



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102781602 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201180013612. 9

(22) 申请日 2011. 01. 11

(30) 优先权数据

61/335936 2010. 01. 12 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 09. 12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2011/000020 2011. 01. 11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/085472 EN 2011. 07. 21

(73) 专利权人 诺维尔里斯公司

地址 加拿大安大略省

专利权人 蒙特贝洛包装公司

(72) 发明人 R. 马罗里 Y. 施

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 李晨

(51) Int. Cl.

B21D 26/049(2011. 01)

B21D 51/24(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 0740971 A1, 1996. 11. 06, 全文.

GB 577417 A, 1946. 05. 17, 全文.

JP 2001-87832 A, 2001. 04. 03, 全文.

JP 9-103832 A, 1997. 04. 22, 全文.

US 1948437 A, 1934. 02. 20, 全文.

US 2003/0084694 A1, 2003. 05. 08, 权利要求 1-21, 26-31, 35-36, 45、说明书第 0017 段、附图 1-16.

US 3785311 A, 1974. 01. 15, 说明书第 2 栏第 44 行至第 3 栏第 20 行、附图 1-3.

US 6966209 B1, 2005. 11. 22, 全文.

审查员 姚寅群

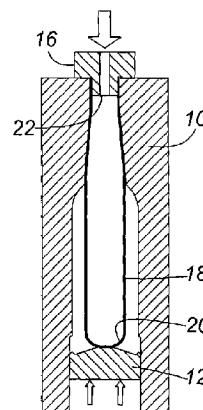
权利要求书4页 说明书15页 附图43页

(54) 发明名称

从具有壁厚梯度的预型件压力成型金属容器等的方法

(57) 摘要

一种通过如下步骤成型瓶形或其他异型金属容器的方法:提供具有封闭端和壁厚的空心金属预型件,壁厚沿着远离封闭端的方向逐渐减小,并且使预型件经受内部流体压力以导致预型件膨胀抵靠模具腔体的壁,模具腔体的壁限定了期望容器形状。该方法可应用在压力夯头成型程序中,其中,冲头借助于背衬夯头前进到模具腔体中以使预型件的封闭端移位和变形。



1. 一种用于成型具有限定形状和横向尺寸的金属容器的方法, 包括:

(a) 将具有壁、封闭端和开放端的空心金属预型件布置在模具腔体中, 所述模具腔体由模具壁横向地包围, 所述模具壁限定了所述形状和横向尺寸, 冲头位于所述腔体的一端处并且能够平移到所述腔体中, 所述预型件封闭端被定位成紧邻地面对所述冲头, 并且所述预型件的至少一部分被初始地从所述模具壁向内间隔开;

(b) 使所述预型件经受内部流体压力以使所述预型件向外膨胀成与所述模具壁基本完全接触, 由此向所述预型件赋予所述限定形状和横向尺寸, 所述封闭端上的所述流体压力施加的力被引导朝向所述腔体的所述一端; 以及

(c) 使所述冲头平移到所述腔体中以接合所述预型件的封闭端并且使所述封闭端沿着与其上的流体压力所施加的力的方向相反的方向移位, 从而使所述预型件的封闭端变形,

其中, 布置在所述模具腔体中的所述预型件具有壁厚梯度, 使得所述预型件壁厚从所述封闭端朝向所述开放端逐渐减小。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述预型件壁厚梯度使得在步骤(b) 中, 所述预型件的向外膨胀在邻近于所述开放端的区域处开始并且沿着朝向所述封闭端的方向进展。

3. 如权利要求 1 或权利要求 2 所述的方法, 其包括提供所述空心金属预型件以便在步骤(a) 中布置。

4. 如权利要求 3 所述的方法, 其中, 提供所述预型件包括拉拔和熨平板状金属坯料, 使用锥形冲头来进行熨平, 其导致所述预型件壁朝向所述开放端逐渐变薄。

5. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 在步骤(b) 中所述预型件开始膨胀之后但是在所述预型件的膨胀完成之前, 所述冲头移动到所述腔体中。

6. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 在所述预型件开始膨胀之前, 所述冲头移动成与所述预型件的封闭端接触, 并且在所述预型件的膨胀期间保持所述接触。

7. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述冲头具有异型表面, 所述预型件的封闭端被变形以符合所述异型表面。

8. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述限定形状是瓶形, 所述瓶形包括颈部和主体部, 所述主体部在横向尺寸上大于所述颈部, 所述模具腔体具有长轴线, 所述预型件具有长轴线并且在步骤(a) 中与所述腔体基本共轴地布置, 并且所述冲头能够沿着所述腔体的长轴线平移。

9. 如权利要求 7 所述的方法, 其中, 所述冲头具有穹顶轮廓, 并且其中, 步骤(c) 使所述预型件的封闭端变形成所述穹顶轮廓。

10. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述模具壁包括能够分开以便在步骤(c) 之后去除已成型容器的分裂模具。

11. 如权利要求 8 所述的方法, 其中, 所述限定形状绕所述腔体的所述长轴线不对称。

12. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述冲头在步骤(b) 起初被初始地定位以限定由所述流体压力引起的所述预型件的轴向拉长。

13. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 步骤(c) 基本在所述预型件的所述部分开始接触所述模具壁的同时开始。

14. 如权利要求 8 所述的方法, 其中, 所述预型件是细长的且最初为大致圆柱形的工件并且在直径上基本等于所述瓶形的所述颈部, 其中所述封闭端与所述开放端相对。

15. 如权利要求 14 所述的方法, 其中, 所述工件具有足够的可成型性以便能够在单个压力成型操作中膨胀到所述限定形状。

16. 如权利要求 14 所述的方法, 包括预备步骤: 在执行步骤(a)、(b) 和(c) 之前, 将所述工件放置在小于首先提到的模具腔体的模具腔体中, 并且使其内的所述工件经受内部流体压力以使所述工件膨胀到小于所述限定形状和横向尺寸的中间尺寸和形状。

17. 如权利要求 8 所述的方法, 其中, 所述预型件是细长的且最初为大致圆柱形的工件并且在直径上基本等于所述瓶形的所述颈部, 其中所述封闭端与所述开放端相对; 并且包括进一步的步骤: 在执行步骤(a)、(b) 和(c) 之后, 使所述工件在所述开放端附近经受旋转成型操作以形成减小的直径的颈部。

18. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述预型件是铝预型件。

19. 如权利要求 2 所述的方法, 其中, 所述预型件由具有再结晶的或再生的微结构的铝板制成。

20. 如权利要求 4 所述的方法, 其中, 所述预型件被生产为封闭端圆柱体。

21. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 在步骤(b) 期间, 所述预型件中的流体压力在如下相继的阶段中出现: (i) 在所述预型件开始膨胀之前上升到第一峰, (ii) 在开始膨胀时下降到最小值; (iii) 随着继续膨胀而逐渐上升到中间值, 直到所述预型件尽管不是完全地但持续地接触所述模具壁, 以及(iv) 在预型件膨胀完成期间从所述中间值上升, 并且其中, 步骤(c) 中的用于使所述预型件的封闭端移位和变形的所述冲头的平移基本在阶段(iii) 的末尾处开始发生。

22. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 在步骤(b) 期间, 在所述预型件的所述部分在步骤(b) 中与所述模具壁初始接触时, 所述预型件的封闭端呈现放大的且大致半球形构造; 并且其中, 步骤(c) 中的用于使所述预型件的封闭端移位和变形的所述冲头的平移基本在所述预型件封闭端呈现所述构造的同时开始发生。

23. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 步骤(b) 包括向所述腔体中的所述预型件同时施加内部正流体压力和外部正流体压力, 所述内部正流体压力高于所述外部正流体压力。

24. 如权利要求 23 所述的方法, 包括通过独立地控制所述预型件同时经受的内部和外部正流体压力以便改变所述内部正流体压力和所述外部正流体压力之间的差来控制所述预型件中的应变率。

25. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述冲头基本在膨胀阶段的末尾被致动以使所述预型件的封闭端移位和变形。

26. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述模具腔体具有与所述一端相对的第二端以及在它们之间延伸的轴线, 并且其中, 所述模具壁包括分裂模具, 所述分裂模具包括多个分裂插件, 所述多个分裂插件沿所述轴线串行布置用于限定所述形状的相继部分并且能够分开以便在步骤(c) 之后去除已成型容器。

27. 如权利要求 26 所述的方法, 其中, 所述分裂插件被可去除地且可更换地接收在分裂保持器中, 所述分裂保持器在步骤(b) 和(c) 的执行期间将所述插件保持在固定的模具腔体限定位置。

28. 如权利要求 27 所述的方法, 其中, 所述插件中的至少一个具有带有浮雕特征的内表面, 用于向所述容器赋予对应的浮雕特征。

29. 如权利要求 27 所述的方法,还包括步骤:在执行步骤(b)之前,从具有分别带有不同浮雕特征的内表面的一组可互换插件中选择所述至少一个插件,并且将选定的插件布置在所述保持器中。

30. 如权利要求 23 所述的方法,其中,通过经由分离的通道分别向所述预型件的内部和所述预型件外部的所述模具腔体供给气体来施加所述内部和外部正流体压力。

31. 如权利要求 8 所述的方法,其中,所述限定形状的颈部包括用于将螺纹封盖固定到已成型容器的螺纹或凸耳,并且其中,所述模具壁具有其内形成有螺纹或凸耳的颈部,以便在步骤(b)的执行期间向所述预型件赋予螺纹。

32. 如权利要求 8 所述的方法,其中,所述限定形状的颈部包括颈环,并且其中,所述模具壁具有其内形成有浮雕特征的颈部,以便在步骤(b)的执行期间向所述预型件赋予颈环。

33. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述预型件在步骤(b)和(c)的执行期间处于升高的温度。

34. 一种用于成型具有限定形状和横向尺寸的金属容器的方法,包括步骤:

(a) 将具有壁、封闭端和开放端的空心金属预型件布置在模具腔体中,所述模具腔体由模具壁横向地包围,所述模具壁限定了所述形状和横向尺寸,所述预型件封闭端被定位成面对所述腔体的一端,并且所述预型件的至少一部分被初始地从所述模具壁向内间隔开;以及

(b) 使所述预型件经受内部流体压力以使所述预型件向外膨胀成与所述模具壁基本完全接触,由此向所述预型件赋予所述限定形状和横向尺寸,所述封闭端上的所述流体压力施加的力被引导朝向所述腔体的所述一端,

其中,布置在所述模具腔体中的所述预型件具有壁厚梯度,使得所述预型件壁厚从所述封闭端朝向所述开放端逐渐减小。

35. 如权利要求 34 所述的方法,其中,步骤(b)包括向所述腔体中的所述预型件同时施加内部正流体压力和外部正流体压力,所述内部正流体压力高于所述外部正流体压力,并且包括通过独立地控制所述预型件同时经受的内部和外部正流体压力以便改变所述内部正流体压力和所述外部正流体压力之间的差来控制所述预型件中的应变率。

36. 如权利要求 34 所述的方法,其中,所述容器是铝容器,并且进一步包括步骤:在执行步骤(a)之前,用铝板制造所述预型件,所述铝板具有再结晶的或再生的微结构并且具有在 0.25 mm 到 1.5 mm 范围内的尺度。

37. 如权利要求 36 所述的方法,其中,所述容器是铝容器;其中,所述限定形状是瓶形,所述瓶形包括颈部和主体部,所述主体部在横向尺寸上大于所述颈部,所述模具腔体具有长轴线,所述预型件具有长轴线并且在步骤(a)中与所述腔体基本共轴地布置;其中,所述预型件是细长的且最初为大致圆柱形的工件并且在直径上基本等于所述瓶形的所述颈部,其中所述封闭端与所述开放端相对;并且包括预备步骤:在执行步骤(a)和(b)之前,将所述工件放置在小于首先提到的模具腔体的模具腔体中,并且使其内的所述工件经受内部流体压力以使所述工件膨胀到小于所述限定形状和横向尺寸的中间尺寸和形状。

38. 一种用于成型具有限定形状和横向尺寸的空心金属物件的方法,包括:

(a) 将具有壁、封闭端和开放端的空心金属预型件布置在模具腔体中,所述模具腔体由模具壁横向地包围,所述模具壁限定了所述形状和横向尺寸,所述预型件封闭端被定位成

面对所述腔体的一端,并且所述预型件的至少一部分被初始地从所述模具壁向内间隔开;以及

(b)使所述预型件经受内部流体压力以使所述预型件向外膨胀成与所述模具壁基本完全接触,由此向所述预型件赋予所述限定形状和横向尺寸,所述封闭端上的所述流体压力施加的力被引导朝向所述腔体的所述一端,

其中,布置在所述模具腔体中的所述预型件具有壁厚梯度,使得所述预型件壁厚从所述封闭端朝向所述开放端逐渐减小。

39.如权利要求 38 所述的方法,其中,步骤(b)包括向所述腔体中的所述预型件同时施加内部正流体压力和外部正流体压力,所述内部正流体压力高于所述外部正流体压力,并且包括通过独立地控制所述预型件同时经受的内部和外部正流体压力以便改变所述内部正流体压力和所述外部正流体压力之间的差来控制所述预型件中的应变率。

40.如权利要求 38 所述的方法,进一步包括步骤:在执行步骤(a)之前,用铝板制造所述预型件,所述铝板具有再结晶的或再生的微结构并且具有在 0.25 mm 到 1.5 mm 范围内的尺度。

41.如权利要求 38 所述的方法,其中,所述物件是空心铝物件;其中,所述限定形状是瓶形,所述瓶形包括颈部和主体部,所述主体部在横向尺寸上大于所述颈部,所述模具腔体具有长轴线,所述预型件具有长轴线并且在步骤(a)中与所述腔体基本共轴地布置;其中,所述预型件是细长的且最初为大致圆柱形的工件并且在直径上基本等于所述瓶形的所述颈部,其中所述封闭端与所述开放端相对;并且包括预备步骤:在执行步骤(a)和(b)之前,将所述工件放置在小于首先提到的模具腔体的模具腔体中,并且使其内的所述工件经受内部流体压力以使所述工件膨胀到小于所述限定形状和横向尺寸的中间尺寸和形状。

从具有壁厚梯度的预型件压力成型金属容器等的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通过压力成型空心金属预型件来生产金属容器等的方法。在一个重要的特定方面中,本发明涉及压力夯头成型铝或其他金属容器,该容器具有异型形状,例如带有非对称特征的瓶形。

背景技术

[0002] 金属罐是公知的并且广泛用于饮料。常规的饮料罐主体通常具有简单的直立圆柱形侧壁。然而,有时为了美观、吸引消费者和/或产品识别的原因而希望赋予金属饮料容器的侧壁和/或底部不同的且更复杂的形状,并且具体地提供具有瓶形而非普通圆柱罐形的金属容器。

[0003] 在此之前已经提出了多种方法用于通过压力成型从空心预型件生产此类物件,即通过将预型件防止在模具中并且使预型件经受内部流体压力以使预型件向外膨胀成与模具接触。如所描述的,例如在美国专利 No. 6,802,196 和 No. 7,107,804(其全部公开内容通过引用并入本文中)中,压力夯头成型(PRF)技术提供了方便且有效的方法来将工件成型为瓶形或其他复杂形状。这种过程能够成型不是径向对称的异型容器形状,以增强可获得的设计多样性。

[0004] 在用于成型具有限定形状和横向尺寸的金属容器的 PRF 方法中,具有封闭端部的空心金属预型件被放置在模具腔体中,模具腔体被模具壁横向地包围,模具壁限定了所述形状和横向尺寸,冲头位于腔体一端处并且能够平移到腔体中,预型件封闭端被定位成紧邻地面对冲头,并且预型件的至少一部分被初始地从模具壁向内间隔开。预型件经受内部流体压力以使预型件向外膨胀成与模具壁基本完全接触,由此向预型件赋予限定形状和横向尺寸,预型件封闭端上的流体压力施加力被引导朝向腔体的前述一端。在预型件开始膨胀之前或之后,然而在预型件完全膨胀之前,冲头平移到腔体中以接合预型件的封闭端并且使该封闭端沿着与其上的流体压力所施加力的方向相反的方向移位,从而使预型件的该封闭端变形。通过夯头来实现冲头的平移,夯头能够向冲头施加足够的力以使预型件移位和变形。该方法被称为压力夯头成型,因为既通过所施加的内部流体压力也通过夯头造成的冲头平移来形成容器。

[0005] 预型件是单体工件,其通常具有与其封闭端相对的开放端以及大致圆柱形壁。冲头具有异型(例如,穹顶的)表面,并且预型件的封闭端被变形从而与其符合。容器所形成的限定形状可以是瓶形,其包括颈部分和主体部分,主体部分的横向尺寸大于颈部,模具腔体具有长轴线,预型件具有长轴线并且被基本共轴地布置在腔体中,并且冲头能够沿着腔体的长轴线平移。

[0006] 而且,有利地且优选地,模具壁包括能够分开以便去除已成型容器的分裂模具(拼合模),即由围绕模具腔体周边的两个或更多个匹配区段组成的模具。在分裂模具的情况下,限定形状可以绕腔体的长轴线不对称。

[0007] 希望在升高的温度下与预型件一起执行 PRF 操作。另外,此前已经提出在预型件

中引起温度梯度,例如通过添加分离的加热器来导致预型件中的从开放端到封闭端的温度梯度。预型件中的这种温度梯度有助于在内部流体压力被施加到模具中的预型件时控制预型件膨胀(鼓胀)的发生。特别地,开放端到封闭端的压力梯度导致逐渐膨胀,其中,预型件的邻近开放端的部分处于相对较高温度并且首先向外鼓胀,直到其与模具接触,因此在膨胀朝向封闭端移动时将预型件锁定在模具腔体中,而背衬夯头朝向预型件的封闭端推动冲头并且保持冲头与封闭端接触以形成封闭端(容器基部)轮廓。具体地,逐渐膨胀通过在预型件的相邻部分接合模具壁之前允许夯头使冲头移动到与封闭端接触并且形成容器基部而防止了爆裂。

[0008] 然而,控制预型件中的温度梯度是困难的,因为梯度会被诸如生产速度、预型件尺寸和工具设置之类的变量负面地影响。因此,有利的是在不必为实现该目的而建立和维持温度梯度的情况下获得从开放端到封闭端的逐渐膨胀的益处。

发明内容

[0009] 在特定实施例中,本发明包括用于成型具有限定形状和横向尺寸的空心金属物件(例如容器)的方法,包括步骤:将具有壁、封闭端和开放端的空心金属预型件布置在模具腔体中,所述模具腔体由模具壁横向地包围,所述模具壁限定了所述形状和横向尺寸,所述预型件封闭端被定位成面对所述腔体的一端,并且所述预型件的至少一部分被初始地从所述模具壁向内间隔开;以及使所述预型件经受内部流体压力以使所述预型件向外膨胀成与所述模具壁基本完全接触,由此向所述预型件赋予所述限定形状和横向尺寸,所述封闭端上的所述流体压力施加的力被引导朝向所述腔体的所述一端,其中,布置在所述模具腔体中的所述预型件具有壁厚梯度,使得所述预型件壁厚从所述封闭端朝向所述开放端逐渐减小。

[0010] 在一个重要的方面中,本发明构想了提供一种用于成型具有限定形状和横向尺寸的金属容器的方法,包括:将具有壁、封闭端和开放端的空心金属预型件布置在模具腔体中,所述模具腔体由模具壁横向地包围,所述模具壁限定了所述形状和横向尺寸,冲头位于所述腔体的一端处并且能够平移到所述腔体中,所述预型件封闭端被定位成紧邻地面对所述冲头,并且所述预型件的至少一部分被初始地从所述模具壁向内间隔开;使所述预型件经受内部流体压力以使所述预型件向外膨胀成与所述模具壁基本完全接触,由此向所述预型件赋予所述限定形状和横向尺寸,所述封闭端上的所述流体压力施加的力被引导朝向所述腔体的所述一端;以及使所述冲头平移到所述腔体中以接合所述预型件的封闭端并且使所述封闭端沿着与其上的流体压力所施加的力的方向相反的方向移位,从而使所述预型件的封闭端变形,其中,布置在所述模具腔体中的所述预型件具有壁厚梯度,使得所述预型件壁厚从所述预型件的所述封闭端朝向所述开放端逐渐减小。

[0011] 所述方法可包括初始步骤:提供具有壁、封闭端、开放端和壁厚梯度的空心金属预型件,使得所述预型件壁厚从所述预型件的所述封闭端朝向所述开放端逐渐减小。

[0012] 在特定实施例中,可通过拉拔和熨平板状金属坯料来生产所述预型件,使用锥形冲头来进行熨平,其导致所述预型件壁朝向所述预型件的开放端逐渐变薄。

[0013] 由于壁厚梯度的缘故,当预型件经历内部流体压力时,向外膨胀在其开放端开始并且向下移动到其封闭端;也即,预型件在开放端处的部分首先向外鼓胀,因为开放端处的

壁相比封闭端处的壁更薄。这实质上是如同通过在模具内加热恒定壁厚预型件以导致开放端到封闭端的温度梯度所实现的逐渐膨胀的相同效果,但是避免了与温度梯度相关联的难题。换句话说,预型件壁厚梯度优选地使得在使预型件经受内部流体压力的步骤期间,预型件的向外膨胀在开放端(在那里,预型件壁厚最小)附近的区域开始,并且沿着朝向封闭端(在那里,预型件壁厚最大)的方向前进。

[0014] 预型件壁厚梯度还提供了其他的益处。虽然所生产的容器的壁尺度薄于用于形成该容器的预型件的壁尺度,但是梯度趋向于被保留,尤其在直壁容器中,结果,容器具有相对较强、较厚的底部(所期望的,以帮助典型地穹顶底部抵抗例如来自气溶胶产品的内部压力)以及相对较薄的顶部(所期望的,以便容易地形成为了封闭而需要的凸缘或卷曲)。

[0015] 虽然在本发明的 PRF 方法中优选地不提供温度梯度,但是在成型操作之前和 / 或期间对预型件进行总体加热是有益的,尤其是为了在不导致破裂的情况下增加可能获得的总的侧壁膨胀量。

[0016] 在进一步优选的实施例中,本发明提供了一种用于成型具有限定形状和横向尺寸的金属容器的方法,包括步骤:(a) 将具有壁、封闭端和开放端的空心金属预型件布置在模具腔体中,所述模具腔体由模具壁横向地包围,所述模具壁限定了所述形状和横向尺寸,所述预型件封闭端被定位成面对所述腔体的一端,并且所述预型件的至少一部分被初始地从所述模具壁向内间隔开;以及(b) 使所述预型件经受内部流体压力以使所述预型件向外膨胀成与所述模具壁基本完全接触,由此向所述预型件赋予所述限定形状和横向尺寸,所述封闭端上的所述流体压力施加的力被引导朝向所述腔体的所述一端,其中,布置在所述模具腔体中的所述预型件具有壁厚梯度,使得所述预型件壁厚从所述封闭端朝向所述开放端逐渐减小。

[0017] 在所述方法中,步骤(b) 优选地包括向所述腔体中的所述预型件同时施加内部正流体压力和外部正流体压力,所述内部正流体压力高于所述外部正流体压力,并且包括通过独立地控制所述预型件同时经受的内部和外部正流体压力以便改变所述内部正流体压力和所述外部正流体压力之间的差来控制所述预型件中的应变率。

[0018] 所述容器优选地是铝容器,并且所述方法优选地进一步包括步骤:在执行步骤(a) 之前,用铝板制造所述预型件,所述铝板具有再结晶的或再生的微结构并且具有在大约 0.25 mm 到大约 1.5 mm 范围内的尺度。

[0019] 所述容器优选地是铝容器并且所述限定形状优选地是瓶形,所述瓶形包括颈部和主体部,所述主体部在横向尺寸上大于所述颈部,所述模具腔体具有长轴线,所述预型件具有长轴线并且在步骤(a) 中与所述腔体基本共轴地布置;其中,所述预型件是细长的且最初为大致圆柱形的工件并且在直径上基本等于所述瓶形的所述颈部,所述封闭端与所述开放端相对;并且包括预备步骤:在执行步骤(a) 和(b) 之前,将所述工件放置在小于首先提到的模具腔体的模具腔体中,并且使其内的所述工件经受内部流体压力以使所述工件膨胀到小于所述限定形状和横向尺寸的中间尺寸和形状。

[0020] 本发明的另一实施例提供了一种用于成型具有限定形状和横向尺寸的空心金属物件的方法,包括:(a) 将具有壁、封闭端和开放端的空心金属预型件布置在模具腔体中,所述模具腔体由模具壁横向地包围,所述模具壁限定了所述形状和横向尺寸,所述预型件封闭端被定位成面对所述腔体的一端,并且所述预型件的至少一部分被初始地从所述模具

壁向内间隔开；以及(b)使所述预型件经受内部流体压力以使所述预型件向外膨胀成与所述模具壁基本完全接触，由此向所述预型件赋予所述限定形状和横向尺寸，所述封闭端上的所述流体压力施加的力被引导朝向所述腔体的所述一端，其中，布置在所述模具腔体中的所述预型件具有壁厚梯度，使得所述预型件壁厚从所述封闭端朝向所述开放端逐渐减小。

[0021] 在所述方法中，步骤(b)优选地包括向所述腔体中的所述预型件同时施加内部正流体压力和外部正流体压力，所述内部正流体压力高于所述外部正流体压力，并且包括通过独立地控制所述预型件同时经受的内部和外部正流体压力以便改变所述内部正流体压力和所述外部正流体压力之间的差来控制所述预型件中的应变率。

[0022] 所述方法优选地进一步包括步骤：在执行步骤(a)之前，用铝板制造所述预型件，所述铝板具有再结晶的或再生的微结构并且具有在大约 0.25 mm 到大约 1.5 mm 范围内的尺度。

[0023] 当所述物件是空心铝物件时，所述限定形状优选地是瓶形，所述瓶形包括颈部和主体部，所述主体部在横向尺寸上大于所述颈部，所述模具腔体具有长轴线，所述预型件具有长轴线并且在步骤(a)中与所述腔体基本共轴地布置；其中，所述预型件是细长的且最初为大致圆柱形的工件并且在直径上基本等于所述瓶形的所述颈部，所述封闭端与所述开放端相对；并且包括预备步骤：在执行步骤(a)和(b)之前，将所述工件放置在小于首先提到的模具腔体的模具腔体中，并且使其内的所述工件经受内部流体压力以使所述工件膨胀到小于所述限定形状和横向尺寸的中间尺寸和形状。

[0024] 从下面阐述的详细描述以及附图将会明白本发明的其他特征和优点。

附图说明

[0025] 图 1 是用于压力夯头成型的工具的简化的且某种程度示意性的透视图；

[0026] 图 2A 和 2B 是类似于图 1 的在 PRF 方法的执行中的相继阶段的视图；

[0027] 图 3 是作为时间的函数的内部压力(液压成型加载)和夯头位移的曲线图，使用空气作为流体介质，示出了在图 2A 和 2B 所示的方法中将预型件经受内部流体压力以及使冲头平移的步骤之间的时间关系；

[0028] 图 4A、4B、4C 和 4D 是类似于图 1 的在修改的 PRF 方法的执行中的相继阶段的视图；

[0029] 图 5A 和 5B 分别是类似于图 1 的视图和旋转成型步骤的简化示意性透视图，示出了另一个修改的 PRF 方法的执行中的相继阶段；

[0030] 图 6A、6B、6C 和 6D 是 PRF 方法中的相继阶段的计算机生成的示意性立面视图；

[0031] 图 7 是成型期间的压力历史的曲线图(随着时间的压力变化，使用任意时间单位)，示出了向模具腔体中的预型件同时施加可独立控制的内部和外部正流体压力的特征，并且将没有外部正压力时的内部压力变化(如图 3 中)与其进行比较；

[0032] 图 8 是从有限元分析得出的成型期间随着时间的应变变化的曲线图，示出了在图 7 中比较的在两个不同压力条件(具有和不具有背压，BP)下对于一个具体位置(元)的应变；

[0033] 图 9 是类似于图 7 的成型期间的压力历史(具有应变率相关的材料性质)的曲线

图,示出了当内部和外部正流体压力被同时施加到模具腔体中的预型件时在成型过程中可使用的具体控制机构;

[0034] 图 10 是用于执行 PRF 方法的设备的示例性实施例的立面剖视图;

[0035] 图 11 是图 10 的设备的局部分解透视图;

[0036] 图 12A、12B 和 12C 是图 10 和 11 的设备的分裂模具的一半的透视图,分别示出了分解视图中的分裂模具半体的分裂插件、分裂插件保持器以及处于组装关系的插件和插件保持器;

[0037] 图 13 是图 10 和 11 的设备的完全分解透视图;

[0038] 图 14A、14B 和 14C 是示意性立面剖视图,示出了 PRF 方法的执行中的相继阶段,其中,如本发明的实施例中那样,预型件经历从开放端到封闭端的逐渐膨胀;

[0039] 图 15 是用于本发明的方法中的预型件的示例的局部立面剖视图;

[0040] 图 16 是示意图,示出了用于生产图 15 所示类型的预型件的熨平步骤;

[0041] 图 17A 和 17B 分别是图 15 所示类型的预型件的生产中的相继步骤的简化示意图和立面剖视图,图 17B 沿图 17A 的线 B-B 截取;

[0042] 图 18A、18B、18C 和 18D 是简化示意性立面剖视图,示出了在生产具有壁厚梯度的预型件时的相继的冲杯(cupping)、再拉拔和熨平操作,该预型件用于本发明的方法的特定实施例中;

[0043] 图 19 是图 18D 的一部分的局部放大图;

[0044] 图 20 是图 18A-18D 所示的操作所生产的锥形壁预型件的立面剖视图;

[0045] 图 21A 和 21B 是简化示意性立面侧视图,示出了在诸如图 20 的预型件经受压力夯头成型之前对预型件进行卷边的操作;

[0046] 图 22 是压力夯头成型模具或模具腔体的示意性立面剖视图;

[0047] 图 23A、23B、23C 和 23D 是本发明的方法的实施例中的相继阶段的计算机生成的示意性立面图;并且

[0048] 图 24 是机器输出数据的曲线图,示出了用于实施本方法时的典型 PRF 成型操作的成型条件(成型压力、背衬夯头运动和背衬负载机器输出数据)。

具体实施方式

[0049] 以说明的方式但非限制性地,本发明将被描述成具体体现为使用液压(内部流体压力)和冲头成型的组合,即 PRF 过程,来成型铝容器的方法,该铝容器具有不必的轴对称(绕容器的几何轴线径向对称)的异型形状。本文中的术语“铝”指的是铝基合金以及纯铝金属。

[0050] 如下文说明的,本发明的重要特征被具体体现在 PRF 过程的修改和改进中,具体涉及经受 PRF 操作的预型件的生产 and 结构性特征。根据本发明制造和构造的预型件可经受例如在前述美国专利 No. 6,802,196 和 No. 7,107,804 中阐述的多种类型的 PRF 过程,并且后一种过程在被施加到那些预型件时构成了本发明的方法的实施例。

[0051] 因此,下面的描述将以前述美国专利 No. 6,802,196 和 No. 7,107,804 中公开的 PRF 过程的概述开始。然后将描述本发明的具体特征。

[0052] *PRF概述*

[0053] 如前述美国专利 No. 6,802,196 和 No. 7,107,804 中描述的,PRF 制造过程具有两个不同阶段,即制造预型件以及后续的将预型件成型为最终容器。对于完整的成型路径而言有几个选项,并且通过所使用的铝板的可成型性来确定适当的选择。

[0054] 预型件由铝板制成,该铝板具有再结晶的或再生的微结构并且具有例如在 0.25 mm 到 1.5 mm 范围内的尺度。预型件是封闭端圆柱体,其可通过例如拉拔一再拉拔工艺制造。

[0055] 预型件的直径处于所期望的容器产品的最小和最大直径之间的某处。可在后续的成型操作之前在预型件上形成螺纹。预型件的封闭端的轮廓可被设计成有助于形成最终产品的底部轮廓。

[0056] 如图 1 所示,用于 PRF 方法的工具组件包括分裂模具 10、冲头 12 和夯头 14,分裂模具 10 具有异型腔体 11,异型腔体 11 限定了轴向地竖直瓶形,冲头 12 具有容器的底部所期望的轮廓(例如,在所示实施例中,中凸地穹顶轮廓,用于向所形成容器的底部赋予穹顶形状),夯头 14 附接到冲头。在图 1 中,仅仅示出了分裂模具的两个半体之一,另一个半体是所示的模具半体的镜像;如明显看出的,两个半体在包含由模具腔体 11 的壁限定的瓶形的几何轴线的平面中相遇。

[0057] 在模具腔体 11 的上开放端 11a(其对应于腔体的瓶形的颈部)处,模具腔体 11 的最小直径在允许余隙的情况下等于将要被放置在腔体中的预型件(见图 2A)的外侧直径。预型件被初始地放置成略微高于冲头 12 并且在开放端 11a 处具有示意性示出的压力附件 16,以允许内部加压。可例如通过联接到预型件的上开放端中形成的螺纹或者通过将管子插入预型件的开放端中并借助于分裂模具或通过一些其他压力附件形成密封而实现加压。

[0058] 加压步骤涉及向空心预型件的内部引入处于压力下的流体(例如水或空气),该压力足以导致预型件在腔体中膨胀直到预型件的壁被基本完全压靠限定了腔体的模具壁,由此向被膨胀的预型件赋予腔体的形状和横向尺寸。一般而言,所采用的流体可以是可压缩的或不可压缩的,质量、通量、体积或压力中的任一个被控制以控制预型件壁所由此经受的压力。在选择流体时,有必要考虑成型操作中将要采用的温度条件;如果例如水是所述流体,则温度必须低于 100℃,并且如果需要较高的温度,则所述流体应当是诸如空气的气体或者是在成型操作的温度时不会沸腾的液体。

[0059] 作为加压步骤的结果,形成在模具壁中的细节的浮雕特征被复制成所得到容器的表面上的倒置镜像形状。即使所生产的容器的这些特征或总体形状不是轴对称的,该容器仍能够无困难地从工具移除,这归因于分裂模具的使用。

[0060] 在图 2A 和 2B 所示的特定 PRF 过程中,预型件 18 是具有封闭下端 20 和开放上端 22 的空心圆柱形铝工件,其外侧直径等于将要形成的瓶形的颈部的外侧直径,并且 PRF 操作的成型应变在由预型件的可成型性设定的界限(其取决于温度和变形率)内。在具有该可成型性性质的预型件的情况下,模具腔体 11 的形状被制成精确地如最终产品所需的形状,并且该产品可在单个 PRF 操作中制成。夯头 14 的运动以及内部加压的速率例如最小化成型操作的应变并且产生容器的期望形状。颈部和侧壁特征主要产生于由于内部压力而导致的预型件的膨胀,而底部的形状主要由夯头和冲头 12 的运动以及面对预型件封闭端 20 的冲头表面的轮廓来限定。

[0061] 内部流体压力的施加以及夯头和冲头的操作的适当同步是重要的。图 3 示出了计

计算机生成的模拟数据(有限元分析输出的序列)的图,其代表图 2A 和 2B 的成型操作,空气压力由通量控制。特别地,该曲线图示出了所涉及的压力和夯头时间历史。如从图 3 明显看出的,预型件中的流体压力在如下相继的阶段中出现:(i)在预型件开始膨胀之前上升到第一峰 24,(ii)在开始膨胀时下降到最小值 26;(iii)随着继续膨胀逐渐上升到中间值 28,直到预型件持续地(尽管不是完全地)接触模具壁,以及(iv)在预型件膨胀完成期间从中间值更快速地(在 30 处)上升。参照压力阶段的该序列而言,冲头的平移基本在阶段(iii)的末尾处开始发生,以在优选的 PRF 过程中使预型件的封闭端移位和变形。时间、压力和夯头位移的单位在图中示出。针对图 3 的 x 轴上所表示的时间 0.0、0.096、0.134 和 0.21 秒,图 6A、6B、6C 和 6D 示出了图 3 所代表的操作在预型件上的效果(计算机生成的模拟结果)。

[0062] 在开始将内部流体压力引入空心预型件中时,冲头 12 被布置在预型件的封闭端下面(假设工具为轴向竖直取向,如图所示),与预型件的封闭端紧密相邻(例如,接触),从而限制预型件在所供应的内部压力的影响下的轴向拉伸。当预型件的膨胀达到实质的(尽管不是完全完整的)程度时,夯头 14 被致动以强迫地使冲头向上平移,随着内部压力造成的预型件的横向膨胀得以完成而使预型件的封闭端的金属向上移位并且使封闭端变形成冲头表面的轮廓。在所描述的这些步骤中,预型件封闭端的向上移位不使预型件相对于模具向上移动或导致预型件的侧壁起皱(可能由于夯头的过早向上操作而出现),这归因于当夯头开始驱动冲头向上时预型件已经出现的膨胀程度。

[0063] 图 4A-4D 示出了 PRF 过程的第二示例。在该示例中,如图 2A 和 2B 中那样,圆柱形预型件 38 具有初始的外侧直径,其等于最终产品的最小直径(颈部)。然而,在该示例中,假设 PRF 操作的成型应变超过了预型件的可成型性极限。在该情况中,需要两个连续的压力成型操作。第一个(图 4A 和 4B)不需要夯头并且仅仅通过内部加压在简单分裂模具 40 中使预型件膨胀成较大直径的工件 38a。第二个是 PRF 过程(图 4C 和 4D),以在模具 40 中初始地膨胀的工件开始,并且采用具有瓶形腔体 44 的分裂模具 42 以及由夯头 48 驱动的冲头 46,即使用内部压力和夯头运动二者,产生最终的期望的瓶形,包括侧壁轮廓和底部轮廓的所有特征,其主要由冲头 46 的动作来产生。

[0064] 图 5A 和 5B 示出了 PRF 过程的第三示例。在该示例中,预型件 50 被制造为具有大于最终瓶形容器的最小外侧直径(通常为颈部直径)的初始外侧直径。预型件的这种选择可产生于对于预成型操作的成型极限的考虑或者可被选择为降低 PRF 操作中的应变。结果,最终产品的制造必须包括预型件的直径上的膨胀和压缩二者,从而不能单独用 PRF 设备实现。单个 PRF 操作(图 5A,采用分裂模具 52 和夯头驱动的冲头 54)被用于形成壁和底部轮廓(如图 2A 和 2B 的实施例中那样)并且需要旋转成型或其他颈部成型操作来成型容器的颈部。如图 5B 所示,可采用的一种类型的旋转成型过程是美国专利 No. 6,442,988 中阐述的那种,其全部公开内容通过引用并入本文中,其采用旋转成型盘 56 的多个串列组和锥形心轴 58 来成型瓶颈部 60。

[0065] 在上述 PRF 过程的实践中,PRF 应变可能大。相应地选择或调整合金成分来提供期望的产品性质和增强的可成型性的组合。如果仍然需要更好的可成型性,则成型温度可升高,因为温度的升高提供了更好的可成型性;因而,可能需要在升高的温度下执行(一个或多个)PRF 操作和/或预型件可能需要恢复退火,以便增加其可成型性。

[0066] PRF 过程还可用于从其他的材料(例如钢)成型容器。

[0067] 可参照(上述的)图 3 并一起考虑图 6A-6D 来进一步说明使夯头驱动的冲头 12 移动到模具腔体 11 内以使预型件 18 的封闭端 20 移位和变形(如图 2A 和 2B 中那样)的重要性,其中,虚线表示模具腔体 11 的竖直轮廓,并且穹顶轮廓的冲头 12 在内部压力开始之后的各个时间处的位移(以毫米为单位)由虚线的右手侧上的刻度来表示。

[0068] 夯头在铝瓶的成型中发挥两个重要功能。其限制了轴向拉伸应变并且形成了容器的底部的形状。初始地,夯头驱动的冲头 12 被保持成紧密邻近或刚好接触预型件 18 的底部(图 6A)。这用于最小化预型件侧壁的轴向拉伸,否则由于内部加压而会导致轴向拉伸。因此,随着内部压力增大,预型件的侧壁将在没有显著拉长的情况下膨胀到接触模具的内侧。在这些过程中,在一些时间点,预型件的底部将变得接近半球形,半球的半径近似等于模具腔体的半径(图 6B)。在该时间点或者刚好在该时间点之前,夯头必须被致动以向上驱动冲头 12 (图 6C)。夯头的鼻部的轮廓(即,冲头表面轮廓)完全地限定了容器的底部的轮廓。随着内部流体压力完成了预型件抵靠模具腔体壁的模式(比较图 6B、6C 和 6D 中的瓶肩部 and 颈部),夯头的运动与内部压力一起迫使预型件的底部进入冲头表面的轮廓,使得在没有过度的拉伸应变的情况下产生所期望的轮廓(图 6D),可以想到的是,过度的拉伸应变可能导致失效。夯头的向上运动向预型件的半球区域施加了压缩力,降低了由加压操作引起的总体应变,并且帮助径向向外地供给材料以填充冲头鼻部的轮廓。

[0069] 如果相对于内部加压的速率过早地施加夯头运动,则预型件很可能由于轴向压缩力而起皱并且折叠。如果施加得过晚,则材料将会经历轴向方向的过度应变,导致其失效。因此,需要对内部加压速率以及夯头和冲头鼻部的运动进行协调以便实现成功的成型操作。通过该过程的有限元分析(FEA)来最佳地实现必要的时间控制。图 3 基于 FEA 的结果。

[0070] 目前已经描述并且在图 3 中示出了 PRF 过程,好像没有向模具腔体中的预型件的外侧施加正(即,超大气)的流体压力。在这种情况下,腔体中的预型件上的外部压力可以基本为周围的大气压力。随着预型件膨胀,腔体中的空气将(由于预型件的外侧和模具壁之间的体积逐渐减小)而通过适当的排气开口或通道被驱赶出来,所述排气开口或通道为此目的而设并且连通在模具腔体和模具的外部之间。

[0071] 特别参照铝容器而言,作为示例,FEA 已经示出了在没有施加任何正外部压力的情况下,一旦预型件开始塑性变形(经受形变),则预型件中的应变率变得非常高并且基本上不可控,这归因于铝合金在压力夯头成型操作的工艺温度(例如高于 300℃)时的低或零加工硬化率。

[0072] 也就是说,在这种温度时,铝合金的加工硬化率基本为零并且延展性(即,成型极限)随着应变率增大而减小。因此,由于成型操作的应变率增大并且铝的延展性减小,制造所期望的最终形状的容器产品的能力被减低。

[0073] 根据 PRF 过程的进一步特征,在向预型件的内侧施加正流体压力的同时将正流体压力施加到模具腔体中的预型件外侧。这些外部和内部正流体压力分别由两个独立受控的压力系统提供。可通过将可独立控制的正流体压力源连接到前述排气开口或通道来方便地供应外部正流体压力,从而维持模具和膨胀预型件之间的体积中的正压力。

[0074] 针对在具有和不具有正外部压力控制的情况下对容器进行压力夯头成型,图 7 和 8 比较了压力与时间以及应变与时间历史(本文中的术语“应变”指的是由外力在主体中引起的每单位长度的伸长)。对于没有外部正流体压力作用在预型件上的情况,图 7 的线 101

对应于图 3 中标示为“压力”的线；图 8 的线 103 代表由 FEA 确定的针对一个具体位置(元)所得到的应变。显然，应变在情况中总是瞬时的，暗示了非常高的应变率和非常短的时间以使预型件膨胀到接触模具壁。对比而言，图 7 的线 105、107 和 109 分别代表当内部和外部压力二者均被控制时，即当外部和内部正流体压力被独立地控制且被同时施加到模具腔体中的预型件时内部正流体压力、外部正流体压力和二者之间的差；内部压力高于外部压力，从而具有实现预型件的膨胀所需的净的正内部—外部压力差。针对线 105、107 和 109 代表的独立受控的内部—外部压力条件，图 8 的线 111 代表环向应变(当预型件膨胀时，在预型件的圆周周围的水平面中产生的应变)；将会看出，由线 111 代表的环向应变达到了线 103 所达到的相同的最终值，但是在长得多的时间上达到，从而以低得多的应变率达到。图 8 中的线 115 代表轴向应变(随着预型件拉长而在垂直方向上产生的应变)。

[0075] 通过同时提供作用在模具腔体中的预型件上的可独立控制的内部和外部正流体压力并且使这些内部和外部压力之间的差变化，成型操作保持完全受控，避免了非常高的且不可控制的应变率。预型件的延展性以及因此操作的成型极限由于两个原因而增大。第一，降低成型操作的应变率会增大铝合金的固有延展性。第二，外部正压力的添加会降低膨胀的预型件中的流体静应力(并可能导致流体静应力为负)。这会降低与金属中的微孔和金属间颗粒相关联的损伤的不利影响。在本文中，术语“流体静应力”指的是在 x、y 和 z 方向上的三个正应力的算术平均。

[0076] 如此描述的特征通过使得能够控制成型操作的应变率并且通过降低成型期间金属中的流体静应力而增强了压力夯头成型操作成功地制造瓶形铝容器等的的能力。

[0077] 压力差的选择是基于用于制造预型件的金属的材料性质。特别地，必须考虑金属的屈服应力和加工硬化率。为了使预型件塑性(即，非弹性)变形，压力差必须使得预型件中的有效(Mises)应力超过屈服应力。如果存在正的加工硬化率，超过屈服应力的固定施加的有效应力(来自压力)将导致金属变形到等于所施加的有效应力的应力水平。在那个点，变形率将接近零。在非常低或零加工硬化率的情况下，金属可以以高应变率变形直到其或者接触模型(模具)的壁或者出现破裂。在 PRF 过程所预期经历的升高的温度下，铝合金的加工硬化率低至零。

[0078] 适合用于供应内部和外部压力的气体的例子包括但不限于氮气、空气和氩气，以及这些气体的任意组合。

[0079] 在任何时间点时，预型件的壁中的任何点处的塑性应变率仅取决于瞬时有有效应力，其进而仅取决于压力差。外部压力的选择取决于内部压力，总体原则是实现并控制预型件的壁中的有效应力，从而实现并控制应变率。

[0080] 图 9 示出了可用于成型过程中的不同的控制机制。有限元模拟已经被用于优化该过程。在图 9 中，线 120 代表作用在预型件上的内部压力(P_{in})，线 122 代表作用在预型件上的外部压力(P_{out})，并且线 124 代表压力差($P_{diff} = P_{in} - P_{out}$)。该图示出了来自一个控制方法的压力历史。在该情况中，内部腔体中的流体质量被保持恒定并且(预型件外侧的)外部腔体中的压力线性地降低。应变率相关的材料性质也被包括在该模拟中。该后一个控制机制是当前优选的，因为其得到了较简单的过程。

[0081] 用于执行某些 PRF 程序来形成金属容器的设备示例在图 10-13 中示出。该设备包括分裂模具 210、冲头 212、背衬夯头 214 和密封夯头 216 以及下面描述的其他部件和器具，

分裂模具 210 具有限定了轴向竖直瓶形的异型腔体 211, 冲头 212 的轮廓被形成成为赋予期望的容器底部构造(其可以是非对称的), 背衬夯头 214 用于使冲头移动, 密封夯头 216 用于在金属(例如, 铝)容器预型件 218 如图 10 所示被插入模具腔体中时密封模具腔体以及预型件的开放上端。

[0082] 在图 10-13 的设备的分裂模具中, 可互换的主插件 219 和次异型区段或插件 221 和 223 配合到分裂插件保持器 225 的内表面上, 分裂插件保持器 225 被接收在分裂主模具构件 210 中。这些区段可充当模板, 其内表面形成有浮雕图案(本文所使用的术语“浮雕”指的是正的和负的浮雕二者), 用于在金属容器成型时向金属容器施加装饰或压花。每个插件 219、221 和 223 本身是分裂插件, 由两个分离的零件形成(219a、219b ; 221a、221b ; 223a、223b), 其被分别装配在两个分离的分裂插件保持器半体 225a、225b 中, 分裂插件保持器半体 225a、225b 进而分别被接收在两个分裂主模具构件半体 210a、210b 的轴向竖直面对的半圆柱通道中。

[0083] 气体通过两个分离的通道被供给到模具, 用于预型件的内部和外部加压。可通过模具结构 210 和插件保持器 225 中的匹配端口来实现将气体在预型件的外面供应到模具腔体的内部, 从匹配端口开始, 存在通过插件 219、221 或 223 通向腔体内部的开口或通道; 这种开口或通道将会在所成型的容器上产生表面特征, 并且因此被定位和构造成是不引人注目的, 例如构成容器表面设计的一部分。模具中可包括加热元件。加热元件 231 被安装在预型件内侧, 与预型件共轴; 该加热元件可消除对气体进行预热的任何需求, 在(上述的)本方法的其他实施例中, 预热的气体被供应到预型件的内部以使预型件膨胀。

[0084] 图 10-13 的设备的前述特征使得能够增强模具替换的快捷性, 降低能量消耗并且提高生产率。

[0085] 如图 10-13 的设备中另外示出的, 螺纹或凸耳(以使得能够附接螺纹封闭盖)和/或颈环可在 PRF 程序期间并且作为 PRF 程序本身的一部分形成在容器的颈部中而不是通过单独的颈部成型步骤, 还是为了增大生产率。这通过在对应于所形成容器的颈部的分裂模具内表面部分中产生负螺纹或凸耳图案来实现, 使得在预型件(在模具腔体的颈部区域中)膨胀时, 螺纹或凸耳浮雕图案被赋予到预型件。对于这种螺纹成型操作, 至少预型件的颈部被制造成在直径上小于最终形成的容器的颈部。

[0086] 具体参照图 11-13 而言, 插件保持器由两个镜像半体 225a、225b 构成, 半体 225a、225b 各自具有轴向竖直的且大致半圆柱形内表面。主插件 219 以及两个次分裂插件 221 和 223 沿着模具腔体的轴线以连续的串行相继方式布置, 每个次插件的每个半体被装配到分裂插件保持器的一个半体中, 使得当插件保持器的两个半体以面对的方式聚在一起时, 每个分裂插件的两个半体彼此配准地面对。主和次插件在它们的水平边缘 241、243、245 处彼此匹配并且其外表面与诸如形成在分裂插件保持器的半体的内表面中的突台 247 的特征互相配合。共同地, 插件构成了整个模具壁, 其限定了将要形成的容器的形状。

[0087] 主异型插件半体 219a、219b 的每一个具有限定了期望的容器形状(例如瓶形)的上部(包括颈部)的一半的内表面。如图 10 中在 237 处指示的, 该主分裂插件的每个半体的形成颈部的表面可形成螺纹的轮廓, 以便将盖接合螺纹赋予所形成容器的颈部。主分裂插件的内表面的其余部分可以是平滑的以产生平滑表面的容器, 或者可以是带纹理的以产生具有期望表面粗糙度或重复图案的容器。

[0088] 两个(上和下)次异型插件 221、223 的任一个或二者的一个或两个半体可具有构造在所形成容器的表面上提供正和 / 或负浮雕图案、设计、符号和 / 或字母的内表面。有利地,提供了例如表面特征彼此不同的多组可互换的插件,以便以对应不同的设计或表面来生产成型金属容器。然后,可以通过将一组插件滑出插件保持器并且替换与其和互换的另一组插件来非常快速且简单地实现工具的替换。分裂模具的相对的部件之间的密封通过精密机加工来实现,其消除了对于衬垫和环的需求。

[0089] 在所示的设备中,分裂模具构件 210 被十二个棒加热器 249 加热,每个棒加热器 249 为模具组的竖直高度的一半,分别从顶部或底部竖直地插入模具组件中。用于模具腔体中的预型件的内部和外部加压的气体可以经由穿过两部件压力容纳体(分裂模具构件 210)中的两个分离的通道而被预加热。用于外部加压的通道排放到模具腔体中,而用于内部加压的通道经由密封夯头 216 排放到预型件的内部,气体通过密封夯头气体端口 250 被输送到密封夯头 216。

[0090] 加热元件 231 是加热棒,其附接到密封夯头并且与预型件共轴地定位,当密封夯头处于其完全降低位置以便执行 PRF 程序时,加热元件 231 通过预型件的开放上端向下延伸到预型件中,接近其底部。元件 231 具有其独立的温度控制系统(未示出)。在该布置的情况下,可避免气体的预加热,使得能够消除气体预加热设备并且还至少很大程度上不再需要预加热模具部件,因为仅仅预型件本身需要处于升高的温度。密封夯头设置有陶瓷温度隔离环 253,以防止相邻的液压系统和负载单元(load cell)的过度加热。

[0091] 如图 10 和 13 进一步示出的,设备还设置有液压密封夯头适配器 255 和液压背衬夯头适配器 257、隔离环夯头适配器 259、密封夯头环 261 以及用于分裂主模具构件 210 的每个半体的上和下压力容纳端盖 263。凸轮系统可用作液压系统的替代来使夯头移动。

[0092] 本发明

[0093] 如上述类型的 PRF 程序所具体体现的,本发明的方法提供了新的且改进的方式以在使(布置在模具腔体中的)预型件经受内部流体压力的步骤期间实现预型件从其开放端到其封闭端(即在本文所示的取向规定时从模具的顶部到底部)的逐渐向外膨胀。针对预型件 18 经历如图 1 中的模具 10 中的压力夯头成型的情况,图 14A、14B 和 14C 中示出了这种逐渐向外膨胀。最初,细长的大致圆柱形预型件(具有其封闭下端 20 和开放上端 22)被布置在异型模具腔体 11 中(图 14A)。此时,位于模具腔体的底部处的冲头 12 可被定位成接合预型件下端 20。随着预型件经受通过压力附件 16 引入的流体的内部压力(由指向下的箭头表示),在所示冲头(在该时刻)保持静止的情况下,预型件侧壁开始向外鼓胀。期望地,该向外鼓胀在预型件的上部中开始(图 14B)并且向下进展到预型件的下部,直到整个预型件侧壁接合模具腔体壁(图 14C),而同时冲头在由指向上的箭头所指示的负载下向上移动以成型预型件的下端。

[0094] 在此以前,在 PRF 操作中,已经通过如下方式实现了这种逐渐膨胀:沿着预型件的长度从顶部到底部建立温度梯度,预型件的上部(接近其开放端)被加热到最高温度,并且温度向着预型件的下(封闭)端逐渐降低。随着处于最高温度的预型件上部首先向外鼓胀,直到其接触模具腔体,其将预型件锁定在模具中,而同时冲头向上推靠预型件的基部(封闭端)以形成基部轮廓。

[0095] 根据本发明,代替采用沿着预型件长度的温度梯度来引起逐渐膨胀,预型件设置

有沿着预型件侧壁的厚度梯度,侧壁的最厚部分在预型件的基部(封闭端)处并且壁厚沿着向上方向(朝向预型件的开放顶端)逐渐减小。由于该壁厚梯度,当施加内部压力时,预型件侧壁的最薄(上)部分首先向外鼓胀,并且随着压力在成型期间增大,预型件的向外膨胀以图 14A、14B 和 14C 所示的方式逐渐向下进行到封闭端。

[0096] 图 15 示出了具有壁厚梯度的产生逐渐膨胀的预型件 318,其代表穿过预型件侧壁 319 以及封闭端 320 的相邻部分的纵向剖面。如那里所指示的,预型件侧壁具有封闭端 320 附近的 0.38 mm (0.0150 英寸)的最大厚度并且逐渐减小到开放端 322 附近的 0.30 mm (0.0120 英寸)的最小厚度。

[0097] 这种预型件可易于通过拉拔和熨平程序来生产,如图 16-24 所例示的。首先参照图 17A 和 17B,被适当润滑的扁平圆形铝板坯料 324 在第一机器上经受冲杯操作,在第一机器处,工具包使用标准拉拔方法将坯料成型为杯 326。然后,将杯传递到再拉拔工具包并且使其经历第一再拉拔以产生具有减小的直径的拉长工件 328;以相同的方式,执行第二再拉拔以实现进一步拉长以及工件直径的进一步减小,如 330 处所示。在该阶段,经再拉拔的杯被修剪以去除不均匀的顶部并且其尺寸被设定为预型件高度。杯被再次传递到主体制造机以便进行第三再拉拔(更进一步拉长和减小直径,如 332 处所示)以及用锥形冲头 334 (图 16) 进行熨平步骤以将预型件的侧壁厚度减小到预定厚度并具有沿着侧壁的厚度梯度。在离开主体制造机之后,预型件被修剪以去除开放端处的任何不均匀性并且其尺寸被设定为预型件高度。经修剪的预型件 318 被清洁并形成颈部以降低顶部开口的直径,而后就形成了期望的封闭精加工。

[0098] 进一步参照图 16,在熨平步骤中,工件 332 被放置在熨平模具 338 中,并且异型(锥形)冲头 334 被通过工件的开放端引入工件中并且沿指向下的箭头方向移动,冲头 334 在其邻近工件封闭端的末端处具有最小直径。锥形冲头的轮廓限定了所生产的预型件 318 的侧壁厚度梯度,因为熨平模具的直径是固定的。随着冲头在模具中沿冲头和模具的公共轴线移动,最大冲头直径的区域(冲头和熨平模具之间的最小间隙)导致预型件壁的最薄部分,而最小冲头直径的区域(冲头和模具之间的最大间隙)导致预型件壁的最厚部分。一般而言,恰当的参数可以在表 1 所示的范围内。

[0099] 表 1

[0100] 参数	工作范围	优选范围
[0101] 板开始尺寸		
[0102] 英寸	0.005 — 0.100	0.010 — 0.030
[0103] mm	0.13 — 2.5	0.25 — 0.76
[0104] 冲头锥度,度	0.0001 — 1.0	0.01 — 0.10
[0105] 壁厚变化	1 — 50%	20 — 40%
[0106] 壁厚变化是最大壁厚(T1)和最小壁厚(T2)之间的差,表示为 $[T1-T2/T2] \times 100\%$ 。		

[0107] 在本发明的进一步说明中,可参照以下特定示例。

[0108] 示例

[0109] 用于实施本发明的方法的铝锥形壁预型件在五个分离的阶段中形成,其示意性地示出在图 18A、B、C 和 D 中。上面参照图 17A 和 B 讨论的这五个阶段是冲杯、第一再拉拔、第

二再拉拔、主体制造(即第三再拉拔和壁熨平)以及修剪。

[0110] 表 2 列出了用于生产锥形壁预型件的坯料尺寸、再拉拔直径和缩减百分比。工作示例预型件的成型使用了标准坯料和拉拔、再拉拔以及拉拔和熨平工艺。

[0111] 表 2

[0112]	直径 mm (英寸)	缩减(%)
[0113] 坯料 324	158 (6.217)	---
[0114] 拉拔(冲杯) 326	106 (4.165)	33.01
[0115] 第一再拉拔 328	76 (3.000)	27.97
[0116] 第二再拉拔 330	52 (2.050)	31.67
[0117] 第三再拉拔 332	37 (1.468)	28.39

[0118] 使用通用坯料和拉拔工具包在商用冲杯机 340 中执行坯料和拉拔操作。一卷 AA3104 铝合金、H19 韧度、0.50 mm (0.0199 英寸) 尺度的罐体原料 342 被供应到冲杯机中并且用 DTI C1 冲杯润滑剂来预润滑。冲杯机包括冲头 344、拉拔垫 346、切削刃 348 和拉拔模具 350, 在该冲杯机中, 板材被形成为坯料(被切割成坯料 324, 参见图 17A 和 B)并且被拉拔成杯 326。

[0119] 来自于坯料和拉拔操作的杯被传递到再拉拔冲压机, 其中, 使用通用再拉拔工具包 351(图 18B)来实施第一再拉拔操作以生产第一再拉拔杯 328, 工具包 351 包括冲头 352、第一再拉拔衬套 354 和第一再拉拔模具 356。

[0120] 第一再拉拔杯通过浸入温水和 DTI C1 冲杯润滑剂的 7:1 乳状液中而被预润滑, 并且使用通用实验性再拉拔工具包 358 (图 18C)在伺服液压双轴冲压机中执行第二再拉拔操作以生产第二再拉拔杯 330, 工具包 358 包括冲头 360、第二再拉拔衬套 362 和第二再拉拔模具 364。

[0121] 在该阶段, 第二再拉拔杯被修剪以去除不均匀的顶部并且被清洗以去除修剪碎屑。经修正的第二再拉拔杯通过浸入温水和 DTI C1 冲杯润滑剂的 7:1 乳状液中而被预润滑, 并且被传递到通用竖直主体制造机工具包 366 (图 18D), 工具包 366 包括如上所述的锥形冲头 334 并且顺次地包括第三再拉拔衬套 368、第三再拉拔模具 370 和熨平环或熨平模具 338。在主体制造机中, 所述杯经历了标准拉拔和熨平过程, 首先经过第三再拉拔模具 370 以生产第三再拉拔杯 332, 然后经过熨平环 338 以生产锥形壁预型件 318, 两个操作均使用锥形冲头 334。通过包括冷却剂 / 润滑环的闭环润滑系统来供应熨平环润滑(水和 DTI C1 润滑剂的 10:1 乳状液)。

[0122] 第三再拉拔模具 370 的尺寸设置成接收熨平冲头 334 的最宽部分以及第二再拉拔杯 330 的侧壁的厚度; 因此在第三再拉拔阶段期间不会出现杯侧壁的变薄。然而, 熨平环 338 的直径较小, 其被如此选择以使得锥形冲头与其组合起来将预型件的侧壁厚度降低到预定厚度并具有沿侧壁的梯度(图 19)。在该工作示例中, 相对于原始板尺度的熨平缩减为封闭端附近的 14.57%渐变到开放端处的 29.6%。

[0123] 在离开竖直主体制造机后, 预型件 318 被修剪以去除顶部处的任何不均匀性并且赋予其 190.5 mm (7.5 英寸) 的高度。图 20 示出了剖视图, 其示出了厚度梯度和预型件尺寸。在顶部附近, 侧壁厚度为 0.36 mm (0.014 英寸), 在底部 320 附近, 侧壁厚度为 0.43 mm (0.017 英寸), 基部厚度为 0.5 mm (0.0199 英寸) 并且直径为 38 mm (1.498 英寸), 如图所

示。

[0124] 经修剪的预型件在温水和肥皂的乳状液中被清洗,并且在开放端处被形成凸缘以允许在成型模具中密封,使用被放置在预型件的开放端中的凸缘形成工具 372 并手动地用无弹力锤(dead blow hammer)撞击以产生 6.35 mm (四分之一英寸)的密封凸缘 374。接下来,具有凸缘的预型件被传递到烤炉,在那里,它们在 450 °C 被完全退火达五分钟的时间。在实现完全退火后,它们被允许空气冷却达一个半小时。

[0125] 在该工作示例中如此生产的预型件在实验性多轴伺服液压机 375 (图 22) 中经受压力夯头成型过程,液压机 375 包括模具或模型腔体 411、具有背衬夯头 414 的冲头 412 以及密封夯头 416。如上所述具有侧壁中的厚度梯度的锥形壁预型件 318 被首先放置在机器中并且模型腔体被完全关闭。预型件在腔体中被给予 90 秒预热时间以确保沿着预型件的均匀热分布。模型腔体温度被设置为 250 °C 的温度并且没有梯度。在预热时间段之后,执行压力夯头成型程序。在该成型循环期间,预型件经历 1500 lbs 的凸缘密封负载以及 300 psi/秒的速率下的 400 psi 的内部压力。同时,背衬夯头开始以 3.38 mm (0.133 英寸)/秒的速率行进 10.16 mm (0.4 英寸)的距离。在该过程期间,预型件经历 20% 的总膨胀,从 38 mm (1.498 英寸)的直径开始膨胀到 45.72 mm (1.800 英寸)的直径。

[0126] 图 24 中绘制了成型压力、背衬夯头运动和背衬负载机输出数据。

[0127] 图 23A、23B、23C 和 23D 是计算机模型结果,并且示出了基于有限元分析(FEA)在利用本发明的压力夯头成型方法的执行期间根据本发明的具有壁厚梯度的预型件的逐渐膨胀。如图所示,在经历内部流体压力(图 18A)之前,预型件 318 具有与模具腔体壁 411 均匀间隔开的大致圆柱形侧壁 319,而位于模具下端处的冲头 412 搁置抵靠预型件的封闭端 320。在开始预型件的内部加压时,邻近于预型件开放上端的侧壁的最薄区域向外膨胀抵靠模具腔体壁(图 23B)。随着内部加压增大,预型件的向外膨胀向下前进到较大壁厚的区域(图 23C)。冲头 412 向上移动抵靠预型件下端 320 以对所生产的容器的基部进行成型(图 23D),并且预型件侧壁在其全长上均匀地接合模具腔体壁。

[0128] 也就是说,如图 23A、23B、23C 和 23D 所示,由于在侧壁厚度分布和加压综合作用下局部出现的鼓胀,锥形壁预型件在预型件的薄的上部处开始膨胀(图 23A 和 B)。随着压力增大,该膨胀从顶部传播到预型件的基部,并且最终,夯头运动完成了容器的形状(图 23C 和 D)。

[0129] 虽然最终容器的壁尺度薄于用于形成该容器的预型件的壁尺度,但是在采用本发明的 PRF 方法中,壁厚梯度趋向于被保留,尤其在直壁容器中。较强、较厚的容器底部是所期望的,以帮助穹顶底部抵抗来自所容纳的气溶胶产品的内部压力,而较薄的顶部有助于为了封闭而形成凸缘或卷曲。

[0130] 因此,广义而言,本发明的方法涉及例如使用上面描述的且在图 1-13 中示出的任何 PRF 程序来压力夯头成型具有壁厚梯度的预型件,所述壁厚梯度使得壁厚逐渐地从预型件的封闭端到开放端减小。

[0131] 总之,根据本发明的特定实施例,通过用锥形冲头来进行熨平而在预型件的壁中产生厚度梯度,从而壁朝向开放端逐渐地变薄。当预型件在 PRF 模具中经历内部流体压力时,膨胀在顶部开始并且朝向基部向下移动。这实质上是如同恒定壁厚预型件的模具内加热以导致顶部到底部的温度梯度所实现的相同效果,但是没有诸如生产速度、预型件尺寸

和工具设置的变量(在温度梯度上)的负面效果的问题。逐渐膨胀通过在容器的下部接触模具之前或之后允许底部夯头冲头向上移动并且形成基部而防止了爆裂。

[0132] 应当理解的是,本发明不限于上文特别阐述的程序和实施例,而是可以以所附权利要求范围内的其他方式来实施。

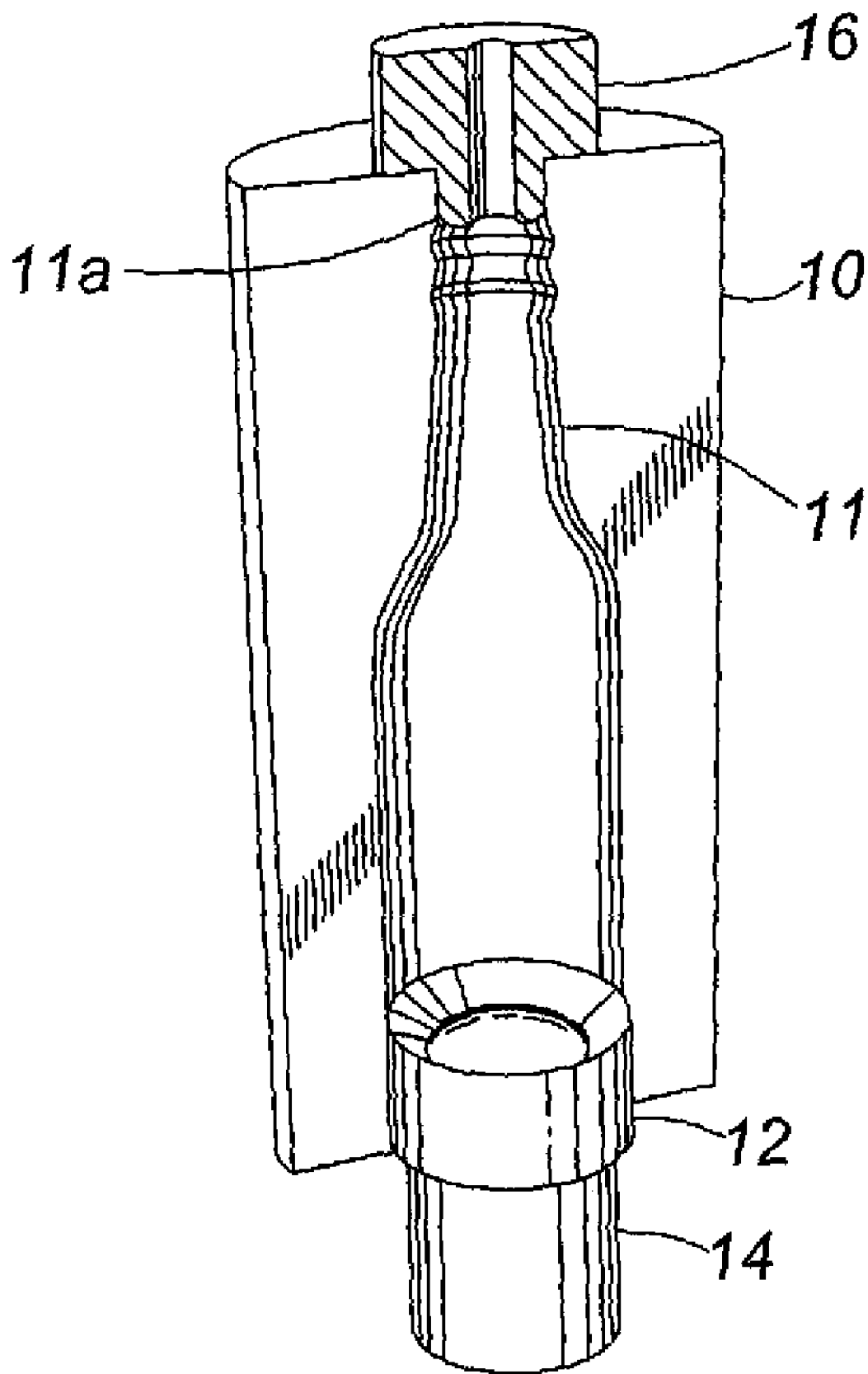


图 1

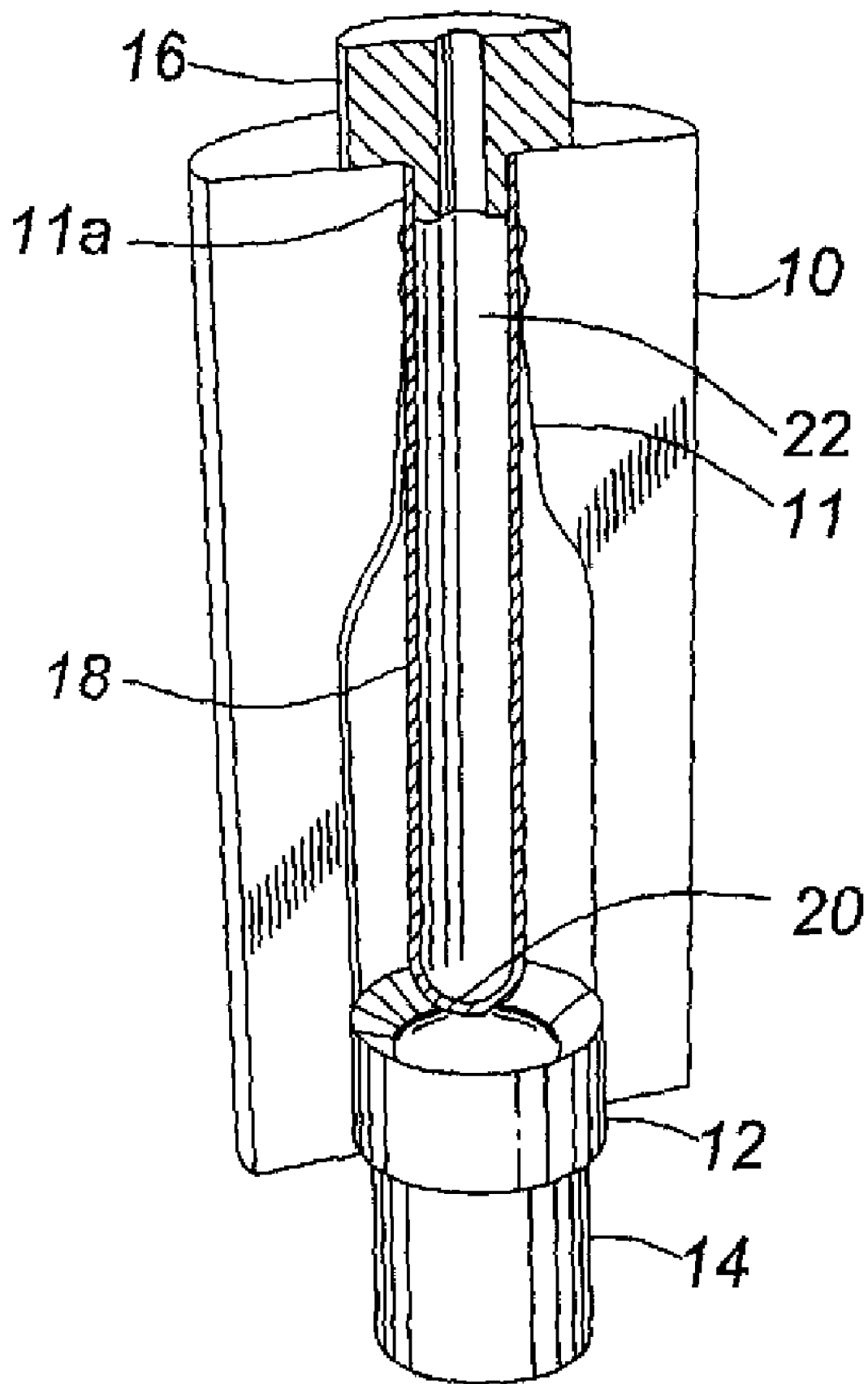


图 2A

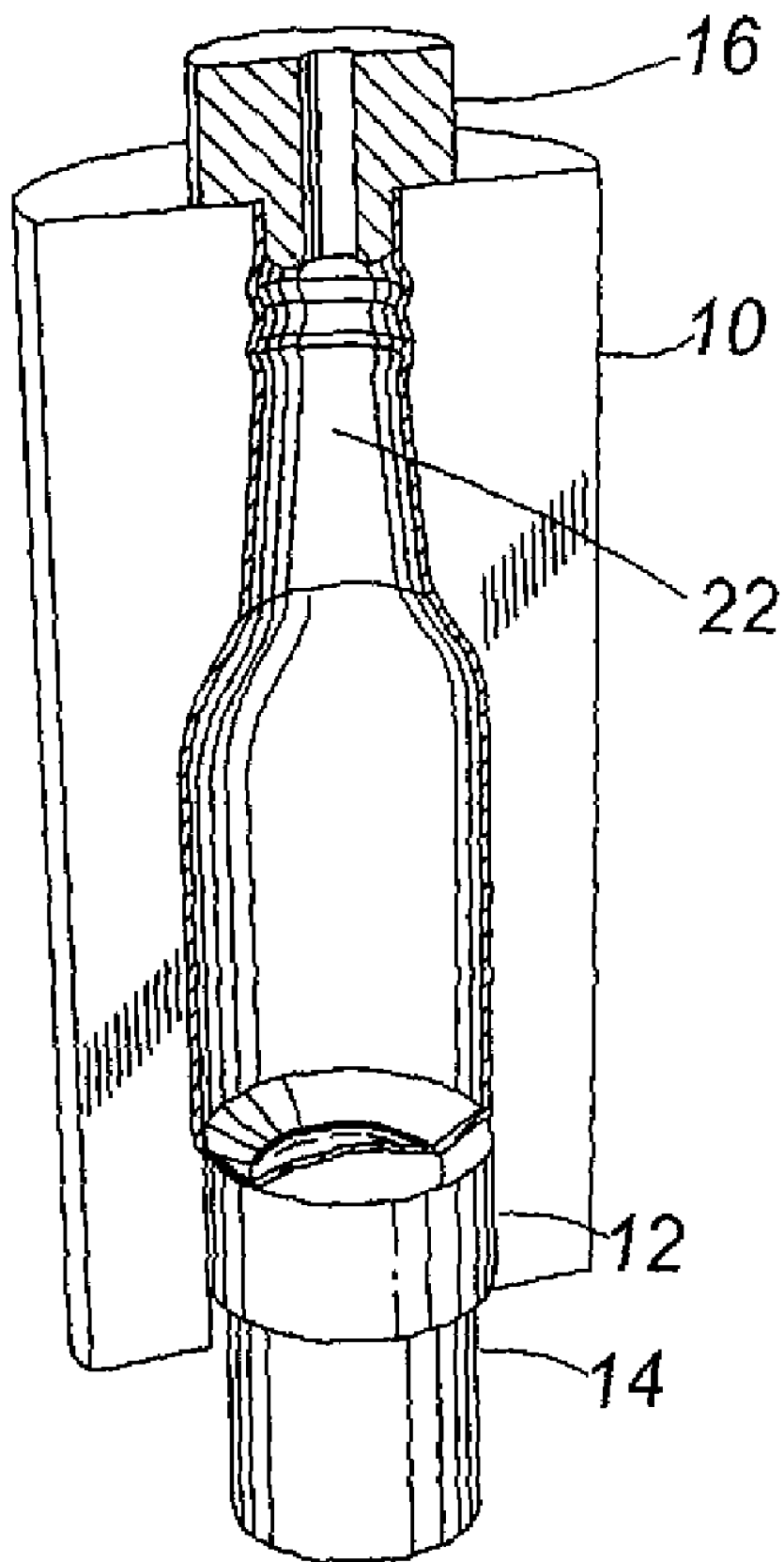


图 2B

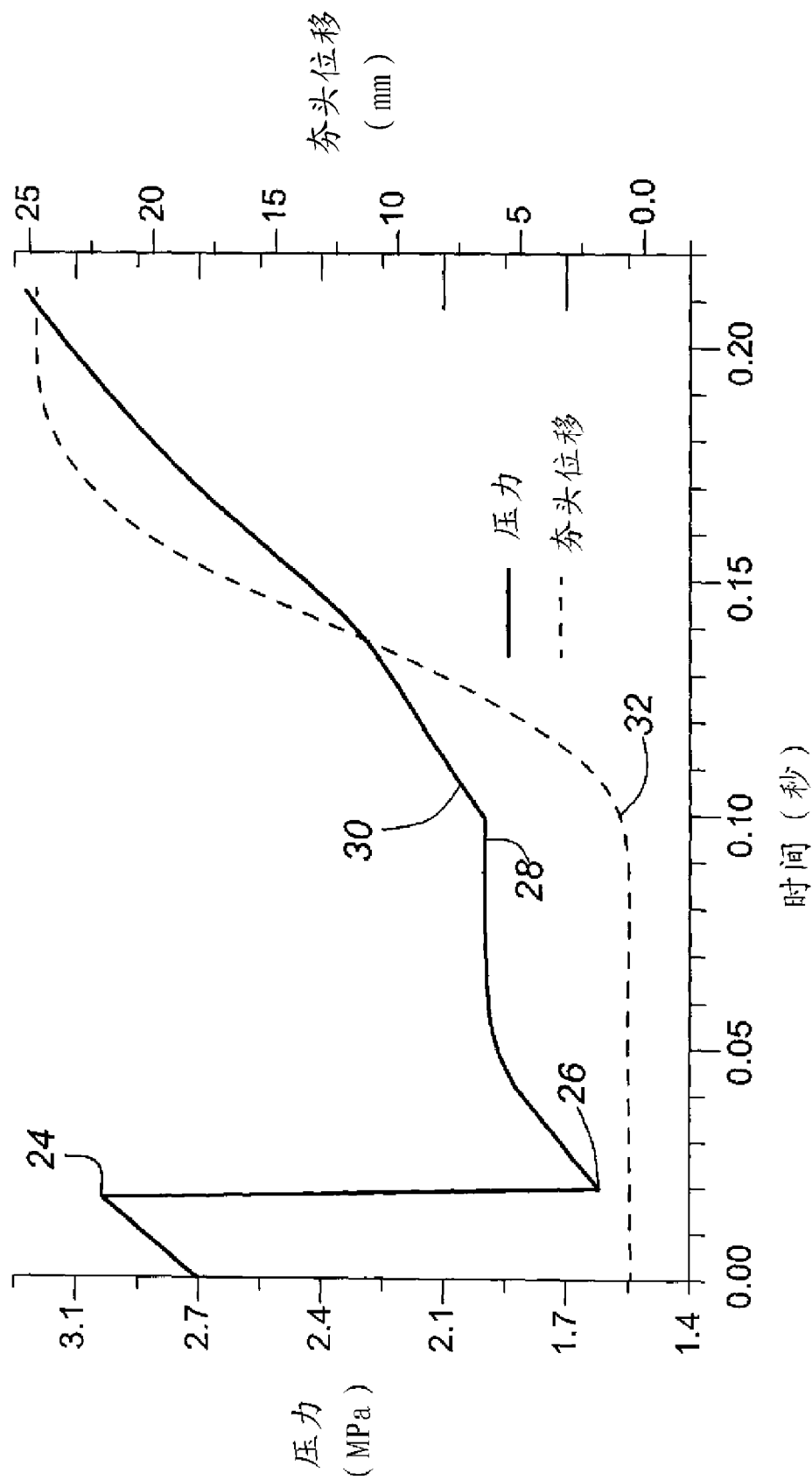


图 3

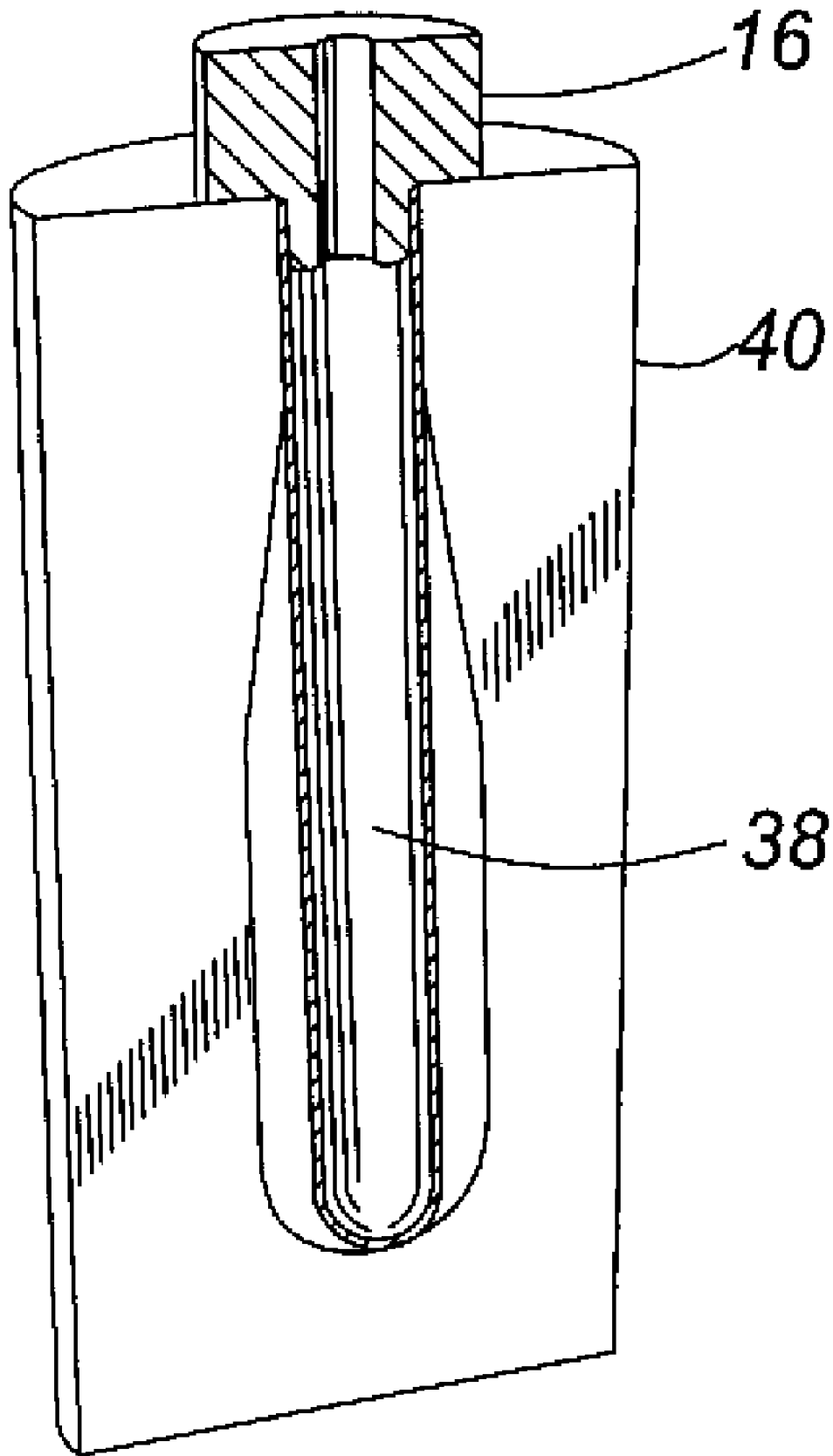


图 4A

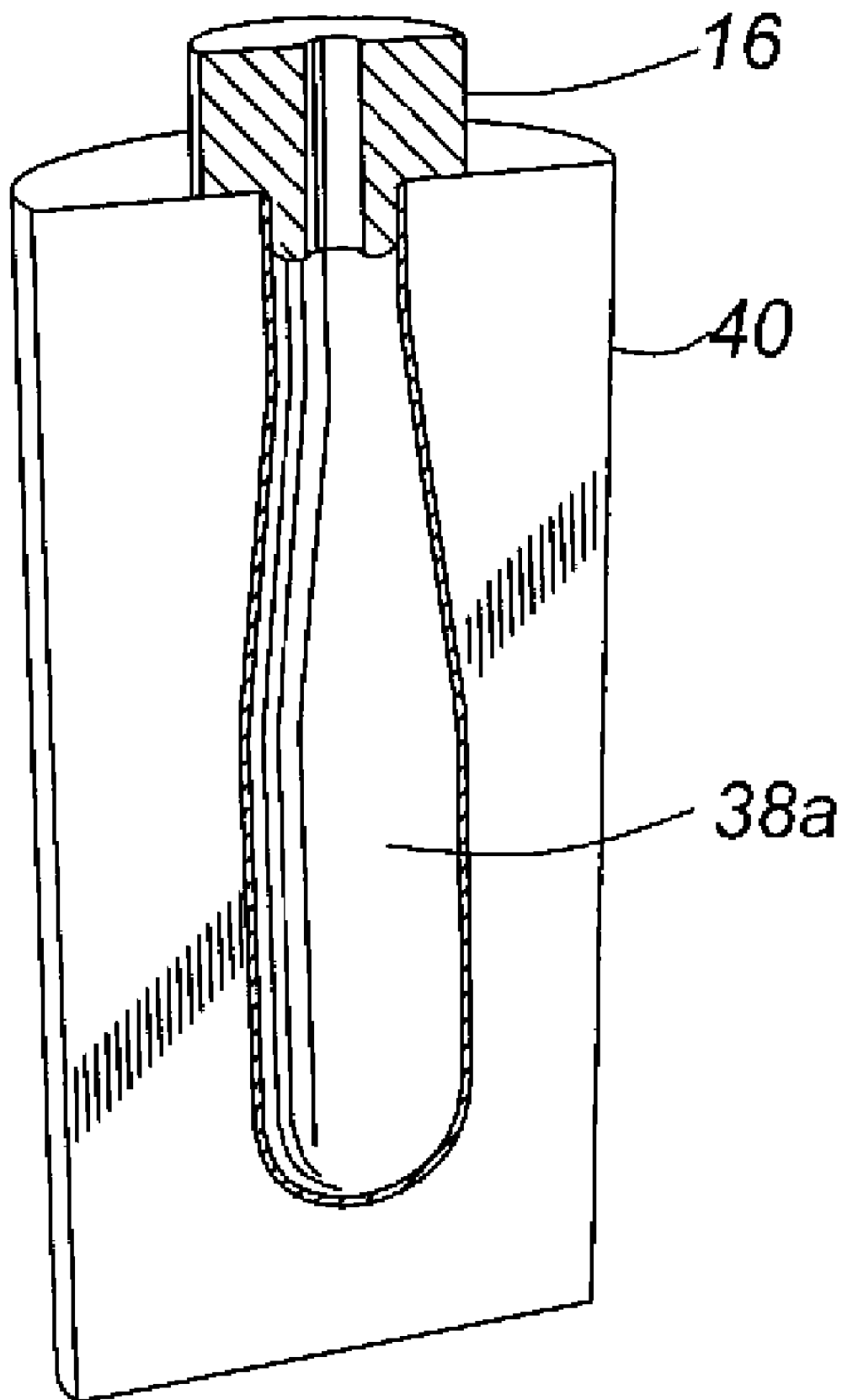


图 4B

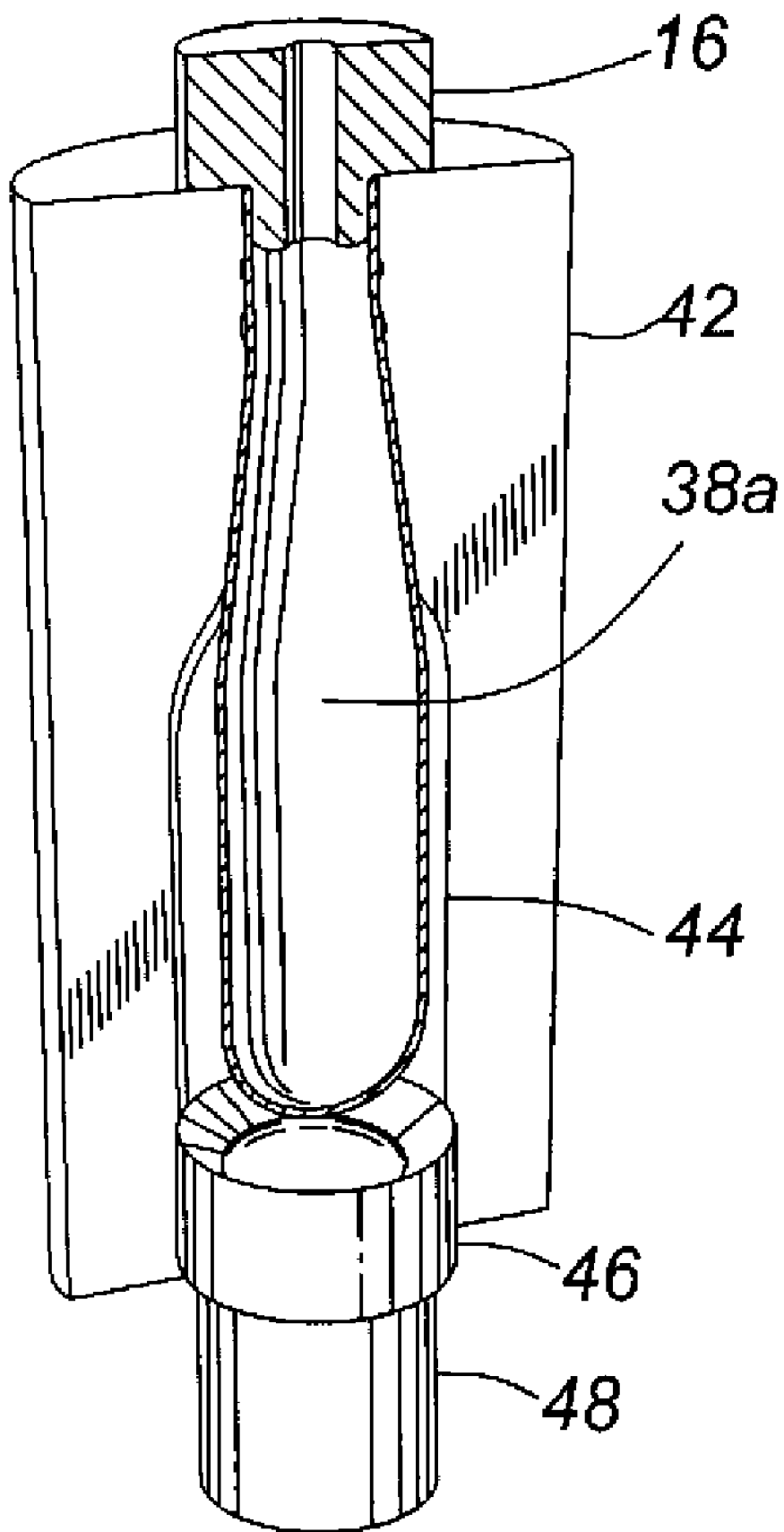


图 4C

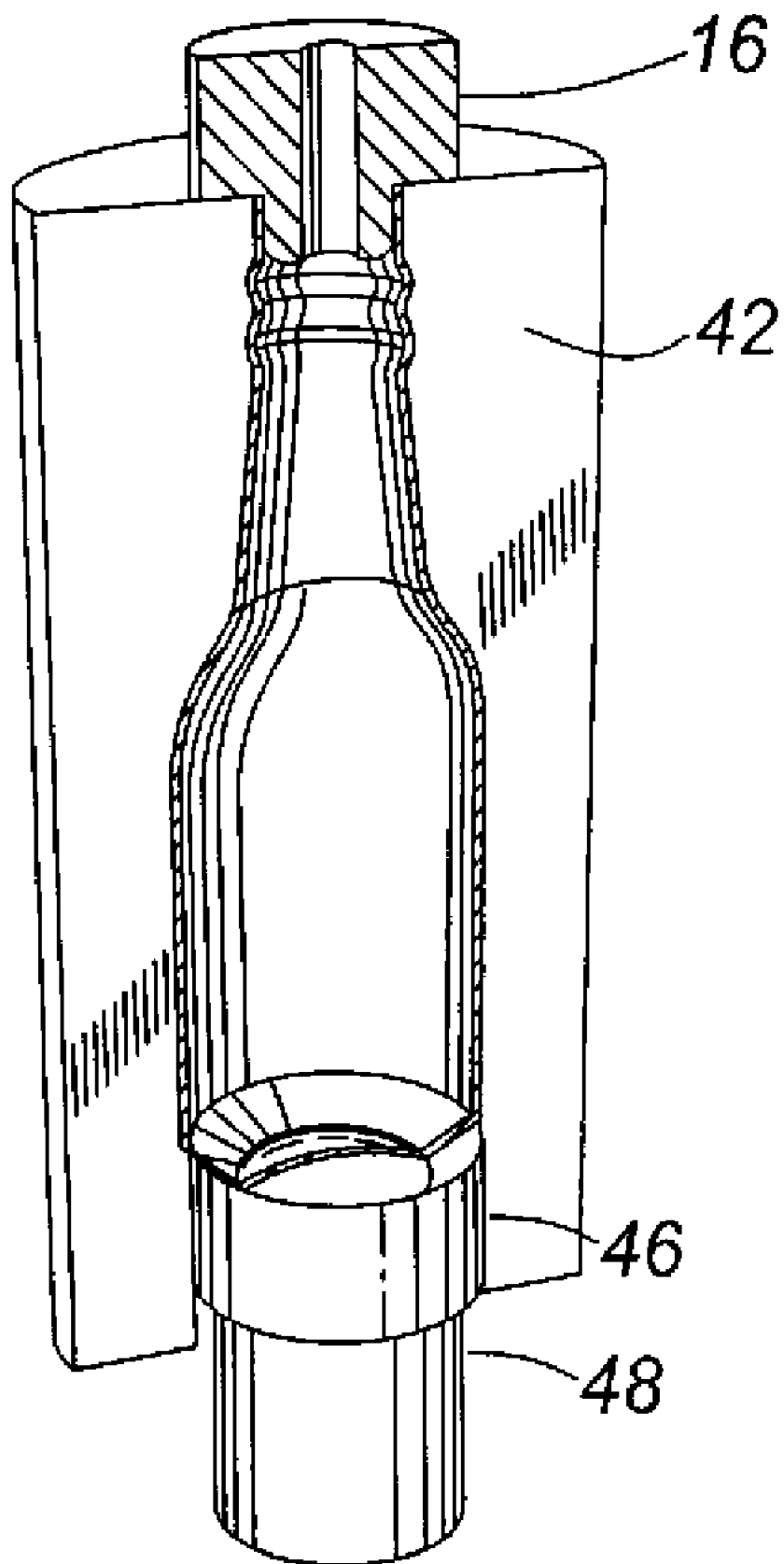


图 4D

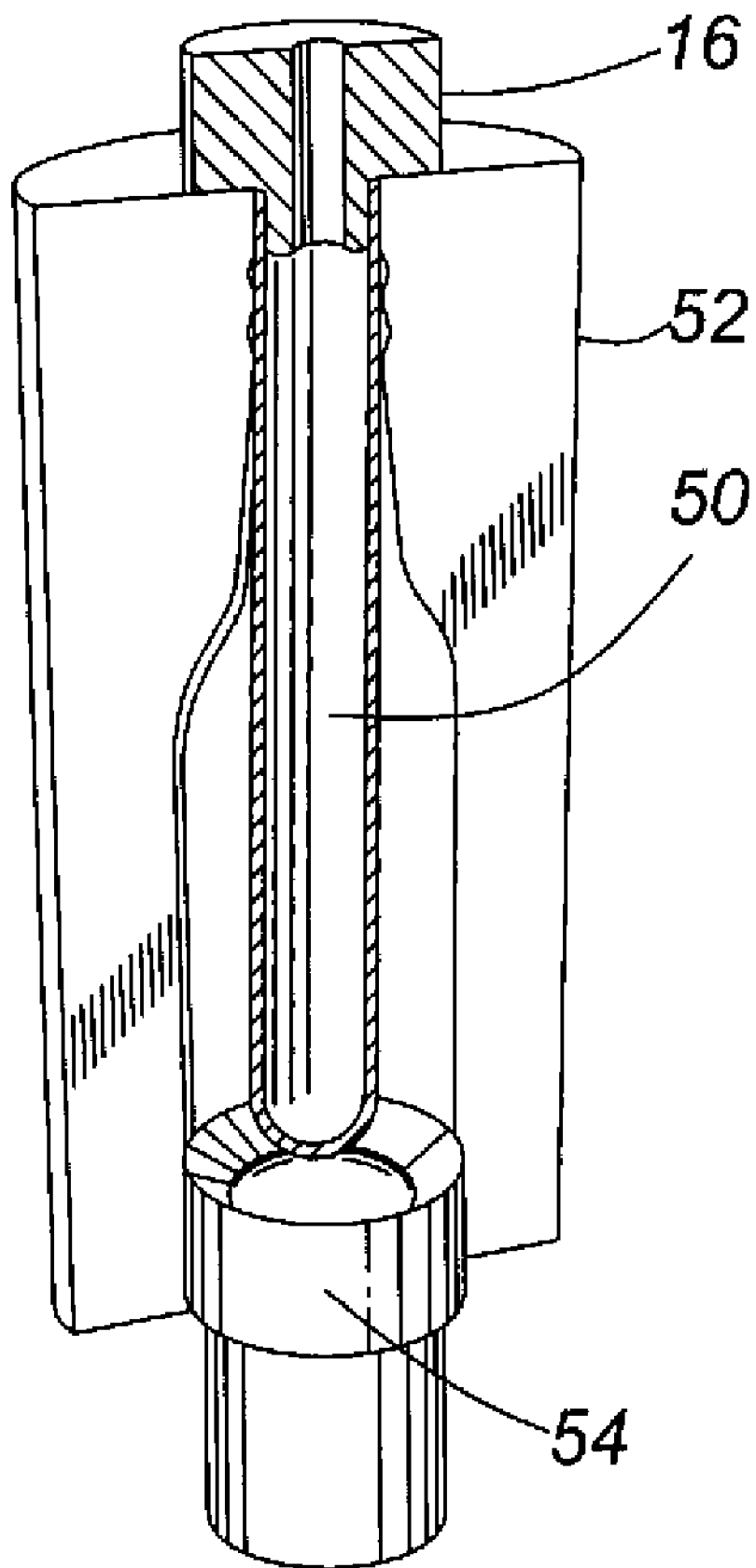


图 5A

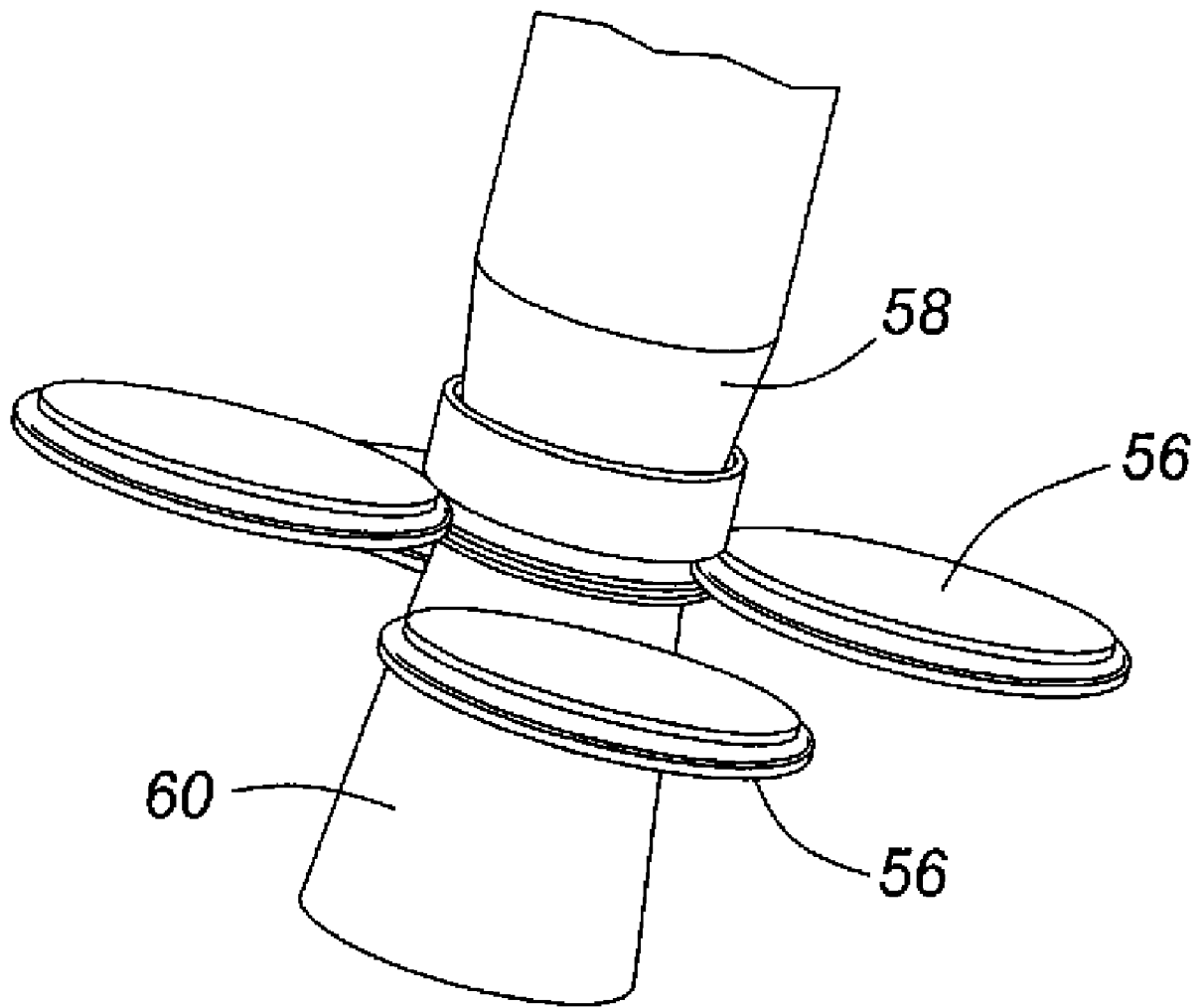


图 5B

时间：0.0s

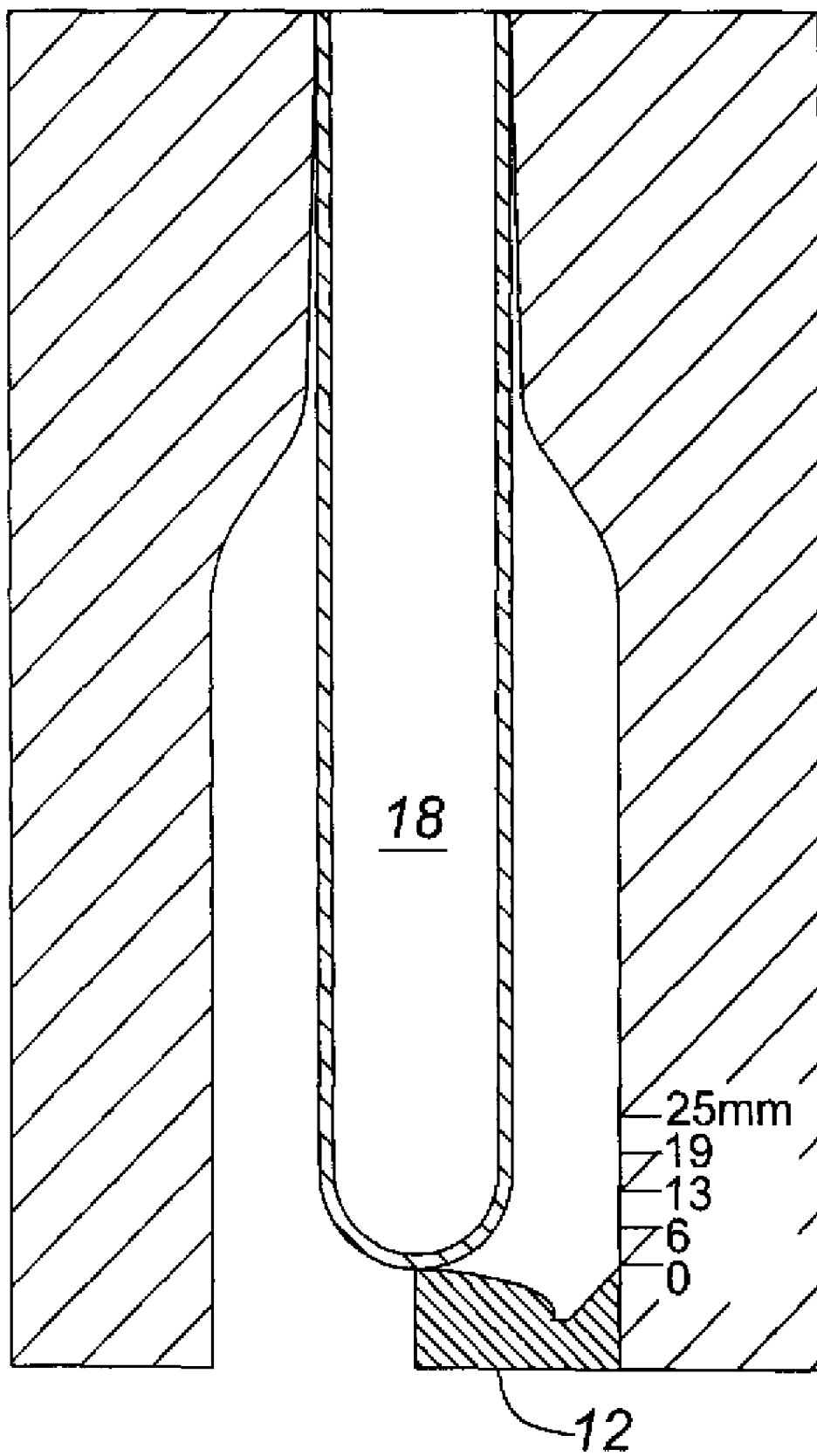


图 6A

时间: 0.096s

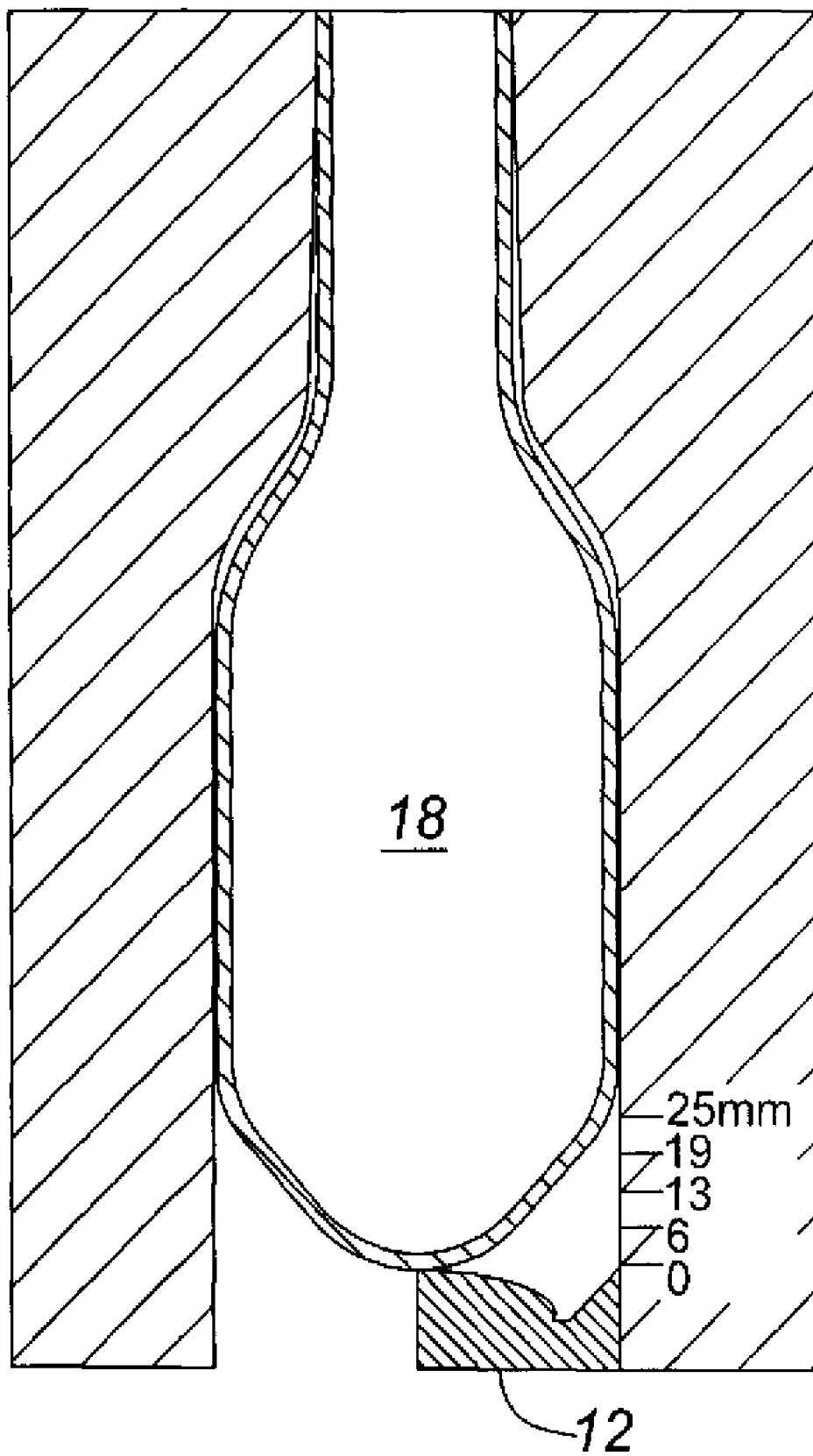


图 6B

时间: 0.134s

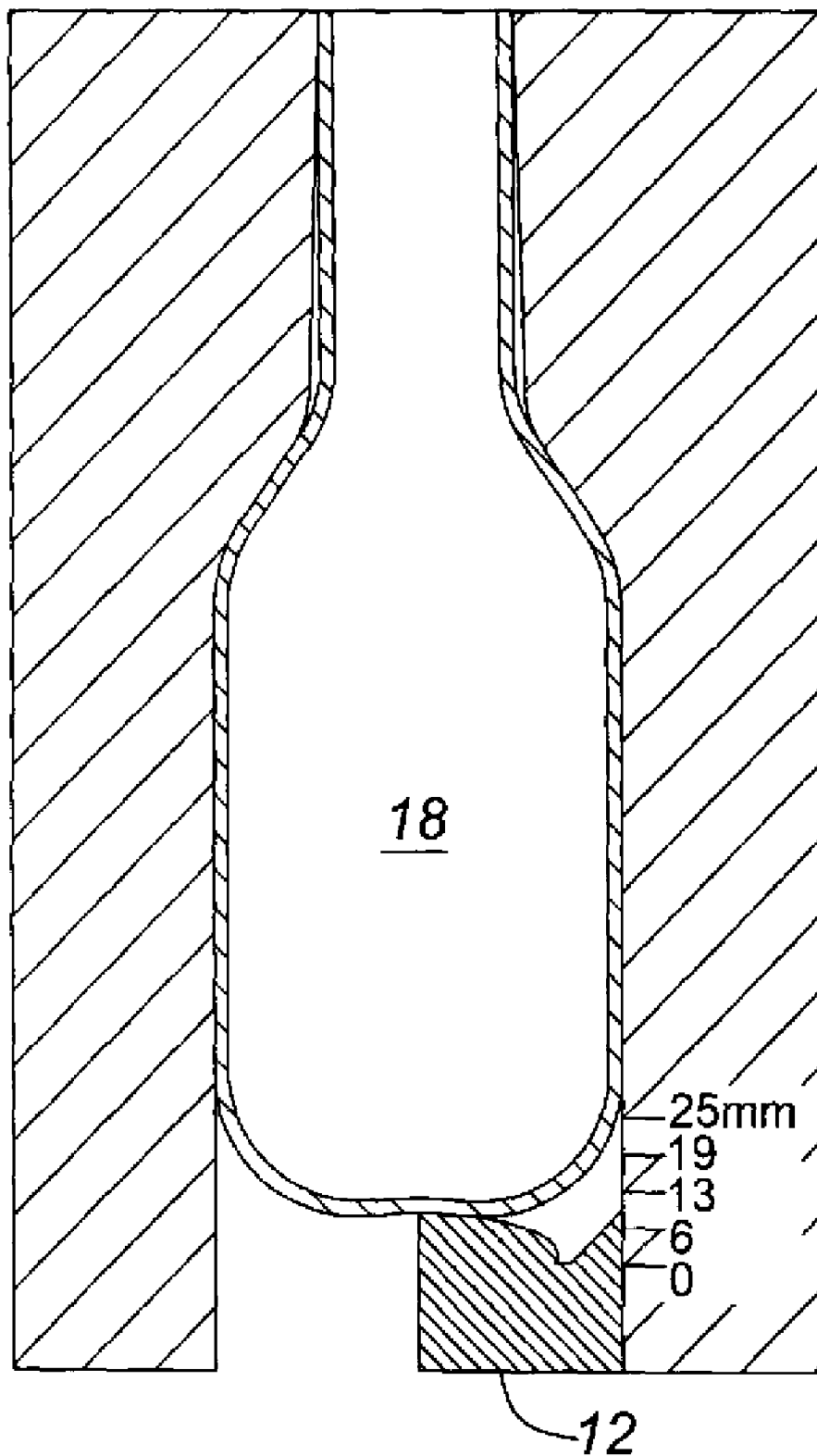


图 6C

时间: 0.21s

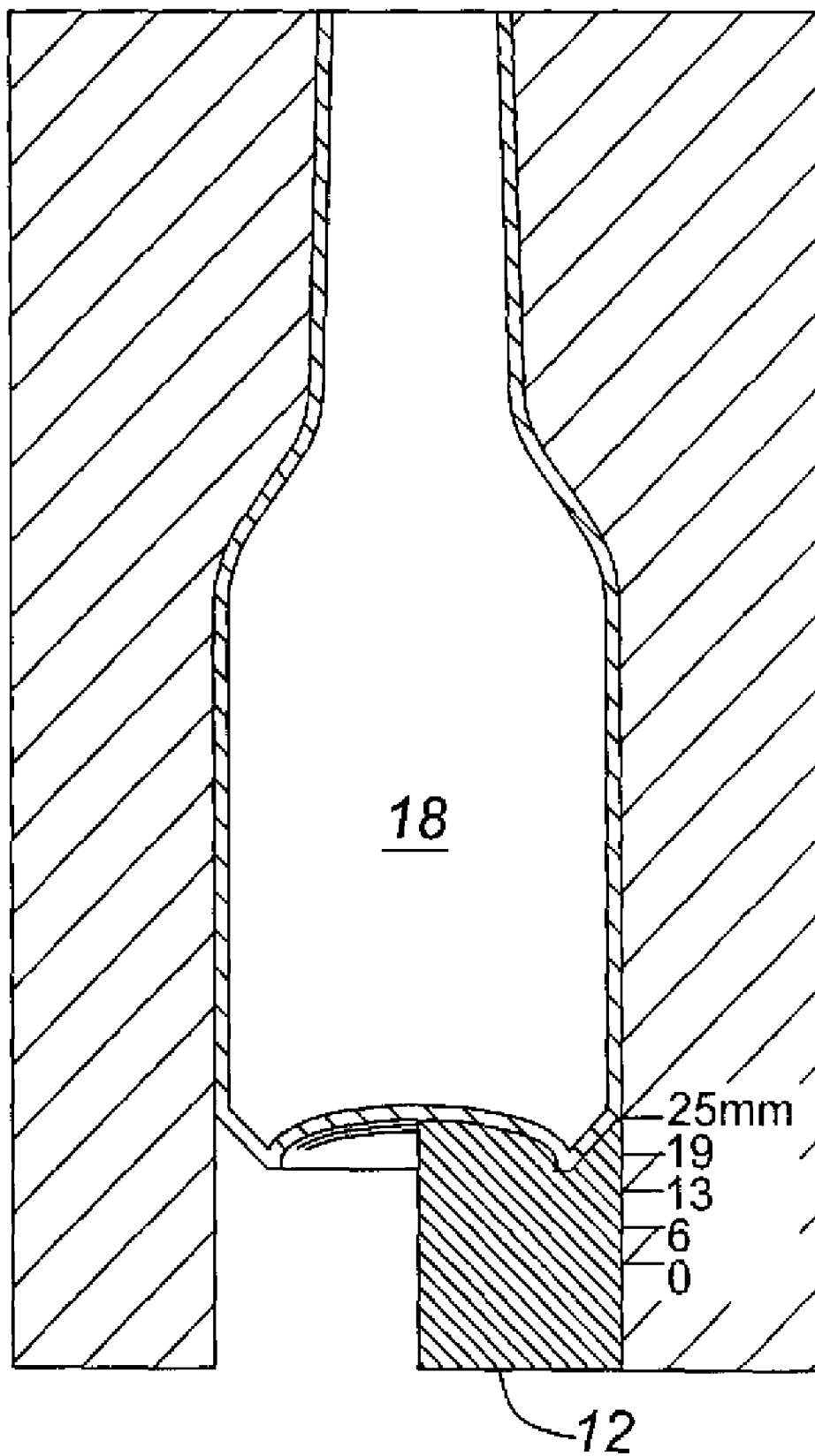


图 6D

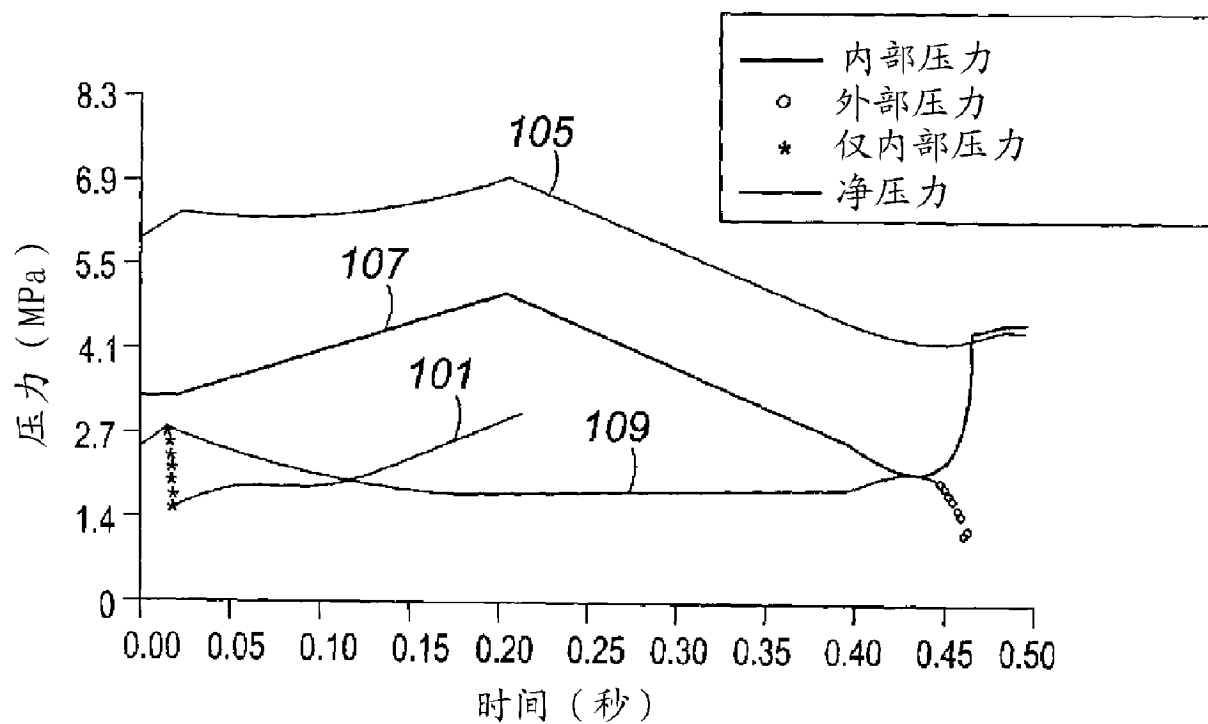


图 7

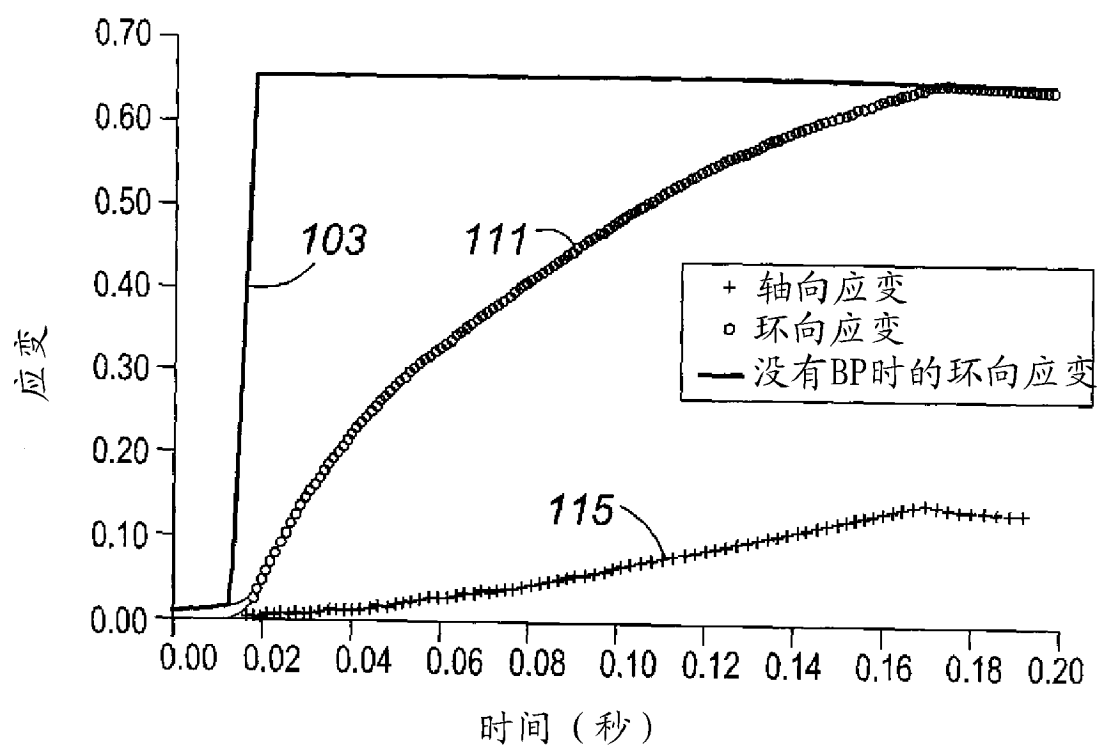


图 8

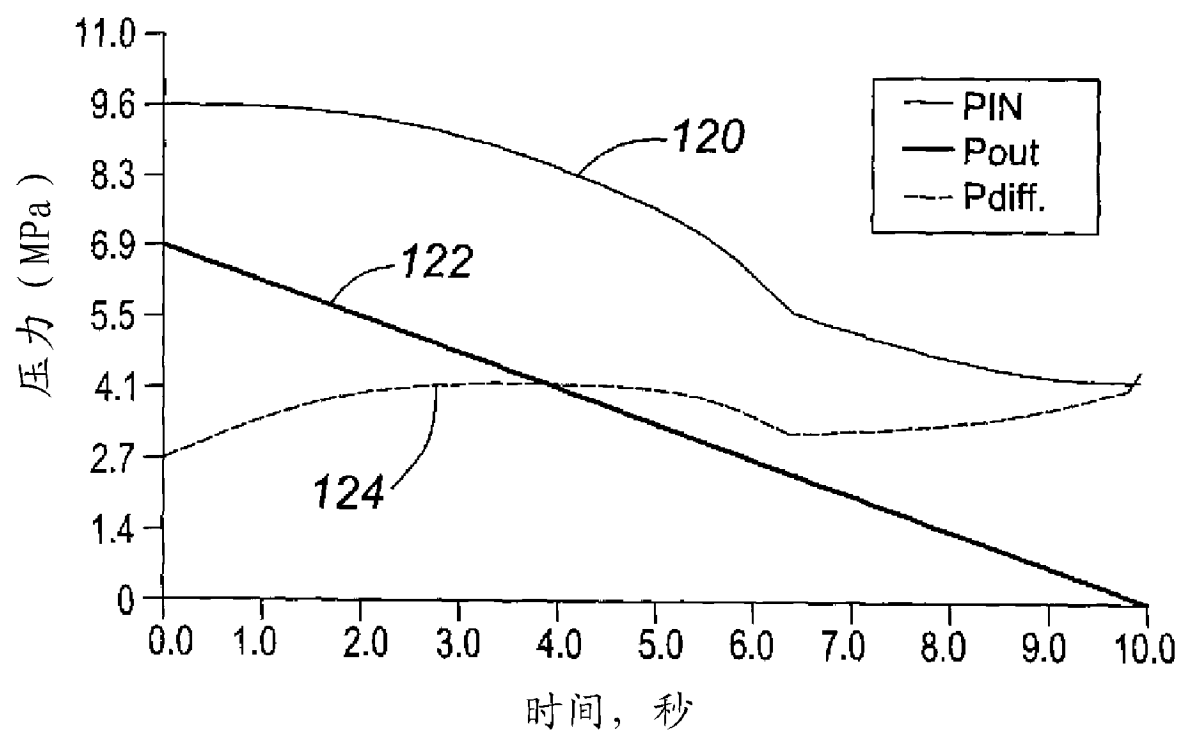


图 9

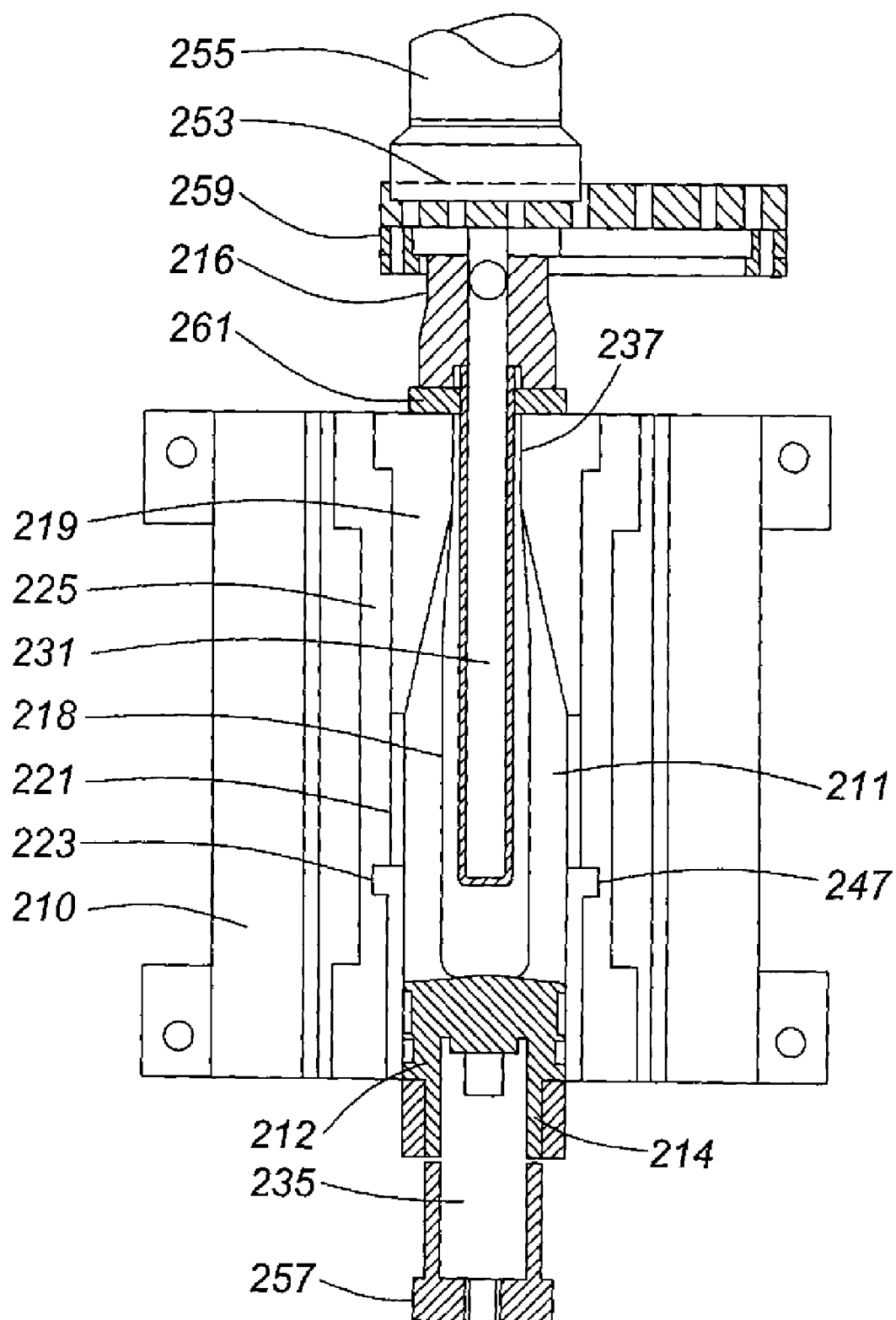


图 10

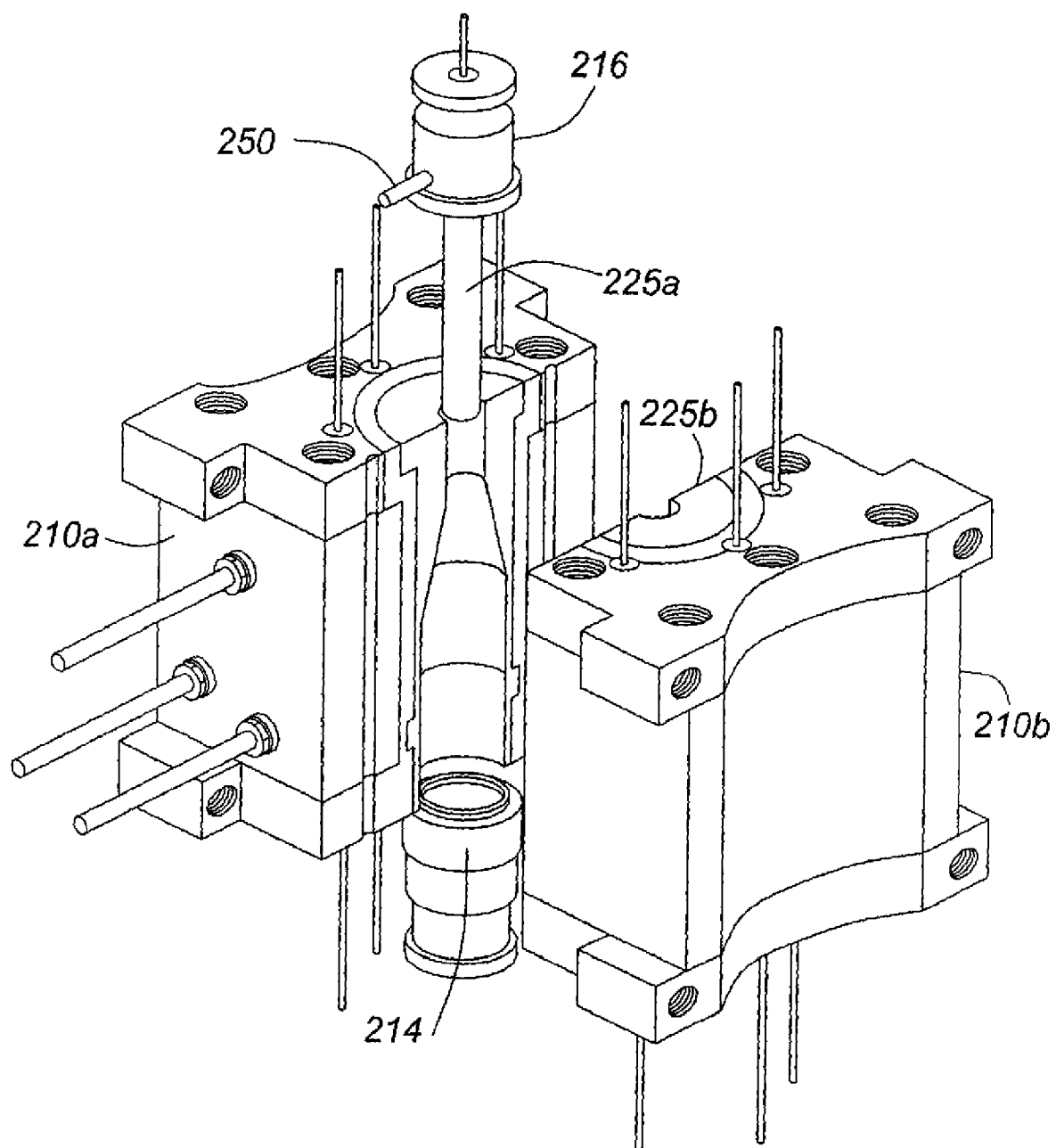


图 11

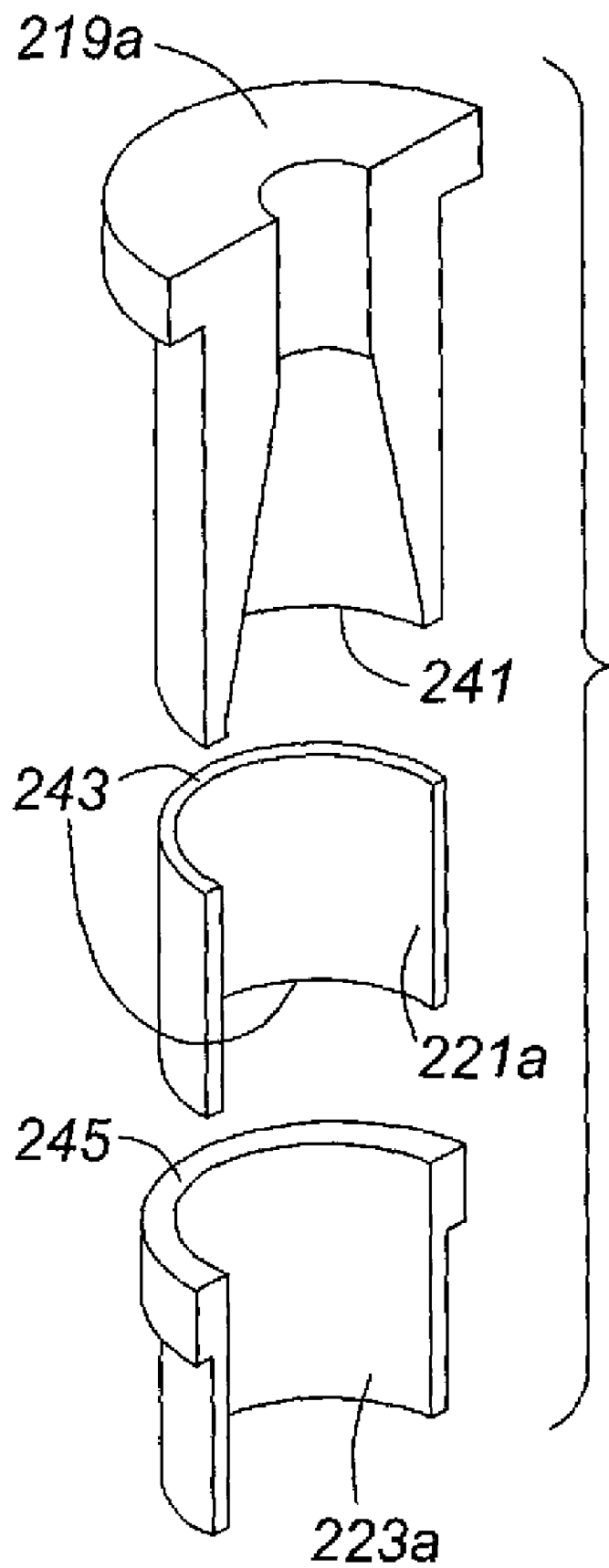


图 12A

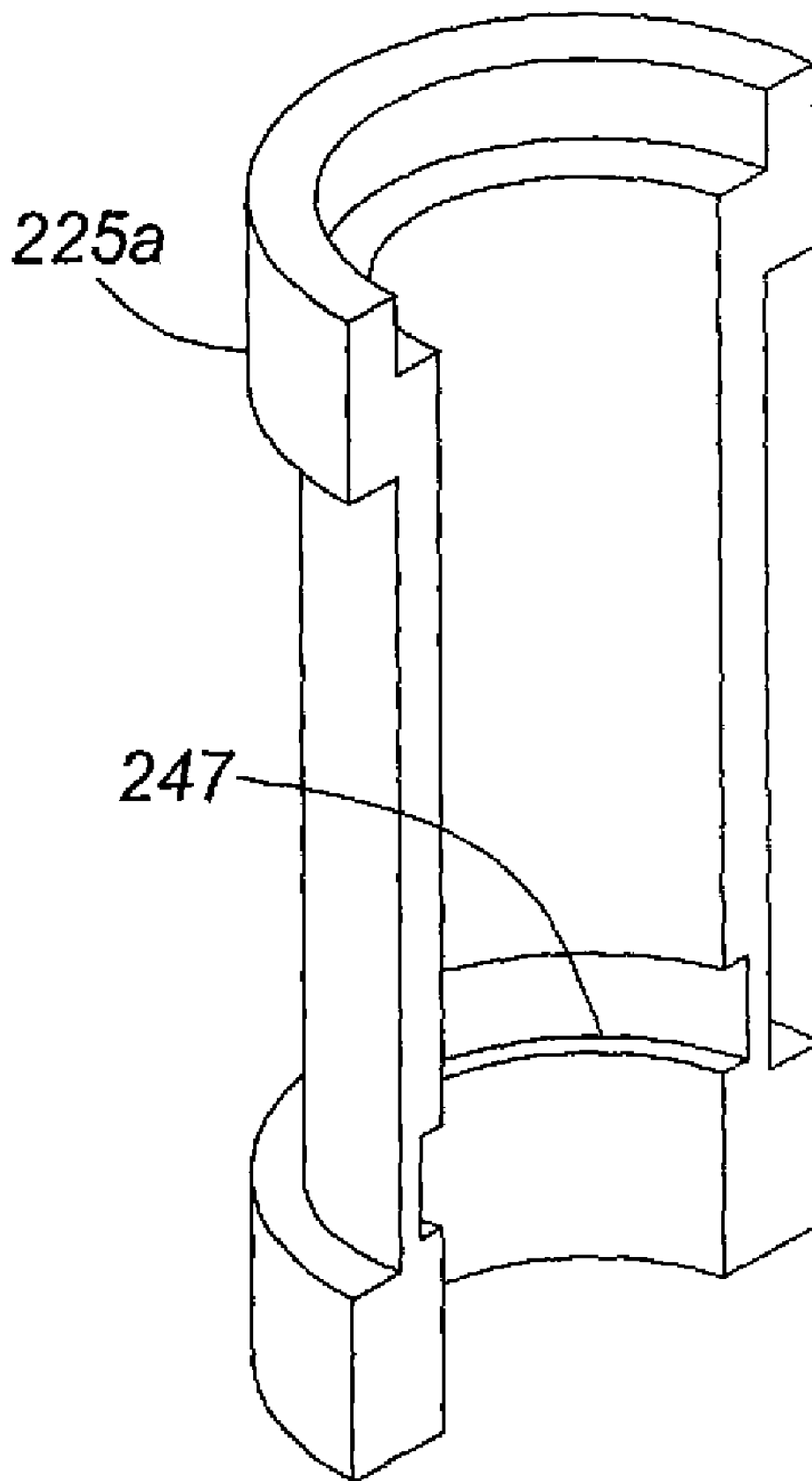


图 12B

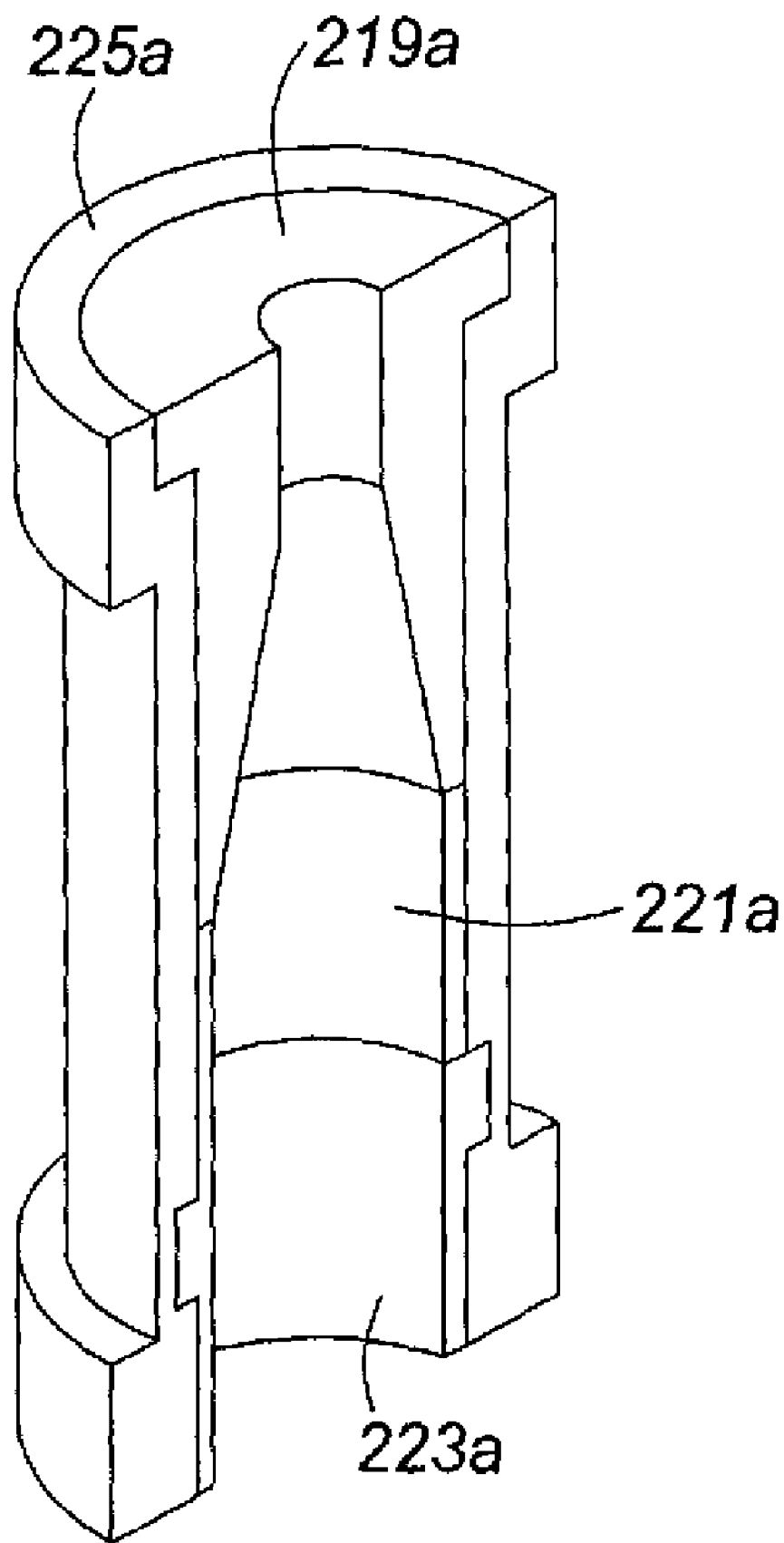


图 12C

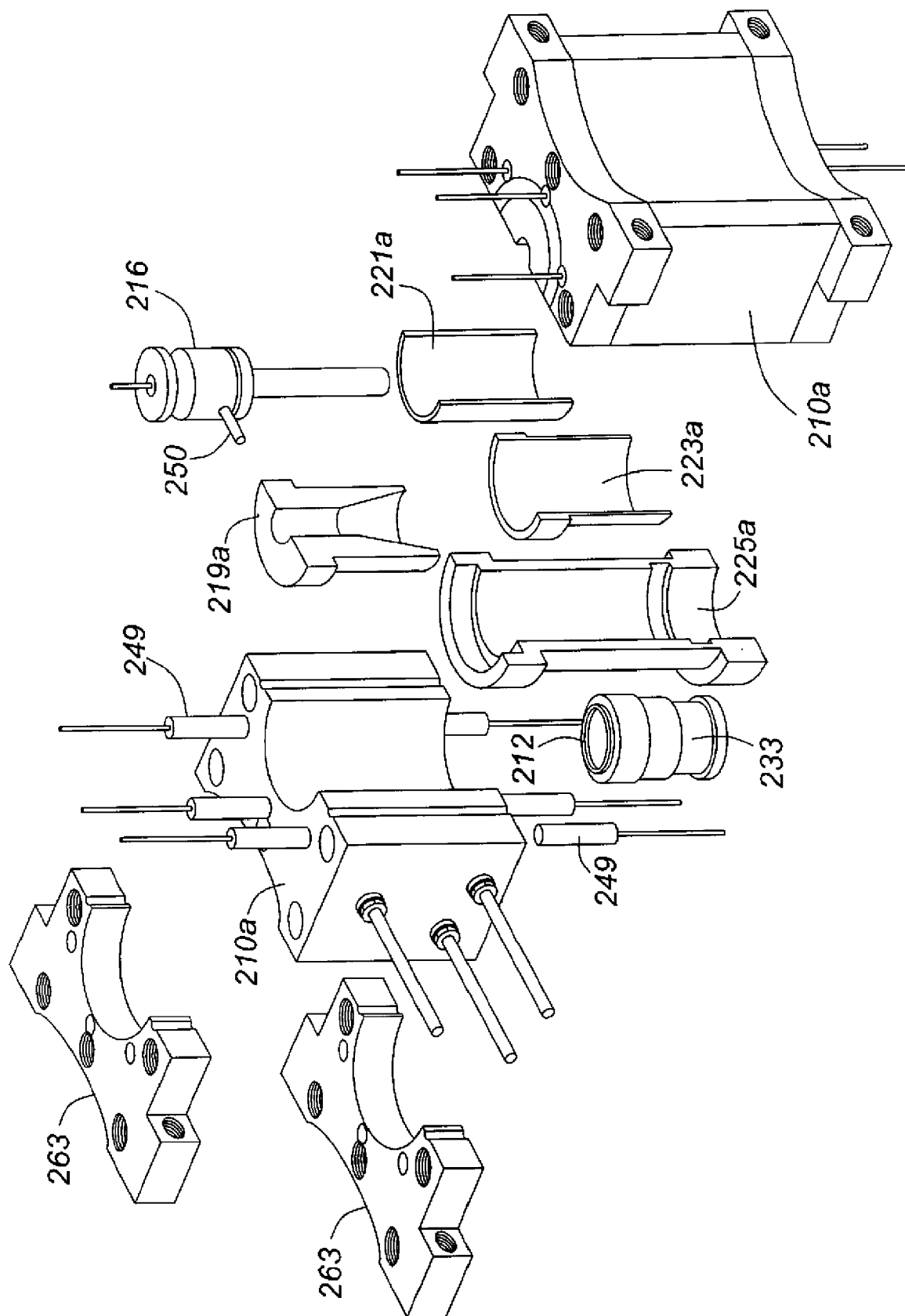


图 13

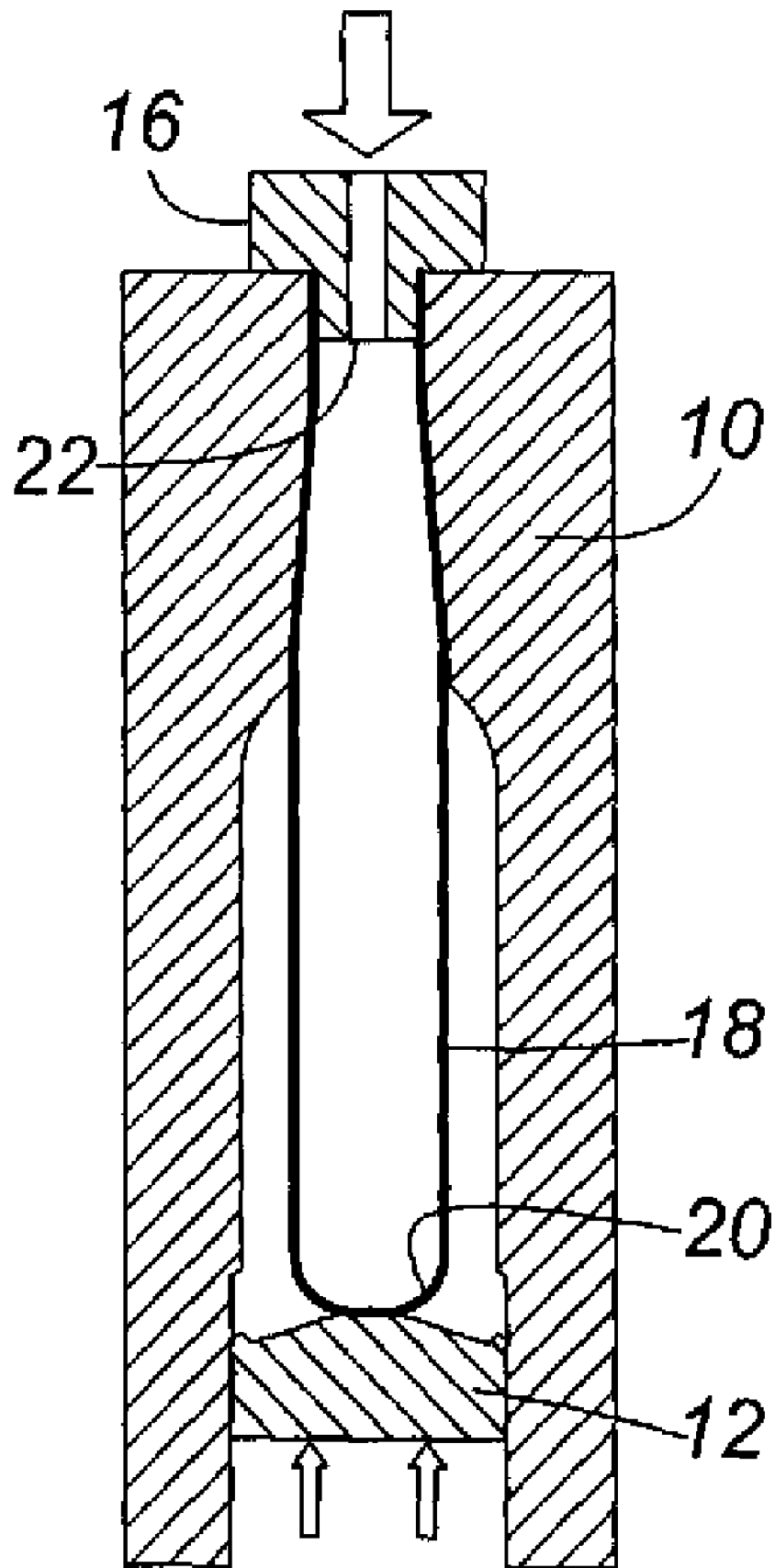


图 14A

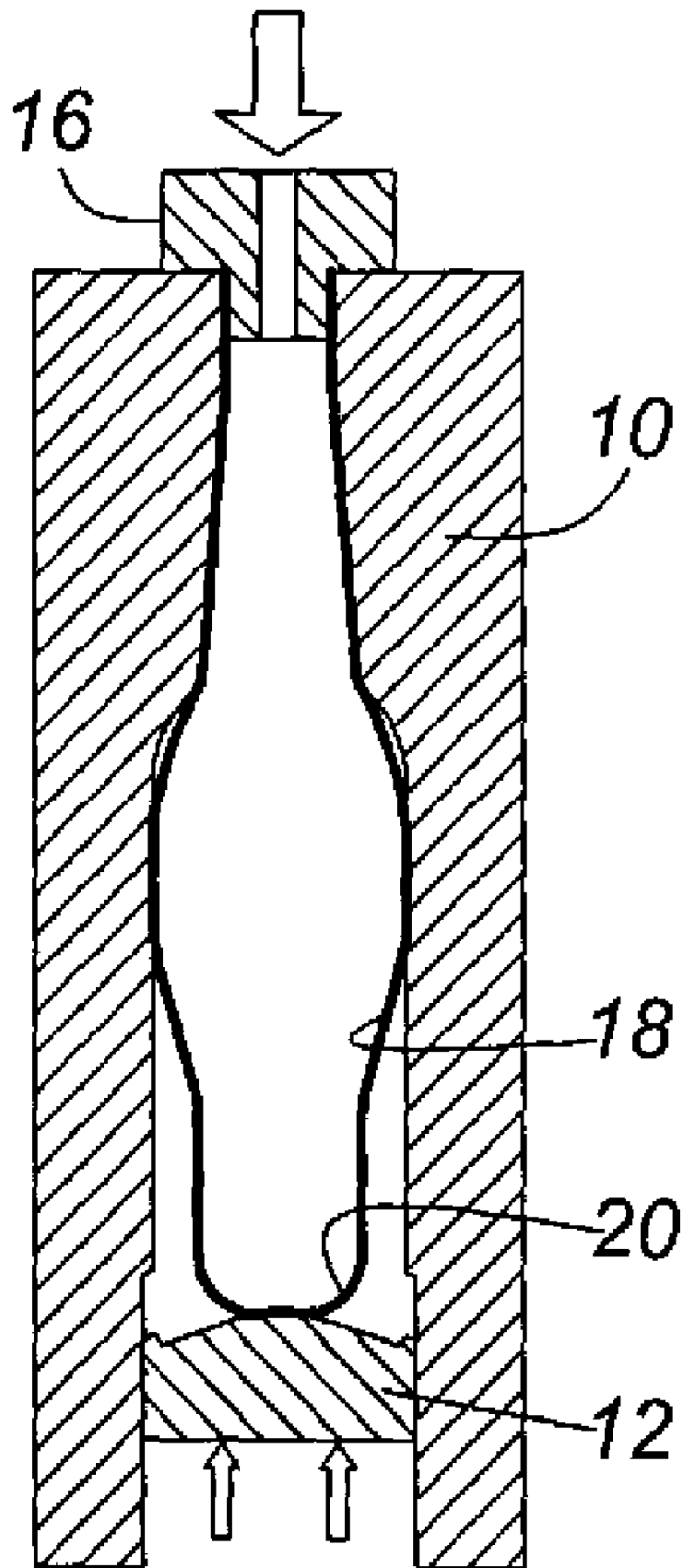


图 14B

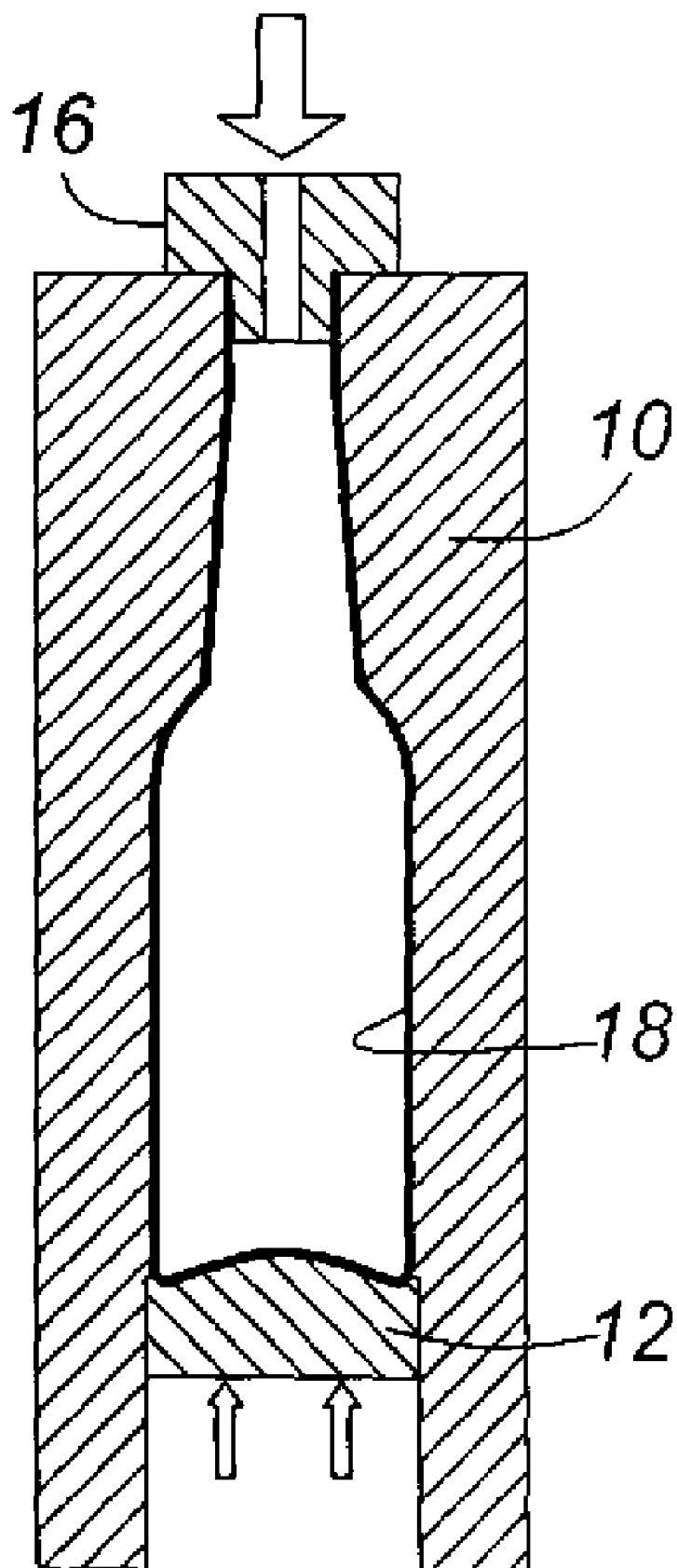


图 14C

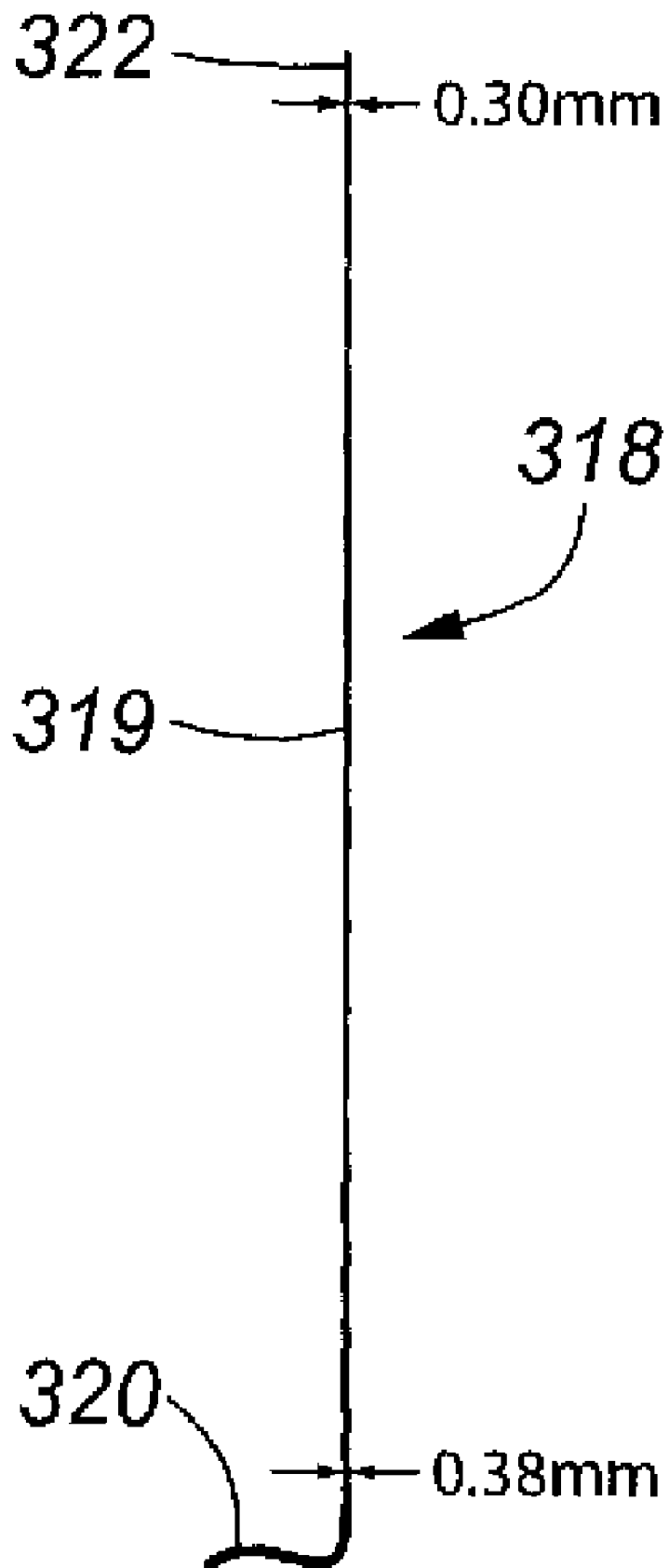


图 15

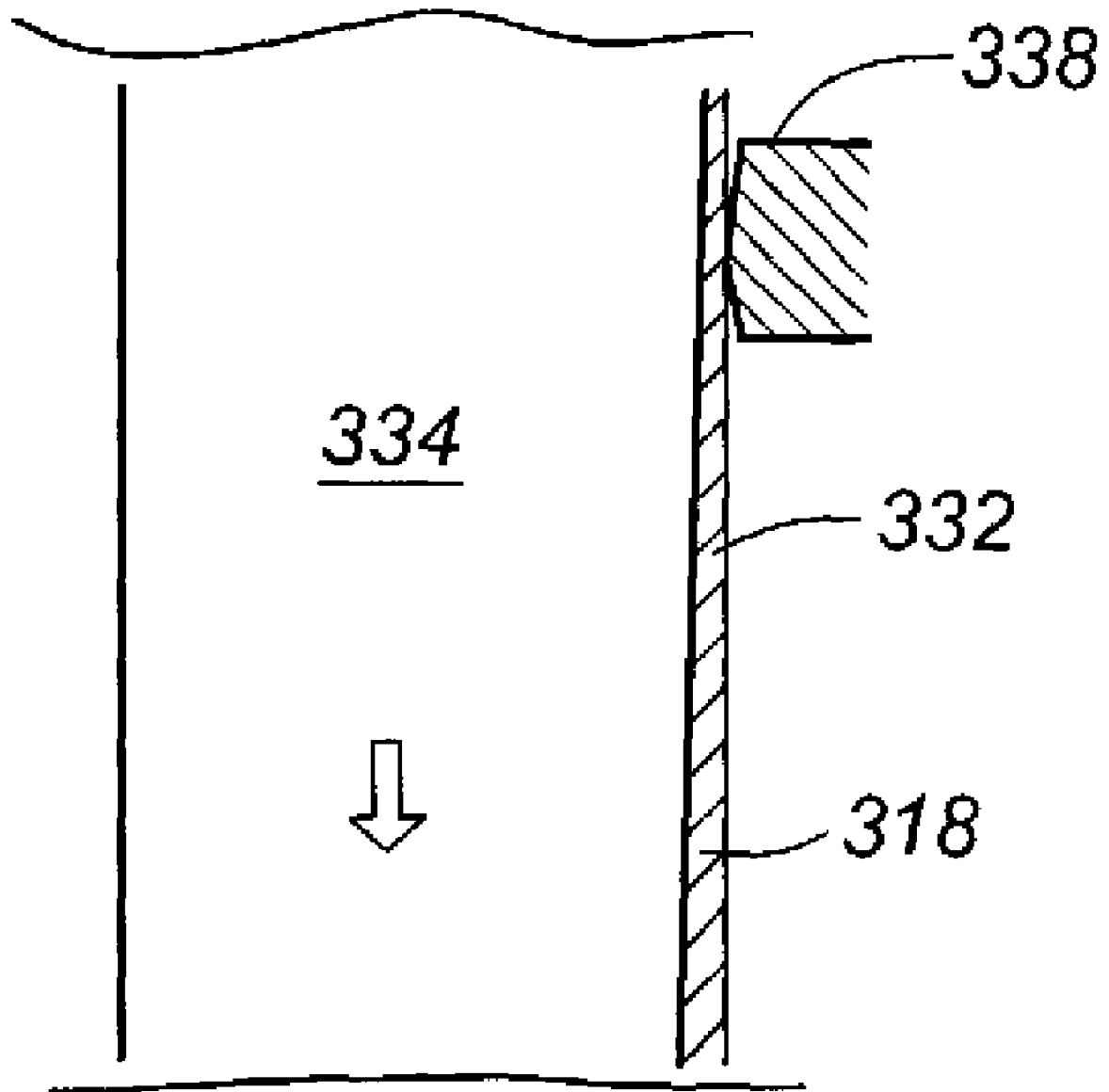


图 16

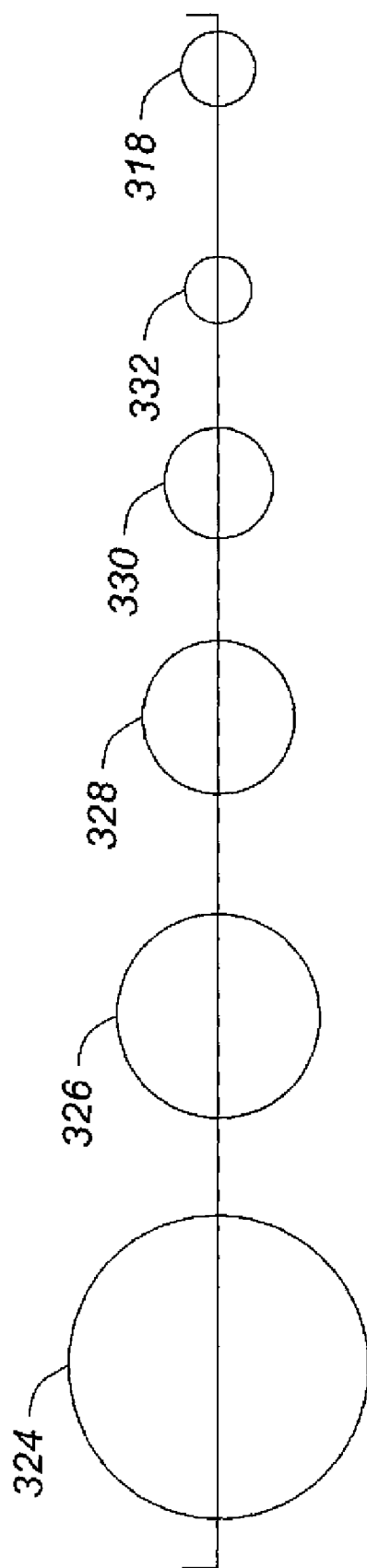


图 17A

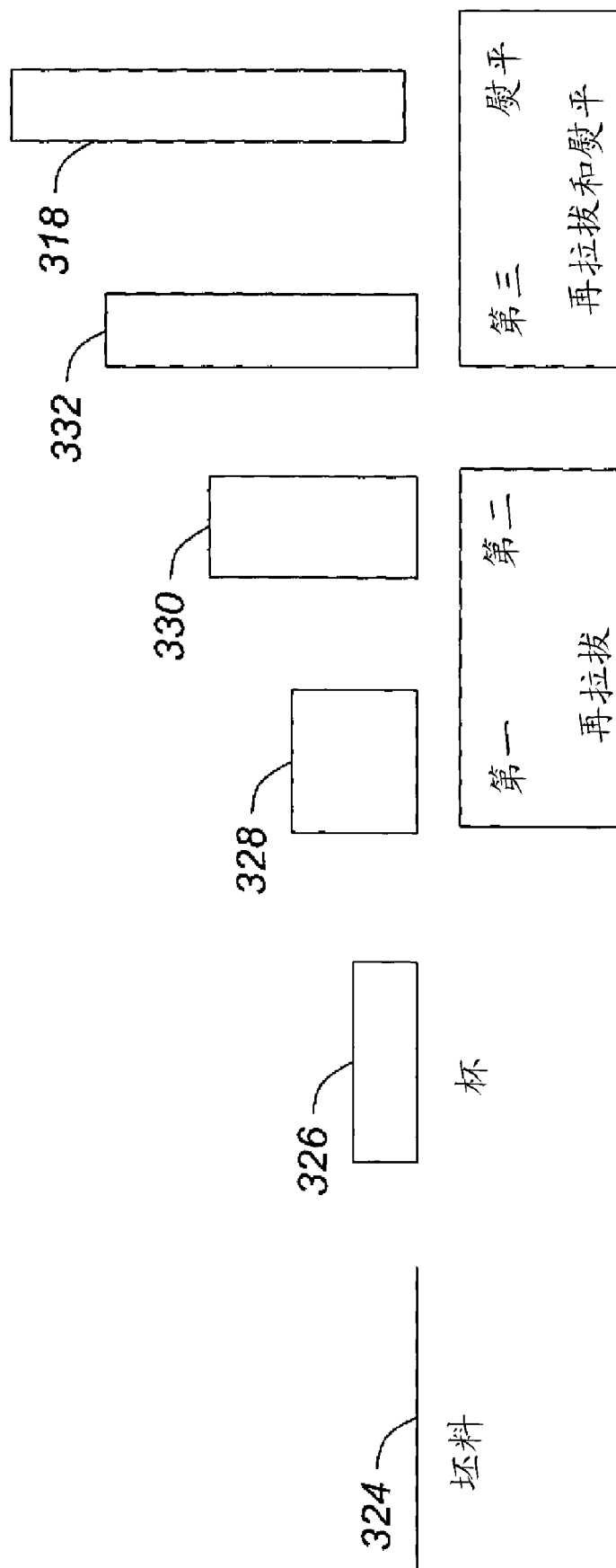


图 17B

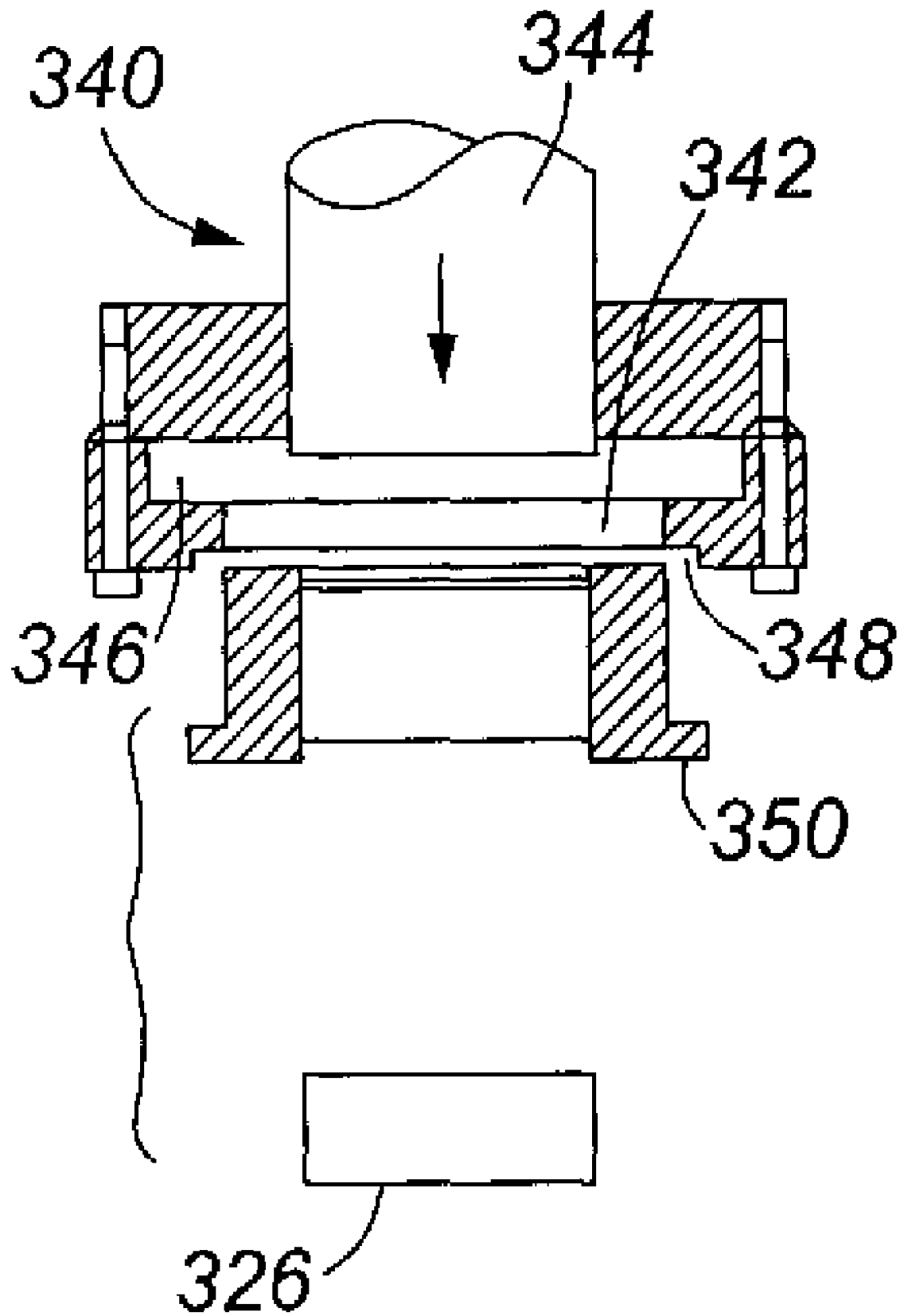


图 18A

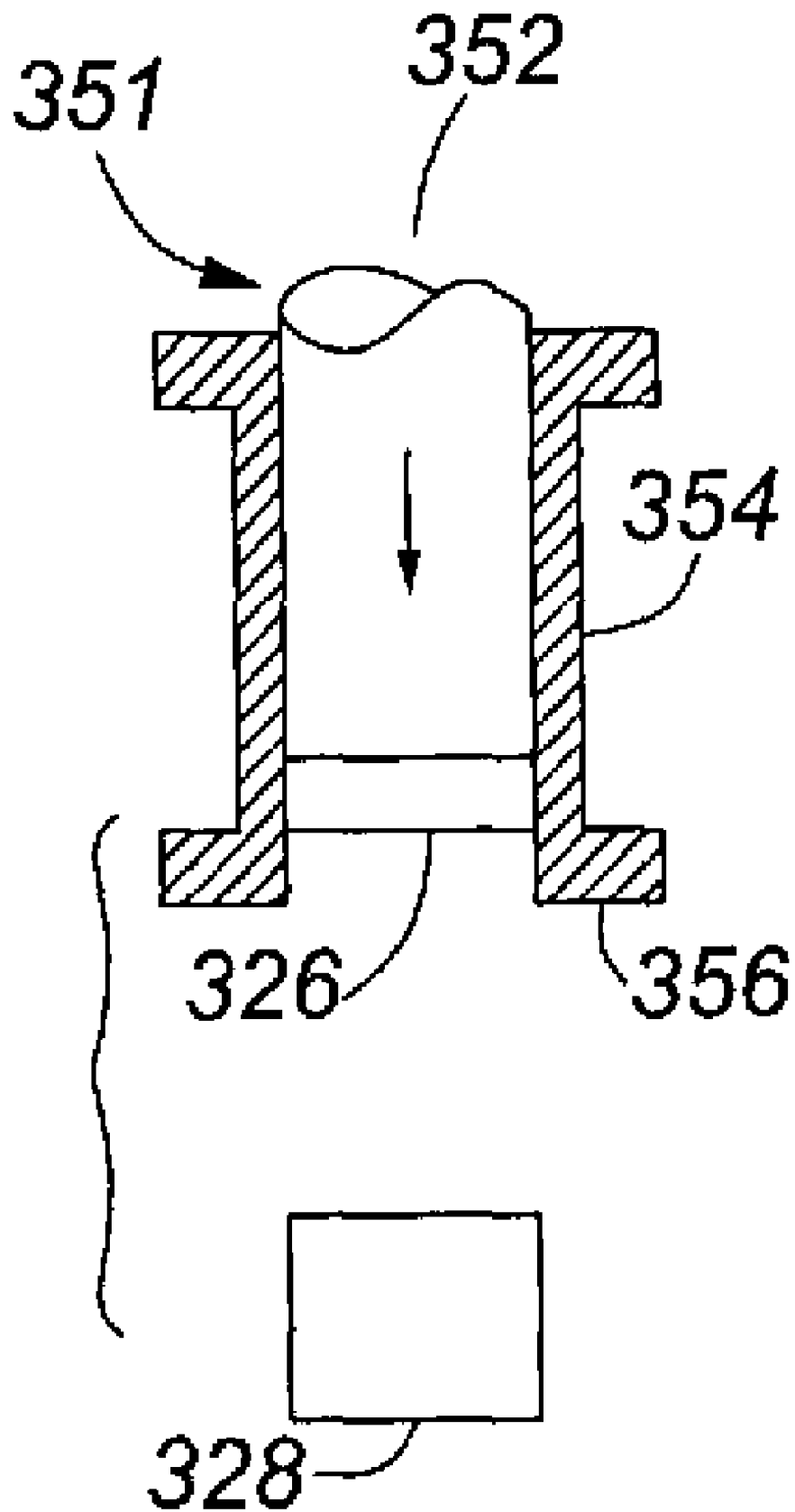


图 18B

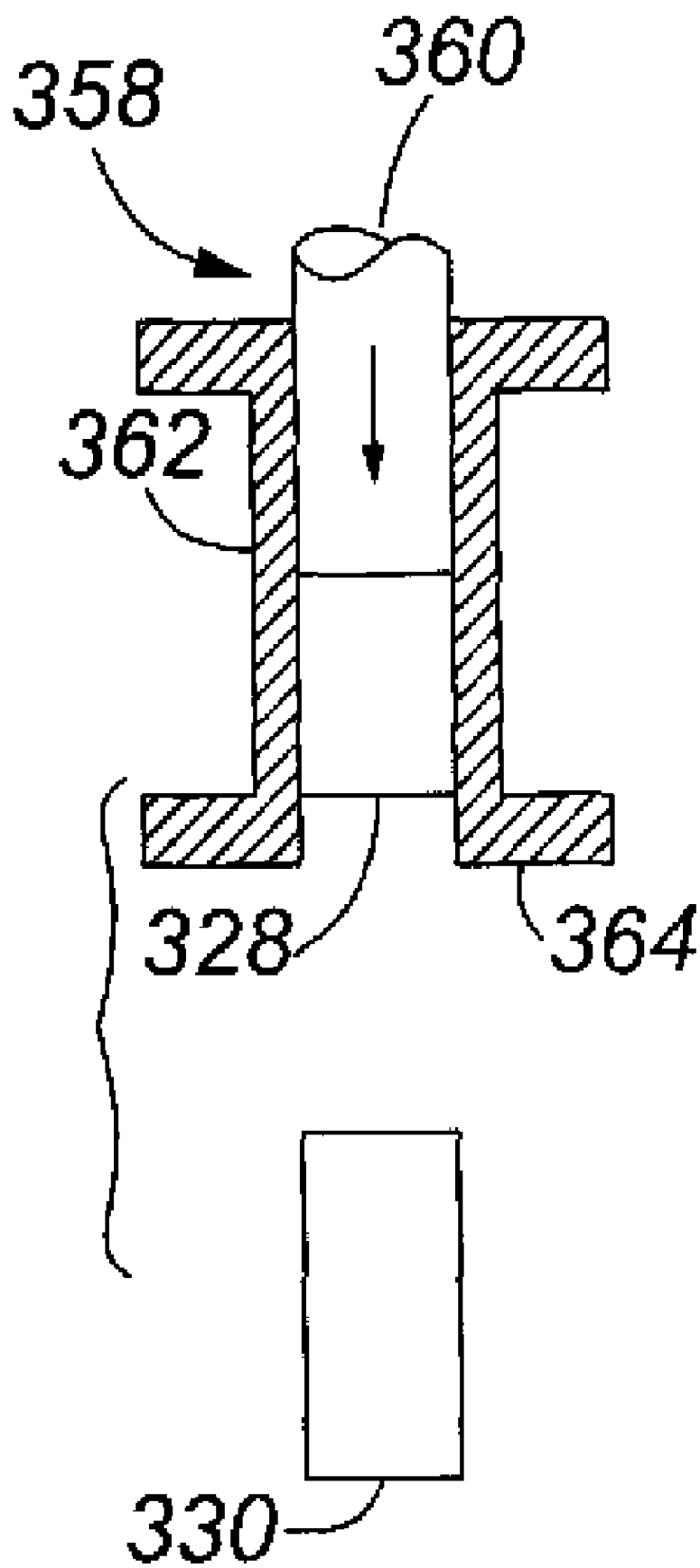


图 18C

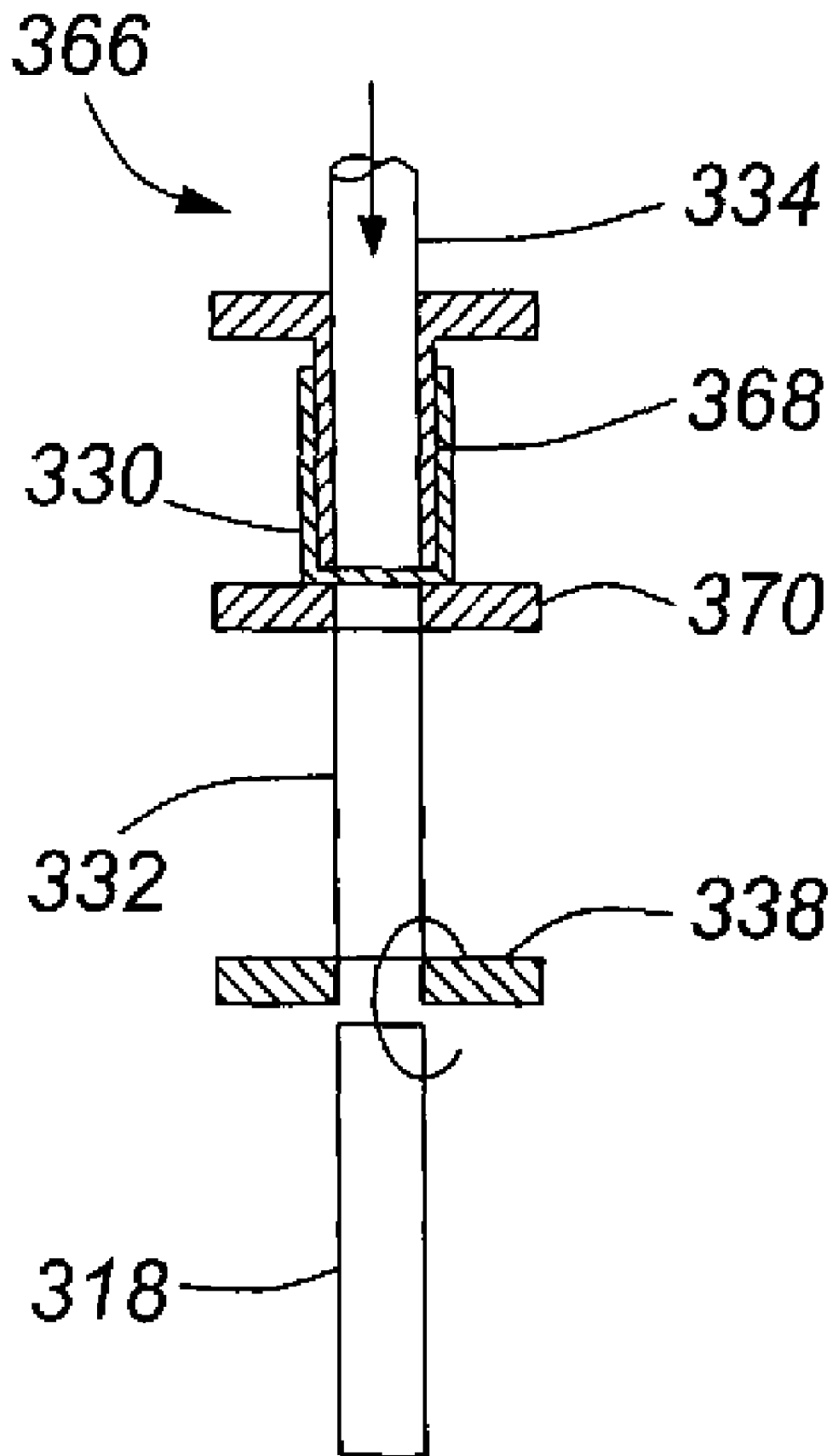


图 18D

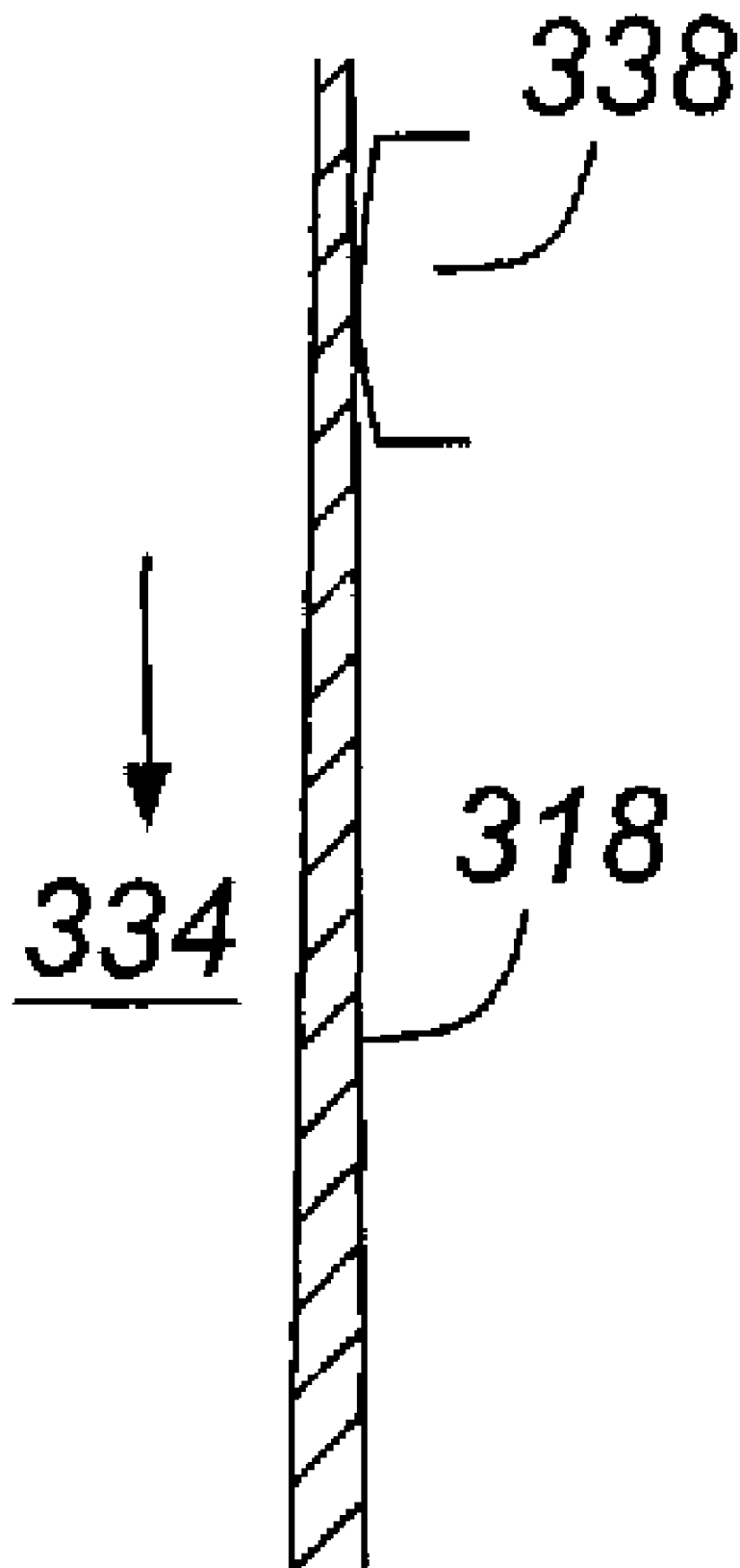


图 19

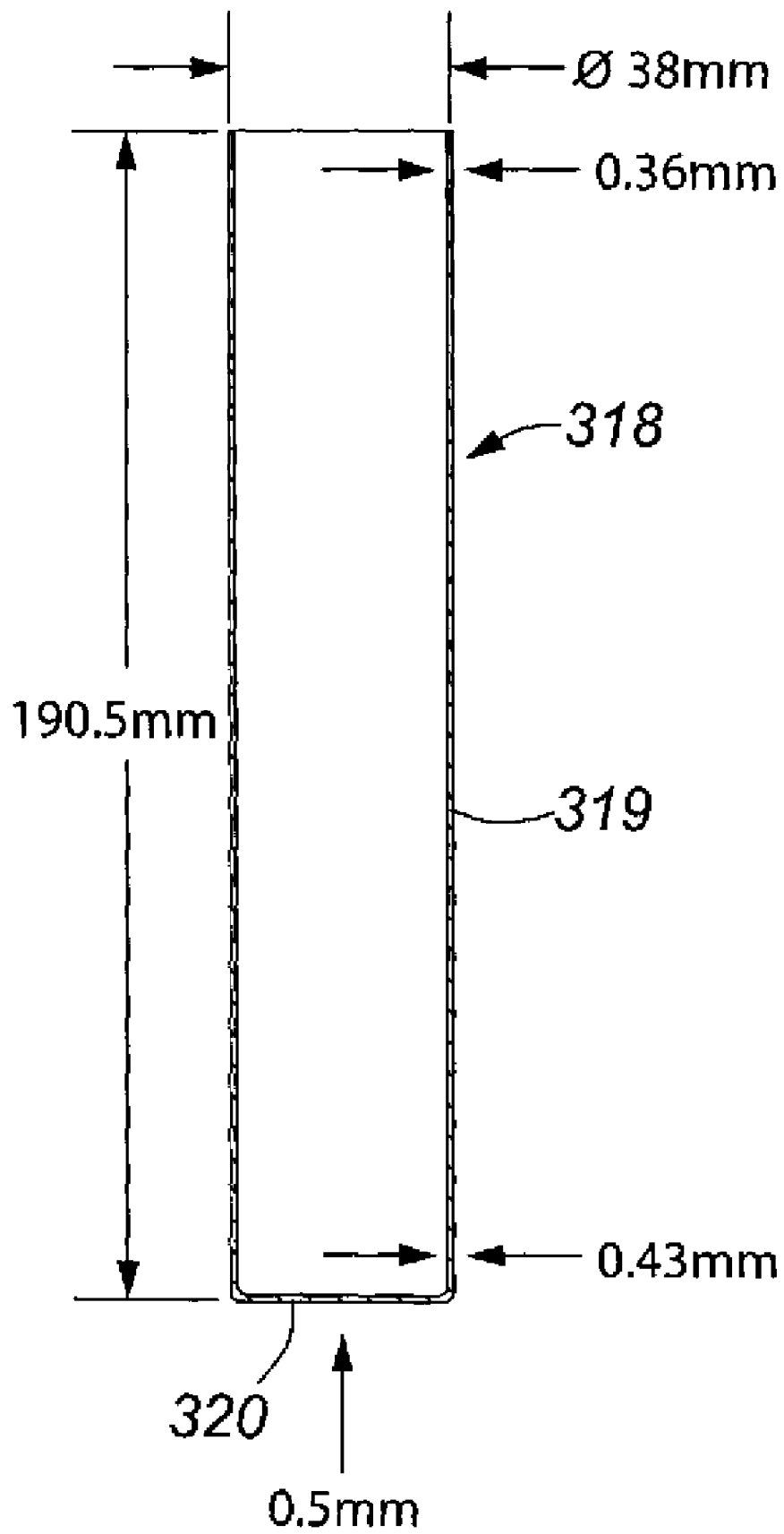


图 20

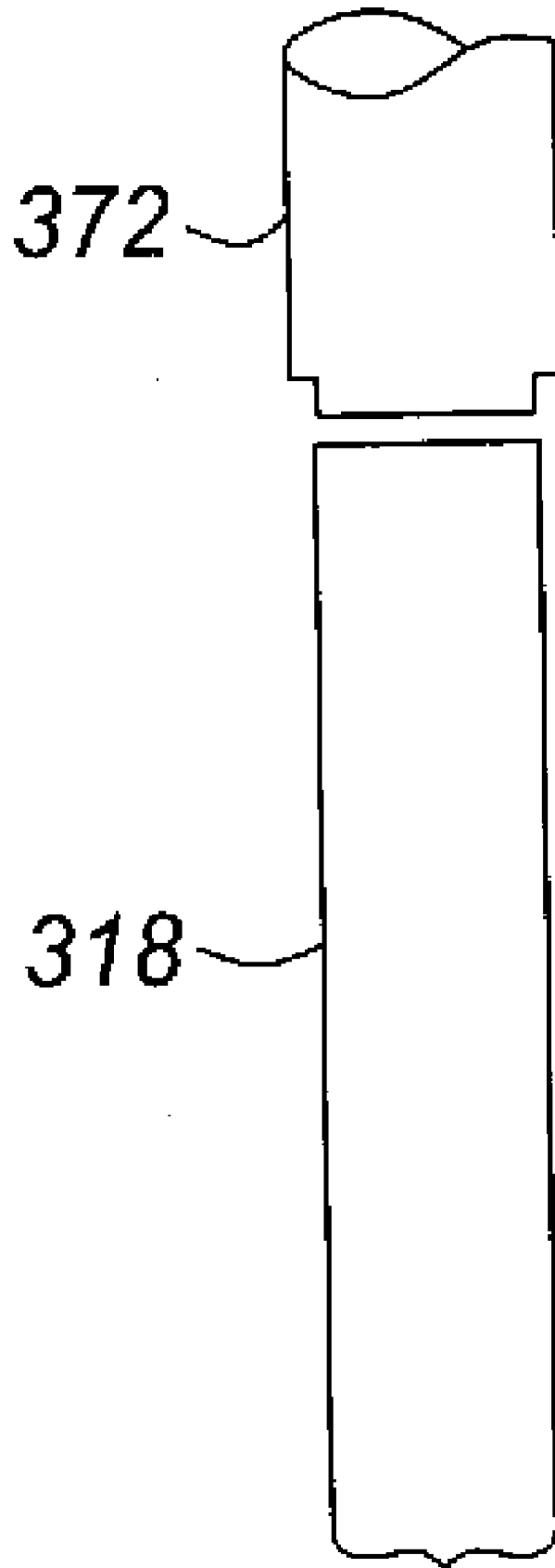


图 21A

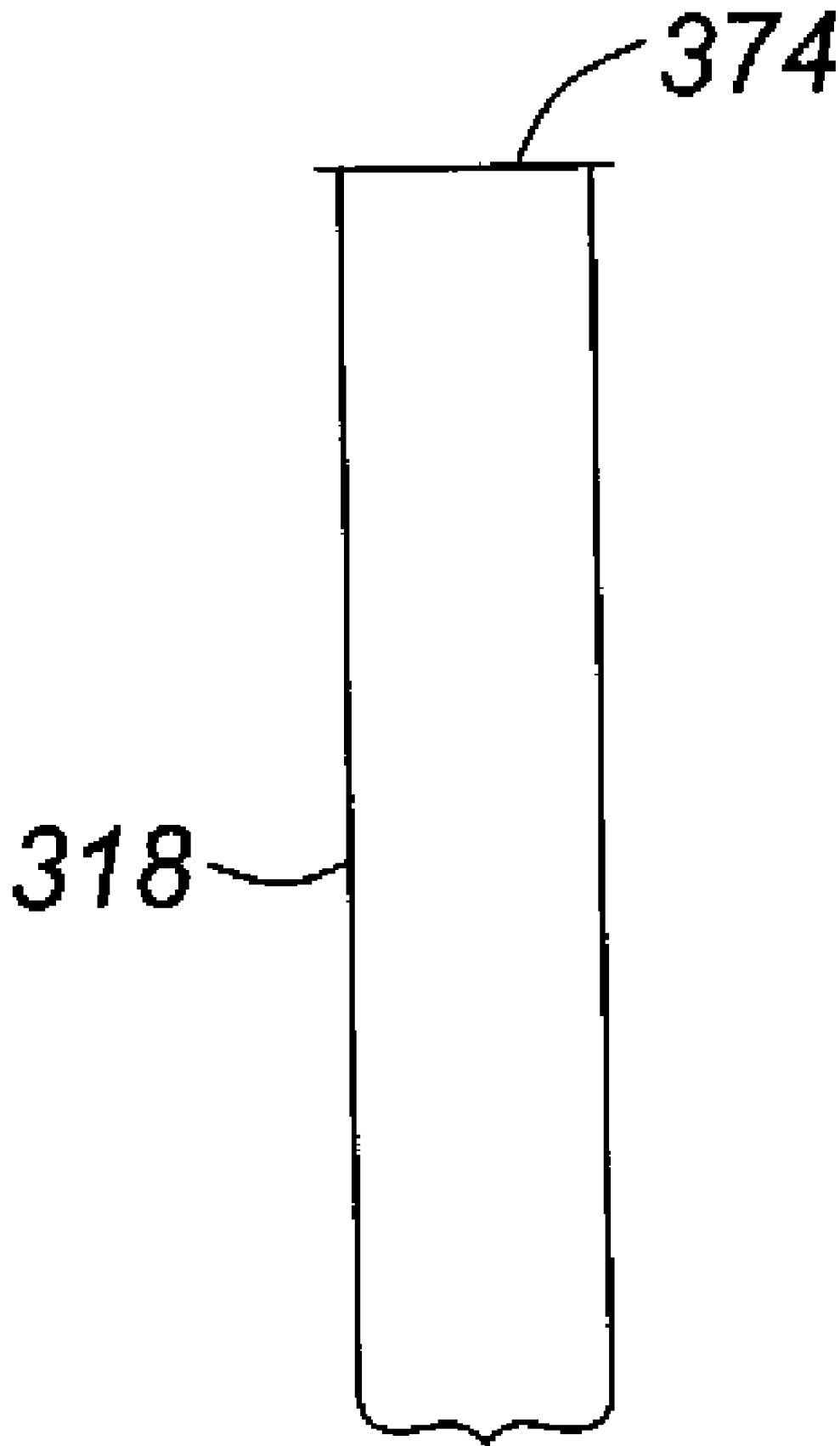


图 21B

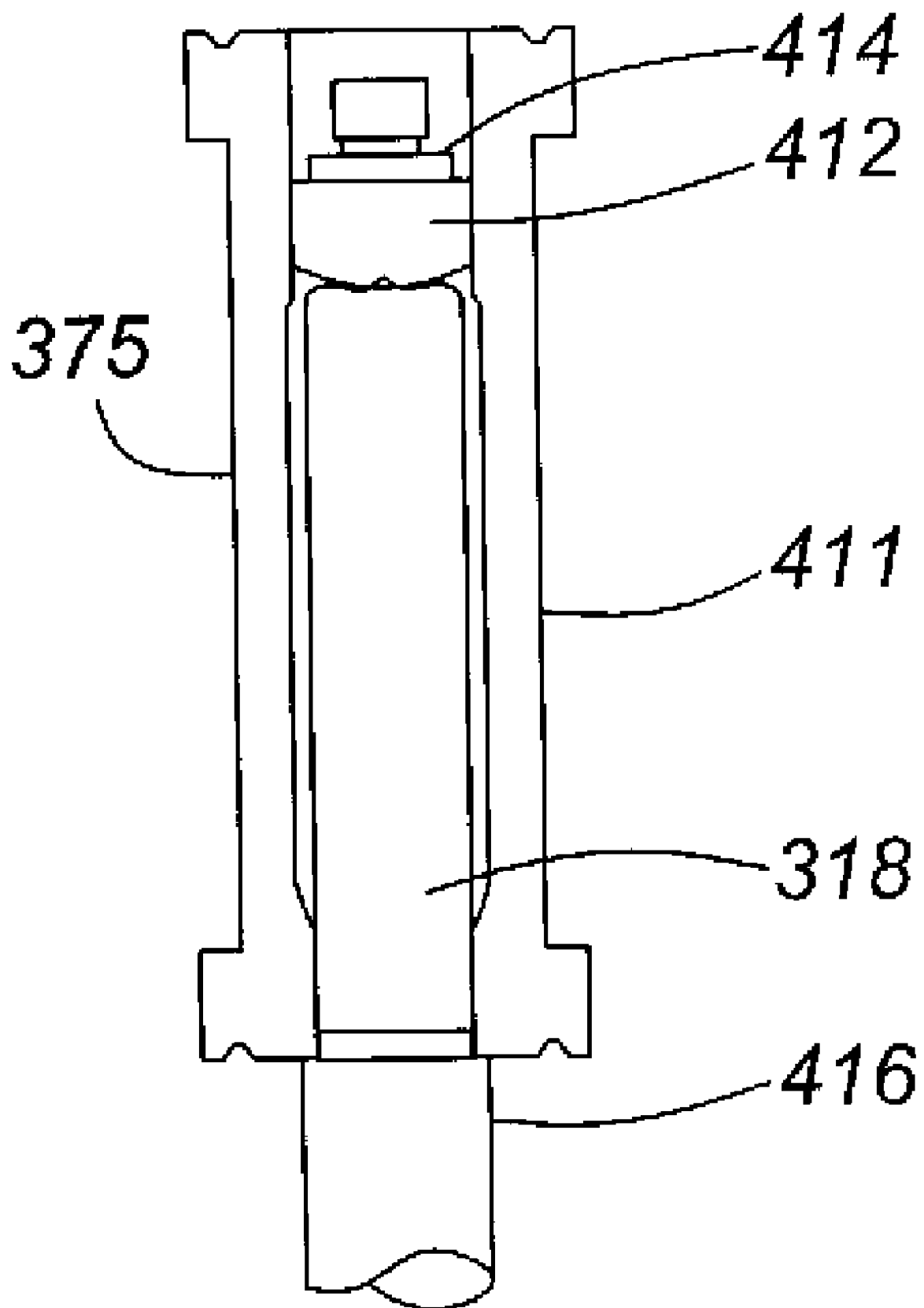


图 22

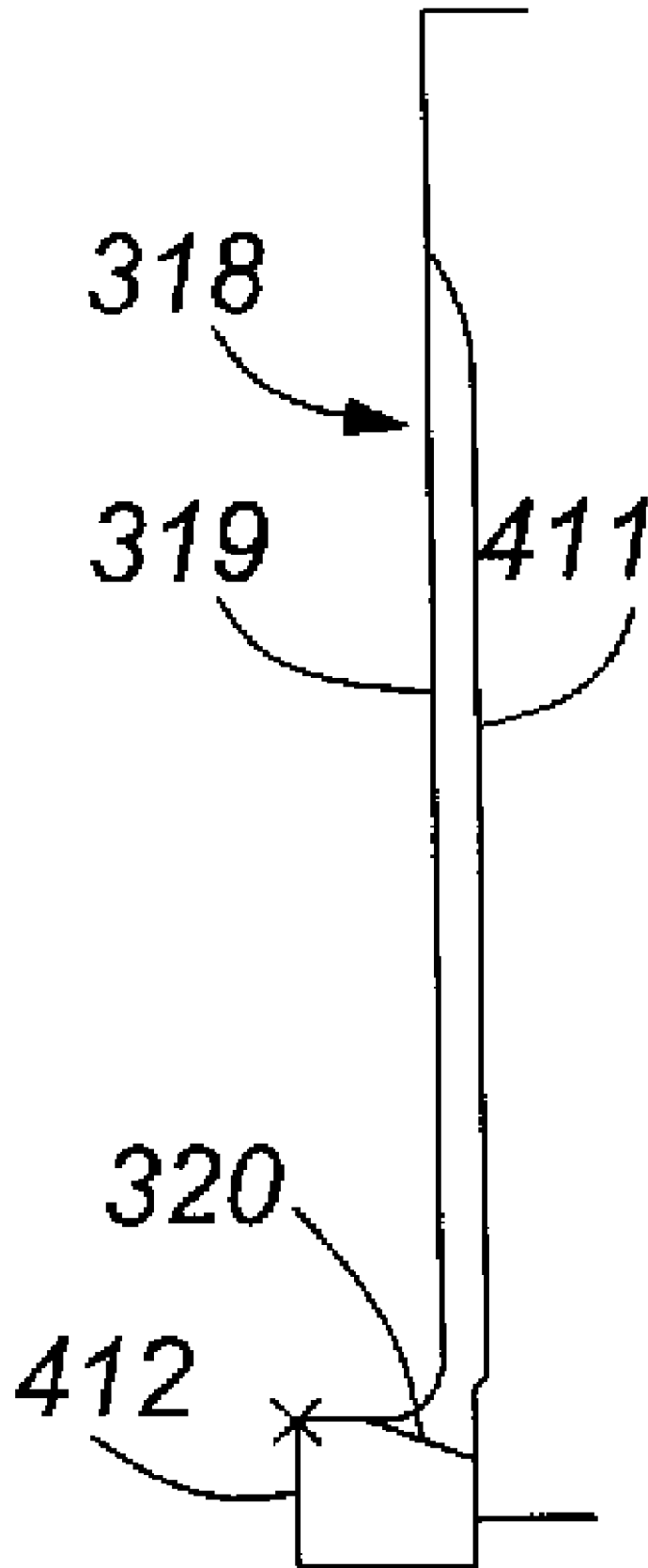


图 23A

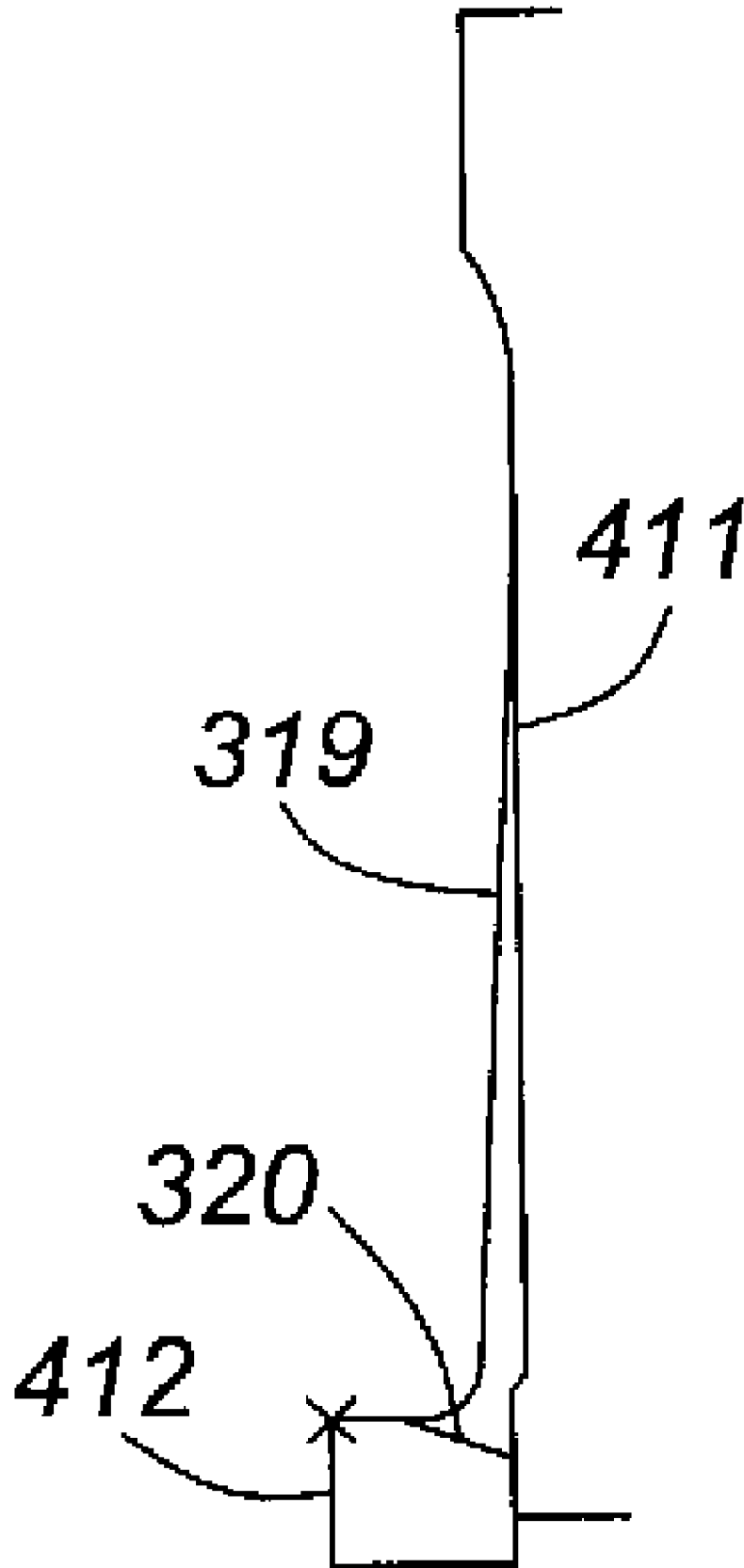


图 23B

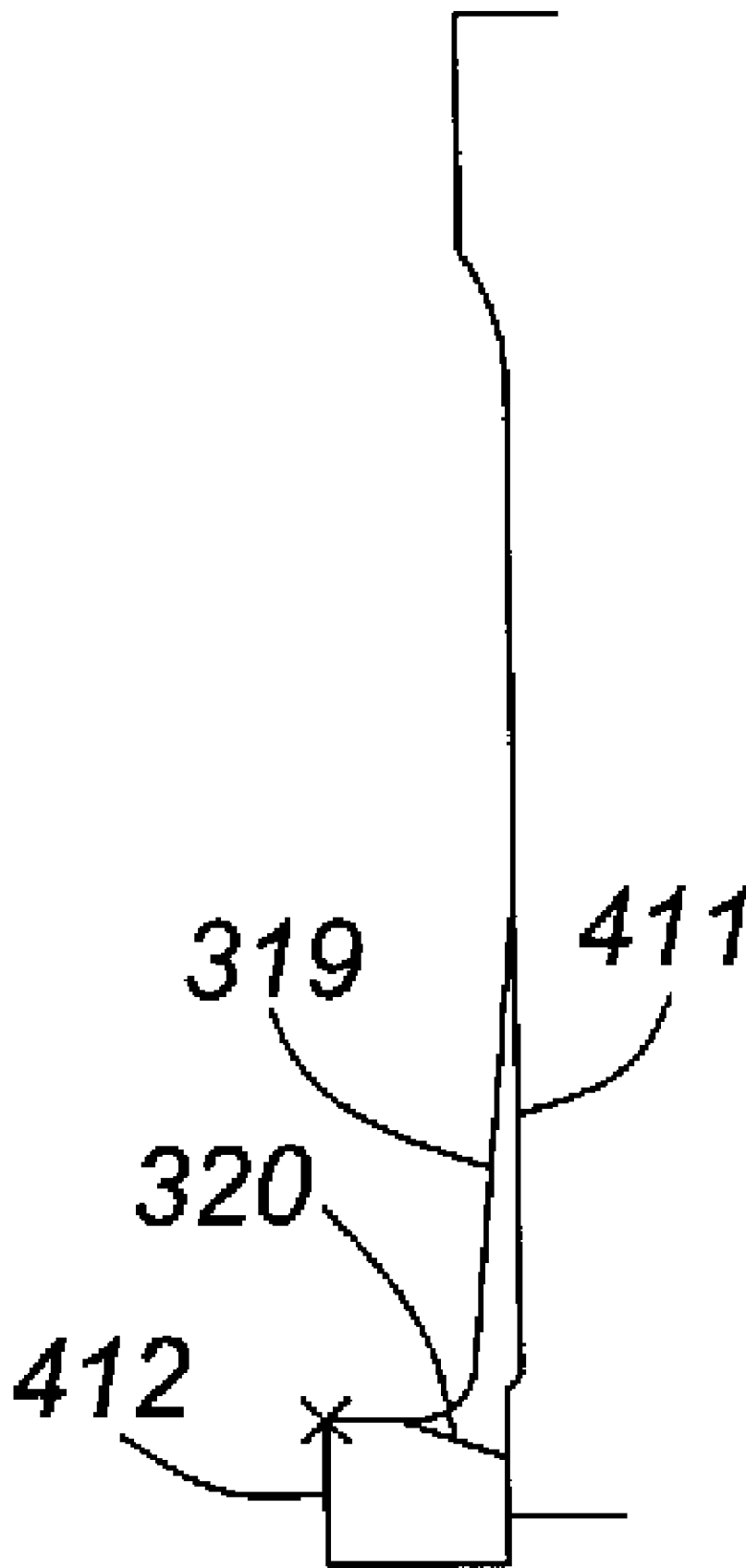


图 23C

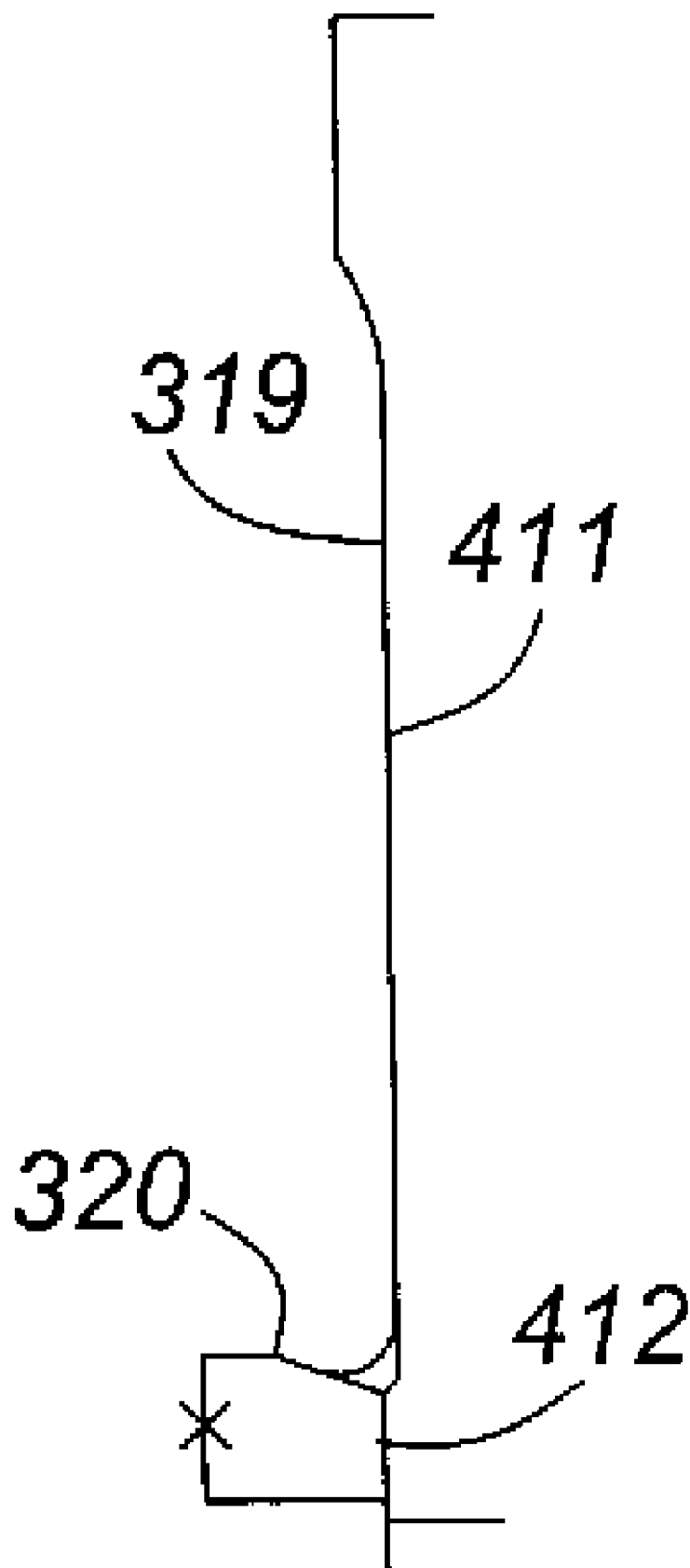


图 23D

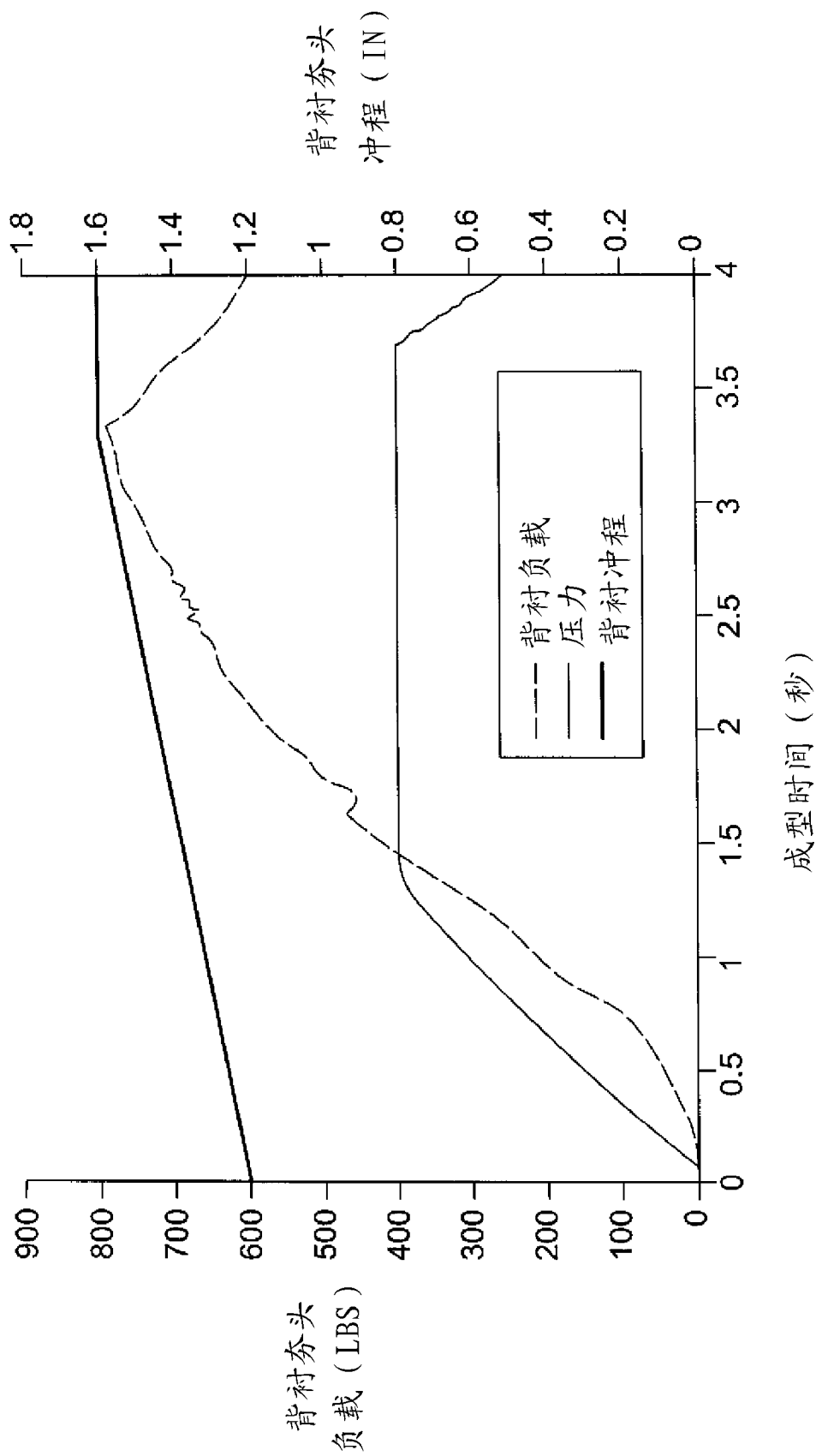


图 24