



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103958036 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201280057404. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 08. 08

B01D 63/08 (2006. 01)

(30) 优先权数据

C01B 3/50 (2006. 01)

10-2011-0112922 2011. 11. 01 KR

B01D 65/00 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 05. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2012/006302 2012. 08. 08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/065935 KO 2013. 05. 10

(71) 申请人 韩国能源技术研究院

地址 韩国大田广域市

(72) 发明人 朴种洙 黄敬兰 李信根 李春扶

李晟旭 朴晋佑

(74) 专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司 11012

代理人 黄泽雄 尹吉伟

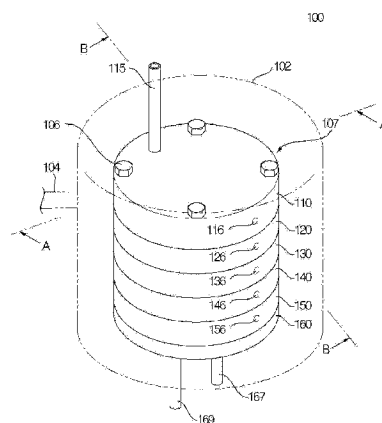
权利要求书2页 说明书10页 附图11页

(54) 发明名称

用于氢分离的多层模块

(57) 摘要

本发明涉及一种使用抗压室的用于氢分离的多层模块,以使得使用只允许氢选择性通过的金属分离膜的单位元件被层叠以改善分离效率,混合气体被均匀地供入每个单位元件中。在所述多层模块中,所述单位元件互相层叠,所述混合气体被供入腔室内。另外,每一个混合气体输入端口都被设置在所述单位元件的侧面中以提供所述混合气体。



1. 一种用于氢分离的多层模块,其包含:

压力室,所述压力室具有设置在其侧面上的混合气体供应管以与所述压力室连通;以及

安装在所述压力室内的分离单元,

其中,所述分离单元包含:至少两个层压的单位元件,所述单位元件被构造成从混合气体中分离氢;上部板,所述上部板被置于所述层压的单位元件的最上面;和下部板,所述下部板被置于所述层压的单位元件的最下面,

所述上部板和所述下部板中的至少一个包括设置在其上的氢气排放管以排放自所述分离单元分离出的氢,

所述上部板和所述下部板中的至少一个包括设置在其上的滞留气体排放管以排放残留的滞留气体,通过所述分离单元已从所述残留的滞留气体中分离出氢,

每个所述单位元件都与所述压力室的内部空间连通。

2. 根据权利要求1所述的用于氢分离的多层模块,其中,所述单位元件包含:

元件体,所述元件体构成所述单位元件的主体;

支撑突起物,所述支撑突起物形成于所述元件体的上部嵌入部分;

氢分离板,所述氢分离板设置在所述支撑突起物上以仅让氢通过所述氢分离板;

混合气体连通孔、滞留气体连通孔和氢气连通孔,它们在所述元件体中环绕所述氢分离板形成,从而互相间隔开;

混合气体输入端口,所述混合气体输入端口形成于所述单位元件的元件体的环状表面中以与所述混合气体连通孔连通,并暴露于所述压力室的内部空间以与所述压力室连通;

混合气体排出孔,所述混合气体排出孔通过混合气体通道与所述混合气体连通孔连通,并形成于所述元件体的底部以暴露于与所述混合气体排出孔相邻的单位元件的氢分离板;

滞留气体输入孔,所述滞留气体输入孔通过滞留气体通道与所述滞留气体连通孔连通,并形成于所述元件体的底部以暴露于与所述滞留气体输入孔相邻的单位元件的氢分离板;

氢气进入孔,所述氢气进入孔形成于所述支撑突起物和所述氢分离板的下部之间,并通过氢气通道与所述氢气连通孔连通,

所述氢气排放管与所述氢气连通孔连通,

所述滞留气体排放管与所述滞留气体连通孔连通,并且

在上部的单位元件的下表面和相邻的单位元件中的氢分离板之间形成空隙,从而通过所述空隙使所述混合气体排出孔和所述滞留气体输入孔连通。

3. 根据权利要求2所述的用于氢分离的多层模块,其中,所述上部板或所述下部板中的一个具有与所述单位元件相同的构型,

所述混合气体连通孔被封闭,其中没有插入所述氢气排放管的氢气排放连通孔被封闭,并且,其中没有插入所述滞留气体排放管的滞留气体排放孔被封闭。

4. 根据权利要求2所述的用于氢分离的多层模块,其中,在所述下部板的上表面和所述单位元件的下表面之间设置垫片。

5. 根据权利要求2所述的用于氢分离的多层模块,其中,所述滞留气体输入孔的直径

小于所述混合气体排出孔的直径。

6. 根据权利要求 1 所述的用于氢分离的多层模块,其中,所述混合气体供应管的直径大于滞留气体排放孔的直径。

用于氢分离的多层模块

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于氢分离的多层模块,更具体地涉及使用压力室的用于氢分离的多层模块,包含用于使氢选择性通过的金属分离膜的单位元件被层压于所述压力室内,从而以改善的分离效率向每个单位元件均匀地提供混合气体。

背景技术

[0002] 作为用于从氢混合气体中分离氢的技术,可以使用不同的方法例如 PSA、深度冷冻、化学吸附和分离膜。

[0003] 上述技术中,就能源效率而言,使用分离膜的分离方法已知是最好的。最近,正在开发一种使用氢膜以商业化超大型精炼部分(例如预热 CCS(碳捕捉和储存))的分离方法。

[0004] 为完成上述方法,一种模块构型技术是关键,通过所述模块构型技术可以提供高效率 and 耐久性,从而,首先分离膜自身的氢渗透速度和耐久性得以保证,其次分离膜的性能可以很好地表现出来。

[0005] 已经有很多对于使用分离膜的氢精炼模块构型的研究,而且,这种研究是从保证获得已渗透过分离膜的高浓度氢的角度来进行的。

[0006] 但是,在应用分离膜的方法中,该方法需要在预热 CCS 中同时满足氢精炼和 CO₂ 浓度,除非保持高的氢回收率,否则不能得到一定水平或更高水平的残留气体浓度。也就是说,当从混合气体中移除氢时,对于分离膜的氢移除效率而言,分离膜上方的物质的扩散充当着主导因素,原因是没有渗透过分离膜的残留气体中的氢浓度逐渐下降。因此,分离膜的构型施加着绝对的影响。

[0007] 单元模块需要最小化混合气体流动空间,从而可以根据上述构型最小化传质阻力,并且伴随具有这样构型的单位元件而言,需要一种提高具有多阶段构型的模块的处理量的方法,从而可以向每个单位元件均匀地提供混合气体。

[0008] 美国专利第 6,319,305 号和第 5,997,594 号公开了一种单元模块扩展方法。在上述发明专利中,因为气体供应单元与排放单元通过一个连通孔相连,所以,随着将被层压的单位元件的数量的增加,被传送的气体供应压力中可能存在差异。因此,随着距离供应孔越来越远,供应到单位元件的混合气体的进料速率逐渐降低。当然,可以通过无限地增大连通孔的尺寸来最小化这样问题的影响,但是,随着单元模块横截面积的增加,精炼设备的成本和尺寸将极大地增加而导致竞争力下降一半。

[0009] 另外,可以通过各组件板的扩散联接或在模块的上方和下方加装盖子而后通过多个螺栓紧固来密封上述多层模块。但是,上述构型难以保证耐久性,原因是随着高压混合气体被供应到模块,膨胀压力被施加于单位元件的连接部件。尤其在预热 CCS 的情况中,分离工艺的压力以 68bar 作为开发目标。因此,开发能够承受高压的模块是必不可少的。

[0010] 另外,最近,一种方法越来越受欢迎,在所述方法中,来自氢混合气体的氢和混合于其中的气体需要被富集至一定浓度。典型地,在预热 CCS 领域中,大家都在为解决一个技

术难题而努力,即在分离氢的同时,将 CO_2 (其为不可渗透气体) 富集到令人满意的程度。

发明内容

[0011] [本发明将解决的问题]

[0012] 因此,考虑到上述情形,本发明的目的是提供一种使用压力室的用于氢分离的多层模块,包含用于使氢选择性渗透的金属分离膜的单位元件被层压于所述压力室内,从而以改善的分离效率向每个单位元件均匀地提供混合气体。

[0013] 本发明的另一个目的是提供一种用于氢分离的多层模块,通过将所述模块以如下方式构造而使所述模块易于组装和密封:在分离工艺操作中,膨胀压力不被施加于单位元件的联接件或密封件中。

[0014] 尤其,作为用于商业化大处理量工艺而言必不可少的一项,需要模块放大技术。因此,本发明提供一种通过层压单位元件的放大技术。

[0015] [解决问题的途径]

[0016] 本发明的主要特征是单位元件被层压于压力室内,并且,将混合气体供入所述压力室中。另外,每个单位元件都包括混合气体输入端口,从而将所述混合气体供应到所述单位元件的侧面。因此,压力室的内部空间的压力通过供应到所述压力室中的所述混合气体而提高,并借此起到抵消所述压力室中要向外界膨胀的压力的作用。

[0017] 为实现上述目的,本发明提供一种用于氢分离的多层模块,其包括:压力室,具有设置在其侧面上的混合气体供应管以与所述压力室连通;和安装在所述压力室内的分离单元,其中,所述分离单元包括:至少两个层压的单位元件,所述单位元件被构造成从混合气体中分离氢;上部板,被置于所述层压的单位元件的最上面;和下部板,被置于所述层压的单位元件的最下面,所述上部板和所述下部板中的至少一个包括设置在其上的氢气排放管以排放自所述分离单元分离出的氢,所述上部板和所述下部板中的至少一个包括设置在其上的滞留气体排放管以排放残留的滞留气体,通过所述分离单元已从所述残留的滞留气体中分离出氢,每个所述单位元件都与所述压力室的内部空间连通。

[0018] 优选地,所述单位元件包括:元件体,构成所述单位元件的主体;支撑突起物,形成于所述元件体的上部嵌入部分;氢分离板,设置在所述支撑突起物上以仅让氢通过所述氢分离板;混合气体连通孔、滞留气体连通孔和氢气连通孔,它们在所述元件体中环绕所述氢分离板形成,从而互相间隔开;混合气体输入端口,形成于所述元件体的环状表面中以与所述混合气体连通孔连通,并暴露于所述压力室的内部空间以与所述压力室连通;混合气体排出孔,通过混合气体通道与所述混合气体连通孔连通,并形成于所述元件体的底部以暴露于与所述混合气体排出孔相邻的单位元件的氢分离板;滞留气体输入孔,通过滞留气体通道与滞留气体连通孔相通,并形成于所述元件体的底部以暴露于与所述滞留气体输入孔相邻的单位元件的氢分离板;氢气进入孔,形成于所述支撑突起和所述氢分离板的下部之间,并通过氢气通道与氢气连通孔连通,所述氢气排放管与所述氢气连通孔相通,所述滞留气体排放管与滞留气体连通孔连通,并且在上部的单位元件的下表面和相邻的单位元件中的氢分离板之间形成空隙,从而通过所述空隙使所述混合气体排出孔和所述滞留气体输入孔连通。

[0019] 可选地,当所述上部板或所述下部板中的一个具有与所述单位元件相同的构型

时,与此同时合适地封闭所述气体连通孔时,可以提高所述下部板的使用。为此,所述上部板或所述下部板中的一个具有与所述单位元件相同的构型,所述混合气体连通孔被封闭,其中没有插入所述氢气排放管的所述氢气连通孔被封闭,并且,其中没有插入所述滞留气体排放管的所述滞留气体排放孔被封闭。

[0020] 另外,可以在所述下部板的上表面和所述单位元件的下表面之间设置垫片。鉴于此,可以防止所述混合气体在所述下部板的上表面和所述单位元件的下表面之间形成流动。

[0021] 优选地,所述滞留气体输入孔的直径小于所述混合气体排出孔的直径。因此,通过提高施加于来自所述滞留气体输入孔的滞留气体上的压力,通过提高压力可以使氢容易地穿过所述氢分离板移动。

[0022] 优选地,所述混合气体供应管的直径大于所述滞留气体排放孔的直径。由于在滞留气体排放侧的压力差的生成度高于滞留气体供应侧,所以,总是可以将混合气体均匀地供应到具有改善的稳定性的氢分离板的表面。

[0023] 根据具有上述构型的本发明,用经由所述压力室供应的混合气体对所述单位元件加压,并将混合气体经由混合气体输入端口供入每个单位元件中,所述混合气体输入端口在所述单位元件的环状表面中形成。因此,膨胀压力不会施加到模块中的联接和密封区域,并且,以相同的压力将混合物输送到每个单位元件中。鉴于此,可以提供具有改善的耐久性的高效大尺寸模块。

[0024] [本发明的效果]

[0025] 根据本发明,可以解决氢分离膜的性能降低和寿命缩短的问题,这个问题是由传统氢分离膜和单位元件之间的扩散联接引起的,通过使用内部密封和外部密封来防止由于高温运行过程中外部氧气的流入和伴随内部氢外流的危险因素而引起的对分离膜的伤害。

[0026] 另外,通过采用上部法兰和下部法兰代替外罩室,具有可以将氢精炼分离膜模块构造成具有简单且紧凑的结构的优势。通过此方式,可以降低系统构型的成本并易于组装和拆分所述系统。

[0027] 特别地,因为可以自由地选择氢气排放管和滞留气体排放管的安装位置,所以,可以提高所述系统设计的自由度。

[0028] 由于本发明的模块扩展技术,使得构造一个如在氢精炼和 CCS 中那样能够富集未穿过分离膜的气体大尺寸模块成为可能。因此,氢精炼,尤其是,使用于富集不可渗透气体 CCS 领域的实现变得可能。因此,可以向用于收集使全球变暖气体(例如 CO₂)同时生产氢能源的方法提供一种核心技术。

附图说明

[0029] 图 1 是根据本发明的一个实施方案用于氢分离的多层模块的立体图。

[0030] 图 2 是如从上部看到的图 1 的用于氢分离的多层模块的分离单元的分解立体图。

[0031] 图 3 是如从上部看到的图 1 的用于氢分离的多层模块的单位元件的立体图。

[0032] 图 4 是如从下部看到的图 1 的用于氢分离的多层模块的分离单元的分解立体图。

[0033] 图 5 是如从下部看到的图 1 的用于氢分离的多层模块的单位元件的立体图。

[0034] 图 6 是取自图 1 的线 A-A 的分离单元的垂直剖面视图。

- [0035] 图 7 是取自图 1 的线 B-B 的分离单元的垂直剖面视图。
- [0036] 图 8 是图 1 中所示分离单元的改造实例的垂直剖面视图。
- [0037] 图 9 是取自垂直方向的图 8 的分离单元的垂直剖面视图。
- [0038] 图 10 是图 1 中所示分离单元的另一个改造实例的垂直剖面视图。
- [0039] 图 11 是取自垂直方向的图 10 的分离单元的垂直剖面视图。
- [0040] 附图标记的说明
- [0041] 100 :用于氢分离的多层模块,102 :压力室
- [0042] 104 :混合气体供应管,106 :紧固件
- [0043] 107、108 :分离单元,110 :上部板
- [0044] 112 :上部连通孔,114、204、214 :滞留气体排放孔
- [0045] 115、215 :滞留气体排放管,116 :上部输入端口
- [0046] 118 :上部固定孔,120、130、140、150、190 :单位元件
- [0047] 121、123、131、133、141、143、151、153、191、193、211、213 :氢气连通孔
- [0048] 122、132、142、152 :混合气体连通孔,124、134、154、164 :滞留气体连通孔
- [0049] 125、135、145、155、195 :支撑突起物,126、136、146、156 :混合气体输入端口
- [0050] 128、138、148、158 :单位元件固定孔,161、163、191、193 :氢气排放孔
- [0051] 167、169、197、199、217、219 :氢气排放管
- [0052] 168 :下部固定孔,171、172、173、174、176 :氢分离板
- [0053] 175 :垫片,1101 :上部板体
- [0054] 1111、1121、1131、1141、1211、1221、1231、1241、1311、1321、1331、1341、1411、1421、1431、1441、1511、1521、1531、1541、1611、1621、1631、1641 :上部外环座
- [0055] 1112、1122、1132、1142、1212、1222、1232、1242、1312、1322、1332、1342、1412、1422、1432、1442、1512、1522、1532、1542、1612、1622、1632、1642 :下部外环座
- [0056] 1162 :上部进入通道,1164 :上部排出通道
- [0057] 1172 :上部排出孔,1174 :上部进入孔
- [0058] 1201、1301、1401、1501 :元件体
- [0059] 1261、1263、1361、1363、1461、1463、1561、1563、1961、1963 :氢气通道
- [0060] 1262、1362、1462、1562 :混合气体通道,1264、1364、1464、1564 :滞留气体通道
- [0061] 1271、1273、1371、1373、1471、1473、1571、1573 :氢气进入孔
- [0062] 1272、1372、1472、1572 :混合气体排出孔
- [0063] 1274、1374、1574、1674 :滞留气体输入孔
- [0064] 1291、1391、1491、1591、1691 :上部径向内环座
- [0065] 1292、1392、1492、1592、1692 :上部径向外环座
- [0066] 1193、1293、1393、1493、1593 :下部径向内环座
- [0067] 1194、1294、1394、1494、1594 :下部径向外环座
- [0068] 1601 :下部板体
- [0069] 1811、1821、1831、1841、1851 :径向内环
- [0070] 1812、1822、1832、1842、1852 :径向外环
- [0071] 1813、1823、1833、1843、1853 :外环

具体实施方式

[0072] 本下文中,将结合示出本发明的示例性实施方案的结构和运行的附图详细地描述本发明的示例性实施方案。

[0073] 图 1 示出根据本发明的一个实施方案的用于氢分离的多层模块 100。

[0074] 用于氢分离的多层模块 100 大体上包括压力室 102 和安装于压力室 102 中的分离单元 107。

[0075] 压力室 102 具有安装在其侧面上的混合气体供应管 104 以向所述压力室中供应混合气体。混合气体供应管 104 与混合气体供应源(未示出)相连,而且,从混合气体供应管 104 供应的混合气体应该有使氢足以地通过氢分离板 171、172、173 和 174 的压力。

[0076] 压力室 102 可以具有本领域公知的压力容器的结构形状,并且,应该具有足够的空间以将分离单元 107 安装在所述压力室中。

[0077] 分离单元 107 包括单位元件 120、130、140 和 150,所述单位元件被层压于两层或更多层之中以将氢从混合气体中分离;上部板 110,被置于单位元件 120、130、140 和 150 的最上面,并在所述上部板的上表面上设有滞留气体排放管 115;以及,下部板 160,被置于单位元件 120、130、140 和 150 的最下面,并在所述下部板的下表面上设有氢气排放管 167 和 169。

[0078] 滞留气体排放管 115 的一端和氢气排放管 167 和 169 各自的一端都穿过压力室 102 的壁体以暴露于所述壁体的外部。

[0079] 具体而言,单位元件 120、130、140 和 150 各自都与压力室 102 的内部空间连通。本文中,优选上部板 110 与压力室 102 的内部空间连通,从而在单位元件 120、130、140 和 150 最上面的单位元件 120 中进行氢渗透反应。

[0080] 单位元件 120、130、140 和 150 具有元件体 1201、1301、1401 和 1501,并且,元件体 1201、1301、1401 和 1501 各自都是具有多边形、圆形或椭圆形横截面的板。

[0081] 单位元件 120、130、140 和 150 包括:支撑突起物 125、135、145 和 155,形成于元件体 1201、1301、1401 和 1501 的上部嵌入部分;氢分离板 171、172、173 和 174,设置在支撑突起物 125、135、145 和 155 上以仅让氢通过所述氢分离板;以及,混合气体连通孔 122、132、142 和 152、滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 与氢气连通孔 121、123、131、133、141、143、151 和 153,它们在元件体 1201、1301、1401 和 1501 中环绕氢分离板 171、172、173 和 174 形成,从而互相间隔开。

[0082] 单位元件 120、130、140 和 150 包括:混合气体输入端口 126、136、146 和 156,形成于元件体 1201、1301、1401 和 1501 的环状表面上以与混合气体连通孔 122、132、142 和 152 连通,并暴露于压力室 102 的内部空间以与所述压力室连通;混合气体排出孔 1272、1372、1472 和 1572,通过混合气体通道 1262、1362、1462 和 1562 与混合气体连通孔 122、132、142 和 152 连通,并形成于元件体 1201、1301、1401 和 1501 的底部以暴露于下面;滞留气体输入孔 1274、1374、1474 和 1574,通过滞留气体通道 1264、1364、1464 和 1564 与滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 连通,并形成于元件体 1201、1301、1401 和 1501 的底部以暴露于下面;以及,氢气进入孔 1271、1273、1371、1373、1471、1473、1571 和 1573,形成于支撑突起物 125、135、145 和 155 和氢分离板 171、172、173 和 174 的下部之间,并通过氢气通道 1261、1263、

1361、1363、1461、1463、1561 和 1563 与氢气连通孔连通 121、123、131、133、141、143、151 和 153 连通。

[0083] 单位元件 120、130、140 和 150 以相同的方向设置,也就是说,以使得相邻的单位元件 120、130、140 和 150 的混合气体连通孔 122、132、142 和 152 与单位元件 120、130、140 和 150 的滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 一致的方式设置。

[0084] 因为形成了多个支撑突起物 125、135、145 和 155,甚至当氢分离板 171、172、173 和 174 的上部被封闭时,气体也可以流过由支撑突起物 125、135、145 和 155 提供的空间。在本发明的实施方案中,所述支撑突起物形成多个同心圆弧中,每个圆弧以一定的间隔具有完全不同的曲率。另外,氢气进入孔 1271、1273、1371、1373、1471、1473、1571 和 1573 暴露于支撑突起物 125、135、145 和 155 之间。

[0085] 氢分离板 171、172、173 和 174 具有公知的构型,并使氢选择性地穿过所述氢分离板。可以将氢分离板 171、172、173 和 174 制成薄膜的形式,或可以通过例如喷溅涂覆法涂覆、非电解镀层、电解镀层、喷涂、电子束等涂覆方法涂覆在由多孔金属或多孔陶瓷制成的多孔载体上。

[0086] 氢分离板 171、172、173 和 174 被置于支撑突起物 125、135、145 和 155 上,所述支撑突起物形成于元件体 1201、1301、1401 和 1501 的上部嵌入部分,并且,元件体 1201、1301、1401 和 1501 以使其中心部分向下突出的方式构造,从而在氢分离板 171、172、173 和 174 的上面提供预设的空隙。当然,可以将元件体 1201、1301、1401 和 1501 的下部制成平面的形式,并且,氢分离板 171、172、173 和 174 的上表面可以设置在比元件体 1201、1301、1401 和 1501 的上表面更靠下的位置。但是,为提供有效的封闭效果,优选元件体 1201、1301、1401 和 1501 具有如本实施方案中所图示的方式那样的其中心部分向下突出的构型。

[0087] 混合气体连通孔 122、132、142 和 152,滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 以及氢气连通孔 121、123、131、133、141、143、151 和 153 互相间隔开,并且环绕支撑突起物 125、135、145 和 155 设置。本发明中,为在从混合气体中过滤氢气的过程中增加氢气与氢分离板 171、172、173 和 174 的接触面积,将混合气体连通孔 122、132、142 和 152 与滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 互相面对面地设置在所述元件体的径向方向上,并且,将氢气连通孔 121、123、131、133、141、143、151 和 153 以垂直于连接混合气体连通孔 122、132、142 和 152 与滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 的假想直线的方向设置。

[0088] 可能仅一个氢气连通孔 121、123、131、133、141、143、151 或 153 就足以排放氢气,但是,为了有效地排放被分离出的氢气以及避免压力的积聚,在每个单位元件 120、130、140 或 150 中都形成一对氢气连通孔以彼此对称。

[0089] 如图 7 中所示,氢气连通孔 121、123、131、133、141、143、151 和 153 通过氢气通道 1261、1263、1361、1363、1461、1463、1561 和 1563 与氢气进入孔 1271、1273、1371、1373、1471、1473、1571 和 1573 连通。没有特别限定氢气通道 1261、1263、1361、1363、1461、1463、1561 和 1563 的形状,并且优选氢气连通孔 121、123、131、133、141、143、151 和 153 与氢气进入孔 1271、1273、1371、1373、1471、1473、1571 和 1573 以最短的距离连通,同时具有容易加工的形状。

[0090] 混合气体从混合气体排出孔 1272、1372、1472 和 1572 或上部进入孔 1172 流入氢分离板 171、172、173 和 174 的上表面和单位元件 120、130 和 140 或置于氢分离板 171、172、

173 和 174 上的上部板 110 之间的空隙,所述混合气体排出孔形成于单位元件 120、130 和 140 的下部,所述上部进入孔形成于上部板 110 的下表面。从混合气体中分离且被供入氢分离板 171、172、173 和 174 的上表面和单位元件 120、130 和 140 或置于氢分离板 171、172、173 和 174 上的上部板 110 之间的空隙的残留的滞留气体经由滞留气体输入孔 1274、1374、1474 和 1574 或上部排出孔 1174 排放,所述滞留气体输入孔形成于单位元件 120、130 和 140 的下部,所述上部排出孔形成于上部板 110 的下表面。因此,混合气体排出孔 1272、1372、1472 和 1572 通过形成于其中的空隙与滞留气体输入孔 1274、1374、1474 和 1574 连通。

[0091] 因此,混合气体排出孔 1272、1372、1472 和 1572 靠近混合气体连通孔 122、132、142 和 152 设置,并且滞留气体输入孔 1274、1374、1474 和 1574 靠近滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 设置。混合气体排出孔 1272、1372、1472 和 1572 通过混合气通道 1262、1362、1462 和 1562 与混合气体连通孔 122、132、142 和 152 连通,并且,滞留气体输入孔 1274、1374、1474 和 1574 通过滞留气体通道 1264、1364、1464 和 1564 与滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 连通。

[0092] 混合气体输入端口 126、136、146 和 156 形成于单位元件 120、130、140 和 150 的元件体 1201、1301、1401 和 1501 的侧壁上,从而暴露于压力室 102 的内部空间,并且,混合气体输入端口 126、136、146 和 156 与混合气体连通孔 122、132、142 和 152 连通。因此,混合气体可以通过混合气体连通孔 122、132、142 和 152 流入压力室 102 的内部。

[0093] 上部板 110 包括滞留气体排放孔 114,滞留气体排放孔 114 的一个端部与单位元件 120、130、140 和 150 的滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 连通,而滞留气体排放孔 114 的另一个端部与滞留气体排放管 115 连通。

[0094] 上部板 110 包括上部连通孔 112,与单位元件 120、130、140 和 150 的混合气体连通孔连通;上部输入端口 116,与上部连通孔 112 连通并形成于上部板 110 的侧面部分以暴露于压力室 102 的内部空间从而与所述压力室连通;上部排出孔 1172,通过上部进入通道 1162 与上部连通孔 112 连通,并暴露于上部板 110 的下面;以及,上部进入孔 1174,通过上部排出通道 1164 与滞留气体排放孔 114 连通,并暴露于上部板 110 的下面。上部进入孔 1174 通过上部板 110 的下表面和氢分离板 171 的上表面之间的空隙与上部排出孔 1172 连通。

[0095] 因此,上部板 110 具有向最上面的氢分离板 171 提供混合气体的功能和排放残留的滞留气体的功能,其中已经从混合气体中分离出氢。因此,上部排出孔 1172 具有与混合气体排出孔 1272、1372、1472 和 1572 相同的位置和形状,上部进入孔 1174 具有与滞留气体输入孔 1274、1374、1474 和 1574 相同的位置和形状,并且,上部连通孔 112 和滞留气体排放孔 114 具有与单位元件 120、130 和 140 的混合气体连通孔 122、132、142 和 152 和滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 相同的位置和形状。

[0096] 下部板 160 包括氢气排放孔 161 和 163,氢气排放孔 161 和 163 各自的一个端部与单位元件 150 的氢气连通孔 151 和 153 连通,氢气排放孔 161 和 163 各自的另一个端部分别与氢气排放管 167 和 169 连通。

[0097] 特别地,下部板 160 应该防止单位元件 150 的反应气体输入孔 152 和氢排出孔 154 之间的连通。为此,在本发明的实施方案中,在下部板 160 的上表面和单位元件 150 的下表面之间设置垫片 175。也就是说,垫片 175 被设置对应于氢分离板 171、172、173 和 174

的位置,以防止单位元件 150 的混合气体排出孔 1572 与滞留气体输入孔 1574 之间的连通。

[0098] 优选滞留气体输入孔 1274、1374、1474 和 1574 与上部排出孔 1172 具有小于混合气体排出孔 1272、1372、1472 和 1572 与上部进入孔 1174 的直径。借此,提高了从滞留气体输入孔 1274、1374、1474 和 1574 排放的滞留气体的压力,从而使氢可以容易地流过氢分离板 171、172、173、174 和 176。

[0099] 为改善密封效果,在本发明的实施方案中,每个单位元件都包括一对径向内环 1811、1821、1831、1841 和 1851 与径向外环 1812、1822、1832、1842 和 1852,它们环绕支撑突起物 125、135、145 和 155 设置。另外,每个单位元件都包括外环 1813、1823、1833、1843 和 1853,它们被设置在混合气体连通孔 122、132、142 和 152、滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 与氢气连通孔 121、123、131、133、141、143、151 和 153 的外部。

[0100] 为安装径向内环和径向外环,每个单位元件都包括上部径向内环座 1291、1391、1491 和 1591 与上部径向外环座 1292、1392、1492 和 1592,它们环绕支撑突起物 125、135、145 和 155 形成阶梯形状;以及,下部径向内环座 1293、1393、1493 和 1593 与下部径向外环座 1294、1394、1494 和 1594,它们形成于单位元件 120、130 和 140 的下部。上部板 110 包括下部径向内环座 1193 和下部径向外环座 1194,它们形成于上部板 110 的下表面上;以及,上部径向内环座 1691 和上部径向外环座 1692,它们形成于下部板 160 的上表面上。

[0101] 为安装外环,下部板 160 与单位元件 120、130、140 和 150 包括上部外环座 1111、1121、1131、1141、1211、1221、1231、1241、1311、1321、1331、1341、1411、1421、1431、1441、1511、1521、1531、1541、1611、1621、1631 和 1641,它们分别形成于下部板与单位元件 120、130、140 和 150 的上表面上的各自的连通孔中。另外,上部板 110 与单位元件 120、130、140 和 150 包括下部外环座 1112、1122、1132、1142、1212、1222、1232、1242、1312、1322、1332、1342、1412、1422、1432、1442、1512、1522、1532、1542、1612、1622、1632 和 1642,它们分别形成于上部板与单位元件 120、130、140 和 150 的下表面上的各自的连通孔中。

[0102] 优选地,径向内环 1811、1821、1831、1841 和 1851 与径向外环 1812、1822、1832、1842 和 1852 包括金属环。通常地,金属环指由金属材料(例如镍、钢等)制成的密封件。为提高密封力,优选金、银、镍等涂覆所述环的外表面。进一步优选地,径向内环 1811、1821、1831、1841 和 1851 与径向外环 1812、1822、1832、1842 和 1852 包括选自由金属管制成并具有环形横截面的金属 O 形环、具有向氢分离板 171、172、173 和 174 的中心刺入的 C 形横截面的金属 C 形环和具有至少一个向具有环形截面的氢分离板 171 的中心刺入的孔的金属 O 形环的任意一种。

[0103] 当将径向内环 1811、1821、1831、1841 和 1851 安装在氢分离板 171、172、173 和 174 上时,优选径向内环 1811、1821、1831、1841 和 1851 的直径大于形成于氢分离板 171、172、173 和 174 上的预设空隙的高度。由此,可以形成径向内环 1811、1821、1831、1841 和 1851,并可以改善密封效果。

[0104] 另外,优选外环 1813、1823、1833、1843 和 1853 包括可以在 550°C 或更高的温度下操作的金属环或石墨环。图 6 和图 7 中,外环 1813、1823、1833、1843 和 1853 具有矩形截面,但不局限于此。

[0105] 另外,上部板 110、下部板 160 和单位元件 120、130、140 和 150 包括分别形成于它们的外围边缘处的上部固定孔 118、下部固定孔 168 和单位元件固定孔 128、138、148 和

158,从而,通过插入上述孔中的紧固件 106 使分离单元 107 形成为一体。紧固件 106 可以使用公知的螺栓和螺母。另外,上部板 110、下部板 160 和单位元件 120、130、140 和 150 可以通过扩散粘结或焊接进行结合。

[0106] 基本按如上所述的那样构造根据本发明的实施方案用于氢分离的多层模块 100。下面将描述用于氢分离的多层模块 100 的操作方法。

[0107] 如图 6 和图 7 所示,分离单元 107 具有四个垂直形成于其中的管状体。也就是说,分离单元 107 具有由与滞留气体排放管 115 和滞留气体排放孔 114 连通的滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 形成的第二管状体;由混合气体连通孔 122、132、142 和 152 与上部连通孔 112 形成的第一管状体;由分别与氢气排放管 167 和 169 连通的氢气连通孔 121、123、131、133、141、143、151、153、191 和 193 与氢气排放孔 161 和 163 形成的第三管状体和第四管状体。

[0108] 首先,从混合气体供应管 104 供应的混合气体填充压力室 102 的内部空间以提高内部压力,并通过上部输入端口 116 与混合气体输入端口 126、136、146 和 156 流入由混合气体连通孔 122、132、142 和 152 与上部连通孔 112 形成的第一管状体。

[0109] 混合气体均匀地分布在第一管状体中,流入上部进入通道 1162 和混合气体通道 1262、1362、1462 和 1562,并从混合气体排出孔 1272、1372、1472 和 1572 与上部排出孔 1172 供入氢分离板 171、172、173 和 174 中的空隙。

[0110] 进一步,被供入所述空隙的混合气体通过氢分离板 171、172、173 和 174 朝支撑突起物 125、135、145 和 155 输送。就此而言,被移除了氢的滞留气体通过滞留气体输入孔 1274、1374、1474 和 1574 与上部进入孔 1174 流入滞留气体通道 1264、1364、1464 和 1564 与上部排出通道 1164,被供入第四管状体,并通过滞留气体排放管 115 被排放到外部。

[0111] 另外,穿过氢分离板 171、172、173 和 174 朝支撑突起物 125、135、145 和 155 输送的氢气通过氢气进入孔 1271、1273、1371、1373、1471、1473、1571 和 1573 流入氢气通道 1261、1263、1361、1363、1461、1463、1561 和 1563 中,供入第三管状体和第四管状体,并通过氢气排放管 167 和 169 被排放到外部。

[0112] 可以将氢气排放管 167 和 169 并入压力室 102 外部的一个管子中,或只有一个氢气排放管可以被设置于分离单元 107 上。

[0113] 根据上述构型和操作,用通过压力室 102 供应的混合气体将单位元件 120、130、140 和 150 加压。本文中,混合气体经由在单位元件 120、130、140 和 150 的环形表面上形成的混合气体输入端口 126、136、146 和 156 被供入各个单位元件 120、130、140 和 150。因此,膨胀压未被施加于模块的连接或密封区域,并且,以相同的压力将混合物输送至各个单位元件中。因此,可以提供具有改善的耐久性的高效大尺寸模块。

[0114] 另外,如图 8 和图 9(图 8 和图 9 为示出了根据改造实例的分离单元 108 的剖面视图)所示,当使用具有与单位元件 120、130、140 和 150 相同的构型且同时防止混合气体在所述单位元件之间流动的下部板 190 时,可以提高下部板 190 的使用。为此,在单位元件 120、130、140 和 150 中,下部板将滞留气体连通孔、混合气体连通孔、混合气体排出孔、滞留气体输入孔和混合气体输入端口封闭,并包括设置在氢气连通孔 191 和 193 下方的氢气排放管 197 和 199。另外,将氢分离板 176 设置于位于单位元件 150 与下部板 190 之间的空隙中的下部板 190 的支撑突起物 195 上。通过这种构型,可以将制造工厂中通过额外工艺

同样制造的单位元件制成下部板,而且氢分离反应也可以在下部板 190 中发生。

[0115] 另外,如图 10 和图 11(图 10 和图 11 为示出了根据另一个改造实例的分离单元 109 的剖面视图)所示,滞留气体排放管和氢气排放管被同时设置在上部板和下部板中的任意一个的相同侧面上。就此而言,当一个压力室中的分离单元 109 的数目增加时,可以容易地设计管道和增加设计者在设计中的自由度。在图 10 和图 11 中,将所有氢气排放管 217 和 219 与滞留气体排放管 215 都设置在下部板的下面,可以以同样的方式将这些管设置在上部板的上面。

[0116] 就此而言,上部板 200 包括上端未暴露于外部的滞留气体排放孔 204。另外,下部板 210 包括滞留气体排放孔 214,并且,滞留气体排放管 215 的一端被插入滞留气体排放孔 214,从而使得氢排放管 214 与滞留气体排放孔 204 和滞留气体连通孔 124、134、144 和 154 连通。分离单元 109 的另一个构型与分离单元 107 的构型相同。

[0117] 虽然已经结合优选的实施方案对本发明进行了描述,但本发明不局限于上述实施方案,而且相关技术人员可以理解,在不偏离所附的权利要求所限定的本发明范围下可以对本发明进行各种改造和变化。

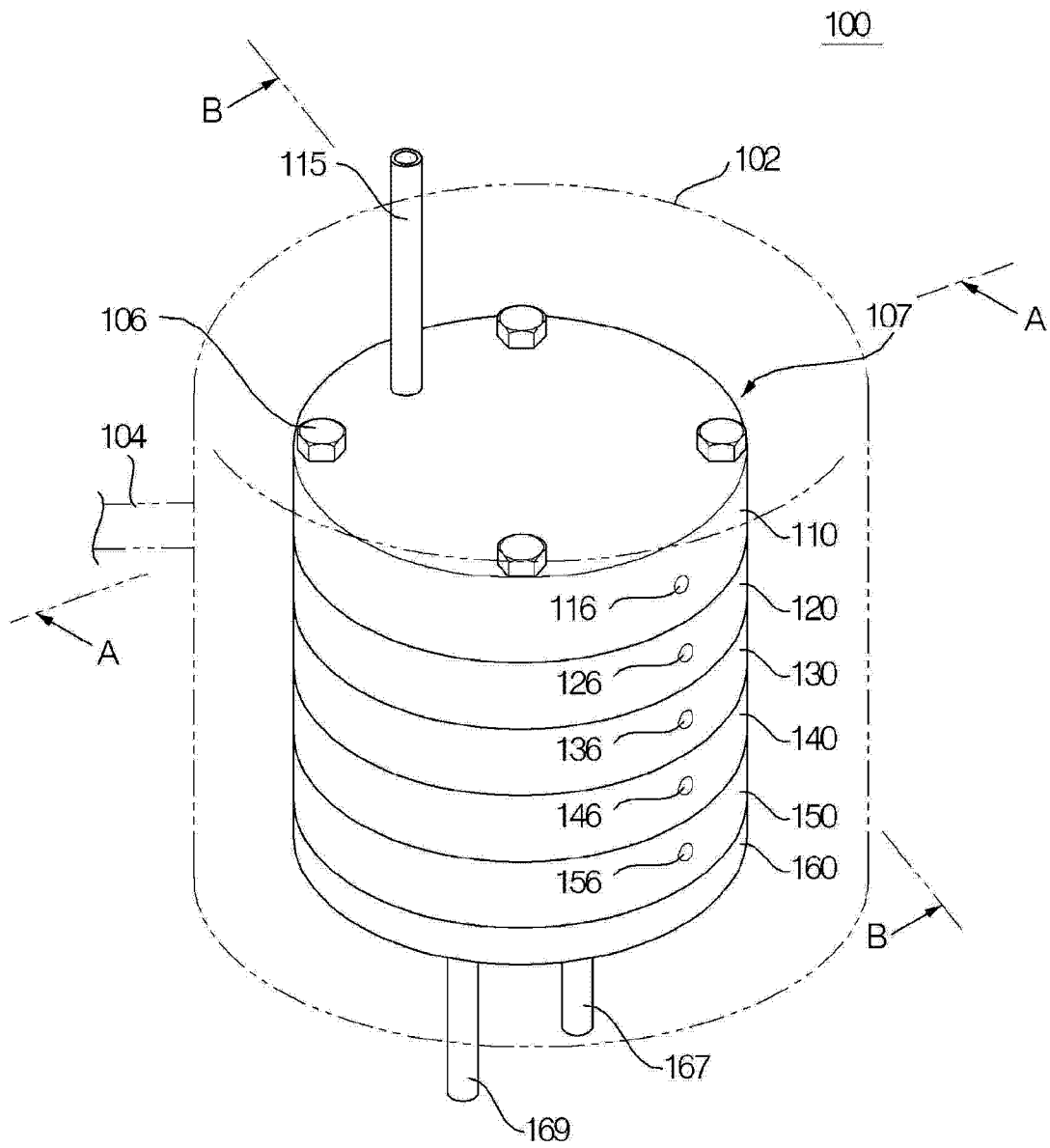


图 1

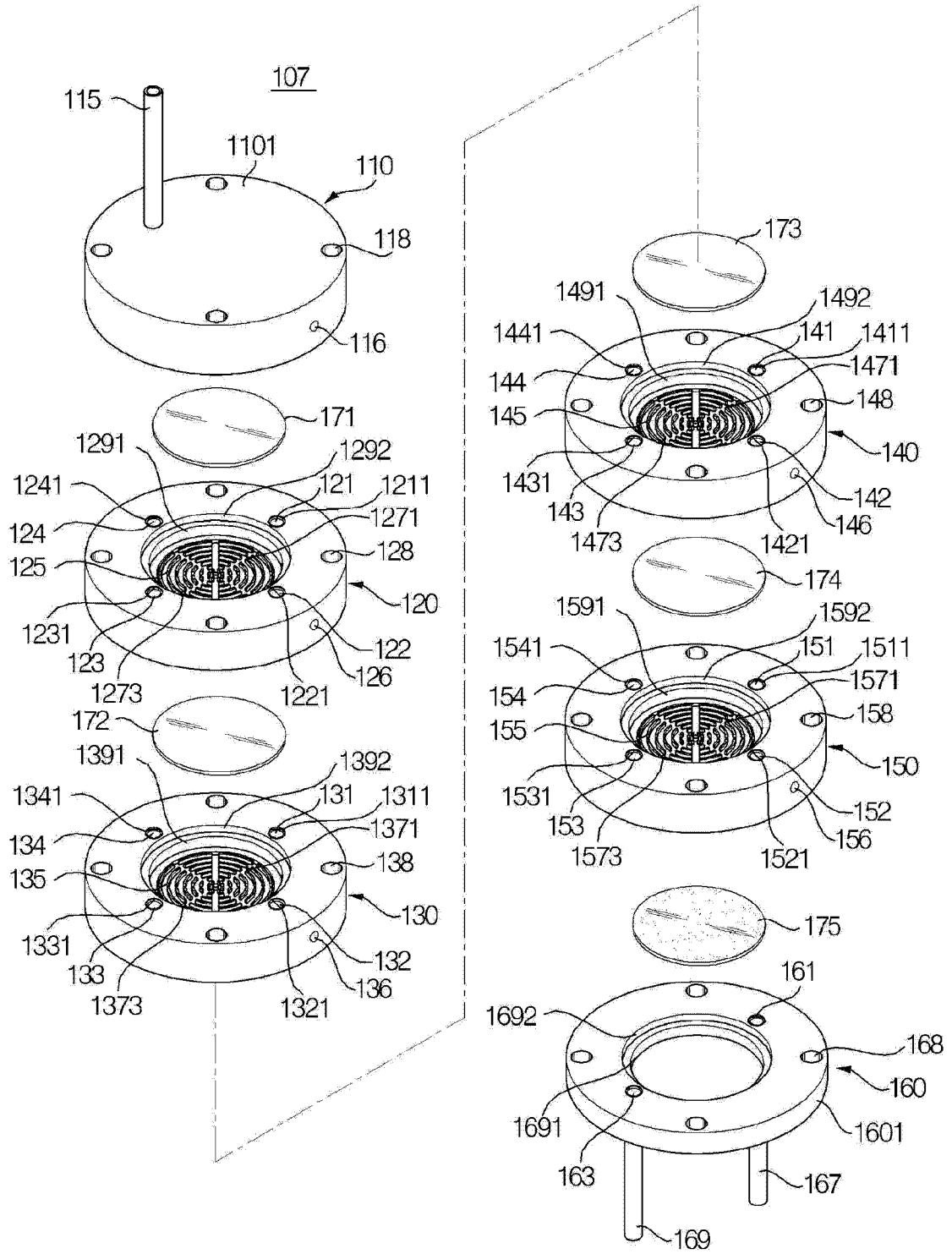


图 2

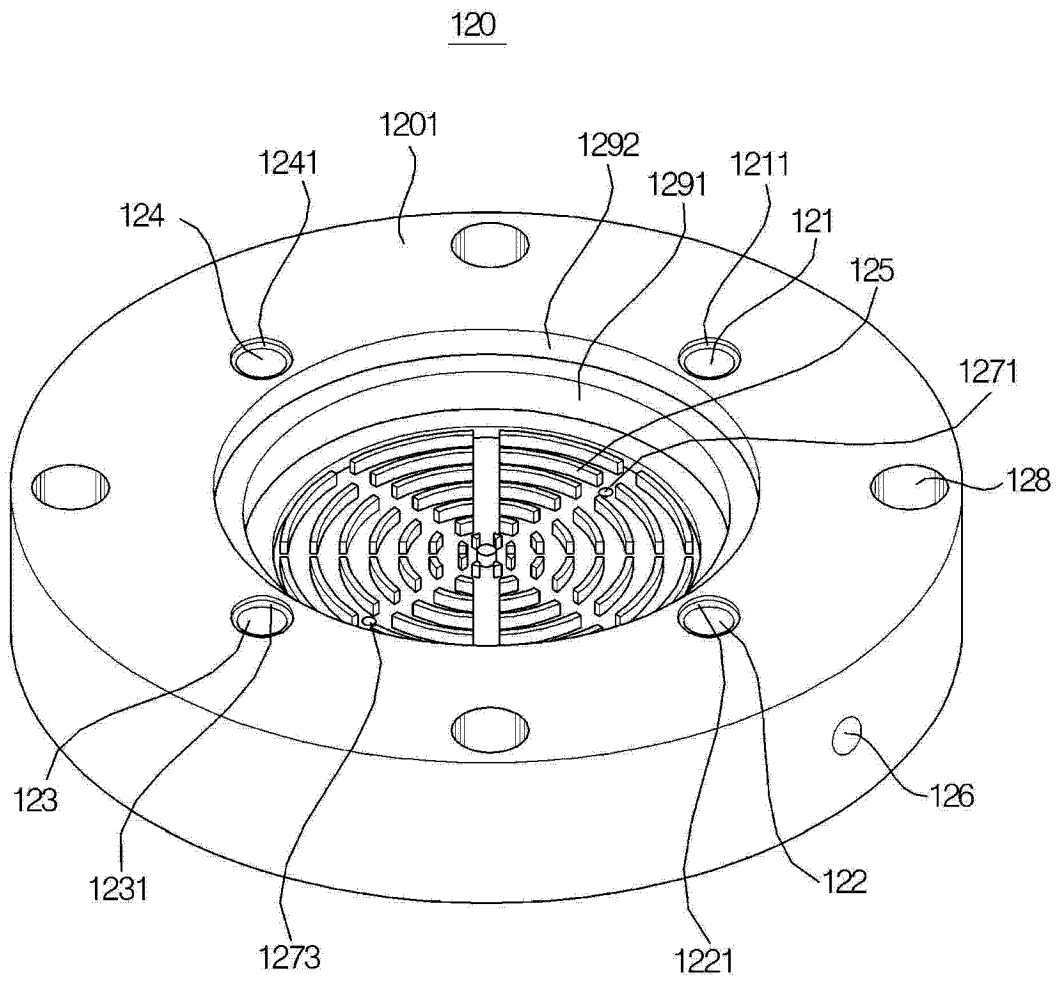


图 3

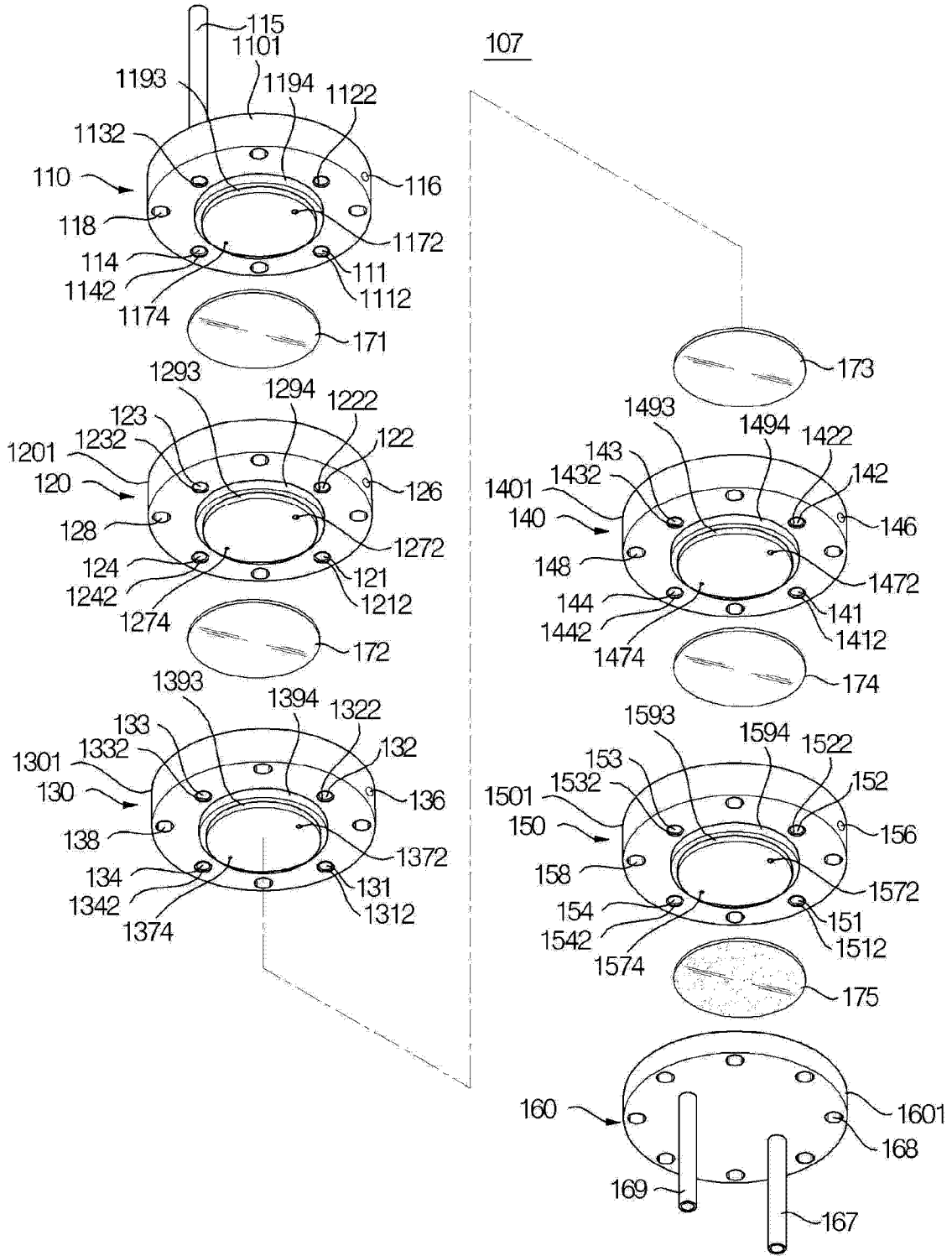


图 4

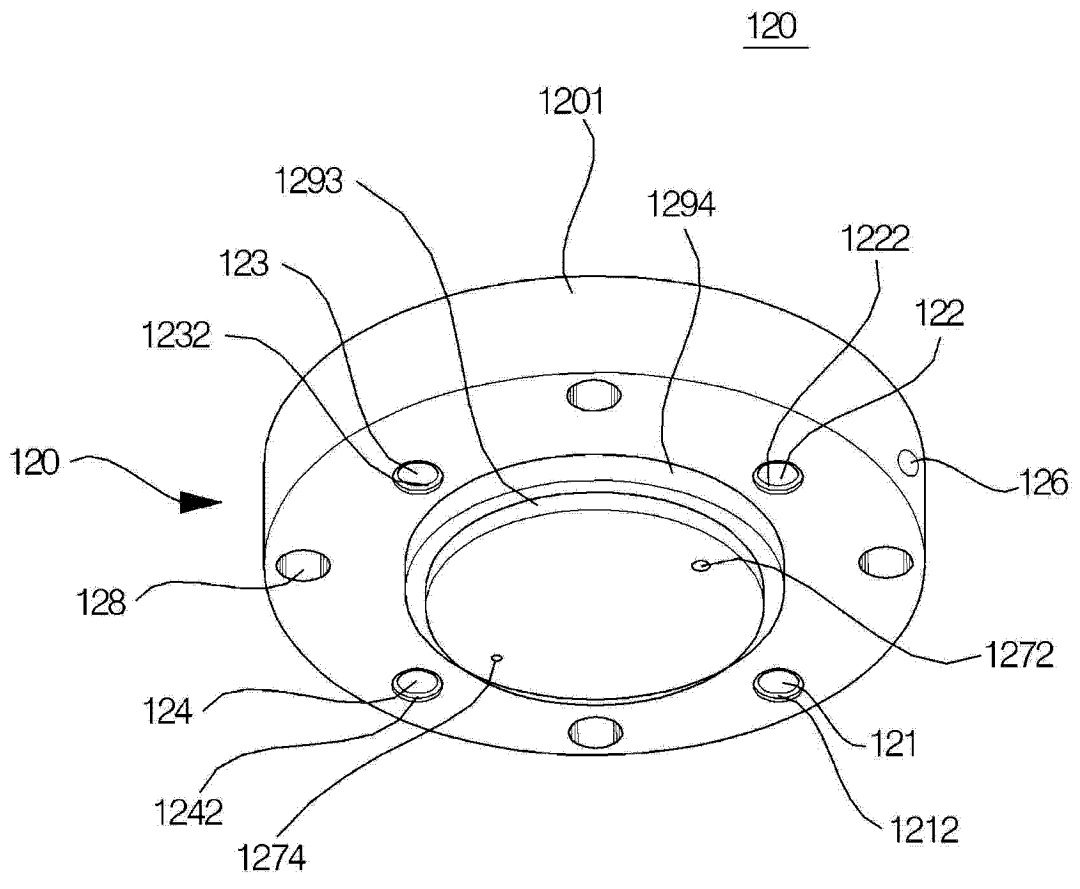


图 5

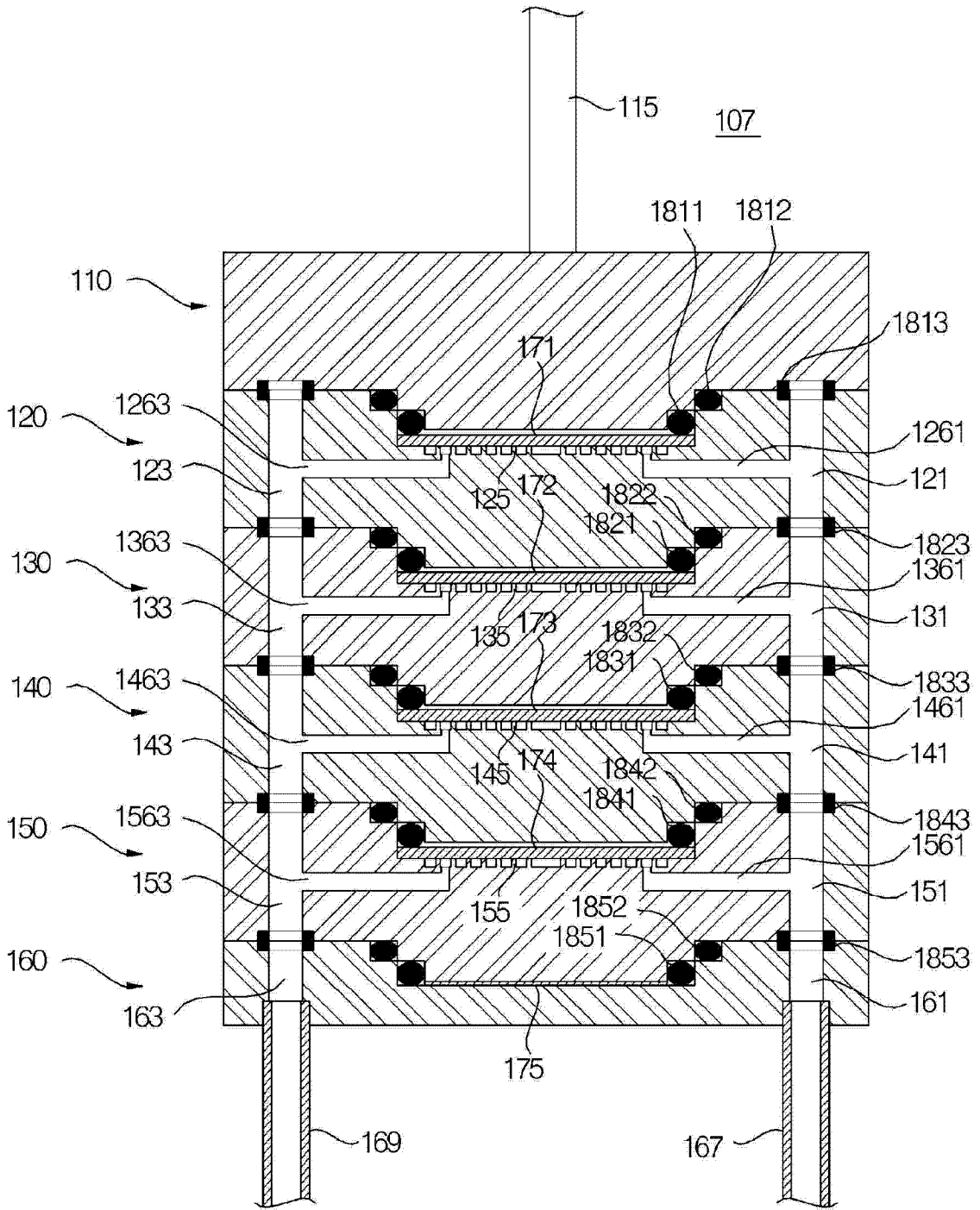


图 6

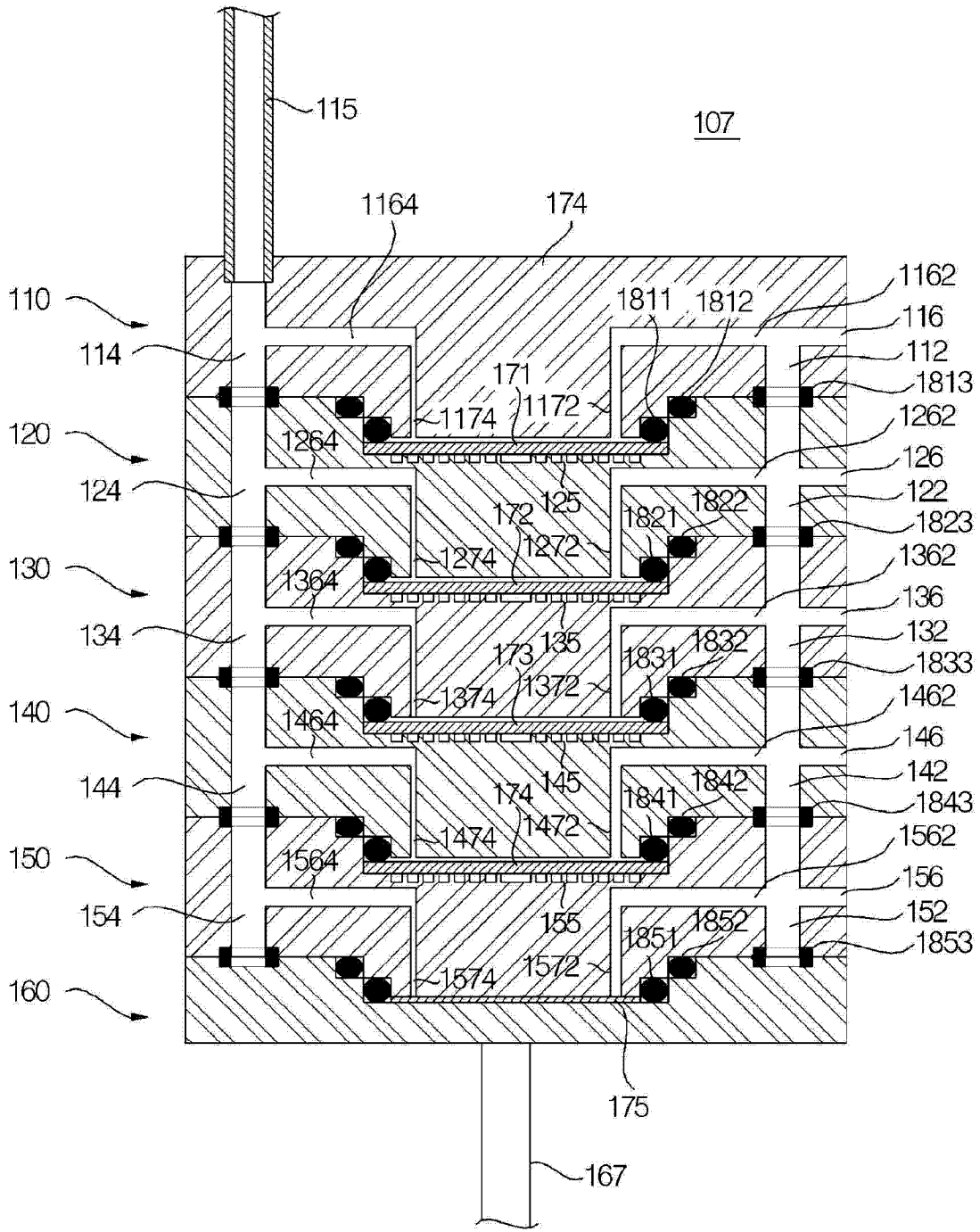


图 7

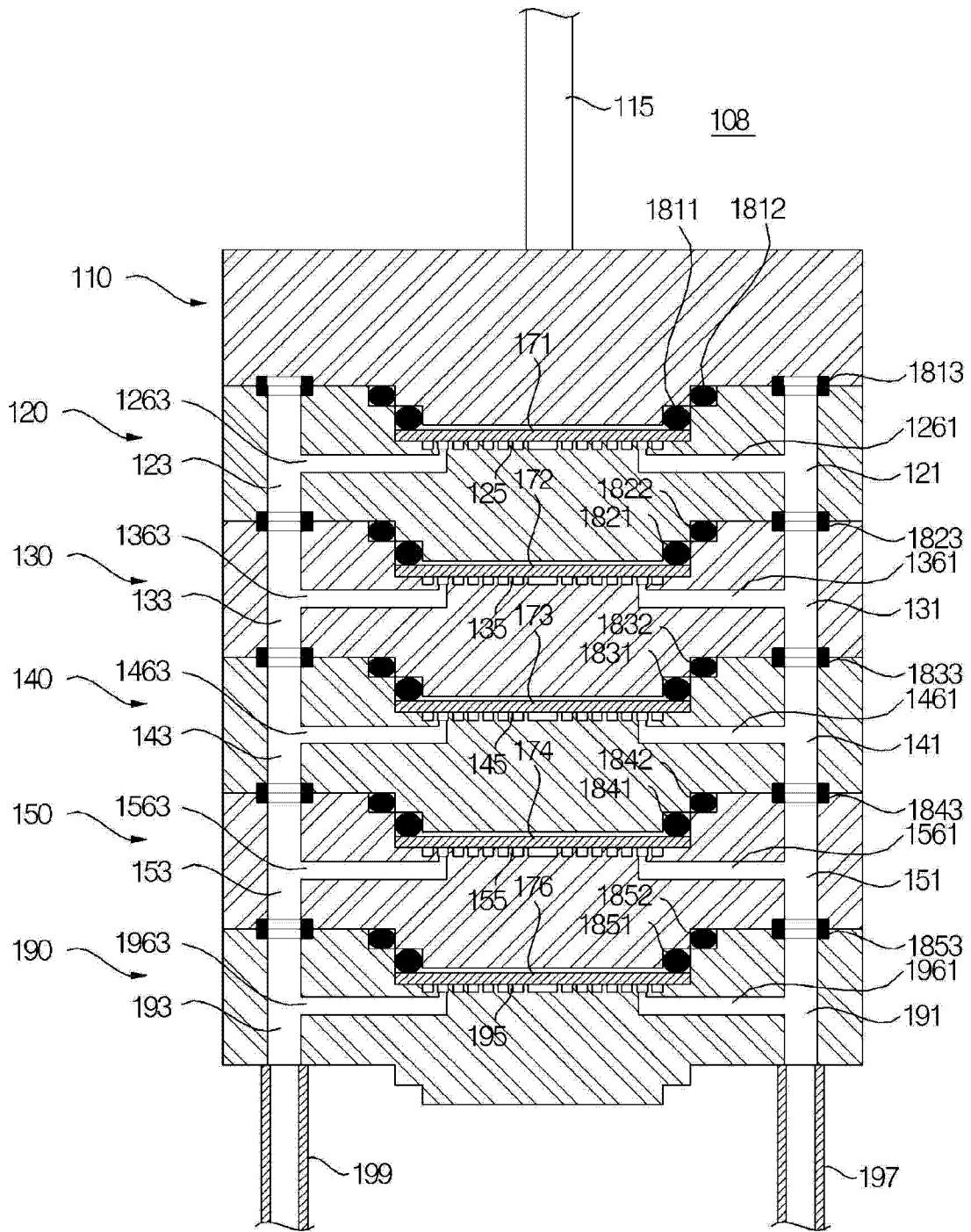


图 8

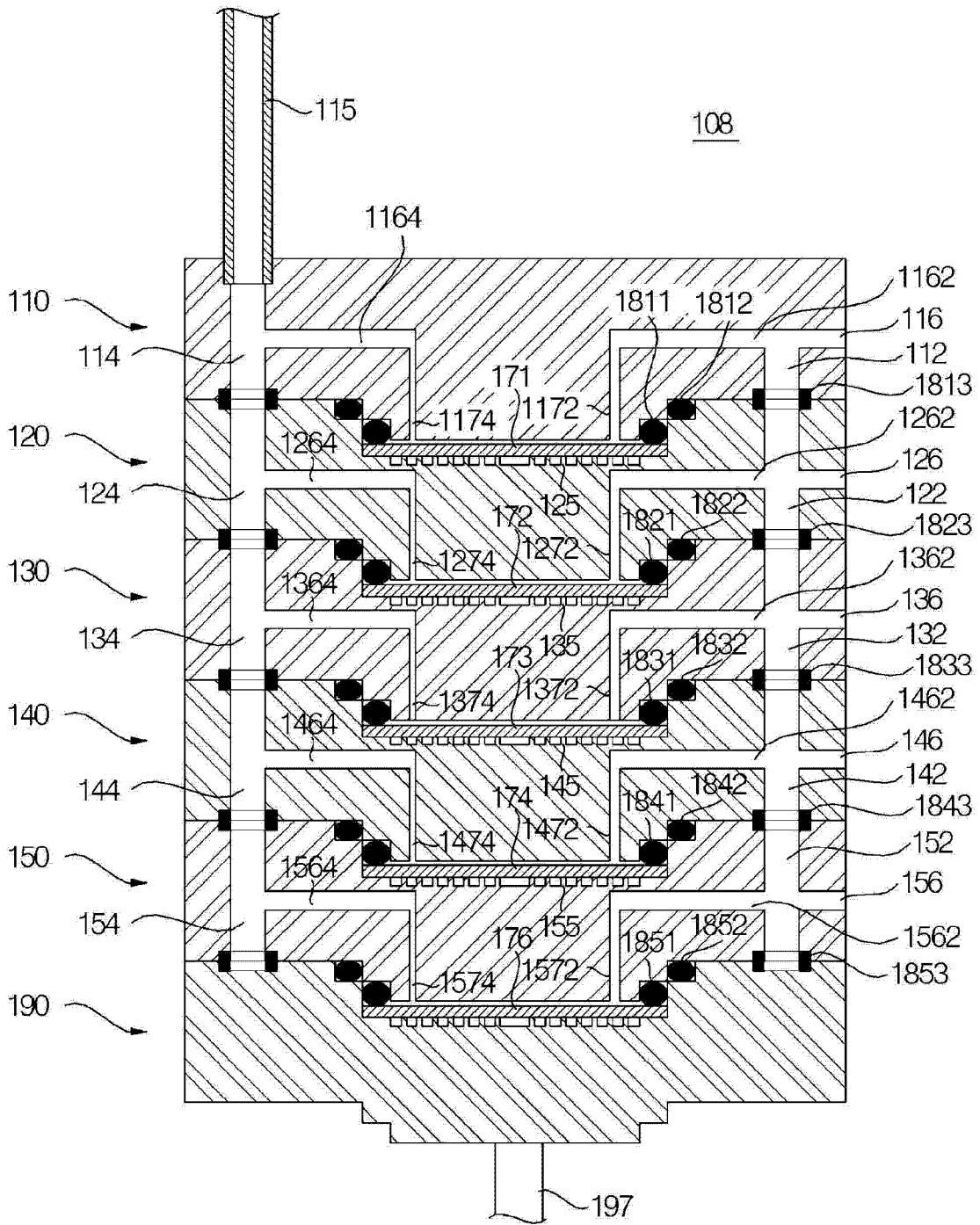


图 9

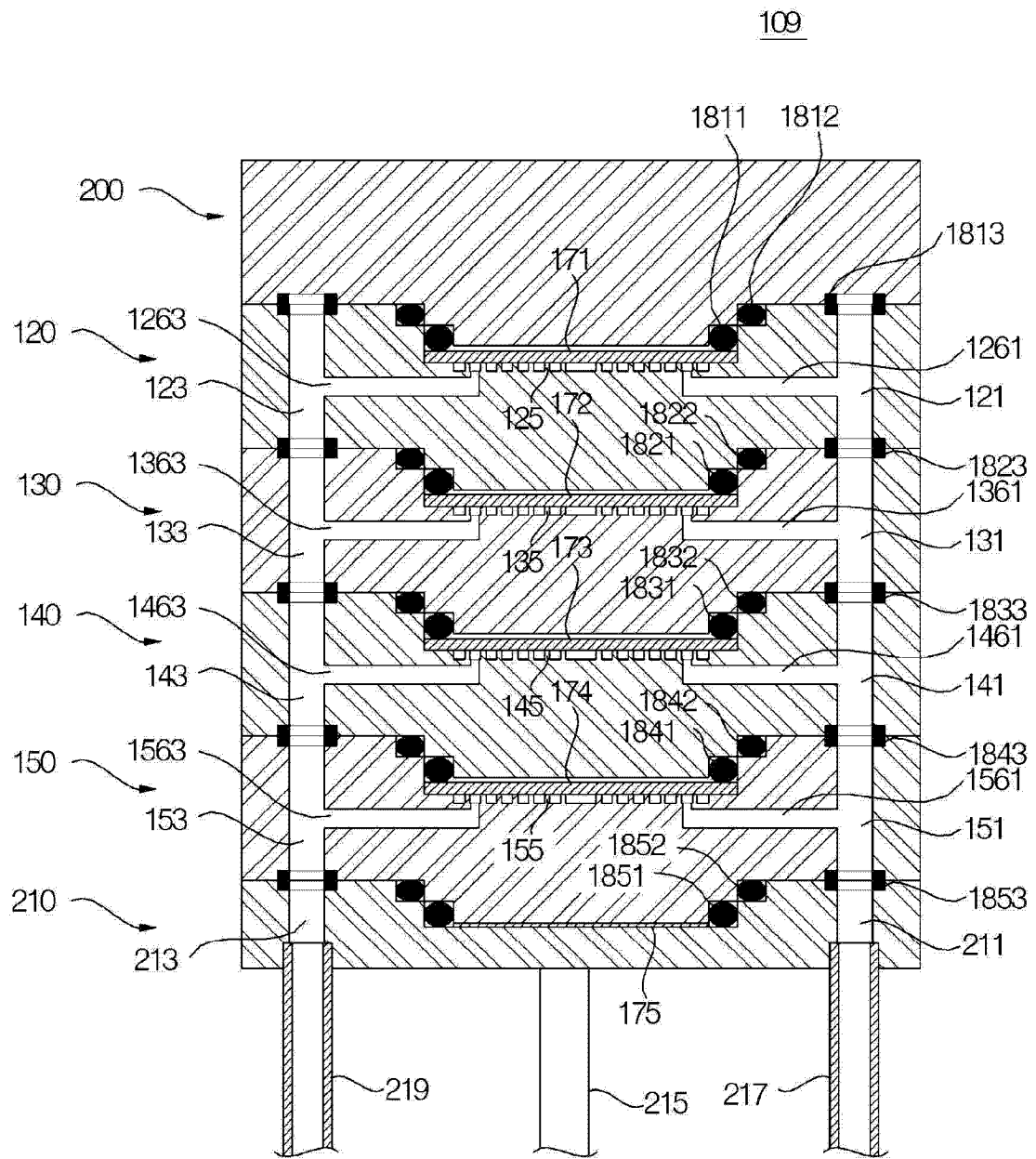


图 10

109

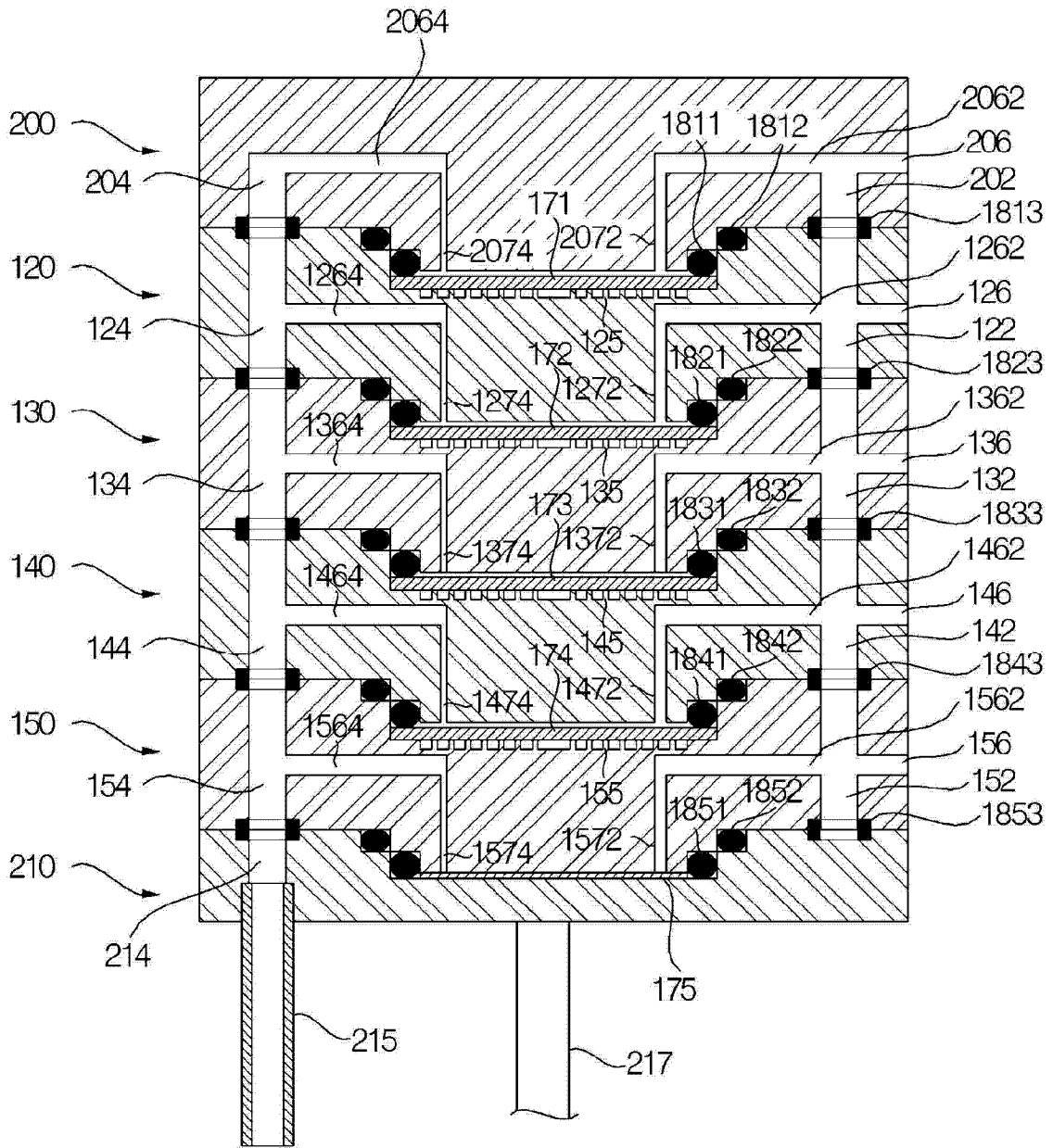


图 11