

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Dezember 2010 (16.12.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/142580 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
C25C 3/08 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/057667
- (22) Internationales Anmeldedatum:
1. Juni 2010 (01.06.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 024 881.1 9. Juni 2009 (09.06.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SGL CARBON SE [DE/DE]; Rheingastr. 182, 65203 Wiesbaden (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ÖTTINGER, Oswin [DE/DE]; Schlesierstr. 17, 86405 Meitingen (DE). HILTMANN, Frank [DE/DE]; Sittigstr. 13, 65830 Krißfeld (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: CATHODE BOTTOM, METHOD FOR PRODUCING A CATHODE BOTTOM, AND USE OF THE SAME IN AN ELECTROLYTIC CELL FOR PRODUCING ALUMINUM

(54) Bezeichnung : KATHODENBODEN, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES KATHODENBODENS UND VERWENDUNG DESSELBEN IN EINER ELEKTROLYSEZELLE ZUR HERSTELLUNG VON ALUMINIUM

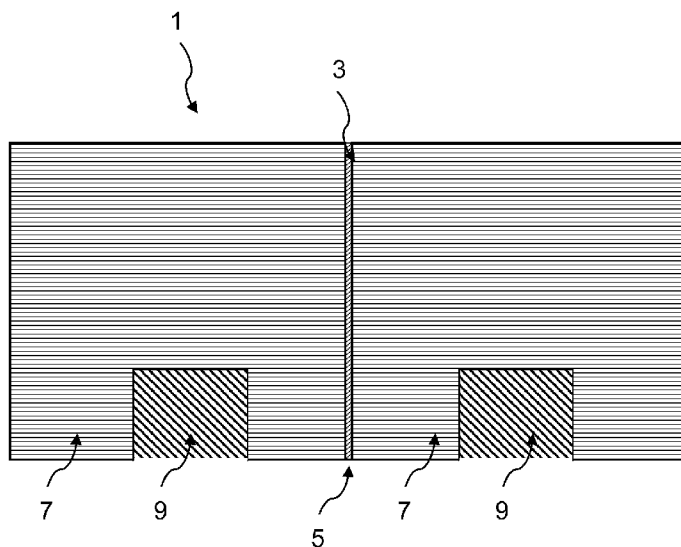


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a cathode bottom (1) for an electrolytic cell for producing aluminum, comprising a material (3), which can be arranged on at least one cathode block (7), characterized in that the material (3) comprises a pre-compressed plate based on expanded graphite. The present invention further relates to a method for producing a cathode bottom (1), comprising the following method steps: providing at least one cathode block (7), arranging a material (3) on at least one surface of the at least one cathode block (7), wherein the material (3) comprises at least one pre-compressed plate based on expanded graphite. The cathode bottom (1) is used in an electrolytic cell for producing aluminum.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kathodenboden (1) für eine Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium, umfassend ein Material (3), das an mindestens einen Kathodenblock (7) anordenbar ist, dadurch gekennzeichnet,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/142580 A1

dass das Material (3) eine vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit umfasst. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Kathodenbodens (1), umfassend die folgenden Verfahrensschritte Bereitstellen von mindestens einem Kathodenblock (7), Anordnen eines Materials (3) an mindestens einer Oberfläche von dem mindestens einen Kathodenblock (7), wobei das Material (3) mindestens eine vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit umfasst. Der Kathodenboden (1) wird in einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium verwendet.

Kathodenboden, Verfahren zur Herstellung eines Kathodenbodens und Verwendung desselben in einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium

5

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kathodenboden, ein Verfahren zu seiner Herstellung und seine Verwendung in einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium.

10

Aluminium wird im Allgemeinen durch Schmelzflusselektrolyse in so genannten Elektrolysezellen hergestellt. Eine Elektrolysezelle umfasst im Allgemeinen eine Wanne aus Eisenblech oder Stahl, deren Boden mit einer Wärmeisolierung ausgekleidet ist. In dieser Wanne bilden bis zu 24 Kathodenblöcke aus Kohlenstoff oder Graphit, die mit dem negativen Pol einer Stromquelle verbunden sind, den Boden einer weiteren Wanne, deren Wand aus Seitensteinen aus Kohlenstoff, Graphit oder Siliciumcarbid besteht. Zwischen zwei Kathodenblöcken ist jeweils eine Fuge ausgebildet. Die Anordnung von Kathodenblock und ggf. gefüllter Fuge wird im Allgemeinen als Kathodenboden bezeichnet. Die Fugen zwischen den Kathodenblöcken werden konventionell durch Stampfmasse aus Kohlenstoff und/oder Graphit mit Teer gefüllt. Dies dient zur Abdichtung gegen schmelzflüssige Bestandteile und Kompensation mechanischer Spannungen während der Inbetriebnahme. Die Kathodenblöcke und die Stampfmasse dienen als Kathodenboden. Als Anode dienen kurze Kohlenblöcke, die an einem mit dem positiven Pol der Stromquelle verbundenen Traggerüst hängen.

25

In eine derartige Elektrolysezelle wird eine geschmolzene Mischung aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) und Kryolith (Na_3AlF_6), bevorzugt etwa 15-20% Aluminiumoxid und etwa 85-80% Kryolith, einer Schmelzelektrolyse bei einer Temperatur von etwa 960°C unterzogen. Dabei reagiert das gelöste

30

- 2 -

Aluminiumoxid mit der festen Kohlenblock-Anode und bildet flüssiges Aluminium und gasförmiges Kohlendioxid. Das Schmelzgemisch überzieht die Seitenwände der Elektrolysezelle mit einer schützenden Kruste, während sich Aluminium aufgrund seiner größeren Dichte im Vergleich zu der Dichte der Schmelze am Boden der Elektrolysezelle unter der Schmelze ansammelt, um vor einer Rückoxidation durch Luftsauerstoff geschützt zu sein. Das so hergestellte Aluminium wird aus der Elektrolysezelle entnommen und weiterverarbeitet.

Bei der Elektrolyse wird die Anode verbraucht, während sich der Kathodenboden während der Elektrolyse chemisch inert verhält. Die Anode stellt daher ein Verschleißteil dar, das im Laufe der Betriebszeit ausgetauscht wird, während der Kathodenboden für einen langfristigen und dauerhaften Einsatz ausgelegt ist. Dennoch unterliegen gegenwärtige Kathodenböden einem Verschleiß. Durch die sich über den Kathodenboden bewegende Aluminiumschicht erfolgt ein mechanischer Abrieb der Kathodenoberfläche. Weiterhin erfolgt durch Aluminiumcarbid-Bildung und Natriumeinlagerung eine (elektro-)chemische Korrosion des Kathodenbodens. Auch eine Partikelanhaftung an die Kathodenoberfläche führt zu ihrer Strukturschwächung. Da im Allgemeinen 100 bis 300 Elektrolysezellen in Reihe geschaltet werden, um eine wirtschaftliche Anlage zur Herstellung von Aluminium darzustellen, und eine derartige Anlage im Allgemeinen mindestens 4 bis 10 Jahre eingesetzt werden soll, kann der Ausfall und Ersatz eines Kathodenblocks in einer Elektrolysezelle in einer derartigen Anlage teuer sein und aufwendige Reparaturen erfordern, die die Wirtschaftlichkeit der Anlage stark herabsetzen.

Ein Nachteil der vorstehend dargestellten Elektrolysezelle, die Stampfmasse aus Kohlenstoff und/oder Graphit mit Teer aufweist, ist, dass aus technischen Gründen wie beispielsweise die mechanische Stabilität oder die Stampfprozedur dünne Schichten der grobkörnigen Stampfmasse nicht zu

- 3 -

realisieren sind, sodass Fugen vorhanden sind, welche einerseits die Kathodenoberfläche verkleinern und in die sich andererseits Aluminium und Partikel einlagern können, die den Verschleiß des Kathodenbodens erhöhen.

5

Die meist verwendeten Anthrazit-Stampfmassen sind elektrisch und thermisch weniger leitfähig als insbesondere graphitierte Kathodenblöcke. So geht effektive Kathodenfläche verloren und durch den größeren Gesamt Widerstand resultiert ein höherer Energieverbrauch, was die Wirtschaftlichkeit des Prozesses erniedrigt. Zudem erhöht sich der Kathodenbodenverschleiß durch die höhere spezifische Belastung.

Eine Alternative ist das Verkleben der Blöcke zu einem monolithischen Kathodenboden, was aber aufgrund dessen thermisch-mechanischer Beanspruchung problematisch ist und so kaum Anwendung findet.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zu Grunde, ein Mittel bereit zu stellen, das die Kathodenfläche erhöht und zur Bildung eines Kathodenbodens mit großer Kathodenfläche geeignet ist. Weiterhin liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein einfaches Verfahren zur Herstellung eines Kathodenbodens mit einer hohen Kathodenfläche bereit zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch einen Kathodenboden mit den Merkmalen von Anspruch 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 8 gelöst.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Kathodenboden ein Material umfasst, das an mindestens einen Kathodenblock anordnbar ist und das dadurch gekennzeichnet ist, dass das Material eine vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit umfasst. Nachfolgend wird die vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit auch als vorverdichtete Graphitplatte be-

30

- 4 -

zeichnet. Diese beiden Begriffe sind im Sinne der vorliegenden Erfindung austauschbar und bezeichnen eine vorverdichtete Platte aus expandiertem Graphit, die weiterhin weitere Additive umfassen kann. Das Mittel zum Erhöhen der Kathodenfläche stellt daher das Material dar, das eine vorverdichtete Graphitplatte umfasst. Das Material ist an dem Kathodenblock kraftschlüssig verbindbar. Die erfindungsgemäß verwendete vorverdichtete Graphitplatte kann in den Bereichen einer Elektrolysezelle eingesetzt werden, wo herkömmlich Stampfmasse eingesetzt wird, d.h. insbesondere in Fugen, die zwischen Kathodenblöcken ausgebildet sind, aber auch in Zwischenräumen, die sich zwischen Seitenwänden der Elektrolysezelle und Kathodenblöcken befinden. Die vorverdichtete Graphitplatte wird insbesondere als Abdichtmittel zwischen Kathodenblöcken eines Kathodenbodens verwendet.

Ein Kathodenboden, der eine vorverdichtete Graphitplatte aufweist, weist durch Ermöglichung einer Aneinanderreihung einer Vielzahl von Kathodenblöcken, deren erzeugbaren Größenabmessungen durch die wirtschaftlich und technisch mögliche Herstellbarkeit Grenzen gesetzt sind, mittels kraftschlüssiger Verbindung, eine hohe effektive Kathodenfläche auf.

Ein vorteilhafter Effekt ist die physiologische Unbedenklichkeit der vorverdichteten Graphitplatte im Vergleich zur herkömmlichen teerpechhaltigen Kohlenstoffmasse, welche polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe enthält, die gesundheitsbedenklich sind. Zudem weist die vorverdichtete Graphitplatte im Hinblick auf die herkömmliche teerpechhaltige Kohlenstoffmasse eine höhere elektrische und thermische Leitfähigkeit auf und erhöht auch damit die Kathodenfläche.

Expandierter Graphit weist folgende vorteilhafte Eigenschaften auf: Er ist gesundheitlich unbedenklich, umweltverträglich, weich, kompressibel, leicht,

- 5 -

alterungsbeständig, chemisch und thermisch beständig, technisch gas- und flüssigkeitsdicht, nicht brennbar und leicht bearbeitbar. Zudem bildet er mit flüssigem Aluminium keine Legierung. Er eignet sich daher als Material für einen Kathodenboden für eine Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium.
5

Expandierter Graphit ist durch chemische und thermische Behandlung von Graphit wie beispielsweise Naturgraphit erhältlich. Im Herstellungsverfahren kann der Graphit eine Volumengröße um den Faktor 200 bis 400 erfahren, wobei die thermische und elektrische Leitfähigkeit erhalten bleibt.
10

Beispielsweise wird Graphit mit einer Einlagerungslösung wie beispielsweise Schwefelsäure behandelt, um eine Graphiteinlagerungsverbindung (ein Graphitsalz) zu bilden. Anschließend wird eine thermische Zersetzung bei etwa 1000°C durchgeführt, wobei dem expandiertem Graphit die eingelagerten Agenzien entfernt werden. Der so erhaltene expandierte Graphit kann beispielsweise durch Compoundieren, Pressen, Imprägnieren, Laminieren und Kalandrieren weiter verarbeitet werden. Beispielsweise kann der expandierte Graphit zu Graphitfolien oder -platten weiterhin verdichtet werden. In der vorliegenden Erfindung wird bevorzugt eine vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit verwendet, die wie vorstehend erwähnt hergestellt ist. Die vorverdichtete Graphitplatte kann aber auch weiterhin mit Harzen imprägniert sein. Expandierte Graphite sind beispielsweise von der Firma SGL Carbon SE kommerziell erhältlich.
15
20

25
Im Sinne der vorliegenden Erfindung umfasst eine vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit einen expandierten Graphit, der verdichtet worden ist, aber weiterhin verdichtbar ist. D. h., als vorverdichtete Graphitplatte wird ein expandierter Graphit in Form einer Platte bezeichnet, der teilkomprimiert ist und daher sowohl gepresst ist als auch pressbar ist.
30

- 6 -

Bevorzugt ist die vorverdichtete Graphitplatte als mindestens eine Platte ausgebildet. Im Sinne der vorliegenden Erfindung weist die vorverdichtete Platte, die mehr als eine Platte umfasst, übereinander gestapelte Platten auf. Die übereinander gestapelten Platten können mittels eines Klebstoffs wie beispielsweise ein Phenolharz verklebt sein.

Bevorzugt besteht das an den Kathodenblock anordnbare Material aus einer vorverdichteten Graphitplatte basierend auf expandiertem Graphit. Zusätzlich können anorganische oder organische Additive zum Beispiel Titandiborid und Zirkondiborid eingebracht werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die vorverdichtete Graphitplatte als eine Folie ausgebildet. Folien sind dünn, flexibel und lassen sich leicht an die Form ihrer Umgebung anpassen. Beispielsweise kann die Folie leicht an die Abmessungen einer Fuge zwischen Kathodenblöcken und an die Oberflächenbeschaffenheit von Kathodenblöcken angepasst werden. Weiterhin weist eine Folie eine blattförmige Struktur auf. Daher hat eine Folie weiterhin den Vorteil stapelbar zu sein, ohne Hohlräume zu bilden.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Kathodenboden mindestens einen Kathodenblock, der in einem vorbestimmten Abstand zu einem weiteren Kathodenblock derart angeordnet ist, dass mindestens eine Fuge zwischen ihnen ausgebildet ist. Das die vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit umfassende Material füllt die Fuge und verbindet die Kathodenblöcke kraftschlüssig. Durch Verwendung einer vorverdichteten Graphitplatte statt herkömmlich verwendeter Kohlenstoff-Stampfmasse kann die Breite der Fuge zwischen Kathodenblöcken reduziert werden und so die wirksame Kathodenfläche vergrößert werden. Das Material dient als ein Füllstoff zwischen den beiden Kathodenblöcken, der nicht nur in der Lage ist, die Fuge zwischen den beiden Kathodenblöcken abzudichten, sondern zudem aufgrund seines kompressiblen Charakters in der Lage ist, Ausdehnungen der Kathoden-

- 7 -

blöcken zu kompensieren, die während einer Elektrolyse auftreten. Das Material und die Kathodenblöcke sind kraftschlüssig verbunden und schließen bevorzugt bündig ab. Das Material und Kathodenblock können miteinander verklebt sein, beispielsweise mittels eines Phenolharzes.

5

Die Kathodenblöcke weisen bevorzugt eine größere Längen- als Breitenabmessung auf, während die Breiten- und Höhenabmessungen ungefähr gleich sind. Im Allgemeinen sind Kathodenblöcke bis zu 3800 mm lang, 700 mm breit und 500 mm hoch. Bevorzugt sind die mindestens zwei Kathodenblöcke derart angeordnet, dass ihre Längenabmessungen parallel sind. Der vorbestimmte Abstand zwischen zwei Kathodenblöcken beträgt ungefähr 1/10 bis 1/100 der Breitenabmessung des Kathodenblocks. Eine Reduzierung des Abstands zwischen Kathodenblöcken ist durch Verwendung des Materials gemäß der vorliegenden Erfindung möglich. So muss beispielsweise bei dem Einsatz von 650 mm breiten Kathodenblöcken der Abstand zwischen Kathodenblöcken unter Verwendung herkömmlicher Stampfmassen als Füllmasse zwischen ihnen mindestens 40 mm betragen, während er durch Verwendung der vorverdichteten Graphitplatte auf bis zu 10 mm reduziert werden kann. In der AP30-Technologie erhöht sich beispielsweise mit 650 mm breiten Kathodenblöcken und 40 mm breiten Fugen bei einer Reduzierung auf 10 mm die effektive Kathodenblockoberfläche um ca. 5 %.

10
15
20

Bevorzugt umfasst der mindestens eine Kathodenblock mindestens ein Mittel zur Verbindung mit einer Stromquelle. Beispielsweise weist der Kathodenblock mindestens eine Aussparung zur Aufnahme einer Stromschiene auf, welche mit einer Stromquelle verbindbar ist. Wenn mindestens zwei Kathodenblöcke ausgerichtet sind, sodass ihre Längenabmessungen parallel sind, ist die Aussparung bevorzugt in die Längsrichtung des Kathodenblocks ausgerichtet, d.h. die Aussparung verläuft parallel zu der zwischen zwei Kathodenblöcken ausgebildeten Fuge. Selbstverständlich kann der Kathodenboden weiterhin ein Ver-

25
30

- 8 -

bundelement zwischen Kathodenblock und Stromschiene wie beispielsweise eine Kontaktmasse und dergleichen aufweisen.

Der mindestens eine Kathodenblock ist derart ausgestaltet, dass er elektrisch und thermisch leitfähig ist, gegen hohe Temperaturen resistent ist, gegenüber Badkomponenten der Elektrolyse chemisch stabil ist und keine Legierung mit Aluminium bilden kann. Der Kathodenblock ist bevorzugt aus Graphit, halb-graphitischem, graphitiertem, halb-graphitiertem und/oder amorphem Kohlenstoff gebildet. Besonders bevorzugt umfasst der Kathodenblock Graphit oder graphitierten Kohlenstoff, weil sie den Ansprüchen an die thermische und elektrische Leitfähigkeit und die chemische Beständigkeit zur Bildung eines Kathodenbodens in einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium am meisten genügen.

Der Kathodenboden umfasst in der vorstehenden bevorzugten Ausführungsform mit den mindestens zwei Kathodenblöcken mit den Kathodenblöcken Bereiche, die eine hohe Leitfähigkeit aufweisen, und mit dem Material, das die vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit umfasst, Bereiche, die in der Regel eine geringere Leitfähigkeit aufweisen als die Kathodenblöcke, aber in der Lage sind, die zwischen den Kathodenblöcken ausgebildeten Fugen derart abzudichten, dass keine Badkomponenten bei einer Elektrolyse in Bereiche des Kathodenbodens eindringen können. Die beiden Komponenten, d.h. Kathodenblöcke und vorverdichtete Graphitplatte, erfüllen daher verschiedene Funktionen des Kathodenbodens. Durch seine multifunktionale Bauweise ist dieser Kathodenboden daher für den großtechnischen Einsatz dimensionierbar. Durch die Anordnung einer Vielzahl von Kathodenblöcken wird eine große leitfähige Kathodenfläche erhalten und durch die effektive Abdichtung der Fugen zwischen den Kathodenblöcken mit der vorverdichteten Graphitplatte werden ein Verschleiß und eine Abnutzung der Kathodenflächen zwischen den Kathodenblöcken verhindert.

- 9 -

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist eine Oberfläche des mindestens einen Kathodenblocks, die einer Oberfläche eines weiteren Kathodenblocks gegenüber liegt, strukturiert. Eine strukturierte Oberfläche kann beispielsweise durch Aufrauen der Oberfläche erzeugt werden. Alternativ weist
5 eine Oberfläche des mindestens einen Kathodenblocks, die einer Oberfläche eines weiteren Kathodenblocks gegenüber liegt, mindestens eine Rille auf, die beispielsweise zickzackförmig verlaufen kann. Die Rillierung bzw. Strukturierung der Oberfläche des Kathodenblocks verbessert die Einpassung der vorverdichteten Graphitplatte in die Fuge. Die vorverdichtete Graphitplatte wird an
10 der strukturierten bzw. rillierten Oberfläche angeordnet und ggf. mit ihr verklebt und füllt dabei die rillierte bzw. strukturierte Oberfläche des Kathodenblocks. Durch das Füllen der rillierten bzw. strukturierten Oberfläche mit der vorverdichteten Graphitplatte fügt sich diese in die Oberfläche des Kathodenblocks formschlüssig ein. Die Verbindung zwischen vorverdichteter Graphitplatte und
15 Kathodenblock ist in dieser Ausführungsform sowohl kraft- als auch formschlüssig. Die Anzahl und die Abmessungen der Rillen in der Oberfläche des Kathodenblocks hängen von den Abmessungen des Kathodenblocks ab. Ebenso hängt der Grad der Aufrauung der Oberfläche des Kathodenblocks von seinen Abmessungen ab.

20

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Material an zwei sich gegenüber liegenden Oberflächen eines Kathodenblocks, die an die Fuge bildende Oberfläche angrenzen, und an die und in der Fuge angeordnet, sodass das Material bündig ist. Dass das Material bündig ist, bedeutet im Sinne der
25 vorliegenden Erfindung, dass das Material an den Kathodenblöcken derart angeordnet ist, dass der Kathodenboden jeweils einheitliche Abmessungen entlang seiner Länge, Höhe und Breite aufweist. Bei einem Kathodenboden in einer Elektrolysezelle befindet sich zwischen den Seitenwänden der Elektrolysezelle und Kathodenblöcken ein Zwischenraum. Das Material ist in diesem Fall
30 derart angeordnet, dass es die Fugen zwischen den Kathodenblöcken sowie die Bereiche zwischen Kathodenblöcken und Seitenwänden und die Bereiche

- 10 -

zwischen den mit dem Material gefüllten Fugen und den Seitenwänden füllt. Der Kathodenboden bildet somit den gesamten Boden der Elektrolysezelle, d.h. er erstreckt sich bis zu allen Seitenwänden der Elektrolysezelle, wobei er Bereiche mit hoher thermischer und elektrischer Leitfähigkeit in Form von Kathoden-

5 blöcken und Bereiche mit geringerer thermischer und elektrischer Leitfähigkeit in Form von dem Material aus expandiertem Graphit aufweist. In dieser Ausführungsform sind bevorzugt alle Oberflächen eines Kathodenblocks strukturiert und/oder rilliert, die mit dem die vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit umfassenden Material in Kontakt stehen, sodass das Material mit

10 diesen Oberflächen nicht nur kraft- sondern auch formschlüssig verbunden ist.

Ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Kathodenbodens umfasst die folgenden Verfahrensschritte

- Bereitstellen von mindestens einem Kathodenblock, und
- 15 • Anordnen eines Materials an mindestens einer Oberfläche des mindestens einen Kathodenblocks, wobei das Material mindestens eine vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit umfasst.

Durch Herstellung eines Kathodenbodens, der eine vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit aufweist, wird durch Ermöglichung

20 einer Aneinanderreihung einer Vielzahl von Kathodenblöcken eine hohe effektive Kathodenfläche erzielt. Die Herstellung des Kathodenblocks erfolgt derart, dass das Material durch seine Anordnung an den mindestens einen Kathodenblock mit diesem kraftschlüssig verbunden ist, wenn notwendig, wird zusätzlich ein Klebstoff eingesetzt.

25

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren weiterhin den folgenden Verfahrensschritt

- Anordnen von mindestens einem weiteren Kathodenblock in einem vorbestimmten Abstand zu dem mindestens einen Kathodenblock derart, dass das
- 30 Material eine Fuge füllt, die durch das Anordnen des weiteren Kathodenblocks

- 11 -

in dem vorbestimmten Anstand zu dem mindestens einen Kathodenblock ausgebildet wird.

Durch das Anordnen des weiteren Kathodenblocks an dem Kathodenblock wird eine kraftschlüssige Verbindung zwischen den Kathodenblöcken mittels der vorverdichteten Graphitplatte erzielt. Das Anordnen des weiteren Kathodenblocks wird durch hydraulisches oder mechanisches Andrücken ggf. unter Einsatz von Klebstoff realisiert. Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es möglich, die Breite der Fuge zwischen Kathodenblöcken im Vergleich zu herkömmlichen Fugenbreiten zu reduzieren und damit die wirksame Kathodenfläche zu erhöhen.

Die die Fuge füllende vorverdichtete Graphitplatte ist kompressibel, aber teilreversibel, sodass sie Ausdehnungen der Kathodenblöcke kompensieren kann. An dieser Stelle sei noch einmal bemerkt, dass im Sinne der vorliegenden Erfindung unter einer vorverdichteten Graphitplatte ein teilkomprimierter expandierter Graphit verstanden wird, der gepresst ist und weiterhin pressbar ist.

Nach dem Anordnen des weiteren Kathodenblocks wird eine vorverdichtete Graphitplatte in der Fuge erhalten, die ein wenig elastisches Material darstellt, das die Fuge ohne Bildung von Hohlräumen abdichtet. Der Schritt des Anordnens von mindestens einem weiteren Kathodenblock kann vor oder nach dem Anordnen des Materials an dem mindestens einen Kathodenblock durchgeführt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Verfahrensschritt Anordnen des Materials an mindestens einer Oberfläche des mindestens einen Kathodenblocks eine Befestigung an der Oberfläche mindestens einen Kathodenblock mittels eines Klebstoffs. Als Klebstoff kann beispielsweise ein Phenolharz verwendet werden.

Die Kathodenblöcke können vor oder nach ihrer Bereitstellung mit Mitteln versehen werden, die ihren Anschluss an eine Stromquelle erlauben. Beispielsweise kann ein Kathodenblock vor oder nach seiner Bereitstellung mit mindestens einer Aussparung versehen werden, in die mindestens eine Stromschiene

- 12 -

eingeführt wird, der mit einer Stromquelle verbindbar ist. Weiterhin kann ein derart behandelter Kathodenblock vor oder nach seiner Bereitstellung mit weiteren Mitteln versehen werden, beispielsweise kann zwischen Kathodenblock und Stromschiene eine Kontaktmasse angeordnet werden.

5

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit als eine Folie ausgebildet. Der Einsatz als Folie ist vorteilhaft, weil sich die Folie leicht an die Form der Fuge bzw. an die Oberflächenbeschaffenheit eines Kathodenblocks anpassen kann.

10

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren den folgenden Verfahrensschritt

15

- Anpassen der Folie an die Abmessungen des mindestens einen Kathodenblocks.

20

Mittels des Anpassens der Folie an die Abmessungen des Kathodenblocks kann die Folie optimal an dem Kathodenblock angeordnet werden, ohne dass Ränder, Wülste oder sonstige Unebenheiten entstehen, die an Bereiche des Kathodenblocks angrenzen oder sie bedecken bzw. ohne dass eine ungleichmäßige Füllung einer zwischen Kathodenblöcken ausgebildeten Fuge entsteht, die zu Hohlräumen innerhalb des Kathodenbodens führt. Das Anpassen der Folie wird beispielsweise mittels Zuschneiden der Folie entsprechend den Abmessungen des Kathodenblocks realisiert.

25

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren weiterhin vor oder nach der Bereitstellung des mindestens einen Kathodenblocks den folgenden Verfahrensschritt

30

- Strukturieren mindestens einer Oberfläche des mindestens Kathodenblocks. Die Strukturierung kann durch eine Aufrauung der Oberfläche oder durch Rillierung der Oberfläche realisiert werden. Vorteilhaft wird mindestens eine Oberfläche eines Kathodenblocks strukturiert, die einer Oberfläche von mindestens

- 13 -

einem weiteren Kathodenblock gegenüber liegt. Eine Rillierung kann beispielsweise mittels Schneidwerkzeugen realisiert werden, während eine Aufrauung durch ein Abriebwerkzeug erzeugt werden kann.

- 5 Der erfindungsgemäße Kathodenboden wird in einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium verwendet. Die Elektrolysezelle umfasst in einer bevorzugten Ausführungsform eine Wanne, die in der Regel Eisenblech oder Stahl umfasst und eine runde oder viereckige, bevorzugt rechteckige, Form aufweist. Die Seitenwände der Wanne können mit Kohlenstoff, Carbid oder Siliciumcarbid
- 10 ausgekleidet sein. Bevorzugt ist zumindest der Boden der Wanne mit einer Wärmeisolierung ausgekleidet. Auf dem Boden der Wanne bzw. auf der Wärmeisolierung ist der Kathodenboden angeordnet. Mindestens zwei, bevorzugt 10 bis 24, Kathodenblöcke sind parallel zueinander in Bezug auf ihre Längenabmessung in einem vorbestimmten Abstand angeordnet, sodass zwischen
- 15 ihnen jeweils eine Fuge ausgebildet ist, die jeweils mit mindestens einer vorverdichteten Platte basierend auf expandiertem Graphit gefüllt ist. Die Zwischenräume zwischen Seitenwänden und gefüllter Fuge und zwischen Seitenwänden und Kathodenblöcken sind wahlweise mit Material, das eine vorverdichtete
- 20 Platte basierend auf expandiertem Graphit umfasst, oder mit herkömmlicher Anthrazit-Stampfmasse gefüllt. Die Kathodenblöcke sind mit dem negativen Pol einer Stromquelle verbunden. Mindestens eine Anode wie beispielsweise eine Söderberg-Elektrode hängt an einem mit dem positiven Pol der Stromquelle verbundenen Traggerüst und ragt in die Wanne hinein, ohne den Kathodenboden oder die Seitenwände der Wanne zu berühren. Bevorzugt ist der Abstand
- 25 der Anode zu den Wänden größer als zu dem Kathodenboden bzw. der sich bildenden Aluminiumschicht.

- Zur Herstellung des Aluminiums wird eine Lösung von Aluminiumoxid in geschmolzenen Kryolith bei einer Temperatur von etwa 960°C einer Schmelz-
- 30 flusselektrolyse unterzogen, wobei sich die Seitenwände der Wanne mit einer

- 14 -

festen Kruste des Schmelzgemisches überziehen, während sich das Aluminium, weil es schwerer als die Schmelze ist, unter der Schmelze ansammelt.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die nachfolgenden Figuren erläutert, ohne diese auf sie einzuschränken.

Es zeigt:

- Figur 1 eine schematische Querschnittsansicht eines erfindungsgemäßen Kathodenbodens;
- Figur 2 eine schematische Querschnittsansicht eines weiteren erfindungsgemäßen Kathodenbodens;
- Figur 3 eine schematische Querschnittsansicht eines Teils einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium, die einen erfindungsgemäßen Kathodenboden aufweist;
- Figur 4 eine schematische Querschnittsansicht eines Teils einer weiteren Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium, die einen erfindungsgemäßen Kathodenboden aufweist;
- Figuren 5a bis 5c eine schematische Darstellung eines Verfahrensablaufes zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Kathodenbodens; und
- Figuren 6a bis 6c eine schematische Darstellung eines weiteren Verfahrensablaufes zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Kathodenbodens.

25

Figur 1 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines erfindungsgemäßen Kathodenbodens 1. Der Kathodenboden 1 weist Material 3 aus einer vorverdichteten Graphitplatte auf, das eine Fuge 5 füllt, die zwischen zwei Kathodenblöcken 7 ausgebildet ist. Die Kathodenblöcke 7 weisen eine zur Verwendung in einer Schmelzflusselektrolyse hinreichende elektrische und thermische Leitfähigkeit auf und sind beispielsweise aus graphitisiertem Kohlenstoff gefertigt. Die

30

- 15 -

Kathodenblöcke 7 weisen jeweils eine Aussparung 9 zur Aufnahme einer Stromschiene (nicht gezeigt) auf, die ihren Anschluss an eine Stromquelle ermöglichen. Das Material 3 und die Kathodenblöcke 7 schließen bündig ab.

5 Figur 2 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines weiteren erfindungsgemäßen Kathodenbodens 21. Der Kathodenboden weist Material 23 aus einer vorverdichteten Graphitplatte auf, das eine Fuge 25 füllt, die zwischen zwei Kathodenblöcken 27 ausgebildet ist. Das Material 23 und die Kathodenblöcke 27 schließen bündig ab. Die Kathodenblöcke 27 weisen eine zur Verwendung in
10 einer Schmelzflusselektrolyse hinreichende elektrische und thermische Leitfähigkeit auf und sind beispielsweise aus graphitiertem Kohlenstoff gefertigt. Die Kathodenblöcke 27 weisen jeweils eine Aussparung 29 zur Aufnahme einer Stromschiene (nicht gezeigt) auf, die ihren Anschluss an eine Stromquelle ermöglichen. Die Kathodenblöcke 27 weisen weiterhin jeweils zwei Rillen 211 auf.
15 Die Rillen 211 sind jeweils an einer Oberfläche eines Kathodenblocks 27 angeordnet, die einer Oberfläche des anderen Kathodenblocks 27 gegenüber liegt. Das Material 23 füllt die Fuge 25 und die Rillen 211. Die Rillen 211 unterstützen die kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Material 23 und den Kathodenblöcken 27 durch eine formschlüssige Verbindung mit dem Material 23. In Figur
20 2 weist jeder Kathodenblock 27 zwei Rillen 211 auf, die Anzahl der in einem Kathodenblock 27 ausgebildeten Rillen 211 ist jedoch willkürlich gewählt und hängt von den Abmessungen des Kathodenblocks 27 ab.

Figur 3 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Teils einer Elektrolysezelle 313 zur Herstellung von Aluminium. Die Elektrolysezelle 313 weist
25 eine Wanne 315 aus Stahl auf. Die Seitenwände 317 der Wanne 315, von denen eine in Fig. 3 gezeigt ist, sind mit Blöcken 319 aus Graphit ausgekleidet, von denen einer in Fig. 3 gezeigt ist. Der Boden der Wanne 315 ist mit einer wärmeisolierenden Schicht 321 ausgekleidet, sodass er vollständig von ihr bedeckt ist. Auf der wärmeisolierenden Schicht 321 ist ein Kathodenboden 31 an-
30 geordnet. Der Kathodenboden 31 weist Material 33 und Kathodenblöcke 37,

- 16 -

von denen zwei in Fig. 3 gezeigt sind, die in einem vorbestimmten Abstand angeordnet sind, sowie Stampfmasse 34 auf. Das Material 33 umfasst eine vorverdichtete Graphitplatte. Stampfmasse 34 umfasst herkömmliche Stampfmasse aus Kohlenstoff. Zwischen den Kathodenblöcken 37 ist jeweils eine Fuge 35 ausgebildet. Das Material 33 füllt die Fuge 35, und die Stampfmasse 34 füllt den jeweiligen Zwischenraum zwischen Kathodenblock 37 und Seitenwand 317 derart, dass die wärmeisolierende Schicht 321 mit dem die Stampfmasse 34, das Material 33 und die Kathodenblöcke 37 umfassenden Kathodenboden 31 vollständig bedeckt ist. Wie in der Figur 3 gezeigt ist, schließt das Material 33 mit den Kathodenblöcken 37 bündig ab. Die Kathodenblöcke 37 weisen jeweils eine Aussparung 39 auf, die zur Aufnahme einer Stromschiene (nicht gezeigt) geeignet ist, die an einen negativen Pol einer Stromquelle (nicht gezeigt) anschließbar ist. Weiterhin weist die Elektrolysezelle 313 Anoden 323, von denen zwei in Fig. 3 gezeigt sind, auf, die jeweils an einem mit einem positiven Pol einer Stromquelle (nicht gezeigt) verbundenen Träger 325 hängen. In der Elektrolysezelle 313 befindet sich eine Lösung 327 aus Aluminiumoxid in geschmolzenem Kryolith. Während der Elektrolyse sammelt sich Aluminium 329 zwischen der Lösung 327 und dem Kathodenboden 31.

Figur 4 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Teils einer weiteren Elektrolysezelle 413 zur Herstellung von Aluminium. Die Elektrolysezelle 413 weist eine Wanne 415 aus Stahl auf. Die Seitenwände 417 der Wanne 415, von denen eine in Fig. 4 gezeigt ist, sind mit Blöcken 419 aus Graphit ausgekleidet, von denen einer in Fig. 4 gezeigt ist. An den Blöcken 419 aus Graphit sind weiterhin vorgebrannte Blöcke 431 aus Kohlenstoff oder Graphit angeordnet, von denen einer in Fig. 4 gezeigt ist. Der Boden der Wanne 415 ist mit einer wärmeisolierenden Schicht 421 ausgekleidet, sodass er vollständig von ihr bedeckt ist. Auf der wärmeisolierenden Schicht 421 ist ein Kathodenboden 41 angeordnet. Der Kathodenboden 41 weist Material 43 und Kathodenblöcke 47, von denen zwei in Fig. 4 gezeigt sind, auf, die in einem vorbestimmten Abstand angeordnet sind. Das Material 43 umfasst eine vorverdichtete Graphitplatte.

- 17 -

Zwischen den Kathodenblöcken 47 ist jeweils eine Fuge 45 ausgebildet. Das Material 43 füllt die Fuge 45 und weiterhin füllt weiteres Material 43 einen Zwischenraum zwischen einem Kathodenblock 47 und dem Block 431 derart, dass die wärmeisolierende Schicht 421 mit dem das Material 43 und die Kathodenblöcke 47 umfassenden Kathodenboden 41 vollständig bedeckt ist. Wie in der Figur 4 gezeigt ist, schließt das Material 43 mit den Kathodenblöcken 47 bündig ab. Die Kathodenblöcke 47 weisen jeweils eine Aussparung 49 auf, die zur Aufnahme einer Stromschiene (nicht gezeigt) geeignet ist, die an einen negativen Pol einer Stromquelle (nicht gezeigt) anschließbar ist. Weiterhin weist die Elektrolysezelle 413 Anoden 423, von denen zwei in Fig. 4 gezeigt sind, auf, die jeweils an einem mit einem positiven Pol einer Stromquelle (nicht gezeigt) verbundenen Träger 425 hängen. In der Elektrolysezelle 413 befindet sich eine Lösung 427 aus Aluminiumoxid in geschmolzenem Kryolith. Während der Elektrolyse sammelt sich Aluminium 429 zwischen der Lösung 427 und dem Kathodenboden 41.

Figuren 5a bis 5c zeigen eine schematische Darstellung eines Verfahrensablaufes zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Kathodenbodens 51.

Figur 5a zeigt die Bereitstellung von zwei Kathodenblöcken 57, die in einem vorbestimmten Abstand derart angeordnet werden, dass eine Fuge 55 ausgebildet wird. In Figur 5b ist gezeigt, dass in die Fuge 55 das Material 53 eingeschoben wird, das eine vorverdichtete Graphitplatte umfasst. Figur 5c zeigt den Kathodenboden 51, wie er für eine Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium verwendet werden kann. Das Material 53 füllt die Fuge 55. Die Menge und Abmessungen des Materials 53 sind derart gewählt, dass das Material 53 mit den Kathodenblöcken 57 bündig abschließt und die Fuge 55 vollständig füllt. Es sei bemerkt, dass etwaige Anschlüsse und Verbindungsmittel des Kathodenbodens 51 an eine Stromquelle in den Figuren 5a bis 5c der Übersichtlichkeit halber weggelassen wurden.

- 18 -

Figuren 6a bis 6c zeigen eine schematische Darstellung eines weiteren Verfahrensablaufes zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Kathodenbodens 61.

Figur 6a zeigt die Bereitstellung von einem Kathodenblock 67, der eine Aussparung 69 zur Aufnahme einer Stromschiene (nicht gezeigt) aufweist. In Figur 6b ist gezeigt, dass Material 63, das eine vorverdichtete Graphitplatte umfasst, an einer Oberfläche des Kathodenblocks 67 flächig angeordnet wird, wobei gegebenenfalls ein Klebstoff zur Befestigung verwendet wird. Gegebenenfalls kann weiteres Material 63 angeordnet werden, sodass ein Stapel aus dem Material 63 entsteht (nicht gezeigt), der an dem Kathodenblock 67 angeordnet ist. Figur 6c zeigt, dass ein weiterer Kathodenblock 67 mit einer Aussparung 69 an dem Material 63 derart angeordnet wird, dass er mit dem Kathodenblock 67 mittels des Materials 63 kraftschlüssig verbunden ist. Figur 6c zeigt den Kathodenboden 61, wie er für eine Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium verwendet werden kann. Durch Wiederholen der in Figuren 6b und 6c gezeigten Schritten kann ein Kathodenboden mit einer Vielzahl von aneinander gereihten Kathodenblöcken hergestellt werden. Es sei bemerkt, dass etwaige Anschlüsse und Verbindungsmittel des Kathodenbodens 61 an eine Stromquelle in den Figuren 6a bis 6c der Übersichtlichkeit halber weggelassen wurden.

20

- 19 -

Patentansprüche

1. Kathodenboden (1, 21, 31, 41, 51, 61) für eine Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium, umfassend
5 ein Material (3, 23, 33, 43, 53, 63), das an mindestens einen Kathodenblock (7, 27, 37, 47, 57, 67) anordnbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Material (3, 23, 33, 43, 53, 63) eine vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit umfasst.
- 10 2. Kathodenboden (1, 21, 31, 41, 51, 61) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das an den Kathodenblock anordnbare Material aus einer vorverdichteten Graphitplatte, basierend auf expandiertem Graphit, besteht.
3. Kathodenboden (1, 21, 31, 41, 51, 61) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
15 gekennzeichnet, dass die vorverdichtete Platte als eine Folie ausgebildet ist.
4. Kathodenboden (1, 21, 31, 41, 51, 61) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Kathodenblock (7, 27, 37, 47, 57) in einem vorbestimmten Abstand zu mindestens einem weiteren Kathodenblock (7, 27, 37, 47, 57, 67) derart angeordnet ist, dass mindestens eine
20 Fuge (5, 25, 35, 45, 55, 65, 65) zwischen ihnen ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Material (3, 23, 33, 43, 53, 63) die Fuge (5, 25, 35, 45, 55, 65) füllt.
- 25 5. Kathodenboden (21) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Oberfläche des Kathodenblocks (27), die einer Oberfläche des weiteren Kathodenblocks (27) gegenüber liegt, eine strukturierte Oberfläche aufweist.
6. Kathodenboden (21) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine
30 Oberfläche des Kathodenblocks (27), die einer Oberfläche des weiteren Kathodenblocks (27) gegenüber liegt, mindestens eine Rille (211) aufweist.

- 20 -

7. Kathodenboden (41) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Material (43) an zwei sich gegenüber liegenden Oberflächen eines Kathodenblocks (47), die an die die Fuge (45) bildende Oberfläche des Kathodenblocks (47) angrenzen, und an und in der Fuge (45) angeordnet ist, sodass das Material (43) bündig ist.

8. Verfahren zur Herstellung eines Kathodenbodens (1, 21, 31, 41, 51, 61), umfassend die folgenden Verfahrensschritte

- Bereitstellen von mindestens einem Kathodenblock (7, 27, 37, 47, 57, 67),
- Anordnen eines Materials (3, 23, 33, 43, 53, 63) an mindestens einer Oberfläche von dem mindestens einem Kathodenblock (7, 27, 37, 47, 57, 67), wobei das Material (3, 23, 33, 43, 53, 63) mindestens eine vorverdichtete Platte basierend auf expandiertem Graphit umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 8, umfassend weiterhin den folgenden Verfahrensschritt

- Anordnen von mindestens einem weiteren Kathodenblock (7, 27, 37, 47, 57, 67) in einem vorbestimmten Abstand zu dem mindestens einen Kathodenblock (7, 27, 37, 47, 57, 67) derart, dass das Material (3, 23, 33, 43, 53, 63) eine Fuge (5, 25, 35, 45, 55, 65) füllt, die durch das Anordnen des weiteren Kathodenblocks (7, 27, 37, 47, 57, 67) in dem vorbestimmten Abstand zu dem mindestens einen Kathodenblock (7, 27, 37, 47, 57, 67) ausgebildet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Anordnen des Materials an mindestens einer Oberfläche des mindestens einen Kathodenblocks eine Befestigung an der Oberfläche mittels eines Klebstoffs umfasst.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Material (3, 23, 33, 43, 53, 63) als eine Folie ausgebildet ist.

- 21 -

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, umfassend weiterhin vor oder nach der Bereitstellung des mindestens einen Kathodenblocks (27) den folgenden Verfahrensschritt

- 5 • Strukturieren mindestens einer Oberfläche des mindestens einen Kathodenblocks (27).

13. Verwendung eines Kathodenbodens (31, 41) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 in einer Elektrolysezelle (313, 413) zur Herstellung von Aluminium.

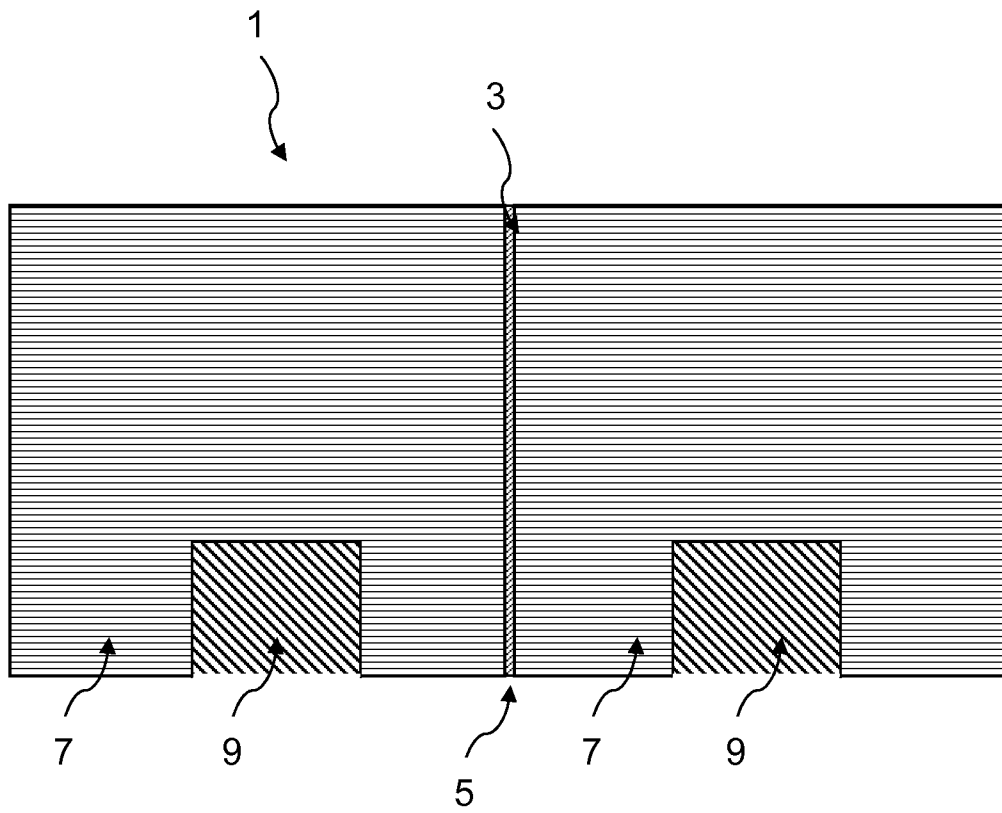


Fig. 1

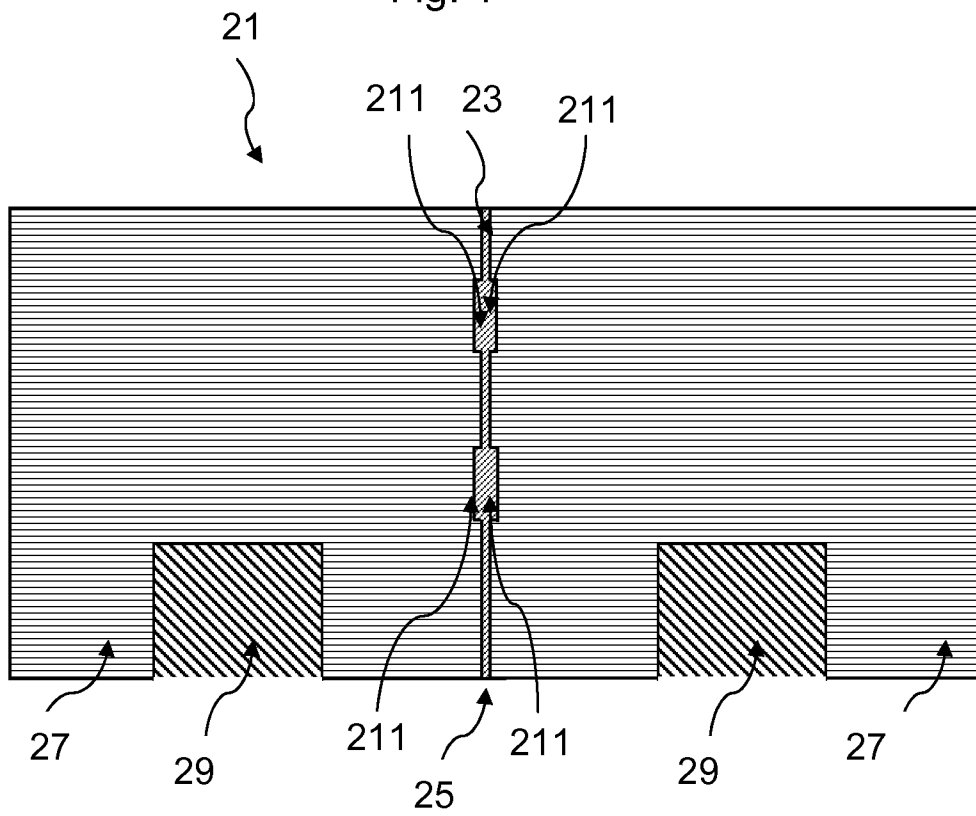


Fig. 2

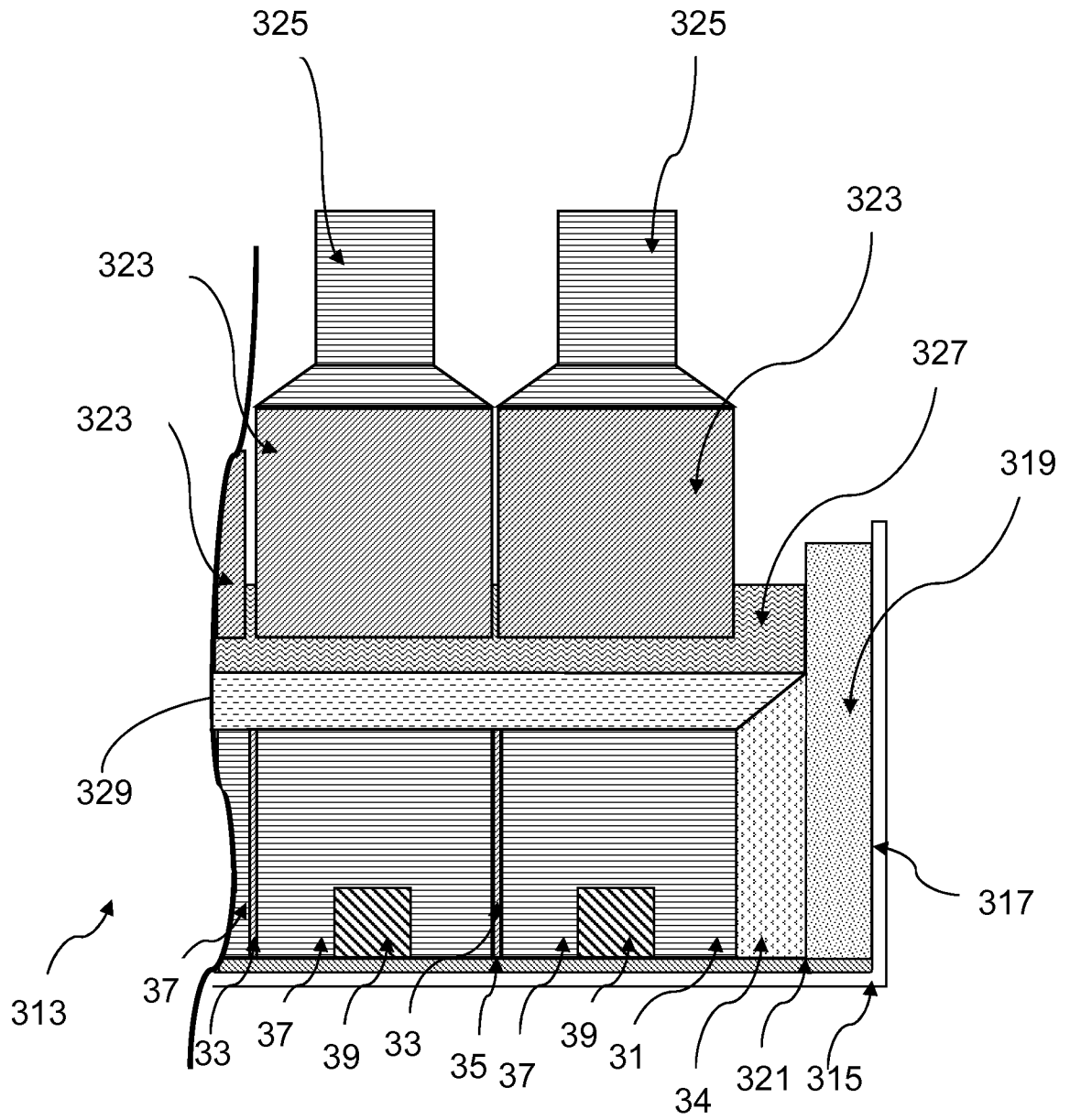


Fig. 3

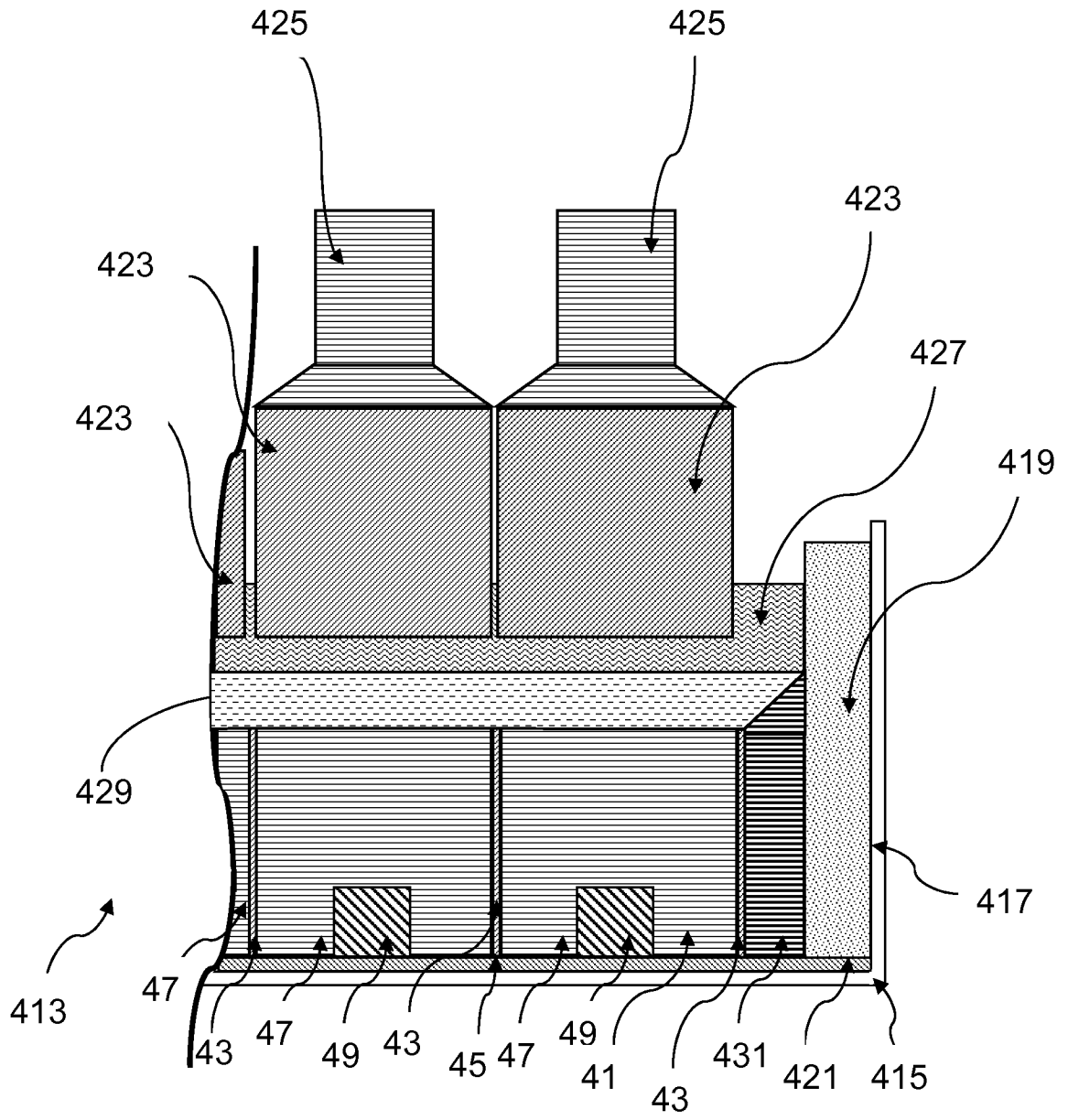


Fig. 4

Fig. 5a

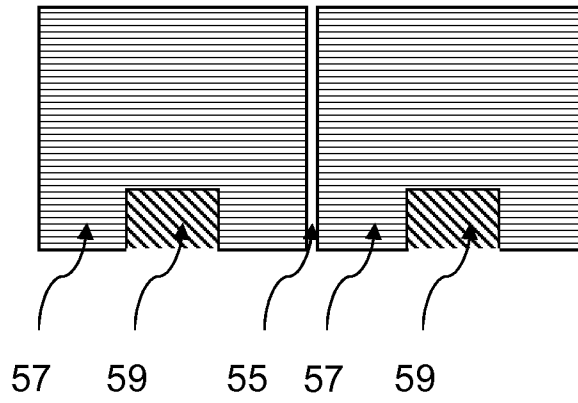


Fig. 5b

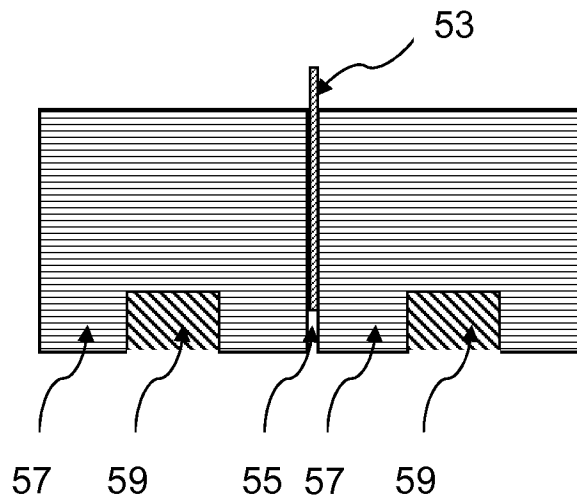
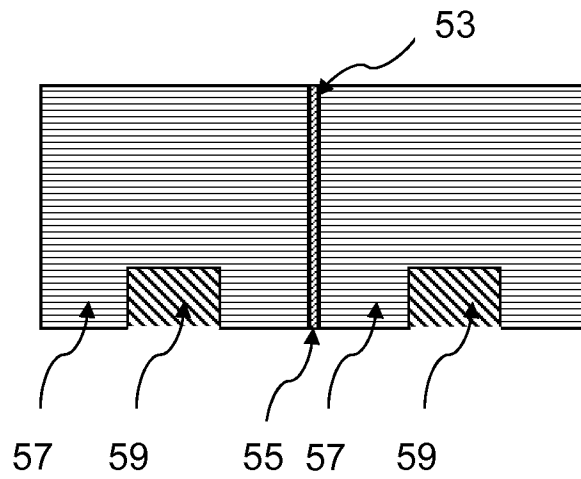


Fig. 5c



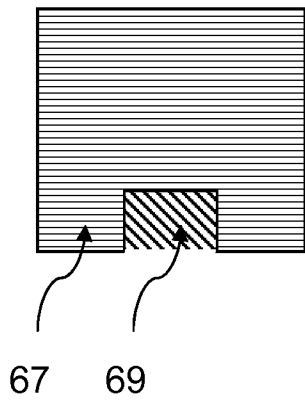


Fig. 6a

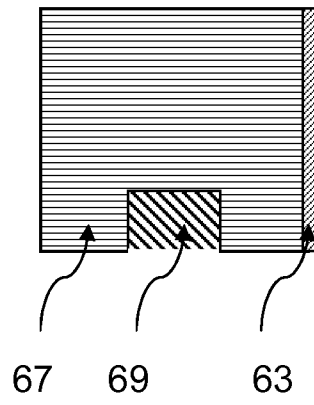


Fig. 6b

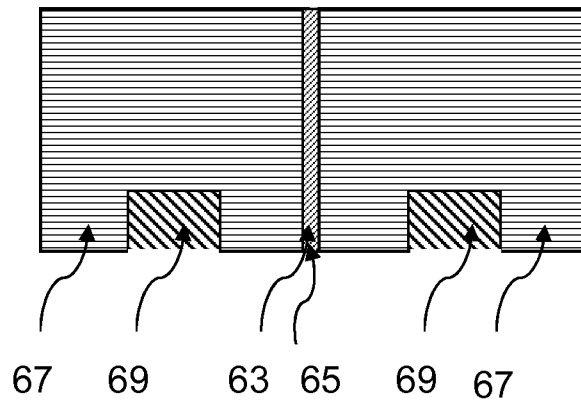


Fig. 6c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/057667

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C25C3/08 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C25C C21B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/071392 A2 (SGL CARBON AG [DE]; HILTMANN FRANK [DE]; CHRIST MARTIN [DE]; LANGER WE) 28 June 2007 (2007-06-28) page 9, line 32 - page 10, line 13	1-3,8, 10,11,13
X	US 2007/284259 A1 (MACLEOD ANDREW S [CA] ET AL) 13 December 2007 (2007-12-13) * abstract; figure 3 paragraph [0020] - paragraph [0024] paragraph [0077] - paragraph [0087]	1-3,8, 11,13
Y	US 4 488 955 A (BERTAUD YVES [FR] ET AL) 18 December 1984 (1984-12-18) column 2, lines 66-68; figure 1	1-13
Y	EP 1 676 928 A1 (SGL CARBON AG [DE]) 5 July 2006 (2006-07-05) claims 1,5	1-13
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search <p align="center">11 August 2010</p>		Date of mailing of the international search report <p align="center">19/08/2010</p>
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <p align="center">Hammerstein, G</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/057667

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 1 389 367 A (SIGRI ELEKTROGRAPHIT GMBH) 3 April 1975 (1975-04-03) claims 1,7 -----	1-13
A	US 4 175 022 A (VADLA JOSTEIN J [US] ET AL) 20 November 1979 (1979-11-20) column 3, line 6 - column 4, line 2; figures 1-4 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/057667

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007071392 A2	28-06-2007	AU 2006328947 A1	28-06-2007
		CA 2634521 A1	28-06-2007
		CN 101374979 A	25-02-2009
		EP 1801264 A1	27-06-2007
		EP 1974075 A2	01-10-2008
		US 2008308415 A1	18-12-2008
		ZA 200805460 A	28-10-2009
US 2007284259 A1	13-12-2007	AT 458074 T	15-03-2010
		AU 2007258182 A1	21-12-2007
		CA 2643442 A1	21-12-2007
		EP 2027309 A2	25-02-2009
		WO 2007146492 A2	21-12-2007
		ZA 200810525 A	28-10-2009
		US 4488955 A	18-12-1984
AU 2801984 A	22-11-1984		
CA 1228834 A1	03-11-1987		
DE 3462702 D1	23-04-1987		
EP 0126700 A1	28-11-1984		
ES 288257 U	16-12-1985		
FR 2546183 A1	23-11-1984		
GR 81945 A1	12-12-1984		
IN 161908 A1	20-02-1988		
IS 2912 A7	12-07-1984		
NO 841929 A	19-11-1984		
NZ 208146 A	30-04-1987		
SU 1287757 A3	30-01-1987		
YU 83884 A1	30-04-1988		
ZA 8403646 A	31-07-1985		
EP 1676928 A1	05-07-2006	CN 101094925 A	26-12-2007
		WO 2006069747 A2	06-07-2006
		US 2007267789 A1	22-11-2007
GB 1389367 A	03-04-1975	DE 2240886 A1	28-02-1974
		FR 2196391 A1	15-03-1974
		JP 49058005 A	05-06-1974
US 4175022 A	20-11-1979	AU 3540378 A	01-11-1979
		BR 7802508 A	24-10-1978
		DE 2817202 A1	02-11-1978
		ES 469078 A1	16-12-1978
		FR 2388901 A1	24-11-1978
		GB 1554699 A	24-10-1979
		IN 147298 A1	19-01-1980
US 4175022 A		JP 53133504 A	21-11-1978
		NL 7804346 A	27-10-1978
		NO 781428 A	26-10-1978
		SE 7803717 A	26-10-1978

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/057667

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C25C3/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C25C C21B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/071392 A2 (SGL CARBON AG [DE]; HILTMANN FRANK [DE]; CHRIST MARTIN [DE]; LANGER WE) 28. Juni 2007 (2007-06-28) Seite 9, Zeile 32 - Seite 10, Zeile 13 -----	1-3,8, 10,11,13
X	US 2007/284259 A1 (MACLEOD ANDREW S [CA] ET AL) 13. Dezember 2007 (2007-12-13) * Zusammenfassung; Abbildung 3 Absatz [0020] - Absatz [0024] Absatz [0077] - Absatz [0087] -----	1-3,8, 11,13
Y	US 4 488 955 A (BERTAUD YVES [FR] ET AL) 18. Dezember 1984 (1984-12-18) Spalte 2, Zeilen 66-68; Abbildung 1 -----	1-13
Y	EP 1 676 928 A1 (SGL CARBON AG [DE]) 5. Juli 2006 (2006-07-05) Ansprüche 1,5 -----	1-13
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 11. August 2010		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 19/08/2010
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hammerstein, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/057667

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 1 389 367 A (SIGRI ELEKTROGRAPHIT GMBH) 3. April 1975 (1975-04-03) Ansprüche 1,7 -----	1-13
A	US 4 175 022 A (VADLA JOSTEIN J [US] ET AL) 20. November 1979 (1979-11-20) Spalte 3, Zeile 6 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildungen 1-4 -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/057667

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007071392 A2	28-06-2007	AU 2006328947 A1	28-06-2007
		CA 2634521 A1	28-06-2007
		CN 101374979 A	25-02-2009
		EP 1801264 A1	27-06-2007
		EP 1974075 A2	01-10-2008
		US 2008308415 A1	18-12-2008
		ZA 200805460 A	28-10-2009
		US 2007284259 A1	13-12-2007
AU 2007258182 A1	21-12-2007		
CA 2643442 A1	21-12-2007		
EP 2027309 A2	25-02-2009		
WO 2007146492 A2	21-12-2007		
ZA 200810525 A	28-10-2009		
US 4488955 A	18-12-1984		
		AU 2801984 A	22-11-1984
		CA 1228834 A1	03-11-1987
		DE 3462702 D1	23-04-1987
		EP 0126700 A1	28-11-1984
		ES 288257 U	16-12-1985
		FR 2546183 A1	23-11-1984
		GR 81945 A1	12-12-1984
		IN 161908 A1	20-02-1988
		IS 2912 A7	12-07-1984
		NO 841929 A	19-11-1984
		NZ 208146 A	30-04-1987
		SU 1287757 A3	30-01-1987
		YU 83884 A1	30-04-1988
		ZA 8403646 A	31-07-1985
		EP 1676928 A1	05-07-2006
WO 2006069747 A2	06-07-2006		
US 2007267789 A1	22-11-2007		
GB 1389367 A	03-04-1975	DE 2240886 A1	28-02-1974
		FR 2196391 A1	15-03-1974
		JP 49058005 A	05-06-1974
US 4175022 A	20-11-1979	AU 3540378 A	01-11-1979
		BR 7802508 A	24-10-1978
		DE 2817202 A1	02-11-1978
		ES 469078 A1	16-12-1978
		FR 2388901 A1	24-11-1978
		GB 1554699 A	24-10-1979
		IN 147298 A1	19-01-1980
		US 4175022 A	
NL 7804346 A	27-10-1978		
NO 781428 A	26-10-1978		
SE 7803717 A	26-10-1978		