

(19)



(11)

EP 2 576 869 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

14.08.2024 Patentblatt 2024/33

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C25B 11/03 (2021.01)

(21) Anmeldenummer: **11738600.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C25B 11/03

(22) Anmeldetag: **23.05.2011**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/002552

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/147557 (01.12.2011 Gazette 2011/48)

(54) **ELEKTRODE FÜR ELEKTROLYSEZELLEN**

ELECTRODE FOR ELECTROLYSIS CELLS

ELECTRODE POUR CELLULES D'ÉLECTROLYSE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

• **HOFMANN, Philipp**
44137 Dortmund (DE)

(30) Priorität: **28.05.2010 DE 102010021833**

(74) Vertreter: **Reitstötter Kinzebach**
Patentanwälte
Postfach 86 06 49
81633 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.04.2013 Patentblatt 2013/15

(56) Entgegenhaltungen:

(73) Patentinhaber: **THYSSENKRUPP NUCERA ITALY SRL**
20134 Milan (IT)

EP-A1- 0 150 018	DE-A1- 102005 006 555
DE-A1- 102006 046 807	DE-A1- 2 245 926
DE-A1- 3 603 254	GB-A- 1 579 427
GB-A- 2 180 556	GB-A- 719 838
JP-A- H05 140 782	JP-U- S5 883 466
US-A- 4 059 500	US-A- 4 265 719
US-A- 4 421 609	US-A- 4 822 460
US-A- 5 593 555	US-A- 5 660 698
US-A1- 2005 236 269	US-A1- 2006 163 081
US-A1- 2009 050 472	US-A1- 2009 098 404

(72) Erfinder:

- **DULLE, Karl-Heinz**
50399 Olfen (DE)
- **FUNCK, Frank**
46119 Oberhausen (DE)
- **HOORMANN, Dirk**
59368 Werne an der Lippe (DE)
- **OELMANN, Stefan**
58239 Schwerte-Ergste (DE)
- **WOLTERING, Peter**
48485 Neuenkirchen (DE)
- **SCHMITT, Carsten**
58091 Hagen (DE)

• **PETERSCHMITTINGER: "Chlorine", ULLMANN'S ENCYCLOPEDIA OF INDUSTRIAL CHEMISTRY, 1 January 2006 (2006-01-01), pages 71 - 74, XP055006250, Retrieved from the Internet <URL:www.ullmann.com> [retrieved on 20110905], DOI: 10.1002/14356007.a06_399.pub2**

EP 2 576 869 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Elektrode und ein Verfahren für gaserzeugende elektro-chemische Prozesse, welche im eingebauten Zustand einer Ionenaustauschermembran parallel gegenüberliegend angeordnet ist, bestehend aus einer Vielzahl horizontaler Lamellenelemente, welche in der Art eines flachen C-Profiles aus einem flachen Bauteil und einem oder weiteren Flankenteilen bestehen, und zwischen dem flachen Bauteil und dem oder den weiteren Flankenteilen ein oder mehrere beliebig geformte Übergangsbereiche angeordnet sind, wobei die Lamellenelemente eine Vielzahl von durchgehenden Öffnungen aufweisen.

[0002] Das Verfahren für gaserzeugende elektro-chemische Prozesse ist im Stand der Technik bekannt, gleiches gilt für geeignete Elektroden, welche in Elektrolyseapparaten eingesetzt werden. Diese Elektroden sind unter anderem bekannt aus DE 198 16 334 A1 der Anmelderin. Hierin wird ein Elektrolyseapparat zur Herstellung von Halogengasen aus wässrigen Alkalihalogenidlösungen beschrieben. Da die Strömungsverhältnisse bei der Gasproduktion im Elektrolyten durch das entstehende Produktgas nachteilig im Membran-Elektroden-Bereich beeinflusst werden, wird in DE 198 16 334 A1 vorgeschlagen, die jalousieartigen Einzelrippen der Elektrode gegen die Horizontale geneigt einzubauen. Damit wird eine seitlich gerichtete Strömung in der Zelle veranlasst, da die unter der Einzellamelle befindlichen Gasblasen der konstruktiven Öffnung nach oben folgen. US 2009/ 050472A1 beschreibt eine Elektrolysezelle mit einer Gasdiffusionselektrode, die zwei Hauptoberflächen aufweist, wobei die erste Hauptoberfläche der Gasdiffusionselektrode der Membran zugewandt ist und in Kontakt mit einem ebenen porösen Element steht, das von einem Elektrodenstrom durchströmt werden soll, und wobei die zweite Hauptoberfläche der Gasdiffusionselektrode in Kontakt mit einem Stromverteiler steht, der eine Vielzahl von elastischen leitenden Vorsprüngen aufweist, um die Gasdiffusionselektrode gegen das ebene poröse Element zu drücken. US 4 822 460 A beschreibt eine Elektrolysezelle mit einem Mittel, das einen Raum definiert, der dazu geeignet ist, einen Teil der Membranoberfläche der Zelle während des Betriebs der Zelle aufzunehmen. Indem der Druck in einem Elektrodenabteil höher gehalten wird als in dem anderen, wird der Membranabschnitt in Richtung des Membranaufnahmeraums und in diesen hineingedrückt, so dass alle auf der Membran gebildeten Falten entfernt werden.

[0003] DE 198 16 334 A1 löst aber nicht das Problem, dass nach wie vor eine definierte Gasmenge unter jedem Jalousienelement verbleibt. Somit wird durch die durch Blasenlagerung Elektrodenkontakt ein bedeutsamer Flächenanteil der Membran "geblendet". Die Blindung besteht darin, dass kein Fluid nachfließen kann und somit keine Gasproduktion in diesem Bereich stattfindet. Diese "Blindung" aufgrund des Gasstaus führt weiterhin zu einer Isolierung der Membran, was die Erhöhung der

Stromdichte in den anderen Bereichen der Membran zur Folge hat, was wiederum zu erhöhter Zellspannung und höherem Stromverbrauch führt.

[0004] Um das Problem der "Blindung" zu beheben offenbart EP 0 095 039 Quereinbuchtungen in den Lamellenelementen der Elektrode vorzusehen, wobei in DE 44 15 146 A1 erläutert wird, dass die Einbuchtungen nicht ausreichend sind, um die "Blindung" zu verhindern. DE 44 15 146 A1 schlägt daher vor, in dem nach unten gereichten Lamellenteil Löcher oder Bohrungen vorzusehen und somit die Gasableitung zu verbessern. Ungelöst ist dabei das Problem des Restgasanteils, der noch im Nahbereich der Kontaktstelle verbleibt sowie die dort behinderte Strömung des Elektrolyten.

[0005] Dieses Problem wird durch den Gegenstand in DE 10 2005 006 555 A1 verbessert in dem derartige "Blindungen" minimiert werden. Dies wird erreicht durch eine Elektrolyseelektrode einer Elektrolysezelle für gaserzeugende elektro-chemische Prozesse, welche im eingebauten Zustand einer Ionenaustauschermembran parallel gegenüberliegend angeordnet ist, bestehend aus einer Vielzahl horizontaler Lamellenelemente, welche ihrerseits strukturiert und dreidimensional geformt sind und mit einer Teilfläche in direktem Kontakt mit der Membran stehen, wobei die Lamellenelemente Rillen und Löcher aufweisen, und wobei die Mehrzahl der Löcher in Rillen angeordnet sind, und wobei die Lochflächen ganz oder teilweise in den Rillen liegen oder in diese hinein ragen. Durch den Einsatz dieser Elektroden konnte eine erhebliche Spannungserniedrigung von über 50 mV bei einer Stromdichte von 6 kA/m² erreicht werden, im Vergleich zu einer bekannten Elektrode mit vergleichbaren Außenabmessungen.

[0006] Nachteilig ist, dass durch die Rillenanordnung, eine Oberfläche entsteht, die konstruktive Erhebungen und Vertiefungen aufweist, wodurch es zu einer nachteiligen Gasstagnation kommt und dadurch bedingt zu einer ungleichmäßigen Stromdichteverteilung über die Ionenaustauschermembran.

[0007] Die Lösung dieses Problems hat sich die vorliegende Erfindung zur Aufgabe gemacht. Dies soll erfolgen, durch die Bereitstellung einer Elektrode, die die vorgenannten Nachteile nicht mehr aufweist und ein Verfahren zum Betrieb der erfindungsgemäßen Elektrode soll eine Erniedrigung der Zellspannung und ein damit verbundener erniedrigter elektrischer Energiebedarf erzielt werden.

[0008] Überraschenderweise wird die Aufgabe durch eine vereinfachte Konstruktion der in der DE 10 2005 006 555 A1 beschriebenen Ausführung gelöst. Gegenstand der Erfindung ist demnach eine Elektrolysezelle mit den Merkmalen des folgenden Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Nach der vorliegenden Erfindung wird das Problem durch den Einsatz Elektrode einer Elektrolysezelle für gaserzeugende elektro-chemische Prozesse gelöst. Die Elektrode umfasst eine Vielzahl horizontaler Lamel-

lenelemente, welche in der Art eines flachen C-Profiles aus einem flachen Bauteil und einem oder weiteren Flankenteilen bestehen, und zwischen dem flachen Bauteil und dem oder den weiteren Flankenteilen ein oder mehrere beliebig geformte Übergangsbereiche angeordnet sind, wobei die Lamellenelemente eine Vielzahl von durchgehenden Öffnungen und eine ebene Oberfläche ohne konstruktive Erhebungen und Vertiefungen aufweisen, und wobei der flache Bauteil eine Vielzahl von in Reihen angeordneter durchgehender Öffnungen aufweist, die diagonal zueinander angeordnet sind.

[0010] Die vorliegende Erfindung unterscheidet sich von einem durchgängigen Lochblech, wie es beispielsweise in der DE 69600860 T2, in der DE 243256 A1, und der DE 2630883 A1 vorgeschlagen wird, indem sich die Elektrode aus einer Vielzahl von Lamellenelementen zusammensetzt, die durch eine bewusste Streckung durch Kaltverformung dreidimensional ausgeformt sind. Durch diese Biegung wird die Stabilität der Elektrode erhöht und eine Verbesserung der Ebenheit der mit der Membran in Kontakt stehenden Oberfläche erreicht. Eine derartige Zusammensetzung aus Einzelelementen ist wie eingangs zitiert Stand der Technik.

[0011] Durch die diagonale Anordnung der Öffnungen wird die Fläche des Bauteils optimal ausgenutzt, um eine größtmögliche Zahl an Öffnungen unterzubringen und somit die Gasstagnation noch weiter zu verringern. Optional sind auch die Flankenteile mit durchgehenden Öffnungen versehen.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die durchgehenden Öffnungen im Kontaktbereich des jeweiligen Lamellenelements mit der Ionenaustauschermembran angeordnet, wenn die Elektrode in eine Elektrolysezelle eingebaut ist. Diese Anordnung dient dem Zweck die Ionenaustauschermembran im Betrieb der Elektrolysezelle mit Elektrolyt zu versorgen, sowie die Gasableitung zu gewährleisten.

[0013] Die durchgehenden Öffnungen sind als Stanzlöcher ausgeformt. Dabei können diese Öffnungen jedwede geometrische Form aufweisen, wobei Öffnungen mit rundem Querschnitt bevorzugt sind.

[0014] Vorteilhaft weisen die Lamellenelemente bei runden durchgehenden Öffnungen eine Blechdicke auf, die kleiner ist als der Lochdurchmesser, beziehungsweise weisen die Lamellenelemente bei nicht runden durchgehenden Öffnungen eine Blechdicke auf, die kleiner ist als der hydraulische Querschnitt.

[0015] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Elektrode ist das eine oder die weiteren Flankenteile im eingebauten Zustand in eine Elektrolysezelle in einem Winkel von mindestens 10 Winkelgrad von der Membran weg geneigt, Die Übergangsbereiche sind vorteilhafterweise als abgerundete Kante geformt.

[0016] Vorzugsweise beträgt der Abstand der einzelnen horizontal angeordneten Lammellenelemente in C-Profil untereinander 0 bis 5 mm, bevorzugt 0 bis 2 mm und besonders bevorzugt 0 mm. Durch einen möglichst

geringen Abstand der einzelnen Lammellenteile untereinander wird der Prozess optimiert, da ca. 6 bis 10 % der Membranfläche wieder gewonnen werden und für den eigentlichen Elektrolyseprozess zur Verfügung stehen.

[0017] Das Elektrolyseverfahren, das Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, zeichnet sich durch den Einsatz einer flächigen Elektrode wie sie oben beschrieben ist, aus. Vorteilhaft werden für die Herstellung der Halogengase Elektrolyseure in Einzelzellenbauweise oder in Filterpressenbauweise eingesetzt.

[0018] Nachstehend soll die Erfindung anhand von Figur 1 näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 : Eine Draufsicht eines erfindungsgemäßen Lamellenelements in C-Profil-artiger Ausgestaltung

[0019] Fig. 1 Zeigt ein Lamellenelement 1 in der Ausführungsform eines flachen C-Profiles. Die nach hinten geknickten Flanken 2 und 3 sind sehr kurz gehalten in Relation zum flachen Bauteil 8, das um ein Vielfaches breiter ausgestaltet ist. Zwischen den Flanken 2 und 3 und dem Bauteil 8 befinden sich die Übergangsbereiche 4a und 4b. Das Lamellenelement 1 besitzt im flachen Bauchbereich 8 in Reihen angeordnete Löcher 5, wobei diese Lochreihen parallel zueinander angeordnet sind und die Öffnungen von einer Lochreihen zur nächsten diagonal zueinander angeordnet sind. Dadurch kann die zur Verfügung stehende Fläche des Bauteils 8 am effektivsten für die Elektrolyse genutzt werden. Vorteilhaft findet sich eine weitere Lochreihe in den Übergangsbereichen 4a oder 4b, beziehungsweise sind noch weitere zusätzliche Lochreihen in den Flanken 2 und 3 selbst vorgesehen. Ein wesentlicher Vorteil dieser Ausgestaltung ist, dass der Bauteil 8 im eingebauten Zustand planparallel zur Membran 7 angeordnet ist, in welchem die elektrochemische Reaktion ablaufen kann. Dabei wird die Membran 7 über die Löcher 5 mit Lauge oder Sole versorgt.

[0020] Im Weiteren wurde die Zellspannung einer Elektrolysezelle unter Einsatz einer Elektrode, die aus einer C-Profil-artigen Ausgestaltung der Lamellenelemente der hier vorliegenden Erfindung aufgebaut war, bestimmt. Im Vergleich dazu wurde die Zellspannung einer Elektrolysezelle unter Einsatz einer Elektrode, die aus einer C-Profil-artigen Ausgestaltung der in DE 102005006555 A1 offenbarten Erfindung, die sich dadurch unterscheidet, dass die vorgesehenen Löcher in Rillen angeordnet sind und die Oberfläche der Lamellenelemente somit konstruktive Erhebungen und Vertiefungen aufweisen, gemessen. Zudem sind die Löcher des flachen Bauteils nicht diagonal zueinander angeordnet. Beide eingesetzten C-Profile unterschieden sich in ihrer Ausgestaltung also nur durch ihre Oberflächenbeschaffenheit. Beide im Versuch verwendeten C-Profile besaßen 11 × 62 Löcher, die im Falle der erfindungsgemäßen Ausgestaltung in Lochreihen angeordnet waren, die diagonal zueinander angeordnet sind. Der Loch-

durchmesser betrug 1,5 mm und die Höhe des C-Profiles betrug 23 mm.

[0021] In der DE 10 2005 006 555 A1 dargestellten Erfindung, wird die vorteilhafte Wirkung der Rillen betont, die damit begründet wird, dass der Bereich mit der höchsten Stromdichte, nämlich der Kontaktbereich, zum einen durch von unten nachströmendes Fluid ideal über die vorgesehenen Rillen mit Edukt versorgt wird und auf der anderen Seite das gebildete und um ein vielfaches voluminösere Produktgas über die Rillen nach oben oder über die Löcher zur Rückseite der Elektrolyseelektrode geführt wird. Dadurch bedingt würde der Fachmann zunächst kein Bestreben haben eine konstruktive Veränderung der Lamellenelemente vorzunehmen.

[0022] Überraschenderweise konnte durch den hier durchgeführten Vergleichsversuch eine erhebliche Spannungserniedrigung von ca. 60 mV (standardisiert auf 90°C, 32 Gew.-% NaOH und 6 kA/m²) erreicht werden, wenn auf die Rillenstruktur der Lamellenelemente verzichtet wird und die Öffnungen diagonal zueinander angeordnet sind. Dies wird auf eine Gasstagnation innerhalb der Rillen zurückgeführt, die in der DE 10 2005 006 555 A1 nicht berücksichtigt wurde.

[0023] Vorteile, die sich aus der Erfindung ergeben:

- konstruktive Vereinfachung der Lamellenelemente der Elektrode
- eine erhebliche Spannungserniedrigung im Vergleich zu Ausführungsformen des Standes der Technik wird erzielt.
- gleichmäßige Stromdichteverteilung über die Membran kann gewährleistet werden
- Problem der Gasstagnation in Rillen wird behoben
- wirtschaftliches Verfahren durch erhebliche Erniedrigung der Zellspannung möglich.

Bezugszeichenliste

[0024]

- | | |
|-------|----------------------------|
| 1 | Lamellenelemente |
| 2 | obere Flanke |
| 3 | untere Flanke |
| 4a, b | gewölbter Übergangsbereich |
| 5 | Löcher |
| 6 | Bauchteil |

Patentansprüche

1. Elektrolysezelle, mit einer Membran und einer Elektrode für gaserzeugende elektro-chemische Prozesse, umfassend eine Vielzahl horizontaler Lamellenelemente(1), welche in der Art eines flachen C-Pro-

files aus einem planparallel zu der Membran angeordneten, flachen Bauchteil (6) und zwei weiteren Flankenteilen (2,3) bestehen, und zwischen dem flachen Bauchteil und den beiden weiteren Flankenteilen ein oder mehrere beliebig geformte Übergangsbereiche (4a,4b) angeordnet sind, wobei die Lamellenelemente als Lochbleche ausgebildet sind, die durch eine Streckung mittels Kaltverformung dreidimensional ausgeformt sind und eine Vielzahl von durchgehenden Öffnungen (5) aufweisen, wobei der flache Bauchteil eine Vielzahl von in Reihen angeordneter durchgehender Öffnungen (5) aufweist, wobei die Reihen der durchgehenden Öffnungen parallel zueinander angeordnet sind und die Öffnungen von einer Reihe zur nächsten diagonal zueinander angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Lamellenelemente (1) eine ebene Oberfläche aufweisen, die keine durch eine Rillenanordnung gebildeten konstruktive Erhebungen und Vertiefungen enthält und die durchgehenden Öffnungen als Stanzlöcher ausgeführt sind.

2. Elektrolysezelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lamellenelemente bei runden durchgehenden Öffnungen eine Blechdicke aufweisen, die kleiner als der Lochdurchmesser ist, beziehungsweise die Lamellenelemente bei nicht runden durchgehenden Öffnungen eine Blechdicke aufweisen, die kleiner als der hydraulische Durchmesser ist.
3. Elektrolysezelle nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flankenteile mit durchgehenden Öffnungen versehen sind.
4. Elektrolysezelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand der einzelnen horizontal angeordneten Lamellenelemente untereinander 0 bis 5 mm, bevorzugt 0 bis 2 mm und besonders bevorzugt 0 mm beträgt.
5. Elektrolyseverfahren zur Herstellung von Halogengasen aus wässrigen Alkalihalogenidlösungen, **dadurch gekennzeichnet, dass** flächige Elektrolysezellen gemäß einem der vorstehenden Ansprüche eingesetzt werden.
6. Elektrolyseverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Herstellung der Halogenase Elektrolyseure in Einzelzellenbauweise oder in Filterpressenbauweise eingesetzt werden.

Claims

1. Electrolysis cell, having a membrane and an electrode for gas-producing electrochemical processes,

comprising a plurality of horizontal lamellar elements (1) which consist, in the design of a flat C-profile, of a flat belly part (6) arranged plane-parallel to the membrane and two further flank parts (2, 3), and one or more transition regions (4a, 4b) of arbitrary shape are arranged between the flat belly part and the two further flank parts, wherein the lamellar elements are formed as perforated sheets which are three-dimensionally shaped by means of cold-work elongation and have a plurality of through-holes (5), wherein the flat belly part has a plurality of through-holes (5) arranged in rows, wherein the rows of through-holes are arranged parallel to one another and the openings are arranged diagonally to one another from one row to the next,

characterised in that

the lamellar elements (1) have a flat surface which does not contain any constructive protrusions and depressions formed by a groove arrangement and the through holes are designed as punched holes.

2. Electrolytic cell according to claim 1, **characterised in that** the lamellar elements have a sheet thickness which is smaller than the hole diameter in the case of round through-holes, or the lamellar elements have a sheet thickness which is smaller than the hydraulic diameter in the case of non-circular through-holes.
3. Electrolytic cell according to one of claims 1 or 2, **characterised in that** the flank parts are provided with through-holes.
4. Electrolytic cell according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the distance between the individual horizontally arranged lamellar elements is 0 to 5 mm, preferably 0 to 2 mm and particularly preferably 0 mm.
5. Electrolysis process for the production of halogen gases from aqueous alkali metal halide solutions, **characterised in that** flat electrolysis cells according to one of the preceding claims are used.
6. Electrolysis process according to claim 5, **characterised in that** electrolyzers in single cell design or in filter press design are used for the production of the halogen gases.

Revendications

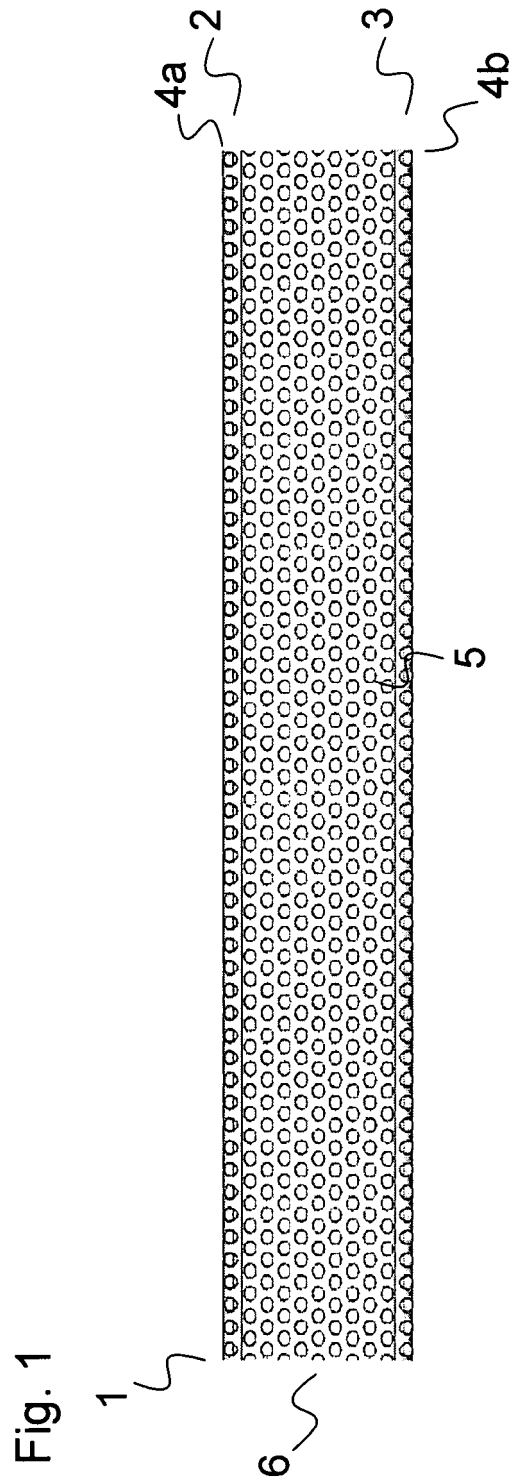
1. Cellule d'électrolyse, munie d'une membrane et d'une électrode pour des procédés électrochimiques de production de gaz, comprenant une pluralité d'éléments formant lamelle (1) horizontaux qui, à la manière d'un profilé en C plat, sont constitués d'une partie ventrale plate (6) dont le plan est agencé pa-

rallèlement à la membrane et de deux autres parties formant flanc (2, 3), et entre la partie ventrale plate et les deux autres parties formant flanc est/sont agencée(s) une ou plusieurs région(s) de transition (4a, 4b) de forme quelconque, les éléments formant lamelle étant réalisés sous forme de tôles perforées formées dans les trois dimensions grâce à un étirement par déformation à froid et comprenant une pluralité d'orifices traversants (5), la partie ventrale plate comprenant une pluralité d'orifices traversants (5) agencés en rangées, les rangées des orifices traversants étant agencées parallèlement les unes aux autres et les orifices étant agencés en diagonale les uns par rapport aux autres d'une rangée à la suivante,

caractérisée en ce que

les éléments formant lamelle (1) ont une surface plane qui ne contient pas de bosses ni de creux de construction formés par un rainurage et les orifices traversants sont réalisés sous forme de trous poinçonnés.

2. Cellule d'électrolyse selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**, lorsque les orifices traversants sont circulaires, les éléments formant lamelle ont une épaisseur de tôle inférieure au diamètre de trou, ou, lorsque les orifices traversants ne sont pas circulaires, les éléments formant lamelle ont une épaisseur de tôle inférieure au diamètre hydraulique.
3. Cellule d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les parties de flanc sont pourvues d'orifices traversants.
4. Cellule d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la distance entre les différents éléments formant lamelle agencés horizontalement est comprise entre 0 et 5 mm, de manière préférée est comprise entre 0 et 2 mm et de manière particulièrement préférée est égale à 0 mm.
5. Procédé électrolytique de production de gaz halogènes à partir de solutions aqueuses d'halogénures alcalins, **caractérisé en ce que** des cellules d'électrolyse plates selon l'une quelconque des revendications précédentes sont utilisées.
6. Procédé électrolytique selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** des électrolyseurs dont la conception fait appel à des cellules individuelles ou à des filtres-presses sont utilisés pour la production des gaz halogènes.



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19816334 A1 [0002] [0003]
- US 2009050472 A1 [0002]
- US 4822460 A [0002]
- EP 0095039 A [0004]
- DE 4415146 A1 [0004]
- DE 102005006555 A1 [0005] [0008] [0020] [0021] [0022]
- DE 69600860 T2 [0010]
- DE 243256 A1 [0010]
- DE 2630883 A1 [0010]