

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 83101018.6

51 Int. Cl.³: **C 25 C 7/02**

C 25 B 9/04, C 25 B 11/02

22 Anmeldetag: 03.02.83

30 Priorität: 12.03.82 DE 3209138

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.09.83 Patentblatt 83/39

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT

71 Anmelder: Conradt GmbH & Co. Metallelektroden KG
Grünthal 1-6
D-8505 Röthenbach a.d. Pegnitz(DE)

72 Erfinder: Koziol, Konrad, Dipl.-Chem.
Kirchhoffstrasse 16
D-8505 Röthenbach a.d. Pegnitz(DE)

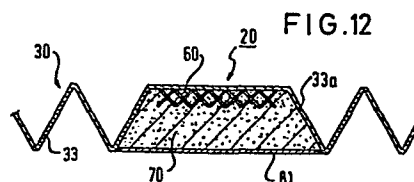
72 Erfinder: Wenk, Erich, Ing.-grad.
Heimgartenweg 95
D-8500 Nürnberg 30(DE)

74 Vertreter: Fücksle, Klaus, Dipl.-Ing. et al,
Hoffmann . Eitle & Partner Patentanwälte
Arabellastrasse 4
D-8000 München 81(DE)

54 **Beschichtete Ventilmetailanode zur elektrolytischen Gewinnung von Metallen oder Metalloxiden.**

57 Es handelt sich um eine beschichtete Ventilmetailanode zur elektrolytischen Gewinnung von Metallen oder Metalloxiden mit einem stromführenden Bauteil, z.B. einem Stromzuleiter und/oder einem Stromverteiler (20), das aus einem Mantel (50) aus Ventilmetail und einem darin angeordneten Kern (70) aus einem elektrisch gut leitendem Metall besteht.

Um den inneren Ohm'schen Spannungsabfall bei einer derartigen Elektrode möglichst weitgehend zu verkleinern, ist in das Kernmetall (70) des stromführenden Bauteils (20) eine Kontaktstruktur (60) eingebettet, die aus Ventilmetail besteht und über eine Mehrzahl von Schweißstellen mit der Innenfläche des Mantels (50) verbunden ist.



Beschichtete Ventilmetailanode zur elektrolytischen
Gewinnung von Metallen oder Metalloxiden

- Die Erfindung betrifft eine Elektrode, insbesondere Anode aus beschichtetem Ventilmetail zur elektrolytischen Gewinnung von Metallen oder Metalloxiden, mit einem stromführenden Bauteil, z.B. einem Stromzuleiter und/oder einem Stromverteiler, das aus einem Mantel aus Ventilmetail und einem darin angeordneten Kern aus elektrisch gut leitendem Metall, der mit dem Mantel in elektrisch leitender Verbindung steht, besteht.
- 10 Beschichtete Metallanoden dieser Art sollen auf dem Gebiet der elektrolytischen Gewinnung von Metallen, insbesondere Nichteisen-Metallen, aus das zu gewinnende Metall enthaltende Säurelösungen die ursprünglich hierfür eingesetzten Anoden aus Blei oder Bleilegierungen oder aus Graphit ersetzen.
- 15 Die arbeitende Fläche dieser beschichteten Metallanoden besteht aus einem tragenden Kern aus einem Ventilmetail, wie z.B. Titan, Zirkonium, Niob oder Tantal, auf den eine Beschichtung aus einem anodisch wirksamen Material, z.B. aus Metallen der Platingruppe oder der Platinmetalloxide, aufgebracht ist. Der wesentliche Vorteil der
- 20 Metallanoden besteht in der Einsparung elektrischer Energie gegenüber den herkömmlichen Blei- oder Graphitanoden. Die Energieersparnis resultiert aus der bei beschichteten Metallanoden erzielbaren größeren Oberfläche, der hohen
- 25 Aktivität der Beschichtung und der Formstabilität. Diese

Energieersparnis ermöglicht eine beträchtliche Erniedrigung der Anodenspannung. Die beschichteten Metallanoden erbringen eine weitere Betriebseinsparung dadurch, daß die Reinigung und Neutralisation des Elektrolyten erleichtert wird, da die Beschichtung der Anoden durch Cl^- , NO_3^- oder freies H_2SO_4 nicht zerstört wird. Eine zusätzliche Kostenersparnis ergibt sich dadurch, daß bei der Verwendung von beschichteten Metallanoden der Elektrolyt nicht mit teuren Zusätzen, z.B. Kobalt oder Strontiumcarbonat, versetzt werden muß, wie dies bei der Verwendung von Bleianoden erforderlich ist. Ferner entfällt die bei Bleianoden nicht zu verhindernde Verschmutzung des Elektrolyten und des gewonnenen Metalls durch Blei. Schließlich erlauben die beschichteten Metallanoden eine Erhöhung der Stromdichte und damit der Produktivität.

Bei der Auslegung dieser beschichteten Metallanoden hat man sehr unterschiedliche Wege beschritten.

Bei einer bekannten Metallanode der zur Rede stehenden Art (DE-OS 24 04 167) wird das wesentliche Auslegungskriterium darin gesehen, daß die der Kathode gegenüberstehende Anodenfläche 1,5 bis 20 mal kleiner ist als die Kathodenoberfläche und die Anode dementsprechend bei einer Stromdichte betrieben wird, die 1,5 bis 20 mal größer ist als die Kathodenstromdichte. Durch diese Maßnahmen soll angeblich auf wirtschaftliche Weise eine relativ reine Metallabscheidung der gewünschten kristallinen Struktur und Reinheit auf den Kathoden erhalten werden. Die Wirtschaftlichkeit der bekannten Anode soll offensichtlich darin bestehen, daß aufgrund der gegenüber der Kathode reduzierten Fläche der Anode der Werkstoffverbrauch für die Erzeugung der Anode erniedrigt und damit teurer Ventilmetal-Werkstoff eingespart wird. Die Kostenreduzierung bei der Herstellung dieser Anode wird allerdings durch nicht unerhebliche Nachteile erkauft. Einer der Nachteile besteht

darin, daß der anodische Anteil der Zellenspannung hoch ist, weil die Anode mit einer hohen Stromdichte arbeitet. Dies bedingt als wesentlichen Nachteil einen hohen Energiebedarf für die mit einer derartigen Anode ausgestatteten

05 Zellen. Die große Stromdichte und der verkleinerte Leiterquerschnitt der bekannten Anode aufgrund der verkleinerten wirksamen Fläche und damit des kleinen Materialvolumens bedingen einen großen inneren Ohm'schen Spannungsabfall mit der Folge einer weiteren Erhöhung der notwendigen elektrischen Energie. Um den Nachteil des großen inneren Ohm'schen Spannungsabfalls zu beheben, bestehen die

10 in einer Ebene parallel zueinander angeordneten Profilstäbe, welche die wirksame Fläche bilden, aus einem Mantel aus Titan, der mit einem Kern aus Kupfer versehen ist.

15 Einen vergleichbaren Aufbau weisen auch die Stromzuleitungs- und -verteilungsschienen auf. Diese sind kompliziert geführt, um die Stromwege in der kleinen wirksamen Fläche der Anode weitgehend zu verkürzen. Der komplizierte Aufbau der die wirksame Fläche bildenden Profilstäbe sowie die erforderlichlich langen Stromzuleitungs- und -verteilungsschienen verteuern die bekannte Konstruktion erheblich.

20

Bei einer weiteren bekannten beschichteten Metallanode

25 (DE-OS 30 05 795) ist man zur Vermiedung der prinzipiellen Nachteile der vorstehend geschilderten beschichteten Metallanode einen völlig anderen Weg gegangen, der darin besteht, daß die wirksame Fläche dieser Anode dadurch sehr groß ausgebildet ist, daß die in einer Ebene im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten

30 Stäbe, welche die wirksame Fläche bilden, der Beziehung genügt, wonach die Gesamtoberfläche der Stäbe F_A und die von der Gesamtanordnung der Stäbe eingenommene Fläche F_P der Beziehung $6 \geq F_A : F_P \geq 2$ genügt. Diese vorzugsweise aus Reintitan hergestellte Anodenkonstruktion weist

35 außer der Haupt-Stromzuleitungsschiene aus Kupfer keine weiteren Stromzuleiter und -verteiler auf. Der Stromtrans-

port in vertikaler Richtung wird mithin allein durch die Stäbe aus Ventilmetall vorgenommen. Insgesamt hat sich diese Anode aufgrund der groß ausgebildeten wirksamen Fläche bei vielen elektrolytischen Metallgewinnungsverfahren bestens bewährt.

Der den steigenden Kilowattstundenpreisen anzupassende, d.h. zu erniedrigende innere Ohm'sche Spannungsabfall der Titananoden erfordert inzwischen den Einsatz großer Leiterquerschnitte für die stromführenden Bauteile aus diesem kostspieligen Metall. Bei Ausbildung der aktiven Fläche aus in einer Ebene parallel zueinander angeordneten Titanstäben müssen diese mit entsprechend großem Querschnitt ausgelegt werden, um mit dem bei den dicken, massiven Bleianoden auftretenden inneren Ohm'schen Spannungsabfall Schritt halten zu können, was wiederum die technischen und kostenmäßigen Vorteile der Ventil-Metallanoden schmälert.

Bei den schon erwähnten Stromleitungs- und -verteilungsschienen, bestehend aus einem Kern aus Kupfer und einem diesen Kupferkern umgebenden Mantel aus Titan, wird angestrebt, einen "metallurgischen Verbund" zwischen dem Metall des Kerns und dem Metall des Mantels zu erreichen. Die Verringerung des inneren Spannungsabfalls, die durch die Ausbildung des Kerns aus einem Metall mit guter elektrischer Leitfähigkeit erreicht werden soll, wird aber nur dann tatsächlich erzielt, wenn der Stromübergang zum beschichteten Aktivteil durch einen großflächigen, einwandfreien metallurgischen Verbund zwischen dem Werkstoff des Mantels und dem Werkstoff des Kupfers gewährleistet ist. Diese Voraussetzung wird aber allenfalls bei einer sehr kostspieligen Herstellung einigermaßen erreicht. Trotzdem haben sich diese Stromzuleiter für Anoden bei der Chloralkalialyse nach dem Diaphragma-Verfahren bewährt. Die Temperaturempfindlichkeit des metallurgischen Verbunds zwischen Kupfer und Titan setzt aber voraus, daß im Fall

der Wiederbeschichtung dieser DIA-Anoden der titanummantelte Kupferstab von dem zu beschichtenden Aktivteil abgetrennt wird.

05 Im Zusammenhang mit einer Anode für die Chloralkalielektrolyse (GB-PS 1 267 985) sind auch Stromzuleiter und Stromverteiler bekannt geworden, bei denen der Mantel aus Titan mit einem Kern aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ausgefüllt ist. Die elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Metall des Kerns und dem Metall des Mantels soll durch eine Diffusionsschicht aus einer Legierung erreicht werden, die zwischen dem Kernmetall und dem dieses umgebenden Mantelmetall erzeugt wird. Obwohl auf ein exaktes Ausgießen des Mantels aus Titan mit dem Kernmetall im flüssigen Zustand großen Wert gelegt wird, ist nicht auszuschließen, daß das Kernmetall bei dessen Erstarren soweit schrumpft, daß entweder keine Diffusionsschicht zwischen dem Kernmetall und dem Mantelmetall erzeugt wird oder eine schon entstandene Diffusionsschicht wieder reißt, jeweils mit der Folge, daß zumindestens bereichsweise Spalte zwischen dem Kernmetall und dem Mantelmetall entstehen. Dies führt natürlich zu einem hohen Spannungsabfall beim Übergang des Stroms von dem Kernmetall auf das Mantelmetall.

25

Diese Problematik hat man schon lange bei stromführenden Bauteilen, wie Stromzuleiter und Stromverteiler, bei Graphitanoden erkannt.

30

So ist eine Graphitelektrode mit metallischer Stromzuführung für die Chloralkalielektrolyse bekannt geworden (DE-OS 15 71 735), bei der der Stromübergang Metall-Graphit durch Quecksilber bzw. ein bei Außentemperatur flüssiges Amalgam vermittelt wird. Dadurch soll ein guter elektrischer Kontakt zwischen Metall und Graphit gewährleistet sein, da Schrumpfungsrisse nicht auftreten.

35

Diese Entwicklung hat man auch bei Metallelektroden weiterverfolgt. Bei einer bekannten Metallelektrode für Elektrolyseapparate zum elektrolytischen Herstellen von Chlor (DE-OS 27 21 958) bestehen nämlich mindestens die Primärleiderschienen aus Rohren, in deren Innenräume Metallstäbe angeordnet sind, die in einem unter Betriebstemperatur vorwiegend flüssigen, stromleitenden Material eingebettet sind. Dieses unter Betriebstemperatur vorwiegend flüssige, stromleitende Material kann aus niedrig schmelzenden Metallen oder Legierungen, wie Wood's Metall, Roses Metall oder Lipowitz Metall, Natrium, Kalium oder deren Legierungen oder einem anderen stromleitenden Material, wie Metalloxiden oder Graphit, welches mit Metallegierungen getränkt sein kann, bestehen.

15 Diese Lösungen haben den Nachteil, daß die elektrische Leitfähigkeit dieser Werkstoffe relativ gering ist und bei niedrigen Betriebstemperaturen der Metallgewinnungsverfahren zumindest manche dieser Werkstoffe sich nicht im flüssigen Zustand befinden. Darüber hinausverkrusten die Kontaktmetalle bei dem für die Elektroden üblichen Langzeiteinsatz.

25 Diese Entwicklung macht aber immerhin deutlich, daß es ein erhebliches Problem darstellt, eine elektrisch gut leitende Verbindung zwischen dem Kernmetall und dem Mantelmetall von stromführenden Bauteilen herbeizuführen.

30 Es ist Aufgabe der Erfindung eine Elektrode mit stromführenden Bauteilen zu schaffen, die einen möglichst kleinen inneren Spannungsabfall im Langzeitbetrieb ergeben, die sich darüber hinaus kostengünstig und wirtschaftlich herstellen lassen, durch eine hohe Betriebssicherheit auszeichnen und gut in die Aktivteile der beschichteten Ventilmetailanoden
35 einfügen, so daß sich möglichst flachbauende Metallanoden ergeben.

Diese Aufgabe wird bei einer Elektrode der vorausgesetzten Art mit einem stromführenden Bauteil, das aus einem Mantel aus Ventilmetall und einem darin angeordneten Kern aus elektrisch gut leitendem Metall besteht, dadurch gelöst, daß in das Kernmetall des stromführenden Bauteils eine Kontaktstruktur eingebettet ist, die aus Ventilmetall besteht und über eine Mehrzahl von Schweißstellen mit der Innenfläche des Mantels verbunden ist.

- 10 Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Elektrode, insbesondere deren stromführendes Bauteil dahingehend, daß die zur Rede stehende Kontaktstruktur einerseits in das Kernmetall eingebettet und andererseits über eine Mehrzahl von Schweißstellen mit der Innenfläche des Mantels verbunden ist, ergibt sich eine elektrisch gut leitende Verbindung zwischen dem Kernmetall und dem Mantelmetall mit der Folge eines geringen Spannungsabfalls auch bei hohen Spannungen und großen Stromstärken. Der erzielte innige Kontakt zwischen der Kontaktstruktur und dem Kernmetall bleibt über eine lange Betriebszeit auch bei großen Temperaturdifferenzen erhalten. Darüber hinaus verbessert die Kontaktstruktur die mechanische Festigkeit des entsprechend ausgebildeten stromführenden Bauteils und damit der Metall-
elektrode insgesamt. Die erfindungsgemäße Elektrode ist
kostengünstig und wirtschaftlich herstellbar, weil die bei den bekannten Anordnungen gegebenen Schwierigkeiten der metallurgischen Verbindung des Kernmetalls mit dem Mantelmetall bzw. das Einbringen einer geeigneten Zwischenschicht, z.B. aus einem bei Betriebstemperaturen flüssigen Werkstoff, entfallen. Bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Elektrode kann nämlich das Kernmetall im flüssigen Zustand einfach in den Innenraum des Mantels eingegossen werden. Aufgrund der entsprechenden Ausbildung der Kontaktstruktur umströmt das Kernmetall innig die Kontaktstruktur und schrumpft auf dieses mit Vorspannung auf. Dadurch ergibt sich der gewünschte innige Kontakt zwischen dem Kernmetall und der Kontaktstruktur.

Diese wiederum ist elektrisch gut leitend mit der Innenfläche des Mantels verschweißt.

05 Als Mantel für die stromführenden Bauteile der erfindungs-
gemäßen Ausgestaltung sind Dreieck-, Rechteck-, Trapez-
sowie andere Vieleck-Profile, Wellblechbox-Profile, Rohre
oder dergleichen geeignet. Die Wandstärke des Mantels der
erfindungsgemäßen stromführenden Bauteile bewegt sich
zweckmäßigerweise zwischen 0,5 mm und einigen Millimetern.
10 Der Mantel besteht aus einem der schon angesprochenen Ven-
tilmetalle. Falls der Mantel der erfindungsgemäßen strom-
führenden Bauteile aus zwei oder mehreren Profilteilen
zusammengesetzt ist und diese Profilteile miteinander ver-
schweißt sind, müssen die Schweißnähte gas- und flüssig-
15 keitsdicht sein.

Die bei den erfindungsgemäßen stromführenden Bauteilen
vorgesehene Kontaktstruktur kann ein räumliches Gebilde
mit in mehreren Richtungen orientierten Oberflächen sein,
20 das von dem Kernmetall aus mehreren Richtungen her umge-
ben ist. Ein derartiges räumliches Gebilde wird beim Ein-
gießen des flüssigen Kernmetalls von diesem von mehreren
Richtungen her umflossen bzw. umgeben, so daß beim Er-
starrungsprozeß das Kernmetall auf das räumliche Gebilde
25 von mehreren Seiten innig aufschumpft.

Auf diese Weise ist ein großflächiger und einwandfreier
Verbund zwischen dem Kernmetall und der Kontaktstruktur
gewährleistet. Die Problematik eines metallurgischen
30 Verbunds zwischen dem Kernmetall und dem Mantelmetall ist
danach völlig umgangen.

Die Kontaktstruktur weist bei großer Oberfläche ein klei-
nes Volumen auf, gemessen am Volumen des Kernmetalls.

35 Als Kontaktstruktur bzw. räumliches Gebilde kommen Strei-
fen aus Streckmetall, Drahtnetz, Lochblech oder derglei-

- chen in Frage. Mindestens ein Streifen wird im Inneren des Mantels des stromführenden Bauteils im wesentlichen parallel zur Stromfließrichtung verlegt und mit der Innenfläche des Mantels mit einer Mehrzahl von Schweißpunkten verschweißt. Dabei ist es möglich, den Streifen geradlinig oder gewellt verlaufen zu lassen. Im letzteren Fall ergibt sich eine besonders vielfältige Orientierung der Oberflächen des Streifens mit der Folge einer besonders innigen Einbindung der Kontaktstruktur in das Kernmetall.
- Die Kontaktstruktur kann aber auch aus mindestens einem Draht gebildet sein, der im wesentlichen in Stromfließrichtung im Bauteil gewellt verlegt ist und bevorzugt an einer Seite mehrfach mit der Innenfläche des Mantels verschweißt ist. Durch diese Anordnungsart bildet auch ein Draht ein räumliches Gebilde mit in mehreren Richtungen orientierter Oberfläche bzw. orientierten Oberflächenanteilen, das von dem Kernmetall beim Eingießen von mehreren Seiten her umflossen werden kann, so daß das Kernmetall auf diese Kontaktstruktur innig und fest aufschumpfen kann. Anstelle eines Drahtes können auch Drahtabschnitte in Form von Drahtschlaufen verwendet werden, die mit der Innenfläche des Mantels verschweißt sind.
- Der gleiche Effekt ergibt sich dann, wenn die Kontaktstruktur aus einer Mehrzahl von Körpern, wie Bolzen mit Verdickungen und/oder Verdünnungen, dargestellt ist. Die Bolzen können senkrecht zur Stromfließrichtung im Bauteil verlaufen, aber auch jeden anderen Winkel zu dieser und zueinander einnehmen. Entscheidend ist lediglich, daß diese Körper ein ausreichendes Volumen bzw. einen ausreichenden Querschnitt besitzen, um eine elektrisch gut leitende Verbindung mit möglichst geringem Spannungsabfall zu dem Kernmetall einerseits und zu dem Mantelmetall andererseits herzustellen, so daß selbst hohe Ströme mit niedrigem Spannungsabfall von dem Kernmetall auf das Mantelmetall und weiter auf die aktive Fläche der Metallanode

übertragen werden können. Die Anzahl und der Querschnitt der Schweißpunkte zwischen Kontaktstruktur und Mantel werden bestimmt anhand eines vorgegebenen, zulässigen Spannungsabfalls.

05

Zur weiteren Erniedrigung des elektrischen Übergangswiderstandes zwischen dem Kernmetall und der Kontaktstruktur kann letztere mit einer geeigneten Kontaktbeschichtung versehen sein. Diese bietet sich an bei einer relativ

10

kleinflächigen Kontaktstruktur oder bei elektrisch besonders hochbelasteten stromführenden Bauteilen. Als Kontaktbeschichtung kommen die in der Elektrotechnik üblicherweise hierzu verwendeten Werkstoffe infrage, soweit diese mit dem jeweiligen Metall des Kerns verträglich sind. Als

15

Werkstoffe können edle Metalle bzw. der Oxide und/oder unedle Metalle und deren elektrisch leitenden unterstöchiometrischen bzw. dotierten Oxide verwendet werden.

20

Als Vergußmetall zur Herstellung des Kerns eines stromführenden Bauteils einer erfindungsgemäßen Elektrode eignen sich Metalle mit einem Schmelzpunkt, der um mindestens 500°C niedriger liegt als der des Metalls des Mantels des stromführenden Bauteils. Das Kernmetall soll

25

darüber hinaus eine wesentlich höhere elektrische Leitfähigkeit besitzen als das Ventilmantelmetall des Mantels, z.B. Titan. Unter Berücksichtigung dieser Forderungen kommen z.B. als Kernmetalle Zink, Aluminium, Magnesium, Zinn, Antimon, Blei, Kalzium, Kupfer oder Silber und entsprechende Legierungen hiervon infrage. Selbstverständlich

30

muß die Auswahl des Metalls für den Kern auch den speziellen Erfordernissen des jeweiligen Metallgewinnungsverfahrens Rechnung tragen. So hat sich beispielsweise bei der Zinkgewinnungselektrolyse als Kernmetall für ein stromführendes Bauteil einer erfindungsgemäßen Elektrode metallisches

35

Zink mit seinem niedrigen Schmelzpunkt von 420°C und seiner guten spezifischen elektrischen Leitfähigkeit von $156 \times 10^3 \frac{1}{\text{Ohm cm}}$ ausgezeichnet bewährt. Im Kurz-

schlußfall hat metallisches Zink noch den Vorteil, daß seine Korrosionsprodukte weder die Wasserstoffüberspannung der Kathode noch die Reinheit des abgeschiedenen Kathodenzinks beeinflussen.

05

Auch zur Gewinnung von Kupfer mittels der erfindungsgemäßen Elektroden erweist sich Zink als Kernmetall für die stromführenden Bauteile geeignet. Es kommen hierfür allerdings auch Aluminium, Magnesium oder Blei sowie

10

die entsprechenden Legierungen infrage.

Dem Lösungsvorschlag, daß das Metall des Kerns eines stromführenden Bauteils einer erfindungsgemäßen Elektrode entsprechend den speziellen Erfordernissen des jeweiligen

15

Metallgewinnungsverfahrens ausgewählt werden sollte, tragen die bekannten Elektroden noch nicht Rechnung. Die Verbindung von titanummanteltem Kupfer als Aktivteil bzw.

Stromzuleiter und -verteiler, wie dies bei den bekannten Lösungen der Fall ist, ist bei den meisten Metallgewinnungsverfahren nämlich nicht tragbar, da während der Elektrolyse infolge Dendritenbildung des kathodisch abgeschiedenen

20

Metalls manchmal Kurzschlüsse auftreten, die den Titanmantel zerstören können. Bekanntlich löst sich das durch

Kurzschluß freigelegte Kupfer und Legierungs-Kontaktme-

25

tall anodisch auf. Die sich dabei bildenden Metallionen werden an der Kathode niedergeschlagen, verunreinigen das

Kathodenprodukt und haben darüber hinaus Einfluß auf die Wasserstoffüberspannung und somit auf die Stromausbeute

des Metallgewinnungsprozesses. Dies ergibt ein unverkäuf-

30

liches, weil verunreinigtes Kathodenmetall, das zudem infolge verringerter Stromausbeute mit hohem Kostenaufwand erzeugt wird. Dabei sollte nicht unerwähnt bleiben, daß

ein einziger Kurzschluß z.B. bei der elektrolytischen Zinkgewinnung, eine Vielzahl von Kathoden negativ be-

35

einflussen kann. Titanplattiertes Kupfer mit metallurgischem Verbund erscheint selbst bei der elektrolytischen Kupfergewinnung wegen der hohen Kurzschlußrate und der hohen Stabpreise als wirtschaftlich ungeeignet.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß das als Stromverteiler dienende Bauteil dadurch in die aktive Fläche der Elektrode integriert ist, daß der Mantel zumindest teilweise durch ein die aktive
05 Fläche der Elektrode darstellendes Elektrodenblech gebildet ist und eine Kontaktstruktur in einem derartig ausgebildeten stromführenden Bauteil angeordnet ist.

Durch diese erfindungsgemäße Maßnahme wird erreicht, daß
10 sich eine besonders kompaktbauende Elektrode ergibt, die sich insbesondere durch eine kleine Dicke auszeichnet. Dadurch läßt sich nicht nur eine besonders raumsparende Zelle konstruieren, sondern es gestaltet sich das Einführen und Wiederherausnehmen der Elektroden in bzw. aus
15 einer derartigen Zelle besonders problemlos.

Zwar ist bereits eine Elektrode zur Metallgewinnung bekannt (US-PS 4 260 470), bei der die aktive Fläche durch vertikal angeordnete Platten gebildet ist, die zueinander
20 überlappend angeordnet sind, wobei in den Überlappungsbereichen jeweils ein parallel zur Plattenerstreckung verlaufender Hohlraum, z.B. durch U-förmiges Aufbiegen eines überlappenden Bereichs einer Platte, ausgebildet ist. In diese Hohlräume ist ein Metall eingegossen.

25 Darüber hinaus sind in das gegossene Metall stromführende Stäbe eingebettet, die mit einer horizontal verlaufenden Stromführungsschiene verbunden sind. Das Vergußmetall dient hier in erster Linie als Versteifung der aus planen
30 Platten bestehenden wirksamen Fläche der Elektrode. Erst in zweiter Linie dient das Vergußmetall der elektrischen Verbindung der darin eingebetteten Stäbe mit der wirksamen Fläche der Elektrode. Diese Stäbe sind nicht mit der erfindungsgemäß vorgesehenen Kontaktstruktur vergleichbar,
35 weil sie nicht ein räumliches Gebilde mit in verschiedenen Richtungen orientierten Oberflächenanteilen darstellen, auf das das Vergußmetall aufgeschrumpft ist. Dementspre-

chend sind auch die stromführenden Stäbe nicht wie die erfindungsgemäße Kontaktstruktur mit dem Mantel des stromführenden Bauteils bzw. dem entsprechenden Bereich der Elektrodenplatte selbst unmittelbar durch Verschweißung verbunden.

Schließlich sind die Probleme gegeben, die im Zusammenhang mit dem Schrumpfen von Vergußmetall erläutert worden sind.

Bei der erfindungsgemäßen integrierten Elektrode empfiehlt es sich, daß die Kontaktstruktur mit dem den Mantel zumindest teilweise bildenden Bereich des Elektrodenblechs verschweißt ist, da sich hierdurch eine direkte Überleitung des Stroms vom Kernmetall des stromführenden Bauteils auf die wirksame Elektrodenfläche ergibt.

Zur Ausbildung eines mit dem Kernmetall auszufüllenden Hohlraums für das erfindungsgemäße, in die aktive Fläche integrierte stromführende Bauteil ist es zweckmäßig, daß zumindestens der den Mantel teilweise bildende Bereich der Elektrodenplatte U-förmig oder wellenförmig ausgebildet ist und dieser Bereich durch eine Abdeckplatte zu dem geschlossenen Mantel ergänzt ist. Der dadurch ausgebildete Hohlraum innerhalb des Mantels kann in schon beschriebener Weise mit einem geeigneten Kernmetall ausgegossen werden, das sich mit der Kontaktstruktur innig verbindet.

Die angesprochene Abdeckplatte, die eine beliebige Form aufweisen kann, ist zweckmäßigerweise mit der Elektrodenplatte gas- und flüssigkeitsdicht verschweißt.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß die wirksame Fläche der Elektrode durch eine Mehrzahl von in einer Ebene parallel zueinander angeordneten Profilstäbe gebildet ist und die Kontaktstruktur durch Ab-

schnitte der Profilstäbe gebildet ist, die durch den Kern des stromführenden Bauteils hindurchgeführt ist.

Auch diese Ausführungsform unterscheidet sich von der bekannten Elektrode nach der US-PS 4 260 470 dadurch, daß bei der erfindungsgemäßen Lösung die Abschnitte der Profilstäbe, die durch das stromführende Bauteil bzw. dessen Kern hindurchgeführt sind, mit dem Mantel des stromführenden Bauteils verschweißt sind. Auf diese Weise ergibt sich bei der erfindungsgemäßen Lösung eine unmittelbare Verbindung der als Kontaktstruktur dienenden Abschnitte der Profilstäbe mit der wirksamen Elektrodenfläche mit dem Ergebnis einer guten Überleitung des Stroms. Darüber hinaus können die Abschnitte der Profilstäbe, die als Kontaktstruktur wirken, bezüglich ihrer Oberfläche bzw. ihrer Form so ausgebildet sein, daß diese den Anforderungen genügen, die an die erfindungsgemäße Kontaktstruktur gestellt sind. Sie können schließlich eine Kontaktbeschichtung aufweisen.

20

Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Elektrode ergeben sich aus den beigefügten Zeichnungen. Es zeigt: Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Elektrode,

25

Fig. 2 einen Schnitt durch den Stromzuleiter der Elektrode nach Fig. 1 gemäß der Schnittlinie II-II,

30

Fig. 3 einen Schnitt durch eine andere Ausführungsform eines Stromzuleiters,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch den Stromzuleiter der Elektrode nach Fig. 1 gemäß der Schnittlinie IV-IV,

35

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform eines Stromzuleiters,

Fig. 6 einen horizontalen Schnitt durch die wirksame

Fläche der Elektrode nach Fig. 1 gemäß der Schnittlinie VI-VI mit separatem Stromverteiler,

05 Fig. 7 einen Schnitt durch den Stromverteiler der Elektrode nach Fig. 6 gemäß der Schnittlinie VII-VII,

Fig. 8 einen horizontalen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Elektrode,

10 Fig. 9 ebenfalls einen horizontalen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Elektrode,

Fig. 10 einen horizontalen Schnitt durch die wirksame Fläche einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Elektrode, bei der ein Stromverteiler in das Aktivteil integriert ist,

15

Fig. 11 einen Schnitt durch die Elektrode nach Fig. 10 gemäß der Schnittlinie IX-IX,

20

Fig. 12 einen horizontalen Schnitt durch die wirksame Fläche eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Elektrode, bei der ebenfalls ein Stromverteiler in das Aktivteil integriert ist,

25

Fig. 13 einen Vertikalschnitt durch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Elektrode,

Fig. 14 eine Ansicht der Elektrode gemäß der Fig. 13 nach der Linie XIV-XIV,

30

Fig. 15 einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Elektrode,

35 Fig. 16 einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Elektrode,

Fig. 17 einen Schnitt durch die Elektrode nach
Fig. 16 gemäß der Schnittlinie XVII-XVII,

Fig. 18 eine perspektivische Ansicht einer erfindungs-
5 gemäßen Elektrode, und

Fig. 19 ebenfalls eine perspektivische Ansicht einer
erfindungsgemäßen Elektrode.

10 Aus Fig. 1 ergibt sich der prinzipielle Aufbau einer
erfindungsgemäßen beschichteten Metallanode. Danach
besteht diese Elektrode aus einem horizontal verlaufen-
den Stromzuleiter, der insgesamt mit 10 bezeichnet
ist. An der Unterseite dieses Stromzuleiters ist etwa
15 mittig ein vertikal laufender Stromverteiler 20 ange-
schlossen. Dieser Stromverteiler 20 ist mit dem insge-
samt mit 30 bezeichneten Aktivteil, d.h. der aktiven
Fläche, der Elektrode verbunden. Zur Versteifung insbe-
sondere der vertikalen Randbereiche des Aktivteils 30
20 sind diese über Versteifungsstreben 40 mit dem Stromzu-
leiter 10 verbunden.

Fig. 2 zeigt einen vertikalen Schnitt durch den Strom-
zuleiter 10 nach Fig. 1. Danach besteht der Stromzu-
25 leiter 10 aus einem insgesamt mit 50 bezeichneten
Mantel, der aus zwei U-Profilen 51 und 52 zusammenge-
setzt ist, die sich mit ihren freien Schenkeln teil-
weise überlappen und in diesen Bereichen durch Schweiß-
nähte 53 miteinander verbunden sind. Der Mantel 50
30 besteht aus einem Ventilmetall, vorzugsweise Titan.
An zwei gegenüberliegenden Innenflächen des Mantels
50 ist jeweils ein Streifen 60 aus einem Streckmetall
aus demselben Ventilmetall wie der Mantel, nämlich
Titan, über eine Vielzahl von Schweißpunkten 61 ange-
35 schweißt. Dadurch ergibt sich sowohl eine feste

mechanische Verbindung als auch eine gut elektrisch leitende Verbindung zwischen dem jeweiligen Streifen 60 aus Streckmetall und dem Mantel 50. In den Hohlraum des Mantels ist ein Kern 70 aus einem geeigneten, elektrisch gut leitenden Nicht-Ventilmetal eingegossen. Beim Eingießen des Kernmetalls 70 umfließt dieses die Streifen 60 aus Streckmetall von allen Seiten und schrumpft beim Erstarren innig auf die Oberfläche der Streifen 60 aus Streckmetall auf. Dadurch ergibt sich auch eine innige mechanische und elektrisch gut leitende Verbindung zwischen dem Kernmetall 70 und den Streifen 60 aus Streckmetall. Die Streifen 60 aus Streckmetall stellen deshalb die erfindungsgemäß gewünschten Kontaktstrukturen dar.

Die Streifen 60 aus Streckmetall verlaufen parallel zum Stromverlauf im Stromzuleiter 10, und zwar von einem Anschlußkopf 11 des Stromzuleiters 10 bis mindestens zu der Stelle, an der der Stromverteiler 20 abzweigt. Falls es gewünscht wird, daß ein Teil des Stroms auch über den in Fig. 1 rechts liegenden Versteifungsstreifen 40 verlaufen soll, empfiehlt es sich, die Streifen 60 aus Streckmetall bis etwa in den Bereich der Abzweigungsstelle dieses Verstärkungsstreifens 40 verlaufen zu lassen.

Aus Fig. 3 ergibt sich im Querschnitt eine etwas abgewandelte Ausführungsform des Stromzuleiters 10 der Elektrode nach Fig. 1. In diesem Fall besteht nämlich der Mantel 50 des Stromzuleiters 10 aus einem U-förmigen Profil 51a und einem planen Abschlußstreifen 54. Die beiden Teile 53 und 54 des Mantels 50 sind an ihren Stoßstellen durch Schweißnähte 53 miteinander verbunden. An der unteren Innenfläche des Mantels 50 ist

ein Streifen 60 aus Streckmetall angeordnet, der die Kontaktstruktur darstellt und zu diesem Zweck von dem Kernmetall 70 umgossen und mit der Innenfläche des Mantels 50 verschweißt ist.

5

Fig. 5 stellt einen Stromzuleiter 10 mit einem einteiligen Mantel 50 dar. Zum Zwecke der Herstellung dieser Ausführungsform geht man von einem U-Profil 55 aus, auf dessen unterer Innenfläche ein Streifen 60 aus
10 Streckmetall verschweißt wird. Danach wird das Kernmetall 70 bis zu einer Höhe eingegossen, der der Höhe des inneren Querschnitts der endgültigen Form des Mantels des Stromzuleiters 10 entspricht. Die freien Schenkel 55a des U-Profils 55 werden danach nach innen
15 gebogen, wie in der Fig. 5 angedeutet, und durch Aufbringen einer Schweißnaht 53 gas- und flüssigkeitsdicht verschlossen.

Die Fig. 4 zeigt im Längsschnitt den Stromzuleiter 10 der Elektrode nach Fig. 1. Jedoch ist in diesem Fall
20 eine etwas anders aufgebaute Kontaktstruktur vorgesehen. Die Kontaktstruktur besteht nämlich aus zwei Drähten 61, die in etwa in Stromverlaufsrichtung, jedoch in Wellenform im Inneren des Mantels 50
25 verlegt sind. Die Drähte 61 berühren in Abständen die Innenflächen des Mantels 50 und sind hier mit diesem verschweißt. Einer der Drähte 61 kann mit seinem dem Anschlußkopf 11 zugewandten Ende mit einer Zwischenplatte 12 verschweißt sein, um auf diese Weise eine
30 direkte Übertragung des Stroms vom Anschlußkopf 11 über die Zwischenplatte 12 auf einen der Drähte 61 der dadurch gebildeten Kontaktstruktur zu erreichen.

Fig. 6 zeigt einen horizontalen Schnitt durch den Stromverteiler 20 der Elektrode nach Fig. 1 gemäß der Schnittlinie VI-VI. Aus der Fig. 6 ergibt sich, daß der Stromzuleiter 20 in das Aktivteil 30 integriert ist. Das

05 Aktivteil 30 kann z.B. aus zwei beidseitig von dem Stromverteiler 20 sich erstreckenden Platten 31 bestehen, die zur Vergrößerung der Oberfläche und der Steifigkeit in Form eines Wellblechs ausgebildet sind. Der Stromverteiler 20 selbst besteht aus einem Mantel 50, der zusammen-

10 gesetzt ist aus zwei U-Profilen 56 und 57, die Längsflansche 56a und 57a miteinander durch Schweißnähte 53 verschweißt sind. Mit den Flanschen 57a sind auch die beiden Platten 31 des Aktivteils 30 verschweißt.

15 In dem durch den Mantel 50 gebildeten Hohlraum sind in Stromverlaufsrichtung wellenförmig verlegte Drähte 61 angeordnet, die die Kontaktstruktur darstellen. Der Hohlraum ist durch ein entsprechendes Kernmetall 70 ausgegossen.

20 Wie sich aus Fig. 7 ergibt, berühren die wellenförmig verlegten Drähte 61 in Abständen die Innenfläche des Mantels 50 des Stromverteilers 20 und sind an diesen Stellen, bevorzugt nur an einer Stelle, mit dem Mantel 50 verschweißt.

25 Fig. 8 zeigt im horizontalen Schnitt eine sogenannte Box-Elektrode, bei der der Aktivteil 30 durch zwei Streckgitter-Bleche 32 gebildet ist, die sich zu einem Hohlprofil ergänzen, in dessen Innerem der Stromverteiler 20 ver-

30 läuft. Dieser Stromverteiler weist einen Mantel 50 auf, der entsprechend der Fig. 2 aus zwei U-Profilen 51 und 52 zusammengesetzt ist und an den die Bleche 32 angeschweißt sind. Der Hohlraum des Mantels 50 ist durch ein geeignetes Kernmetall 70 ausgegossen. Die Kontaktstruktur

35 besteht aus Zapfen 62, die jeweils eine oder mehrere Verdünnungen bzw. Einschnürungen 62a aufweisen.

Die Fig. 9 zeigt eine im wesentlichen der Fig. 8 vergleichbare Elektrodenanordnung. Allerdings weisen bei der Konstruktion nach Fig. 9 die die Kontaktstruktur darstellenden Zapfen 62 endseitige Verdickungen 62b auf.

05

Die Fig. 10 und 11 zeigen eine Elektrode mit in das Aktivteil integriertem Stromverteiler. Bei dieser Elektrode besteht das Aktivteil 30 bzw. die wirksame Fläche aus einem Wellblechprofil 33. Zur Ausbildung des Stromverteilers 20 sind in zwei benachbarte Wellentäler vorzugsweise je ein Draht 61 in Wellenform eingelegt, die die Kontaktstruktur bilden. In diese beiden Wellentäler ist zudem das Kernmetall 70 eingegossen. Dieser Bereich des Wellblechprofils 33 des Aktivteils 30 bildet danach einen Teil des Mantels des Stromverteilers 20. Geschlossen wird der Mantel durch eine die beiden Wellentäler abdeckende Abdeckplatte 80, die entsprechend der Wellenform des Wellblechprofils 33 abgewinkelt ist und im Bereich ihrer Abwinkelungen mit dem Wellblechprofil 33 verschweißt ist.

20

Eine ähnliche Ausbildung eines Aktivteils 30 mit integriertem Stromverteiler 20 ergibt sich aus der Fig. 12. In diesem Fall weist das Wellblechprofil 33 einen breiter als die übrigen Wellen gestalteten U-förmigen Bereich 33a auf, der als Teil des Mantels des Stromverteilers 20 dient. Auf der Innenfläche des Bereichs 33a des Wellblechprofils 33 ist als Kontaktstruktur ein Streifen 60 aus Streckmetall aufgelegt, der mit dem Wellblechprofil 33 an einer Mehrzahl von Stellen verschweißt ist. Der U-förmige Bereich 33a des Wellblechprofils 33 bildet gemeinsam mit einer Abdeckplatte 81, die mit dem Wellblechprofil 33 in geeigneter Weise verschweißt ist, einen Hohlraum, in den das Kernmetall 70 eingegossen ist.

35

Eine prinzipiell andere Ausführungsform einer Elektrode zeigen die Fig. 13 und 14. Danach besteht das Aktivteil 30 der Elektrode aus in einer Ebene im Abstand und zueinander parallel angeordneten Profilstäbe 34. Das Profil dieser Stäbe 34 ist beliebig. Im dargestellten Fall handelt es sich um Rundstäbe. Der Stromverteiler 20 umfaßt einen rohrförmigen Mantel 50 mit zwei Reihen von einander gegenüberliegenden Radialbohrungen, durch die die Profilstäbe 34 hindurchgesteckt sind. Die Profilstäbe 34 sind durch Schweißnähte 53 mit dem rohrförmigen Mantel 50 des Stromverteilers 20 mechanisch und elektrisch leitend verbunden. In den rohrförmigen Mantel 50 ist ein geeignetes Kernmetall 70 eingegossen. Die innerhalb des rohrförmigen Mantels 50 des Stromverteilers 20 liegenden Abschnitte 63 der Profilstäbe 34 stellen die Kontaktstruktur dar. Hierzu können diese Abschnitte 63 eine entsprechende Form oder Oberflächen-gestaltung oder eine Kontaktbeschichtung aufweisen, um das Ziel eines innigen Aufschumpfens des Kernmetalls 70 auf diese Abschnitte 63 der Profilstäbe 34 zu erreichen.

20

Die Fig. 15 bis 17 zeigen eine weitere prinzipielle Ausführungsform einer einschlägigen Metallelektrode. Bei dieser ist das Aktivteil 30 durch zwei gegenüberliegende Wellblechprofile 35 bzw. 36 gebildet, die einen Hohlraum einschließen. Während das Wellblechprofil 35 gemäß Fig. 15 eine Zick-Zack-Form aufweist, setzt sich das Wellblechprofil 36 nach Fig. 16 aus U-förmigen Bereichen zusammen. In den Hohlraum zwischen den zwei Wellblechprofilen 35 bzw. 36 sind als Kontaktstruktur Drähte 61 eingelegt, die in Abständen mit den Wellblechprofilen 35 bzw. 36 verschweißt sind. Der übrigbleibende Hohlraum zwischen den zwei Wellblechprofilen 35 bzw. 36 ist mit geeignetem Kontaktmetall 70 ausgegossen. Dadurch ergibt sich zugleich das stromführende Bauteil 20.

35

Fig. 18 zeigt eine Elektrode, bei der zwei Stromver-
teiler 20 in das Aktivteil 30 entsprechend den vorher
geschilderten Ausbildungsmöglichkeiten integriert sind.
Das Aktivteil 30 ist bis an die Unterseite des Stromzu-
05 leiters 10 herangeführt und mit dieser verbunden. In
diesem Fall empfiehlt es sich auf alle Fälle, daß die
Kontaktstruktur im Inneren des Stromzuleiters 10 im
wesentlichen über die gesamte Länge des Aktivteils 30
verläuft.

10

Fig. 19 zeigt in perspektivischer Darstellung eine Streck-
gitter-Box-Elektrode entsprechend den Fig. 8 und 9 mit
zwei Stromverteilern 20 und jeweils einer endseitigen
Versteifungsstrebe 40.

15

Art und Herstellung der erfindungsgemäßen Elektroden wer-
den noch anhand der nachfolgenden Beispiele näher er-
läutert.

20 Beispiel 1

Zur Herstellung eines Stromzuleiters wird auf einem
985 mm langen, 50 mm breiten, 15 mm hohen und 1,5 mm
dicken U-förmigen Titanprofilblech innenseitig auf einer
25 Länge von 500 mm entsprechend der Erstreckungslänge des
Aktivteils ein ungewalzter, 30 mm breiter Titan-Streck-
gitterstreifen als Kontaktstruktur mit einer Maschenlän-
ge von 10 mm, einer Maschenbreite von 5 mm, einer Steg-
dicke von 1 mm und einer Stegbreite von 1 mm durch Punkt-
30 schweißen befestigt. Der Abstand der 10 mm großen
Schweißpunkte beträgt 30 mm. Das so vorbereitete U-förmige
Titanprofilblech wird mit einem zweiten Titanprofil-
blech der gleichen Abmessung, jedoch ohne eingeschweißtem
Titan-Streckgitterstreifen, zu einem Rechteckprofil-
35 mantel der Gesamtdicke 25 mm überlappt und gas- und flüs-
sigkeitsdicht zusammengeschweißt. Die eine Stirnseite
des Rechteckprofilmantels wird mittels einer 3 mm dicken

aufgeschweißten Titanplatte dicht verschlossen. Anschließend wird an diese Titanplatte ein Kontaktkopf aus Kupfer mit Silberhartlot angelötet. Der Stromzuleiter ist nun fertig zum Vergießen mit Kernmetall.

05

Ein Stromverteiler mit einem 1150 mm langen, 80 breiten und 12 mm dicken Mantel aus Titan, in den jedoch zwei Titanstreckgitterstreifen als Kontaktstruktur, d.h. an jedem der beiden U-Profile einen, beinhaltet, wird
10 in gleicher Weise vorbereitet.

Stromzuleiter und Stromverteiler werden in einem Ofen in inerter Atmosphäre auf ca. 500°C erhitzt. In deren offene Enden wird anschließend 550°C heißes, schmelz-
15 flüssiges Zink eingegossen. Nach Auffüllen, lunkerfreiem Erstarren und Abkühlen werden die Einfüllenden der Mäntel vom überschüssigen Zink befreit und gereinigt. Es folgt nun das Verschließen der noch offenen Enden der Mäntel durch Aufschweißen von Titanplatten.

20

Längs der beiden Schmalseiten des Stromverteilers werden zwei beschichtete Aktivteile der Abmessung 990 x 242 mm aus 1 mm dickem Titanwellblech mit einer Wellenlänge von ca. 24 mm, einer Amplitude von ca. 6 mm und einem Flächenfaktor Gesamtoberfläche : projizierte Oberfläche
25 von ca. 3 angeschweißt.

30

Das 160 mm aus dem Wellblechbereich herausragende obere Ende des Stromverteilers wird inmitten der unteren Schmalseite des Stromzuleiters an diesen angeschweißt. Weiter fixiert und versteift werden kann die Anodenkonstruktion durch Titanverbindungen zwischen Stromzuleiter und der oberen Wellblechkante (ebenfalls Fig. 1).

35

Die beschriebene Anode ist für eine Stromstärke von 390 A entsprechend einer anodenseitigen Stromdichte von 350 A/m² ausgelegt. Bei einer Stromstärke von 390 A tritt in der

Anode lediglich ein Ohm'scher Spannungsabfall von ca. 50 mV auf.

05 Die Anodenkonstruktion ist steif und robust. Dies resultiert aus der Wellblechstruktur und dem wie geschildert ausgebildeten Stromverteiler.

10 Die Anode ist einfach im Aufbau, billig herstellbar aufgrund der geringen Menge an Titan und der kostengünstigen Stromzuleiter und -verteiler mit Zinkkern und weist eine sehr große geometrische Oberfläche auf. Sie wiegt ohne Kupferkontaktkopf 20 kg, wovon lediglich 6 kg auf den teureren Werkstoff Titan entfallen.

15 Dank des günstigen Flächenfaktors 3 wird bei dieser Anode die anodenseitige Stromdichte von 350 A/m^2 auf einen D_A -Wert (anodische Stromdichte) von ca. 235 A/m^2 gesenkt.

20 Im Falle der elektrolytischen Zinkgewinnung, für die diese Anode bestimmt ist, resultiert aus dem oben Gesagten und aus der katalytischen Effektivität der aktiven Komponenten der Beschichtung über lange Betriebszeit eine besonders niedrige Sauerstoffüberspannung und Zellenspannung.
25

Als sehr vorteilhaft hat sich diese Anode auch bei der elektrolytischen Gewinnung von Mangandioxid erwiesen. Die für die Abscheidung zur Verfügung stehende große
30 Oberfläche der erfindungsgemäßen Anode mit dem Flächenfaktor 3 und ihr äußerst geringer innerer Spannungsabfall mit ca. 18 mV bei einer anodenseitigen Stromdichte von 120 A/m^2 bewirken neben den Qualitätsverbesserungen beim Elektrolytbraunstein auch beträchtliche Energie-
35 einsparungen pro Tonne erzeugten Produkts. Hinzu kommt

eine beträchtliche Einsparung an spezifischem Arbeitsaufwand je Tonne erzeugten Elektrolytbraunsteins dank der leichten Entfernbarkeit der MnO_2 - Beläge von dieser Anode.

05 Beispiel 2

Eine Abwandlung der erfindungsgemäßen Anodenkonstruktion mit Stromzuleiter und -verteiler, die sich besonders für den Einsatz in der elektrolytischen Gewinnung von Zink bei hoher Strombelastung mit anodenseitiger Stromdichte von 600 A/m^2 eignet, wird in folgender Weise hergestellt.

Auf einem 985 mm langen, 25 mm breiten, 60 mm hohen und 1,5 mm dicken U-förmigen Titanprofilblech wird innenseitig am Boden auf einer Länge von ca. 800 mm ein ungewalzter, 20 mm breiter Titanstreckgitterstreifen der gleichen Gittercharakteristik wie im Beispiel 1 beschrieben durch Punktschweißung befestigt. Der Abstand der 10 mm großen Schweißpunkte beträgt 25 mm. Das U-förmige Titanprofil wird mittels eines 1,5 mm dicken Titanblechstreifens passender Abmessung zu einem Rechteckprofilmantel gas- und flüssigkeitsdicht verschweißt. Die der Titan-Kontaktstruktur nahe Stirnseite des Rechteckprofilmantels wird mit einer 3 mm dicken Titanplatte passender Abmessung, die innenseitig ebenfalls ein Titanstreckgittergerüst aufweist, dicht verschlossen. An ihr ist der Kontaktkopf aus Kupfer anzubringen. Das Vergießen dieses Stromleiters mit Zink und das Verschließen der Eingießöffnung erfolgt wie im Beispiel 1 beschrieben.

Als Aktivteil für diese Anode dient ein 1150 mm langes, 565 mm breites und 1 mm dickes Titanwellblech der gleichen Charakteristik wie im Beispiel 1 beschrieben, jedoch versehen mit zwei 1150 mm langen und 60 mm breiten,

ebenen, mittig in den beiden Wellblechhälften angeordneten Bereichen. In diesen ebenen Bereichen werden ungewalzte Titanstreckgitterstreifen mit Kontaktbeschichtung in der bereits beschriebenen Weise angeschweißt. Durch
05 überdeckende 1 mm starke Titanblechstreifen, die an die ebenen Bereichen beidseitig angrenzenden Wellenbergkanten dicht angeschweißt werden, entstehen zwei im Aktivteil integrierte Stromverteilmäntel. Nach dem Vergießen mit Zink und dem Verschließen ergeben diese sehr
10 funktionstüchtige Stromverteiler.

Die danach beschichtete Wellblechanode, die zweckmäßigerweise auch einige der Elektrolytzirkulation verbessernde Bohrungen aufweist, wird anschließend mit dem
15 Stromzuleiter im Bereich der Stromverteilerenden dicht und in den übrigen Zonen punktweise verschweißt.

Der Ohm'sche Spannungsfall dieser mit 670 A belasteten Anode beträgt nur 50 mV. Die beiden im Aktivteil integrierten Stromverteiler zusammen mit dem verschweißten
20 Stromzuleiter und dem wellenförmigen Aktivteil ergeben eine sehr steife, robuste und langlebige Konstruktion bei gleichzeitig sehr geringer Titanmenge von ca. 6,5 kg pro Anode. Das Gesamtgewicht der Anode beträgt ca.
25 23,5 kg. Der Flächenfaktor 3 des Aktivteils bewirkt eine, die Zellenspannung vermindern Absenkung der anodenseitigen Stromdichte von 600 A/m² auf eine D_A (anodische Stromdichte) von 400 A/m².

30 Beispiel 3

Bei der Kupfergewinnungselektrolyse mit einer anodenseitigen Stromdichte von 350 A/m² und einer Strombelastung von 590 A/Anode hat sich folgende beschichtete Titan-
35 anode bestens bewährt.

Der für diese Anode benötigte 1220 mm lange Titan-Stromzuleitermantel und die beiden 1170 mm langen, 60 mm breiten und 12 mm dicken Titan-Stromverteilmäntel sind gemäß Beispiel 1 ausgeführt.

05

Die Mäntel des Stromzuleiters und der beiden Stromverteiler wurden in einem Ofen in inerter Atmosphäre auf ca. 750°C erhitzt. In die offenen Enden der Mäntel wurde anschließend 750°C heißes, schmelzflüssiges Aluminium gegossen. Nach dessen Erstarren und der Reinigung der Eingießöffnungen sind diese mit 3 mm dicken Titanplättchen dicht verschweißt worden.

10

15

Die beiden Stromverteiler wurden in eine 990 mm hohe, 852 mm breite und 14 mm dicke, oben und unten offene, beschichtete Titan-Streckgitter-Box der Gittercharakteristik Maschenlänge 31,75 mm, Maschenbreite 12,7 mm, Stegbreite 2,46 mm, Stegdicke 1,0 mm inmitten der jeweiligen Boxhälften auf der gesamten Höhe der Box mit dieser verschweißt. An die aus der Box herausragenden, oberen 180 mm langen Stromverteilerenden wurde der Stromzuleiter mit seiner Schmalseite angeschweißt. Zusätzlich fixiert und versteift wurde die Anodenkonstruktion durch Verbindungsstreifen aus Titan zwischen Stromzuleitermantel und den oberen Boxecken.

20

25

Das Titangewicht dieser Anode beträgt 6 kg, ihr Gesamtgewicht 13,2 kg. Trotz dieses geringen Titanbedarfs beträgt der Ohm'sche Spannungsabfall dieser Anode lediglich 35 mV.

30

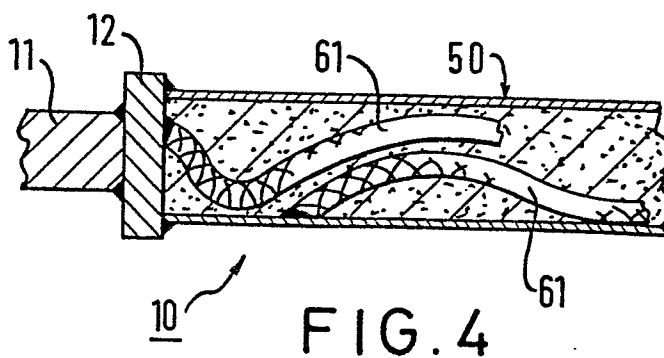
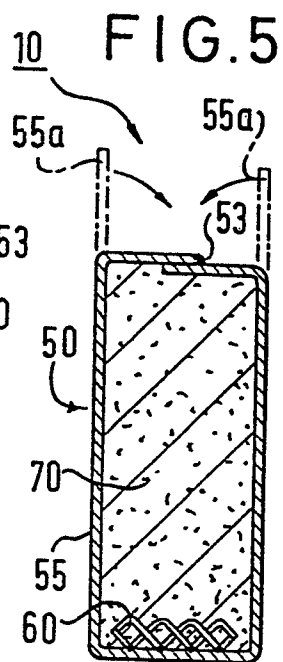
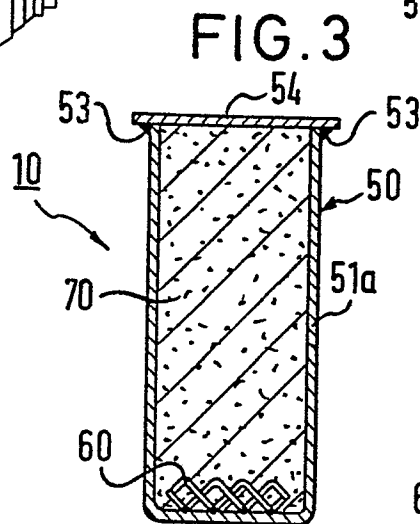
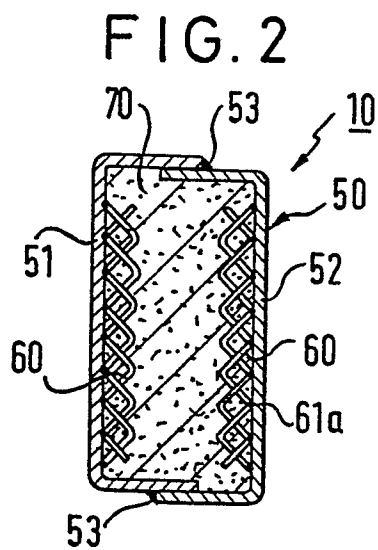
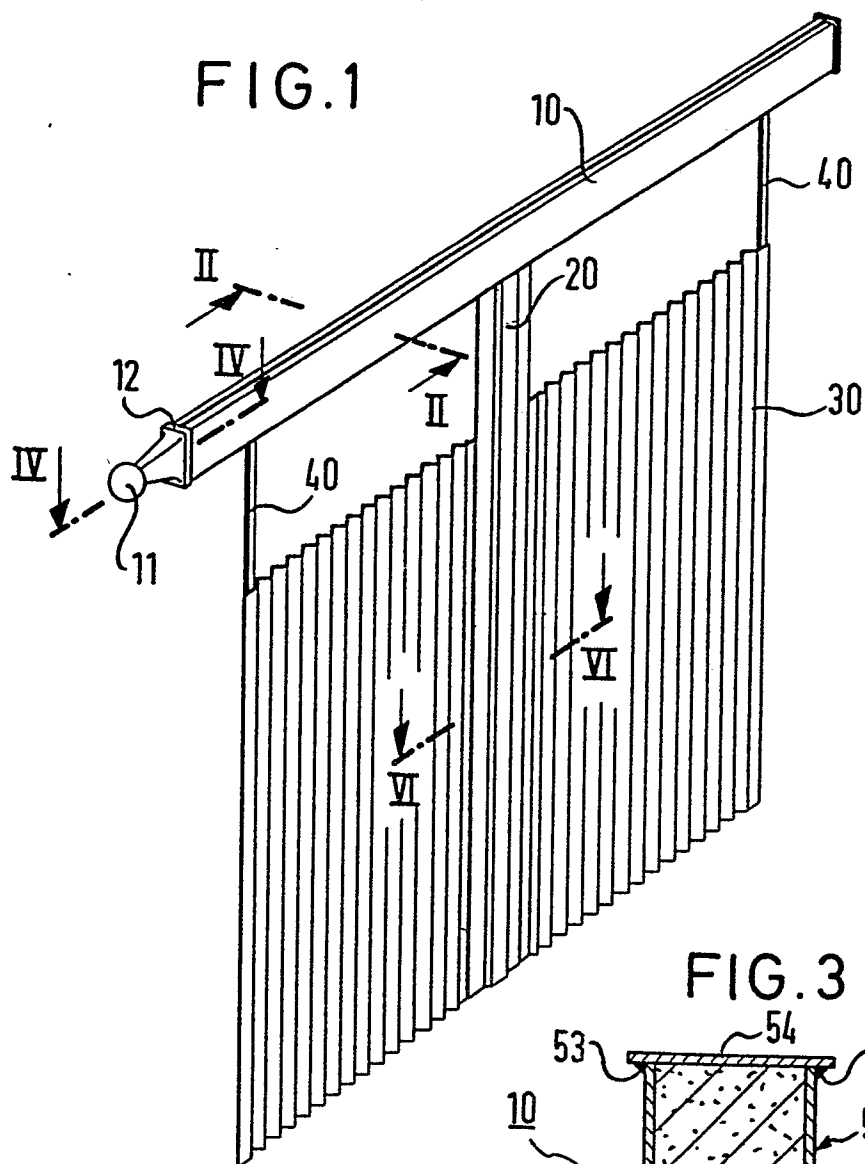
Patentansprüche

1. Elektrode, insbesondere Anode aus beschichtetem Ventilmetall zur elektrolytischen Gewinnung von Metallen oder Metalloxiden, mit einem stromführenden Bauteil, z.B. einem Stromzuleiter und/oder einem Stromverteiler, das aus einem Mantel aus Ventilmetall und einem darin angeordneten Kern aus elektrisch gut leitendem Metall, der mit dem Mantel in elektrisch leitender Verbindung steht, besteht, dadurch gekennzeichnet, daß in das Kernmetall (70) des stromführenden Bauteils (10; 20) eine Kontaktstruktur (60-63) eingebettet ist, die aus Ventilmetall besteht und über eine Mehrzahl von Schweißstellen mit der Innenfläche des Mantels (50) verbunden ist.
2. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktstruktur (60-63) ein räumliches Gebilde mit in mehreren Richtungen orientierten Oberflächen ist, das von dem Kernmetall (70) aus mehreren Richtungen her umgeben ist.
3. Elektrode nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktstruktur aus einem Streifen (60) aus Streckmetall, Drahtnetz, Lochblech oder dergleichen, gebildet ist (z.B. Fig.2).
4. Elektrode nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Streifen (60) aus Streckmetall oder dergleichen parallel zur Stromflußrichtung im Bauteil (10;20) verlegt ist.

5. Elektrode nach Anspruch 4, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß der Streifen (60) aus Streck-
metall oder dergleichen geradlinig verläuft.
- 05 6. Elektrode nach Anspruch 4, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß der Streifen (60) aus Streck-
metall oder dergleichen gewellt verläuft.
- 10 7. Elektrode nach Anspruch 1 und 2, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Kontaktstruktur aus minde-
stens einem Draht (61) gebildet ist, der in Strom-
fließrichtung im Bauteil (10; 20) gewellt verlegt ist
(Fig. 4 und 7).
- 15 8. Elektrode nach Anspruch 1 und 2, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Kontaktstruktur aus einer
Mehrzahl von Körpern wie Bolzen (62) mit Verdickungen
(62b) und/oder Verdünnungen (62) dargestellt ist
(Fig. 8 und 9).
- 20 9. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kon-
taktstruktur (60-63) mit einer Kontaktbeschichtung ver-
sehen ist.
- 25 10. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Kern
(70) des stromführenden Bauteils (10; 20) aus einem
Metall besteht, dessen Schmelzpunkt um mindestens
30 500°C niedriger liegt als der des Metalls des Mantels
(50).
- 35 11. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß das
Metall des Kerns (70) des stromführenden Bauteils (10;
20) eine wesentlich höhere elektrische Leitfähigkeit
aufweist als das Ventilmetalldes Mantels (50).

12. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das als Stromverteiler (20) dienende Bauteil dadurch in die aktive Fläche (30) der Elektrode integriert ist, daß
05 der Mantel zumindest teilweise durch ein die aktive Fläche der Elektrode darstellendes Elektrodenblech (30) gebildet ist und eine Kontaktstruktur (60,61) in einem derartig ausgebildeten stromführenden Bauteil angeordnet ist (Fig. 6, 10 bis 12 und 15 bis 17).
10
13. Elektrode nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktstruktur (60) mit dem den Mantel zumindest teilweise bildenden Bereich des Elektrodenblechs (30) verschweißt ist (z.B. Fig. 12).
15
14. Elektrode nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der den Mantel teilweise bildender Bereich des Elektrodenblechs (30) U-förmig oder wellenförmig ausgebildet ist und dieser Bereich durch eine Abdeckplatte (80; 81) zu dem geschlossenen Mantel ergänzt ist (Fig. 10 und 12).
20
15. Elektrode nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckplatte (80; 81) mit dem Elektrodenblech verschweißt ist.
25
16. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrodenblech als einstückiges oder mehrstückiges Wellblech
30 (31) ausgebildet ist.
17. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das vorzugsweise als Wellblech (31) ausgebildete Elektrodenblech beidseitig an den Mantel (50) des Stromverteilers (20) angeschweißt ist.
35

18. Elektrode nach Anspruch 1 und 2, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die wirksame Fläche (30) der
Elektrode durch eine Mehrzahl von in einer Ebene paral-
05 lel zueinander angeordneten Profilstäben (34) gebildet
ist und die Kontaktstruktur durch Abschnitte (63)
der Profilstäbe (34) gebildet ist, die durch den Kern
(70) des stromführenden Bauteils (20) hindurchge-
führt sind (Fig. 13,14).



0089475

2/5

FIG. 7

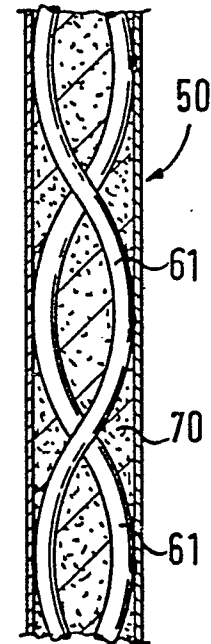
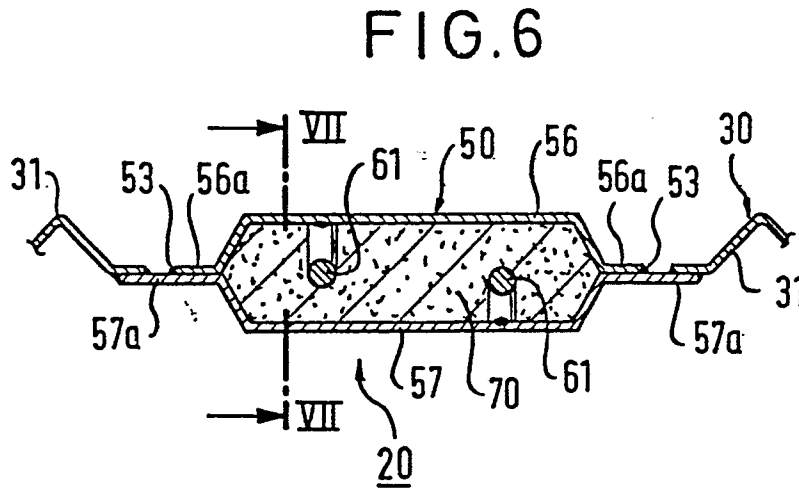


FIG. 8

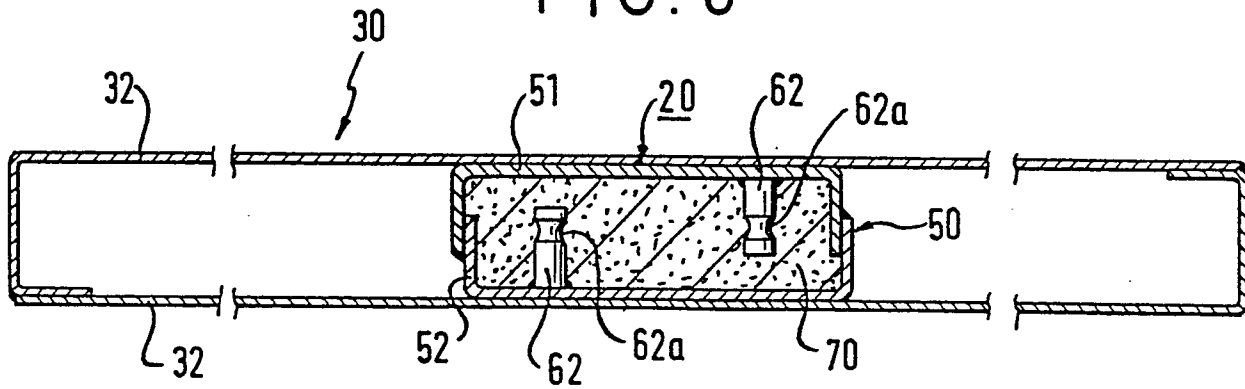


FIG. 9

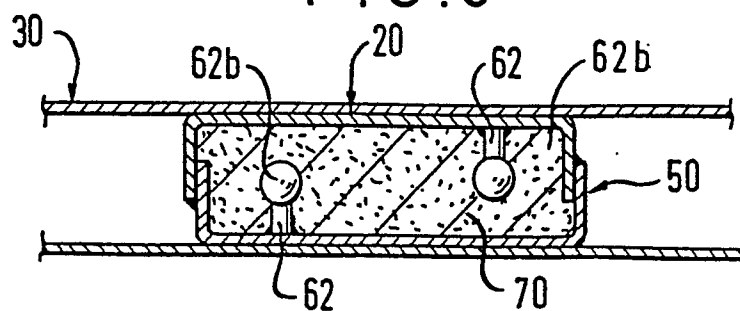


FIG.12

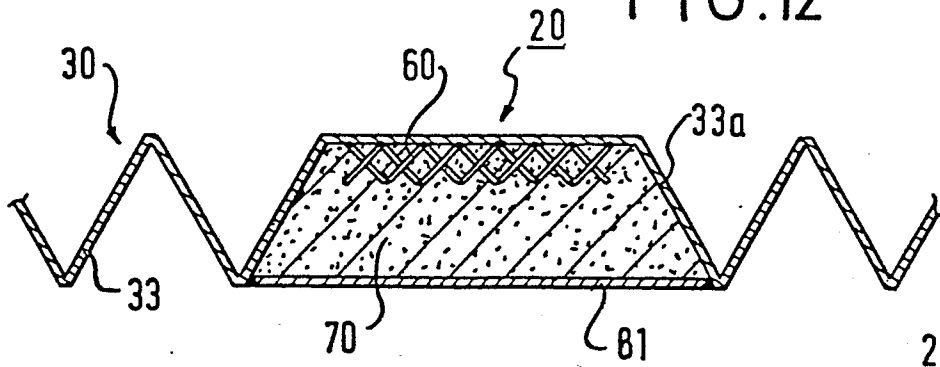


FIG.11

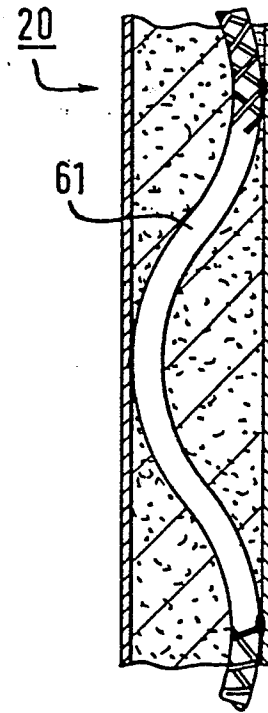


FIG.10

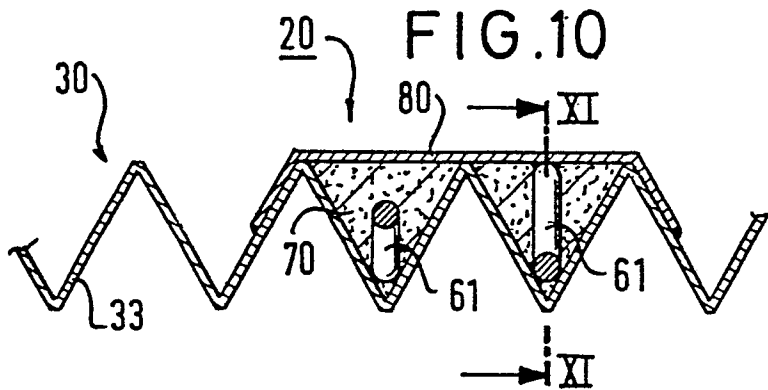


FIG.13

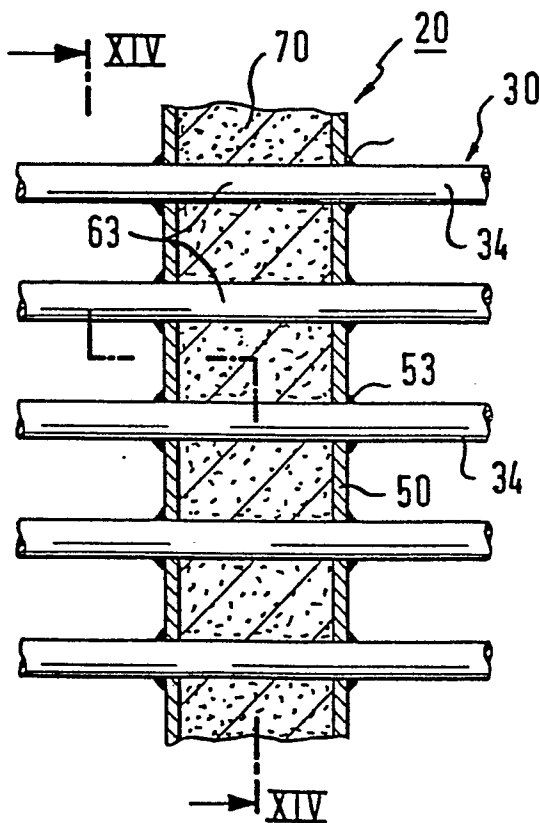
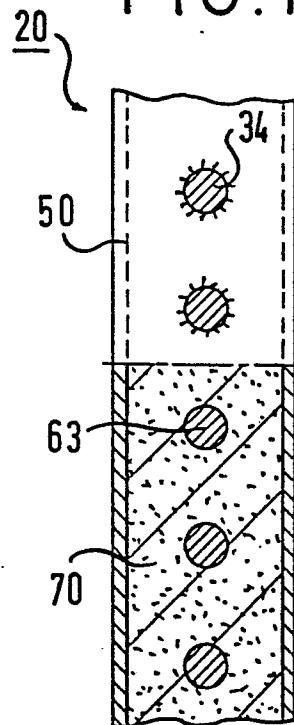


FIG.14



4/5

FIG. 15

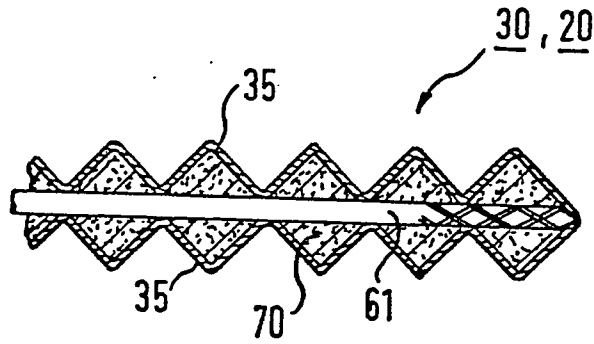


FIG. 16

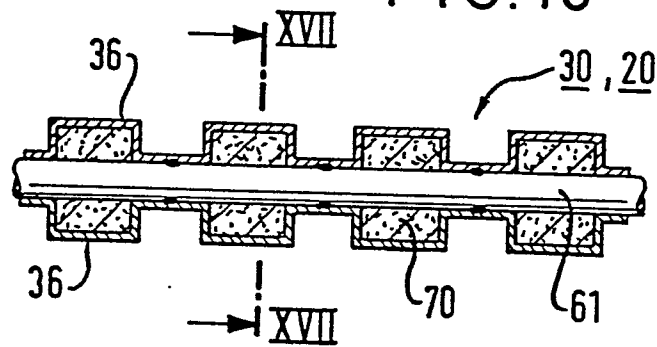


FIG. 17

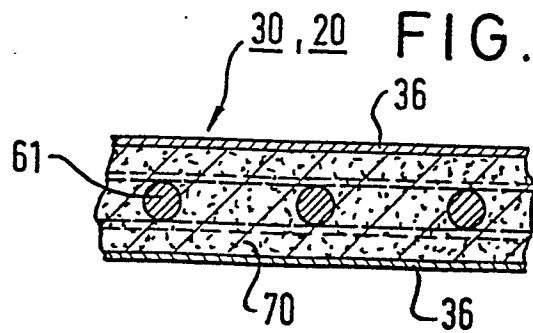


FIG. 18

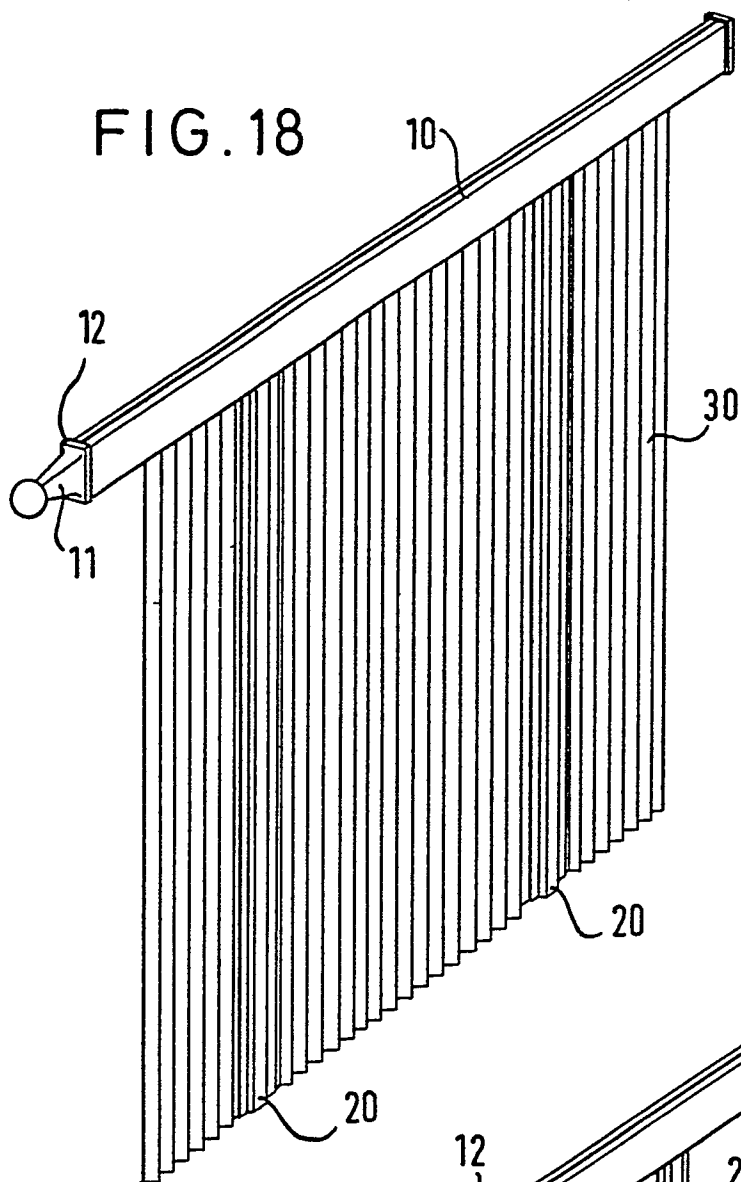
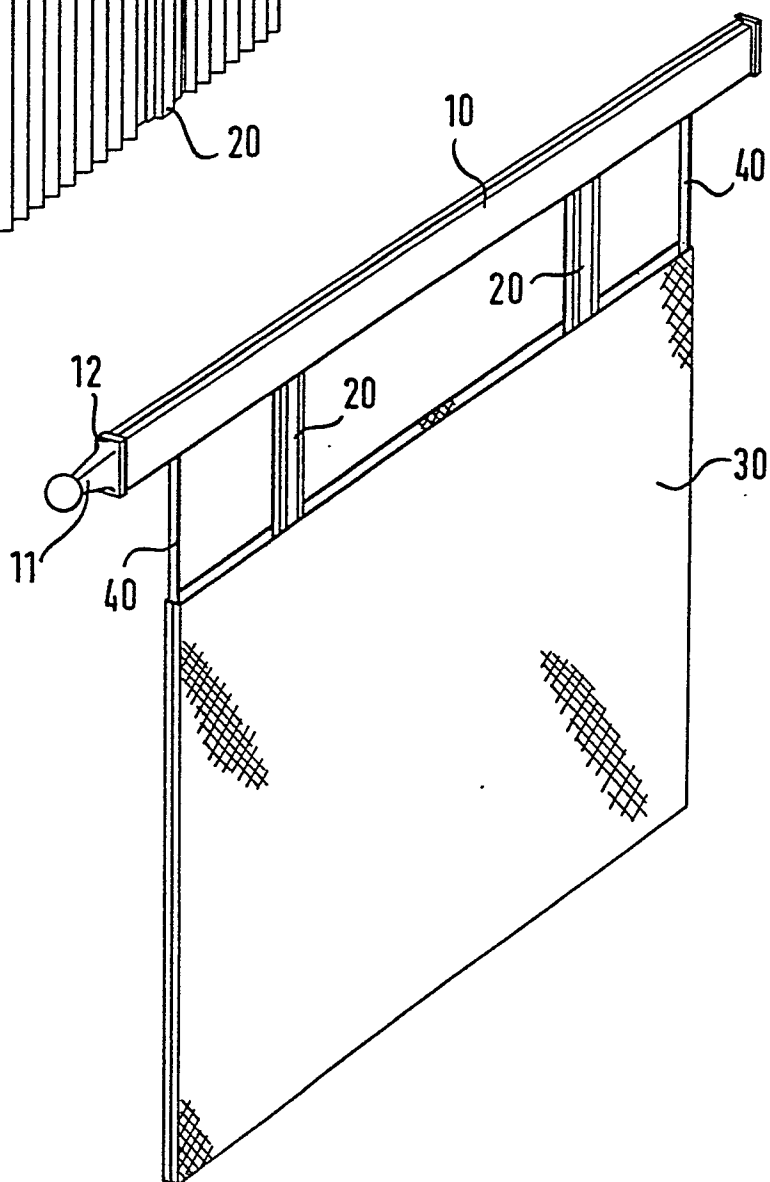


FIG. 19





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0089475
Nummer der Anmeldung

EP 83 10 1018

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
A	US-A-3 907 659 (PAIGE et al.)		C 25 C 7/02 C 25 B 9/04 C 25 B 11/02
A	GB-A-1 045 966 (IMPERIAL CHEMICAL)		
A	DE-A-2 821 984 (HOOKER CHEMICALS & PLASTICS)		
D, A	US-A-4 260 470 (FISHER)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)
			C 25 C C 25 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17-06-1983	Prüfer GRUNDKE H.H.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			