

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 81810016.6

51 Int. Cl.³: C 25 C 3/16

22 Anmeldetag: 23.01.81

30 Priorität: 01.02.80 CH 812 80

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.08.81 Patentblatt 81/32

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI NL SE

71 Anmelder: SCHWEIZERISCHE ALUMINIUM AG

CH-3965 Chippis(CH)

72 Erfinder: Blanc, Jean-Marc
Orzival 1
CH-3960 Sierre(CH)

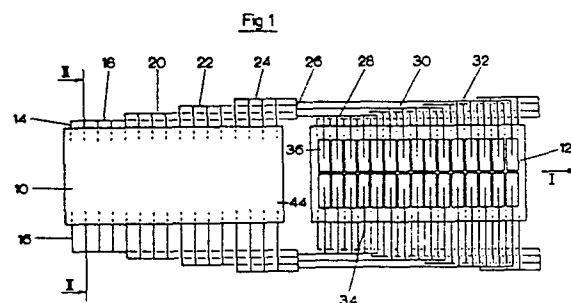
72 Erfinder: Pfister, Hans
Lerchenweg 4
CH-8600 Dübendorf(CH)

54 Schienenanordnung für Elektrolysezellen.

57 Bei längsgestellten Elektrolysezellen, insbesondere zur Herstellung von Aluminium, fallen hohe Investitions- und Betriebskosten für Schienenanordnungen ausserhalb der Zelle an. Die erzeugten Magnetfelder bewirken Metallströmungen.

Durch die Ausbildung von direkten Anschlüssen (34) von jeder einzelnen Anode an die neben der Zelle verlaufenden, elektrisch verbundenen Stromschienen (28, 30, 32) in einer unmittelbar oberhalb der Anoden liegenden Ebene werden die Kosten gesenkt und die schädlichen Einflüsse der Magnetfelder vermindert.

Durch ungleiche Ausbildung der Abstände (a, b) der Stromschienen (18, 20, 22, 24) von den Kathodenbarrenenden oder durch Anschluss einer ungleichen Anzahl von Kathodenbarrenenden an in bezug auf die Zellenlängsachse gegenüberliegende Stromschienen (18, 20, 22, 24) kann eine den magnetischen Einwirkungen zusätzlich entgegenwirkende Asymmetrie erzeugt werden.



Schienenanordnung für Elektrolysezellen

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Schienenanordnung zum Leiten des elektrischen Gleichstromes von den Kathodenbarrenenden einer längsgestellten Elektrolysezelle, insbesondere zur Herstellung von Aluminium, zu den Anoden der Folgezelle.

Für die Gewinnung von Aluminium durch Elektrolyse von Aluminiumoxid wird dieses 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 an Anodenbalken befestigte Anoden ein, die bei konventionellen Verfahren aus amorphem Kohlenstoff bestehen. An den Kohleanoden entsteht durch die elektrolytische Zersetzung des Aluminiumoxids Sauerstoff, der sich mit dem Kohlenstoff der Anoden zu CO_2 und CO verbindet. Die Elektrolyse findet im allgemeinen in einem Temperaturbereich von etwa 940 bis 970° C statt. Im Laufe der Elektrolyse verarmt der Elektrolyt an Aluminiumoxid. Bei einer unteren Konzentration von 1 - 2 Gew.-% Aluminiumoxid im Elektrolyten kommt es zum Anodeneffekt, der sich in einer Spannungserhöhung von beispielsweise 4 bis 5 V auf 30 V und darüber auswirkt. Spätestens dann muss die aus erstarrtem Elektrolytmaterial gebildete Kruste eingeschlagen und die Aluminiumoxidkonzentration durch Zugabe von neuem Aluminiumoxid (Tonerde) angehoben werden.

Im normalen Betrieb wird die Elektrolysezelle üblicherweise periodisch bedient, auch wenn kein Anodeneffekt auftritt, indem die Kruste eingeschlagen und Tonerde zugegeben wird.

Im Kohleboden der Elektrolysezelle sind die Kathodenbarren eingebettet, wobei deren Enden die Elektrolysewanne auf beiden Längsseiten durchgreifen. Diese Eisenbarren sammeln den Elektrolysestrom, welcher über die ausserhalb der Zelle angeordneten Stromschienen, die Steigleitungen, die Anodenbalken bzw. Traversen und die Anodenstangen zu den Kohleanoden der Folgezelle fliesst. Durch den ohmschen Widerstand von den Kathodenbarren bis zu den Anoden der Folgezellen werden Energieverluste verursacht, die in der Grössenordnung von bis zu 1 kWh/kg produziertes Aluminium liegen. Es ist deshalb wiederholt versucht worden, die Anordnung der Stromschienen in bezug auf den ohmschen Widerstand zu optimalisieren. Dabei müssen jedoch auch die gebildeten Vertikalkomponenten der magnetischen Induktion berücksichtigt werden, welche - zusammen mit den horizontalen Stromdichtekomponenten - im durch den Reduktionsprozess gewonnenen flüssigen Metall ein Kraftfeld erzeugen.

In einer Aluminiumhütte mit längsgestellten Elektrolysezellen erfolgt die Stromführung von Zelle zu Zelle wie folgt: Der elektrische Gleichstrom tritt aus im Kohleboden der Zelle angeordneten Kathodenbarren aus. Die Enden der Kathodenbarren sind über flexible Bänder mit den Sammel- bzw. Stromschienen verbunden, welche parallel zu der Elektrolysezellenreihe verlaufen. Aus diesen entlang der Längsseiten der Zellen verlaufenden Stromschienen wird der Strom, über andere flexible Bänder und über Steigleitungen zu den beiden Enden der Traverse der Folgezelle geführt. Je nach Ofentyp variiert die Stromverteilung zwischen dem näheren und dem entfernteren Ende der Traverse, bezogen auf die allgemeine Stromrichtung der Zellenreihe, von 100-0 % bis 50-50 %. Mittels Schlössern sind an der Traverse die vertikalen Anodenstangen befestigt, welche die Kohleanoden tragen und mit elektrischem Strom speisen.

Diese für Aluminiumhütten charakteristische Schienenführung weist jedoch sowohl elektrische als auch magnetische Unannehmlichkeiten auf.

Von einem Kathodenbarrenende einer Zelle bis zu einer Anode der Folgezelle muss der elektrische Gleichstrom einen verhältnismässig langen Weg zurücklegen. In Zellenlängsrichtung betrachtet muss ein Teil des elektrischen Stromes über die Stromschienen bis zum stromab liegenden Ende der Traverse geführt werden, dann fliesst er über die Traverse rückwärts.

10 In vertikaler Richtung betrachtet wird der elektrische Strom von der Ebene der Kathodenbarren auf die Höhe der Traverse gehoben und fliesst dann zu den Anoden hinab. Dieses Hin- und Zurückführen des Stromes in zwei Richtungen bedeutet einen Mehrverbrauch an Metall anlässlich

15 der Herstellung der Ofenreihe sowie einen Mehrverbrauch an Energie infolge des Joule'schen Effekts.

Auch in magnetischer Hinsicht ist die gegenwärtig übliche Speisung mit elektrischem Gleichstrom nicht besonders günstig. Durch Ueberlagerung von drei Strömungskomponenten

20 entstehen die Bewegungen im flüssigen Metall:

- Die erste Strömungskomponente, welche im Prinzip eine Zirkulationsbewegung entlang der inneren Zellenwände ist, hat besonders schädliche Auswirkungen in bezug auf die Stabilität der Elektrolysezelle. Diese erste
- 25 Komponente entsteht durch den Einfluss der benachbarten Elektrolysezellenreihe, welche den elektrischen Strom zum Gleichrichter zurückführt. Der Drehsinn der Rotation hängt davon ab, ob die benachbarte Zellenreihe links oder rechts, bezogen auf die allgemeine
- 30 Richtung des Gleichstromes, von der Zelle liegt.
- Die zweite Strömungskomponente besteht darin, dass in jeder Zellenhälfte (in bezug auf die Längsrichtung)

- 4 -

je eine Zirkularströmung entsteht, wobei die Strömungsrichtungen gegenläufig sind. Diese Rotationsart hängt von der Stromverteilung zwischen den Steigleitungen ab.

- 5 - Die dritte Strömungskomponente schliesslich besteht aus vier in den Zellenquadranten ausgebildeten Rotationen, wobei die diagonal gegenüberliegenden Rotationsrichtungen gleich sind. Diese Rotationen entstehen durch die ungleiche Stromverteilung in den
10 Stromschienen und der Traverse von einem Zellenende zum anderen.

Die Ueberlagerung dieser drei Strömungskomponenten bewirkt, dass die Geschwindigkeit der Metallströmungen innerhalb der Zelle stark unterschiedlich ist. Wo alle drei Strömungskomponenten in gleicher Richtung verlaufen, entsteht eine hohe
15 Metallgeschwindigkeit, wodurch die Kohleauskleidung erodiert wird.

Der Erfinder hat sich deshalb die Aufgabe gestellt, eine Schienenanordnung zum Leiten des elektrischen Gleichstromes
20 von den Kathodenbarrenenden einer längsgestellten Elektrolysezelle zu den Anoden der Folgezelle zu schaffen, bei welcher weniger metallisches Schienenmaterial eingesetzt werden muss, kleinere Verluste an elektrischer Energie auftreten und ausserdem die schädlichen magnetischen
25 Effekte vermindert werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass

- mehrere Kathodenbarrenenden mittels flexibler Bänder gruppenweise an einer von mindestens zwei, entlang einer Längsseite der Zelle verlaufenden ersten Stromschienen angeschlossen,
30

- 5 -

- diese Stromschienen zwischen dem letzten Kathodenbarren und der ersten Anode der Folgezelle elektrisch verbunden, und - ausgehend von dieser Aequipotentialverbindung - zweite Stromschienen entlang einer Längsseite der Folgezelle verlaufen, und
- jede Anode der Folgezelle mittels eines flexiblen Bandes mit einer auf derselben Längsseite verlaufenden zweiten Stromschiene verbunden ist.

Die nahe nebeneinander angeordneten flexiblen Strombänder, welche den Strom von den Kathodenbarrenenden zu den zur Folgezelle führenden Stromschienen abführen bzw. den Strom von den Stromschienen, die mit den Kathodenbarrenenden der vorhergehenden Elektrolysezelle verbunden sind, zu den Anoden führen, bewirken durch ihre alternative Anordnung, dass die dritte Art von den oben erwähnten Strömungskomponenten, welche in den vier Quadranten rotiert, eliminiert wird. Durch diese sogenannte symmetrische Lösung, bei welcher die Stromschienen den gleichen Abstand von beiden Zellenlängsseiten haben, wird der magnetische Einfluss wohl teilweise, aber nicht vollständig verhindert.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird deshalb angestrebt, den magnetischen Einfluss der Nachbarzellenreihe einzuschränken oder zu eliminieren. Dies wird durch asymmetrische Anordnung der Stromschienen erreicht, indem der Abstand der Stromschienen von den Elektrolysezellenlängsseiten auf der der Nachbarzellenreihe zugewandten Seite kürzer, auf der anderen länger ausgebildet ist. Die dadurch entstehende Asymmetrie bewirkt, dass der magnetische Einfluss der Nachbarzellenreihe aufgehoben und die oben diskutierte erste Strömungskomponente entlang des inneren Umfangs der Zelle auch verhindert wird.

- 6 -

- Bei verschieden lang ausgebildeten Abständen der Stromschienen von den Zellenlängsseiten sind die flexiblen Strombänder, welche die Kathodenbarrenenden mit den Stromschienen verbinden, mehr oder weniger gebogen. Bei kurzem Abstand der Stromschienen von den Ofenlängsseiten sind diese flexiblen Strombänder stark gebogen, bei grossem Abstand der Stromschienen von den Zellenlängsseiten hingegen nahezu gestreckt. Dabei wird nicht der elektrische Widerstand, sondern lediglich der Einfluss des Magnetfeldes geändert.
- 10 Vorzugsweise werden die der Nachbarzellenreihe abgewandten und zugewandten Stromschienen so angeordnet, dass der Unterschied ihres Abstandes von den entsprechenden Zellenlängsseiten ungefähr 50 - 80 cm ausmacht.

- Da in der Praxis eine Elektrolysezelle nicht notwendigerweise gleich viele Kathodenbarrenenden und Anoden aufweisen muss, werden alle ersten Stromschienen elektrisch verbunden. Stromauf und stromab von der Aequipotentialverbindung ist der Querschnitt der ersten bzw. zweiten Stromschienen so ausgestaltet, dass der elektrische Widerstand aller Stromschienen ungefähr gleich ist. Die kurzen Stromschienen können einen kleineren Querschnitt haben als die längeren. Statt dessen können die Stromschienen auch aus Metallen von verschiedenem elektrischem Widerstand hergestellt sein, wobei die kürzesten Stromschienen den grössten, die längsten Stromschienen den kleinsten spezifischen elektrischen Widerstand haben.
- 15
20
25

Die Asymetrie kann auch erzeugt werden, indem - an in bezug auf die Zellenlängsachse gegenüberliegende erste Stromschienen - eine unterschiedliche Anzahl von Kathodenbarrenenden angeschlossen sind.

- 30 Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert.
Es zeigen:

- 7 -

- Fig. 1 ein Schema der Stromführung von den Kathodenbarrenenden einer Zelle zu den Anoden der Folgezelle, wobei bei dieser Folgezelle wiederum die Stromführung von den Kathodenbarrenenden gezeigt wird.

- Fig. 2 einen schematischen, quer zur Zellenlängsrichtung verlaufenden Vertikalschnitt an der Stelle II-II von Fig. 1.

Die in Fig. 1 dargestellten Elektrolysezellen 10 und 12 sind aus einer Zellenreihe einer Aluminiumhütte herausgegriffen. Die allgemeine Richtung des elektrischen Gleichstromes ist mit I bezeichnet. Die benachbarte Elektrolysezellenreihe, welche einen magnetischen Einfluss auf die Elektrolysezellen 10 und 12 ausübt, befindet sich, bezogen auf die allgemeine Stromrichtung I, links. Die im Kohleboden der Zellen 10 und 12 angeordneten Kathodenbarren sind nur angedeutet. An beiden Enden der Kathodenbarren sind flexible Strombänder 14, 16 angeordnet, welche, wie in Fig. 2 dargestellt, bei kurzem Abstand der Stromschienen 18, 20, 22 und 24 stark gebogen, bei den von der in bezug auf die Zellenlängsachse gegenüberliegenden Stromschienen mit grossem Abstand hingegen beinahe gestreckt sind. Die Stromschienen 18, 20, 22 und 24 sind bei 26 kurz geschlossen. Mit der Aequipotentialverbindung 26 leitend verbunden sind drei entlang der Folgezelle 12 angeordnete Stromschienen 28, 30 und 32. Von jeder dieser Stromschienen zweigen flexible Strombänder 34 ab, wobei je ein Band mit einem nicht gezeichneten Anodenträger verbunden ist. Die Stromschiene 28 führt den Strom zu den nächstgelegenen Anoden 36, die Stromschiene 30 zu den mittleren Anoden 36 und die Stromschiene 32 zu den in Stromrichtung I am weitesten entfernten Anoden 36 der Folgezelle 12. Vorzugsweise haben alle Stromschienen den gleichen elektrischen Widerstand, die Schienen 24 und 28 haben daher - falls alle Schienen aus dem gleichen Material bestehen - den kleinsten

Querschnitt, die Schienen 18 und 32 den grössten.

Selbstverständlich ist die Elektrolysezelle 10 auch mit Anoden 36 und den entsprechenden Stromzuführungen ausgerüstet, diese sind wegen besserer Uebersicht weggelassen
5 worden.

Im vorliegenden Fall weist eine Elektrolysezelle 32 Kathodenbarrenenden auf, hat jedoch lediglich 30 Anoden. Wenn eine regelmässige Stromverteilung gewährleistet werden soll, muss bei einer nicht gleichen Anzahl von Kathoden-
10 barrenenden und Anoden eine Aequipotentialverbindung 26 vorhanden sein.

In Fig. 2 bedeutet 38 die Stahlwanne, 40 die thermische Isolation, 42 der Kohleboden und 44 die Kathodenbarrenenden; a der grosse Abstand der Stromschienen 18, b der kleine.

15 Die vorliegende Erfindung weist die folgenden Vorteile auf:

- Der vom elektrischen Gleichstrom von einem Kathodenbarrenende zur Anode der Folgezelle zurückzulegende Weg ist kürzer, es können zirka 2 m pro Stromschiene eingespart werden, was dank des nichtbenötigten Materials verminderte Investitionskosten zur Folge hat
20 und ausserdem wegen geringerem elektrischem Widerstand und daher kleinerem Energieverbrauch die Betriebskosten herabsetzt.
- Der Ofengang ist stabiler, woraus eine weitere
25 Reduktion der Energieverluste und/oder eine Möglichkeit der Produktionserhöhung resultiert.
- Die Erosion der Kathodenauskleidung wird vermindert, woraus sich eine Erhöhung der Zellenlebensdauer ergibt.

Patentansprüche

1. Schienenanordnung zum Leiten des elektrischen Gleichstromes von den Kathodenbarrenenden einer längsgestellten Elektrolysezelle, insbesondere zur Herstellung von Aluminium, zu den Anoden der Folgezelle,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
 - mehrere Kathodenbarrenenden mittels flexibler Bänder (14,16) gruppenweise an einer von mindestens zwei, entlang einer Längsseite der Zelle (10) verlaufenden ersten Stromschienen (18, 20, 22, 24)
10 angeschlossen,
 - diese Stromschienen zwischen dem letzten Kathodenbarren (44) und der ersten Anode (36) der Folgezelle (12) elektrisch verbunden, und - ausgehend von dieser Aequipotentialverbindung (26) - zweite Stromschienen (28, 30, 32) entlang einer Längsseite der Folgezelle (12) verlaufen, und
15
 - jede Anode (36) der Folgezelle mittels eines flexiblen Bandes (34) mit einer auf derselben Längsseite verlaufenden zweiten Stromschiene (28, 30, 32) verbunden ist.
20
2. Schienenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Stromschienen beidseits der Zellen gleich weit von deren Längsseiten entfernt sind.
25
3. Schienenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Stromschienen auf der der Nachbarzellenreihe zugewandten Seite den kleineren Abstand von der Zellenlängsseite haben als auf der der Nachbarzellenreihe abgewandten Seite.
30

4. Schienenanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterschied zwischen dem grösseren Abstand (a) und dem kleineren Abstand (b) 50 - 80 cm beträgt.
- 5 5. Schienenanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, dass alle ersten Stromschienen (18, 20, 22) zwischen den Kathodenbarrenenden und der Aequipotentialverbindung (26) ungefähr den gleichen elektrischen Widerstand haben.
- 10 6. Schienenanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass alle zweiten Stromschienen (28, 30, 32) zwischen der Aequipotentialverbindung (26) und den Anschlüssen der zu speisenden Anoden (36) ungefähr den gleichen elektrischen Widerstand
15 haben.
7. Schienenanordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die kürzesten Stromschienen (24, 28) den kleinsten, die längsten Stromschienen (18, 32) den grössten Querschnitt haben.
- 20 8. Schienenanordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die kürzesten Stromschienen (24, 28) den grössten, die längsten Stromschienen (18, 32) den kleinsten spezifischen elektrischen Widerstand haben.
- 25 9. Schienenanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, dass an in bezug auf die Zellenlängsachse gegenüberliegende erste Stromschienen (18, 20, 22, 24) eine unterschiedliche Anzahl von Kathodenbarrenenden angeschlossen sind.

Fig. 2