

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **034902**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.04.03**

(21) Номер заявки  
**201892610**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.06.13**

(51) Int. Cl. **C25B 1/46** (2006.01)  
**C25B 9/02** (2006.01)  
**C25B 9/04** (2006.01)  
**C25B 9/08** (2006.01)

---

(54) **ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ЯЧЕЙКА, СОДЕРЖАЩАЯ УПРУГИЙ ЭЛЕМЕНТ**

---

(31) **2016-118157**

(32) **2016.06.14**

(33) **JP**

(43) **2019.05.31**

(86) **PCT/JP2017/021864**

(87) **WO 2017/217427 2017.12.21**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ТИССЕНКРУПП УДЕ ХЛОРИН  
ЭНДЖИНИЕРЗ ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:  
**Каваниси Кодзи, Ойва Такехиро,  
Ямамото Синитиро, Ватанабе Масаки  
(JP)**

(74) Представитель:  
**Фелицына С.Б. (RU)**

(56) US-A1-2003188966  
US-A1-2007278095  
US-A1-2009050472  
CN-U-202072770  
WO-A1-2015068579

(57) В изобретении предложена электролитическая ячейка, которая вызывает небольшое повреждение мембраны и может сократить электролитическое напряжение по сравнению с обычными электролитическими ячейками. Электролитическая ячейка включает в себя упругий элемент (10), прикрепленный к электролитической разделительной стенке (6) по меньшей мере в одной из анодной камеры (3) или катодной камеры (5). Упругий элемент (10) имеет удерживающую пружины часть (30), включающую в себя крепежную часть (20), которая прикреплена к электролитической разделительной стенке (6); пару первых опорных частей (31), которые проходят от крепежной части (20) в противоположном от электролитической разделительной стенки (6) направлении и расположены параллельно друг другу; вторую опорную часть (32), которая соединяет концы пары первых опорных частей (31) друг с другом; и два ряда (40) пружин, проходящих в направлении, параллельном направлению параллельного расположения пары первых опорных частей (31). Каждый ряд (40) пружин состоит из объединения множества первых плоских пружинных элементов (41), которые отходят от первой опорной части (31), выступающей в качестве начальной точки, и проходят в направлении от электролитической разделительной стенки (6), и множество вторых плоских пружинных элементов (42), которые отходят от второй опорной части (32), выступающей в качестве начальной точки, и проходят в направлении от электролитической разделительной стенки (6).

**B1**

**034902**

**034902**

**B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к электролитической ячейке, в частности к электролитической ячейке, содержащей упругий элемент, который вызывает небольшое повреждение мембраны, такой как ионообменная мембрана или диафрагма, и который может снизить электролитическое напряжение по сравнению с обычными электролитическими ячейками.

### **Уровень техники**

В электролитической ячейке, используемой при электролизе водного раствора, на напряжение, необходимое для электролиза, влияют различные факторы. Помимо прочих факторов на напряжение электролитической ячейки существенно влияет расстояние между анодом и катодом. Таким образом, для уменьшения напряжения электролитической ячейки величину энергопотребления, необходимую для электролиза, уменьшают путем уменьшения расстояния между электродами. В электролитической ячейке с ионообменной мембраной или подобной ячейке, используемой при электролизе солевого раствора, анод, ионообменная мембрана и катод расположены очень близко, чтобы уменьшить напряжение электролитической ячейки. Однако в большой электролитической ячейке, в которой площадь поверхности электрода может достигать нескольких квадратных метров, в случае, когда анод и катод присоединены к электродным камерам жестким элементом, было трудно подогнать электроды близко к ионообменной мембране и уменьшить расстояние между электродами, чтобы удержать его равным заданному значению, без оказания избыточного давления на ионообменную мембрану.

Чтобы преодолеть такие трудности, была предложена электролитическая ячейка, в которой применяют гибкий электрод, по меньшей мере, в качестве анода или катода, так что расстояние между электродами можно регулировать.

В патентной литературе 1 предложен упругий элемент и гибкий электрод по меньшей мере в одной из электродных камер. Упругий элемент, описанный в патентной литературе 1, имеет конструкцию, включающую в себя опорный элемент, расположенный на электролитической разделительной стенке, и множество пар гребнеобразных плоских пружинных элементов, проходящих с наклоном от опорного элемента, причем гребнеобразные плоские пружинные элементы каждой пары вставлены так, что соседние плоские пружинные элементы взаимно противостоят друг другу. При установке вышеописанного упругого элемента поверхность электрода может оставаться гладкой даже при использовании электрода с большой площадью поверхности, при этом можно уменьшить повреждение ионообменной мембраны вследствие отклонения положения электрода и избыточного давления, оказываемого на поверхность ионообменной мембраны.

### **Список источников**

Патентная литература.

Патентная литература 1: JP 2004-2993 A.

### **Раскрытие сущности изобретения**

Техническая задача.

Однако даже в электролитической ячейке с ионообменной мембраной, предложенной в патентной литературе 1, было трудно полностью предотвратить повреждение ионообменной мембраны. Кроме того, из-за формы электрода были случаи, когда напряжение увеличивалось при объединении электрода с другим элементом, предложенным в патентной литературе 1. Кроме того, для снижения эксплуатационных расходов было необходимо дополнительное снижение электролитического напряжения.

Задача настоящего изобретения заключается в том, чтобы предложить электролитическую ячейку, которая вызывает небольшое повреждение мембраны, такой как ионообменная мембрана или диафрагма, и которая может уменьшить электролитическое напряжение по сравнению с обычными электролитическими ячейками.

Решение задачи.

В результате тщательного исследования для решения вышеуказанной задачи изобретатели установили, что эта задача может быть решена путем выполнения упругого элемента заданной конструкции, расположенного на электролитической разделительной стенке электролитической ячейки, и, таким образом, изобретатели осуществили настоящее изобретение.

Объектом настоящего изобретения является электролитическая ячейка, включающая в себя анодную камеру, в которой расположен анод; катодную камеру, в которой расположен катод; электролитическую разделительную стенку, которая разделяет анодную камеру и катодную камеру; и упругий элемент, прикрепленный к электролитической разделительной стенке по меньшей мере в одной из анодной камеры и катодной камеры, причем упругий элемент имеет удерживающую пружины часть, включающую в себя крепежную часть, которая соединена с электролитической разделительной стенкой; пару первых опорных частей, которые проходят от крепежной части в противоположном от электролитической разделительной стенки направлении и расположены параллельно друг другу; вторую опорную часть, которая соединяет концы пары первых опорных частей друг с другом; и два ряда пружин, проходящих в направлении, параллельном направлению параллельного расположения пары первых опорных частей, при этом каждый ряд пружин состоит из объединения множества первых плоских пружинных элементов, которые отходят от первой опорной части, выступающей в качестве начальной точки, и проходят в направлении,

противоположном электролитической разделительной стенке, и множество вторых плоских пружинных элементов, которые отходят от второй опорной части, выступающей в качестве начальной точки, и проходят в направлении, противоположном электролитической разделительной стенке.

В соответствии с вышеуказанным аспектом каждый первый плоский пружинный элемент предпочтительно изогнут по направлению к другой первой опорной части пары первых опорных частей в том месте, которое находится на расстоянии, равном расстоянию от крепежной части до места соединения первой опорной части и второй опорной части. Кроме того, каждый первый плоский пружинный элемент предпочтительно проходит параллельно направлению, в котором проходят первые опорные части, в направлении от электролитической разделительной стенки до места, которое находится на расстоянии, равном расстоянию от крепежной части до места соединения первой опорной части и второй опорной части, а затем предпочтительно изогнут в направлении другой первой опорной части пары первых опорных частей в том месте, которое находится на расстоянии, равном расстоянию от крепежной части до места соединения.

В соответствии с вышеизложенным аспектом каждый ряд пружин предпочтительно включает в себя пружинный блок, в котором с чередованием расположено множество первых плоских пружинных элементов и множество вторых плоских пружинных элементов.

В соответствии с вышеизложенным аспектом дальние концы первых плоских пружинных элементов и дальние концы вторых плоских пружинных элементов предпочтительно образуют изогнутую форму, которая является выпуклой в направлении от электролитической разделительной стенки на виде в продольном сечении.

В соответствии с вышеизложенным аспектом дальние концы первых плоских пружинных элементов и дальние концы вторых плоских пружинных элементов предпочтительно образуют изогнутую форму, которая является выпуклой в направлении от электролитической разделительной стенки на виде в поперечном сечении плоскостью, перпендикулярной продольному направлению.

Полезные эффекты изобретения.

С вышеописанным упругим элементом электролитическая ячейка в соответствии с настоящим изобретением практически не повреждает мембрану, такую как ионообменная мембрана или диафрагма, и одновременно может уменьшить повреждение электродов по сравнению с обычными электролитическими ячейками. Кроме того, с помощью вышеописанного упругого элемента может быть соответствующим образом отрегулировано поверхностное давление, и, таким образом, электролитическое напряжение может быть уменьшено.

#### **Краткое описание чертежей**

На фиг. 1 показан схематический вид в поперечном сечении блока электролитических ячеек с электролитической ячейкой согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 2 - увеличенный схематический вид в перспективе упругого элемента электролитической ячейки согласно настоящему изобретению;

на фиг. 3 - схематический вид в продольном сечении плоского пружинного элемента упругого элемента электролитической ячейки согласно настоящему изобретению;

на фиг. 4 - вид в поперечном сечении вдоль плоскости A-A', обозначенной на фиг. 3;

на фиг. 5 - увеличенный схематический вид в перспективе, поясняющий другой пример упругого элемента электролитической ячейки согласно настоящему изобретению;

на фиг. 6 - график, показывающий соотношение между величиной сжатия плоских пружинных элементов и давлением контактной поверхности в примере и в сравнительном примере;

на фиг. 7 - график, показывающий соотношение между величиной сжатия плоских пружинных элементов и нагрузкой на один плоский пружинный элемент в примере и в сравнительном примере.

#### **Осуществление изобретения**

Варианты осуществления настоящего изобретения будут подробно описаны ниже со ссылкой на чертежи.

На фиг. 1 показан схематический вид в поперечном сечении блока электролитических ячеек применительно к электролитической ячейке соответствующего варианта осуществления настоящего изобретения. Показанный блок 1 электролитических ячеек представляет собой блок биполярных электролитических ячеек, содержащий анодную камеру 3, катодную камеру 5 и электролитическую разделительную стенку 6, которая разделяет анодную камеру 3 и катодную камеру 6. На фиг. 1 электролитическая разделительная стенка 6 выполнена путем объединения анодной разделительной стенки 6а и катодной разделительной стенки 6б. Тем не менее, настоящее изобретение также применимо в случае, когда имеется одна единственная электролитическая разделительная стенка. Анод 2 расположен в анодной камере 3 напротив электролитической разделительной стенки 6. Катод 4 расположен в катодной камере 5 напротив электролитической разделительной стенки 6.

Форма анода 2 и катода 4 не ограничена. Например, можно использовать металлическую сетку, сеточный элемент и плетеный элемент. Что касается катода 4, то можно применять катод, в котором на поверхность подложки, выполненной из никеля или никелевого сплава и имеющей вышеупомянутую форму, нанесено электродное каталитическое вещество, такое как слой, содержащий металл из платино-

вой группы, слой, содержащий скелетный никелевый катализатор гидрирования, или слой никеля, содержащий активированный углерод. Что касается анода 2, то можно использовать анод, полученный путем нанесения электролитического каталитического вещества, содержащего металл платиновой группы или оксид металла платиновой группы, на поверхность подложки, имеющей вышеупомянутую форму, которая выполнена из тонкопленочного металла, такого как титан, тантал или цирконий, или из их сплава.

В блоке 1 электролитических ячеек в анодной камере 3 расположен элемент 7, удерживающий анод. Элемент 7, удерживающий анод, соединен посредством сварки с анодом 2 и электролитической разделительной стенкой 6. Тем самым, анод 2 и электролитическая разделительная стенка 6 электрически соединены друг с другом посредством элемента 7, удерживающего анод.

В блоке 1 электролитических ячеек в катодной камере 5 расположен упругий элемент 10. Упругий элемент 10 состоит из множества удерживающих пружины частей 30 и двух рядов 40 пружин, выполненных на каждой удерживающей пружины части 30. Упругий элемент 10 контактирует с электролитической разделительной стенкой 6. Ряды 40 пружин контактируют с катодом 4. Таким образом, катод 4 и электролитическая разделительная стенка 6 электрически соединены друг с другом посредством упругого элемента 10.

Электролитическую ячейку подходящего варианта осуществления настоящего изобретения собирают для использования путем покрытия множества блоков 1 электролитических ячеек мембраной 8, такой как ионообменная мембрана или диафрагма.

На фиг. 1 показан пример, в котором упругий элемент 10 расположен в катодной камере 5, но упругий элемент 10 также может быть расположен в анодной камере 3.

На фиг. 2 показан увеличенный схематический вид в перспективе упругого элемента, соответствующего электролитической ячейке согласно настоящему изобретению. Упругий элемент 10 состоит из крепежной части 20 и удерживающей пружины части 30. Удерживающая пружины часть 30 включает в себя пару первых опорных частей 31 и вторую опорную часть 32. Крепежная часть 20 присоединена к плоской электролитической разделительной стенке 6. Первые опорные части 31 представляют собой элементы, которые проходят от крепежной части 20 в сторону от электролитической разделительной стенки 6. Первые опорные части 31 пары расположены параллельно друг другу в плоскости электродной разделительной стенки 6. Вторая опорная часть 32 соединяет друг с другом концы пары первых опорных частей 31 с противоположной стороны от электролитической разделительной стенки 6. Удерживающая пружины часть 30 выполнена путем объединения первых опорных частей 31 и второй опорной части 32.

В примере на фиг. 1 и 2 первые опорные части 31 расположены так, что проходят перпендикулярно электролитической разделительной стенке 6, но настоящий вариант осуществления не ограничен такой конструкцией. Одна из первых опорных частей 31 может быть расположена под наклоном относительно другой первой опорной части 31. В этом случае обе первые опорные части 31 могут быть наклонными, либо только одна из первых опорных частей 31 может быть наклонной. Кроме того, в примере на фиг. 1 и 2 концы первых опорных частей 31 расположены на одном и том же расстоянии от электролитической разделительной стенки 6, а вторая опорная часть 32 приблизительно параллельна электролитической разделительной стенке 6. Однако настоящий вариант осуществления не ограничен такой конструкцией. Концы первых опорных частей 31 могут быть расположены на разных расстояниях от электролитической разделительной стенки 6, так что вторая опорная часть 32 наклонена относительно электролитической разделительной стенки 6.

Каждая удерживающая пружины часть 30 содержит два ряда 40 пружин. Ряды 40 пружин проходят в направлении, в котором параллельно друг другу расположены две первые опорные части 31. Другими словами, ряды 40 пружин проходят перпендикулярно направлению, в котором в упругом элементе 10 расположено множество удерживающих пружины частей 30.

Один ряд 40 пружин образован путем объединения множества первых плоских пружинных элементов 41 и множества вторых плоских пружинных элементов 42. Первые плоские пружинные элементы 41 и вторые плоские пружинные элементы 42 расположены в виде гребня в направлении, в котором параллельно друг другу расположены две первые опорные части 31, то есть в направлении, перпендикулярном направлению, в котором расположено множество удерживающих пружины частей 30. В одном ряду 40 пружин ряд первых плоских пружинных элементов 41 и ряд вторых плоских пружинных элементов 42 параллельны друг другу.

Первые плоские пружинные элементы 41 отходят от первой опорной части 31, выступающей в качестве начальной точки, и проходят в направлении от электролитической разделительной стенки 6. Другими словами, первые плоские пружинные элементы 41 проходят в сторону катода. Первые плоские пружинные элементы 41 отходят от внутренней части первой опорной части 31, выступающей в качестве начальной точки 41А, и согнуты в сторону другой первой опорной части 31 (другими словами, в направлении вторых плоских пружинных элементов 42, находящихся в том же ряду 40 пружин) в месте (в дальнейшем называемом "точкой 41В сгиба"), которое находится на расстоянии, равном расстоянию от крепежной части 20 до места соединения первой опорной части 31 и второй опорной части 32. В примере на фиг. 2 первые плоские пружинные элементы 41 проходят от начальной точки 41А параллельно направ-

лению, в котором проходит первая опорная часть 31 от электролитической разделительной стенки 6, в пределах первой опорной части 31 до точки 41В сгиба, а затем сгибаются в направлении плоскости второй опорной части 32 в месте, соответствующем точке 41В сгиба. Кроме того, концы первых плоских пружинных элементов 41 согнуты в направлении от электролитической разделительной стенки 6 (в сторону катода в показанном примере), как описано выше, в плоскости второй опорной части 32. В случае настоящего варианта осуществления начальная точка первых плоских пружинных элементов 41 может находиться на границе между первой опорной частью 31 и крепежной частью 20. Длина первых плоских пружинных элементов 41 может быть изменена путем изменения положения начальной точки.

Вторые плоские пружинные элементы 42 отходят от второй опорной части 32, выступающей в качестве начальной точки, и проходят в направлении от электролитической разделительной стенки 6. Другими словами, вторые плоские пружинные элементы 42 проходят в сторону катода. В примере на фиг. 2 вторые плоские пружинные элементы 42 проходят от начальной точки 42А приблизительно параллельно второму опорному элементу 32 в сторону ряда первых плоских пружинных элементов 41, который образует пару в том же ряду 40 пружин, а затем сгибаются в направлении от электролитической разделительной стенки 6 в точке 42В сгиба, находящейся в промежуточном положении. Вторые плоские пружинные элементы 42 могут иметь форму, при которой они согнуты от начальной точки 42А в направлении от электролитической разделительной стенки 6.

Модуль упругости первых плоских пружинных элементов 41 может быть изменен путем изменения общей длины, длины наклонного участка, величины сгиба и т.д. первых плоских пружинных элементов 41. Модуль упругости вторых плоских пружинных элементов 42 может быть изменен путем изменения общей длины, длины наклонного участка, величины сгиба и т.д. вторых плоских пружинных элементов 42. Размеры первых плоских пружинных элементов 41 и вторых плоских пружинных элементов 42 могут быть соответствующим образом подобраны с учетом поверхностного давления, оказываемого упругим элементом 10, давящим на электрод (катод в показанном примере). В настоящем варианте осуществления первые плоские пружинные элементы 41 предпочтительно длиннее, чем вторые плоские пружинные элементы 42.

В настоящем варианте осуществления первые плоские пружинные элементы 41 и вторые плоские пружинные элементы 42 расположены с чередованием, по меньшей мере, на участке в пределах ряда 40 пружин. В примере на фиг. 2 первые плоские пружинные элементы 41 и вторые плоские пружинные элементы 42 расположены с чередованием в группе 43 пружин, показанных на чертеже. Если рассматривать группу 43 пружин как отдельный блок, что один ряд 40 пружин образован посредством выстраивания множества групп 43 пружин. Поэтому первые плоские пружинные элементы 41 являются непрерывными между соседними группами 43 пружин.

В качестве альтернативного примера вторые плоские пружинные элементы 42 могут быть непрерывными между соседними группами 43 пружин либо первые плоские пружинные элементы 41 и вторые плоские пружинные элементы 42 могут быть расположены с чередованием по всему ряду 40 пружин.

В примере на фиг. 2 отношение числа первых плоских пружинных элементов 41 к числу вторых плоских пружинных элементов 42 в пределах одной группы 43 пружин составляет 4:3. Однако это соотношение может быть задано соответствующим образом с учетом поверхностного давления, оказываемого упругим элементом 10, давящим на электрод (на катод в показанном примере).

На фиг. 2 первые плоские пружинные элементы 41 и вторые плоские пружинные элементы 42 в рамках одного ряда 40 пружин выполнены так, что их концы вставлены друг в друга. Таким образом, как показано на фиг. 1 и 2, если смотреть с направления, в котором проходят первые опорные части 31 (направление, перпендикулярное направлению расположения удерживающих пружины частей 30), то концы первых плоских пружинных элементов 41 и вторых плоских пружинных элементов 42 пересекаются друг с другом. Тем не менее, настоящий вариант осуществления не ограничен такой конструкцией, и концы плоских пружинных элементов не обязательно должны пересекаться друг с другом.

Так как длина и форма первых плоских пружинных элементов отличается от длины и формы вторых плоских пружинных элементов, то они обладают различными модулями упругости. Путем изменения размеров пружинных элементов соотношения числа первых плоских пружинных элементов к числу вторых плоских пружинных элементов и т.д. можно изменить модуль упругости всего упругого элемента. Поэтому можно контролировать требуемое поверхностное давление.

Например, число точек контакта с электродом (катодом 4 в показанном примере) можно увеличить путем выполнения двух рядов пружин на одной единственной удерживающей пружины части. В результате, по сравнению с обычным упругим элементом, описанным в патентной литературе 1, нагрузка, оказываемая на каждый плоский пружинный элемент, может быть уменьшена, несмотря даже на то, что площадь поверхности упругого элемента остается той же самой.

Учитывая вышеизложенное, упругий элемент в соответствии с настоящим вариантом осуществления может подавлять чрезмерное давление на мембрану и может препятствовать повреждению самого электрода. Кроме того, путем соответствующего регулирования поверхностного давления электролитическое напряжение может быть уменьшено.

Кроме того, чтобы снизить электролитическое напряжение, предпочтительно равномерно прижи-

мать анод и катод к мембране и удерживать оба электрода так, чтобы они были плотно подогнаны к мембране. Чтобы сделать давление на электроды равномерным, необходимо увеличить число плоских пружинных элементов. Упругий элемент в соответствии с настоящим вариантом осуществления также может снизить эксплуатационные расходы, связанные с электролитической ячейкой, потому что оба электрода могут быть более равномерно подогнаны к мембране по сравнению с патентной литературой 1. Кроме того, в упругом элементе в соответствии с настоящим вариантом осуществления можно увеличить число пружинных элементов, не требуя какой-либо сложной обработки, и, таким образом, это также предпочтительно с точки зрения производственных расходов по сравнению с упругим элементом, описанным в патентной литературе 1.

На фиг. 3 приведен схематический вид в разрезе в продольном направлении первого плоского пружинного элемента, показывающий участок дальнего конца первого плоского пружинного элемента, изображенного на фиг. 2. Как показано на фиг. 3, в продольном сечении (в направлении, в котором проходят первые опорные части 31 в плоскости электролитической разделительной стенки 6) участок дальнего конца первого плоского пружинного элемента 41 имеет изогнутую форму, выпуклую в направлении (катода) от электролитической разделительной стенки 6. На фиг. 3 изогнутая форма является дугообразной.

На фиг. 4 показан схематический вид в поперечном сечении вдоль плоскости А-А', обозначенной на фиг. 3. Как показано на фиг. 4, участок 50 дальнего конца первого плоского пружинного элемента 41 имеет изогнутую форму, в соответствии с которой поперечное сечение, перпендикулярное продольному направлению первого плоского пружинного элемента 41, является выпуклым в направлении (катода) от электролитической разделительной стенки 6. На фиг. 4 изогнутая форма является дугообразной формой.

Как ясно видно на фиг. 2, участок дальнего конца каждого второго плоского пружинного элемента 42 также имеет такую же форму, что и первые плоские пружинные элементы 41.

В настоящем варианте осуществления участки дальних концов плоских пружинных элементов могут быть изогнуты только в продольном направлении, а поперечное сечение, перпендикулярное продольному направлению, может быть плоским.

На фиг. 5 приведен увеличенный схематический вид в перспективе, поясняющий другой пример упругого элемента, соответствующего электролитической ячейке согласно настоящему изобретению. Составляющим частям, идентичным составляющим частям, показанным на фиг. 2, присвоены те же самые ссылочные позиции. Упругий элемент 110 на фиг. 5 отличается от упругого элемента 10, показанного на фиг. 2, в отношении форм участков дальних концов первых плоских пружинных элементов 141 и участков дальних концов вторых плоских пружинных элементов 142 рядов 140 пружин. В упругом элементе 110, показанном на фиг. 5, участки дальних концов первых плоских пружинных элементов 141 и участки дальних концов вторых плоских пружинных элементов 142 имеют изогнутую форму, в соответствии с которой у согнутого участка имеется угол на виде в продольном сечении. Кроме того, поперечное сечение, перпендикулярное продольному направлению, не согнуто и является плоским.

При сгибании дальних концов первых плоских пружинных элементов 41 и вторых плоских пружинных элементов 42, как показано на фиг. 2-4, площадь поверхности контакта уменьшается, когда катод прижимается к упругому элементу 10, и, таким образом, можно сократить повреждение катода. В частности, так как поперечное сечение, перпендикулярное продольному направлению, также имеет изогнутую форму, как показано на фиг. 4, то площадь поверхности контакта можно уменьшить еще больше, и это является преимуществом. Тем не менее, площадь поверхности контакта между катодом и упругим элементом 110 также может быть уменьшена еще больше при выполнении формы, показанной на фиг. 5. Форма, показанная на фиг. 5, обладает преимуществом, которое заключается в том, что легко выполнить обработку первых плоских пружинных элементов 141 и вторых плоских пружинных элементов 142.

В электролитической ячейке в соответствии с настоящим изобретением размеры упругого элемента 10, а также первых плоских пружинных элементов 41 и вторых плоских пружинных элементов 42 можно определить в соответствии с площадью поверхности электродов электролитической ячейки и т.д. Упругий элемент 10 можно выполнить, например, путем пробивки металлического листа, имеющего толщину от 0,1 до 0,5 мм, и непрерывного сгибания с помощью прессовой формовочной машины, и т.д. Размер первых плоских пружинных элементов 41 и вторых плоских пружинных элементов 42 составляет, например, от 1 до 10 мм в ширину и от 20 до 50 мм в длину.

В вышеприведенном примере имеется только два ряда пружин. Однако форма упругого элемента в соответствии с настоящим изобретением не ограничена этим. Например, между двумя рядами 40 пружин может быть выполнен отдельный ряд пружин, в котором два ряда вторых плоских пружинных элементов расположены друг напротив друга.

В вышеописанном варианте осуществления использована биполярная электролитическая ячейка. Однако упругий элемент, описанный в настоящем варианте осуществления, можно применять в однополярной электролитической ячейке.

В вышеописанном варианте осуществления упругий элемент был расположен в катодной камере 5, но упругий элемент также может быть расположен в анодной камере 3.

Если упругий элемент расположен в катодной камере 5, то упругий элемент выполняют из материала, обладающего хорошей устойчивостью к коррозии в среде, присутствующей в катодной камере 5.

В частности, в качестве материала для упругого элемента можно применять никель, никелевый сплав, нержавеющую сталь и т.д.

Если упругий элемент расположен в анодной камере 3, то в качестве материала для упругого элемента можно применять тонкопленочный металл, такой как титан, тантал или цирконий, или их сплав.

В случае, когда электролитическую ячейку в соответствии с настоящим вариантом осуществления используют для электролиза водного раствора галида щелочного металла, например для электролиза раствора соли, то насыщенный раствор соли подают в анодную камеру 3, воду или слабый водный раствор гидроксида натрия подают в катодную камеру 5, выполняют электролиз при заданной скорости распада, а затем раствор после электролиза удаляют из электролитической ячейки. При электролизе раствора соли с использованием электролитической ячейки с ионообменной мембраной электролиз выполняют в состоянии, в котором давление в катодной камере 5 поддерживается более высоким, чем давление в анодной камере 3, так что мембрана 8 близко примыкает к аноду 2. В настоящем варианте осуществления катод 4 удерживается с помощью упругого элемента 10 и, таким образом, можно выполнять электролиз, когда катод 4 расположен на заданном расстоянии близко к поверхности мембраны 8. Кроме того, упругий элемент 10 в соответствии с настоящим вариантом осуществления имеет большую силу упругости, и, таким образом, даже если давление со стороны анодной камеры 3 увеличивается во время сбоя, то возможна работа, при которой после снятия давления поддерживается заданное расстояние.

### Примеры

Ниже будут подробно описаны примеры настоящего изобретения, но эти примеры приведены только для того, чтобы подходящим образом объяснить настоящее изобретение, и настоящее изобретение никоим образом не ограничено этими примерами.

Пример.

Упругий элемент такого же типа, как показанный на фиг. 2, был изготовлен посредством пробивки и сгибания листа из чистого никеля толщиной 0,2 мм. Полученные таким образом первые опорные части, вторые опорные части, а также первые и вторые плоские пружинные элементы упругого элемента подробно описаны ниже.

Упругий элемент:

крепежная часть: 9 мм,

первая опорная часть: 12 мм,

вторая опорная часть: 47 мм,

число плоских пружинных элементов на единицу площади поверхности электрода (общее число первых плоских пружинных элементов и вторых плоских пружинных элементов):  $9600/\text{м}^2$ .

Первые плоские пружинные элементы:

длина от начальной точки (ссылочная позиция 41A на фиг. 2) до точки сгиба (ссылочная позиция 41B на фиг. 2): 10,5 мм,

длина параллельного участка (участка, параллельного второй опорной части, ссылочная позиция 51 на фиг. 3): 4,5 мм,

длина наклонного участка (участка, наклоненного относительно второй опорной части; ссылочная позиция 52 на фиг. 3): 13,5 мм,

угол наклона наклонного участка:  $40^\circ$  относительно второй опорной части,

радиус кривизны дальнего конца в сечении в продольном направлении: 2 мм,

радиус кривизны дальнего конца в сечении в направлении, перпендикулярном продольному направлению: 1,5 мм.

Вторые плоские пружинные элементы:

длина параллельного участка (участка, параллельного второй опорной части, ссылочная позиция 51 на фиг. 3): 4,5 мм,

длина наклонного участка (участка, наклоненного относительно второй опорной части; ссылочная позиция 52 на фиг. 3): 13,5 мм,

угол наклона наклонного участка:  $40^\circ$  относительно второй опорной части,

радиус кривизны дальнего конца в сечении в продольном направлении: 2 мм,

радиус кривизны дальнего конца в сечении в направлении, перпендикулярном продольному направлению: 1,5 мм.

Сравнительный пример.

Упругий элемент в сравнительном примере был изготовлен посредством пробивки и сгибания листа из чистого никеля толщиной 0,2 мм. Упругий элемент в сравнительном примере имеет форму, соответствующую фиг. 7 патентной литературы 1. В нем на удерживающей пружины части выполнен один ряд пружин, в котором плоские пружинные элементы, соответствующие вторым плоским пружинным элементам, расположены с чередованием в два ряда друг напротив друга. Дальние концы имеют форму, показанную на фиг. 5, и дальним концам посредством обработки не придана дугообразная форма в сечении в продольном направлении или в сечении в направлении, перпендикулярном продольному направлению. Размеры и т.д. плоских пружинных элементов, соответствующих вторым плоским пружинным элементам, следующие.

Упругий элемент:

крепежная часть: 9 мм,

первая опорная часть: 12 мм,

вторая опорная часть: 47 мм,

число плоских пружинных элементов на единицу площади поверхности электрода:  $3200/\text{м}^2$ .

Пружинные элементы:

длина параллельного участка (участка, параллельного второй опорной части): 7 мм,

длина наклонного участка (участка, наклоненного относительно опорной части): 28,5 мм,

угол наклона наклонного участка:  $20^\circ$  относительно второй опорной части,

радиус кривизны дальнего конца в сечении в продольном направлении: 2 мм.

Величина сжатия и контактное поверхностное давление упругого элемента измеряли с использованием упругих элементов, которые были получены в примере и сравнительном примере. На фиг. 6 приведен график, показывающий соотношение между величиной сжатия плоских пружинных элементов и контактным поверхностным давлением в примере и в сравнительном примере. На фиг. 6 контактное поверхностное давление по вертикальной оси представлено с использованием значения на 4 мм величины сжатия плоских пружинных элементов в качестве начального значения. На фиг. 7 приведен график, показывающий соотношение между величиной сжатия плоских пружинных элементов и нагрузкой на один плоский пружинный элемент в примере и в сравнительном примере. На фиг. 7 нагрузка по вертикальной оси представлена с использованием значения на 4 мм величины сжатия плоских пружинных элементов в качестве начального значения. Нагрузка на один плоский пружинный элемент представляет собой значение, полученное делением контактного поверхностного давления на общее число плоских пружинных элементов. В случае примера нагрузка представляет собой среднее по первым плоским пружинным элементам и вторым плоским пружинным элементам.

Как показано на фиг. 6, упругий элемент из примера продемонстрировал более высокое контактное поверхностное давление, чем упругий элемент из сравнительного примера. Кроме того, со ссылкой на фиг. 7, понятно, что нагрузка на один плоский пружинный элемент в примере меньше. Из этих результатов следует, что упругий элемент из примера может лучше подавлять повреждение мембраны и электрода.

Проводились измерения напряжения между электродами при работе электролитических ячеек, в которых упругие элементы из примера и из сравнительного примера были установлены в катодной камере. Этот эксперимент был проведен с использованием простой плетеной сетки (материал: чистый никель; катализатор: слой, содержащий металл из платиновой группы) в качестве катода и с плотностью тока при работе  $6,0 \text{ кА}/\text{м}^2$ . В результате напряжение между электродами составило 2,9 В при использовании упругого элемента из примера, тогда как напряжение между электродами было выше 2,96 В при использовании упругого элемента из сравнительного примера. Можно сказать, что этот результат был обусловлен большим числом пружинных элементов в упругом элементе из примера по сравнению с упругим элементом из сравнительного примера, что позволило более плотно подогнать электроды к мембране.

Список ссылочных позиций:

- 1 - блок электролитических ячеек,
- 2 - анод,
- 3 - анодная камера,
- 4 - катод,
- 5 - катодная камера,
- 6 - электролитическая разделительная стенка,
- 6а - анодная разделительная стенка,
- 6б - катодная разделительная стенка,
- 7 - удерживающий анод элемент,
- 8 - мембрана,
- 10 - упругий элемент,
- 20 - крепежная часть,
- 30 - удерживающая пружины часть,
- 31 - первая опорная часть,
- 32 - вторая опорная часть,
- 40, 140 - ряд пружин,
- 41, 141 - первые плоские пружинные элементы,
- 42, 142 - вторые плоские пружинные элементы,
- 43 - группа пружин.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Электролитическая ячейка, содержащая анодную камеру, в которой расположен анод; катодную камеру, в которой расположен катод; электролитическую разделительную стенку, которая разделяет



анодную камеру и катодную камеру; и упругий элемент, прикрепленный к электролитической разделительной стенке по меньшей мере в одной из анодной камеры и катодной камеры,

причем упругий элемент имеет удерживающую пружины часть, включающую в себя крепежную часть, которая прикреплена к электролитической разделительной стенке; пару первых опорных частей, которые проходят от крепежной части в противоположном от электролитической разделительной стенки направлении и расположены параллельно друг другу; вторую опорную часть, которая соединяет концы пары первых опорных частей друг с другом; и два ряда пружин, проходящих в направлении, параллельном направлению параллельного расположения пары первых опорных частей,

при этом каждый ряд пружин состоит из объединения множества первых плоских пружинных элементов, которые отходят от первой опорной части, выступающей в качестве начальной точки, и проходят в направлении, противоположном электролитической разделительной стенке, и множество вторых плоских пружинных элементов, которые отходят от второй опорной части, выступающей в качестве начальной точки, и проходят в направлении, противоположном электролитической разделительной стенке.

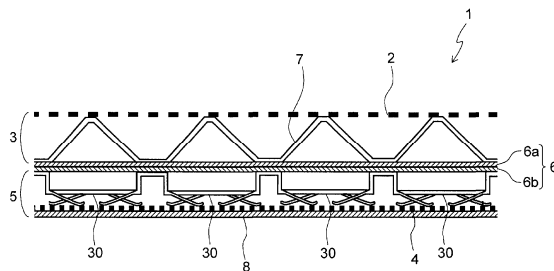
2. Электролитическая ячейка по п.1, в которой каждый первый плоский пружинный элемент изогнут по направлению к другой первой опорной части пары первых опорных частей в том месте, которое находится на расстоянии, равном расстоянию от крепежной части до места соединения первой опорной части и второй опорной части.

3. Электролитическая ячейка по п.1 или 2, в которой каждый первый плоский пружинный элемент проходит параллельно направлению, в котором проходят первые опорные части, в направлении от электролитической разделительной стенки до места, которое находится на расстоянии, равном расстоянию от крепежной части до места соединения первой опорной части и второй опорной части, а затем изогнут в направлении другой первой опорной части пары первых опорных частей в том месте, которое находится на расстоянии, равном расстоянию от крепежной части до места соединения.

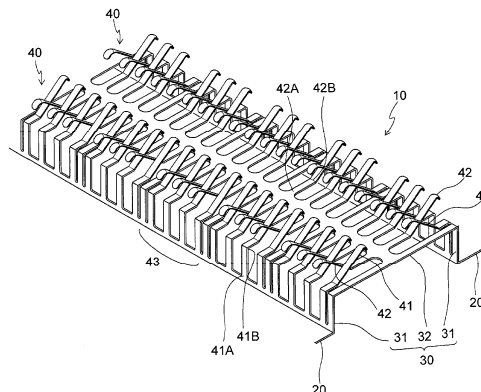
4. Электролитическая ячейка по любому из пп.1-3, в которой каждый ряд пружин включает в себя пружинный блок, в котором с чередованием друг с другом расположено множество первых плоских пружинных элементов и множество вторых плоских пружинных элементов.

5. Электролитическая ячейка по любому из пп.1-3, в которой дальние концы первых плоских пружинных элементов и дальние концы вторых плоских пружинных элементов образуют изогнутую форму, которая является выпуклой в направлении от электролитической разделительной стенки на виде в продольном сечении.

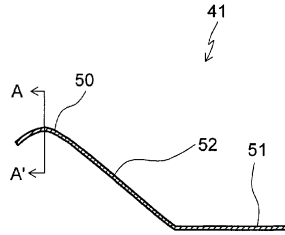
6. Электролитическая ячейка по любому из пп.1-4, в которой дальние концы первых плоских пружинных элементов и дальние концы вторых плоских пружинных элементов образуют изогнутую форму, которая является выпуклой в направлении от электролитической разделительной стенки на виде в поперечном сечении плоскостью, перпендикулярной продольному направлению.



Фиг. 1



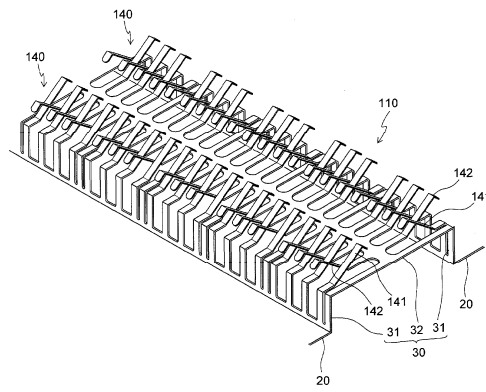
Фиг. 2



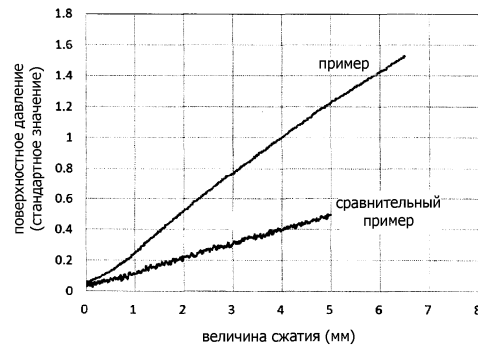
Фиг. 3



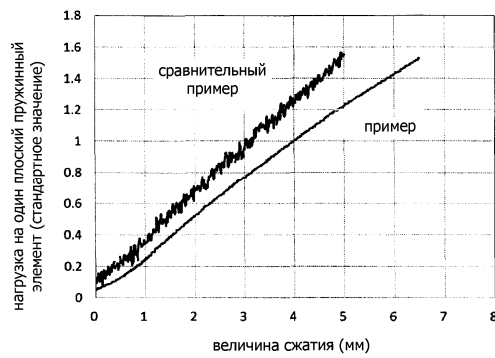
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

