



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104619887 B

(45)授权公告日 2017.12.15

(21)申请号 201380047901.X

(22)申请日 2013.09.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104619887 A

(43)申请公布日 2015.05.13

(30)优先权数据

61/700,534 2012.09.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.03.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2013/000768 2013.09.11

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2014/040166 EN 2014.03.20

(73)专利权人 下一氢公司

地址 加拿大安大略省

(72)发明人 C·威尔逊 迈克尔·施特普

J·锡纳茨

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 王涛

(51)Int.Cl.

G25B 9/00(2006.01)

G25B 15/08(2006.01)

(56)对比文件

WO 2006/060912 A1, 2006.06.15, 全文.

US 2008/0083614 A1, 2008.04.10, 全文.

CN 102597326 A, 2012.07.18, 权利要求1-2, 8-9及附图1, 说明书第[0042]段及具体实施方式.

EP 1464730 A1, 2004.10.06, 全文.

CN 87104811 A, 1988.01.27, 第10页倒数第3段及第12页倒数第2段.

CN 102099507 A, 2011.06.15, 权利要求1-2, 24-25, 具体实施方式.

US 4439298 A, 1984.03.27, 全文.

审查员 张芳

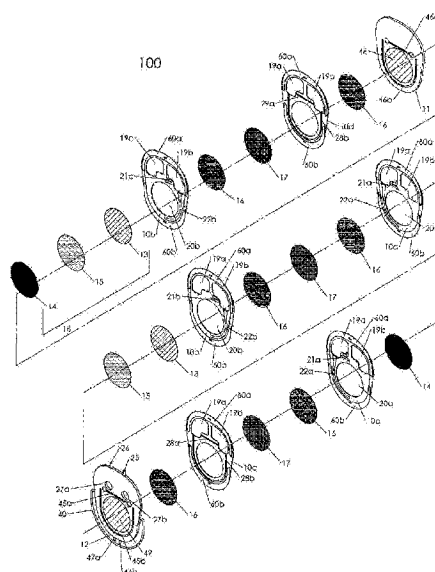
权利要求书2页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

内部加固的水电解槽模块

(57)摘要

本发明提供一种用于电解槽模块的结构板。所述结构板界定至少一个脱气腔室和半电池腔室开口。所述结构板通过安装到所述结构板上的至少一个内部加固装置加固,以减小所述结构板响应于所述结构板内的流体压力引起的向外位移。所述结构板界定用于定位和固持所述内部加固装置的固持部件。



1. 一种电解槽模块,其包括多个结构板,每一所述结构板具有在相对端面之间延伸的侧壁,半电池腔室开口和至少两个脱气腔室开口在所述相对端面之间延伸穿过所述结构板;

所述结构板在相对的末端压力板之间布置成面对面并置,

每一所述半电池腔室开口至少部分地容纳电解的半电池组件,所述半电池组件至少包括电极、与所述电极电连通的双极板以及与所述电极连通以提供离子传导的隔膜,所述结构板和所述半电池组件界定串联连接的电解电池阵列,至少一个脱气腔室在所述电解电池阵列顶上;

至少当面对面并置时,所述结构板界定用于所述电解槽模块内的流体流动的通路;

所述电解槽模块进一步包括至少一个内部加固构件,所述内部加固构件安装到所述结构板中的至少一个上以减少所述结构板的向外位移;

所述结构板中的至少一个至少进一步界定在所述结构板的正面和背面中的至少一个上的固持部件,所述固持部件用于定位和固持所述至少一个内部加固构件的至少一部分。

2. 根据权利要求1所述的电解槽模块,其进一步包括至少一个中间压力板,所述中间压力板至少包括沿着所述电解槽模块的长度间置在所述结构板之间的主体。

3. 根据权利要求1和2中的任一项所述的电解槽模块,其中所述至少一个内部加固构件包括安装到所述结构板的所述至少一些中的每一个上的两个弯曲的插入件;一个弯曲的插入件跨越所述结构板的所述至少一些中的每一个的顶部部分,并且另一个弯曲的插入件跨越所述结构板的所述至少一些中的每一个的底部部分。

4. 根据权利要求1和2中的任一项所述的电解槽模块,其中在所述电解槽模块的组装期间,所述结构板在某些位置处被径向向内压缩,以及所述至少一个内部加固构件在所述某些位置处相应地向内弯曲。

5. 根据权利要求1和2中的任一项所述的电解槽模块,其进一步包括用于所述至少第一和第二脱气腔室之间的液体连通的至少一个液体连通过路。

6. 根据权利要求2所述的电解槽模块,其进一步包括至少一个给水通路,所述给水通路穿过所述末端压力板和所述至少一个中间压力板中的至少一个并且接着穿过所述结构板。

7. 根据权利要求1和2中的任一项所述的电解槽模块,其中所述结构板由塑料组成。

8. 根据权利要求1和2中的任一项所述的电解槽模块,其中所述结构板由纤维增强塑料组成。

9. 根据权利要求7所述的电解槽模块,其中所述塑料由聚砜、聚苯醚、聚苯硫醚、聚丙烯和聚甲醛中的至少一个组成。

10. 根据权利要求7所述的电解槽模块,其中所述至少一个内部加固构件包括比所述塑料具有显著更高强度和弹性模量的插入件。

11. 根据权利要求8所述的电解槽模块,其中所述至少一个内部加固构件包括比所述纤维增强塑料具有显著更高强度和弹性模量的插入件。

12. 根据权利要求10所述的电解槽模块,其中所述至少一个内部加固构件由金属、镀覆金属以及聚合物涂覆金属中的至少一个组成。

13. 根据权利要求11所述的电解槽模块,其中所述至少一个内部加固构件由金属、镀覆金属以及聚合物涂覆金属中的至少一个组成。

14. 根据权利要求12所述的电解槽模块,其中所述金属由钢、铝、铝合金、铜、铜合金、钛和钛合金中的至少一个组成。

15. 根据权利要求12所述的电解槽模块,其中所述金属由不锈钢、铝、铝合金、铜、铜合金、钛和钛合金中的至少一个组成。

16. 根据权利要求13所述的电解槽模块,其中所述金属由钢、铝、铝合金、铜、铜合金、钛和钛合金中的至少一个组成。

17. 根据权利要求13所述的电解槽模块,其中所述金属由不锈钢、铝、铝合金、铜、铜合金、钛和钛合金中的至少一个组成。

18. 一种用于电解槽模块的结构板,其具有在相对端面之间延伸的侧壁,半电池腔室开口和至少两个脱气腔室开口在所述相对端面之间延伸穿过所述结构板;

至少当与另一结构板、末端压力板和中间压力板中的至少一个面对面并置时,所述结构板界定用于所述电解槽模块内的流体流动的通路;

至少当与另一结构板、末端压力板和中间压力板中的至少一个面对面并置时,所述结构板进一步界定在所述结构板的正面和背面中的至少一个中的固持部件,所述固持部件用于定位和固持一个或多个内部加固构件的至少一部分。

19. 一种电解槽堆,其包括多个结构板,每一所述结构板具有在相对端面之间延伸的侧壁,半电池腔室开口、至少两个头端流动通路开口以及至少一个尾端流动通路开口在所述相对端面之间延伸穿过所述结构板;

所述结构板在相对的末端压力板之间布置成面对面并置;

每一所述半电池腔室开口至少部分地容纳电解的半电池组件,所述半电池组件至少包括电极、与所述电极电连通的双极板以及与所述电极连通以提供离子传导的隔膜,所述结构板和所述半电池组件界定串联连接的电解电池阵列;

至少当面对面并置时,所述结构板界定用于所述电解槽模块内的流体流动的通路;

所述电解槽堆进一步包括至少一个内部加固构件,所述至少一个内部加固构件安装到所述结构板中的至少一个上以减少所述结构板的向外位移;

所述结构板中的至少一个至少进一步界定在所述结构板的正面和背面中的至少一个中的固持部件,所述固持部件用于定位和固持所述至少一个内部加固构件的至少一部分。

20. 根据权利要求19所述的电解槽堆,其进一步包括至少一个中间压力板,所述中间压力板包括沿着所述电解槽堆的长度间置在所述结构板之间的至少一主体。

内部加固的水电解槽模块

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请主张2012年9月13日提交的第61/700,534号美国临时申请案的权益。以上申请案的公开内容以引用方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于在高压下生产氢气和氧气的水电解槽的设计,且更确切地说,涉及能够在高压下操作的碱性和聚合物电解膜 (PEM) 类型的电解槽堆和电解槽模块及其组件。

背景技术

[0004] 电解槽使用电来通过电化学反应(即,在与电解液接触的电极处发生的反应)将反应物化学品转变成所希望的化学产物。氢是在化学工艺中的使用,且在氢汽车以及通过氢燃料电池发动机或氢内燃机(或还部分地通过电池供电的混合动力氢汽车)供电的设备中的使用需求也潜在地增加的化学产物。利用水和电产生氢和氧的水电解槽是用于生产气态氢作为主要产物的最常见类型的电解槽。最常见类型的商用水电解槽是碱性水电解槽(AWE)和聚合物电解膜(PEM)水电解槽。

[0005] 如本文中所用的术语“半电池”、“半电解电池”以及其等效变体是指包括一个电极以及为气液(或气体)流出半电池提供空间的其对应半电池腔室的结构。术语“阴极半电池”是指含有阴极的半电池,且术语“阳极半电池”是指含有阳极的半电池。

[0006] 如本文中所用的术语“电池”、“电解电池”以及其等效变体是指包括阴极半电池和阳极半电池的结构。电池还包含分离器隔膜(下文称为“隔膜”),所述分离器隔膜通常位于阴极与阳极之间并且紧密接近阴极和阳极、接触阴极和阳极或与阴极和阳极成一体。隔膜的功能性是使产生的氢气和氧气维持分离且具有高纯度,同时允许阳极与阴极之间的离子电传导。隔膜因此界定每一半电池的一侧。每一半电池的另一侧由电子传导的固体板界定,该固体板通常由金属、碳、碳聚合物复合材料或其组合组成并且一般称为双极板。双极板的功能性是使邻近电池的邻近半电池腔室中的流体维持分离,同时在邻近电池之间电子地传导电流。每一半电池腔室还含有一般称为集电器或载流子的电子传导组件,以在电极与双极板之间使电流传导通过半电池腔室。

[0007] 如本文中所用的术语“电池堆”、“电解槽堆”、“堆”或其等效变体是指用于包括多个电池的实际(商用)水电解槽的结构,其中电池通常串联电连接(尽管使用并联连接和/或串联连接的电池的设计也是已知的),而双极板物理地分隔但在邻近电池之间提供电连通。在头端流动通路(顶部流歧管)中从单个(individual)半电池中收集气液(即,氢气液体和氧气液体)混合物,该头端流动通路沿着堆在电池上方纵向延伸。头端流动通路 with 相应气液排放通路流体连通,该气液排放通路延伸穿过电解槽堆并且与外部管路或管道流体连通,该外部管路或管道进而与外部气液分离容器流体连通。在外部气液分离容器中执行的操作包含气液分离以及任选地给水添加和液体混合。经脱气液体通过外部管路或管道返回到电

池堆,该外部管路或管道与延伸穿过电解槽堆的相应经脱气液体返回通路流体连通。经脱气液体通过尾端流动通路(底部流歧管)分布到单个(individual)半电池,所述尾端流动通路沿着堆在电池下方纵向延伸。在一些聚合物电解膜(PEM)电解槽堆中,对氢气一侧进行操作而无需循环液体,在此情况下氢气一侧头端流动通路和排放通路将携带氢气,并且在此情况下氢气一侧上将不需要气液分离回路。

[0008] 如本文中所用的术语“电解槽模块”是指电解槽堆和气液分离空间在同一结构中的组合,该结构通常是压滤机类型的。此外,如本文中所用的术语“电解槽模块”可以指碱性电解槽模块或聚合物电解膜(PEM)电解槽模块。我们先前在US 8,308,917中公开用于碱性电解槽模块的设计以及在US 2011/0042228中公开用于聚合物电解膜(PEM)电解槽模块的设计,这两者以引用方式并入本文中。

[0009] 如本文中所用的术语“结构板”是指具有侧壁的主体,该侧壁在相对端面之间延伸,半电池腔室开口以及在电解槽模块的情况下,另外至少一个脱气腔室开口在该相对端面之间延伸穿过结构板。电解槽堆或电解槽模块通常使用一系列结构板来构造以交替地界定阴极和阳极半电池腔室、流体流动通路,并且在电解槽模块的情况下,至少一个脱气腔室以及相应气液流动通路和相应经脱气液体流动通路,所述相应气液流动通路和相应经脱气液体流动通路在一个或多个脱气腔室与对应半电池腔室之间延伸。结构板在相对的末端压力板之间布置成面对面并置,任选地有至少一个中间压力板沿着电解槽堆或电解槽模块的长度间置在结构板之间以形成压滤机类型的结构。末端压力板和中间压力板可以由(例如)钢、不锈钢、镀镍钢、镀镍不锈钢、镍以及镍合金中的一个或多个组成。结构板还将功能组件固持于其适当的空间位置和布置中,该功能组件可以包含例如阴极、阳极、分离器隔膜、集电器和双极板。

[0010] 结构板由合适的电绝缘塑料或纤维增强塑料制成,该电绝缘塑料或纤维增强塑料对电解液(例如,在碱性电解槽模块的情况下,在高温下25%至35%KOH的含水溶剂)或水(在聚合物电解膜(PEM)电解槽模块的情况下)和气体(例如,氧气、氢气、氮气)为惰性的。合适的塑料的实例包含聚甲醛(POM)、聚丙烯、聚苯醚(PPO)、聚苯硫醚(PPS)以及其类似者,且具体来说包含聚砜。结构板通过例如机械加工且更优选地是注射模法(有时还有一些后机械加工)等工艺制造。因此,所述板是轻质的、不导电的、耐操作环境的并且能适用于简单且相对低成本的制造。

[0011] 通常预期的电解槽模块和电解槽堆的操作压力取决于应用要求在大气压与30巴之间,且更通常地达到10巴。例如,在17巴至30巴的范围内的更高压力操作是有利的,因为其实现了常用气体存储容器的直接填充或当填充更高压力存储装置时机械压缩级数目的减少。早期的电解槽堆设计利用钢结构板,该钢结构板实现在高压(例如,30巴)下的操作,但也提出其它挑战,例如,非常重、需要电绝缘以及可能发生腐蚀。对于利用由聚合材料制成的结构板的现代“先进”电解槽堆和电解槽模块设计,更高压力操作在结构板的机械完整性方面存在挑战,尤其在长时间内以及对于大规模电解槽模块和电解槽堆。外部压力控制装置,例如,电解槽堆周围的压力容器或负荷承载加固支撑件在本领域中是已知的(例如,US 6,153,083、US 7,314,539),但优选地避免使用以便维持固有的设计简单性、实施的简易性、紧凑性、轻质以及低资金成本。结构板可以制成显著更大的,但是由于成本、大小、重量以及注射模法的难度相应地显著增加,因此此方法是不切实际的,并且还优选地避免此

方法。如果可以简单地实施加固每一结构板的方法，而不会对组装的简易性、紧凑性、重量和成本产生显著不利的影响，那么所述方法是优选的。

[0012] US 7,332,063公开一种用以加固电解槽堆中的个体(individual)结构板的方法，在该电解槽堆中，每一结构板由周围外部缠绕的玻璃纤维增强在外部支撑，以便承受更高的操作压力。在结构板的外部外围施加紧密配合的外部支撑件的方法最佳地适合于圆形形状，例如，在US 7,332,063中预期的圆形形状。然而，对于具有复杂的无规则形状的大结构板，这种类型的外部支撑件可能不太有效，并且安装起来更困难且更昂贵。

[0013] 因此，需要一种简单、易于实施、具有成本效益的方法来加固电解槽模块和电解槽堆、尤其大规模电解槽模块和电解槽堆的个体(individual)结构板，以便使该结构板能够在更高压力下操作。

发明内容

[0014] 电解槽模块包括多个结构板，每一所述结构板具有在相对端面之间延伸的侧壁，半电池腔室开口和至少两个脱气腔室开口在所述相对端面之间延伸穿过所述结构板。所述结构板在相对的末端压力板之间布置成面对面并置。每一所述半电池腔室开口至少部分地容纳电解的半电池组件，所述半电池组件至少包括电极、与所述电极电连通的双极板，以及与所述电极连通以提供离子传导的隔膜。所述结构板和所述半电池组件界定串联连接的电解电池阵列，至少一个脱气腔室覆盖在所述电解电池阵列顶上。至少当面对面并置时，所述结构板界定用于所述电解槽模块内的流体流动的通路。所述电解槽模块进一步包括内部加固装置，所述内部加固装置安装到所述结构板中的至少一些上以减少所述结构板的向外位移。至少当面对面并置时，至少上面安装着内部加固装置的所述结构板进一步界定在其正面或其背面中的固持部件，该固持部件用于定位和固持一个或多个内部加固装置的至少一部分。

[0015] 电解槽模块的结构板具有在相对端面之间延伸的侧壁，半电池腔室开口和两个或两个以上脱气腔室开口在所述相对端面之间延伸穿过所述结构板。至少当与另一结构板、末端压力板或中间压力板面对面并置时，所述结构板界定用于所述电解槽模块内的流体流动的通路。至少当与另一结构板、末端压力板或中间压力板面对面并置时，所述结构板进一步界定在其正面或其背面中的固持部件，该固持部件用于定位和固持一个或多个内部加固装置的至少一部分。

[0016] 电解槽堆包括多个结构板，每一所述结构板具有在相对端面之间延伸的侧壁，半电池腔室开口、至少两个头端流动通路开口以及至少一个尾端流动通路开口在所述相对端面之间延伸穿过所述结构板。所述结构板在相对的末端压力板之间布置成面对面并置。每一所述半电池腔室开口至少部分地容纳电解的半电池组件，所述半电池组件至少包括电极、与所述电极电连通的双极板，以及与所述电极连通以提供离子传导的隔膜。所述结构板和所述半电池组件界定串联连接的电解电池阵列。至少当面对面并置时，所述结构板界定用于电解槽堆内的流体流动的通路。所述电解槽堆进一步包括内部加固装置，所述内部加固装置安装到所述结构板中的至少一些上以减少所述结构板的向外位移。至少当面对面并置时，至少上面安装着内部加固装置的所述结构板进一步界定在其正面或其背面中的固持部件，该固持部件用于定位和固持一个或多个内部加固装置的至少一部分。

附图说明

[0017] 下文参考附图说明描述本发明的优选实施例,其中:

[0018] 图1是根据本发明的碱性电解槽模块的大约一半的分解图;

[0019] 图2是根据本发明的聚合物电解质膜 (PEM) 电解槽模块的大约一半的分解图;

[0020] 图3是示出根据本发明的电解槽模块的结构板和内部加固装置的实施例以及给水添加特征的优选实施例的正面的等距视图;

[0021] 图4是示出根据本发明的电解槽模块的结构板和内部加固装置的替代实施例的正面和背面的等距视图;

[0022] 图5是示出根据先前设计的电解槽模块的不具有内部加固装置的结构板的实施例的正面的正视图;

[0023] 图6是示出根据本发明的电解槽模块的结构板和连续内部加固装置的实施例的正面的正视图;以及,

[0024] 图7是根据本发明的阴极排液管的实施例的分解图,其示出三个邻近结构板系列中的阴极排液管特征。

具体实施方式

[0025] 在本发明中,安装到结构板中的至少一些上的内部加固装置用于提高电解槽堆或电解槽模块的保压能力,同时使能够减少对塑料材料的要求并且改进抗蠕变性和部件寿命。内部加固装置比结构板的塑料或纤维增强塑料材料具有显著更好的机械特性(例如,显著高的强度和弹性模量),并且优选地容易安装、容易得到且成本低。至少当面对面并置时,内部加固装置优选地固持在通过结构板的面界定的内部固持部件中。

[0026] 在图1中总体上以100示出根据本发明的一方面的碱性电解槽模块。图1仅出于说明性目的示出具有4个电池的碱性电解槽模块的大约一半;电解槽模块的另一半将为镜像(在特征12的任一侧上,在这种情况下该特征表示电解槽模块的中点)。实际上,通常将并入有更大数目的电池。碱性电解槽模块100包含结构板10、末端压力板11、阳极13、阴极14、隔膜15、载流子16、双极板17以及任选地沿着电解槽模块的长度间置在结构板之间的一个或多个中间压力板12。结构板10、末端压力板11和中间压力板12包括具有在相对端面之间延伸的侧壁的至少一主体。存在两种主要类型的结构板10:阴极结构板10a和阳极结构板10b。另外,特定结构板10c和10d可以任选地用于一个或多个任选中间压力板12的任一侧上并且还可以任选地分别邻近末端压力板11的任一侧或两侧,例如,以帮助容纳冷却管道(例如,冷却管或冷却盘管)。(如本文中所述的术语“板”是指结构板、特殊结构板、末端压力板以及中间压力板。)此外还理解包含合适的密封件(例如,o型环垫圈,未示出)。在图1中示出的实施例中,每一结构板10a和10b以及特殊结构板10c和10d固持两个内部加固装置60a和60b,作为位于结构板的正面上的固持部件中的插入件。其它配置也是可能的;例如,邻近结构板可以共用一组一个或多个内部加固装置,该内部加固装置“夹”在邻近结构板之间,一个结构板在其正面上具有用于内部加固装置的固持部件,另一个结构板在其背面上具有固持部件。还可以考虑另外的变体;例如,所有加固的结构板可以在它们的背面上或在它们的正面和背面上具有用于内部加固装置的固持部件。此外,可能并非所有结构板都必需需要内部

加固装置;例如,如果尤其在中压下使用特殊结构板,那么该结构板可以不需要内部加固装置,因为该结构板不具有流体流动通路(即,它们容纳更多材料),并且此外该结构板通过邻近末端压力板11或中间压力板12内在地加固到一定程度。因此,该结构板中的一些,例如,一个或多个特殊结构板,可以被制造使用而不具有内部加固装置。此外,邻近于末端压力板或中间压力板的结构板可以通过将其嵌入到邻近末端压力板或中间压力板中而直接机械加固。然而,不利用内部加固装置的益处很少,因为内部加固装置以相对少的额外成本增加部件性能和寿命。

[0027] 碱性电解槽模块100因此包括多个电解电池和相关联的脱气腔室19。电解电池优选地位于电解槽模块100的底部部分处,并且相关联的脱气腔室19优选地位于电解槽模块100的顶部部分处,覆盖在电解电池顶上。电解电池包括通过两个邻近结构板界定的阴极和阳极半电池腔室20a和20b,以及阴极14、阳极13、隔膜15和集电器16。每个半电池腔室20a和/或20b可以使用一个以上集电器16。双极板17物理地分离并且提供邻近电解电池之间的电连通。隔膜与电极中的每一个连通以提供离子传导。末端压力板11和中间压力板12任选地分别包含适当地涂覆或镀覆的导电区域或分离部分48和49,以促进电流流动穿过末端压力板和中间压力板对应于活性电池区域的部分。末端压力板11和中间压力板12可以由(例如)钢、不锈钢、镀覆钢或涂覆钢、镀覆不锈钢或涂覆不锈钢、镍和镍合金,或其它金属、镀覆金属或涂覆金属,或非镀覆金属(术语“金属”应理解为包含金属和金属合金两者)中的一个或多个制成。

[0028] 如图1所示,每一阴极半电池腔室20a通过气液流动通路21a和经脱气液体流动通路22a与氢气脱气腔室19a直接流体连通。类似地,每一阳极半电池腔室20b通过气液流动通路21b和经脱气液体流动通路22b与氧气脱气腔室19b直接流体连通。分离的氢气通过一直径向延伸到氢气脱气腔室的氢气排放通路25离开;分离的氧气通过一直径向延伸到氧气脱气腔室的间隔开的氧气排放通路26离开。气体排放通路25和26通常容纳在中间压力板12中,或末端压力板11中的一个或两个中。给水通过给水通路(未示出)引入到氢气脱气腔室19a和氧气脱气腔室19b中的一个或两个中,该给水通路通常也位于中间压力板12中或末端压力板11中的一个或两个中。电流通过,如直流(DC)电源,供应到电解槽模块100的电池部分,最常见地通过正极和负极电连接到末端压力板11以及任选地通过非载流电接地连接到在电解槽模块100中点处的中间压力板12。用于氢气一侧(阴极排液管)和氧气一侧(阳极排液管)中的每一个的分离的排液管47a和47b分别位于中间压力板12和末端压力板11中的一个或多个的底部处。排液管通过下文中描述的结构板中的一系列排液导管或与阴极半电池腔室和氢气脱气腔室或与阳极半电池腔室和氧气脱气腔室流体连通。出于(例如)长期关闭、维护、运输、采样等目的,或出于(例如)移除渗流的目的,排液管从电解槽模块中排出液体(电解液),以维持电解槽模块中的液体(电解液)的纯度。排液管包括两个分离的排液管,即用于电解槽模块的阴极(氢气)部分的阴极排液管,以及用于电解槽模块的阳极(氧气)部分的阳极排液管。任选地,可以(如果需要/视需要)通过排液管47a和47b中的一个或两个从碱性水电解槽模块100内间歇地或不断地获取相对不纯液体(电解液)的渗流并且用新的液体(电解液)替代,以便帮助维持液体的可接受纯度。

[0029] 在排液管的第一实施例中,阴极排液管和阳极排液管中的每一个包括多个连接排液通路,该连接排液通路将阴极半电池腔室中的每一个或阳极半电池腔室中的每一个的底

部部分连接到一个或多个排液歧管。应注意, 通过从半电池腔室排液, 对应脱气腔室也排液, 因为该对应脱气腔室通过经脱气液体通路和气液通路与该半电池腔室流体连通。阴极排液管和阳极排液管可以(但不一定)相似。此处将出于说明性目的描述阴极排液管。阴极排液通路包括具有相对小横截面积的长通路, 该长通路将阴极半电池腔室的底部部分与一个或多个阴极排液歧管连接。阴极排液歧管位于阴极半电池腔室下方以便可通过重力高差而实现排液, 且沿着电解槽模块的长度延伸至少一段距离。用于阴极半电池的排液通路的长度可通过使用被包括在一个以上结构板中的路径来延伸。在当前实施例中, 排液通路在阴极半电池腔室的底部部分附近是内部通路, 这些内部通路接着变为沿一长的向下路径而行的表面通路, 以便使操作期间的杂散电流流动可忽略。通路接着行进通过邻近阳极板中的一个到达下一阴极板, 在该处通路在接合阴极排液歧管中的一个之前, 再次变为具有长路径的表面通路。可以使用一个以上阴极排液歧管以便进一步限制杂散电流流动。该一个或多个阴极排液歧管连接到排液点。排液点包括具有阀的排液口, 该排液口位于中间压力板中的一个或末端压力板中的一个的底部部分中。电解槽模块中可以存在一个以上排液点。

[0030] 在第二实施例中, 阴极排液管和阳极排液管中的每一个还包括用于每一半电池的排液通道。优选地, 对阴极排液管和阳极排液管两者使用相似的方法。此处将出于说明性目的描述阴极排液管。图7中示出阴极排液管的主要特征, 其示出电解槽模块中的三个邻近结构板的系列(两个阴极结构板和一个阳极结构板)。用于每一阴极半电池的阴极排液通路80的开始点位于经脱气液体通路22a中, 在其到阴极半电池腔室开口20a的连接点附近。(在替代配置(未示出)中, 阴极排液通路80直接连接于阴极半电池腔室开口20a的底部处或附近。)因此, 阴极排液通路80的开始点位于阴极半电池腔室下方。阴极排液通路80初始为内部通路, 穿过阴极结构板10a的厚度到达邻近阳极结构板10b的相对面, 在该处阴极排液通路80变为产生长路径的表面通路, 以便使操作期间的杂散电流流动可忽略。通过阳极结构板10b的面中的表面通路界定的区域的外围优选地通过安放在固持部件(未示出)中的o型环(未示出)密封。阴极排液通路80接着再次变为内部通路, 穿过阳极结构板10b的厚度到达邻近阴极结构板10a中的经脱气液体通路22a。接着重复此多结构板配置, 直到到达排液点为止。排液点包括具有连接到阀的内部通道的排液口, 该排液口位于中间压力板12中的一个或末端压力板11中的一个的底部部分中。电解槽模块中可以存在一个以上排液点。第二实施例的优点在于, 不要求扩大结构板的底部部分。

[0031] 图2中总体上以200示出根据本发明的方面的聚合物电解膜(PEM)电解槽模块。图2仅出于说明性目的示出具有4个电池的聚合物电解膜(PEM)电解槽模块的大约一半; 电解槽模块的另一半将为镜像(在特征12的任一侧上, 在这种情况下该特征表示电解槽模块的中点)。实际上, 通常将并入有更大数目的电池。聚合物电解膜(PEM)电解槽模块200包含结构板10、末端压力板11、隔膜电机组件(MEA)33、任选地电极背层33a和33b、载流子34、双极板35以及任选地一个或多个中间压力板12。结构板10、末端压力板11和中间压力板12包括具有在相对端面之间延伸的侧壁的至少一主体。典型隔膜电机组件(MEA)由隔膜和涂覆到隔膜的相对面上的电极组成; 即涂覆到隔膜的一个面上的阴极, 以及涂覆到隔膜的相对面上的阳极。因此, 隔膜与两个电极中每一个连通以提供离子传导。典型隔膜电机组件(MEA)由隔膜、涂覆到隔膜的一侧上的阴极、以及涂覆到隔膜的另一侧上的阳极组成。在一

些实施例中,电极背层33a和33b也可以并入到隔膜电极组合件(MEA) 33中。在图2中示出的实施例中,存在两种主要类型的结构板10:阴极结构板10a和阳极结构板10b。另外,特殊结构板10c和10d可以任选地分别邻近于任选的中间压力板12和末端压力板11定位,以(例如)帮助容纳冷却管道(例如,冷却管或冷却盘管)。此外还理解包含合适的密封件(例如,o型环垫圈,未示出)。在图2中示出的实施例中,每一结构板10a和10b以及特殊结构板10c和10d还在固持部件中固持两个内部加固装置60a和60b,该固持部件可以是凹口或凹槽,位于结构板的正面上。其它配置也是可能的;例如,邻近结构板可以共用一组一个或多个内部加固装置,该内部加固装置“夹”在邻近结构板之间,一个结构板在其正面上具有用于内部加固装置的固持部件,另一个结构板在其背面上具有固持部件。还可以考虑另外的变体;例如,所有加固的结构板可以在它们的背面上或在它们的正面和背面上具有用于内部加固装置的固持部件。此外,可能并非所有结构板都必需需要内部加固装置;例如,如果尤其在中压下使用特殊结构板,那么该结构板可以不需要内部加固装置,因为该结构板不具有流体流动通路(即,它们容纳更多材料),并且此外该结构板通过邻近末端压力板11或中间压力板12内在地加固到一定程度。因此,该结构板中的一些,例如,一个或多个特殊结构板,可以被制造使用而无内部加固装置。此外,邻近于末端压力板或中间压力板的结构板可以通过将其嵌入到邻近末端压力板或中间压力板中而直接机械加固。然而,不利用内部加固装置的益处极少,因为内部加固装置以相对少的额外成本增加部件性能和寿命。

[0032] 聚合物电解膜(PEM)电解槽模块200因此包括多个电解电池和相关联的氢气脱气腔室19a以及氧气脱气腔室19b。聚合物电解膜(PEM)电解电池优选地位于电解槽模块200的底部部分处,并且相关联的脱气腔室19a和19b优选地位于电解槽模块200的顶部部分处,覆盖在聚合物电解膜(PEM)电解电池顶上。PEM电解电池包括由两个邻近结构板界定的阴极和阳极半电池腔室20a和20b,以及隔膜电极组合件(MEA) 33、电极背层33a和33b以及集电器34。双极板35物理地分离并且提供邻近PEM电解电池之间的电连通。末端压力板11和中间压力板12任选地分别包含适当地涂覆或镀覆的导电区域或分离部分48和49,以促进电流流动穿过末端压力板和中间压力板对应于活性电池区域的部分。末端压力板11和中间压力板12可以由(例如)钢、不锈钢、镀覆钢、镀覆不锈钢,或其它金属、镀覆金属或涂覆金属中的一个或多个制成(术语“金属”理解为包含金属和金属合金)。

[0033] 如图2所示,每一阴极半电池腔室20a通过气液流动通路21a和经脱气液体流动通路22a与氢气脱气腔室19a直接流体连通。类似地,每一阳极半电池腔室20b通过气液流动通路21b和经脱气液体流动通路22b与氧气脱气腔室19b直接流体连通。分离的氢气通过一直径向延伸到氢气脱气腔室的氢气排放通路25离开;分离的氧气通过一直径向延伸到氧气脱气腔室的间隔开的氧气排放通路26离开。气体排放通路25和26通常容纳在中间压力板12中,或末端压力板11中的一个或两个中。给水通过给水通路(未示出)引入到氢气脱气腔室19a和氧气脱气腔室19b中的一个或两个中,给水通路通常也位于中间压力板12中或末端压力板11中的一个或两个中。电流通过,如直流(DC)电源,供应到电解槽模块200的电池部分,最常见地通过正性和负性电连接到末端压力板11以及任选地通过非载流电接地连接到在电解槽模块200中点处的中间压力板12。用于氢气一侧(阴极)和氧气一侧(阳极)中的每一个的分离的排液管47a和47b分别位于中间压力板12和末端压力板11中的一个或多个的底部处。排液管通过下文中描述的结构板中的相应排液导管系列或与阴极半电池腔室和氢气

脱气腔室或与阳极半电池腔室和氧气脱气腔室流体连通。出于(例如)长期关闭、维护、运输、采样等目的,排液管从聚合物电解膜(PEM)水电解槽模块中排出液体(水)。任选地,可以(如果需要/视需要)通过排液管47a和47b中的一个或两个从聚合物电解膜(PEM)水电解槽模块200内间歇地或不断地获取相对不纯液体(水)的渗流,并且用相对纯的液体(给水)替代,以便帮助维持液体(水)的可接受纯度。或者,可以使用闭环液体净化和回收方法;例如,相对不纯液体(水)流可以(如果需要/视需要)通过排液管47a和47b中的一个或两个间歇地或不断地从聚合物电解膜(PEM)水电解槽200内获取、通过例如离子交换和/或本领域中已知的其它方式等净水装置净化,并且(例如)连同新的给水或替代新的给水重新引入聚合物电解膜(PEM)水电解槽200内。该净水装置可以是用于净化给水的装置。

[0034] 在排液管的第一实施例中,阴极排液管和阳极排液管中的每一个包括多个连接排液通路,该连接排液通路将阴极半电池腔室中的每一个或阳极半电池腔室中的每一个的底部部分连接到一个或多个排液歧管。应注意,通过从半电池腔室排液,对应脱气腔室也排液,因为该对应脱气腔室通过经脱气液体通路和气液通路与该半电池腔室流体连通。阴极排液管和阳极排液管可以(但不一定)相似。此处将出于说明性目的描述阴极排液管。阴极排液通路包括在阴极半电池腔室的底部部分与一个或多个阴极排液歧管之间的通路。阴极排液歧管位于阴极半电池腔室下方以便可通过重力高差而实现排液,且沿着电解槽模块的长度延伸至少一段距离。在当前实施例中,排液通路在阴极半电池腔室的底部部分附近是内部通路,内部通路接着变为表面通路。通路接着延伸穿过邻近阳极板中的一个到达下一阴极板,在该处通路在接合阴极排液歧管中的一个之前,再次变为表面通路。可以使用一个以上阴极排液歧管。该一个或多个阴极排液歧管连接到排液点。排液点包括具有阀的排液口,该排液口位于中间压力板中的一个或末端压力板中的一个的底部部分中。电解槽模块中可以存在一个以上排液点。

[0035] 在第二实施例中,阴极排液管和阳极排液管中的每一个还包括用于每一半电池的排液通道。优选地,对阴极排液管和阳极排液管两者使用相似的方法。此处将出于说明性目的描述阴极排液管。图7中示出阴极排液管的主要特征,其示出电解槽模块中的三个邻近结构板的系列(两个阴极结构板和一个阳极结构板)。用于每一阴极半电池的阴极排液通路80的开始点位于经脱气液体通路22a中,在其到阴极半电池腔室开口20a的连接点附近。(在替代配置(未示出)中,阴极排液通路80直接连接于阴极半电池腔室开口20a的底部处或附近。)因此,阴极排液通路80的开始点位于阴极半电池腔室下方。阴极排液通路80初始为内部通路,穿过阴极结构板10a的厚度到达邻近阳极结构板10b的相对面,在该处阴极排液通路80变为表面通路。通过阳极结构板10b的面中的表面通路界定的区域的外围优选地通过安放在固持部件(未示出)中的o型环(未示出)密封。阴极排液通路80接着再次变为内部通路,穿过阳极结构板10b的厚度到达邻近阴极结构板10a中的经脱气液体通路22a。接着重复此多结构板配置,直到到达排液点为止。排液点包括具有连接到阀的内部通道的排液口,该排液口位于中间压力板12中的一个或末端压力板11中的一个的底部部分中。电解槽模块中可以存在一个以上排液点。第二实施例的优点在于,不需要扩大结构板的底部部分。

[0036] 如果电解槽模块100或200将以基本上相等的氧气一侧和氢气一侧压力操作,那么脱气腔室19a和19b的底部部分可以(例如)通过一个或多个液体连通通路流体(仅液体)连通。液体连通通路的优选实施例的实例为:包含在中间压力板12、末端压力板11以及特殊结

构板10c和10d中的一个或多个中的内部通路;至少当分别与邻近特殊结构板10c和10d面对面并置时,由中间压力板12和末端压力板11中的一个或多个的相对端面中的至少一个中的表面通道形成的通路;至少当分别与邻近中间压力板12、末端压力板11或结构板10a和10b面对面并置时,由特殊结构板10c和10d中的一个或多个的相对端面中的至少一个中的表面通道形成的通路;以及由(例如)管道或管子组成的外部通路,其通过中间压力板12或末端压力板11中的内部通路与脱气腔室19a和19b液体连通。图1和图2中示出说明性实例:(i) 特殊结构板10c中的特征28a和28b;(ii) 特殊结构板10d中的特征29a和29b;以及(iii) 特征40,该特征是通过中间压力板12中的相应内部通路与氢气脱气腔室和氧气脱气腔室的下部部分液体连通的管道或管子;(iv) 中间压力板12中的特征45a和45b以及末端压力板11中的特征46a和46b。特征28a、28b、29a、29b、45a、45b、46a和46b被示为表面通道,但是可以是对应内部通路。应理解,液体连通通路的实际路径以及液体连通通路的相对大小不需要如图1和图2的说明性案例中示出的那样精确,并且进一步应理解,可以使用特征28a、28b、29a、29b、40、45a、45b、46a和46b的适当组合。在某些实施例中,可以分别在特殊结构板10c和10b以及中间压力板12的两侧上包含特征28a和28b、29a和29b以及45a和45b中的一些特征。在脱气腔室19a与19b之间的此液体连通可以促进(接近)脱气腔室中的液体层的均衡,并且因此促进操作期间的氢气一侧和氧气一侧压力的均衡,并且此外可以促进对于操作混乱的校正的快速且被动响应。

[0037] 图3示出根据本发明的方面的用于电解槽模块的结构板。图3示出其中结构板10a界定一个半电池腔室开口20a以及两个脱气腔室开口19a和19b的优选实施例;应理解,每一结构板可以界定一个以上每种类型的开口。至少当面对面并置时,结构板界定用于电解槽堆内的流体流动的通路。结构板10a界定一个或多个气液流动通路21a,该气液流动通路提供半电池腔室开口20a的顶部部分与脱气腔室开口19a和19b中的一个之间的直接流体连通。结构板10a进一步界定一个或多个经脱气液体流动通路22a,该经脱气液体流动通路提供半电池腔室开口20a的底部部分与脱气腔室开口19a和19b中的一个之间的直接流体连通。气液流动通路21在半电池腔室开口20的顶部附近变为内部通路(槽形通孔);类似地,经脱气液体流动通路22在半电池腔室开口20的底部附近变为内部通路(槽形通孔)。至少当与另一结构板、末端压力板或中间压力板面对面并置时,结构板10a还包含用于定位和固持密封件(例如,o型环垫圈)的固持部件(未示出)以及用于定位和固持一个或多个内部加固装置60的固持部件50。固持部件50可以是其中可以安装加固装置60a和60b的凹口或凹槽。在图3中所说明的优选实施例中,使用包括弯曲的插入件的两个内部加固装置60a和60b;一个内部加固装置跨越结构板的顶部部分,并且一个内部加固装置跨越结构板的底部部分。结构板的外围边缘在两个侧部分的中间处以及在该部分的顶部部分的中间处的凹入弯曲被用于通过改变该部分的变形模式而减小侧到侧的偏转。结构板由合适的电绝缘塑料或纤维增强塑料制成。合适的塑料的实例包含聚甲醛(POM)、聚丙烯、聚苯醚(PPO)、聚苯硫醚(PPS)以及其类似者,且具体来说包含聚砜。图3中示出的结构板10a和10b对应于图1和图2中的阴极(氢气)结构板10a和阳极结构板10b。

[0038] 图3还示出用于特别优选的给水添加系统的特征,其包括末端压力板11中的一个或多个和/或一个或多个中间压力板12中的一个或多个中的入口通路,该入口通路在一端上与外部给水源流体连通(通常通过水净化),例如,通过逆渗透和/或离子交换以及通过例

如碳过滤器的过滤器,并且在另一端上与由结构板10中的给水开口102形成的一个或多个给水歧管流体连通。给水开口102依次在结构板10中的一个或多个中进一步通过水流通路103与第一脱气腔室19a和第二脱气腔室19b中的一个或多个流体连通。通常,阴极结构板10a中的水流通路103与氢气脱气腔室19a流体连通,并且阳极结构板10b中的水流通路103与氧气脱气腔室19b流体连通,或反之亦然,使得水流通路连接到邻近结构板中的相对脱气腔室。优选地,分离的给水通路用于将液体添加到氢气脱气腔室19a和氧气脱气腔室19b。应理解,图3中示出的结构板不必包含特征102和103,且相反地其它图中示出的结构板中的任一个另外可以包括特征102和103。

[0039] 用于本文中描述的所有实施例的内部加固装置具有比包括结构板的主体的塑料或纤维增强塑料更好的机械特性(强度、弹性模量),并且优选地容易安装、容易得到且成本低。

[0040] 在以上优选实施例中,弯曲插入件用作内部加固装置。每一结构板使用两个内部加固装置;一个内部加固装置跨越每一结构板的顶部部分,并且一个内部加固装置跨越每一结构板的底部部分,如图3中所示(60a和60b)。用于安装内部加固装置的固持部件50位于结构板的正面上以进行相对简易的组装,但可替代地可以位于结构板的背面上,或交替结构板的前侧上以及接着后侧上,或结构板的两个面上。图4示出其中固持部件50位于结构板10a的正面上以及下一结构板10b的背面上的替代实施例的实例,其中单一一组内部加固装置在邻近结构板之间共用。为了清楚起见,在图4的底部处单独地示出结构板10b的背面的视图(180°旋转视图)。在电解槽模块的组装期间,通过将内部加固装置60a和60b插入到固持部件50中而直接安装该内部加固装置。固持部件50任选地包含在内部加固装置(在图3中为51)中的通孔处的连接到结构板上的一个或多个销,以在电解槽模块的组装期间保持内部加固装置60a和60b安装在适当位置。

[0041] 尽管可以使用跨越每一结构板的整个外围的连续内部加固装置,但是使用两个分离的内部加固装置允许减小部件复杂度、降低成本且更容易处理和安装。通过使用两个不连续的内部加固装置而允许差异性热膨胀,从而允许沿着内部加固装置的长度的热生长。内部加固装置优选地(但不限于)由具有或不具有镀覆或涂覆的金属(例如,聚合物涂覆金属)组成,并且最优选地至少对于碱性电解槽模块或堆,由钢或不锈钢,或任选地聚合物涂覆钢或不锈钢组成。(术语“金属”理解为包含金属和金属合金两者)包括内部加固装置的材料必须不仅提供足够的强度和弹性模量,而且提供适当的耐化学性;例如,铝或铝合金、铜或铜合金以及钛或钛合金用于碱性电解槽模块或堆中并不是优选的,但是可以考虑用于聚合物电解膜(PEM)电解槽模块或堆中作为重量较轻的替代物。合适的内部加固装置厚度的实例为6mm(假定该内部加固装置安装在单一结构板中)。内部加固装置支撑聚合物结构板材料并且减少聚合物结构板材料随时间的向外位移。内部加固装置还实现结构板外围周围的塑料材料的最小化;从而减少成本、部件大小以及用于注射模法的注射量。

[0042] 在尤其优选的实施例中,在模块组装期间,不对称结构板在某一方向上经受位移和对应应力的倾向可以通过在相反方向上给结构板反向加压来抵消。例如,在模块组装期间,图3中示出的结构板可以在某些位置(靠近结构板的中间,在这种情况下在指示为“C”的位置处)处在水平方向上径向向内压缩,其中加固装置相应地在那些位置处稍微向内弯曲,使得加固装置往往会通过此区域抵消向外位移的倾向。已发现此方法能显著减小结构板中

间的复杂流体流动特征中的应力。

[0043] 根据压力控制要求,用于加固装置的固持部件中的一些或所有可以任选地保持为未使用的。然而,对于较低压力控制要求(例如,5巴至10巴),包含加固装置可以以相对极少的增加的初始成本确保结构板长期的机械完整性。

[0044] 实例1通过有限元分析(FEA)建模根据先前设计的电解槽模块的结构板中的应力。总体结构板配置如图5中所示。结构板的最外尺寸是宽1505mm、高1,828mm以及厚12mm。半电池腔室开口是6,000cm²。结构板由聚砜制成。在25巴内部压力处的建模显示具有高应力和位移的不可接受的应力分配。

[0045] 实例2通过有限元分析(FEA)建模根据本发明的电解槽模块的结构板中的应力。如图6中示出总体结构板和内部加固装置配置。内部加固装置65是单个的、6mm厚的连续钢插入件,其在结构板的正面的外围周围具有对应固持部件66,如图6中示出。结构板的最外尺寸是宽1,513mm、高1830mm以及厚12mm。半电池腔室开口是6,000cm²。结构板由聚砜制成。所用的聚砜量比图5中示出的先前设计部件少35%。在25巴内部压力处的建模显示具有低应力和位移的可接受的应力分配。尽管连续的内部加强提供可接受地低的应力和位移,但是用所要求的公差制造起来成本高、繁琐且难以装配到结构板中的固持部件中。

[0046] 实例3通过有限元分析(FEA)建模根据本发明的电解槽模块的结构板中的应力。总体结构板和内部加固装置配置如图3中示出。内部加固装置60a和60b包括两个6mm厚的弯曲钢插入件,如图3中示出;一个弯曲钢插入件跨越结构板的顶部部分,并且一个弯曲钢插入件跨越结构板的底部部分。用于内部加固装置的固持部件在结构板的前侧中,如图3中示出。结构板的最外尺寸是宽1513mm、高1,851mm以及厚12mm。半电池腔室开口是6,000cm²。结构板由聚砜制成。所用的聚砜量比图5中示出的先前技术部件少38%。在25巴内部压力处的建模显示具有低应力和位移的可接受的应力分配。结构板在图3中指示为“C”的四个点处被向内压缩0.040英寸,以便进一步减小在图3中的复杂流体流动特征处的应力。最大应力比在实例2中的那些应力低41%。在100,000小时后,对应的建模仿真蠕变特性在应力和位移方面指示极小变化。

[0047] 预期本发明的水电解槽模块用于大规模(例如,MW规模)应用。

[0048] 尽管以上实施例聚焦于电解槽模块,但是相同原理可以适用于电解槽堆。例如,电解槽堆包括多个结构板,每一结构板具有在相对端面之间延伸的侧壁,半电池腔室开口,至少两个头端流动通路开口以及至少一个尾端流动通路开口在每一结构板的相对端面之间延伸穿过每一结构板。结构板在相对的末端压力板之间布置成面对面并置。每一半电池腔室开口至少部分地容纳电解的半电池组件,该半电池组件至少包括电极、与该电极电连通的双极板,以及与该电极连通以提供离子传导的隔膜。结构板和半电池组件因此界定串联连接的电解电池阵列。至少当面对面并置时,结构板还界定用于电解槽堆内的流体流动的通路。电解槽堆进一步包括内部加固装置,该内部加固装置安装到结构板中的至少一些上以减少结构板的向外位移。至少当面对面并置时,内部加固装置安装到结构板上,至少结构板进一步界定用于定位和固持一个或多个内部加固装置的至少一部分的固持部件。

[0049] 已呈现对本发明的设备和工艺的优选实施例以及实例的上述描述,以说明本发明的原理且不将本发明限于所说明的特定实施例。希望本发明的范围由权利要求书和/或其等效物内涵盖的所有实施例界定。

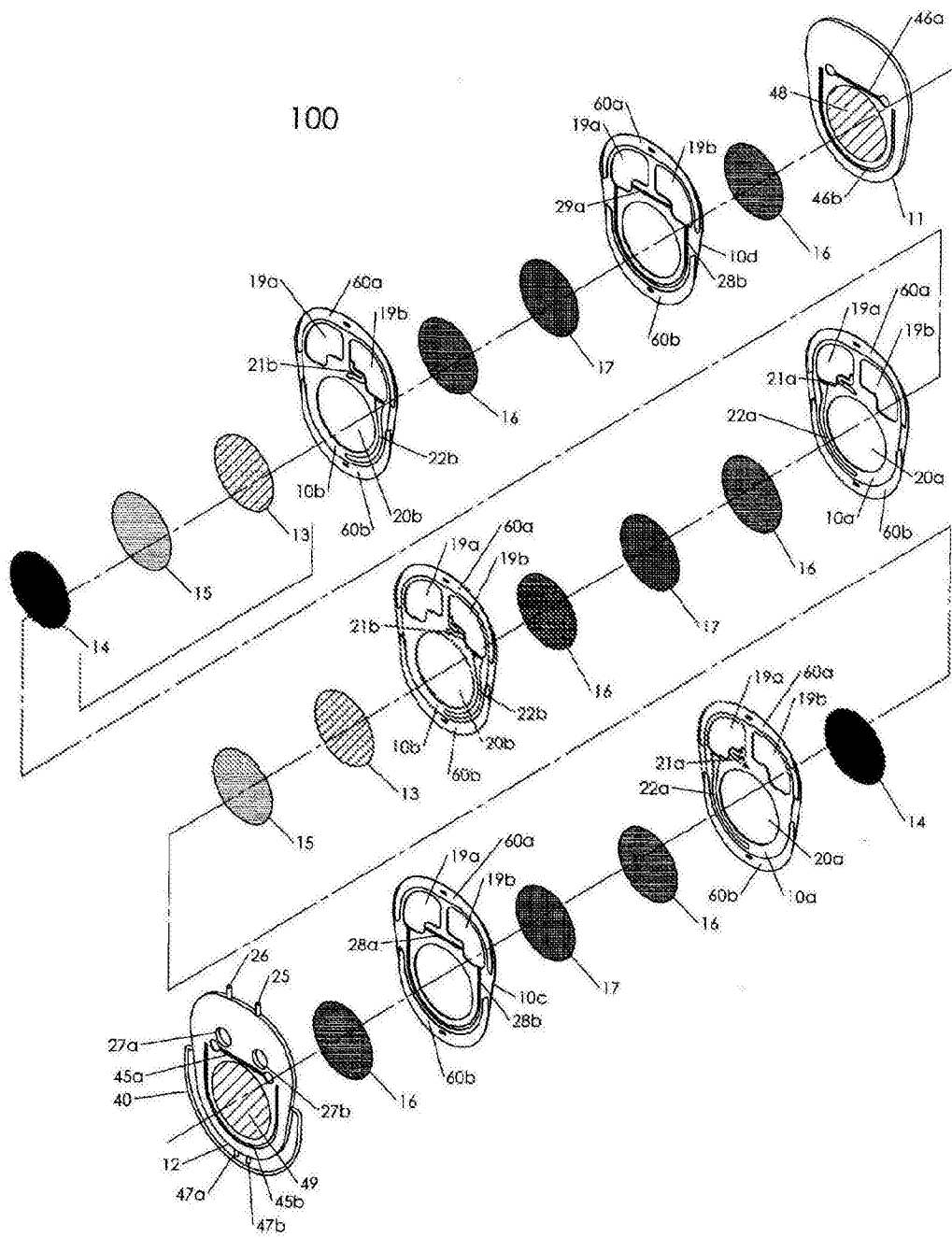


图1

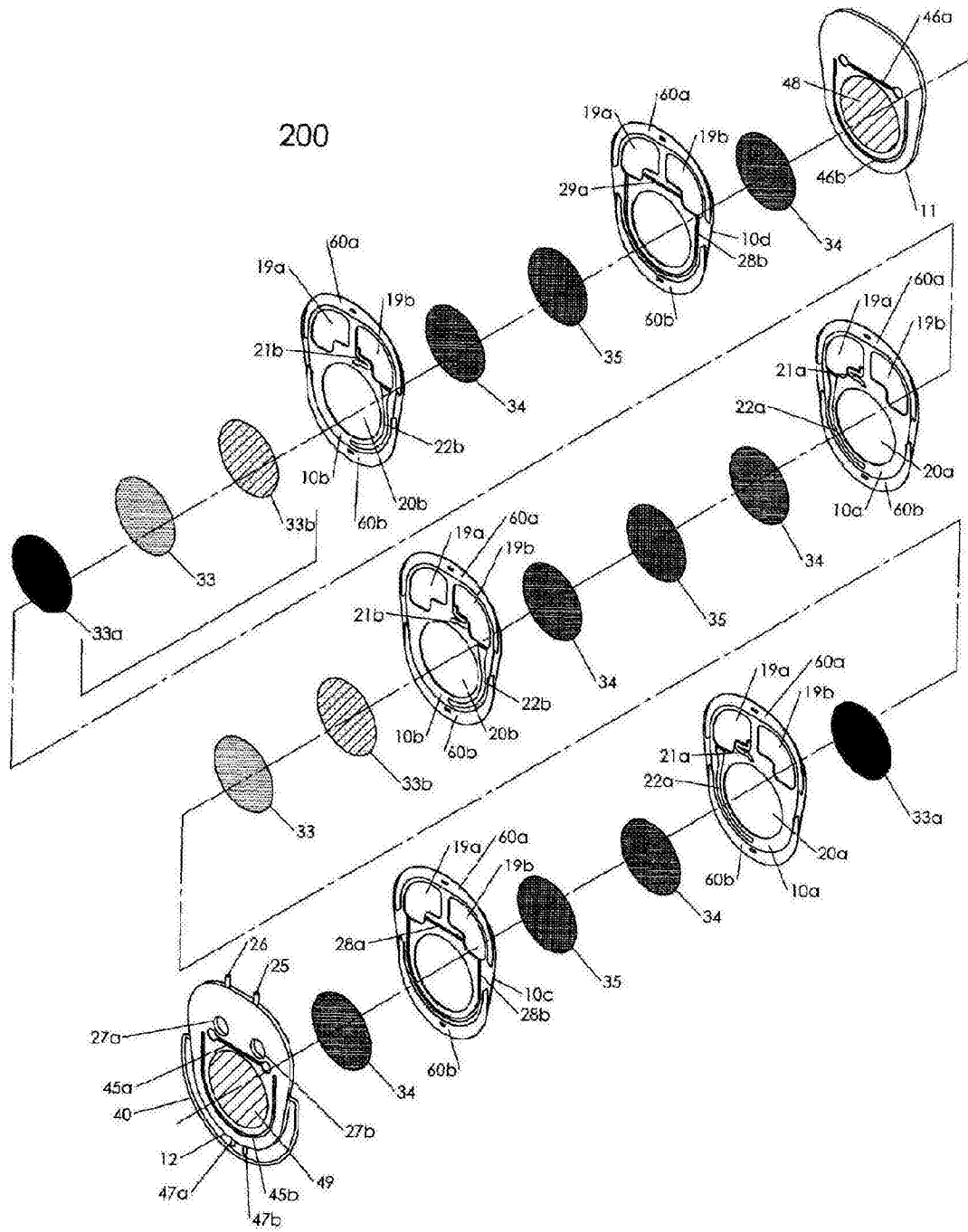


图2

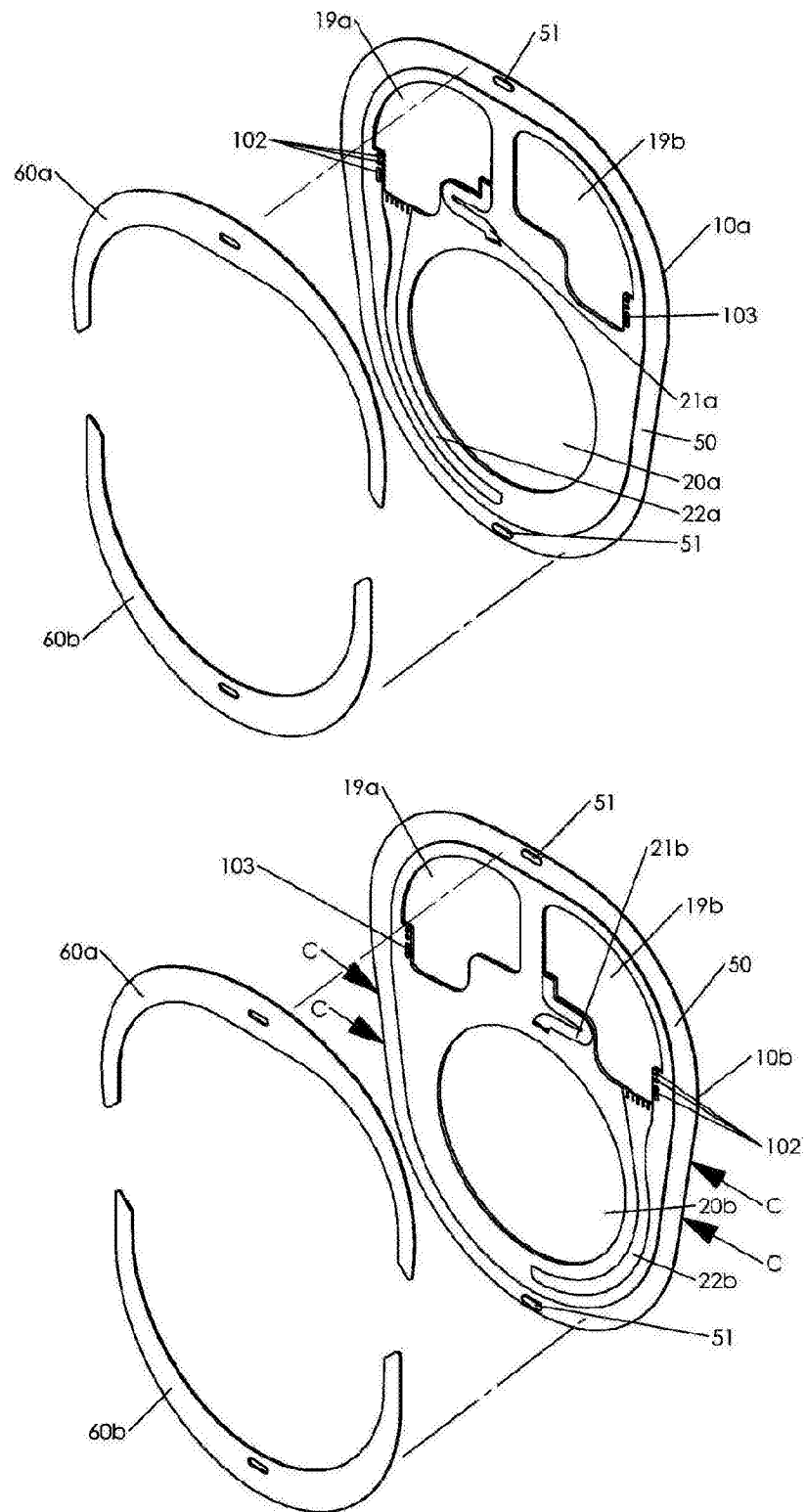


图3

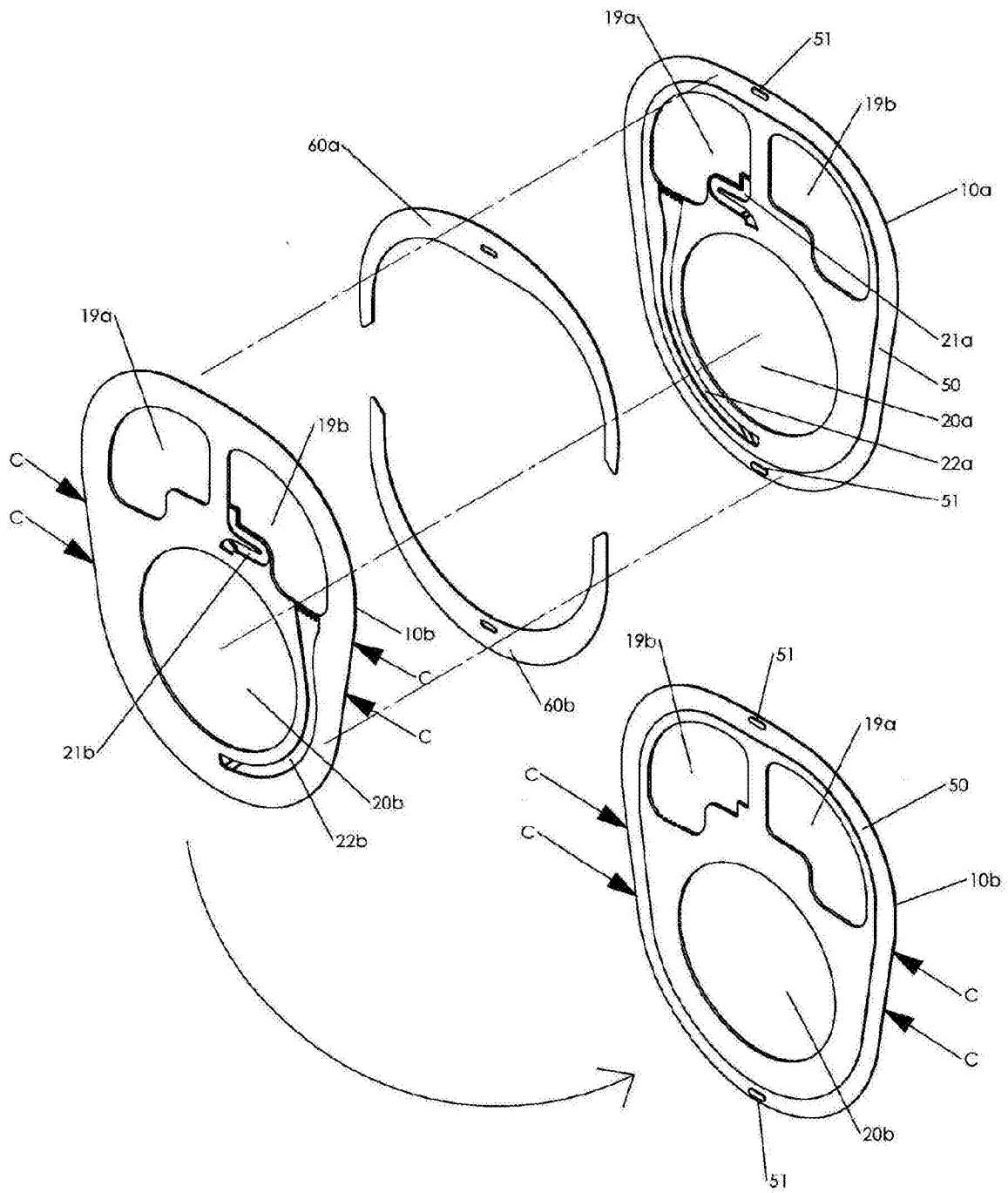


图4

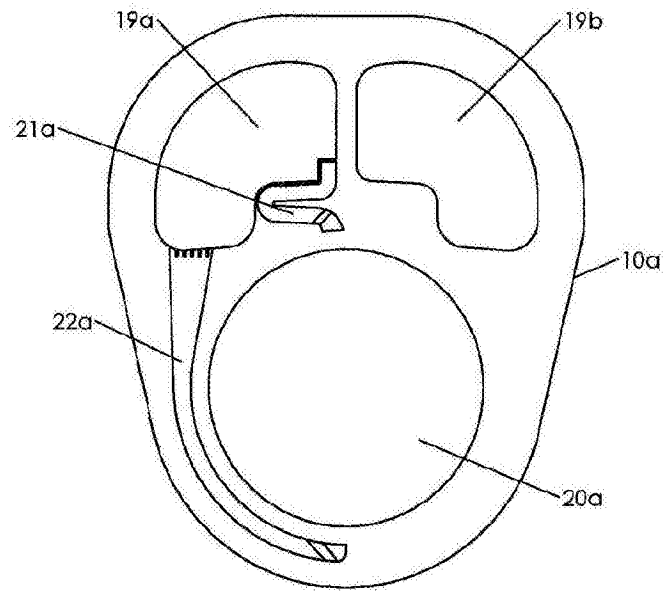


图5

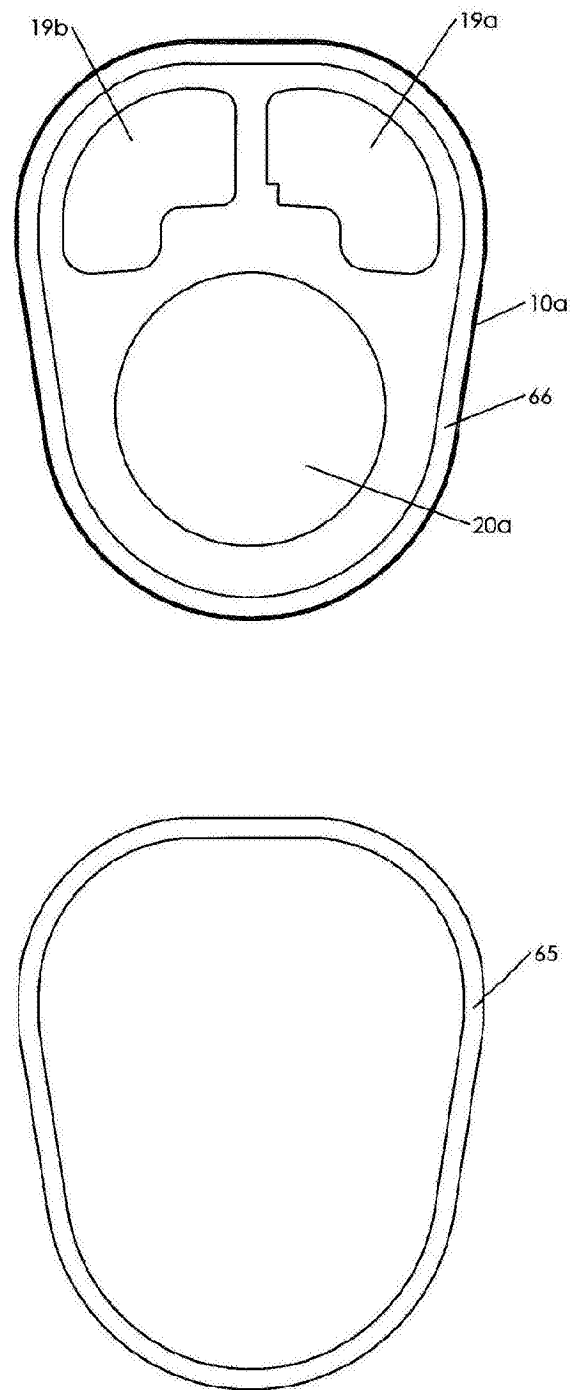


图6

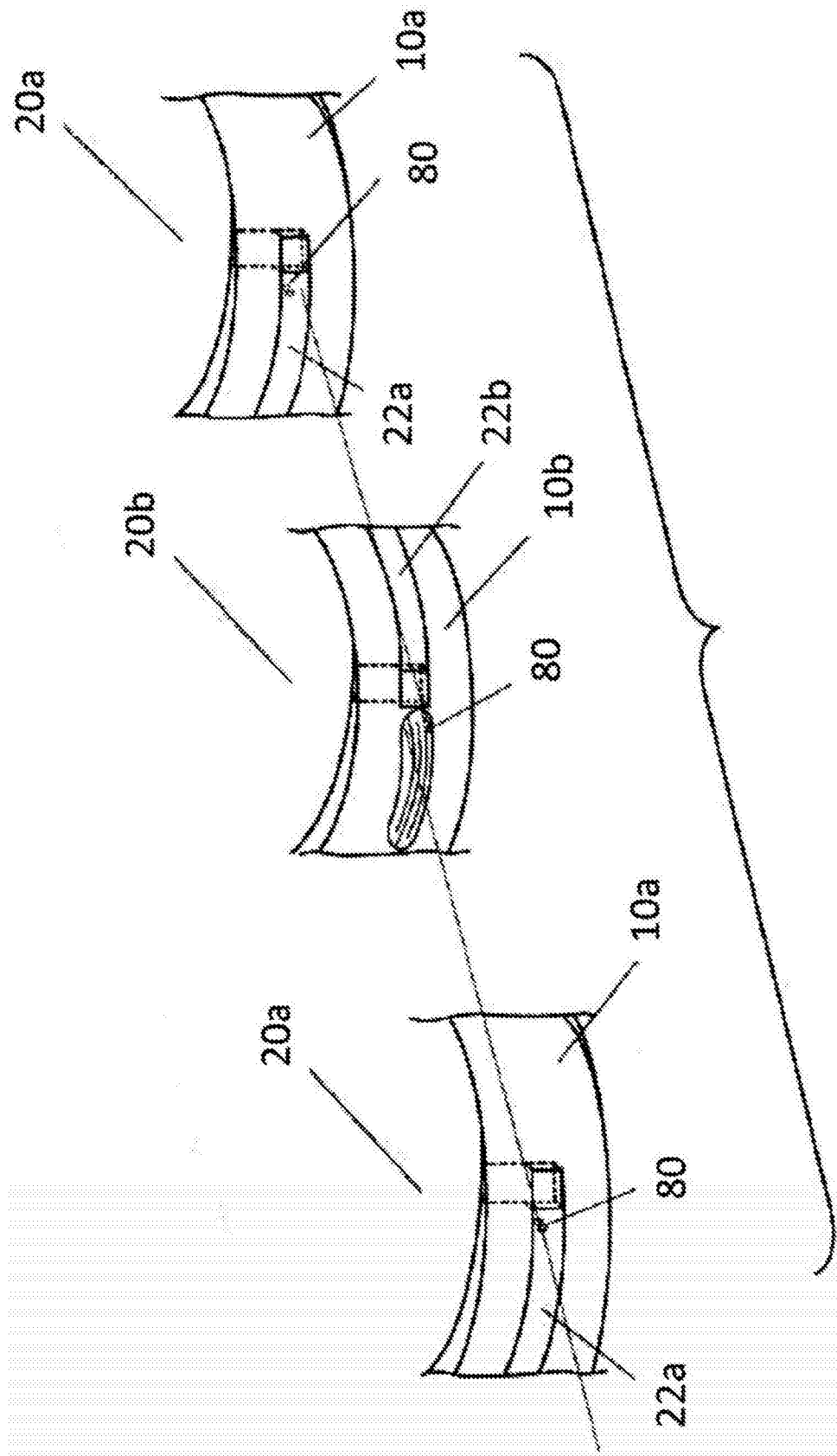


图7