圆顶的顶端和边缘之间的某处,但不越过圆顶的中心,且不设计成不仅在圆盘的翻转和打开过程中而且在圆盘的翻转和打开之后将圆盘的变形引向最佳形状。这些“控制刻痕”还与“破裂刻痕”不同,它们不欲为圆盘开口的部分。

[0010] 单瓣式的反向作用的破裂圆盘碰到的具体问题是,在液体打开情况下在破裂之后会由花瓣状物形成“杯子”形状。在打开事件过程中释放的能量通常比在仅气体压力释放情况下包含的能量低得多,且不总是足以将花瓣状物向后压平抵靠出口,而是使花瓣状物保持在翻转过程中形成的杯子形状。这个杯子形状又导致破裂圆盘的不太理想的流量值。因此,要求包括即使在低能量打开事件中仍可导致花瓣状物压平的圆盘特征内的功能性。

发明内容

[0011] 在圆盘翻转过程中,圆顶的翻转部分的形状通常接近于具有4、5或6个边和顶点的正多边形。这种翻转形状的生长有点杂乱。多边形在其匀称度急剧变化时趋向于旋转,使得在事件过程中顶点的数量有时会变化。本发明的实施例设法控制和调整翻转形状的生长,使得圆盘打开齿可啮合该形状的所需部分,从而导致打开特性得到更好的优化。

[0012] 根据本发明的一个实施例,过压释放装置设置成包括反向作用的破裂圆盘,且具体地说,是单瓣破裂圆盘。破裂圆盘包括具有凸面和凹面的中心隆起部分以及与隆起部分呈包围关系的外凸缘部分。隆起部分包括激光限定的特征,该激光限定的特征对破裂圆盘必须暴露于的压力进行控制,以开始翻转隆起部分的凹面,以及对圆盘材料在破裂之前、过程中以及之后的变形方式进行控制。该特征包括位于隆起部分上具有净厚度的激光加工形成的区域,该净厚度可各点不同,但平均起来小于包围激光加工形成的区域的隆起部分的厚度。激光加工形成的特征可包括第一激光加工形成的部分和第二激光加工形成的部分,其中,第二激光加工形成的部分的至少一部分位于第一激光加工形成的部分的边缘内,并具有大于第一激光加工形成的部分的深度的深度。在某些实施例中,激光加工形成的特征作为在两端加宽的刻痕线越过圆顶,第一端与用作打开线的边缘弱化线(LoW)相连,而第二端正好对应在圆顶顶端的相对侧。

[0013] 根据本发明的另一实施例,过压释放装置设置成包括反向作用的破裂圆盘。类似前述实施例,破裂圆盘包括具有凸面和凹面的中心隆起部分以及与隆起部分呈包围关系的外凸缘部分。隆起部分还包括激光限定的特征,该激光限定的特征对所述破裂圆盘必须暴露于的压力进行控制,以开始翻转隆起部分的凹面,以及对圆盘材料在破裂之前和在破裂之后的变形方式进行控制。该特征包括位于包括位于隆起部分上的激光加工形成的区域,其具有小于包围激光加工形成的区域的隆起部分的厚度的厚度。激光加工形成的区域可落在圆顶的中心上,但也可具有偏离隆起部分的顶端的几何中心。该特征还包括激光加工形成的弱化线,该激光加工形成的弱化线从激光加工形成的区域向凸缘部分延伸,从而通过

对在翻转过程中、在破裂过程中以及在破裂之后的圆盘材料变形的路径提供引导而提高对圆盘打开的控制。

[0014] 根据本发明的又一实施例,提供一种包括隆起的破裂圆盘的过压释放装置,其中,凸面和凹面中的至少一个的主要部分已经经受激光铣削以减小圆盘材料的厚度。激光束经过隆起部分的至少一个表面以产生激光加工形成的区域。激光加工形成的区域通常包括所述表面的总表面面积的至少75%,该激光加工形成的区域形成在该表面中。在其它实施例中,激光加工形成的区域基本上包括隆起部分表面中的至少一个的全部,并且可甚至延伸到圆盘外凸缘部分的一部分上。

附图说明

[0015] 图1具有形成在圆盘的凹面部分中的多边形反向起始特征的反向作用的破裂圆盘的立体图;

[0016] 图2是示出形成在圆盘的凹面部分中的多边形反向起始特征的图1所示的破裂圆盘的替代立体图;

[0017] 图3是示出反向起始特征的圆盘隆起部分的凹面部分的平面图;

[0018] 图4是沿线4-4截取的图3所示的破裂圆盘的剖视图;

[0019] 图5是示出与破裂圆盘支承环结合的图1所示的破裂圆盘的立体图;

[0020] 图6是根据本发明的破裂圆盘的替代实施例的立体图,破裂圆盘具有形成在圆盘的凹面部分中的打开线凹槽;

[0021] 图7是根据本发明的破裂圆盘的替代实施例的立体图,该破裂圆盘具有将弱化线和打开线凹槽互连的三角形过渡区域;

[0022] 图8是根据本发明的破裂圆盘的替代实施例的立体图,破裂圆盘具有形成在圆盘的凹面部分中的星形反向起始特征;

[0023] 图9是根据本发明的破裂圆盘的替代实施例的立体图,破裂圆盘具有形成在圆盘的凹面部分中的泪珠状反向起始特征;

[0024] 图10是具有已经经受翻转和破裂的根据本发明一个实施例制成的圆盘的视图;

[0025] 图11是破裂圆盘的剖视图,其中,基本上整个凸面具有通过激光加工去除的圆盘材料;以及

[0026] 图12是破裂圆盘的剖视图,其中,基本上整个凹面具有通过激光加工去除的圆盘材料。

具体实施方式

[0027] 本发明涉及对给定厚度的反向作用的破裂圆盘提供宽范围破裂压力控制的反向起始和变形控制特征。具体地说,反向起始特征使用激光加工技术,诸如通过一个或多个切除机构从圆盘去除材料(例如,金属)以形成圆盘反向起始的弱化区域来形成,且翻转、破裂及花瓣状形成物都通过该反向起始特征开始发展。

[0028] 转到图1和2,示出了反向作用的破裂圆盘10。圆盘10包括中心隆起部分或圆顶12以及外侧环形凸缘部分14。圆盘10可由包括各种不锈钢、哈氏合金、因科镍(铬镍铁)合金、钛及镍的任何材料组成。反向起始特征16形成在隆起部分中,具体地说,在其凹面18中。然

而,在本发明范围内,特征16也可形成在凸面20中,但在某些实施例中,尤其是卫生应用的实施例中,由于凸面20暴露于在由圆盘10保护的的设备内的工艺流体或物料,因此特征16形成在凹面18是较佳的。凸面20呈现没有凹痕或其它变形的光滑表面,否则可能会累积物质并产生不卫生环境。

[0029] 反向起始特征16通常包括第一激光加工形成的区域22,该第一激光加工形成的区域22凹陷,且与围绕该激光加工形成的区域的隆起部分12的其余部分相比具有减小的厚度。在图4中便于观察到该减小的厚度。反向起始特征通过用激光从隆起部分12去除金属产生。本领域技术人员可根据诸如圆盘材料、圆盘厚度和所需处理时间选择适当的激光和激光工作参数。在某些实施例中,要求选择激光和激光工作参数以避免在激光加工形成的区域22内产生热影响区域,因为这可导致不可预测的圆盘翻转和打开特性。因此,在激光加工形成的区域内及邻近激光加工形成的区域的金属的晶粒结构与隆起部分12的其余部分基本上相同。

[0030] 在某些实施例中,反向起始特征16还包括位于第一激光加工形成的区域22的边缘内的第二激光加工形成的区域24。如图1所示,激光加工形成的区域24凹陷,且与激光加工形成的区域22相比具有减小的厚度。除了可通过具有单一深度的反向起始特征另外实现外,激光加工形成的区域24还提供对压力微调控制的额外措施,隆起部分12在该压力下翻转。虽然本发明的范围不限于任何特定激光加工形成的区域的深度或激光加工形成的区域22和24之间的其它相对尺寸比例,但这些特征之间的关系可通过下列示例性实施例说明。

[0031] 此外,反向起始特征16可包括其深度从特征16的边缘向中心逐渐增加的多个叠置的激光加工形成的区域。叠置的激光加工形成的区域的数量可足够多,使得一个激光加工形成的区域和相邻激光加工形成的区域之间的精确过渡可难以察觉到。因此,反向起始特征的深度呈现向中心平滑地发展。然而,即使在某些实施例中,仍会有可辨别的不同深度的激光加工形成的区域。

[0032] 在一个示例性实施例中,第一激光加工形成的区域22的厚度是直接包围激光加工形成的区域的未被改变或非激光加工形成的圆盘材料的厚度的大约5%至大约95%之间、大约40%至大约90%之间或大约50%至大约80%之间。第二激光加工形成的区域24的厚度是直接包围激光加工形成的区域22的圆盘材料的厚度的大约1%至大约75%之间,大约25%至大约70%之间或大约30%至大约60%之间。

[0033] 生成深度大于第一激光加工形成的区域22的第二激光加工形成的区域从制造的角度看有还一些优点。通过形成第二激光加工形成的区域24,可降低或甚至消除针孔效应,这种针孔效应在激光铣削的特征接近全通激光作用(full through-lasing)时由于有更大深度沟槽出现在激光加工形成的区域的边缘的趋势而可能出现。较小尺寸的第二激光加工形成的区域24允许激光束的聚焦远离第一激光加工形成的区域22的边缘区域,否则会使沟槽在边缘区域生长。

[0034] 反向起始特征16占据的隆起部分12的区域还可影响对爆裂压力的控制水平。在某些实施例中,反向起始特征16占据凸面20或凹面18(根据特征16位于哪个表面)的表面面积的大约1.5%至大约7%之间,大约2%至大约6%之间或大约3%至大约5%之间。

[0035] 反向起始特征16可呈现很多种几何形状。如图3所示,第一激光加工形成的区域22是多边形的,即具有基本相等长度的五个侧边缘(26、28、30、32和34)以及两个截短的侧边

缘36、38的七边形。第二激光加工形成的区域24包括基本同一形状,但具有比第一激光加工形成的区域22小的总体尺寸。然而,在本发明的范围内,激光加工形成的区域22和24可具有不同的几何形状。

[0036] 在某些实施例中,虽然激光加工形成的区域22延伸越过隆起部分12的顶端,但它具有与其偏离的几何中心。与将特征16放在隆起部分12的顶端相比,将反向起始特征16放在与支承环42的齿54相对的隆起部分12的侧面上已被证明可改善对打开事件的控制。该偏离有助于产生在隆起部分上的不平衡,从而导致更大程度的爆裂压力控制和改善的打开行为。在具体实施例中,激光加工形成的区域24也偏离隆起部分12的顶端,进一步增强了由激光加工形成的区域22产生的不平衡。图8和9示出了特征16的另外的示例性几何形状,诸如星形图案16a和泪珠图案16b。请注意,在本发明范围内,特征16还包括其它多边形和非多边形形状,诸如三角形、正方形、矩形、五边形、六边形、八边形、圆形、月牙或椭圆。所选的具体激光加工形成的形状影响圆盘翻转和打开的方式。

[0037] 本发明的某些实施例还包括从激光加工形成的区域22向凸缘部分14延伸的激光加工形成的弱化线40。在某些实施例中,弱化线40可包括通过从隆起部分12去除多余金属而形成的狭窄通道或沟槽。通道或沟槽可以是连续的或中断的。

[0038] 在某些实施例中,圆盘10通过支承环42安装。在破裂圆盘10上的凸片44可放置成与在支承环42上的凸片46对准,以确保圆盘10和环42在安装过程中正确对齐。环42是具有中心开口48的环形结构。铰接支承件50向内延伸到开口48中,并构造成支承圆盘10的铰接区域52且防止圆盘打开时形成的花瓣状物破碎。环42还可设有齿54,齿54同样向内延伸到开口48中。齿54还可稍微上翻以便于在隆起部分12翻转时与其配合并打开。

[0039] 诸如弱化线40的变窄的激光加工形成的区域有助于将在反向起始特征16内开始的隆起部分12的翻转引导向隆起部分12上的特定点或区域。在具体实施例中,弱化线40有助于将隆起部分12的翻转引导向齿54,从而确保圆盘10打开。反向起始特征16的侧边缘32和34(以及图8和9中分别示出的实施例的特征16a的相应节段32a、34a和特征16b的32b和34b)向弱化线40会聚,从而使由隆起部分12的翻转产生的力集中在弱化线40上。虽然反向起始特征16和弱化线40在图5中示出为与凸片46和齿54纵向对齐,但在本发明范围内,特征16和弱化线40也可相对于该纵向轴线歪斜,从而将圆盘翻转引导向在隆起部分上的邻近凸缘14的任何点。

[0040] 在某些实施例中,虽然弱化线40会影响隆起部分12的结构整体性,但它(但不一定)确定开始隆起部分12翻转所需的压力。该特性主要受反向起始特征16控制,而弱化线40主要引导圆盘翻转的展开。在某些实施例中,弱化线40具有不大于第一激光加工形成的区域22的深度的深度,且可具有小于第一激光加工形成的区域22的深度的深度,但并不一定总是如此。在替代实施例中,靠近隆起部分12的边缘,弱化线40可具有比第一激光加工形成的区域22更大的深度,金属在此处可能更厚。弱化线40的深度越靠近隆起部分12越小,金属在此处可能更薄。通过以这样的方式改变弱化线的深度,弱化线40可充分用于不仅在高能量打开事件中接收过剩能量以消除破碎,而且在低能量事件中接收过剩能量以在打开之后形成折痕,这样就能消除如前所述的“杯子”并减小流量值。关于该折痕的形成在图10中示出并在下面讨论。

[0041] 如图6所示,隆起部分12还可设有限定圆盘打开区域58的打开线凹槽56。在具体实

施例中,打开线凹槽56是C形的并具有限定铰接区域60的端部,但在本发明范围内,打开线凹槽56也包括其它形状和构型。在隆起部分12翻转凹面时,圆盘材料沿打开线凹槽56撕裂且圆盘打开。圆盘10构造成使得打开区域58在铰接区域60保持与圆盘附连。

[0042] 在某些实施例中,弱化线40在反向起始特征16和打开线凹槽56之间延伸并将反向起始特征16和打开线凹槽56互连。打开线凹槽56不控制圆盘10的爆裂压力,即使它通常具有比第一激光加工形成的区域22更大的深度。可以看到,凹槽56通常有更少集中加载的力,其可形成在圆盘的更厚区域中,且受由圆盘10的安装构型提供的固定特性影响更大。弱化线40通过过渡段62与所述打开线凹槽56互连。在某些实施例中,诸如图6所示,过渡段62至少部分地由一对倾斜侧边缘64、66限定,并具有大致飞镖形状。过渡段62是隆起部分的激光加工形成的区域,其靠近圆盘边缘并具有通常小于打开线凹槽56的深度的深度。因此,该过渡段也不影响圆盘10的爆裂压力。图7-9示出了类似于过渡段62的替代过渡段62a,其中,该过渡段62a至少部分地由一对倾斜侧边缘限定但具有基本三角形的构型。

[0043] 在图10中,示出了在隆起部分12翻转和打开之后的圆盘10。花瓣状物68已经通过使隆起部分12沿打开线凹槽56撕裂并绕铰接区域60折叠花瓣状物而形成。花瓣状物68中的折痕70沿弱化线40形成。此外,还有沿弱化线40向花瓣状物的中心的花瓣状物68的某些撕裂,如V形裂缝72所示。这种裂缝并不一定总是伴随圆盘10的翻转和打开。在某些实施例中,可能没有沿弱化线40的花瓣状物68的任何撕裂,而在其它实施例中,将会有可能接近花瓣状物的中心的显著撕裂。

[0044] 在本发明范围内,圆盘表面的主要部分用激光加工以减小隆起部分12的厚度。在隆起部分12的大部分表面上去除材料的能力允许更大程度地控制圆盘的打开特性。例如,在凹面18或凸面20或两者的主要部分的激光加工允许破裂圆盘由具有更大范围的爆裂压力的常用原材料制成。

[0045] 在某些实施例中,凹面18或凸面20中的至少一个经受激光铣削以形成具有占据特定表面的总表面面积的至少75%、至少85%或至少90%的区域的激光加工形成的区域。在末端,圆顶的所有或基本上所有表面可铣削到至少某个程度,且激光加工形成的区域甚至可延伸到凸缘14的部分上。这些类型的铣削圆顶的示例性实施例在图11和12中示出。

[0046] 首先转到图11,示出了破裂圆盘10a,其中,基本上整个凸面20a已经激光铣削以减小隆起部分12a的厚度并产生激光加工形成的区域22a。隆起部分12a的减小厚度可通过与外凸缘部分14直接对比看到。在该具体实施例中,激光加工形成的区域22a延伸经过过渡区域23a(即,连结隆起部分12a和凸缘部分14的区域)并到凸缘部分14的至少一部分上。然而,并不一定总是如此。

[0047] 转到图12,示出了破裂圆盘10b,其中,基本上整个凹面18b已经用激光铣削以减小隆起部分12b的厚度并产生激光加工形成的区域22b。如所示,除了加工操作已经在与凸面相对的凹面上进行外,圆盘10b基本上类似于圆盘10a,且激光加工形成的区域22b的尺寸构型选项基本上与以上相对于激光加工形成的区域22a讨论的一样。在圆盘10b包括形成在隆起部分12b中的打开线凹槽56(例如,C形打开线凹槽)的某些实施例中,激光加工形成的区域22b可基本上占据表面18b在打开线凹槽内侧的整个区域。

[0048] 此外,应该注意,除了打开线凹槽56外,包括反向起始特征16和弱化线40的激光加工形成的特征还可形成在破裂圆盘10a或10b中。而且,这些额外的激光加工形成的特征可

形成在包含激光加工形成的区域22a或22b的同一表面中或在与激光加工形成的区域22a或22b相对的表面。隆起部分12a或12b的主要部分的激光作用不限于反向作用的破裂圆盘的制造,但也可同样用于正向作用的圆盘。

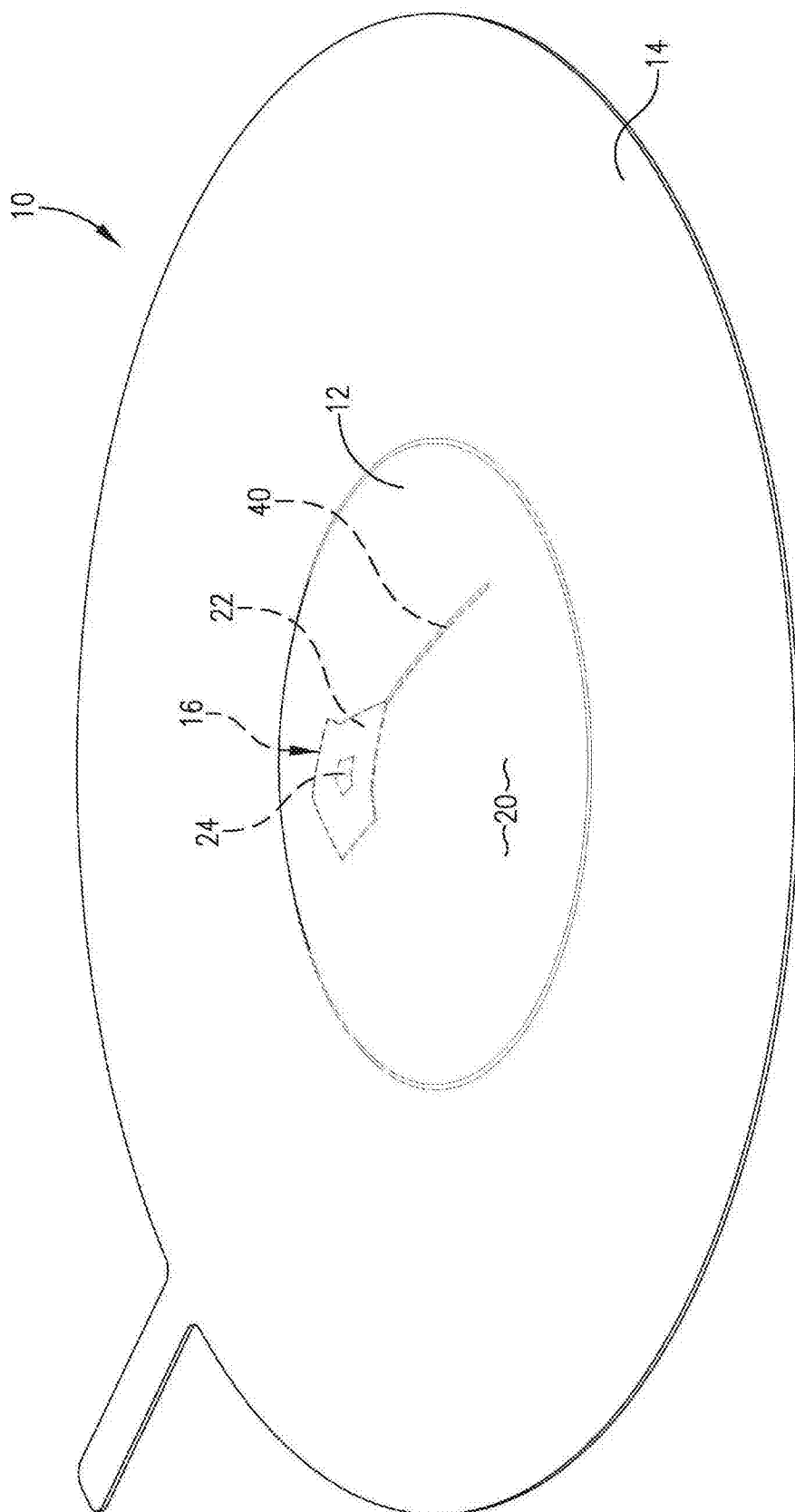


图1

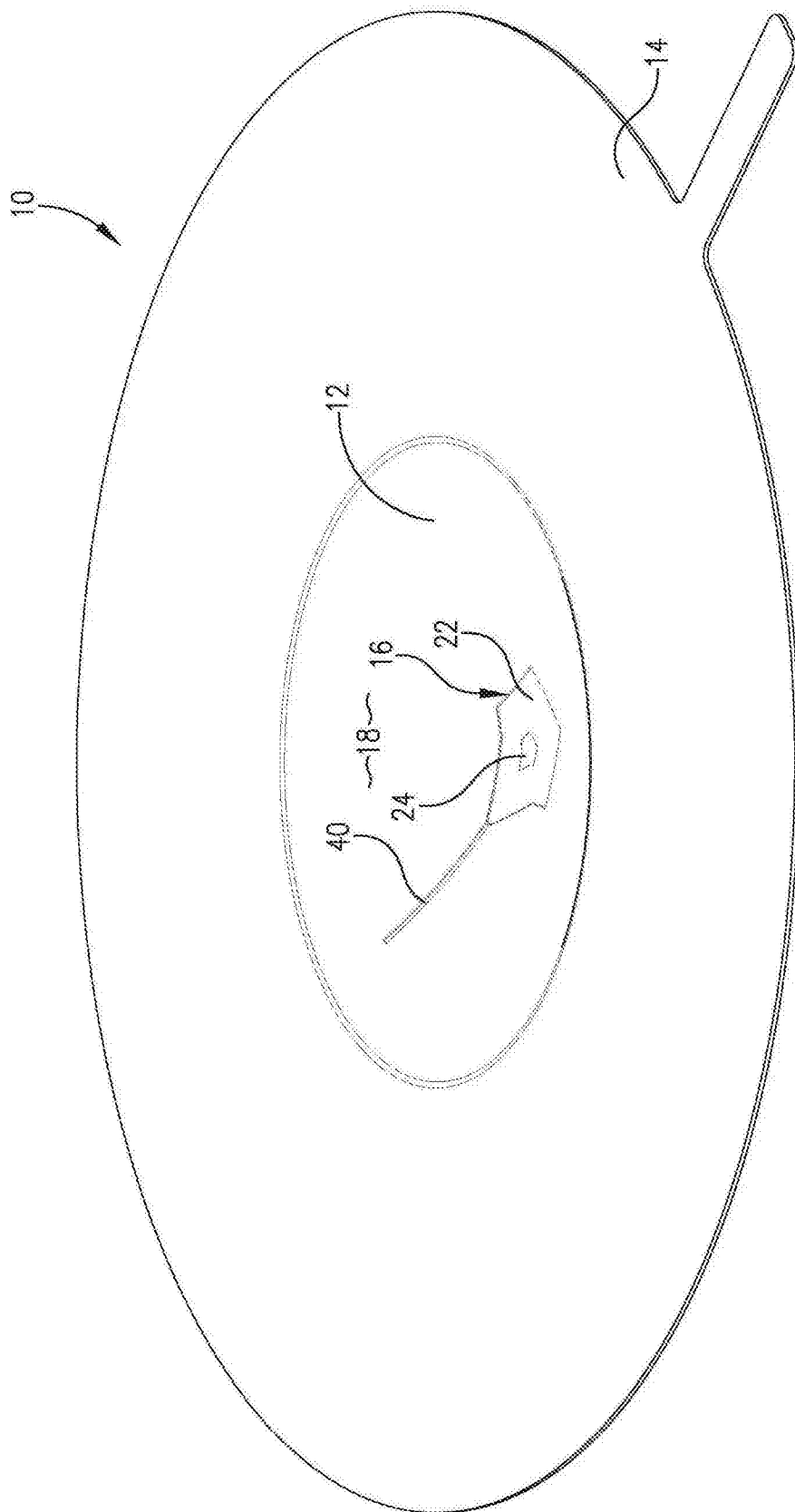


图2

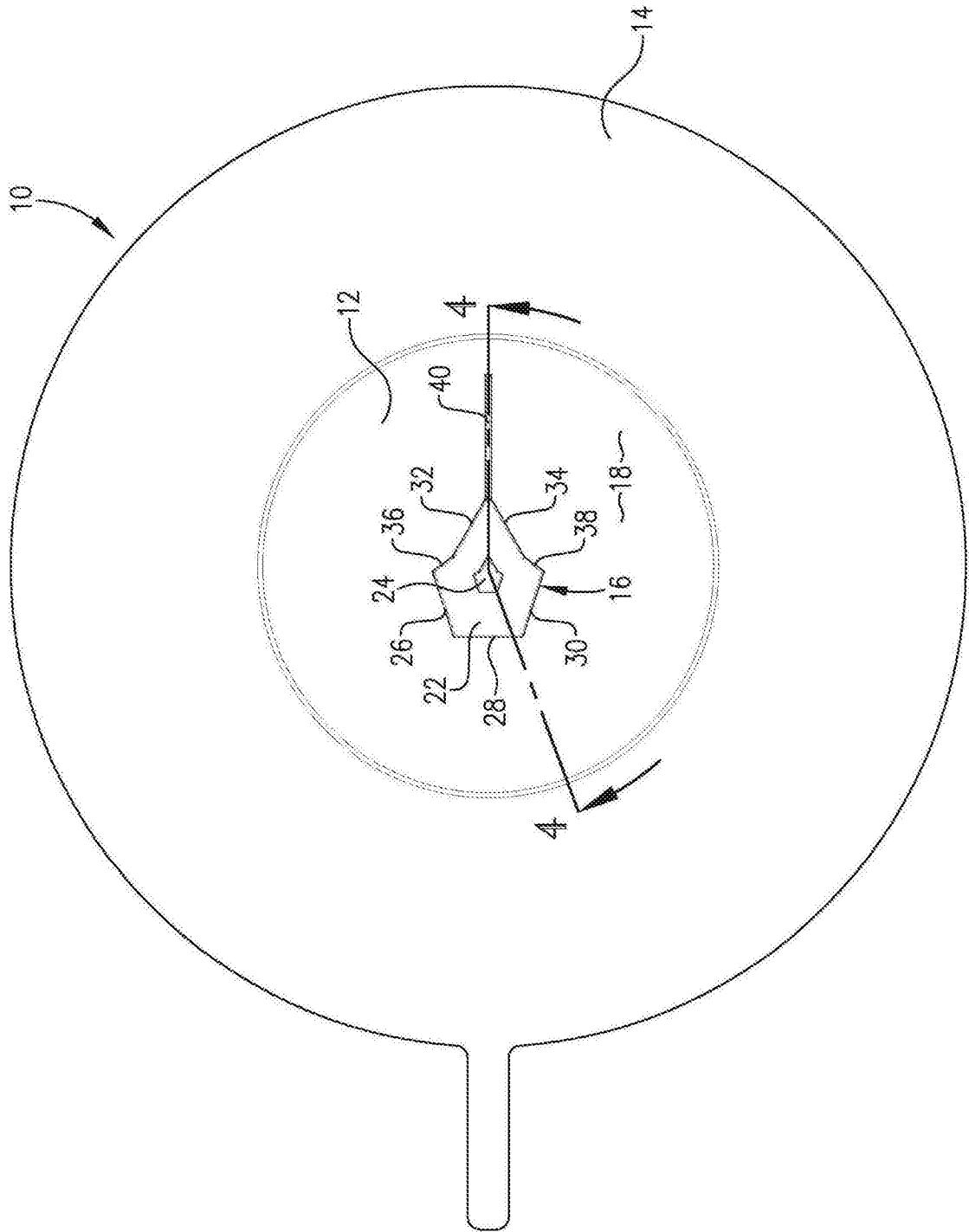


图3

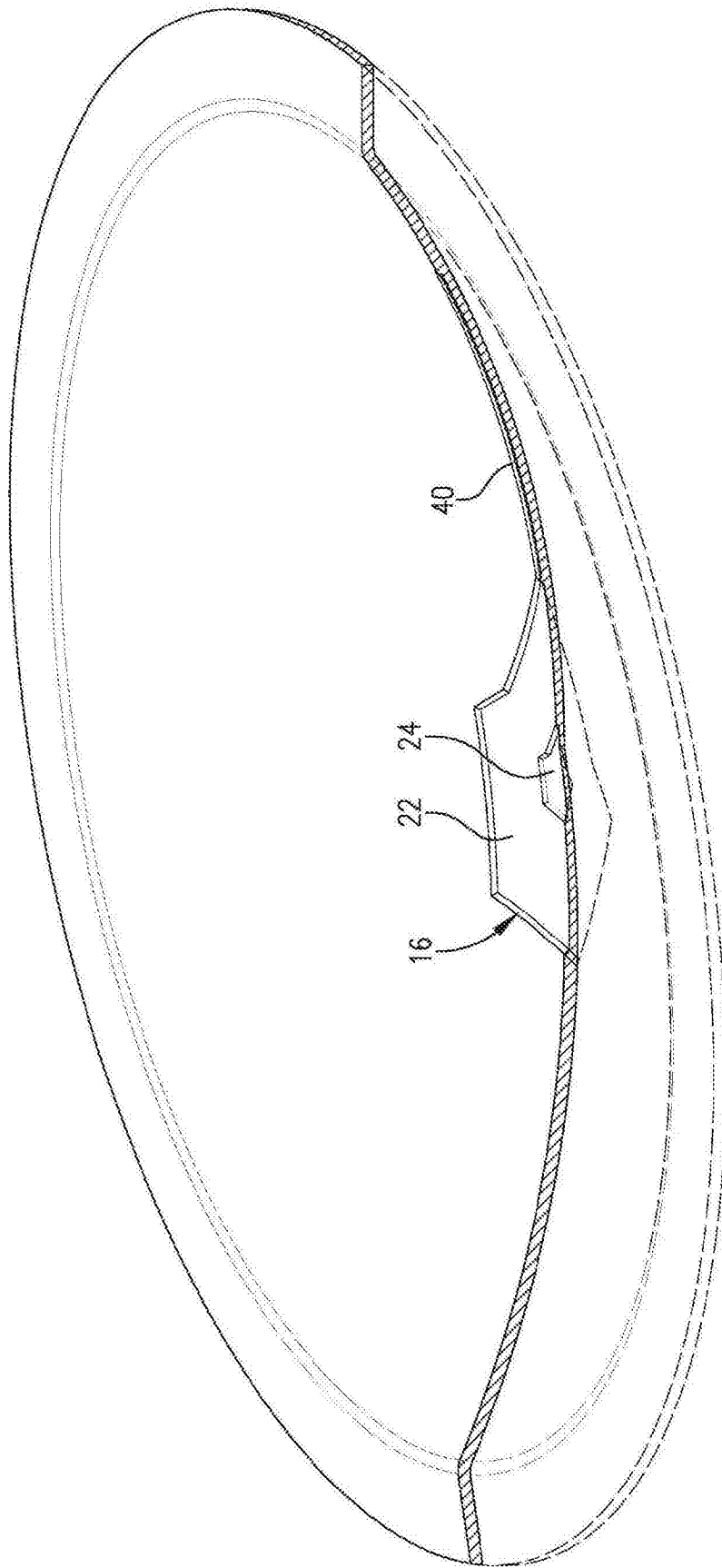


图4

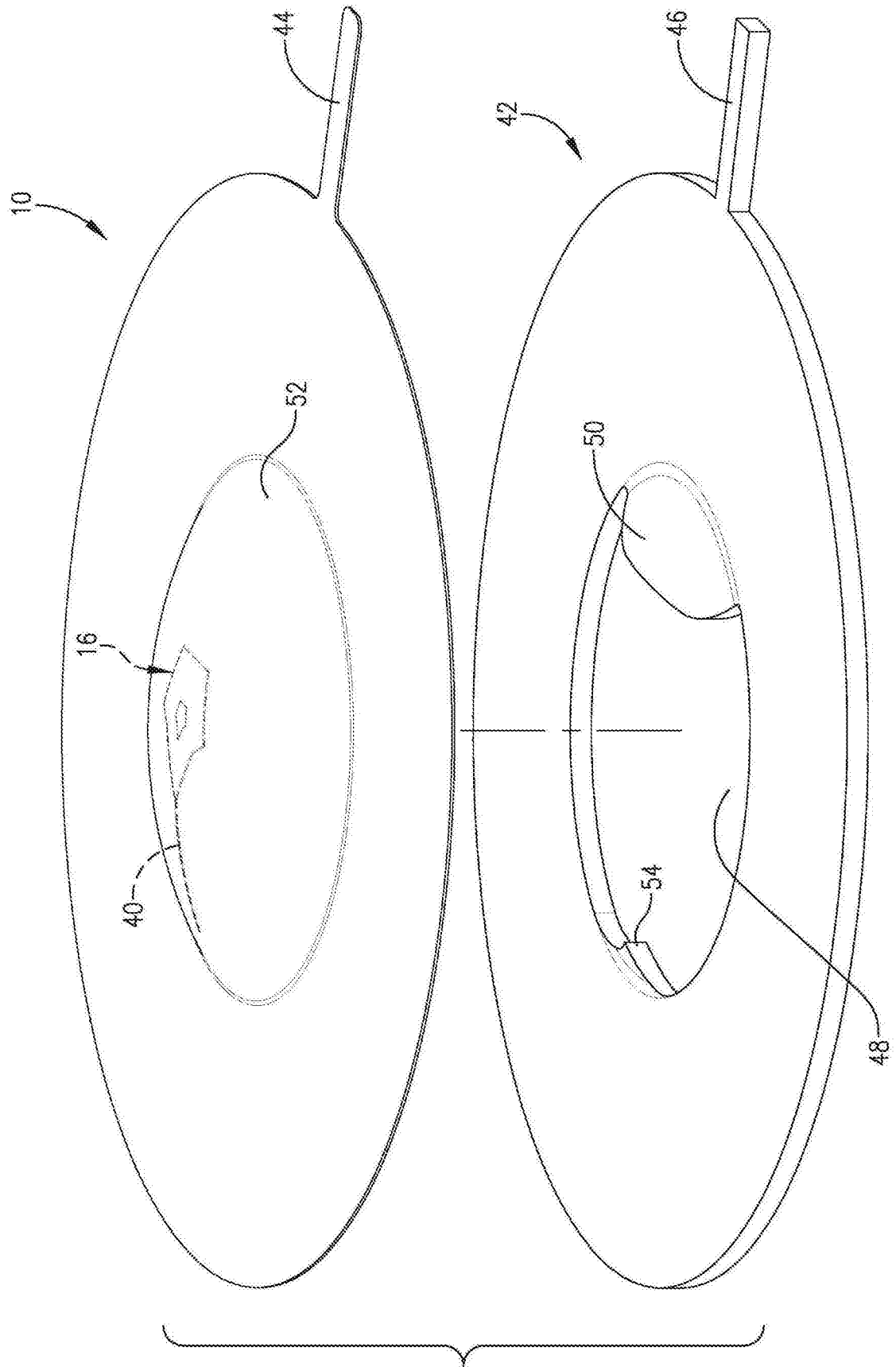


图5

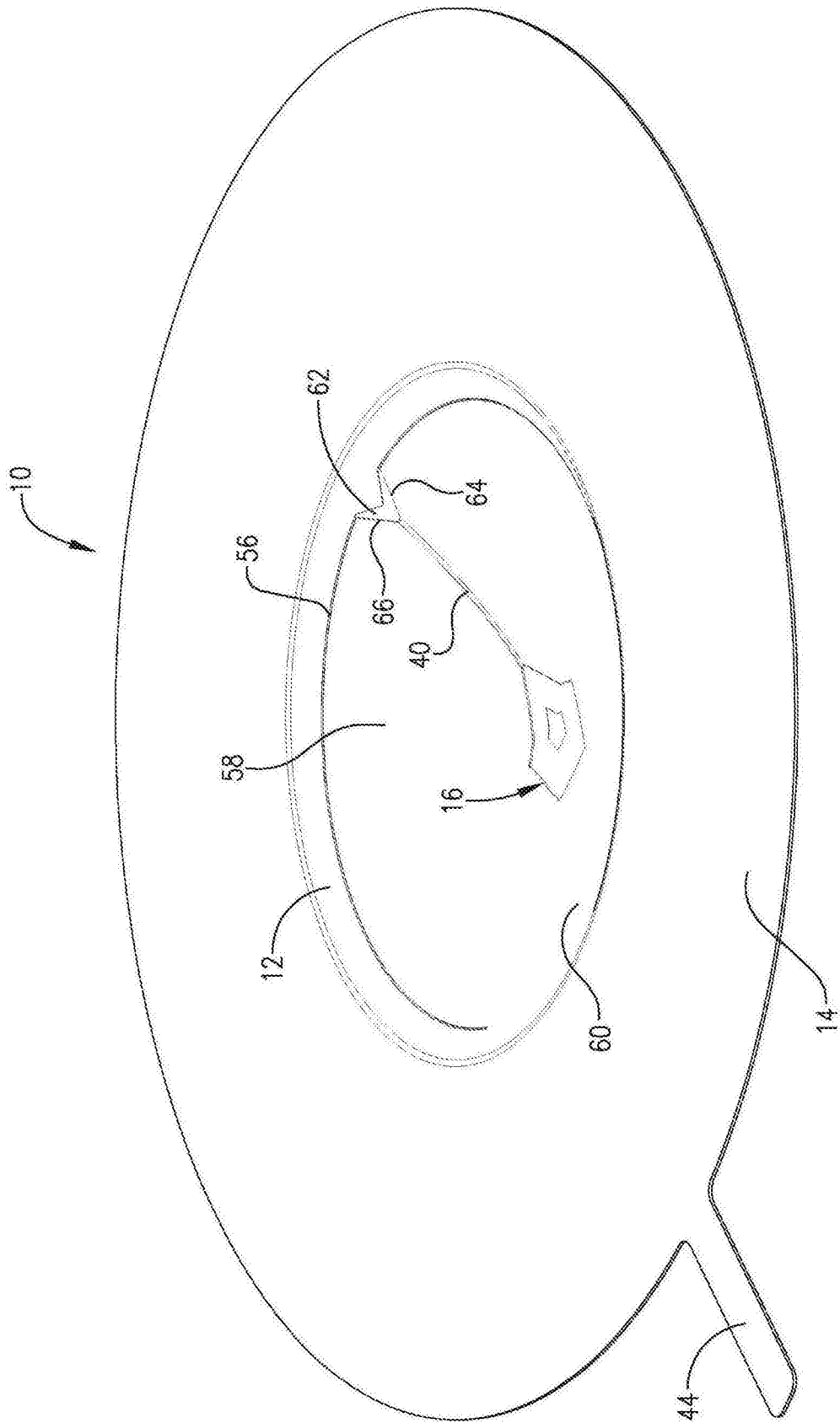


图6

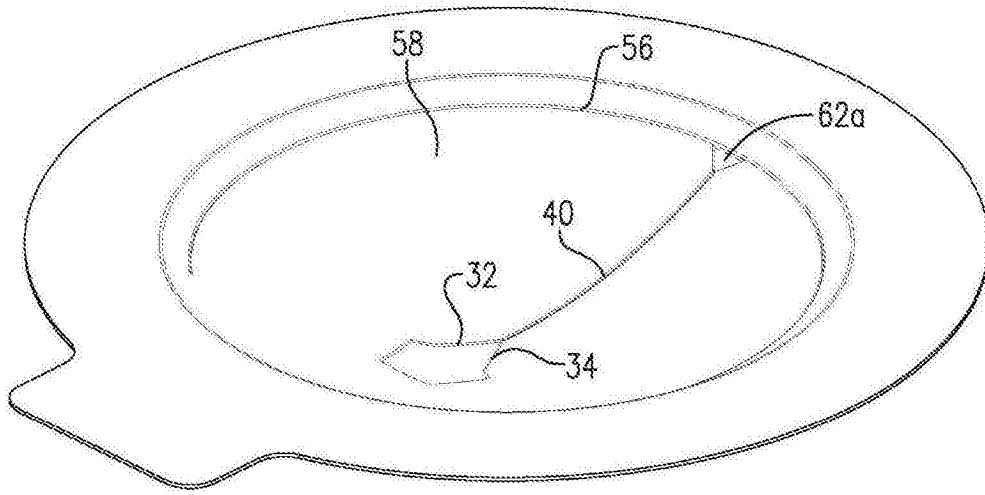


图7

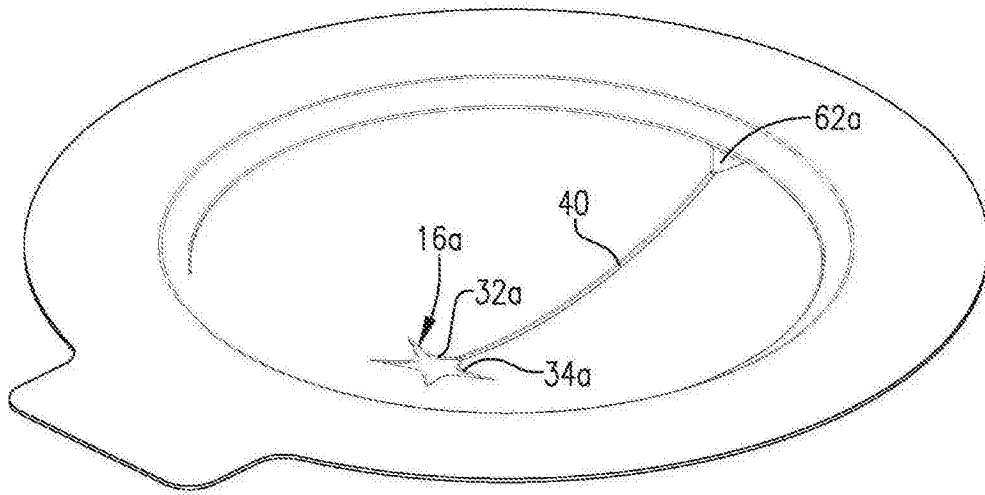


图8

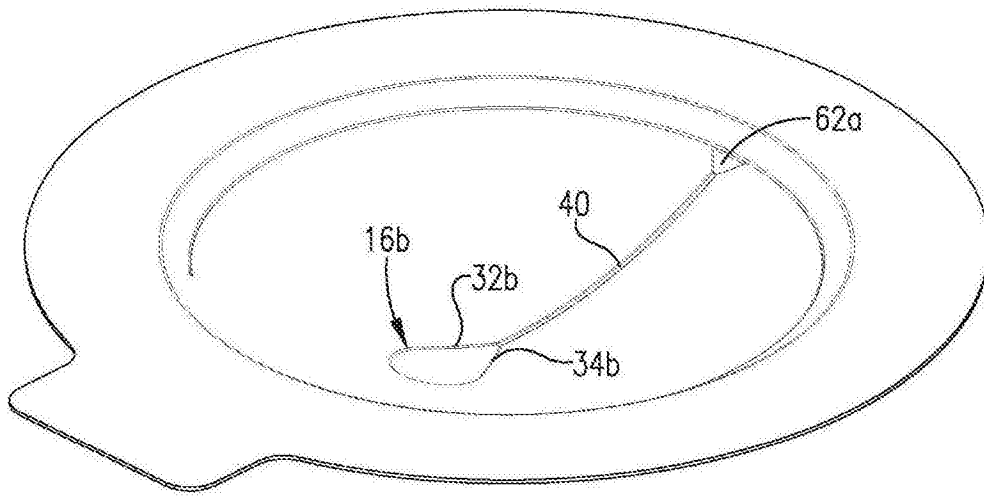


图9

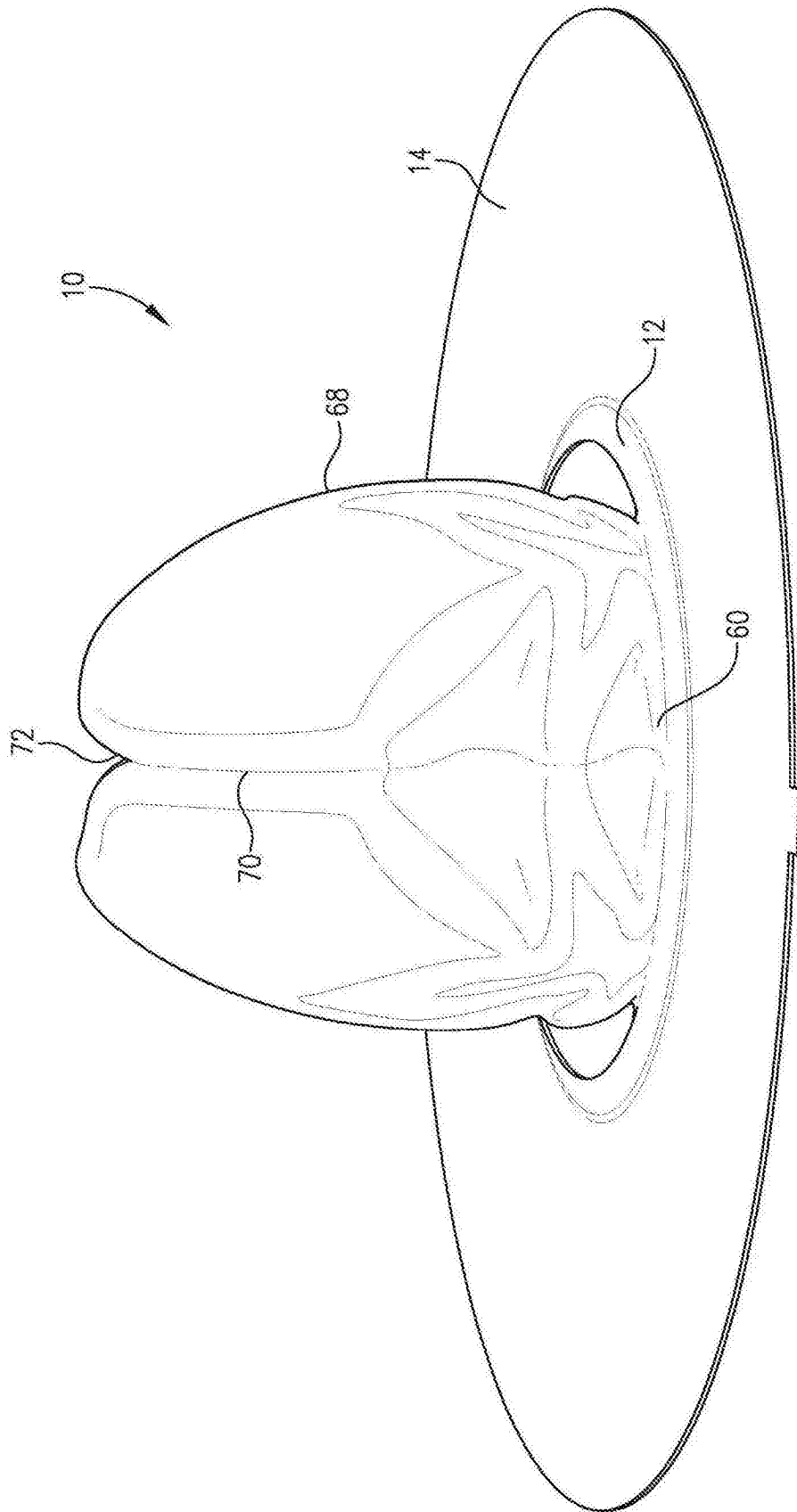


图10

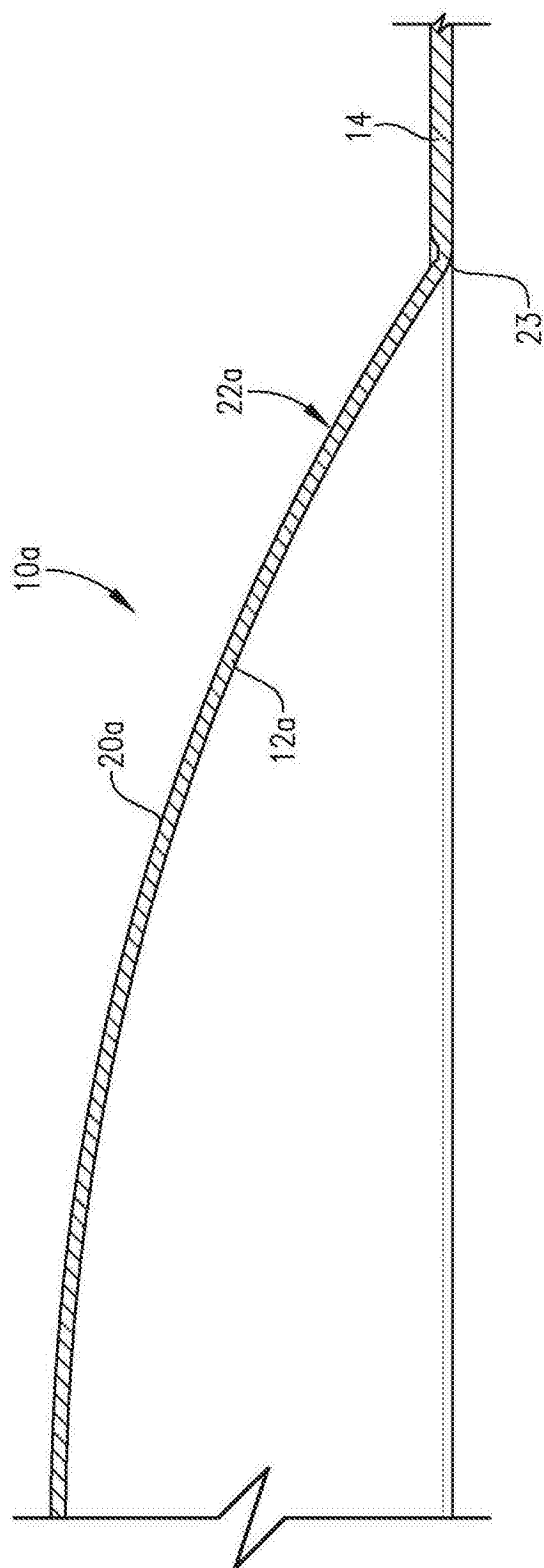


图11

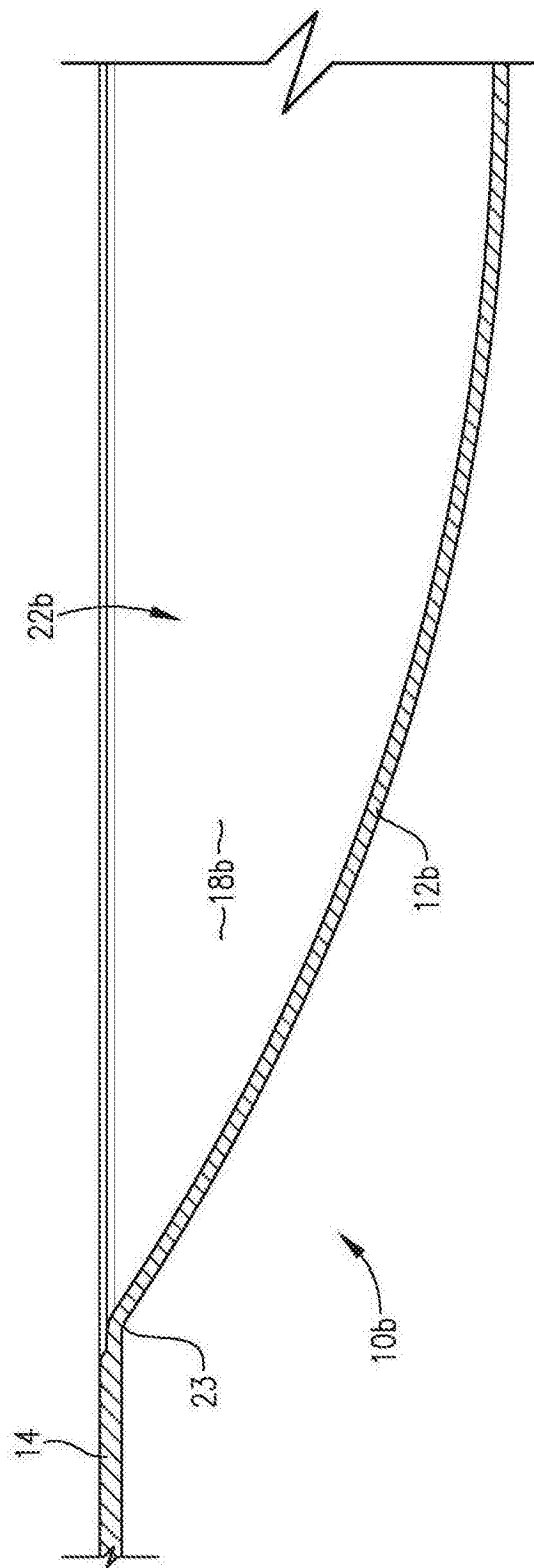


图12