

(19)



(11)

EP 1 285 103 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.01.2013 Patentblatt 2013/01

(51) Int Cl.:
C25B 9/20 *(2006.01)* **C25B 9/00** *(2006.01)*
C25B 9/04 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **01960214.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/005344

(22) Anmeldetag: **09.05.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/086026 (15.11.2001 Gazette 2001/46)

(54) **BIPOLARE MEHRZWECKELEKTROLYSEZELLE FÜR HOHE STROMBELASTUNGEN**

BIPOLAR MULTI-PURPOSE ELECTROLYTIC CELL FOR HIGH CURRENT LOADS

CELLULE ELECTROLYTIQUE POLYVALENTE BIPOLAIRE DESTINEE A DES CHARGES ELECTRIQUES ELEVEES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

- **THIELE, Wolfgang**
04838 Eilenburg (DE)
- **HEINZE, Gerd**
04838 Eilenburg (DE)

(30) Priorität: **09.05.2000 DE 10022592**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.02.2003 Patentblatt 2003/09

(74) Vertreter: **Böhm, Brigitte et al**
Weickmann & Weickmann
Patentanwälte
Postfach 86 08 20
81635 München (DE)

(73) Patentinhaber: **United Initiators GmbH & Co. KG**
82049 Pullach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 500 505 WO-A-93/20261

(72) Erfinder:
• **GNANN, Michael**
82049 Pullach (DE)

EP 1 285 103 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 bipolar geschaltete Mehrzweckelektrolysezelle in hoher Bauform für vorzugsweise hohe Strombelastungen zwischen 1 und 10 kA/m² je bipolarer Einzelzelle. Sie ist bei entsprechender Anpassung der Materialien für die Elektroden und die übrigen Zellenbaugruppen an das betreffende Stoffsystem sowohl in der Umwelttechnik zum elektrochemischen Abbau von anorganischen und organischen Schadstoffen als auch in der chemischen und pharmazeutischen Industrie zur Herstellung anorganischer und organischer Produkte einsetzbar. Eine spezielle Anwendung ergibt sich mit der Herstellung von Peroxodisulfaten und Perchloraten.

[0002] Bipolare Elektrolysezellen in Filterpressenbauart, bestehend aus einem Spannrahmen, den beiden Elektrodenrandplatten mit Stromzuführungen und einer beliebigen Anzahl bipolarer Elektrodenplatten nebst peripherer Ausrüstungen für die Zu- und Abführung der Elektrolytlösungen sowie des Kühl- bzw. Temperiermediums, sind in zahlreichen Ausführungsformen und für die unterschiedlichsten Anwendungen bekannt. Sie können ungeteilt oder mittels Ionenaustauschermembranen bzw. mikroporösen Diaphragmen in Zwei- oder Mehrkammerzellen geteilt ausgeführt werden. Die erforderlichen Elektroden- bzw. Elektrolyträume können als separate Baugruppen ausgebildet oder in die Elektrodenrandplatten bzw. in die bipolaren Elektrodenplatten integriert sein.

[0003] Gegenüber den analog aufgebauten monopolaren Elektrolysezellen in Filterpressenbauart besteht der große Vorteil der bipolaren Elektrolysezellen darin, daß die Stromzuführung nur zu den beiden Randplatten von außen herangeführt zu werden braucht, während der Stromtransport in den bipolaren Einzelzellen nur von der einen Seite der Elektrodenplatte auf die andere Seite meist intern erfolgt. Größtenteils kommt man nicht mit einer einfachen bipolaren Elektrodenplatte aus, bei der Anoden- und Kathodenseite aus dem gleichen Elektrodenmaterial bestehen. Vielfach und besonders bei Mehrzweckelektrolysezellen ist es erforderlich, Anoden und Kathoden aus unterschiedlichen Materialien, vorzugsweise aus Metallblechen bestehend, bereitzustellen. Diese können dann direkt oder indirekt über Kontaktkörper elektrisch leitend miteinander verbunden sein.

[0004] Eine mögliche Ausführungsform für eine solche bipolare Mehrzweckelektrolysezelle mit großem Höhen- zu Breiten-Verhältnis, welches hier notwendig ist, um den "Gas-Lift-Effekt" zur Elektrolytumwälzung zu erzielen, als Bestandteil eines vielseitig aufgebauten und anwendbaren Gas-Lift-Elektrolyse und Reaktionssystems ist in der DE 44 38 124 beschrieben. Dabei handelt es sich um eine im Hinblick auf die Nutzung des Auftriebes durch die entwickelten Gase optimierte Elektrolysezellenkonstruktion mit einer Gesamthöhe von 1,5 bis 2,5 m. Die bipolaren Elektrodenplatten bestehen aus Elektrodengrundkörpern aus imprägniertem Graphit oder aus

Kunststoffen mit eingearbeiteten Zu- und Abführungen für die Elektrolytlösungen und das Kühlmedium sowie beidseitig aufgebracht bzw. im Falle der Graphitgrundkörper auch integrierten Elektroden und Elektrolyträumen.

[0005] Dabei sind die beiden Elektroden im Falle der Graphitgrundkörper über diesen miteinander elektrisch leitend verbunden, im Falle der Kunststoffgrundkörper durch eingebrachte Kontaktelemente. Solche Kontaktelemente sind innerhalb der durch Elektrolytrahmen aus elastischem Material abgedeckten Dichtflächen angeordnet. Die Kontaktierung erfolgt durch den Anpreßdruck beim Zusammenbau.

[0006] Bei solchen innerhalb der Kunststoffgrundkörper im Bereich der Dichtrahmen angebrachten Kontaktelementen kommt es besonders bei hohen zu übertragenden Stromstärken zu Nachteilen und Risiken. So besteht die Gefahr einer Überhitzung einzelner Kontaktelemente und dadurch bedingt eines Ausfalls der gesamten bipolaren Einheit. Der vorzugsweise aus thermoplastischen Kunststoffen gefertigte Elektrodengrundkörper beginnt an den überhitzten Stellen zu erweichen, der Anpreßdruck auf die Kontakte läßt nach und es kommt zwangsläufig zu einer Überlastung der anderen Kontaktelemente. Eine weitere Folge können Schmelzen der Grundplatten, elektrische Überschläge, unkontrollierte Elektrolytaustritte und auch mögliche Explosionen der sich dann mischenden Elektrolysegase sein. Jedenfalls zieht der Ausfall einer bipolaren Einheit durch solche Kontaktschäden zwangsläufig die Außerbetriebnahme der gesamten Filterpressenzelle nach sich. Das Risiko eines solchen Ausfalls ist um so größer, je höher die Strombelastung der einzelnen Kontaktelemente ist, je niedriger der Erweichungspunkt der verwendeten Kunststoffgrundkörper und um so höher die erforderliche Elektrolyttemperatur ist.

[0007] Ein weiterer Nachteil solcher innenliegender Kontakte ist, daß bei Undichtigkeiten im Dichtsystem Elektrolyt in den Preßkontakt eintritt und dort zu unkontrollierbaren Korrosionserscheinungen führt. Diese Korrosion führt ebenfalls zum Ausfall oder Zerstörung der Elektrolysezelle.

[0008] Deshalb haben sich solche bipolaren Elektrolysezellen mit Kunststoffgrundkörpern bisher nur für niedrige bis mittlere Strombelastungen von 100 bis 1000 A und für niedrige Arbeitstemperaturen durchsetzen können.

[0009] Diese Schwierigkeiten ließen sich auch dadurch beseitigen, daß auf die Verwendung solcher Kunststoffgrundkörper verzichtet wird. Der Übergang zu einer der bekannten Ganzmetallkonstruktionen für bipolare Elektrolysezellen, z.B. mit durch Schraubverbindungen elektrisch leitend verbundenen beiden Metallelektrodenblechen bzw. kathodischen und anodischen Halbzellen zur jeweiligen bipolaren Einheiten bringt gegenüber den Ausführungen mit Kunststoffgrundkörpern aber auch eine Reihe von Nachteilen mit sich. So erfordert die Minimierung der Verlustströme zwischen den auf unter-

schiedlichem Spannungsniveau liegenden, durch die Elektrolytleitungen miteinander verbundenen Einzelzellen besondere Maßnahmen, da der elektrische Widerstand in den Verbindungsleitungen für die Elektrolytlösungen wesentlich geringer ist als bei Verwendung der elektrisch isolierend wirkenden Kunststoffgrundkörper mit den darin eingearbeiteten Zu- und Abführungen für die Elektrolytlösungen.

[0010] In der Vielzahl der bisher beschriebenen Elektrolysezellen lassen sich die verwendeten Elektroden normalerweise nicht als einfach zu fertigende und damit im Sinne einer Mehrzweckzelle auch leicht auswechselbare Metall-elektrodenbleche einsetzen. Sobald Kühlkanäle oder bei Verwendung durchbrochener Elektroden Elektrolytrückräume erforderlich werden, sind Schweißkonstruktionen für die oft aus unterschiedlichen Elektrodenmaterialien oder Materialverbunden bestehenden beiden Halbzellen einer bipolaren Einheit meist unumgänglich. Insbesondere bei hochwertigen und/oder schwer verarbeitbaren Elektrodenmaterialien ist der dafür zu betreibende apparative Aufwand relativ groß. Da der elektrische Kontakt zwischen den beiden Halbzellen der bipolaren Einheiten meist durch eine Vielzahl von Schraubverbindungen bewirkt wird, ist die Montage wesentlich aufwendiger als die der Zellenkonstruktionen, bei denen dieser Kontakt beim Zusammenspannen automatisch hergestellt werden kann. Auch erfordert der Übergang zu anderen Elektrodenmaterialien meist eine geänderte, den Materialeigenschaften angepaßte Konstruktion.

[0011] Eine Elektrolysezelle für hohe Strombelastungen in monopolarer Ausführung wird in DE- 39 38 160 beschrieben.

[0012] Die Monopolarbauweise hat den grundsätzlichen Nachteil, daß eine Vielzahl von Einzelzellen in Reihe geschaltet werden muß um in einen günstigen Spannungsbereich für die Stromtransformation zu kommen (z.B. 200 V).

[0013] Der Elektrolyt-seitige und Strom-seitige Anschluß führt zu hohen Kosten in der Ausführung.

[0014] Ein weiterer Nachteil der beschriebenen Zellen liegt in der Ausführung als Hohlkörper.

[0015] Der Abtrag der aktiven Beschichtung der Anode führt dazu, daß der gesamte Anodenkörper neu gefertigt werden muß. Gleiches gilt für die Kathode.

[0016] Beim Pressen der Elektrodenhohlkörper deformieren sich diese und da sie keine innere Abstützung haben (dies wäre fertigungstechnisch extrem schwierig zu realisieren) führt dies zu einer ungenügenden Planparallelität der Elektroden. Im Extremfall kann dies zu Kurzschlüssen und damit zur Zerstörung und Explosion der Zelle führen.

[0017] Diese Probleme erhöhen sich mit zunehmender Größe der Zelle und führen dazu, daß nur relativ kleine Ausführungsformen realisiert werden die mit den geschilderten Nachteilen zu hohen Bau- und Betriebskosten führen.

[0018] Die angestrebte vielseitig einsetzbare Mehr-

zweckelektrolysezelle für hohe Strombelastungen läßt sich deshalb auf dieser Grundlage kaum verwirklichen.

[0019] Der Erfindung liegt deshalb das Problem zugrunde, eine nach dem Filterpressenprinzip aufgebaute bipolare Mehrzweckelektrolysezelle mit Elektrodengrundkörpern aus Kunststoff bereitzustellen, bei denen eine gute und betriebssichere Kontaktierung der Metallelektrodenbleche auch bei hohen Strombelastungen unter Umgehung der dargestellten Nachteile der bekannten technischen Lösungen gewährleistet ist.

[0020] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die in den Patentansprüchen dargelegte Erfindung in folgender Weise gelöst: Es werden Stromzuführungsplatten und bipolare Elektrodenplatten mit einem Höhe zu Breite-Verhältnis von 30:1 bis 1,5: 1, vorzugsweise 10:1 bis 1,5: 1, eingesetzt, bei denen die Metallelektrodenbleche und die Elektrolytdichtrahmen seitlich über die Elektrodengrundkörper aus Kunststoffen hinausragen und sowohl mit beidseitig im Abstand von 1 bis 50 mm, vorzugsweise 5 bis 50 mm von den Elektrodengrundkörpern angeordneten senkrechten Kontaktschienen als auch im Bereich der Elektrolytdichtrahmen mit den Elektrodengrundkörpern zu mechanisch stabilen, als selbständige Einheiten montierbaren, bipolaren Elektrodenplatten verbunden sind, wobei der elektrische Kontakt zwischen Elektrodenplatten und Kontaktschienen sowie die elektrische Isolierung zweier benachbarter bipolarer Einheiten gegeneinander durch die Elektrolytdichtrahmen bei gleichzeitiger Abdichtung der Elektrolyträume beim Verspannen der Elektrodenplatten mittels des Spannrahmens durch den Anpreßdruck herbeigeführt wird. Um einzeln handhabbare Zellenelemente zu erhalten, werden die Kathoden- und Anodenbleche eines Bipolarelements mit den jeweiligen Kontaktschienen ein- oder beidseitig zweckmäßig mittels Senkkopfschrauben verschraubt. Diese Verschraubung dient jedoch nur dem besseren Handling und ist nur zu einem geringen Teil für den Stromfluß verantwortlich, der erst durch den Preßkontakt optimiert wird.

[0021] Da somit der Stromkontakt durch einen Luftspalt vom Elektrolyt-führenden Zellrahmen getrennt ist, führen Undichtigkeiten im Dichtsystem nicht zum mittelfristigen Ausfall der Stromzuführung, da eventuell austretender Elektrolyt drainiert wird und dadurch solche Undichtigkeiten rechtzeitig erkannt und abgestellt werden können.

[0022] Die Metallelektrodenbleche bestehen im Falle der Anodenbleche aus Ventilmetallen vorzugsweise aus Titan, welche im elektrochemisch aktiven Bereich in bekannter Weise mit Aktivschichten aus Edelmetallen, Edelmetalloxiden, Mischoxiden von Edelmetallen und anderen Metallen sowie sonstigen Metalloxiden, wie z. B. Bleidioxid, belegt sind. Alternativ kommen als Träger solcher Aktivschichten auch andere Ventilmetalle, wie Tantal, Niob oder Zirkonium in Betracht. Aber auch verbleiter, vernickelter, verkupferter Stahl bzw. Nickelbasislegierungen, kommen für spezielle Anwendungen in Betracht.

[0023] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weisen die Anodenbleche eine Edelmetallauflage aus massivem Platin auf und sind erhältlich durch heißisostatisches pressen von Platinfolie und Titanblech.

[0024] Als Kathodenmaterial kommt vorzugsweise Edelstahl, Nickel, Titan, Stahl und Blei zur Anwendung. Bevorzugt kommen im Rahmen der vorliegenden Erfindung Kathoden aus hochlegierten Edelstählen der Werkstoff Nr. 1.4539 zum Einsatz, deren aktive Elektrodenfläche als Streckmetall ausgebildet ist und die rückseitig direkt auf dem als Stütze dienenden durchbrochenen Kathodenrahmenteil aufliegen.

[0025] Unter durchbrochenen Metallelektrodenblechen sind insbesondere solche aus Streckmetallen zu verstehen. Aber auch in anderer Weise perforierte Bleche oder Jalousieelektroden kommen in Betracht.

[0026] Als Kontaktschienen werden bevorzugt solche aus Kupfer eingesetzt, die verzinkt oder an den Kontaktflächen versilbert bzw. mit Edelmetallen beschichtet sein können. Die Strom-Kontaktflächen der Elektroden sind vorzugsweise mit gut leitenden Überzügen versehen, wie z.B. durch Galvanisieren aufgebraachte Platin-, Gold-, Silber- oder Kupferschichten. Bevorzugt sind die Kontaktschienen und die Elektrodenkontakte vergoldet bzw. platinisiert und die Stromübertragung erfolgt durch den durch Verspannen des Elektrodenpaketes entstehenden Preßkontakt.

[0027] Die erfindungsgemäße konstruktive Lösung mit außerhalb der Kunststoffgrundkörper, aber noch innerhalb des Spannrahmens angeordneten Kontaktschienen wird aber erst dann auch für Elektrolysezellen großer Strombelastung und Verwendung teurer und/oder schlecht leitfähiger Elektrodenmaterialien optimal nutzbar, wenn die erfindungsgemäße hohe und schmale Bauform mit vorzugsweise 1,5 bis 3 m Höhe und einem Höhen/Breiten-Verhältnis von 10:1 bis 1,5:1 der Elektrodenplatten angewandt wird. Ähnliche Zellenabmessungen sind zwar für Gas-Lift-Zellen bereits wiederholt vorgeschlagen worden, aber dort ausschließlich mit dem Ziel einer Optimierung des Auftriebes durch die entwickelten Gase zur Erzielung eines maximalen Gas-Lift-Effektes.

[0028] Im vorliegenden Fall ergeben sich in Kombination mit der erfindungsgemäßen Kontaktierung auch bei Elektroden ohne Gasentwicklung die folgenden Vorteile: Zunächst wächst bei gleicher Breite der Kontaktschienen die verfügbare Kontaktfläche proportional zur Zellenhöhe an, wodurch sich geringere Wärmebelastungen der Kontakte ergeben. Aber auch der Stromtransport von den Kontaktflächen durch die Metallelektrodenbleche wird begünstigt, da bei gleicher wirksamer Elektrodenfläche, gleicher Dicke der Elektrodenbleche und gleicher Strombelastung der für den Stromtransport maßgebliche Querschnitt mit der Höhe der Elektrodenplatten anwächst und gleichzeitig die Weglänge für den Stromtransport mit zunehmender Höhe geringer wird. Unter diesen Randbedingungen nimmt der elektrische Widerstand und damit der Spannungsabfall in den Elektroden-

blechen mit dem Quadrat der Zellenhöhe ab. Bei gleichem zulässigen Spannungsabfall können also bei den erfindungsgemäß anzuwendenden schmalen und hohen Elektrodenplatten wesentlich dünnere oder weniger elektrisch leitfähige Elektrodenbleche bzw. wesentlich höhere Strombelastungen eingesetzt werden. Dies ist besonders bei durchbrochenen Elektrodenblechen, bei denen ja eine Verringerung des Querschnitts für den Stromtransport in Kauf genommen werden muß, von großer Wichtigkeit. Auch wird im Falle der Montage des Zellenpaketes bei dünnen Blechelektroden eine evtl. Welligkeit des Bleches nach der Pressung ausgeglichen und somit eine Planparallelität der Elektrode erreicht.

[0029] Durch außen auf die Kontaktschienen aufgelötete Kupferrohre können die Kontakte mittels Kühlwasser auch bei hohen Strombelastungen auf oder unter Raumtemperatur gehalten werden. Auf diese Weise werden Erwärmungen des Zellrahmens, des Dichtsystems und der Stromkontakte und die damit verbundenen Probleme wie Verformungen und Überhitzungen vollständig vermieden.

[0030] Die Planparallelität der Elektroden zueinander ist die Voraussetzung für hohe Stromausbeuten und gleichmäßige Elektrodenkorrosion.

[0031] Durch die in der beschriebenen Zellenkonstruktion im Dichtrahmen frei beweglichen Elektrodenplatten (schwimmenden) führen Verspannungen und thermische Dehnungen nicht zu Verformungen und Wölbungen der Elektroden, so daß eine ausgezeichnete Parallelität erreicht wird die durch einen im Folgenden beschriebenen Unterdruck auf die Anodenrückseite, bei einer besonderen Ausführungsform, noch stabilisiert werden kann.

[0032] Schließlich spielt die Höhe der Zelle eine Rolle bei der Kühlung der hochbelasteten Kontaktschienen.

[0033] Es wurde nämlich gefunden, daß sich insbesondere bei hohen Elektrolysetemperaturen in den oben und unten offenen Spalten zwischen Kunststoffgrundkörpern und Kontaktschienen eine Luftströmung ausbildet, die eine Kühlung der Kontakte und der seitlich über die Kunststoffgrundkörper hinausragenden Metallelektrodenbleche bewirkt. Dieser Kühleffekt nimmt ebenfalls sowohl infolge des "Schornsteineffektes" als auch der sich vergrößernden "Kühlfläche" mit der Zellenhöhe deutlich zu.

[0034] Damit konnte erreicht werden, daß die Kontakte, insbesondere bei höheren Elektrolyttemperaturen bei einer erfindungsgemäß aufgebauten Bipolarzelle, eine deutlich geringere Temperatur annehmen als bei den Elektrolysezellen mit inneren Kontaktelementen, bei denen unter vergleichbaren Bedingungen an den Kontaktelementen deutlich höhere Temperaturen gemessen werden als im Zelleninneren. Ein weiterer bereits erwähnter sehr wesentlicher Vorteil des Abstandes zwischen Zellenrahmen und Kontaktsteg ist, daß damit eine Drainage eines möglicherweise in geringem Umfang austretenden Elektrolyten erfolgen kann. Dringt nämlich Elektrolyt in den Kontaktspalt ein, so entsteht Salz und

der Kontakt verschlechtert sich innerhalb kürzester Zeit.

[0035] Ein wesentlicher zusätzlicher Effekt der Anodenstabilisierung wird durch das Kühlmittel erreicht.

[0036] Das auslaufende Kühlmittel wird im Niveau unter die Höhe des Einlaufs abgesetzt. Dadurch entsteht ein durch die Niveaudifferenz einstellbarer Unterdruck, der das Anodenblech auf den Kunststoffgrundkörper saugt und somit zugleich die Planparallelität verbessert und eine Vorwölbung der Anode bei Druckschwankungen in der Zelle verhindert. Durch diese Maßnahme kann ein sehr geringer Elektrodenabstand von 2 bis 4 mm und somit ein geringer Elektrolytwiderstand und eine hohe Strömungsgeschwindigkeit erreicht werden.

[0037] Durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit bei geringem Massedurchsatz wird ein hoher Stofftransport zur Anodenoberfläche erreicht, der zu einer hohen Ausbeute des Anodenproduktes führt.

[0038] Die Erfindung wird im folgenden anhand mehrerer Ausführungsbeispiele anhand der beigefügten Zeichnung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 a einen vereinfachten Vertikalschnitt einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform mit je einem durchbrochenen und einem massiven Metall-elektrodenblech, letzteres von der Rückseite her gekühlt;

Fig. 1b eine Schnittansicht entlang der Linie Ib-Ib in Fig. 1 a;

Fig. 2a einen vereinfachten Vertikalschnitt einer zweiten nicht-erfindungsgemäßen Ausführungsform mit zwei massiven Elektrodenblechen, beide von der Rückseite her gekühlt.

Fig. 2b eine Schnittansicht entlang der Linie IIb-IIb in Fig. 2a;

Fig. 3a einen vereinfachten Vertikalschnitt einer dritten nicht-erfindungsgemäßen Ausführungsform mit zwei durchbrochenen Metallelektrodenblechen ohne zusätzliche Kühlung.

Fig. 3b eine Schnittansicht entlang der Linie IIIb-IIIb in Fig. 3a;

Fig. 4 einen vereinfachten Vertikalschnitt durch eine bipolare Elektrolysezelle mit drei gemäß Fig. 1 a aufgebauten bipolaren Elektrodenblechen und vereinfacht dargestelltem Spannrahmen.

[0039] Bei allen Ausführungsformn wurde auf die Wiedergabe technischer Details, wie z.B. für das Dichtsystem und die Befestigung der Elektrodenbleche und der Kontaktschienen verzichtet.

[0040] In den Figuren 1a bis 3c sind beispielhaft und schematisch drei Ausführungsformn einer geteilten bipolaren Mehrzweckelektrolysezelle in Schnittdarstellungen

gen durch die elektrochemisch wirksamen Bereiche dargestellt, wobei die oberen Figuren Seitenansichten und die unteren Figuren Draufsichten darstellen.

[0041] Die bipolare Mehrzweckelektrolysezelle, wie diese in ihrer ersten Ausführungsform gemäß Fig. 1a und 1b dargestellt ist, und dabei das Bezugszeichen 10 trägt, ist Teil einer nicht dargestellten Elektrolyseeinrichtung. Die bipolare Mehrzweckelektrolysezelle 10 besteht aus einem Elektrodengrundkörper 12 aus Kunststoff, an dem beidseitig Metall-Elektrodenbleche oder Elektrodenplatten angebracht sind, wobei in dieser Ausführungsform das eine Elektrodenblech 14 massiv, und das andere Elektrodenblech 16 im elektrochemisch wirksamen Bereich durchbrochen ist. Der Elektrodengrundkörper 12 weist sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung im Querschnitt eine doppel-T Form auf, wodurch zwischen dem Elektrodengrundkörper 12 und den jeweiligen Elektrodenblechen 14, 16 Kanäle 18, 20 gebildet werden. Auf dem massiven Elektrodenblech 14 ist zusätzlich ein Elektrolytdichtrahmen 22 aus elastischem Material angebracht, der auf der Außenseite des massiven Elektrodenblechs 14 vom Elektrodengrundkörper 12 aus betrachtet einen weiteren Kanal 24 bildet. Dabei dient der von dem massiven Elektrodenblech 14 und dem Elektrolytdichtrahmen 22 gebildete Kanal 24, sowie der zwischen dem Elektrodengrundkörper 12 und dem durchbrochenen Elektrodenblech 16 gebildete Kanal 20, der im folgenden als Elektrodenrückraum bezeichnet wird, dazu, die Elektrolytlösungen für die Elektrolyse aufzunehmen. Der zwischen dem Elektrodengrundkörper 12 und dem massiven Elektrodenblech 14 gebildete Kanal 18 dient dazu, Kühlflüssigkeit zur Kühlung des massiven Elektrodenblechs 14 sowie gegebenenfalls des Elektrodengrundkörpers 12 aufzunehmen und wird im folgenden als Kühlraum bezeichnet.

[0042] In den Elektrodengrundkörper 12 sind Zu- und Ableitungen für die Elektrolytlösungen eingearbeitet, wobei die Zuleitungen 26 und 28 in einem unteren Mittelbereich des Elektrodengrundkörpers 12 angeordnet sind und die zugehörigen Ableitungen 30 und 32 in einem oberen Mittelbereich davon angeordnet sind. Die Zu- und Ableitungen sind über jeweilige Einlaßöffnungen 34, 36 und Auslaßöffnungen 38, 40 mit den Elektrolytkanälen 24 und 20 verbunden, durch welche die Elektrolytlösungen für die Elektrolyse geleitet werden, wobei die Einlass- und Auslassöffnungen 34 und 38 für den am massiven Elektrodenblech 14 ausgebildeten Kanal 24 durch das massive Elektrodenblech 14 hindurchführen.

[0043] Wie bereits erwähnt, ist zur Kühlung des massiven Elektrodenblechs 14 zwischen dem Elektrodengrundkörper 12 und dem Elektrodenblech 14 ein

[0044] Kühlraum 18 vorgesehen, in den, bzw. durch den ein Kühlmittel, in diesem Fall Kühlwasser, über in einem unteren bzw. oberen Mittelbereich des Elektrodengrundkörpers 12 angeordnete Zuleitungen 42 und Ableitungen 44 sowie entsprechende Verbindungskanäle 46 und 48 geleitet bzw. gepumpt werden kann. Dabei kann natürlich auch ein "Lift-Effekt" ausgenutzt werden,

wobei aber auch Kühlmittel denkbar wären, bei denen ein umgekehrter Effekt auftritt. Das durchbrochene Metallelektrodenblech benötigt keine zusätzliche Kühlung, da sie von der Elektrolytlösung ausreichend gekühlt wird und nur in Randbereichen auf dem Grundkörper aufliegt, wodurch ein Wärmestau vermieden wird.

[0045] Auf dem durchbrochenen Metallelektrodenblech 16 liegt eine Ionenaustauschermembran 50 auf, die über geeignete Mittel an dem durchbrochenen Elektrodenblech 16 angebracht ist.

[0046] Aus der Draufsicht in Fig. 1b ist schließlich ersichtlich, daß Kontaktschienen 52 die seitlich verlängerten Metallelektrodenbleche 14 und 16 kontaktieren und zwischen den jeweiligen Kontaktschienen und dem Rand des Grundkörpers 12 Spalten 54 ausgebildet sind, welche durch die Metallelektrodenbleche seitlich begrenzt sind.

[0047] In den Fig. 2a und 2b ist eine weitere Ausführungsform gezeigt. Darin wird eine mit 110 bezeichnete Mehrzweckelektrolysezelle dargestellt, wobei Bauelemente, die solchen der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 1a und 1b entsprechen, mit denselben Bezugsziffern, jeweils vermehrt um die Zahl 100, versehen sind. Es wird im folgenden nur auf die Unterschiede eingegangen, so daß im übrigen auf die Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels verwiesen wird.

[0048] Während bei der ersten Ausführungsform ein massives 14 und ein durchbrochenes Elektrodenblech 16 verwendet werden, werden bei der zweiten Ausführungsform zwei massive Elektrodenbleche 114 verwendet, auf denen jeweils ein Elektrolytdichtrahmen 122 aufliegt. Die Einlass- und Auslassöffnungen 134, 136 und 138, 140 für die an den massiven Elektrodenblechen 114 ausgebildeten Kanäle 128 sind in dieser Ausführungsform durch beide Elektrodenbleche 114 hindurchführen.

[0049] Beidseitig des Grundkörpers 112 sind zwischen dem Grundkörper 112 und den Elektrodenblechen Kühlräume 118 vorgesehen, um die massiven Elektrodenbleche 114 zu kühlen. Die Kühlräume 118 werden wiederum über Zuleitungen 142 und Ableitungen 144 sowie entsprechende Verbindungskanäle 146 und 148 mit Kühlflüssigkeit versorgt.

[0050] Bei der Verwendung von Mehrzweckelektrolysezellen mit zwei massiven Elektrodenblechen 114, wird im eingespannten Zustand, d.h. wenn mehrere erfindungsgemäße Mehrzweckelektrolysezellen durch Spannrahmen zusammengeschlossen werden, zwischen die dann in der Mitte zwischen zwei Dichtrahmen liegende Membran und die Kathoden bzw. Anodenfläche ein sogenanntes "Spacer-gitter" eingebracht, welche das Aufliegen der Membran auf einer der Elektrodenoberflächen verhindert und einen geordneten Elektrolytfluß sicherstellt. Derartige Spacer werden in verschiedenen Formen für Elektrolysezwecke angeboten.

[0051] In den Fig. 3a und 3b ist eine weitere, mit 210 bezeichnete nicht-erfindungsgemäße Mehrzweckelektrolysezelle dargestellt, wobei Bauelemente, die solchen der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 1a und 1b ent-

sprechen, mit denselben Bezugsziffern, jeweils vermehrt um die Zahl 200, versehen sind. Es wird im folgenden nur auf die Unterschiede eingegangen.

[0052] Während bei der ersten Ausführungsform ein massives 14 und ein durchbrochenes Elektrodenblech 16 verwendet wird, werden bei dieser Ausführungsform zwei durchbrochene Elektrodenbleche 216 verwendet, wobei zu deren elektrischen Isolierung zusätzlich auf einer der Elektrodenbleche ein dünner Dichtrahmen 256 angebracht ist, auf dem die Ionenaustauschermembran 250 über geeignete Mittel angebracht ist. Die Ionenaustauschermembran 250 kann aber auch direkt auf einem Elektrodenblech angeordnet sein, wobei dann ein dünner Dichtrahmen auf der Membran, oder dem freien Elektrodenblech angebracht wird. Durch die ausschließliche Verwendung von durchbrochenen Elektrodenblechen sind in dieser Ausführungsform Kühlräume nicht erforderlich.

[0053] In Fig. 4 wird der Stromtransport durch eine Zelle aus drei erfindungsgemäß aufgebauten bipolaren Elektrodenplatten und den beiden Randeletrodenplatten mit beidseitiger Stromzuführung und bis zu den seitlichen Kontaktschienen verbreiterten Kunststoffgrundkörpern verdeutlicht.

[0054] Zugrundegelegt wurde die Aufbauvariante nach Fig. 1a mit einem durchbrochenen und einem massiven Metallelektrodenblech je bipolarer Elektrodenblech. Die Bezeichnungen der numerierten Bauelemente sind die gleichen wie bei Fig. 1.

[0055] Die Erfindung ist nicht auf die in den Figuren 1 und 4 dargestellten konstruktiven Ausführungsformen beschränkt.

35 Patentansprüche

1. Bipolare Mehrzweckelektrolysezelle für hohe Strombelastungen, bestehend aus einem Spannrahmen, zwei Elektrodenrandplatten mit Metallelektrodenblechen und Stromzuführung sowie aus bipolaren Elektrodenplatten, letztere bestehend aus:

je einem Elektrodengrundkörper (12) aus Kunststoff, mit einseitig oder beidseitig eingearbeiteten Elektrodenrückräumen (20) und/oder Kühlräumen (18), eingearbeiteten Zu- und Abführungsleitungen für die Elektrolytlösungen (26,28,30,32) und das Kühlmedium (42, 44), beidseitig auf den Grundkörper (12) aufgebrachten Metallelektrodenblechen (14,16), die im elektrochemisch wirksamen Bereich massiv und/oder durchbrochen sind, auf den massiven Metallelektrodenblechen (14) aufliegende Elektrolytdichtrahmen (22) aus elastischem Kunststoff, auf den durchbrochenen Metallelektrodenblechen (16) und/oder den Elektrolytdichtrahmen (22) aufliegende Ionenaustauschermembranen

- (50) zur Trennung der Elektrodenräume, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrodenplatten ein Höhen zu Breiten-Verhältnis von 30:1 bis 1,5:1 aufweisen, die Metallelektrodenbleche (14,16), wobei das Elektrodenblech (14) massiv und das andere Elektrodenblech (16) im elektrochemisch wirksamen Bereich durchbrochen ist, und die Elektrolytdichtrahmen (22) seitlich über die Elektrodengrundkörper (12) hinausragen und sowohl mit beidseitig im Abstand von 1 bis 50 mm von den Elektrodengrundkörpern (12) angeordneten senkrechten Kontaktschienen (52), als auch im Bereich der Elektrolytdichtrahmen (22) mit den Elektrodengrundkörpern (12) zu mechanisch stabilen, als selbständige Einheiten montierbaren, bipolaren Elektrodenplatten verbunden sind, wobei die elektrische Isolierung zweier benachbarter bipolarer Einheiten gegeneinander durch die Elektrolytdichtrahmen (22) bei gleichzeitiger Abdichtung der Elektrolyträume beim Verspannen der Elektrodenplatten mittels des Spannrahmens durch den Anpressdruck herbeigeführt wird, wobei die Kontaktschienen (52) die seitlich verlängerten metallelektrodenbleche (14) und (16) kontaktieren und zwischen den jeweiligen Kontaktschienen und dem Rand des Elektrodengrundkörpers (12) Spalten (54) ausgebildet sind, welche die metallelektrodenbleche seitlich begrenzen.
2. Bipolare Mehrzweckelektrolysezelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anodenbleche aus Ventilmetallen, vorzugsweise Titan, mit Aktivschichten aus Edelmetallen bestehen.
3. Bipolare Mehrzweckelektrolysezelle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anodenbleche eine Edelmetallauflage aus massivem Platin, erhältlich durch heißisostatisches Pressen von Platinfolie und Titanblech aufweisen.
4. Bipolare Mehrzweckelektrolysezelle nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kathodenblechmaterial Nickel, Titan, Stahl, Edelstahl oder Blei ist.
5. Bipolare Mehrzweckelektrolysezelle nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kathodenbleche aus hochlegierten Edelstählen, z.B. solchen mit der Werkstoffnr. 1.4539, bestehen, deren aktive Elektrodenflächen als Streckmetall ausgebildet sind und die rückseitig direkt auf dem als Stütze dienenden, durchbrochenen Kathodenrahmenteil aufliegen.
6. Bipolare Mehrzweckelektrolysezelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromkontaktflächen der Elektroden mit gut leitenden Überzügen aus Platin, Gold, Silber oder Kupferschichten versehen sind.
7. Bipolare Mehrzweckelektrolysezelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktschienen aus Kupfer bestehen, welches verzinkt, versilbert oder mit einem Edelmetall beschichtet ist.
8. Bipolare Mehrzweckelektrolysezelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktschienen und die Elektrodenkontakte vergoldet bzw. platinisiert sind und die Stromübertragung durch den durch Verspannen des Elektrodenpaketes entstehenden Presskontakt erfolgt.
9. Bipolare Mehrzweckelektrolysezelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Elektrodengrundkörpern und senkrecht stehenden Kontaktschienen ein Luftspalt von mehreren Millimetern besteht, der bei leichten Elektrolytleckagen eine Drainage erlaubt und eine Unterwanderung der Stromkontakte verhindert.
10. Bipolare Mehrzweckelektrolysezelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrodenplatten eine Höhe von 1,5 bis 3 m und eine Höhen/Breitenverhältnis von 10:1 bis 1,5:1 aufweisen.

Claims

1. A bipolar multipurpose electrolysis cell for high current loads, consisting of a clamping frame, two electrode edge plates with metal electrode sheets and current infeed and of bipolar electrode plates, the latter consisting of:

in each case an electrode base member (12) of plastics, with electrode rear spaces (20) and/or cooling spaces (18) incorporated on one or both sides, incorporated infeed and outfeed lines for the electrolyte solutions (26, 28, 30, 32) and the cooling medium (42, 44), metal electrode sheets (14, 16), which are solid and/or of open-work construction in the electro-

chemically active zone, mounted on both sides of the base member (12), electrolyte sealing frames (22) of resilient plastics resting on the solid metal electrode sheets (14), ion-exchange membranes (50) resting on the open-work metal electrode sheets (16) and/or the electrolyte sealing frames (22) for partitioning the electrode spaces, **characterised in that** the electrode plates have a height-to-width ratio of 30:1 to 1.5:1, the metal electrode sheets (14, 16), one electrode sheet (14) being solid and the other electrode sheet (16) being of open-work construction in the electrochemically active zone, and the electrolyte sealing frames (22) project laterally beyond the electrode base members (12) and are connected to perpendicular contact rails (52) arranged on both sides at a distance of 1 to 50 mm from the electrode base members (12), and, in the zone of the electrolyte sealing frames (22), to the electrode base members (12) to form mechanically robust, bipolar electrode plates which may be installed as independent units, wherein electrical insulation of two adjacent bipolar units relative to one another by the electrolyte sealing frames (22), sealing of the electrolyte spaces being simultaneously effected, is brought about by contact pressure when clamping the electrode plates by means of the clamping frame, wherein the contact rails (52) contact the laterally extended metal electrode sheets (14) and (16) and gaps (54) are formed between the respective contact rails and the edge of the electrode base member (12), which gaps are laterally defined by the metal electrode sheets.

2. A bipolar multipurpose electrolysis cell according to claim 1, **characterised in that** the anode sheets consist of valve metals, preferably titanium, with active layers of noble metals.
3. A bipolar multipurpose electrolysis cell according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the anode sheets comprise a noble metal facing of solid platinum, obtainable by hot isostatic pressing of platinum foil and titanium sheet.
4. A bipolar multipurpose electrolysis cell according to claim 1, 2 or 3, **characterised in that** the cathode sheet material is nickel, titanium, steel, special steel or lead.
5. A bipolar multipurpose electrolysis cell according to claim 4, **characterised in that** the cathode sheets consist of high-alloy special steels, for example those with the material no. 1.4539, the active elec-

trode surface of which is constructed as expanded metal and the rear side of which rests directly on the open-work cathode frame part serving as support.

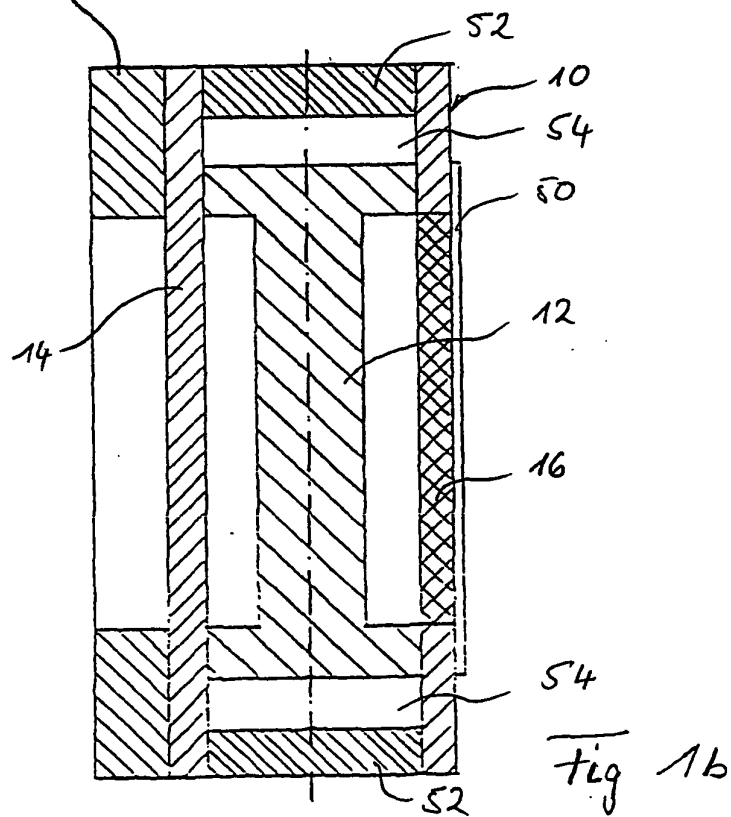
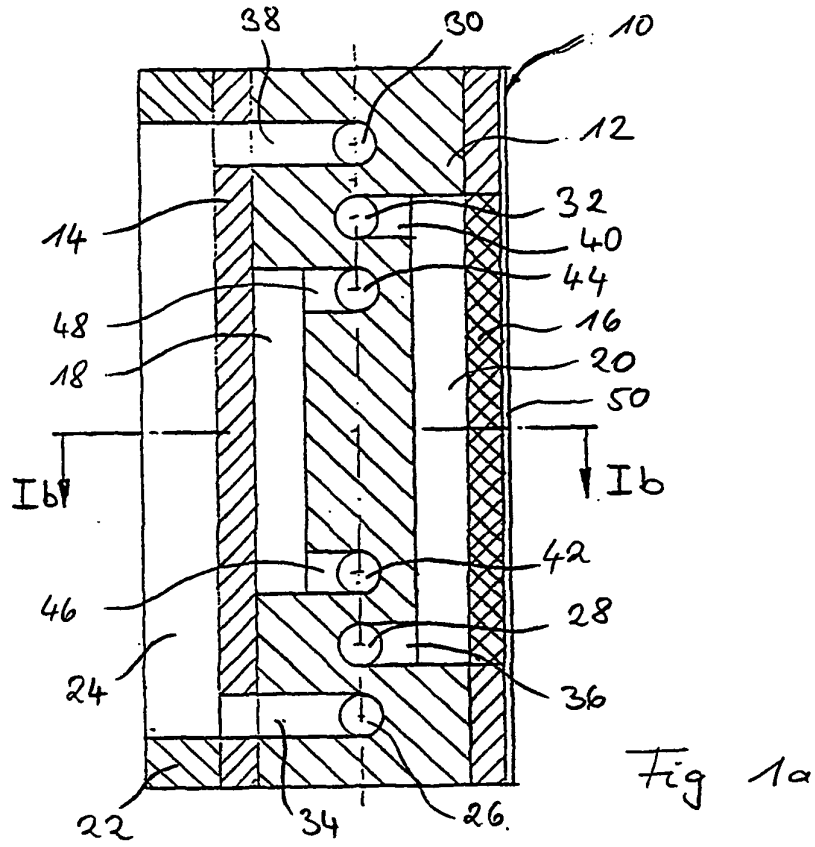
6. A bipolar multipurpose electrolysis cell according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the current contact faces of the electrodes are provided with highly conductive coatings of platinum, gold, silver or copper layers.
7. A bipolar multipurpose electrolysis cell according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the contact rails consist of copper which is tin-plated, pre-silvered or coated with a noble metal.
8. A bipolar multipurpose electrolysis cell according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the contact rails and the electrode contacts are gold-plated or platinised and current transfer proceeds by the pressure contact arising by clamping the electrode package.
9. A bipolar multipurpose electrolysis cell according to any one of the preceding claims, **characterised in that** an air gap of some millimetres is present between electrode base members and perpendicular contact rails, which gap permits drainage in the event of slight electrolyte leakage and prevents a creepage of the current contacts.
10. A bipolar multipurpose electrolysis cell according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the electrode plates have a height of 1.5 to 3 m and a height/width ratio of 10:1 to 1.5:1.

Revendications

1. Cellule électrolytique polyvalente bipolaire pour des charges électriques élevées, se composant d'un cadre de serrage, de deux plaques extérieures d'électrode avec des tôles d'électrode métalliques et une arrivée de courant ainsi que de plaques d'électrode bipolaires, ces dernières se composant de:

chacune un corps de base d'électrode (12) en matière plastique, avec des espaces arrière d'électrode (20) et/ou des espaces de refroidissement (18) usinés sur un côté ou sur les deux côtés, des conduits d'arrivée et de départ usinés pour les solutions électrolytiques (26, 28, 30, 32) et le fluide de refroidissement (42, 44), de tôles d'électrode métalliques (14, 16) installées sur les deux côtés sur le corps de base (12), qui sont massives et/ou perforées dans la région électrochimiquement active, de cadres d'étanchéité (22) pour l'électrolyte, en matière plastique élastique, posés sur les tôles

- d'électrode métalliques massives (14), de membranes échangeuses d'ions (50) appliquées sur les tôles d'électrode métalliques perforées (16) et/ou les cadres d'étanchéité pour l'électrolyte (22) pour la séparation des espaces des électrodes,
- caractérisée en ce que** les plaques d'électrode présentent un rapport hauteur:largeur de 30:1 à 1,5:1, les tôles d'électrode métalliques (14, 16), dans lesquelles la tôle d'électrode (14) est massive et l'autre tôle d'électrode (16) est perforée dans la région électrochimiquement active, et les cadres d'étanchéité pour l'électrolyte (22) sortent latéralement au-delà du corps de base d'électrode (12) et sont assemblés aussi bien avec des rails de contact perpendiculaires (52) disposés à une distance de 1 à 50 mm des corps de base d'électrode (12) que, également dans la région des cadres d'étanchéité pour l'électrolyte (22), avec les corps de base d'électrode (12) en plaques d'électrodes bipolaires mécaniquement stables, à monter comme des unités autonomes, dans laquelle l'isolation électrique de deux unités bipolaires voisines l'une par rapport à l'autre est assurée par les cadres d'étanchéité pour l'électrolyte (22), avec étanchéité simultanée des espaces d'électrolyte, lors du serrage des plaques d'électrode au moyen du cadre de serrage par la pression de serrage, dans laquelle les rails de contact (52) sont en contact avec les tôles d'électrode métalliques prolongées latéralement (14) et (16) et des fentes (54) sont formées entre les rails de contact respectifs et le bord du corps de base d'électrode (12), qui limitent latéralement les tôles d'électrode métalliques.
2. Cellule électrolytique polyvalente bipolaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les tôles d'anode sont constituées de métaux de soupape, de référence de titane, avec des couches actives en métaux nobles.
 3. Cellule électrolytique polyvalente bipolaire selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les tôles d'anode présentent un dépôt de métal noble en platine massif, réalisable par pressage isostatique à chaud d'une feuille de platine et une tôle de titane.
 4. Cellule électrolytique polyvalente bipolaire selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisée en ce que** le matériau des tôles de cathode est le nickel, le titane, l'acier, l'acier allié ou le plomb.
 5. Cellule électrolytique polyvalente bipolaire selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** les tôles de cathode se composent d'aciers fortement alliés,
- par exemple des aciers portant le numéro de matériau 1.4539, dont les faces d'électrode actives sont en métal déployé, et qui reposent à l'arrière directement sur la partie de cadre de cathode perforée servant d'appui.
6. Cellule électrolytique polyvalente bipolaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les faces de contact électrique des électrodes sont munies de revêtements bons conducteurs, en platine, or, argent, ou en couches de cuivre.
 7. Cellule électrolytique polyvalente bipolaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les rails de contact sont composés de cuivre, qui est étamé, préalablement argenté ou revêtu d'un métal noble.
 8. Cellule électrolytique polyvalente bipolaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les rails de contact et les contacts d'électrode sont dorés ou platinés et la transmission du courant est effectuée par le contact à pression engendré par le serrage du paquet d'électrodes.
 9. Cellule électrolytique polyvalente bipolaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'il** existe entre des corps de base d'électrode et des rails de contacts placés perpendiculairement un entrefer de plusieurs millimètres, qui permet un drainage en cas de légères fuites d'électrolyte et empêche une attaque insidieuse des contacts électriques.
 10. Cellule électrolytique polyvalente bipolaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les plaques d'électrode présentent une hauteur de 1,5 à 3 m et un rapport hauteur:largeur de 10:1 à 1,5:1.



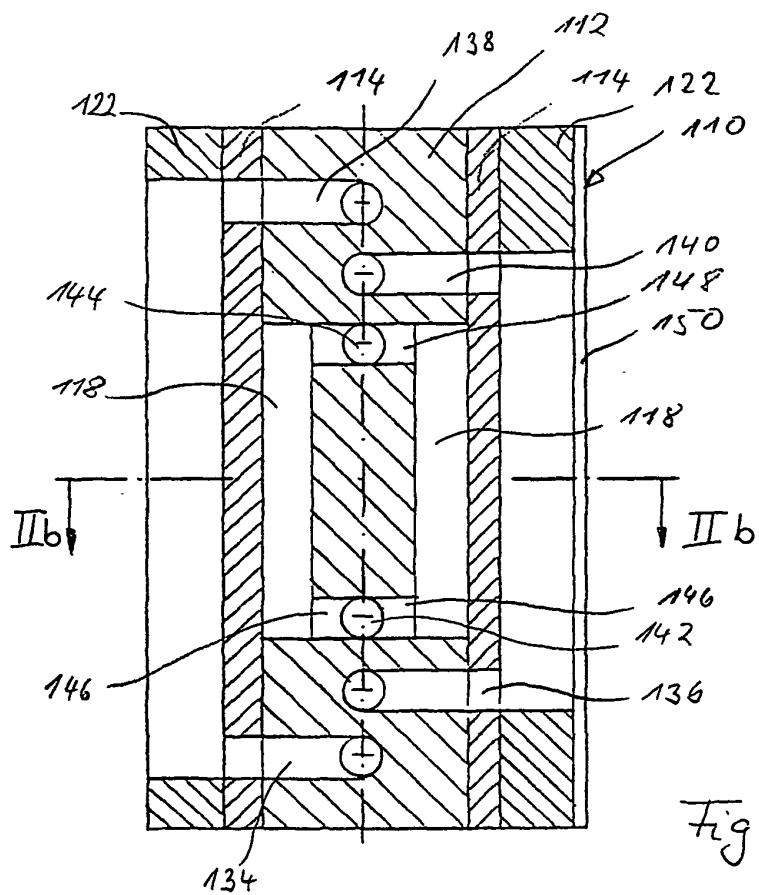


Fig 2a

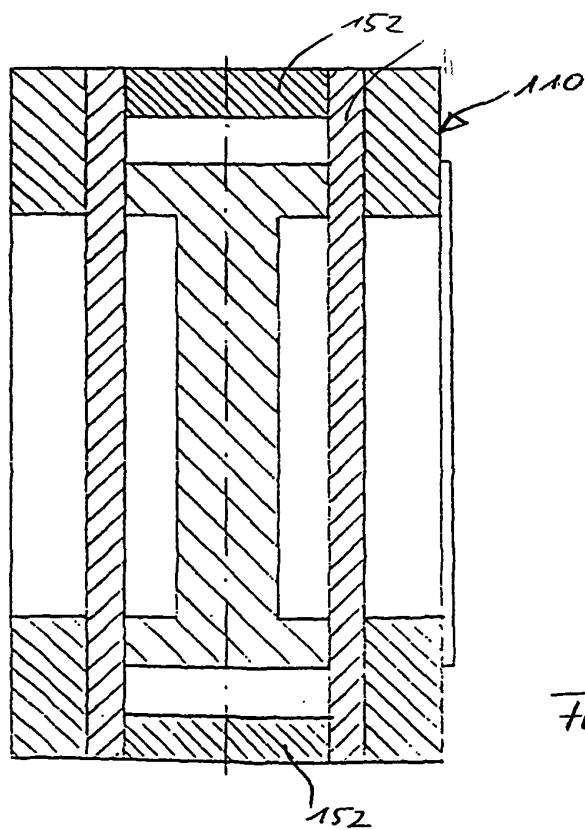
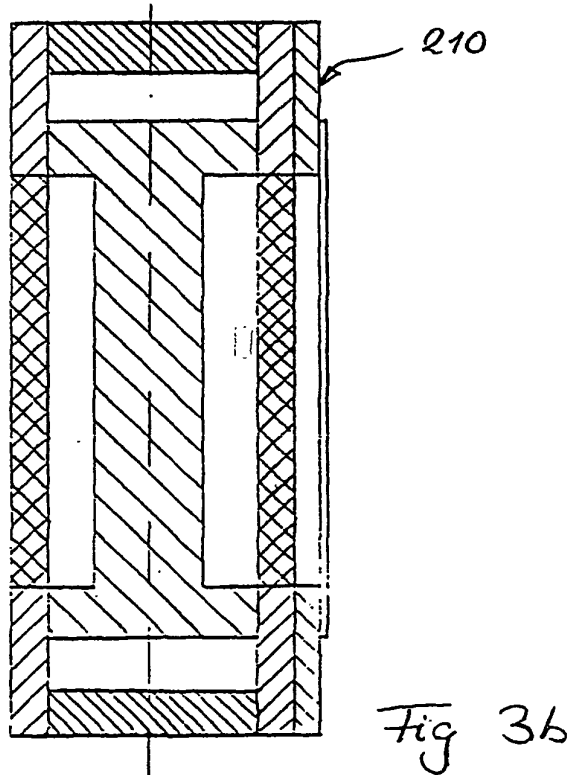
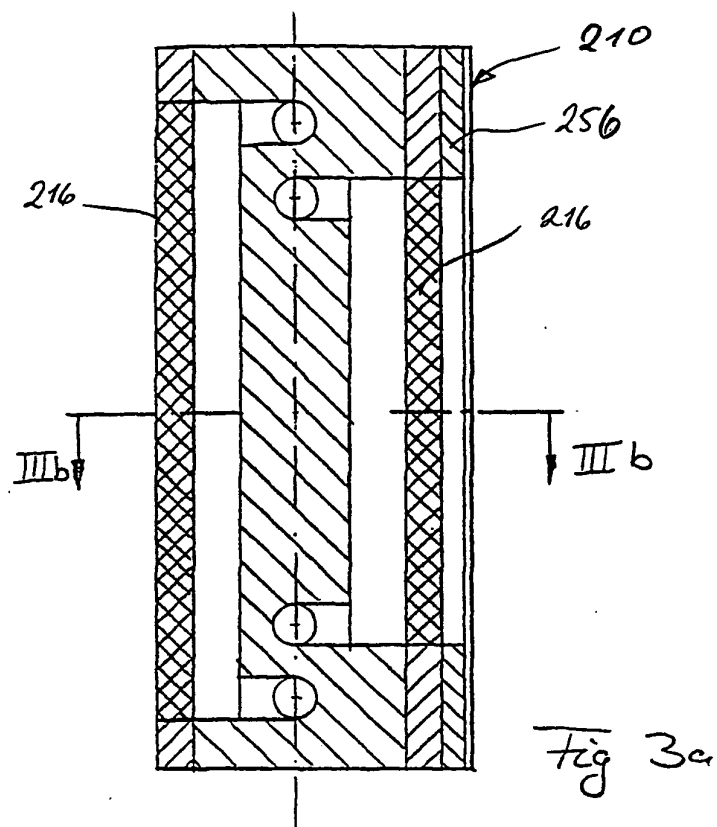


Fig 2b



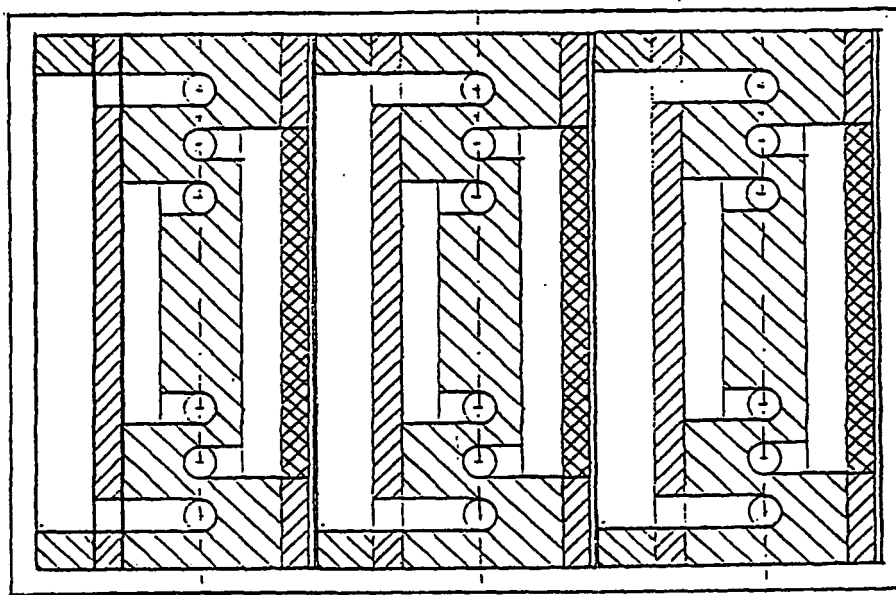


Fig 4

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 4438124 [0004]
- DE 3938160 [0011]