[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
C25B 9/00
H01M 4/86
C25B 15/08

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97195317.1

[45]授权公告日 2002 年 5 月 15 日

[11]授权公告号 CN 1084802C

[22]申请日 1997.5.26
[21]申请号 97195317.1
[30]优先权
[32]1996.6.7 [33]DE [31]19622744.5
[86]国际申请 PCT/EP97/02689 1997.5.26
[87]国际公布 WO97/47787 德 1997.12.18
[85]进入国家阶段日期 1998.12.7
[73]专利权人 拜尔公司
地址 联邦德国莱沃库森
[72]发明人 F·盖斯特曼 H·D·平特
[56]参考文献
CN1133355 1996.10.16 _
JP7220728 1995. 8.18 _
审查员 周 茎

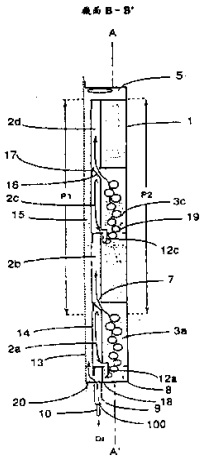
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 卢新华 温宏艳

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图页数 9 页

[54]发明名称 具有压力补偿的电化学半池

[57]摘要

本发明涉及电化学半池(1),它包括至少一个用于容纳电解液 (100)的电极室(3,15)、气体室(2),以及至少一个作为阳极或 阴极并分隔气体室(2)与电极室(3,15)的气体扩散型电极(14), 其中该气体室(2)被细分为两个或更多个叠置的气腔(2a,2b),其 中气体流入和气体流出通过分别的开口(7)和(12a,12b,12c,12d) 进行,并且电极(14)的电解液侧的压力通过各个气腔(2a,2b)中 通电解液的开口而得到补偿。



ISSN1008-4274

01.10.29

权　利　要　求　书

1、一种电化学半池（1），包括至少一个用于容纳电解液（100）的电极室、气体室（2）、膜（13）以及至少一个作为阳极或阴极并分隔气体室（2）与电极室的气体扩散型电极（14），其中电极室是由位于气体室后侧的电解液后部室（3）和位于气体扩散型电极与膜之间的电解液间隙(15)组成的，该气体室（2）被细分为两个或更多个叠置的气腔（2a，2b，2c，2d），该气腔相互分开并且在其下部具有与电解液（100）连通的开口（7），以使每个气腔（2a，2b，2c，2d）中的压力通过连通电解液（100）的开口（7）与气体扩散型电极（14）前面的电解液间隙（15）中的电解液（100）的液柱压力相等，其特征在于，各个气腔（2a，2b，2c，2d）的气体流入口和气体流出口（12a，12b，12c，12d）在空间上彼此分开。

2、根据权利要求 1 的电化学半池，其特征在于，气体流入口和气体流出口（12a，12b，12c，12d）在各个气腔（2a，2b，2c，2d）中相互之间侧向交错排列，以使气腔（2a，2b，2c，2d）中的电极气体呈侧向流动。

3、根据权利要求 1 或 2 的电化学半池，其特征在于，通过将较低气腔（2a，2b，2c）的气体流出口（12a，12b，12c，12d）与叠置在上的气腔（2b，2c，2d）的气体流入口相连，而使叠置的气腔（2a，2b，2c，2d）以串级式相互连接。

4、根据权利要求 1 或 2 的电化学半池，其特征在于，气腔（2a，2b，2c，2d）中的每个均具有直接气体流入口。

5、根据权利要求 1 或 2 的电化学半池，其特征在于，气腔（2a，2b，2c，2d）具有用于从气腔（2a，2b，2c，2d）中排除过剩气体的浸入管（42a，42b，42c，42d）。

6、根据权利要求 1 或 2 的电化学半池，其特征在于，气腔（2a，2b，2c，2d）具有用于接受流入的电极气体的汽泡通道（3a，3b，3c，3d），该通道直接或间接与开口（7）相连。

7、根据权利要求 1 或 2 的电化学半池，其特征在于，气腔（2a，2b，2c，2d）具有作为气体流入的侧向气体收集挡板（32a，32b，32c，32d）和/或作为气体流出的侧向挡板（31a，31b，31c，31d）。

8、根据权利要求 1 或 2 的电化学半池，其特征在于，气腔（2a，

2b，2c，2d）有供电解液（100）用的开放气体流入通道（40a，40b，40c，40d）以用于直接独立气体输入。

9、根据权利要求 8 的电化学半池，其特征在于，向气体流入通道（40a，40b，40c，40d）的气体输入通过节流喷嘴（45）进行。

10、根据权利要求 4 的电化学半池，其特征在于，气腔（2a，2b，2c，2d）具有用于直接气体流入的插入管（50a，50b，50c，50d），还附加控制阀（52a，52b，52c，52d）以调节流入气腔（2a，2b，2c，2d）的气流。

11、根据权利要求 1 或 2 的电化学半池，其特征在于，叠置气腔（2a，2b，2c，2d）的气体流入口和气体流出口（12a，12b，12c，12d）位于交替侧或位于相同侧。

12、根据权利要求 1 或 2 的电化学半池，其特征在于，气体扩散型电极（14）前面区域和后面区域之间的压差可以通过将电解液间隙（15）和电解液后部室（3）的水力学分离进行自由调节。

13、根据权利要求 1 或 2 的电化学半池，其特征在于，流入最低气腔（2a）的气体流入与电解液流入一起同轴地通过连接管（10）进入由位于气体室后侧的电解液后部室（3）和位于气体扩散型电极与膜之间的电解液间隙(15)组成的电极室中，和/或过剩气体与电解液一起通过流出管（11）而排放。

14、根据权利要求 1 或 2 的电化学半池，其特征在于，电解液间隙（15）在顶部与气腔（2a，2b，2c，2d）后面的电解液后部室（3）水力学连通，并溢流入气腔，过剩气体与电解液（100）一起排出是通过在气腔（2a，2b，2c，2d）后面区域中的竖管向下进行或者通过带有位于同样高度的气体－液体分离器的侧向布置的管道进行。

15、根据权利要求 14 的电化学半池，其特征在于，电解液（100）的液位可相应于电解液间隙（15）中的电解液（100）液位作不同的调节，它是通过气腔（2a，2b，2c，2d）后面的电解液后部室（3）中的竖管的高度或者通过侧向布置管道的高度来调节，由此，对所有气腔（2a,2b,2c,2d）来说，气体室（2）与电解液间隙（15）之间的压差可同样改变。

说　明　书

具有压力补偿的电化学半池

本发明涉及电化学半池，包括至少一个用于容纳电解液的电极室、气体室、以及至少一个作为阳极或阴极并分隔气体室与电极室的气体扩散型电极，其中该气体室被细分为两个或更多个叠置的气腔，在气腔中气体流入和气体流出是通过分别的开口，并且当与电极气侧的压力相比时，电极电解液侧的压力得到气腔中通电解液的开口的补偿。

基于气体扩散型电极，例如在碱金属卤化物电解中用作耗氧阴极，的电化学槽的操作基本上是公知的并在例如美国专利 US 4657651 中进行了描述。

气体扩散型电极是一种位于电解液和气体室之间的开孔膜，它具有含催化剂的导电层并且能够引发电化学反应，例如在该膜中的电解液、催化剂和反应气体之间的三相界面处发生氧的还原。一般该界面层通过与膜上的电解液静压力相对的疏水电极材料上的电解液表面张力限制在膜内。然而，就此而论，在膜的气侧和液侧之间仅能允许少量的压力降。如果气侧的压力太高，气体就会最终穿透膜并且扰乱这一区域电极的操作，并且使电解过程中断。另一方面，如果液压太高，则三相界面将被迫离开膜中含有催化剂的区域，这也将扰乱阴极的操作，并且如果压力再次升高，则将导致电解液渗入气体室。例如，对于需要电极垂直排列的具有隔膜的电解槽，为了能够有效地排出所需的产物氯，这将限制气体扩散型电极的结构高度，否则的话，在电极的顶部，气体将渗入阴极室，并且在电极的底部，电解液将渗入气体室。因此，技术上可行的结构高度被限制在约 20－30 cm，这对于常规工业隔膜电解单元没有吸引力。

为了解决压力补偿问题，在现有技术中提出了各种结构。

根据美国专利 US4657651，在气体扩散型电极两侧的气体室和电解液室之间的压力补偿是通过将阴极再分成分别充气的单独的水平室而达到的，气压的调节是通过使每个室中流出的气流以这种方式流入垂直的室，即其深度与各室中的电解液的高度相应。这种布置的缺点在于高的设备成本，这阻碍了工业的实用性。而且在每个气体室中的压力必须通过各自的阀门分别调节。

尚未公开的德国专利申请 P 4444114.2 中描述了一种具有气体扩散型电极的电化学半池，其中气体扩散型电极两侧的气体室和电解液室之间的压力补偿是通过将气体室细分为两个或多个串联叠置的气腔而获得的，该气腔之间相互分开，并且其下部有与电解液相通的开口，以使每个气腔通过与电解液相通的开口而与置于气体扩散型电极前面的电极室相应部分的电解液液柱的压力相平衡，并且其中任何气体流入和气体流出均通过与电解液相通的开口进行。

在“电化学学会”的出版物“会议摘要 96－1，摘要 No.949，春季会议五月 5－10/1996”中，公开了用于实验室规模氯碱电解的具有气体扩散型电极的电化学池，它相应于德国专利申请 4444114.2 的压力补偿原理的简化方案。摘要 No.949 的图 1 示出了氧阴极前面的气体室被细分为两个叠置的气腔，其中电解槽底部的氧气气泡经气腔的自由开口流入。通过将气体室垂直细分为两个叠置的气腔而获得压力补偿。施加给膜的最大压力相当于与各气腔高度相对应的静压力。

上述电解池的结构具有许多缺点，有碍于扩散型电极的操作。

通过与气腔的与电解液相通的一开口进行气体流入和流出。由于向气腔中输入的气体在气腔较下部的边缘向下一个较高处的气腔连续、均匀地冒泡，从而显著地扰乱了含于各气腔中的反应气的交换。由于电极后面气体室中气泡的破裂而仅发现一定程度的混合。在公知的电化学池中，使不希望的杂质气体从电化学池的气体室中快速流出和排除是不可能的。

而且，上升的气泡只能在一定程度上被与较上部气腔同样宽的突出收集挡板所充分捕获。简单的实验显示大多数气泡在公知的电解池较上部的收集挡板旁流过。

而且，在各自的气腔中的电解液的弯月面处破裂的气泡还导致在气体室中形成不希望的电解液滴喷雾，该喷雾在扩散型电极上沉积并妨碍其功能。

为改进现有技术的本发明的目的是开发一种电化学半池，它具有简单的压力补偿的优点，但同时没有上述公知的电化学池的缺点，特别是可使扩散型电极后面的气体室快速排气。

本发明的这一目的是通过一种作为本发明主题的电化学半池而实现的，包括至少一个用于容纳电解液的电极室、气体室、膜以及至少

一个作为阳极或阴极并分隔气体室和电极室的气体扩散型电极，其中电极室是由位于气体室后侧的电解液后部室和位于气体扩散型电极与膜之间的电解液间隙组成的，和气体室被细分为两个或多个叠置的气腔，该气腔相互分开并且每个气腔在其下部具有通电解液的开口，因此每个气腔中的压力通过通电解液的开口与位于气体扩散型电极前面的电解液间隙中的电解液的液柱压力相平衡，其特征在于，各个气腔中的气体流入和气体流出在空间上是彼此分开的。

优选地，本发明的电化学半池还包括电解液分布室，电解液分布室位于输入管线上方并在电解液间隙和挡板之间。

特别是，气腔中的气体流入口和气体流出口相互间在侧向上交错排列，因此在气腔中电极气体呈侧流。在本发明的一个方案中，通过将较低气腔的气体流出口与叠置在上的气腔的气体流入口相连，而使叠置的气腔以串级式相互连接。

由于电极气体的强制流动，促进了各个气腔中的气体交换，并且避免了所不希望的杂质气体的积聚，例如在公知的电化学池结构中发生的积聚。

另外，电极气体与电解液之间的直接等温接触意味着，扩散型电极气侧的气体总是处于湿饱和，从而避免了电解质“结晶出来”，特别是在扩散型电极的膜结构上结晶出来。

由此阻止了由电解质晶体造成的电极的不可逆损坏。

在本发明的具体实施方案中，气腔形成为环形封闭室，其界壁之一为气体扩散型电极，并且在其一侧的端部具有用于电极气体的气体流入口。过剩的电极气体从气腔另一侧的端部通过浸渍于压力补偿的不流动的电解液中的浸入管而被排出。由于气腔中气体输入在一侧而多余气体的排出在另一侧的此种结构，而使电极气体可以在气腔中快速受迫侧向流动。根据此种电化学池结构，气体室与电极室之间的压力补偿通过气体流出而达到。与简单结构相比，其优点在于，通过上述结构的电化学半池，在气腔中发生快速气体交换，该交换可通过设定过剩气体的量来控制。这将阻止气腔中干扰的杂质气体的任何可能的富集。而且，可以使用较不纯的电极气体或者根据电化学半池的用途还可移除可能由电极反应生成的产物气体。

在本发明的一个方案中，气腔具有用于接受流入的电极气体的汽

泡通道，该通道直接或间接与开口相连。

在本发明优选的另一种变化中，具有电极气体的电化学半池的受迫侧向排气是通过从一个气腔至下一个较高位置的气腔交替设置气体流入口和气体流出口以使气腔的气体流出口位于下一个较高气腔的下部而达到。

气腔可以具有安装于气腔后壁的收集挡板。在最简单的形式中，用于收集从较低气腔出口上升的气泡的导向板垂直地设置在气腔后壁上，并且侧向突出于位于其下的气腔流出口之上。

在本发明的一个方案中，气腔具有作为气体流入的侧向气体收集挡板和/或作为气体流出的侧向挡板。

与气体收集挡板构成气腔部分后壁的具有叠置气腔的现有技术所公知的结构相比，上述结构具有下列优点：本发明的电化学半池可以设计并建造得更细，这是因为公知结构的气体收集挡板从气体扩散型电极向后伸出一段，而从电极表面看，侧向设置的气体收集挡板的垂直伸长可保持很小。在本发明的一个方案中，叠置气腔的气体流入口和气体流出口位于交替侧或位于相同侧。

在本发明的一种方案中，可以使用汽泡通道代替侧向气体收集挡板作为气腔的气体流入口，该汽泡通道向下伸出并开口于电解液中。该汽泡通道例如设置于较低气腔开口的上部，因此出口的电极气冒泡入汽泡通道中。汽泡通道在其较低的端部可以具有侧向变宽的气泡收集器。

在本发明的一个方案中，气腔有供电解液用的开放气体流入通道以用于直接独立气体输入。

在另一种方案中，其较低的开口被制成 U 形管状，伸出的臂中之一伸出较长，并且伸向汽泡通道的开口中。

上述各方案允许电极气体从气腔流向气腔，以致达电解液的弯月面的电极气体的汽泡仍在本气腔以外的区域破裂。这避免了扩散型电极的背面喷洒上电解液。特别是，这一有利特点在汽泡通道或气体收集挡板为侧向设置时也可获得，例如移至电化学半池的中间，与气腔室的开口相对。在此情况下，收集于汽泡通道或气体收集挡板中的气体侧向通过管道到达开口。

这导致特别有效的清除喷雾。任何由气泡破裂所产生的波动不会

被传递到气腔中。

每个气腔的气体输入口可以设计成不同的。除了使用简单的开口外，可以使用多个叠置开口或一个或多个至多延伸于气腔高度上的狭长入口，以向例如电极背面的整个高度上提供新鲜的电极气体。

为了捕集喷雾，可用作为阻断装置的挡板覆盖面对电极壁的开口，在其上随气流夹带的电解液可沉积下来并且可以流回。

本发明另一压力补偿电化学半池的方案具有以气体输入管线的形式向各个叠置气腔输入气体单个输入装置以代替电极气流从气腔流向叠置在其上的气腔，根据不同情况，该输入管线装配有各自的控制阀和关闭阀。

在每种情况下，各个气腔通过气腔的浸入电解液中的气体流出口而形成压力补偿。

如果例如在电极反应中生成阻碍该反应的有害气体，并且该有害气体在从最低的气腔流向最高的气腔的曲折气流过程中可能聚集的情况下，采用这一优选的布置是有利的。

这一布置也可通过用惰性气体（例如稀有气体）冲洗选定的气腔而使部分气体扩散型电极表面“断开”。这样当电化学半池运行时，按此方式可以控制和监控“断开”电极表面的单独效能。

在所有上述本发明的实施方案中，每个气腔中的气压相应于各个出口的液柱或在串联气腔和电解池后壁之间气泡弯月面的较低边缘至液柱的上部边缘的液柱。这一压力通过电极室内的液柱而得以补偿，当各室所注入的液柱高度相同时（例如，各室水力学连通时），在各个气体出口或上述气泡弯月面的较低边缘处存在该平衡。由于在各个气腔中均匀的压力占优势，平均看在气侧存在略微的过压，就最佳功能而言这也正是所希望的，例如催化氧还原。

在本发明的又一优选变化中，如果将电极室和后面的电解液室在水力学上分开，则对所有室均相同的各自的压差可以通过两室中不同的液面或流出口高度按需调节。在本发明的一个方案中，气体扩散型电极前面区域和后面区域之间的压差可以通过将电解液间隙和电解液后部室的水力学分离进行自由调节。

例如，可控的过压可以通过分离的气体排除进行调节，该气体排除是通过使用向上通到气体排放管线的管道以及可选择地提供布置在

其上的电解液接收器而进行的，相对于电极室，该过压对所有气腔均一样。

另一方面，如果从电化学池流出的电解液优选向下流过竖立的管道或也可从电化学池的侧壁流出，则可通过使电解液从电极室仅向上流过气腔电极进入电解室后壁，在此处与过剩氧气一起从电化学池向下流过竖管而直接将电解液和过剩的气体一起排除，或者在侧向流出的情况下，则流向侧壁。竖管的不同高度产生不同的压差，此时液压高于气压，这对如布式的气体扩散型电极的全表面置于电流分配栅板上时特别有益。如果需要，可以省略电极的夹持和紧固装置。在极其类似于通过竖管同时排除电解液和过剩气体的方法中，该排除也可通过在电化学半池中侧面安置的排放管进行，这时，气体和电解液的分离例如在收集器中进行，也可在电化学池中进行。而且，按此方法可将气体扩散型电极上的液压调节得高于气压。

在本发明的一个方案中，流入最低气腔的气体流入与电解液流入一起同轴地通过连接管（10）进入由位于气体室后侧的电解液后部室和位于气体扩散型电极与膜之间的电解液间隙组成的电极室中，和/或过剩气体与电解液一起通过流出管而排放。

在本发明的一个方案中，电解液间隙在顶部与气腔后面的电解液后部室水力学连通，并溢流入气腔，过剩气体与电解液一起排出是通过在气腔后面区域中的竖管向下进行或者通过带有位于同样高度的气体－液体分离器的侧向布置的管道进行。

在本发明的一个方案中，电解液的液位可相应于电解液间隙中的电解液液位作不同的调节，它是通过气腔后面的电解液后部室中的竖管的高度或者通过侧向布置管道的高度来调节，由此，对所有气腔来说，气体室与电解液间隙之间的压差可同样改变。

本发明的电化学半池可以通过使用适当数量的气腔而扩展到任何工业上可行的尺寸。由于典型的电解负荷所需的气体（例如氧气）的量为例如 0.7－1 标准立方米/平方米阴极表面每小时，所需的气体输送可以通过选择气泡开口的适当尺寸而没有任何困难地获得，正如水力试验所证明的。

气体扩散型电极的固位和电连接，特别是在隔膜电解设备的电化学半池中，基本上是公知的。当使用几个电极段作为气体扩散型电极

时，气体扩散型电极段相互之间以及与电极室之间以气密方式安装。

气体扩散型电极的夹紧元件可以设计成例如接线板或适当包封的磁性接线板，所有这些均作为安装辅助装置。

在插有离子交换膜的电解池的情况中，组装后，紧固元件可通过在其后安置的对应电极结构上的离子交换膜支撑，并因此提供足够的压向气体扩散型电极的压力，从而也达电连接。

在电解池情况下，该紧固元件可以在面向离子交换膜的电化学池一侧具有与流动方向成一直线的凹槽，当电解池在固紧状态时，凹槽允许电解液在电极室的隔区之间均匀流通。

内流凹口的适当分布，例如从下向上增加凹口数，可避免较下部电极隔区的额外液压负荷。

在本发明特别优越的结构中，用弹性隔板填充窄的电极室，该弹性隔板不仅作为电解液流的隔板湍流发生器，而且还可安装在上述紧固元件上并与其彼此夹紧，从而形成用于气体扩散型电极的加压和密封的又一弹性部件。

在另一实施方案中，气体扩散型电极和膜之间的隔板由铠装线保证，该铠装线垂直穿过各个隔区并且在紧固元件的凹槽中被夹紧。

气体扩散型电极段的固位也可通过 T 形夹紧装置实现，该装置较长的臂终止于夹板的适当部位，该夹板以此种方式插在紧固结构中即使得后者可以从后部被紧固，例如通过置入适当排列的孔中的紧固楔。气体扩散型电极以及还可需要的密封通过用 T 形夹紧装置的短臂与作为低阻抗电流输入的夹紧结构压紧，确保气密和良好的电连接。

电流可以通过已经公知的装置提供给气体扩散型电极。优选的，电流通过气体扩散型电极的夹紧装置输入，该装置依次以低阻抗方式与电解池后侧一起连接到外部电源上，附加的金属栅板结构安装在夹紧装置上，依赖于电解液侧和气侧之间的压差，气体扩散型电极与栅板结构在气侧或电解液侧相接触，并且该栅板结构提供短的电流路径。在气体扩散型电极带有一体化金属栅板的情况下，如果扩散型电极在气体室方向可以由其它简单支柱件支撑，则夹紧装置上的分开的金属栅板结构还可被省略。

电流也可优选通过与电化学半池后面的低阻抗连接提供。

根据本发明电化学半池的优选实施方案，其特征在于，气腔电极

的整个结构被设计成可以从电化学半池例如电解半池中可拆卸的。

本发明的电化学半池基本上可被用于气体扩散型电极直接与液体电解质相接触的所有电化学过程。例如本发明的电化学半池包括下列用途:

电解重铬酸钠; 这时例如使用耗氢阳极; 在阴极上的氢产物可以被耗氧阴极上的氧的还原所代替;

在气体扩散型阴极上通过氧还原而生产过氧化氢;

在碱性燃料电池中使用, 例如用于浓缩氢氧化钠溶液。这时燃料电池可以采用本发明的电化学半池进行操作, 用作氢转化的阳极与用作氧还原的阴极。

市售的用于碱金属卤化物溶液电解的常规隔膜电解池, 只要具有足够深的阴极室, 即可通过使用本发明的电化学半池基本上能转换成用例如耗氧阴极的节能运行。

特别也适用于具有垂直肋结构或具有垂直或水平内结构肋的电池类。

原则上所有公知的气体扩散型电极可用于本发明的电化学半池中, 例如具有一体化金属支撑栅板或电流分布栅板的类型, 或者安装在碳块或其它导电结构中的电极。

本发明电化学半池的又一优选的实施方案公开在从属权利要求中。

将借助附图更详细的说明本发明, 然而该说明并不限制本发明。

图 1 为本发明电化学半池的一种方案图, 该电化学半池包括有汽泡通道作为耗氧阴极, 该图所示为平行于气体扩散型电极表面的截面图。

图 2 为图 1 所示电化学半池沿 B－B'线的截面图。

图 3 为图 1 所示电化学半池沿 C－C'线的截面图。

图 4 为图 1 所示具有附加气体输入的电化学半池方案详图。

图 5 为本发明具有侧向延伸气体收集挡板的电化学半池实例的截面图。

图 6 为本发明具有各个气腔的直接气体输入的电化学半池截面图。

图 7 为图 6 的电化学半池沿 A－A'线的截面图。

图 7a 为图 7 的放大详图。

图 8 为图 6 的电化学半池沿 B－B'线的截面图。

图 9 为图 6 的电化学半池的一种方案的截面图，向气腔的气体输入通过插入式管道进行。

图 10 为图 9 的电化学半池沿 A－A'线的截面图。

实施例

实施例 1

装有耗氧阴极的电化学半池具有下述基本结构（参见图 2）。

电化学半池 1 与另一电化学半池（未示出）通过膜 13 相互分开。将电解液 100（在此情况下为 NaOH 水溶液）通过输入管线 9 加入到电解液分布室 20 中，并且在膜 13 与气体扩散型电极 14 之间通过电解液间隙 15 流到达收集室 5。气体扩散型电极 14 通过低阻抗电连接（未示出）与外部电源相连。

扩散型电极 14 后面的气体室 2 被细分为叠置的气腔 2a、2b、2c 和 2d。且气腔 2a－2d 后面的后部室 3 含有电解液 100，该电解液通过收集室 5 与电解液间隙 15 中的电解液 100 呈压力平衡。

各种实施例相互之间所遵循的基本区别在于气腔 2a－2d 的气体流入和气体流出的特殊结构。

当在最低的气腔 2a 直接输入气体后，过剩的气体通过由浸入管组成的气体流出口 12a 导入到汽泡通道 3a 中，如图 1 所示。汽泡通道 3a 在其顶部开口并因此与后部室 3 的压力补偿电解液 100 相连。气泡通道 3a 的侧壁和顶部是封闭，直到下一个较高的气腔 2b 的开口 7 处。汽泡通道 3a 的后侧或者由电化学半池 1（参见图 2: B－B'截面图）的后壁构成或者由单独的外壁（未示出）构成。后一种结构使例如插入的气腔可以独立安装和拆除。考虑到汽泡通道中的气泡效应，上升的气泡在汽泡通道 3a 上部区域中的电解液在弯月面处分离，该汽泡通道达到气体流出口 12b 的端部，在考虑到在气泡通道 3a 中的气泡效应，将剩余气体排到下一个较高气腔 2b 另一侧。在压力补偿回流液体，在此情况下为参与反应的电解液100中的压力平衡可通过后部结构元件6a－6d 上的孔 19（参见图 3C－C'截面图）来实现。设置于后部室 3 和电解液分布室 20 之间的挡板 18 保证了穿过位于膜 13 和气体扩散型电极 14 之间的电解液间隙 15 的快速流动，在上部收集室 5 中电解液间隙 15 和后部室 3 相互连通以实现压力补偿。

实施例 2

在示于图 1 并且更详细地示于图 4 的特别优选的电化学半池方案中，汽泡通道 3a－3d 没有直接通向各个气腔 2a、2b、2c、2d 的开口，而在汽泡通道 3a－3d 旁，用在区域 22 中仅向下开口的收集气泡的上部区域中的侧面连接件 21。经喷射而破裂的静止气泡从区域 22 穿过孔 23 而进入下一个气腔 2b－2d，如图 4 所示。水平布置的汽泡通道 3a－3d 是任意的，并且仅视各个电化学半池的结构边界条件来确定。在每种情况下，快速流过气腔 2a、2b、2c 和 2d 的决定因素仅为：每个气腔 2a－2d 的气体流入和气体流出口侧面位置，在气体流出的情况下，还可通过在与气体流入相对一侧的内置的将气体导向侧面的气体收集管（未示出）来实现。

在两种情况下，外加的电极气体通过类似的子组件以串级方式从较低气腔 2a－2c 进入下一较高气腔 2b－2d，并达未被消耗电极气体的排放处，例如与电解液一起通过管道 11 被排出。

该变化特别适用于具有垂直布置结构的电解槽。

实施例 3

获得压力补偿的另一可替代方法，其特征在于下列因素：如实施例 1 所述，当最低的气腔 2a 充入气体后，过剩的气体通过相应于图 5 的开口 30a 离开所有侧壁均为封闭的气腔 2a，并且在侧挡板 31a 处收集，该侧挡板本身分别在后侧封闭或与电化学半池的后壁形成气密。过剩的电极气体通过下部开口并且与压力补偿液体相连的侧挡板 31a 冒泡，进入侧挡板 32a，该侧挡板的结构类似于侧挡板 31a。侧挡板 32a 侧向延伸足够的距离以使从侧挡板 31a 上升的气泡更可靠地被捕获。在此收集电极气体并且通过开口 30b 进入下一较高气腔 2b。过剩的气体通过开口 30c 离开气腔 2b，溢流，并且被侧挡板 32b 收集。与实施例 1 所描述的方式相类似，该过程以串级方式重复直至气体离开电化学池。主要特征是侧挡板外的区域和气腔 2a－2d 后面的区域总是充满压力补偿液体。此种结构可以建造特别扁平的电化学半池。

实施例 4

对于特殊用途，例如在有害气体聚集的情况下，这在气腔 2a－2d 的串级布置中，特别是在上部气腔中是无法避免的，则需要直接向各个气腔 2a－2d 中输入新鲜的电极气体。在图 6 的实施方案中，用于气

体流出的浸入管 42a 至 42d 其设计与实施例 1 中相似。然而，与实施例 1 中相反，各个气体流入通道 40a、40b、40c 和 40d 直接伸向各个气腔，并且通过相应的开口，如图 7 中的 A－A'截面图的 41c 所示，而进入气腔 2c。重要的是气体流入通道 40a－40d 在底部开口，并且直接与压力补偿液体（电解液 100）连通。汽泡通道通过分布管 44 充入气体，它通过每一个喷嘴 45 将气体输送到相应的气体流入通道 40a－40d 中。由于与压力补偿液体直接连通，所以各个喷嘴 45 为等压条件，其结果导致均匀输入到相应的汽泡通道中。为了防止电解液 100 回流入喷嘴 45，后者覆盖有钟罩形帽 46（见图 7a 中 A－A'截面图的详图 A）。受控的气泡释放发生在帽 46 较低端部的狭缝 47 处。电极气体流过气腔并离开气腔例如气腔 2c，并在其对面经过浸入管 42c 如图 8 中带压力补偿的 B－B'截面图所示。后部结构元件 6a－6e 中的孔 19 依次保证气泡的自由上升以及所需压力平衡。

实施例 5

本发明的又一方案示于图 9 中：此处气体通过直接插入管 50a、50b、50c 和 50d 被输入到各个气腔 2a－2d 中。在此情况下，为了能够确保均匀地给气腔 2a－2d 供气，每个管 50a－50d 必须根据所属气腔中的压力关系利用输入管道 51 上的节流阀 52a－52d 来调节。然而，调节器可是一次性方式或永久安装方式。如图 10 中的 A－A'截面图所示，按照与前述实施例相同的方式，未消耗的电极气体流过所述气腔 2c 后通过浸液管 42c 离开气腔 2c。在两种情况下，后部结构元件 6a－6e 具有孔以确保气泡自由地输送及压力平衡。

特别是，最后的方案使得特殊的扁平电化学半池结构成为可能。

说 明 书 附 图

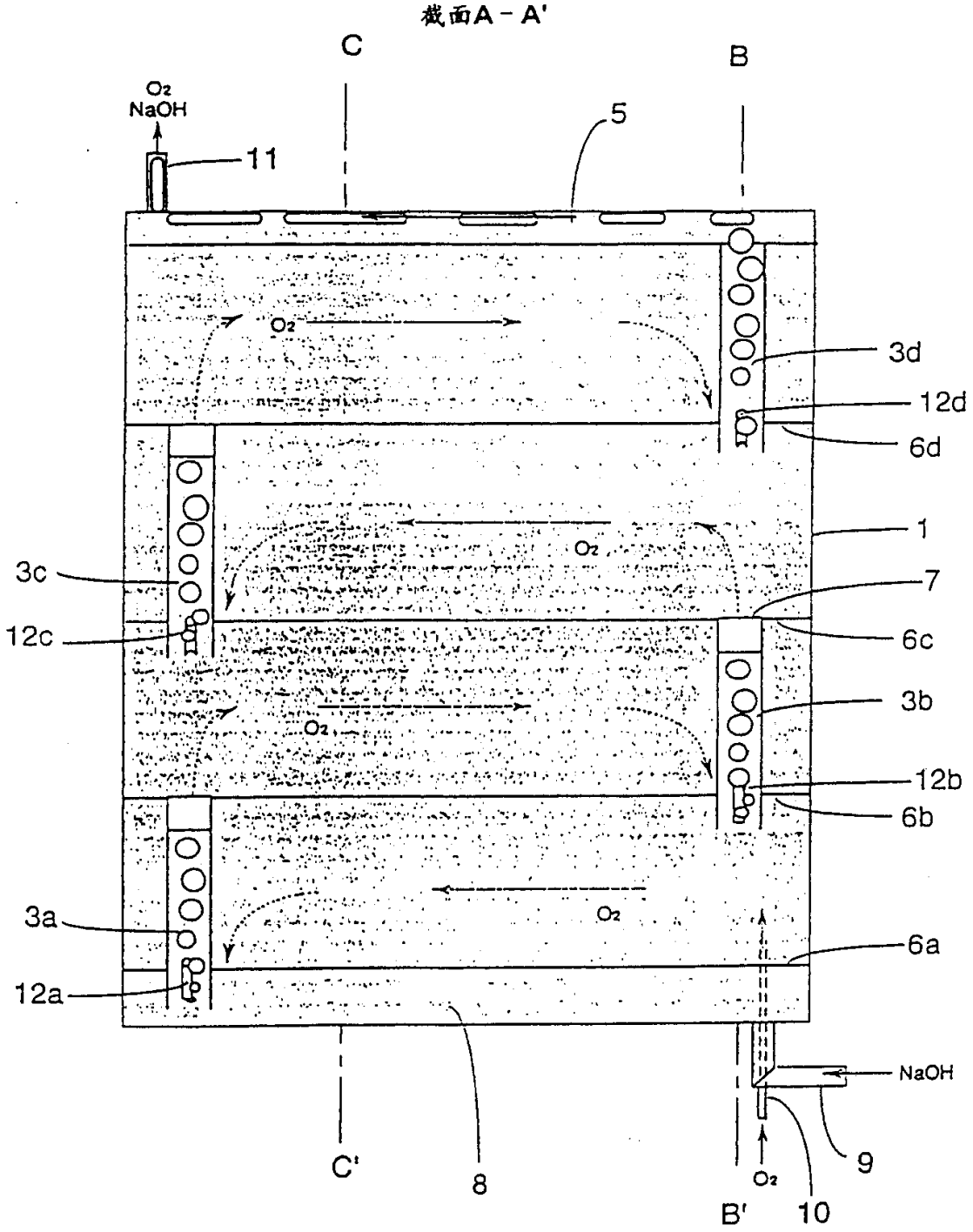

截面A－A'
C
B
O2
NaOH
11
5
O2
3d
12d
6d
1
3c
O2
7
12c
6c
O2
3b
12b
6b
3a
O2
6a
12a
NaOH
C'
8
B'
O2
10
9

图 1

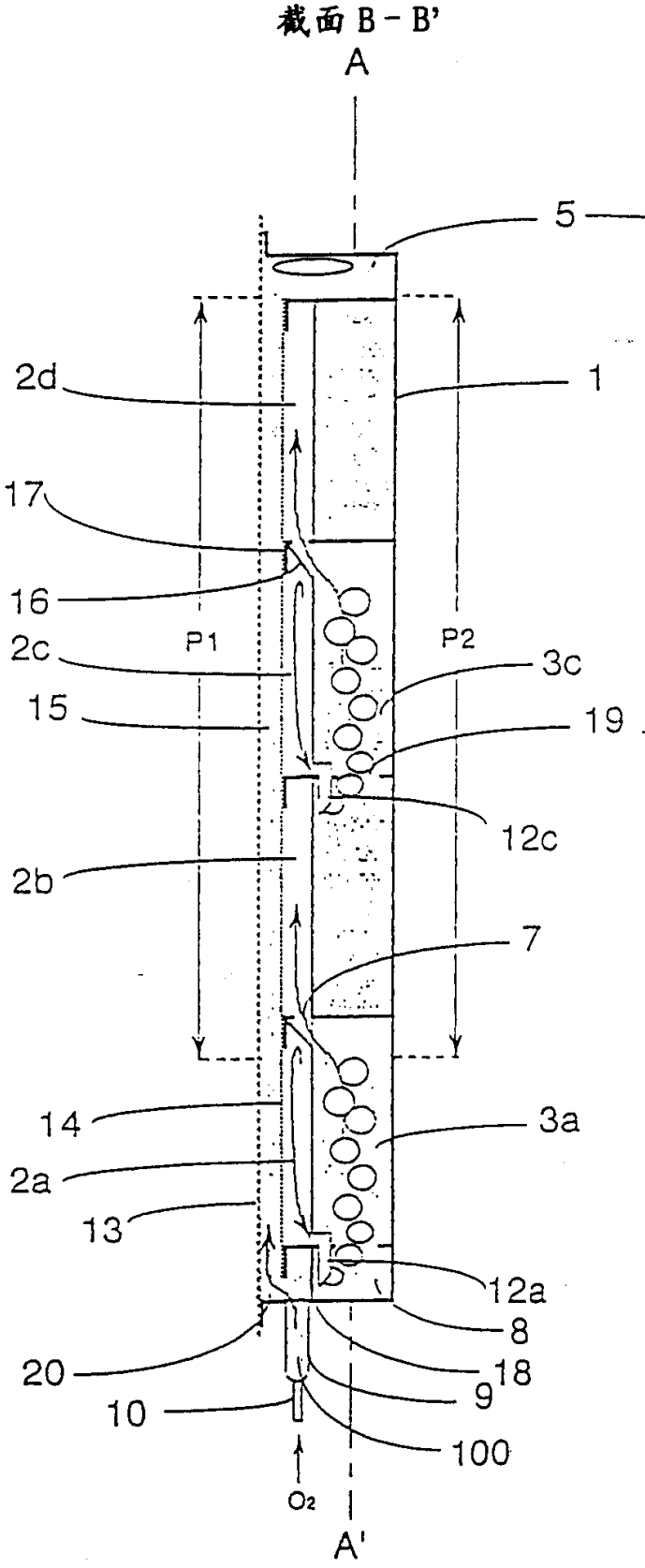

截面 B－B'
A
5
2d
1
17
16
P1
P2
2c
3c
15
19
12c
2b
7
14
3a
2a
13
12a
8
20
18
9
10
100
O2
A'

图 2

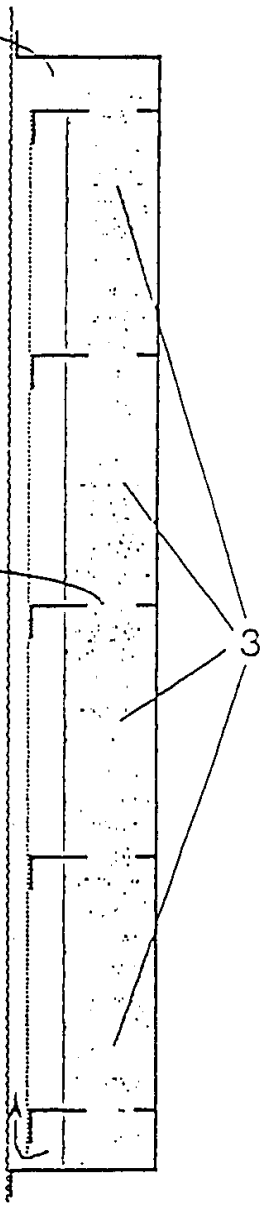

截面 C－C'
3

图 3

Fig. 3

详图 D

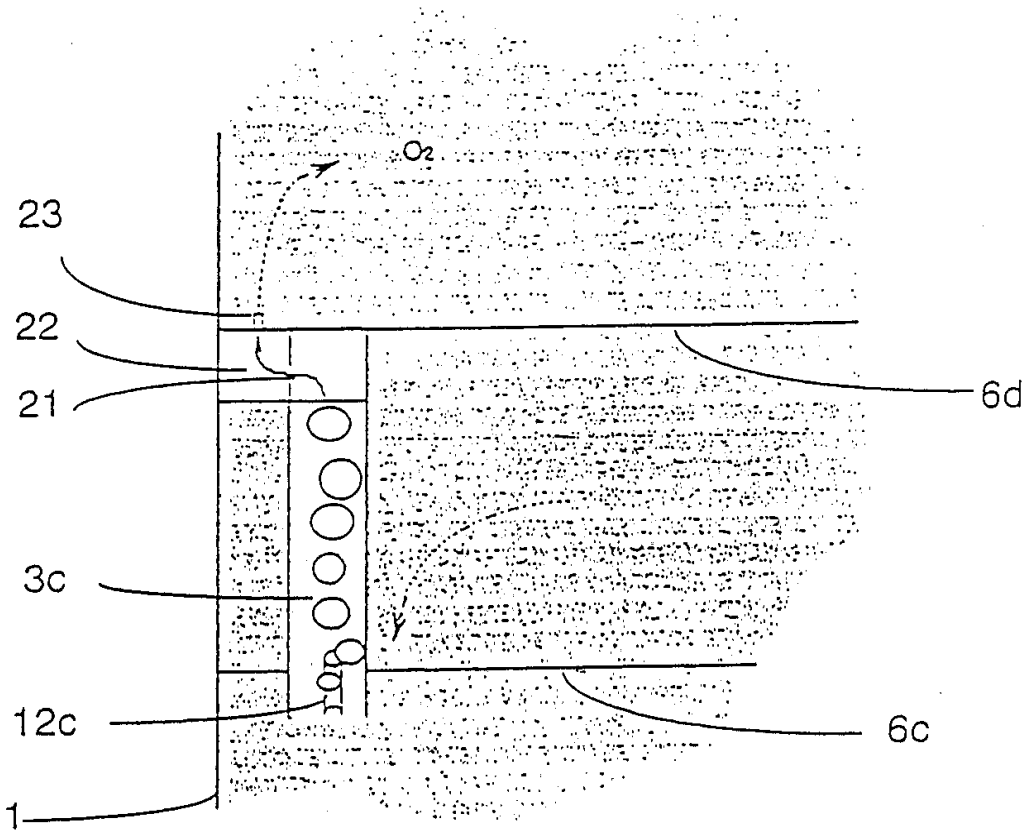


图 4

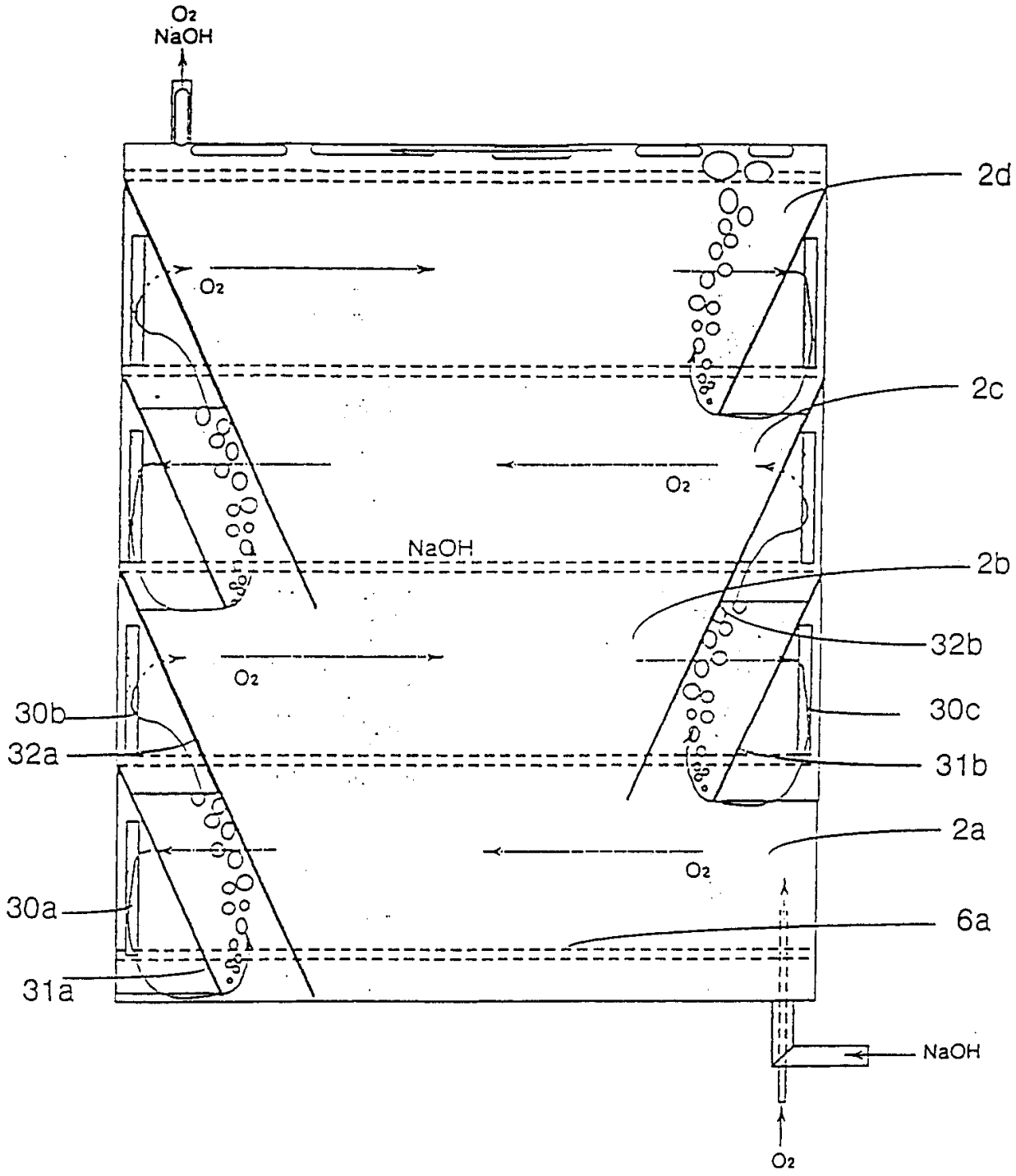

O2
NaOH
2d
O2
2c
O2
NaOH
2b
32b
30b
O2
30c
32a
31b
2a
O2
30a
6a
31a
NaOH
O2

图 5

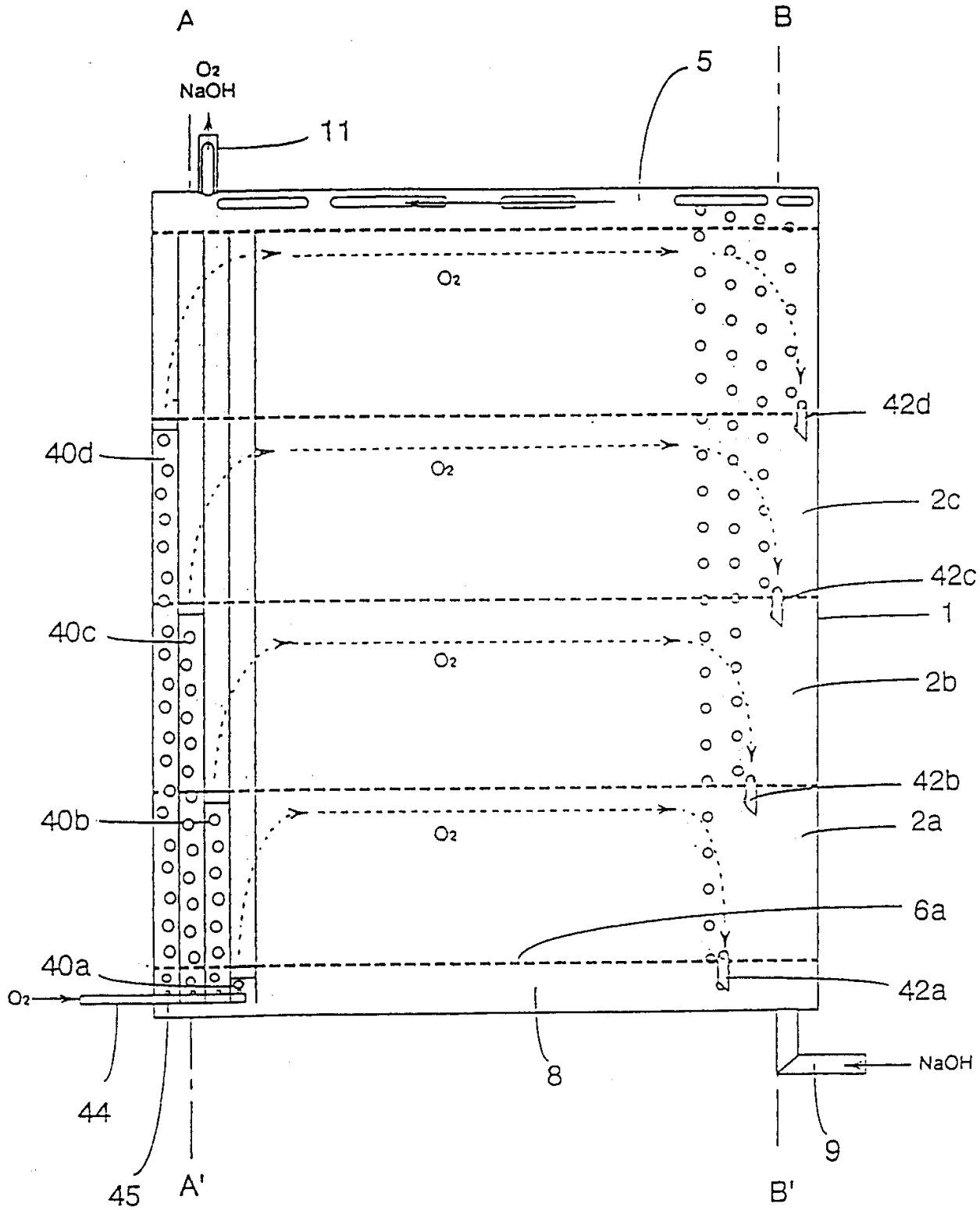

A
B
O2
NaOH
11
5
O2
42d
40d
O2
2c
42c
1
40c
O2
2b
42b
40b
O2
2a
6a
40a
42a
O2
NaOH
44
8
9
45
A'
B'

图 6

截面 A－A'

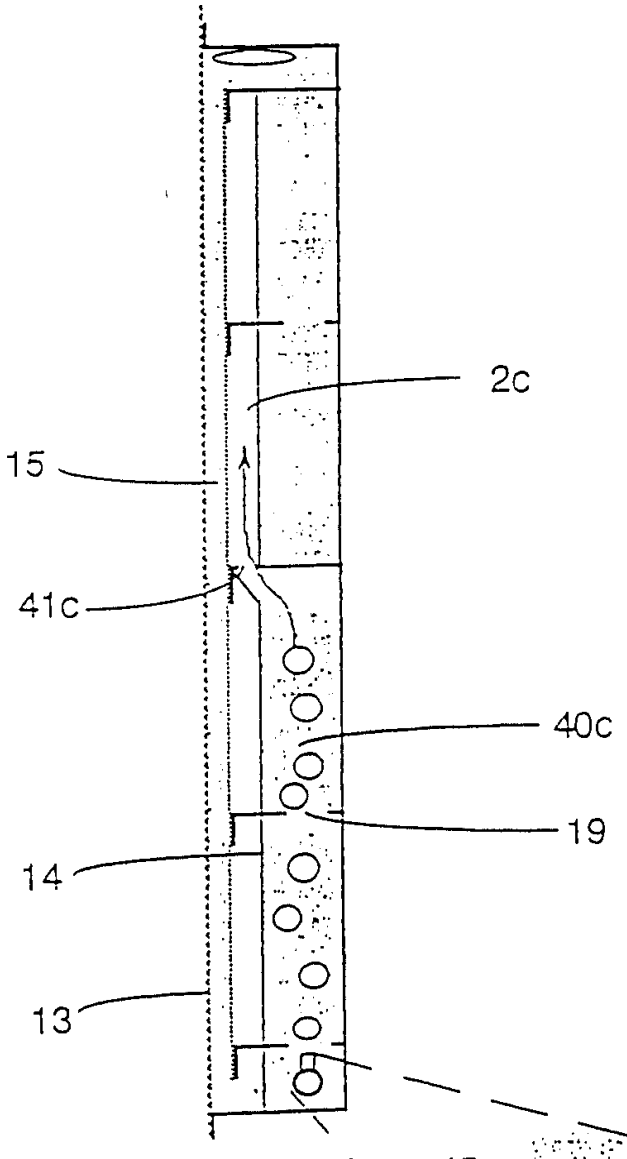


图 7

详图 A

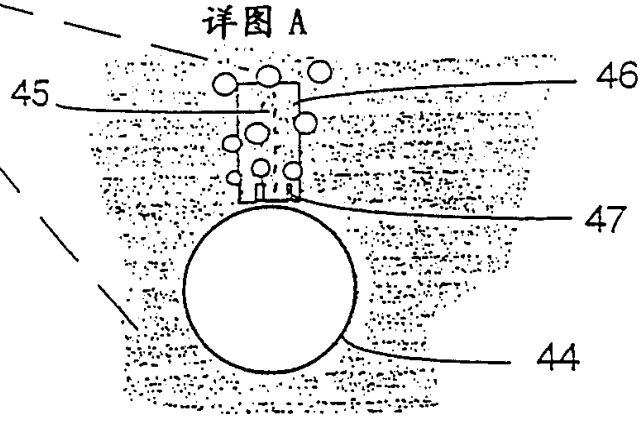


图 7a

截面 B－B'

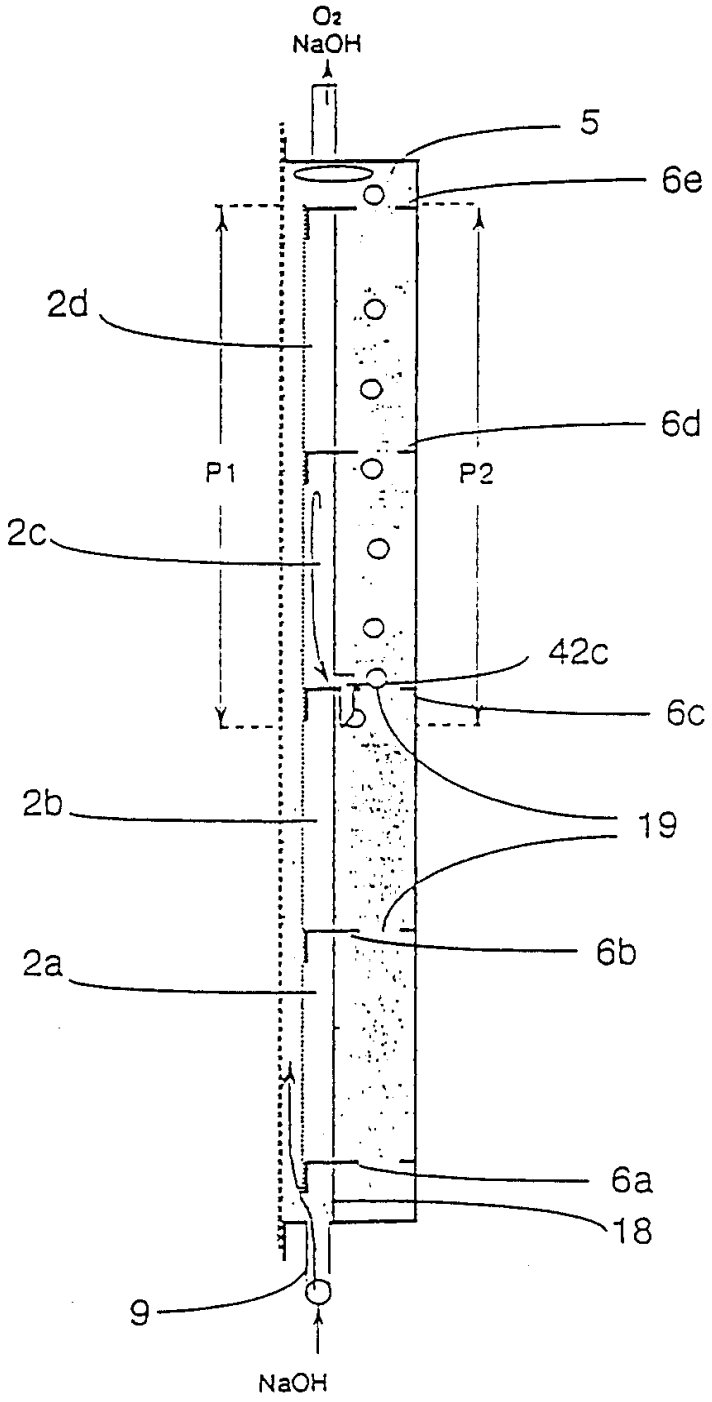


图 8

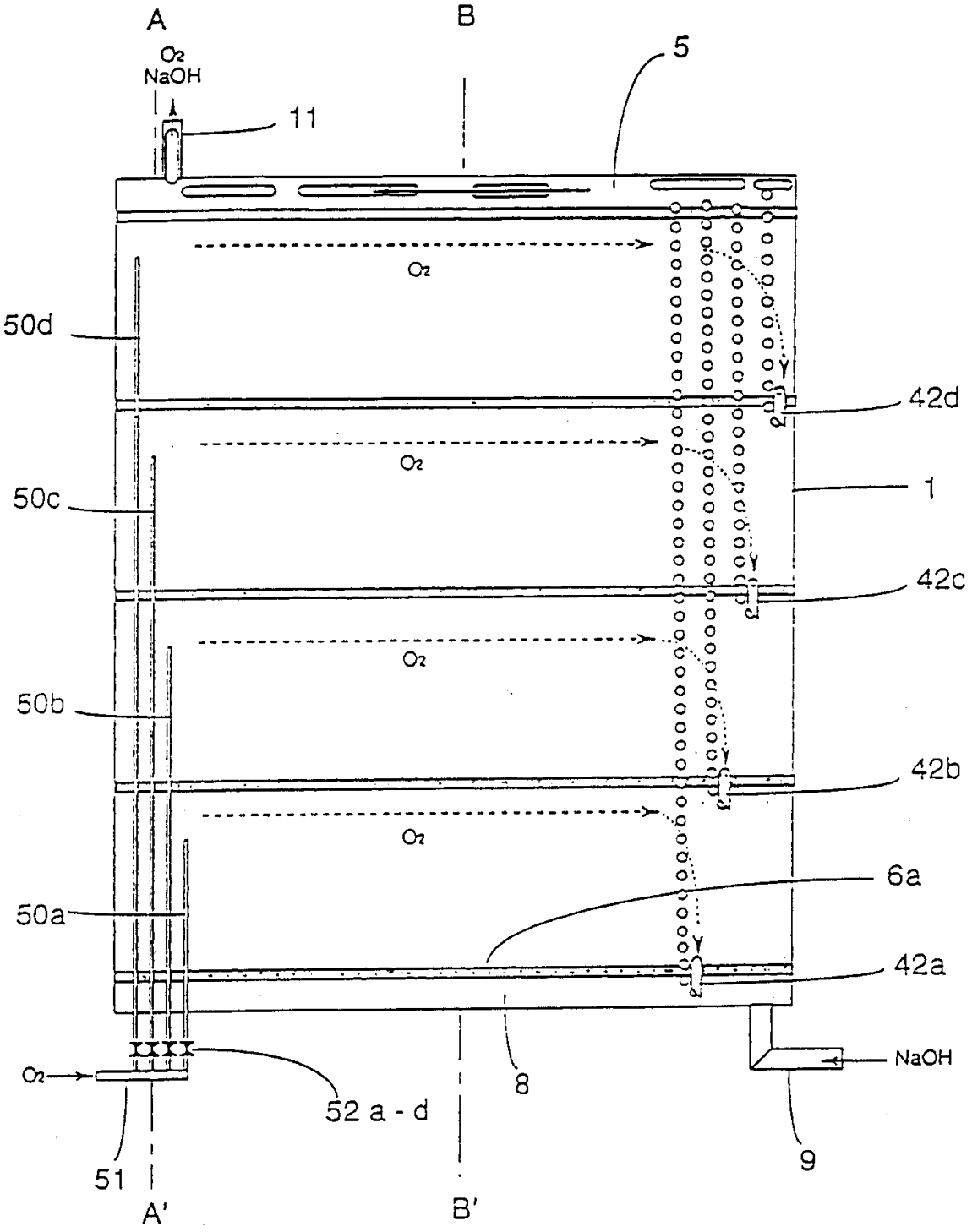

A
B
O2
NaOH
11
5
O2
50d
42d
O2
50c
1
42c
O2
50b
42b
O2
6a
50a
42a
NaOH
O2
52 a - d
8
9
51
A'
B'

图 9

截面 A－A'

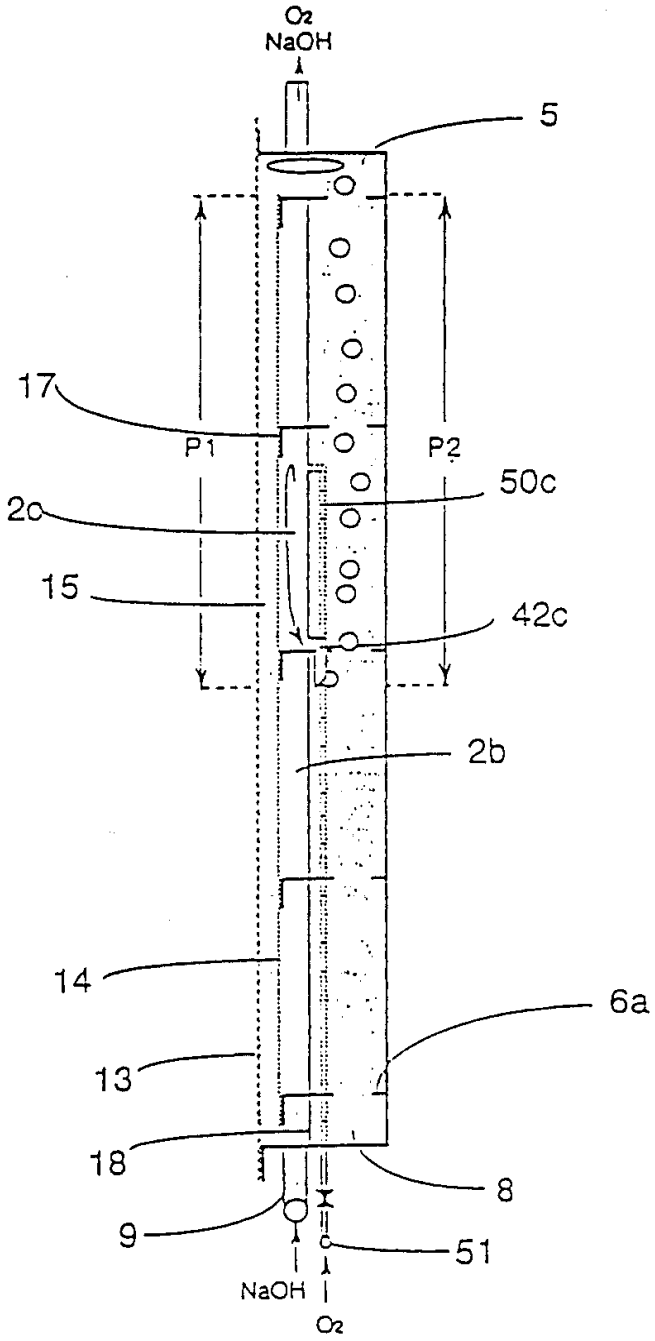


图 10