

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift:
15.10.86

(51) Int. Cl. 4: **C 25 B 11/02**

(21) Anmeldenummer: **84107873.6**

(22) Anmeldetag: **05.07.84**

E R R A T U M

(SEITE, SPALTE, ZEILE)
(PAGE, COLUMN, LINE)
(PAGE, COLONNE, LIGNE)

DIE TEXTSTELLE :
TEXT PUBLISHED :
LE PASSAGE SUIVANT :

LAUTET BERICHTIGT :
SHOULD READ :
DEVRAIT ETRE LU :

(+1 mm Differenz.....	2	1	27-28	(±1 Differenz.....
Orahtnetz			49	Drahtnetz
in der DE-OS 25 25 497		2	57	in der DE-OS 23 23 497
In der US-Patentschrift 4 055 847	3	3	16	In der US-Patentschrift 4 03
von > 1 erreicht werden.			49	von ≥ 1 erreicht werden.
Seitenflächen (22,25),.....	4	5	7	Seitenflächen (22,23),.....
Seitenflächen 22 und 25,...		6	22	Seitenflächen 22 und 23,...
die 6 bis 50 mm.....			55	die 6 bis 30 mm.....
Elektrodenprofile (5).....	5	7	49	Elektrodenprofile (3).....
Seitenflächen (22,25),...	6	9	11	Seitenflächen (22,23)
Stegbreite S....			21	Stegbreite S....

Tag der Entscheidung)
 über die Berichtigung)
 Date of decision on) 19.01.87
 rectification:)
 Date de décision portant)
 sur modification:)

Ausgabe- und Ver-)
 öffentlichungstag:)
 Issue and publication) 11.03.87
 date:)
 Date d'édition et de)
 publication:)

Patbl.Nr3
 EPB no:) 87
 Bull. no:)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 135 687**
B1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
15.10.86

⑥① Int. Cl.⁴: **C 25 B 11/02**

②① Anmeldenummer: **84107873.6**

②② Anmeldetag: **05.07.84**

⑥④ **Gasentwickelnde Metallelektrode.**

③⑩ Priorität: **13.07.83 DE 3325187**
16.12.83 DE 3345530

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.04.86 Patentblatt 86/14

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.10.86 Patentblatt 86/42

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL SE

⑥⑥ Entgegenhaltungen:
EP-A-0 035 131
GB-A-1 068 992

⑦③ Patentinhaber: **BASF Aktiengesellschaft, Carl-
Bosch-Strasse 38, D-6700 Ludwigshafen (DE)**

⑦② Erfinder: **Roos, Hans, Dr., Sonnenwendstrasse 37,
D-6702 Bad Duerkheim (DE)**
Erfinder: **Schlaefer, Dieter, Dr., Lorscher Strasse
27, D-6700 Ludwigshafen (DE)**
Erfinder: **Boehn, Hugo, Muehlaustrasse 11, D-6700
Ludwigshafen (DE)**
Erfinder: **Bittler, Knut, Dr., Kardinal- Wendel-
Strasse 54, D-6720 Speyer (DE)**
Erfinder: **Kilthau, Heinz, Neuhausener Weg 10,
D-6700 Ludwigshafen (DE)**

EP 0 135 687 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine gasentwickelnde Metallelektrode, die z.B. insbesondere als Anode in Amalgamzellen für die Chloralkali-Elektrolyse eingesetzt werden kann.

Bei der Herstellung von z.B. Chlor durch Elektrolyse wässriger Alkalichloridlösungen werden heute im allgemeinen Titananoden mit edelmetallhaltigen Aktivschichten eingesetzt. Diese sogenannten dimensionsstabilen Anoden haben gegenüber den vorher hauptsächlich eingesetzten Graphitelektroden den Vorteil, daß sich die äußeren Abmessungen während des Betriebs nicht ändern. Der Nachteil dieser Anoden liegt in den relativ hohen Herstellungskosten, bedingt durch den hohen Preis des Titans und dessen aufwendige Bearbeitung sowie auch durch die Verwendung von Edelmetall in der Aktivschicht.

Die Verwendung von Titan als Elektrodengrundmaterial erlaubt jedoch im Vergleich zu Graphit eine Vielzahl unterschiedlicher geometrischer Konstruktionen, um die erforderliche Funktion als gaserzeugende Elektrode zu erfüllen. Insbesondere ist die Herstellung sehr ebener Elektrodenflächen (+ 1 mm Differenz/m² Elektrodenfläche) möglich geworden. Dies erlaubt wiederum, den Abstand von Anode zu Kathode deutlich zu verringern. Da die Elektrolytlösung, im Fall der Chloralkalielektrolyse die NaCl-Lösung, einen elektrischen Widerstand besitzt, strebt man danach, die hierdurch verursachten Spannungs- bzw. Energieverluste auf ein Mindestmaß zu reduzieren, indem der Abstand zwischen den Elektroden möglichst klein gehalten wird.

Gleichzeitig muß jedoch ein gewisser Mindestabstand zur Durchführung der Elektrolysereaktion gewährleistet werden, der auch sicherstellt, daß nach Möglichkeit keine Kurzschlüsse erfolgen können.

In der OE-AS 20 41 250 wird eine Elektrodenkonstruktion beschrieben, bei der die arbeitende Elektrodenfläche, die der Kathode, z.B. bei der Chlorherstellung nach dem Amalgamverfahren der Quecksilberkathode, gegenübersteht, aus Streckmetall, Lochblech, Orahtnetz o.a. gebildet wird. Zur gleichmäßigen Stromverteilung dient eine U-förmige Leiterschiene, die dem Streckmetall auch die notwendige mechanische Steifigkeit verleihen muß, um die geforderte Planarität zu erreichen. Es ist leicht ersichtlich, daß die Herstellung einer derartigen Leiterschiene sehr problematisch ist, da zu deren Herstellung Titanbleche in eine U-Form gepreßt werden müssen und Titan nach einem solchen Preßvorgang gerne "zurückfedert". Darüber hinaus ist es erforderlich, in diese Leiterschiene Kerben einzuarbeiten, die eine Verringerung der Spannungen, die beim Anschweißen des Streckmetalls an die Schiene entstehen, bewirken. Sie sollen auch eine nachträgliche Korrektur der Arbeitsfläche der Anode zur

Erzielung einer besseren Planarität der Elektrodenfläche erlauben. Nachteilig ist außerdem, daß für diese Konstruktion der Leiterschiene große Mengen an Titan verbraucht werden. Während der Elektrolysereaktion werden nun die gebildeten Gasblasen durch die Öffnungen im Streckmetall, Lochblech usw. nach oben abgeleitet. Zur weiteren Gasableitung müssen deshalb auch in die relativ großflächige Leiterschiene Öffnungen eingearbeitet werden. Bei größeren Elektrodenflächen müssen die einzelnen Leiterschienen zusätzlich durch stabile Querverstrebungen fixiert werden.

Ein gutes Entweichen der Gasblasen soll bei der in der DE-OS 18 14 567 beschriebenen Konstruktion durch ein aufwendiges System aus Primär- und Sekundärleiterschienen bewirkt werden, wobei dieses System auch der arbeitenden Elektrodenfläche die nötige Festigkeit (und somit Planarität) verleihen soll. Diese Lösung muß mit hohem Material- und Herstellungsaufwand erkauft werden, vor allen Dingen, da viele Schweißvorgänge und eine exakte Justierung der Einzelteile erforderlich sind.

Eine ähnliche Konstruktion wird in der DE-OS 20 45 560 beschrieben. Hier wird die Festigkeit der Elektrodenfläche, die aus einer im wesentlichen sich horizontal erstreckenden durchbrochenen Titanstruktur besteht, durch parallel im Abstand auf der Struktur angeordnete runde Stäbe erhöht, die auch die Stromverteilung sicherstellen. Diese Rundstäbe sind mit quer hierzu angeordneten rechteckigen Schienen verbunden, die die Aufgabe der Stromzuführung übernehmen. Der Kern dieser Stäbe und Schienen besteht aus Aluminium, das wiederum von Titan umgeben ist. Auch diese Anodenzusammenstellung basiert auf einem aufwendigen Herstellungsverfahren. Darüber hinaus muß die Titanummantelung des Aluminiums an allen Stellen, insbesondere auch an den Schweißnähten, absolut dicht sein, da bei der geringsten Beschädigung des Titanmantels eine rasche Zerstörung der Elektrode durch die in Gegenwart von Chlorid ablaufende anodische Auflösung des Aluminiums erfolgt.

Eine ähnliche Konstruktion wird in der DE-DS 27 21 958 beschrieben, bei der zur Verbesserung der Stromleitung und Einsparung von teurem Titan wesentliche Bestandteile der Elektrode aus Titanteilen bestehen, deren Kern aus Stäben aus anderen Metallen gefüllt ist, die in einem unter Betriebstemperatur vorwiegend flüssigen, stromleitenden Material eingebettet sind.

Um eine gute Gasableitung zu erzielen, werden in der DE-OS 25 25 497 vertikal angeordnete Titanstege mit rechteckigem Querschnitt in einem bestimmten Abstand so miteinander verbunden, daß der Gasblasenabzug durch die resultierenden Spalte erfolgen kann. Darüber hinaus wird gefordert, daß diese Stege auch an den Seiten aktiviert werden, damit auch hier eine Chlorabscheidung stattfinden kann. Dies soll die effektiv wirksame Elektrodenfläche erhöhen, da

die der Hg-Kathode gegenüberliegenden horizontalen Abschnitte der Stege - verglichen mit der geometrischen Fläche der gesamten Elektrode - nur einen geringen Flächenanteil ausmachen. Wie neuere Untersuchungen ergeben haben (Chem. Ing. Techn. 52 (1980), 48-51), kann jedoch als gesichert angesehen werden, daß diese Seitenflächen aufgrund ihres größeren Abstandes von der Gegenelektrode keine relevanten Beiträge zur Chlorabscheidung liefern können. Außerdem müssen die an der horizontalen Fläche abgeschiedenen, elektrisch isolierende Gasblasen diese Zwischenräume passieren, was den Stromfluß in diesem Bereich zusätzlich behindert.

In der US-Patentschrift 4 055 847 wird eine komplizierte Struktur zur Erzielung der notwendigen Festigkeit der Elektrodenfläche und zur Erzielung einer guten Stromverteilung beschrieben. Sie besteht aus einem spinnenförmigen Stromverteilersystem, bei dem noch zusätzlich Trägerrippen notwendig sind. Wie in der Patentschrift ausgeführt, sind zur Herstellung der entsprechenden Strukturen Schmelz- und Gießvorgänge notwendig. Diese sind jedoch, wie allgemein bekannt, bei der Verarbeitung von Metallen, insbesondere Titan bzw. Ventilmaterialien, aufwendig und teuer, da Ventilmaterialien aus metallurgischen Gründen nur unter strengem Luftausschluß in Argonatmosphäre geschmolzen werden können. Eine weitere Lösungsmöglichkeit wird in der DE-OS 29 49 495 aufgezeigt. Diese Konstruktion erfordert jedoch ebenfalls ein primäres und sekundäres Stromverteilungssystem, die - analog zu demjenigen der DE-OS 18 14 567 - hohen Herstellungs- und Materialaufwand erfordern. Durch die relativ offene Konstruktion dieses Systems aus Flachprofilen soll jedoch der Gasblasenabriß und Stoffaustausch an der Elektrodenoberfläche verbessert werden.

In der DE-OS 30 08 116 wird eine Elektrodenkonstruktion beschrieben, die nur ein primäres Verteilersystem besitzt, das jedoch ebenfalls relativ aufwendig ist. Die hier verwendeten Ovalprofile entstehen durch Abplatten der Rundstäbe. Hierdurch soll ein Verhältnis von arbeitender zu projizierter Elektrodenfläche von > 1 erreicht werden. Hierbei wird jedoch nicht beachtet (vgl. J. Cramer, Chem. Ing. Techn. 52, 1980, S. 48-51), daß die zu elektrolysierende Lösung dem Durchtritt des elektrischen Stromes einen Widerstand entgegengesetzt, so daß die Elektrodenflächen um so weniger zum Ablauf der Elektrolyse beitragen, d.h. Gasentwicklung beitragen, je weiter sie von der Gegenelektrode entfernt sind. Begründung hierfür ist die Tatsache, daß sich die Stromlinien bei ihrem Durchgang durch die zu elektrolysierende Lösung nach Möglichkeit den kürzesten Weg suchen. Dieser Sachverhalt soll in folgenden Ausführungen noch weiter verdeutlicht werden: Sicher erfolgt bei dieser Konstruktion die Gasblasenabführung von der arbeitenden Elektrodenfläche infolge der starken

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Krümmung rascher als bei den in der DE-OS 29 49 495 verwendeten Flachprofilen, jedoch haben diese relativ kleinen Krümmungsgradien den Nachteil, daß in den Bereichen, die der Kathode am nächsten liegen, bei der Elektrolyse sehr hohe Stromdichten herrschen. Dies verursacht höhere Abscheidopotentiale und somit auch eine höhere Zellspannung bzw. Energieverbrauch. Die von der Kathode weiter entfernt liegenden Bereiche sind durch eine dickere Elektrolytschicht mit entsprechend höherem elektrischen Widerstand benachteiligt. Auch dies wirkt sich auf die Zellspannung ungünstig aus.

In dem deutschen Gebrauchsmuster 72 07 894 ist schließlich eine gasentwickelnde Elektrode beschrieben, die aus einer Platte besteht, die mit nahe der und zu einer Oberfläche der Elektrode hin sich erweiternden Kanälen durchsetzt ist. Diese Kanäle können durchgehend konisch oder venturiartig ausgebildet sein. Hierdurch soll eine verbesserte Elektrolytzirkulation erzielt werden. Abgesehen davon, daß diese Elektrode fertigungstechnisch nur aufwendig zu realisieren ist, hat diese Elektrode keine technische Verwendung gefunden, da gerade plattenförmige Elektroden bezüglich der Gasabführung prinzipielle Nachteile aufweisen.

Der vorliegenden Erfindung lag nun die Aufgabe zugrunde, eine Form für eine gasentwickelnde Metallelektrode zu entwickeln, die folgende Eigenschaften besitzen sollte:

- Möglichst geringer Materialeinsatz zur Herstellung des Elektrodenkörpers.

- Trotz vereinfachter Konstruktion gute mechanische Festigkeit bei gleichzeitig hoher Reparaturfreundlichkeit und guter Planarität der Elektrodenoberfläche.

- Die Elektrodenprofile sollten nach Möglichkeit keine Kanten aufweisen, da an diesen Stellen erhöhter Verschleiß der Aktivschicht auftritt.

- Der Gasblasenabriß sollte durch neue Profilquerschnitte, die nach hydrodynamischen Gesichtspunkten gestaltet sind, verbessert werden. Da Gasblasen für den Stromdurchgang "Isolatoren" darstellen, dient deren rascher Abtransport einer Erniedrigung des Energiebedarfs für die Elektrolyse.

- Die Verteilung der Stromlinien auf der arbeitenden Elektrodenfläche sollte möglichst gleichmäßig sein.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine gasentwickelnde Metallelektrode für Elektrolysezellen, insbesondere Anode für Amalgamzellen für die Chloralkalielektrolyse, die aus in einer horizontalen Ebene parallel zueinander angeordneten Profilen besteht, wobei die der Gegenelektrode zugekehrte wirksame Elektrodenfläche gekrümmt ist und die Profile mit quer da zu verlaufenden, mit einer Stromzuführung versehenen Stromverteilern miteinander verbunden sind, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Krümmung der wirksamen Elektrodenfläche im Bereich der Spalte in eine solche mit kleinerem Radius (r)

übergeht, wobei der die Krümmung der wirksamen Elektrodenfläche bestimmende Radius (R) von 7 bis 180 mm und der kleinere Radius (r) 0,5 bis 4 mm beträgt, und daß die Profile nach oben abgeschlossen werden durch zwei aus der Krümmung tangential hervorgehenden Seitenflächen (22, 25), die an ihrem Schnittpunkt einen Winkel (α) von 20 bis 120° einschließen.

Bei den erfindungsgemäßen Elektroden können als Profile Voll- oder Hohlprofile eingesetzt werden. Bei Verwendung von Vollprofilen wird zwar mehr Titan benötigt als bei Hohlprofilen, diesem Nachteil steht jedoch der Vorteil gegenüber, daß der Widerstand herabgesetzt und der Spannungsabfall verringert wird. Darüber hinaus lassen sich Vollprofile leichter verarbeiten.

Weiterhin ist erfindungsgemäß die wirksame Elektrodenfläche, d.h. die auf die Gegenelektrode projizierbare Fläche in der Weise gekrümmt, daß die Krümmung von der Mitte zu den Rändern hin zunimmt.

Bei der Krümmung des mittleren Teiles sind zwei gegenläufige Forderungen zu erfüllen, nämlich

1) einerseits sollte die Arbeitsfläche möglichst eben sein, wodurch ein gleichmäßiger Abstand Anodenfläche zu Gegenelektrode gewährleistet ist, was für eine gleichmäßige Stromdichteverteilung günstig, für den erforderlichen Gasblasenabtransport jedoch ungünstig ist und

2) andererseits sollte die Arbeitsfläche möglichst gekrümmt sein, wodurch sich die oben beschriebenen Vor- bzw. Nachteile umkehren.

Im folgenden sei die erfindungsgemäße gasentwickelnde Metallelektrode an Hand der Figuren 1, die eine perspektivische Ansicht und der Figur 2, in der zwei Profile aus Blickrichtung X vergrößert dargestellt sind, erläutert.

Die wirksame Elektrodenfläche besteht aus parallel zueinander angeordneten Profilen. Die mechanische und elektrische Verbindung dieser Elektrodenprofile untereinander erfolgt durch Verschweißen mit einem oder mehreren Titanstegen (2), die eine speziell für den beschriebenen Zweck entwickelte Form besitzen. Auf diesen Stegen werden Titankörper (5) mit einem Innengewinde angebracht. Das Innengewinde dient zur Aufnahme einer Stromzuführung (4), z.B. einem Kupferbolzen. Dieser kann bei Bedarf durch ein aufgeschweißtes Titanrohr (5) vor der Elektrolytlösung (und somit anodischer Auflösung) geschützt werden. Die Stromzuführung zu den einzelnen Elektrodenprofilen erfolgt ausschließlich durch ein einfaches primäres Leitersystem aus Titanstegen (2). Dieses ist aus käuflichen Titanblechen entsprechender Dicke (abgestimmt auf die Strombelastung) durch einfaches Ausstanzen leicht herzustellen. Da mit zunehmendem Abstand von der Kontaktierung durch dieses Leitersystem immer weniger Strom

zu den Elektrodenprofilen transportiert werden muß, da die Anzahl der noch zu versorgenden Profile sich verringert, nimmt auch der Leitungsquerschnitt dieses Bauteils ab. In Figur 1 ist dies daran erkenntlich, daß sich die Breite des Titanstegs (2) verringert. Dies trägt ebenfalls zur Minimierung des Materialaufwandes bei.

In Figur 2 sind zwei erfindungsgemäße, entsprechend Blickrichtung X aus Figur 1 nebeneinanderliegende Elektrodenhohlprofile, gegenüber Figur 1 vergrößert, schematisch dargestellt.

Die Arbeitsfläche 21, d.h. die auf die Gegenelektrode projizierbare Fläche, ist erfindungsgemäß in der Weise gekrümmt, daß die Krümmung an den Seiten, d.h. zum Nachbarprofil bzw. zur Zellenwandung stärker wird. Die Krümmung wird bestimmt durch den Radius R und die beiden kleineren Radien r. Nach oben wird das Hohlprofil abgeschlossen durch die beiden sich zusammentreffenden Seitenflächen 22 und 25, die aus der gekrümmten Arbeitsfläche tangential fortgeführt werden.

Auf diese Weise erhält der Querschnitt der Spaltzone zwischen zwei Profilen das Profil einer düsenförmig abgerundeten Einlaufzone und nach oben diffusorartig sich erweiternden Beruhigungszone. Die an der Arbeitsfläche gebildeten Gasblasen bewegen sich infolge der leichten Krümmung zu den Rändern der Profile hin und erfahren dort, durch die sich verstärkende Krümmung, eine erwünschte gleichmäßige Beschleunigung im Gegensatz zu einem abrupten Abreißen der Gasblasen an einem kantenförmigen Profil, was mit einem höheren Druckverlust verbunden ist. Hierdurch wird das Gas mit einem minimalen Druckverlust auf die zum Passieren der engsten Stelle des Spaltraumes zwischen zwei Profilen erforderliche Geschwindigkeit gebracht. Bedingt durch den geringeren Druckverlust erreichen die Gasblasen eine höhere Geschwindigkeit, wodurch eine größere Flüssigkeitsmenge mitgerissen wird. Dies führt zu einem verbesserten Austausch der Elektrolytlösung vor der Arbeitsfläche. Unmittelbar anschließend an die engste Stelle strömt das Gas in die sich erweiternde Beruhigungszone, deren Öffnungswinkel so ausgelegt ist, daß die Gasblasen weitgehend ohne Druckverlust ihre normale Auftriebsgeschwindigkeit erreichen.

Durch die oben beschriebenen, den Gasabzug begünstigenden Effekte ist es ferner möglich, Profilkonstruktionen mit relativ großen Stegbreiten S zuzulassen, die 6 bis 50 mm betragen können, während die Stegbreiten bei den bisher bekannten Konstruktionen z.T. erheblich unter 6 mm liegen. Der Vorteil der Verwendung eines Profils mit großer Stegbreite liegt auf der Hand, da man bei gegebenen Zellenabmessungen mit weniger Profilen auskommt.

Damit die oben beschriebenen Wirkungen voll zur Geltung kommen können, sollten die Profile bestimmte geometrische Abmessungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

aufweisen, die in Abhängigkeit von den Zellenbedingungen gewählt werden.

Wie oben bereits erwähnt, weist die Arbeitsfläche in der Mitte eine geringere Krümmung auf als an den Rändern. So wird die Krümmung im mittleren Teil durch eine Kreislinie bestimmt, deren Radius R 7-180 mm, vorzugsweise 15 bis 25 mm, beträgt, während an den beiden Seiten die Krümmung stärker wird und in eine Kreislinie mit dem Radius r von 0,5 bis 4 mm übergeht. Die beiden Radien sollten so gewählt werden, daß $R/r \geq 5$ ist.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Arbeitsfläche wird einerseits erreicht, daß infolge des relativ großen Radius der Kreislinie im mittleren Bereich, ein nahezu optimaler gleichmäßiger Abstand der Arbeitsfläche zur Gegenkathode gewährleistet ist, dessen relativ geringe Krümmung aber bereits für einen raschen Abtransport der gebildeten Gasblasen ausreicht. Durch die stärkere Rundung beim Übergang der Arbeitsfläche in die tangential verlaufenden Seitenflächen sind an dieser Stelle Kanten vermieden, die, wie bekannt, einem verstärkten Verschleiß unterliegen.

In Abhängigkeit von dem Radius R der mittleren Kreislinie und der Stegbreite S ergibt sich die Höhe des Kreisbogens (d.h. der größte Abstand zwischen der Stegbreite S und der Arbeitsfläche 21), die allerdings der Bedingung genügen sollte, daß

$$\frac{R}{h_s}$$

von 5 bis 1800 beträgt.

Die Neigung der Seitenflächen kann ebenfalls innerhalb weiter Grenzen variiert werden. Diese Neigung wird bestimmt durch den Winkel, mit dem sie zusammentreffen und der zweckmäßig von 20° bis 120° betragen kann.

Der technische Aufwand zur Herstellung der erfindungsgemäßen Metall-Elektroden, die insbesondere als Anoden für die Chloralkali-Elektrolyse geeignet sind, ist gering. Zu ihrer Herstellung müssen lediglich die einzelnen Elektrodenprofile (5) mit den Verteilerstegen (2) durchgehend verschweißt werden. In diesen Stegen können zur besseren Fixierung Kerben eingearbeitet sein, in die die Profile eingeführt werden. Die relativ lange Schweißnaht sichert einen guten Stromübergang vom Verteilersteg zu den Profilen.

Obwohl die erfindungsgemäße Elektrodenkonstruktion sich durch einen außerordentlich einfachen Aufbau auszeichnet, ist ihre mechanische Festigkeit hervorragend, im wesentlichen auch bedingt durch die Querschnittsform der erfindungsgemäßen Profile. Die Elektroden zeichnen sich damit verbunden auch durch eine große Reparaturfreundlichkeit aus. Bei Beschädigung eines Profils, z.B. durch Kurzschluß, können die

jeweiligen Elektrodenprofile leicht einzeln ausgewechselt werden oder durch entsprechendes Nachrichten auf die erforderliche Planarität gebracht werden.

Der außerordentlich geringe Verschleiß der Elektroden infolge Fehlens von Kanten ist oben bereits erwähnt worden.

Durch den oben beschriebenen raschen Abtransport der Gasblasen können Profile mit Breiten an wirksamer Elektrodenfläche realisiert werden, wie sie bisher noch nicht bekannt waren. In anderen Worten ausgedrückt kann hierdurch das Verhältnis von wirksamer Elektrodenfläche, in der eine weitgehend gleichmäßige Stromdichtenverteilung gegeben ist, zu geometrischer Elektrodenfläche deutlich verbessert werden.

Aus der Beschreibung der beanspruchten Elektrode folgt weiterhin, daß vom Elektrodengrundkörper nur die eigentlich wirksame Fläche mit einer Aktivschicht versehen werden muß, da hier eine Konstruktion vorliegt, bei der verschiedene Teilbereiche der Profile jeweils bezüglich der zu erfüllenden Aufgabe optimiert sind. So ist die der Gegenelektrode gegenüberliegende Seite so ausgebildet, daß die arbeitende Elektrodenfläche optimal ihre Funktion im Elektrolysevorgang erfüllen kann. Die anderen Abschnitte des Elektrodenprofils sind nach hydrodynamischen und eine einfache Herstellung betreffenden Kriterien optimiert. Die Konstruktion eignet sich somit sehr gut für ein Aufbringen der Aktivierungslösung durch Tauchen, Walzen oder Streichen. Da es relativ einfach ist, nur die arbeitende Elektrodenfläche zu beschichten (was angestrebt wird, aber nicht Voraussetzung ist), wird die erforderliche Menge an Aktivierungslösung auf ein Mindestmaß reduziert. Dies ist insbesondere bei der Verwendung von Aktivierungslösungen, die teure Edelmetalle bzw. Edelmetallverbindungen enthalten, von Vorteil, z.B. bei den bekannten RuO_2 enthaltenden Aktivschichten zur anodischen Chlorabscheidung.

Nicht zuletzt läßt sich diese Konstruktion sehr gut mit Hilfe von Spritzverfahren - insbesondere thermischen Spritzverfahren - beschichten, da die arbeitende Elektrodenfläche keine scharfen Kanten aufweist und da keine schwer zugänglichen Seitenflächen beschichtet werden müssen.

Patentansprüche

1. Gasentwickelnde Metallelektrode für Elektrolysezellen, insbesondere Anode für Amalgamzellen für die Chloralkalielektrolyse, die aus in einer horizontalen Ebene parallel zueinander zugeordneten Profilen besteht, wobei die der Gegenelektrode zugekehrte wirksame Elektrodenfläche gekrümmt ist und die Profile mit quer da zu verlaufenden, mit einer Stromzuführung versehenen Stromverteilern

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmung der wirksamen Elektrodenfläche im Bereich der Spalte in eine solche mit kleinerem Radius (r) übergeht, wobei der die Krümmung der wirksamen Elektrodenfläche bestimmende Radius (R) von 7 bis 180 mm und der kleinere Radius (r) 0,5 bis 4 mm beträgt, und daß die Profile nach oben abgeschlossen werden durch zwei aus der Krümmung tangential hervorgehenden Seitenflächen (22, 25), die an ihrem Schnittpunkt einen Winkel (α) von 20 bis 120° einschließen.

2. Gasentwickelnde Metallelektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß $R/r \geq 5$ ist.

3. Gasentwickelnde Metallelektrode nach Ansprüchen 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Krümmung der Arbeitsfläche bedingte Höhendifferenz h_s zwischen der Stegbreite S und dem der Gegenelektrode am nächsten liegenden Punkt der Bedingung

$$\frac{R}{h_s}$$

> 5 und < 1800 genügt.

4. Gasentwickelnde Metallelektrode nach Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Profile Vollprofile sind.

Claims

1. A gas-evolving metal electrode for electrolysis cells, in particular an anode for mercury cells for chlor-alkali electrolysis, which consists of profiles arranged parallel to one another in a horizontal plane, the effective electrode surface facing the counter-electrode being curved and the profiles being connected to one another by means of current distributors which are at right angles to the profiles and provided with a current supply, wherein the curvature of the effective electrode surface changes, in the region of the gaps, to a curvature with a smaller radius (r), the radius (R) which determines the curvature of the effective electrode surface being from 7 to 180 mm and the smaller radius (r) being from 0.5 to 4 mm, and wherein the profiles are closed at the top by means of two lateral surfaces (22, 23) which are tangential to the curvature and enclose an angle (α) of from 20 to 120 at the point at which they meet.

2. A gas-evolving metal electrode as claimed in claim 1, wherein $R/r \geq 5$.

3. A gas-evolving metal electrode as claimed in claims 1 and 2, wherein the difference in height h_s between the ribwidth S and the point nearest to the counterelectrode, which difference is determined by the curvature of the working

surface, satisfies the condition

$$5 < \frac{R}{h_s}$$

> 5 and < 1800.

4. A gas-evolving metal electrode as claimed in claims 1 to 3, wherein the profiles are solid profiles.

15 Revendications

20 1.- Electrode métallique à dégagement de gaz, pour cellules d'électrolyse, en particulier anode pour cellules à amalgame pour l'électrolyse de chlorure alcalin, qui est constituée de profilés disposés, parallèlement les uns aux autres, dans un plan horizontal, la surface d'électrode active tournée vers la contre-électrode étant courbe et les profilés étant reliés entre eux par des répartiteurs de courant munis d'une amenée de courant et orientés transversalement par rapport auxdits profilés, caractérisé par le fait que la courbure de la surface d'électrode active passe, dans la zone de l'interstice entre profilés, à un rayon plus petit (r), le rayon (R) qui détermine la courbure de la surface d'électrode active étant de 7 à 180 mm et le plus petit rayon (r) étant de 0,5 à 4 mm, et les profilés sont délimités vers le haut par deux surfaces latérales (22, 23) partant tangentiellement de la partie courbe et faisant entre elles, à leur ligne de rencontre un angle (α) de 20 à 120°.

2.- Electrode métallique à dégagement de gaz selon la revendication 1, caractérisé par le fait que R/r est supérieur ou égal à 5.

3.- Electrode métallique à dégagement de gaz selon les revendications 1 à 2, caractérisé par le fait que la différence de hauteur h_s , déterminée par la courbure de la surface de travail, entre la largeur d'âme S et le point le plus rapproché de la contre-électrode, satisfait aux conditions

$$5 < \frac{R}{h_s} < 1800.$$

1800.

4.- Electrode métallique à dégagement de gaz selon les revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les profilés sont des profilés pleins.

1/1

FIG.1

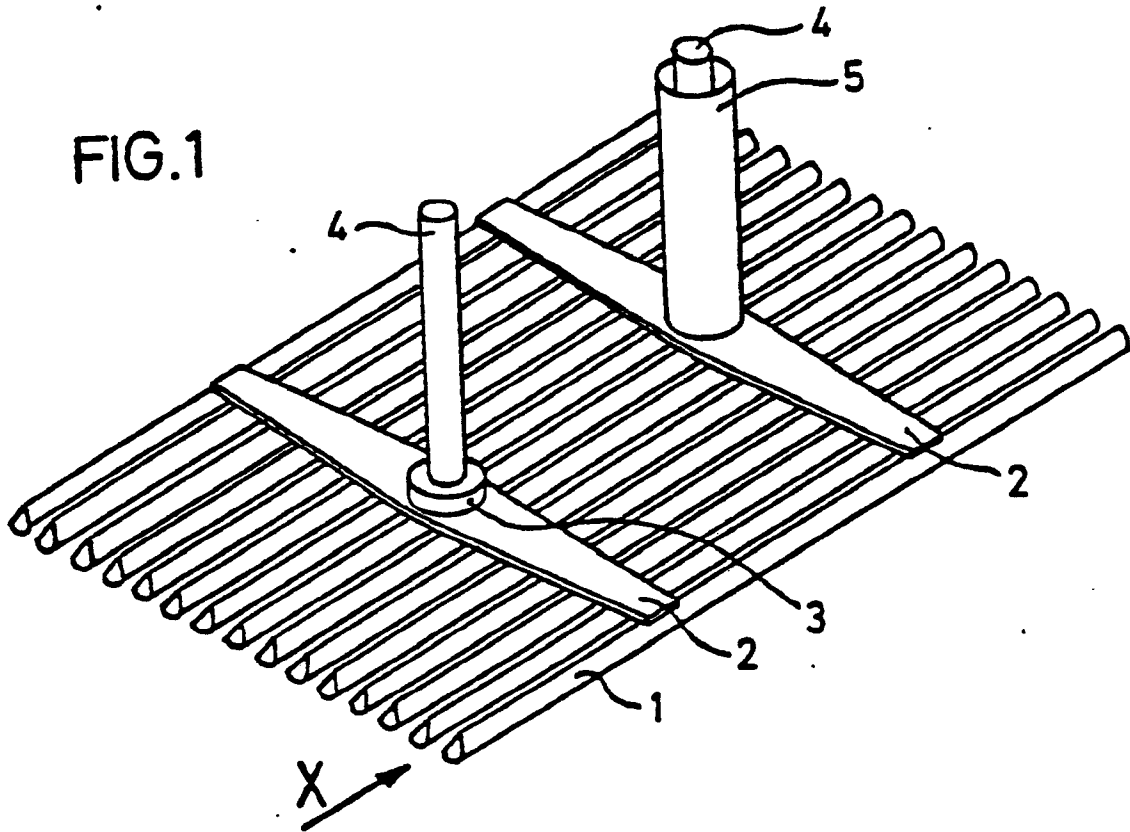


FIG.2

