



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 657 629 A5

⑤① Int. Cl.4: C 25 C 3/08

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳① Gesuchsnummer: 4633/83

㉔② Anmeldungsdatum: 25.08.1983

㉔④ Patent erteilt: 15.09.1986

㉔⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.09.1986

㉔⑦ Inhaber:
Schweizerische Aluminium AG, Chippis,
Zustelladresse: Neuhausen am Rheinfall

㉔⑦② Erfinder:
Scharpey, Wilhelm, Essen 16 (DE)

⑤④ **Elektrolysewanne.**

⑤⑦ Eine Elektrolysewanne für die Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse besteht aus einer äusseren Stahlwanne, einer wärmedämmenden Isolationsschicht und einer im wesentlichen aus Kohlenstoff bestehenden Innenauskleidung mit eisernen Kathodenbarren.

Mindestens die unteren 75 % der Bodenisolation sind aus einer mit mechanischen Mitteln verfestigten Schicht aus einem Granulat mit einer im wesentlichen zwischen 0 und 8 mm variierenden Korngrösse hergestellt. Dieses Granulat enthält die vollständig gemahlene, sonst jedoch unbehandelten Isolationsschichten - ohne die vor dem Mahlen mechanisch aussortierten Kohlereste - von ersetzten Elektrolysewannen. Die restlichen 0 bis 25 % der Bodenisolation werden aus einer Lage Schamottesteinen, gemahlene Schamottesteinen und/oder Hüttentonerde gebildet. Die Seitenwände der Stahlwanne sind ausschliesslich mit Schamottesteinen isoliert.

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrolysewanne für die Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse, bestehend aus einer äusseren Stahlwanne, einer wärmedämmenden Isolationsschicht und einer im wesentlichen aus Kohlenstoff bestehenden Innenauskleidung mit eisernen Kathodenbarren, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die unteren 75% der Bodenisolation aus einer mit mechanischen Mitteln verfestigten Schicht aus einem Granulat mit einer im wesentlichen zwischen 0 und 8 mm variierenden Korngrösse, welches die vollständig gemahlenen, sonst jedoch unbehandelten Isolationsschichten – ohne die vor dem Mahlen mechanisch aussortierten Kohlereste – von ersetzten Elektrolysewannen enthält, und die restlichen 0–25% aus einer Lage Schamottessteinen, gemahlenen Schamottesteinen und/oder Hüttentonerde bestehen, während die Seitenwände der Stahlwanne ausschliesslich mit Schamottesteinen isoliert sind.

2. Elektrolysewanne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das gemahlene Granulat hauptsächlich aus Molersteinen, zum kleineren Teil aus Schamotte, je nach dem Isolationsmaterial der ersetzten Elektrolysezellen, und Einschlüssen aus Aluminium besteht.

3. Elektrolysewanne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der verfestigten Granulatschicht 250–300 mm beträgt.

4. Elektrolysewanne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf der verfestigten Granulatschicht eine undurchlässige, flexible Graphitmembran, welche mit einer Trägerfolie aus Stahl verbunden ist, angeordnet ist.

5. Elektrolysewanne nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Korngrösse zwischen 0,1 und 4 mm variiert.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Elektrolysewanne für die Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse, bestehend aus einer äusseren Stahlwanne, einer wärmedämmenden Isolationsschicht und einer im wesentlichen aus Kohlenstoff bestehenden Innenauskleidung mit eisernen Kathodenbarren.

Für die Gewinnung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse von Aluminiumoxid wird diese in einer Fluoridschmelze gelöst, die zum grössten Teil aus Kryolith besteht. Das kathodisch abgeschiedene Aluminium sammelt sich unter der Fluoridschmelze auf dem Kohleboden der Zelle, wobei die Oberfläche des flüssigen Aluminiums die Kathode bildet. In die Schmelze tauchen von oben Anoden ein, die bei konventionellen Verfahren aus amorphem Kohlenstoff bestehen. An den Kohleanoden entsteht durch die elektrolitische Zersetzung des Aluminiumoxids Sauerstoff, der sich mit dem Kohlenstoff der Anoden zu CO_2 und CO verbindet. Die Elektrolyse findet in einem Temperaturbereich von etwa 940 bis 970 °C statt.

Die durch den Elektrolyseprozess verbrauchte elektrische Energie kann in zwei Hauptkategorien eingeteilt werden:

- Produktions- bzw. Reduktionsenergie
- Verlustenergie

Der produktive Teil des Energieverbrauchs wird benötigt, um die Al^{3+} -Kationen zu metallischem Aluminium zu reduzieren. Dieser produktive Teil des Energieverbrauchs kann also nicht vermindert werden.

Die Energieverluste dagegen können in verschiedene Komponenten aufgeteilt werden, die sich alle als Wärmeverluste an die Umgebung auswirken. Die beim Elektrolyseprozess erzeugte Wärme fliesst immer zu kälteren Teilen der Wanne, von dort entweicht sie an die Umgebung und zieht so

Energie vom Produktionsverfahren ab. Diese Wärmeverluste können kontrolliert und müssen auf ein Minimum gebracht werden.

Durch die Verwendung von optimal geeigneten Materialien für die Stromleiter kann der Spannungsabfall und damit der Energieverlust im elektrischen Stromkreis auf ein Minimum reduziert werden.

Um die Wärme nicht oder nur in geringem Masse durch die Wanne entweichen zu lassen, ist deshalb schon seit langer Zeit eine Wärmeisolationsschicht in die äussere Stahlwanne eingebettet worden. Üblicherweise werden dabei Steine aus Diatomeenerde oder Molerstein verwendet. Neue Molersteine haben vorzügliche Isolationseigenschaften, sie sind jedoch gegenüber den die Kohleauskleidung durchdringenden Badkomponenten sehr empfindlich. Deshalb wird oft die dem Bad am nächsten liegende Isolationsschicht aus weniger empfindlichen, aber auch schlechter isolierenden Schamottesteinen hergestellt. Indem Steine aufeinander gestapelt werden, können sowohl die Seitenwände als auch der horizontale Wannenboden problemlos isoliert werden.

In der US-PS 4 052 288 wird vorgeschlagen, die Auskleidungen von verbrauchten Elektrolysezellen, also Kohleresten und Isolation, zu mahlen und dann mit einer stark alkalischen Lösung zu behandeln, wobei die Fluoride von Natrium und Aluminium entfernt werden. Dem Filtrat wird noch ein Binder, im allgemeinen Petrolpech, zugegeben und so eine Paste zur Auskleidung von neuen Elektrolysezellen hergestellt.

In der EP-OS 82810159 wird eine Elektrolysewanne beschrieben, in welcher mindestens die unteren 80% der Bodenisolation aus einer verfestigten Vulkanascheschicht besteht, die restliche Bodenisolation aus einer Leckbarriere, welche die Vulkanasche gegen die Kohleauskleidung durchdringende Badkomponenten abschirmt.

Der Erfinder hat sich die Aufgabe gestellt, eine Elektrolysewanne für die Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse zu schaffen, bei welcher die Herstellungskosten für die thermische Isolation bedeutend gesenkt werden können, ohne dass die Qualität der Wanne in bezug auf Wärmeisolation und Lebensdauer darunter leidet.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass bei einer Elektrolysewanne mindestens die unteren 75% der Bodenisolation aus einer mit mechanischen Mitteln verfestigten Schicht aus einem Granulat mit einer im wesentlichen zwischen 0 und 8 mm variierenden Korngrösse, welches die vollständig gemahlenen, sonst jedoch unbehandelten Isolationsschichten – ohne die vor dem Mahlen mechanisch aussortierten Kohlereste – von ersetzten Elektrolysewannen enthält, und die restlichen 0–25% aus einer Lage Schamottesteinen, gemahlenen Schamottesteinen und/oder Hüttentonerde bestehen, während die Seitenwände der Stahlwanne ausschliesslich mit Schamottesteinen isoliert sind.

Die Korngrösse des gemahlenen Granulats liegt vorzugsweise zwischen 0,1 und 4 mm.

Wenn eine Wanne ersetzt werden muss, wird die Auskleidung herausgebrochen und in den meisten Fällen verworfen. Beim Einsatz von Tonerde als Isolationsmittel ist es möglich, Aluminiumoxid aus der Bodenisolation zu rezyklieren, falls in der Hütte die notwendigen Einrichtungen vorhanden sind.

Der Einsatz von Molersteinen und Tonerde als Isolationsmittel stellt für eine Aluminiumhütte einen beträchtlichen Kostenfaktor dar, weil beide Materialien teuer sind. In bekannten Elektrolysezellen werden im allgemeinen Bodenisolierungen von drei Schichten Molersteinen und einer Schicht von gegen den Schmelzfluss besser beständigen, aber teureren Schamottesteinen hergestellt.

Bei der Herstellung der erfindungsgemässen Isolation werden diese vier Steinschichten aus der zu ersetzenden Elektrolysezellen herausgebrochen und gemahlen. Allfällige Koh-

lestücke werden vorher mechanisch aussortiert, ebenso die grösseren Stücke von erstarrtem Aluminium. Das gemahlene Granulat besteht somit hauptsächlich aus Molersteinen, zum kleineren Teil aus Schamotte und kann auch kleinere Einschliessmengen von Aluminium aufweisen.

Die Höhe der verfestigten Granulatschicht beträgt bevorzugt 250–300 mm. Darauf wird zweckmässig eine Schicht von Schamottesteinen, gemahlenen Schamottesteinen und/oder Aluminiumoxid gegeben, die jedoch vorzugsweise nicht dicker als 100 mm ist.

Zum besseren Schutz der verfestigten Granulatschicht gegen die durch die Kohleauskleidung hindurchgedrungene Schmelzflusskomponenten kann zusätzlich eine undurchlässige, flexible Graphitmembran, welche mit einer Trägerfolie aus Stahl verbunden ist (vgl. TMS Paper No. LM 78/19 bzw. DE-OS 28 17 202), auf das Granulat gelegt werden.

Das Granulat wird trocken in die Zelle eingeschüttet und dann beispielsweise durch Stampfen und/oder Vibrieren mechanisch verdichtet. Nasses Granulat wird vorher zweckmässig getrocknet.

Die Elektrolysezelle mit der erfindungsgemässen Isolationsschicht weist folgende Vorteile auf:

- Gegenüber konventionellen Elektrolysezellen mit Bodenisolationen aus Moler- und Schamottesteinen wird eine Kosteneinsparung von ca. 70% erzielt.

- Der Steinausbruch aus zu ersetzenden Zellen kann hundertprozentig verwendet werden.

- Beim Auslegen wird beträchtlich an Arbeitszeit eingespart.

5 – Die gemahlenen Granulate sind an Fluoriden gesättigt, weshalb sie im Betrieb weniger Fluoride aufnehmen. Dadurch wird der Kryolith- und AlF_3 -Verbrauch geringer.

- Es müssen keine neuen Steine geschnitten werden.

10 – Die alten Steine müssen nicht durch Wässern gereinigt werden.

- Die Fahrt in die Deponie und die stets höher werdenden Deponiekosten entfallen. Deponien für Steinausbrüche müssen unten mit Kalziumverbindungen ausgelegt sein.

15 – Auf dem Hüttengelände muss kein Materiallager angelegt werden.

- Die Fluss- und Metaldurchdringungsmöglichkeiten in der Isolationsschicht sind geringer, weil keine Fugen vorhanden sind, das Schamotte- und Molermaterial vermischt ist und die Ecken und Unebenheiten besser ausgefüllt sind.

20 Temperaturmessungen bei seit längerer Zeit in Betrieb befindlichen Elektrolysezellen haben gezeigt, dass die Wannböden mit erfindungsgemässen Isolationsschichten keine höheren Temperaturen anzeigen als Wannböden mit konventionell gemauerten Isolationsschichten. Daher ist die Wärmeisolation mindestens als gleich gut zu bezeichnen.

25