

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

C25B 9/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98120889.4

[43]公开日 1999 年 4 月 7 日

[11]公开号 CN 1213018A

[22]申请日 98.9.29 [21]申请号 98120889.4

[30]优先权

[32]97.9.30 [33]JP [31]281089/97

[71]申请人 旭硝子株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 木村达人 铃木幹夫 小泽达志

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

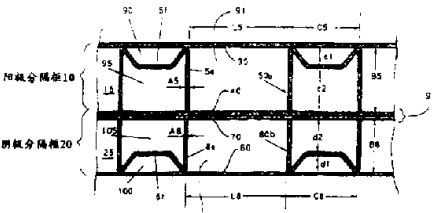
代理人 张政权

权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 双极型离子交换膜电解电池

[57]摘要

双极型离子交换膜电解电池,包括阳极分隔框以及阴极分隔框,其中(a)阳极板和阳极背板间的间隔比阴极板和阴极背板间的间隔大,(b)有多个阳极和/或阴极支撑部件,以及(c)在相邻的阳极/阴极支撑部件间插入与阳极/阴极板基本上平行的阳极/阴极间隔片,以形成分别在阳极/阴极间隔片和阳极/阴极板间以及在阳极/阴极间隔片和阳极/阴极背板间沿竖直方向延伸的两个空间,这两个空间在其上下部分处相互连接而形成电解液的内部循环路径。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种双极型离子交换膜电解电池, 包括阳极分隔框以及阴极分隔框, 阳极分隔框包括基本上相互平行排列且有一间隔的阳极板和阳极背板以及排列在阳极板和阳极背板之间的导电阳极支撑部件, 而阴极分隔框包括基本上相互平行排列且有一间隔的阴极板和阴极背板以及排列在阴极板和阴极背板之间的导电阴极支撑部件, 从而阳极背板和阴极背板背对背地连接而形成双极型电解电池的间壁, 其特征在于

(a) 阳极板和阳极背板之间的间隔比阴极板和阴极背板之间的间隔大,

(b) 排列有多个阳极支撑部件和/或阴极支撑部件, 以及

(c) 在相邻的阳极支撑部件之间插入与阳极板基本上平行的阳极间隔片, 以形成分别在阳极间隔片和阳极板之间以及在阳极间隔片和阳极背板之间沿竖直方向延伸的两个空间, 从而这两个空间在其上下部分处相互连接而形成电解液的内部循环路径, 和/或在相邻的阴极支撑部件之间插入与阴极板基本上平行的阴极间隔片, 以形成分别在阴极间隔片和阴极板之间以及在阴极间隔片和阴极背板之间沿竖直方向延伸的两个空间, 从而这两个空间在其上下部分处相互连接而形成电解液的内部循环路径。

2. 如权利要求 1 所述的双极型离子交换膜电解电池, 其特征在于每个阳极支撑部件的剖面具有一般为 M 的形状, 以形成分别在阳极间隔片和阳极板之间以及在阳极间隔片和阳极背板之间沿竖直方向延伸的两个空间, 从而这两个空间在其上下部分处相互连接而形成电解液的内部循环路径, 每个阴极支撑部件的剖面具有一般为 M 的形状, 以形成分别在阴极间隔片和阴极板之间以及在阴极间隔片和阴极背板之间沿竖直方向延伸的两个空间, 从而这两个空间在其上下部分处相互连接而形成电解液的内部循环路径。

3. 一种使碱金属氯化物的水溶液发生电解的方法, 其特征在于包括利用如权利要求 1 或 2 中所述的双极型离子交换膜而使碱金属氯化物的水溶液发生电解, 以产生氯和碱金属氢氧化物。

4. 如权利要求 3 所述的使碱金属氯化物的水溶液发生电解的方法, 其特征在于电流密度从 1 到 8kA/m^2 。

说明书

双极型离子交换膜电解电池

本发明涉及即使在电流密度高的情况下也能在电解电池中保持均匀的电解浓度分布的双极型离子交换膜电解电池(cell)。

被广泛使用的离子交换膜电解电池是一种过滤挤压型电解电池，其中交替地排列有许多离子交换膜与分隔(compartment)框单元(每个单元包括一阳极分隔框和一阴极分隔框)并通过例如水压机等从两边把它们夹紧。这种类型的电解电池一般被归类为并联型的单极型电解电池(单极型电池)以及串联型的双极型电解电池(双极型电池)，可通过电气连接的不同来区分这两种电池。

如图 1 和 2 所示，在双极型电池的分隔框单元(阳极 + 阴极)中，阳极室 15 和阴极室 25 背对背地排列，构成阳极室 15 的阳极分隔框 10 包括阳极板 30 和与阳极板基本上平行排列且中间有一间隔的阳极背板 40。作为阳极板，通常使用网状或多孔板。例如，把钛、锆或钽制成的网状导电板用作基片，把诸如氧化钛、氧化钨或氧化铌等贵金属的氧化物涂敷在其上。

在阳极板 30 和阳极背板 40 之间排列了由例如钛或钛合金制成的防腐蚀导电阳极支撑部件(肋)50a 以从电气上把这两块板相连并保持它们之间的间隔。例如，阳极支撑部件 50a 可以用板状部件来制成，并可设有多个通孔(未示出)从而电解液可沿图 1 和 2 中的左右方向流动。

提供阴极室 25 的阴极分隔框 20 的结构与阳极分隔框 10 的结构相同，即，它包括网状或多孔阴极板 60、阴极背板 70 和阴极支撑部件 80a。

即，在阴极板 60 和阴极背板 70 之间排列了由例如铁、镍或镍合金制成的防腐蚀导电阳极支撑部件(肋)80a 以从电气上把这两块板相连并保持它们之间的间隔。阳极背板 40 和阴极背板 70 连接成一体以形成一间壁 9。在构成间壁 9 的阳极背板 40 和阴极背板 70 之间可插入诸如包层材料(未示出)等导电的夹层部件，以增加导电率。构成间壁的阳极背板 40 和阴极背板 70 的外围边缘部分都弯曲并通过例如焊接固定于一中空体 7。标号 11 表示离子交换膜，标号 12 表示衬垫。阴极板最好用防碱性的材料制成，诸如用涂敷有诸如 Raney 镍等阴极活性材料的镍或不锈钢导电网状板制成的基片。

在此双极型电池用于诸如氯化钠等碱金属卤化物的电解作用的情况下，从通常设置在阳极室下部的阳极液入口 3 向阳极室提供几乎饱和的氯化钠水溶液作为阳极液。在阳极室中，通过电解作用在阳极板上产生氯气，将从通常设置在阳极室上部的阳极液出口 4 中把氯气及作为电解液的氯化钠水溶液排放出阳极分隔框。

另一方面，在阴极室中，从通常设置在阴极室下部的阴极液入口 5 向阴极室提供水或稀释的氢氧化钠水溶液作为阴极液。在阴极室中，从通常设置在阴极室上部的阴极液出口 6 中把所形成的氢气及氢氧化钠排放出阴极分隔框。

用于此氯化钠电解作用的离子(阳离子)交换膜的作用是让钠离子从阳极室一侧通过到达阴极室一侧并阻止在阴极一侧产生的氢氧根离子移动到阳极室一侧。对氢氧根离子移动的阻止性能越高，则离子交换膜的电流效率越高。

离子交换膜的性能基本上受到(1)阳极室中氯化钠浓度以及(2)阴极室中氢氧化钠浓度的影响，存在最佳浓度。相应地，阳极室中氯化钠的浓度和阴极室中氢氧化钠的浓度最好包层在各自的最佳浓度以把离子交换膜的性能在整个分隔框单元中均匀地增到最大。

然而，在实际操作中，由于电解液从阳极一侧室的下部升高到上部，所以消耗了氯化钠，其浓度变低。另一方面，在阴极一侧形成氢氧化钠，从而氢氧化钠的浓度在阴极室的上部将变高。

目前，为了实现高的生产率，想要以 5 到 6kA/m^2 的高水平电解电流密度来进行操作。然而，电解电流密度越高，则物质的移动速度越快。相应地，阳极一侧上部与下部之间氯化钠的浓度梯度以及阴极一侧下部和上部之间氢氧化钠的浓度梯度有可能变大。如果浓度梯度以此方式变大，则浓度最终将背离离子交换膜的适当操作浓度，从而基本上降低了离子交换膜的性能。

由于电解电池的常规结构(例如，JP-B-6-74513)，所以在分隔框单元中，电解液基本上没有沿上或下方向循环流动，由于电解电流密度的增加，使电解液在竖直方向的浓度梯度变大，如上所述，这将最终导致实际上不能再进行操作的情况。

为了解决这个问题，为了促进分隔框单元中的内部循环，如果专利 2581685 和 JP-A-58-217684 提出在背板和其剖面具有不规则四边形或三角形形状的导电肋之间形成一空间，从而此空间被用作下流动内部循环路径，或 JP-A-4-289186

提出在分隔框中沿竖直方向设置圆柱形内部循环管道，从而循环管道起到内部循环路径的作用。然而，通过本发明的发明人的研究发现，虽然这种结构一定能形成内部循环流动，但在本发明所计划的高电解电流浓度下，仍旧不足以也基本上不能减小浓度梯度。

本发明的一个目的是提供一种电解电池，它通过促进电解液的内部循环而使阳极室和/或阴极室中的电解液浓度在整个电解表面上保持均匀，从而即使对于高电解电流密度下的操作，在经过很长时间后也能使离子交换膜的性能保持在水水平。

尤其是，本发明的一个目的是提供一种双极型电池，即使在至少 5kA/m^2 或甚至 8kA/m^2 的高水平电解电流浓度下，该电池也可在稳定地状态下进行操作，从而可实现高的电流效率和低的电池电压。

本发明提供了：

双极型离子交换膜电解电池，它包括阳极分隔框以及阴极分隔框，阳极分隔框包括基本上相互平行排列且有一间隔的阳极板和阳极背板以及排列在阳极板和阳极背板之间的导电阳极支撑部件，而阴极分隔框包括基本上相互平行排列且有一间隔的阴极板和阴极背板以及排列在阴极板和阴极背板之间的导电阴极支撑部件，从而阳极背板和阴极背板背对背地连接而形成双极型电解电池的间壁，其中

(a) 阳极板和阳极背板之间的间隔比阴极板和阴极背板之间的间隔大，

(b) 排列有多个阳极支撑部件和/或阴极支撑部件，以及

(c) 在相邻的阳极支撑部件之间插入与阳极板基本上平行的阳极间隔片，以形成分别在阳极间隔片和阳极板之间以及在阳极间隔片和阳极背板之间沿竖直方向延伸的两个空间，从而这两个空间在其上下部分处相互连接而形成电解液的内部循环路径，和/或在相邻的阴极支撑部件之间插入与阴极板基本上平行的阴极间隔片，以形成分别在阴极间隔片和阴极板之间以及在阴极间隔片和阴极背板之间沿竖直方向延伸的两个空间，从而这两个空间在其上下部分处相互连接而形成电解液的内部循环路径。

现在，将参考附图来描述本发明，其中：

图 1 是从阴极分隔框观察到的本发明双极型电池的分隔框单元的正视图。

图 2 是示出沿 A-A 线所取的剖面以及离子交换膜和衬垫的图。

图 3 是双极型电池的局部剖面图。

图 4 是本发明双极型电池的局部剖面图。

图 5 是本发明双极型电池的局部剖面图。

图 6 是本发明双极型电池的局部剖面图。

图 7 是本发明双极型电池的局部剖面图。

图 8 是本发明双极型电池的局部剖面图。

图 3 示出本发明的一个较佳实施例。该实施例与图 2 所示的图基本上相同，它是一种双极型电池，包括阳极分隔框 10 以及阴极分隔框 20，阳极分隔框 10 包括基本上相互平行排列且有一间隔的阳极板 30 和阳极背板 40 以及排列在阳极板 30 和阳极背板 40 之间的导电阳极支撑部件 50b，而阴极分隔框 20 包括基本上相互平行排列且有一间隔的阴极板 60 和阴极背板 70 以及排列在阴极板 60 和阴极背板 70 之间的导电阴极支撑部件 80b，从而阳极背板 40 和阴极背板 70 背对背地连接而形成双极型电解电池的间壁 9，但该实施例的特征是阳极板 30 和阳极背板 40 之间的间隔 B5 比阴极板 60 和阴极背板 70 之间的间隔 B8 大。

排列有多个支撑部件(肋)50b 或 80b。

阳极支撑部件或阴极支撑部件的形状不受特别限制，它可以是图 2 所示的板状(50a， 80a)。然而，较佳的形状是图 3 所示基本上为 M 的剖面(50b， 80b)形状。

首先，将描述阳极支撑部件 50b。阳极支撑部件是类似于图 1 所示阴极支撑部件(80a)的细长形，它从阳极分隔框的下侧部分 1 延伸到阳极分隔框的上侧部分 2。支撑部件 50b 的剖面最好具有基本上为 M 的形状，且部件 50b 最好包括沿垂直方向从阳极背板 40 延伸到阳极板 30 的侧壁部分 5e 以及向内凹进从而在它和阳极板 30 之间形成一空间(其中气泡和电解液上升)的面对阳极板的部分 5f。由 c1 来表示从 5f 到阳极板的距离，由 c2 来表示从 5f 到阳极背板的距离。此外，由阳极背板 40、两个侧壁 5e 和面对阳极板的部分 5f 所限定的阳极支撑部件内的空间 95 构成电解液下降的空间。在侧壁 5e 和面对阳极板的部分 5f 的上端部分处形成通孔或凹口，从而上升到空间 90 和 91 的部分电解液将流入阳极支撑部件内的空间 95。此外，在侧壁 5e 和面对阳极板的部分 5f 的下端部分处形成通孔或凹口，从而它们起到通过其使空间 95 中下降的电解液再被排出到空间 90 和 91 中的开口的作用。于是，在阳极支撑部件 50b 和阳极背板 40 之间形成的空间 95 的上下

部分连到空间 90 和 91 以形成阳极液的内部循环路径。

阳极支撑部件可用诸如钛或钛合金等与阳极相同的导电材料来制成，该部件通过冷轧成形而一体成形并通过例如点焊等固定于阳极背板和阳极板。此外，为了保证分隔框的机械硬度，把阳极支撑部件 50b 焊接到阳极分隔框的上侧部分 2 和下侧部分 1。

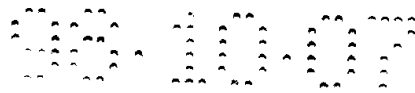
阳极支撑部件的横向宽度(图 3 中的 C5)从 30 到 100mm，最好是从 50 到 70mm。而阳极支撑部件的纵向宽度(相应于阳极板 30 和阳极背板 40 之间的间隔)B5 从 30 到 40mm，最好是从 32 到 38mm，把它设计成宽于阴极支撑部件的纵向宽度 B8(相应于阴极板 60 和阴极背板 70 之间的间隔)。纵向宽度之差(B5-B8)从 2 到 10mm，最好从 4 到 7mm。提供如此差值的原因如下。

即，在排列有包括阳极分隔框(包括基本上相互平行排列且有一间隔的阳极板和阳极背板以及排列在阳极板和阳极背板之间的导电阳极支撑部件)和阴极分隔框(包括基本上相互平行排列且有一间隔的阴极板和阴极背板以及排列在阴极板和阴极背板之间的导电阴极支撑部件)从而阳极背板和阴极背板背对背地连接而形成双极型电解电池的隔壁的多个分隔框单元的双极型电池中，如果在高的电流密度下运行电解电池，则流入腔室的电解液可能被加热到 90 °C 或更高。另一方面，构成阳极分隔框和阴极分隔框的部分的材料通常是不同的。相应地，由于各部分之间热扩散系数和弹性模量的不同，使得包括阳极分隔框和阴极分隔框的分隔框单元将偏移，腔室单元将向阴极一侧凸出而形成弓形。如果腔室单元的这种偏移很大，则离子交换膜将在相对的阳极板和阴极板之间急剧收缩而破碎，在极端情况下，不得不停止电解电池的操作。

为了防止这种麻烦，想要增加与插入其间的离子交换膜相对的阳极板和阴极板之间的距离。然而，这种尝试将带来电池电压的增加，这是不想要的。有鉴于此，在本发明中，使阳极支撑部件的纵向宽度 B5 大于阴极支撑部件的纵向宽度 B8，从而使双金属片的有效工作而引起的偏心力矩和不平衡力矩相互抵消，从而抑制偏移程度。

由以上所述的结构，可进一步缩短阳极板和阴极板之间的距离并可获得电池电压低的双极型电池。

此外，在本发明中，相邻阳极支撑部件之间的距离 L5 从 50 到 200mm，最好是从 100 到 150mm。类似于图 1 所示的阴极支撑部件 80a，多个阳极支撑部件



50b 以此距离相互平行地排列以覆盖电解作用区。

另一方面，阴极支撑部件(肋)80b 也是类似于图 1 所示阳极支撑部件的细长形，它从阴极分隔框的下侧部分 1 延伸到阴极分隔框的上侧部分 2。支撑部件 80b 的剖面最好具有基本上为 M 的形状，且部件 80b 最好包括沿垂直方向从阴极背板 70 延伸到阴极板 60 的侧壁部分 8e 以及向内凹进而在它和阴极板之间形成一空间 100 从而在该空间中气泡和电解液上升的面对阴极板的部分 8f。由 d1 来表示从 8f 到阴极板的距离，由 d2 来表示从 8f 到阴极背板的距离。此外，由阴极背板 70、两个侧壁 8e 和面对阴极板的部分 8f 所限定的阴极支撑部件内的空间 105 构成电解液下降的空间。在侧壁 8e 和面对阴极板的部分 8f 的上端部分处形成通孔或凹口，从而与气泡一起上升到空间 100 的部分电解液将流入阴极支撑部件内的空间 105。此外，在侧壁 8e 和面对阴极板的部分 8f 的下端部分处形成通孔或凹口，从而它们起到通过其使空间 105 中下降的电解液再被排出到空间 100 和 101 中的开口的作用。于是，在阴极支撑部件 80b 和阴极背板之间形成的空间 105 的上下部分连到空间 100 和 101 以形成阴极液的内部循环路径。

阴极支撑部件可用诸如镍或镍合金(包括不锈钢材料)等与阴极相同的导电材料来制成，该部件通过例如轧制成形而一体成形并通过例如点焊等固定于阴极背板和阴极板。此外，为了保证分隔框的机械硬度，如图 1 所示，把阴极支撑部件焊接到阴极分隔框的上侧部分 2 和下侧部分 1。

阴极支撑部件的横向宽度(图 3 中的 C8)从 30 到 100mm，最好是从 50 到 70mm，它最好与阳极支撑部件的横向宽度 C5 相同。而阴极支撑部件的纵向宽度(相应于阴极板 60 和阴极背板 70 之间的间隔)B8 从 25 到 35mm，如上所述，它比阳极支撑部件的纵向宽度 B5(相应于阳极板 30 和阳极背板 40 之间的间隔)窄。

此外，相邻阴极支撑部件之间的距离 L8 从 50 到 200mm，最好是从 100 到 150mm。如图 1 所示，多个阴极支撑部件以此距离相互平行地排列以覆盖电解作用区。

在本发明中，在如上所述的双极型电池中，如图 4 所示，在相邻的阳极支撑部件之间插入与阳极板基本上平行的阳极间隔片 55 以形成两个空间 110 和 120，这两个空间分别在阳极间隔片 55 和阳极板 30 以及在阳极间隔片 55 和阳极背板 40 之间沿竖直方向延伸，从而这两个空间在其上下部分处相互连接以形成电解液的内部循环路径。

作为阳极间隔片 55 的材料，使用防腐蚀的钛或钛合金。

阳极间隔片 55 最好延伸到其两端与相邻阳极支撑部件的侧壁 5e 接触，且通过例如焊接把阳极间隔片 55 局部固定于侧壁。

为了有效地形成电解液的内部循环路径，阳极间隔片 55 与阳极板 30 之间的距离 $g1$ 对阳极间隔片 55 与阳极背板 40 之间的距离 $g2$ 的比值即 $g1:g2$ 最好从 1:2 到 1:5，更好是从 1:3 到 1:4。

类似于阳极支撑部件，阳极间隔片 55 沿竖直方向从阳极室的下侧部分延伸到其上侧部分，间隔片 55 的上端和下端位于分别与图 1 所示分隔框上侧部分 2 和分隔框的下侧部分 1 距离 10 到 100mm 最好是 30 到 60mm 的位置。即，阳极间隔片 55 的上端在它和阳极分隔框的上侧部分之间形成上开口，间隔片 55 的下端在它和阳极分隔框的下侧部分之间形成下开口。在空间 110 中与气泡一起上升的部分电解液将通过上开口流入空间 120 然后在空间 120 中下降。然后，电解液通过阳极间隔片 55 的下开口并将再次流入空间 110。如上所述，由上和下开口使两个空间 110 和 120 相互连接，以形成电解液的内部循环路径。

为了有效地实行内部循环，如上所述设定阳极间隔片 55 与阳极板 30 之间的距离 $g1$ 对阳极间隔片 55 与阳极背板 40 之间的距离 $g2$ 的比值。为了在电解电池的操作期间保持该比值，最好如图 4 所示，通过焊接、旋拧或类似方法把加固部件 51 和 52 装到阳极间隔片 55。在此情况下，可通过诸如焊接等方法把加固部件的其它端子分别固定于阳极板 30 和阳极背板 40，或者它们不必如此固定。这些加固部件 51 和 52 的另一个功能是把电解电池操作期间来自阴极一侧的压力而引起的阳极板 30 的变形减到最少，从而可防止在操作期间使阳极板 30 和阴极板 60 之间的距离变宽。

加固部件 51 和 52 将基本上加强阳极间隔片的机械强度，因此，不特别限制部件 51 和 52 的形状。例如，从图 4 很明显，它们可以是沿阳极分隔框的上下方向延伸的板的形式。在此情况下，为了保证电解液在同一图的左右方向即在空间 110 和 120 内部自由循环，它们最好是形成有多个通孔或凹口。或者，它们可以是沿分隔框的上下方向背对背地装到阳极间隔片 55 的阴极板一侧和阳极背板一侧上的多个圆柱形垫片。即，它们可以是任何形状，只要能保证电解液在空间 110 和 120 内部自由循环。加固部件 51 和 52 的材料可以是导电或不导电的防腐蚀钛或钛合金，或者可使用例如聚四氟乙烯(PTFE)。

如图 5 所示，在本发明另一个实施例中，在相邻的阴极支撑部件之间插入与阴极板基本上平行的阴极间隔片 85 以形成两个空间 130 和 140，这两个空间分别在阴极间隔片 85 和阴极板 60 以及在阴极间隔片 85 和阴极背板 70 之间沿竖直方向延伸，从而这两个空间在其上下部分处相互连接以形成电解液的内部循环路径。

阴极间隔片 85 的材料可以是例如防腐蚀的镍或镍合金(包括不锈钢)。

阴极间隔片 85 最好延伸到其两端与相邻阴极支撑部件的侧壁 8e 接触，且通过例如焊接把阴极间隔片 85 局部固定于侧壁。

为了有效地形成电解液的内部循环路径，阴极间隔片 85 与阴极板 60 之间的距离 h_1 对阴极间隔片 85 与阴极背板 70 之间的距离 h_2 的比值即 $h_1:h_2$ 最好从 1:2 到 1:5，更好是从 1:3 到 1:4。

类似于阴极支撑部件，阴极间隔片 85 沿竖直方向从阴极室的下侧部分延伸到其上侧部分，间隔片 85 的上端和下端位于分别与图 1 所示分隔框上侧部分 2 和分隔框的下侧部分 1 距离 10 到 100mm 最好是 30 到 60mm 的位置。即，阴极间隔片 85 的上端在它和阴极分隔框的上侧部分之间形成上开口，间隔片 85 的下端在它和阴极分隔框的下侧部分之间形成下开口。在空间 130 中与气泡一起上升的部分电解液将通过上开口流入空间 140 然后在空间 140 中下降。然后，电解液通过阴极间隔片 85 的下开口并将再次流入空间 130。如上所述，由上和下开口使两个空间 130 和 140 相互连接，以形成电解液的内部循环路径。

为了有效地实行内部循环，如上所述设定阴极间隔片 85 与阴极板 60 之间的距离 h_1 对阴极间隔片 85 与阴极背板 70 之间的距离 h_2 的比值。为了在电解电池的操作期间保持该比值，最好如图 4 所示，通过焊接、旋拧或类似方法把加固部件 81 和 82 装到阴极间隔片 85。在此情况下，可通过诸如焊接等方法把加固部件的其它端子分别固定于阴极板 60 和阴极背板 70，或者它们不必如此固定。

加固部件 81 和 82 将基本上加强阴极间隔片的机械强度，因此，不特别限制部件 81 和 82 的形状。例如，从图 5 很明显，它们可以是沿阴极分隔框的上下方向延伸的板的形式。在此情况下，为了保证电解液在同一图的左右方向即在空间 130 和 140 内部自由循环，它们最好是形成有多个通孔或凹口。或者，它们可以是沿分隔框的上下方向背对背地装到阴极间隔片 85 的阳极板一侧和阴极背板一侧上的多个圆柱形垫片。即，它们可以是任何形状，只要能保证电解液在空间 130

和 140 内部自由循环。加固部件 81 和 82 的材料可以是导电或不导电的防腐蚀镍或镍合金包括不锈钢，或者可使用例如 PTFE。

如图 6 所示，在本发明的再一个实施例中，在相邻的阳极支撑部件之间插入与阳极板基本上平行的阳极间隔片 55 以形成两个空间 110 和 120，在相邻的阴极支撑部件之间插入与阴极板基本上平行的阴极间隔片 85 以形成两个空间 130 和 140，从而各对空间在其上下部分相互连接以形成内部循环路径，从而基本上增加了阳极液和阴极液的内部循环，使得有可能减少了电池电压。

在本发明中，阳极支撑部件或阴极支撑部件不限于具有一般为 M 形状的部件。

例如，图 7 示出使用剖面一般为 H 形状的阳极支撑部件 50c 和阴极支撑部件 80c 的一个实施例，图 8 示出使用剖面一般为不等边四边形的阳极支撑部件 50c 和阴极支撑部件 80c 的一个实施例。如图 6 所示，在每个实施例中，在相邻的阳极支撑部件之间插入与阳极板基本上平行的阳极间隔片 55 以形成两个空间，在相邻的阴极支撑部件之间插入与阴极板基本上平行的阴极间隔片 85 以形成两个空间，从而各对空间在其上下部分相互连接而形成内部循环路径。

通过采用如上所述的结构，本发明可基本上增加电解液的内部循环，即使在高的电流密度下也可保持均匀的电解液浓度分布，从而可减少电池电压。

现在，将参考示例来进一步详细地描述本发明。然而，应理解本发明不限于这些特殊的例子。

例 1

使用设有本发明的阳极间隔片的双极型电池来进行氯化钠的电解作用，从而测量阳极室中 NaCl 浓度的分布。每个分隔框中电极板的尺寸为宽度是 2,400mm，高度是 1,200mm。对于阳极板，使用由 Permelek Electrode Co., Ltd. 制造的 Ti 板厚度为 1.7mm 的扩张网型 DSE，对于阴极板，把板的厚度为 1.2mm 的镍扩张网用作基片。阴极基片涂敷有活性 Raney 镍。作为阳极背板，使用厚度为 1.2mm 的钛板，作为阴极背板，使用厚度为 1.2mm 的镍板。

对于阳极支撑部件(阳极肋)，使用如图 3 和 4 所示由钛制成且剖面形成 M 形的那些部件。以与图 1 所示阴极支撑部件相同的方式，以 C5=60mm、B5=35mm、c1(5f 和阳极板 30 之间的距离)=10mm、A5=1.5mm 以及 L5=140mm 的尺寸排列十二个阳极支撑部件，并通过焊接使它们固定于阳极板和阳极背板。

对于阴极支撑部件(阴极肋),使用如图 3 和 4 所示由镍制成且剖面形成 M 形的那些部件。如图 1 所示,以 $C8=60\text{mm}$ 、 $B8=30\text{mm}$ 、 $d1(8f \text{ 和 阴极板 } 60 \text{ 之间的距离})=10\text{mm}$ 、 $A8=1.5\text{mm}$ 以及 $L8=140\text{mm}$ 的尺寸排列十二个阳极支撑部件,并通过焊接使它们固定于阴极板和阴极背板。即, $B5-B8=5\text{mm}$ 。

如图 4 所示,作为阳极间隔片,在相邻的阳极支撑部件之间离开阳极板 $9\text{mm}(g1=9\text{mm})$ 的位置处插入厚度为 0.8mm 的钛板,并通过焊接把它固定于阳极支撑部件。通过焊接把此阳极间隔片进一步固定于 0.8mm 的钛板制成的加固部件 (51,52),阳极间隔片的末端边缘焊接到阳极板和阳极背板。所安装的阳极间隔片的数目为 11 片。每个阳极间隔片与阳极背板的距离 ($g2$) 为 $25.2\text{mm}(g1+g2=34.2\text{mm})$ 。

通过插入衬垫而交替排列四个分隔框单元并用铁等制成的夹紧装置从两边夹紧,每个单元包括这种阳极分隔框和阴极分隔框以及离子交换膜。作为阳离子交换膜,使用 Fremion 膜 F-893(商标名称,由 Asahi Glass Co., Ltd.制造)。

从位于分隔框下部的阳极液入口把 300g/l 的氯化钠水溶液提供给阳极室,从出口处的 NaCl 浓度变为大约 210g/l ,从位于分隔框下部的阴极液入口把稀释的氢氧化钠水溶液提供给阴极室,从而出口处的氢氧化钠水溶液的浓度变为 $32\text{wt}\%$ 。

在 1 到 6kA/m^2 范围内的电流密度下进行电解作用的测试。对于阳极分隔框内的 NaCl 浓度,在几个阳极支撑部件的上端部分、中心部分和下端部分这三个点以及在阳极支撑部件之间几个位置的三个点处,对这些部分处的电解液进行直接采样,对其进行浓度分析,获得最高浓度部分和最低浓度部分之间的 NaCl 浓度差(g/l)或氢氧化钠浓度差($\%$)。在表 1 中示出结果。

表 1

电流密度 (kA/m^2)	电解作用的温度 ($^{\circ}\text{C}$)	NaCl 的浓度差(g/l)	
		阳极支撑部件上	阳极支撑部件之间
1	70	2	2
2	78	2	3
4	85	5	6
5	88	6	7
6	90	5	7

从表 1 很明显，即使在 kA/m^2 的高电流密度下，也可把 NaCl 的浓度分布控制在不高于 10g/l 的水平。此外， 6 kA/m^2 下每个单元的电池电压为 3.37V 。

例 2

除了阳极间隔片以外，以与例 1 相同的方式进行电解作用，如图 4 所示，在相邻的阳极支撑部件之间离开阳极板 $6\text{mm}(g_1=6\text{mm})$ 的位置处插入厚度为 0.8mm 的钛板(离开阳极背板的距离(g_2)为 28.2mm)，测量 NaCl 的浓度。在表 2 中示出结果。此外，在 6 kA/m^2 的电流密度下每个单元的电池电压为 3.38V 。

表 2

电 流 密 度 (kA/m^2)	电解作用的温度 ($^{\circ}\text{C}$)	NaCl 的浓度差(g/l)	
		阳极支撑部件上	阳极支撑部件之间
1	70	2	2
2	78	3	3
4	85	6	4
5	88	9	6
6	90	10	6

例 3

除了阳极间隔片以外，以与例 1 相同的方式进行电解作用，如图 4 所示，在相邻的阳极支撑部件之间离开阳极板 $12\text{mm}(g_1=12\text{mm})$ 的位置处插入厚度为 0.8 mm 的钛板(离开阳极背板的距离(g_2)为 22.2mm)，测量 NaCl 的浓度。在表 3 中示出结果。此外，在 6 kA/m^2 的电流密度下每个单元的电池电压为 3.38V 。

表 3

电 流 密 度 (kA/m^2)	电解作用的温度 ($^{\circ}\text{C}$)	NaCl 的浓度差(g/l)	
		阳极支撑部件上	阳极支撑部件之间
1	70	2	3
2	78	3	4
4	85	5	7
5	88	5	10
6	90	7	10

例 4

除了阴极间隔片以外，以与例 1 相同的方式进行电解作用，如图 4 所示，在相邻的阴极支撑部件之间离开阴极板 9mm($h_1=9\text{mm}$)的位置处插入厚度为 0.8mm 的镍板(离开阴极背板的距离(h_2)为 20.2mm)，测量氢氧化钠的浓度。在表 4 中示出结果。此外，在 6 kA/m^2 的电流密度下每个单元的电池电压为 3.33V。

表 4

电流密度 (kA/m^2)	电解作用的温度 ($^{\circ}\text{C}$)	氢氧化钠的浓度差(%)	
		阴极支撑部件上	阴极支撑部件之间
1	70	0.11	0.10
2	78	0.10	0.13
4	85	0.13	0.17
5	88	0.13	0.18
6	90	0.13	0.21

比较例子 1

除了在例 1 中不使用图 3 中所使用的间隔片以外，进行与例 1 相同的实验，测量 NaCl 的浓度。在表 5 中示出结果。此外，在 6 kA/m^2 的电流密度下每个单元的电池电压为 3.40V。

表 5

电流密度 (kA/m^2)	电解作用的温度 ($^{\circ}\text{C}$)	NaCl 的浓度差(g/l)	
		阳极支撑部件上	阳极支撑部件之间
1	70	3	3
2	78	6	8
4	85	11	16
5	88	16	21
6	90	19	27

说明书附图

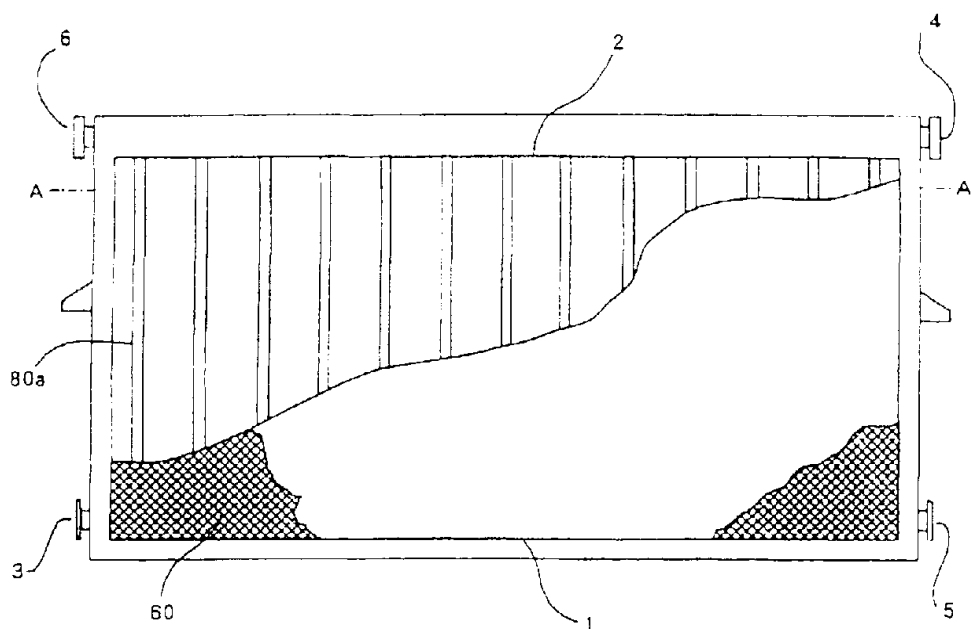


图 1

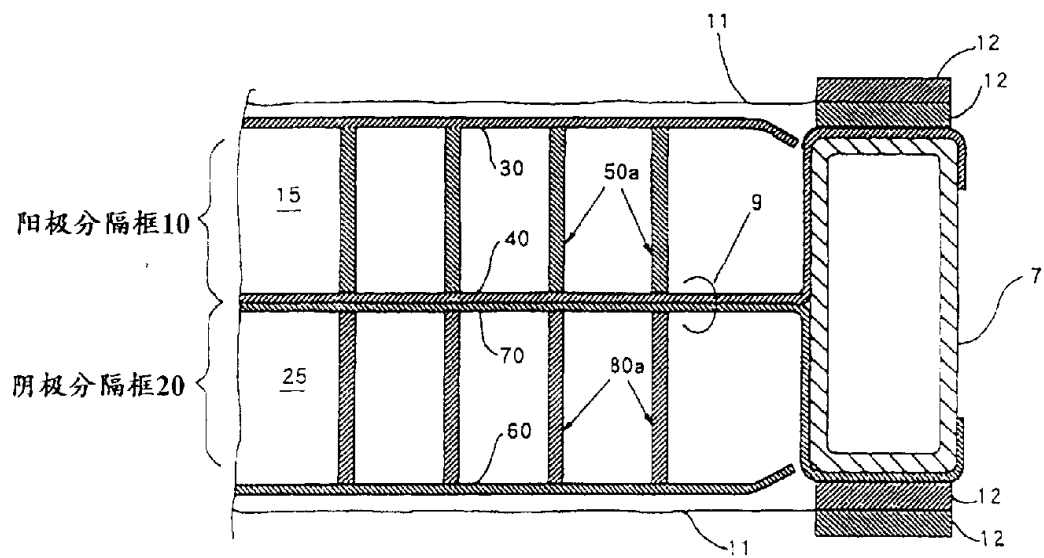


图 2

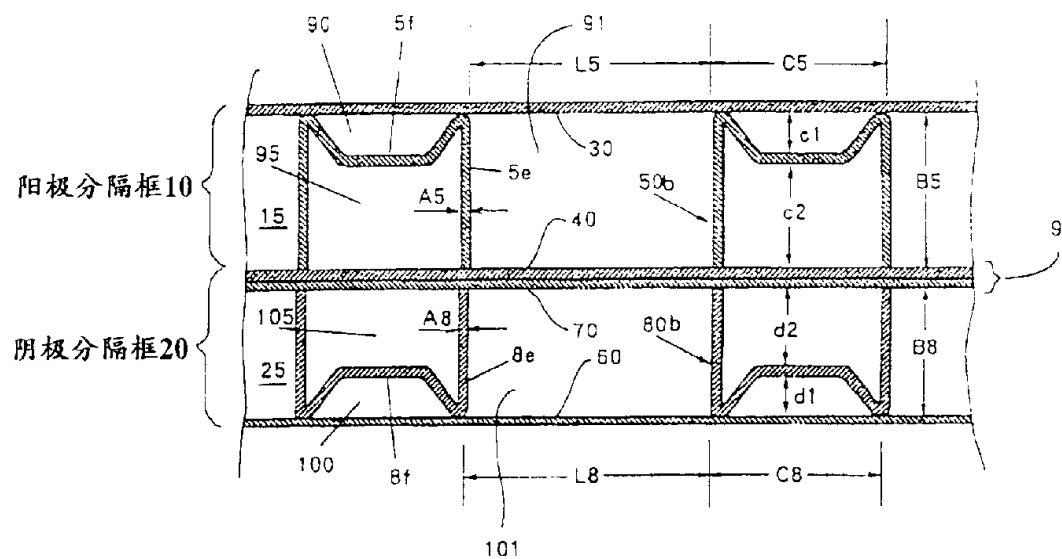


图 3

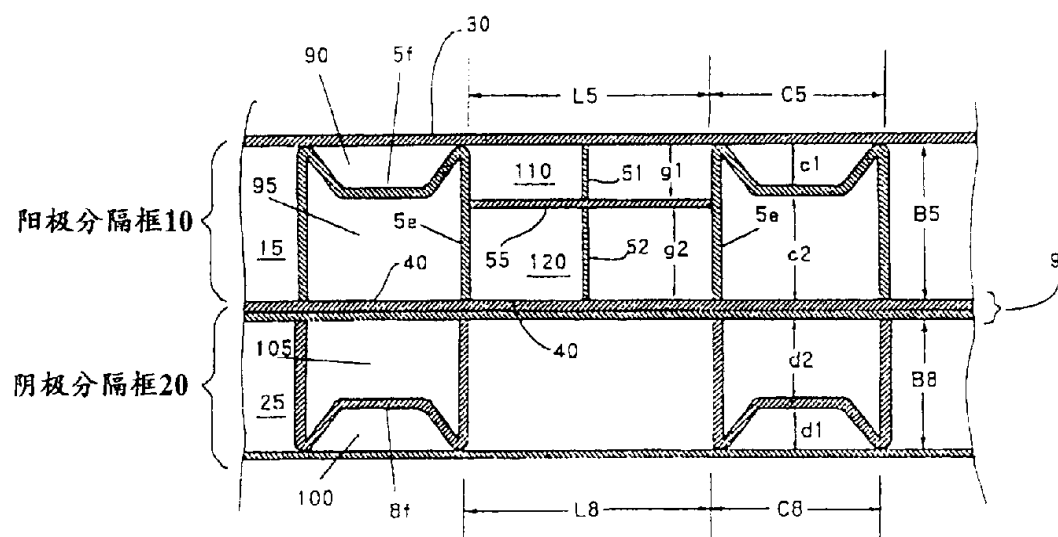
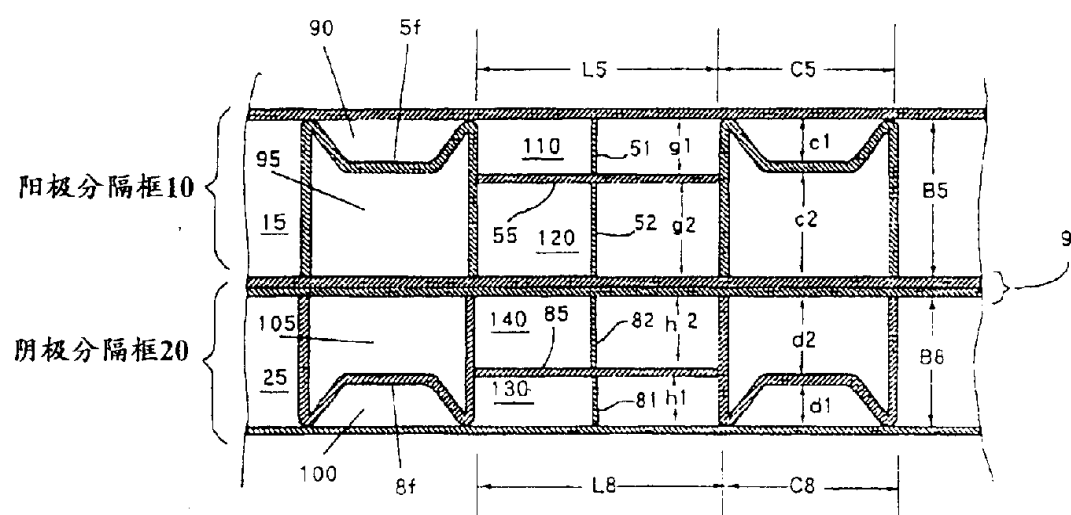
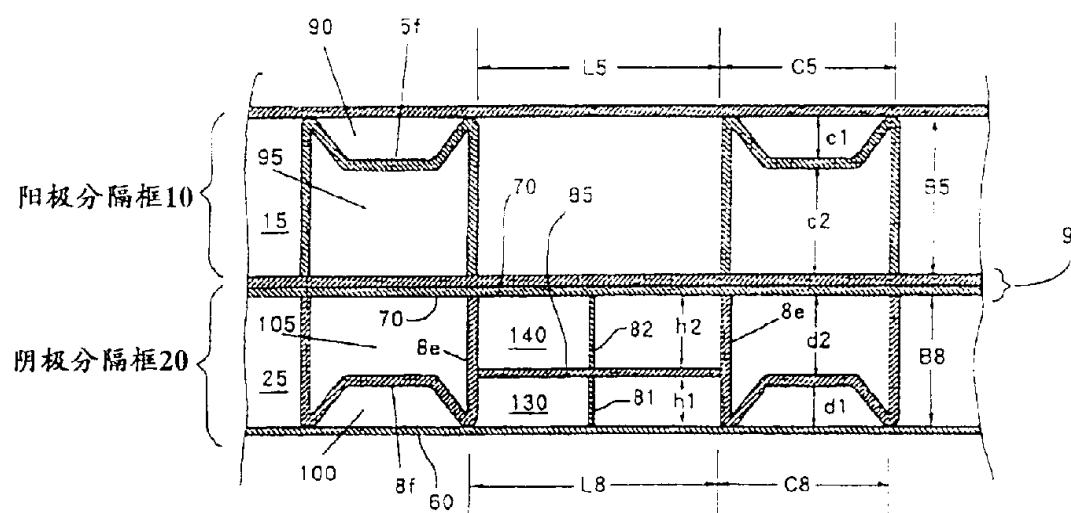


图 4



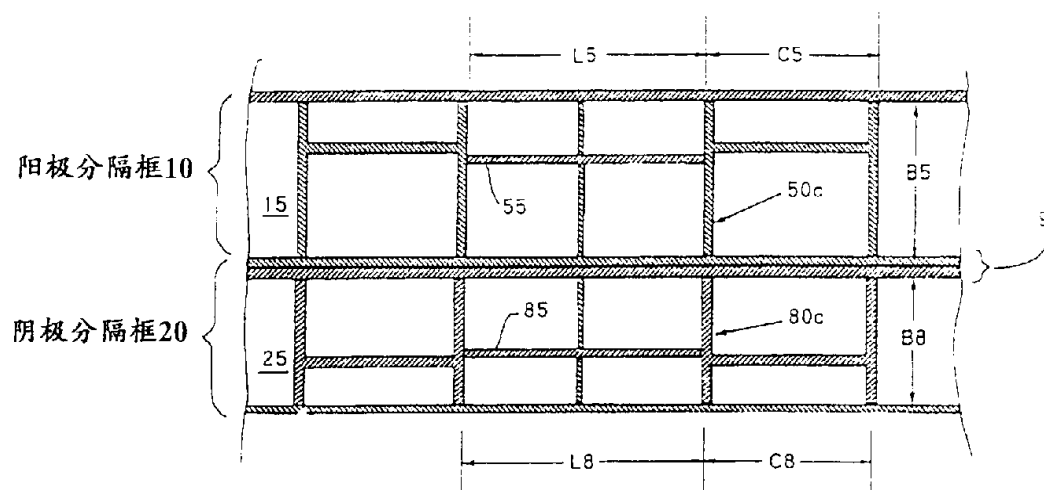


图 7

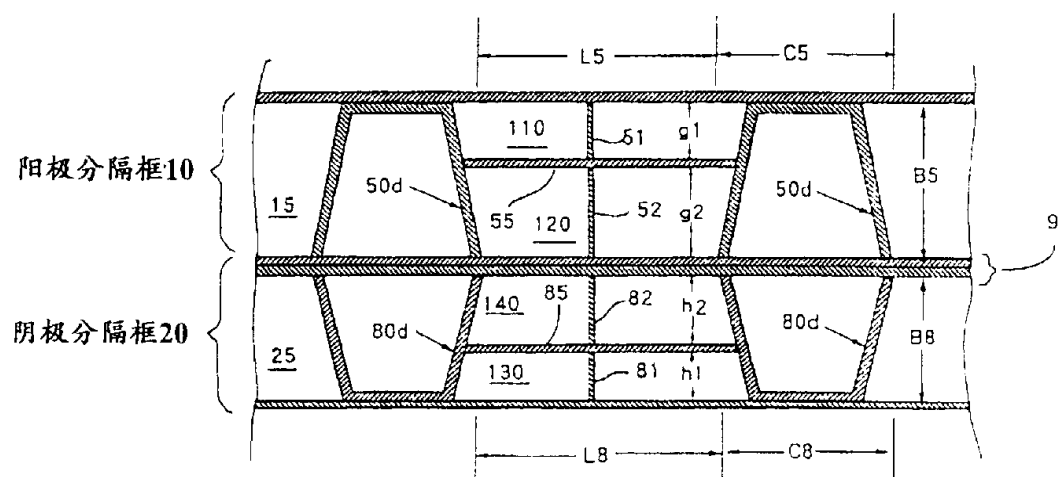


图 8