



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

veröffentlichungsnummer:

**0 016 728  
A1**

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 80810080.4

Int. Cl.<sup>3</sup>: C 25 C 3/08

Anmeldetag: 04.03.80

Priorität: 23.03.79 CH 2733/79  
23.03.79 CH 2734/79

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
01.10.80 Patentblatt 80/20

Benannte Vertragsstaaten:  
AT CH DE FR GB IT NL

Anmelder: Schweizerische Aluminium AG  
CH-8212 Neuhausen am Rheinfall(CH)

Erfinder: Entner, Peter  
rue d'Orzival 17  
CH-3960 Sierre(CH)

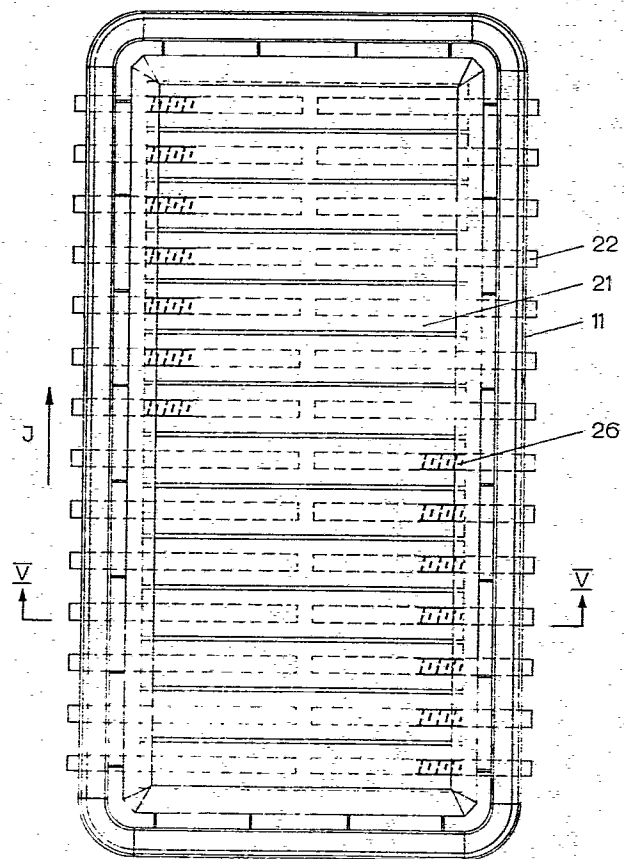
**Elektrolysezelle zur Aluminiumherstellung durch Schmelzflusselektrolyse von Aluminiumsalzen.**

Die schädlichen elektromagnetischen Effekte in einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium (Zirkulation, Aufwölbung und Schwingungen des Ofenmetalls) und die davon herrührenden Schäden an den Elektrolyseöfen werden dadurch vermindert, daß ein Bruchteil aller Kathodenbarren (22) selektiv in denjenigen Bereichen (26) der Kohlenstoffkathode isoliert werden, über denen in vertikaler Richtung die Strömungsgeschwindigkeit der Metallschmelze oder die vertikalen Komponenten der magnetischen Feldstärke in der Metallschmelze verglichen mit derjenigen in der Umgebung, hoch ist. Vorzugsweise wird dies durch eine Isolation der Kathodenbarren (22) in lediglich zwei einander diagonal axialsymmetrisch zu der Hauptstromrichtung (J) gegenüberliegenden Quadranten des Grundrisses der Elektrolysezelle erreicht.

EP 0 016 728 A1

./...

Fig. 6



Elektrolysezelle zur Aluminiumherstellung durch Schmelzfluss-  
elektrolyse von Aluminiumsalzen

---

Die Erfindung bezieht sich auf eine Elektrolysezelle zur Aluminiumherstellung durch Schmelzflusselektrolyse von Aluminiumsalzen.

Die Kathode der herkömmlichen grosstechnischen Elektrolysezelle für die Aluminiumherstellung durch Schmelzflusselektrolyse von Aluminiumsalzen besteht bekanntlich aus Kohlenstoffblöcken von gleicher elektrischer Leitfähigkeit, in die Stahlbarren zur Ableitung des elektrischen Stroms eingegossen sind. Der von der Anode kommende Elektrolysestrom geht vertikal durch den Elektrolyten und tritt anschliessend in die die Kohlenstoffkathodenblöcke bedeckende schmelzflüssige Aluminiumschicht ein, die im Vergleich zu den Kohlenstoffblöcken eine 2300mal bessere elektrische Leitfähigkeit hat. Während dabei im Elektrolyten die Stromdichteverteilung nahezu homogen und die Stromrichtung im wesentlichen vertikal ist, sucht sich der Stromfluss nach dem Eintritt in die sehr gut elektrisch leitende Metallschmelze den Weg des geringsten Widerstandes zu den kathodischen Sammelschienen. Daraus ergibt sich eine Ablenkung der Stromrichtung zum Rand der Zelle hin mit einer horizontalen Stromdichte, deren Wert örtlich sogar in der Grössenordnung der vertikalen Stromdichte sein kann.

Diese von Fall zu Fall im Betrag variierenden horizontalen Stromdichtekomponenten erzeugen im Zusammenwirken mit den durch die Stromzuleitungen und durch den Einfluss von Nebenschienen entstehenden äusseren Magnetfeldern elektromotorische Kräfte in der Metallschmelze, welche sich in mehrfacher Weise schädlich auf die Durchführung der Elektrolyse auswirken:

- (1) Sie verursachen einmal eine mehr oder weniger intensive horizontale Zirkulation in der Metallschmelze, welche ihrerseits durch Erosion und Lochfrass die

- Ofenhaltbarkeit verschlechtert. Die Geometrie und Intensität dieser Zirkulation verändert sich während der betrieblichen Lebensdauer einer einzelnen Elektrolysezelle recht beträchtlich (vgl. K. GRJOTHEIM et al., Aluminium Electrolysis, The Chemistry of the Hall-Héroult Process, Düsseldorf 1977, S. 338/339).
- 5
- (2) Sie verursachen Schwingungen in der Metallschmelze, welche sich in ähnlicher Art auf die Standzeit des Elektrolyseofens auswirken.
- 10
- (3) Sie führen zu der bekannten Aufwölbung des Flüssigkeitsspiegels in der Elektrolysezelle und erschweren dadurch eine präzise Einstellung der Anodenabstände bzw. machen eine nachträgliche Regulierung derselben erforderlich.
- 15
- (4) Sie bewirken schliesslich eine mehr oder weniger intensive Wellenbildung und Zirkulationsvermischung und fördern dadurch die unerwünschte Reoxidation des Ofenmetalls.

Alle diese Erscheinungen verschlechtern die Stromausbeute des Elektrolyseprozesses, was im Hinblick auf die erschwerte Energiesituation von zunehmender Bedeutung ist, und sie verkürzen die Standzeit der einzelnen Ofenanlage und erhöhen die Kosten für unumgängliche Unterhaltsarbeiten. Es ist deshalb seit längerer Zeit versucht worden, diese unerwünschten horizontalen Stromdichtekomponenten betragsmässig zu vermindern oder

20

völlig zu eliminieren, was von besonderer Bedeutung beim Betrieb und Unterhalt bestehender Ofenhallen ist, bei denen auf die äusseren Magnetfelder nicht mehr eingewirkt werden kann, da diese durch die Geometrie der Stromzuführungen und

25

die Lage der verschiedenen Ofenreihen in unveränderbarer Weise vorgegeben sind.

30

Dies ist einmal dadurch bewirkt worden, dass die den Anoden zugewandte Oberfläche der Kathodenbarren entlang den Ofenlängsseiten in dem von den Aussenkanten der Anoden und den Aussenkanten der Kathodenblöcke begrenzten Bereich mit einer  
5 Schicht aus einem elektrisch nichtleitenden Material bedeckt wird. Diese Kathodenisolierung zwingt den Elektrolysestrom, senkrecht durch die kathodischen Kohlenstoffblöcke zu gehen und vermindert daher an den betreffenden Stellen die Auslenkung des Stromes und damit den Betrag der horizontalen  
10 Stromdichtekomponenten (DE-AS 23 18 599). Eine ähnliche Wirkung ist dadurch erzielt worden, dass die Kathodenbarren mit alternierenden Stücken aus leitendem und nicht leitendem Material überdeckt worden sind, wobei die Länge der Stücke und damit der Anteil des isolierenden Materials gegen die  
15 Ränder der Ofenlängsseiten zu vergrössert und dadurch wiederum die horizontalen Stromdichtekomponenten in diesen Bereichen verkleinert werden (DE-OS 26 24 171). Da diese Methoden jeweils alle vorhandenen Kathodenbarren und damit die gesamte Längenausdehnung einer gegebenen Elektrolysezelle einbeziehen,  
20 weisen sie indessen den Nachteil auf, zu verhältnismässig grossen Verlusten der Kathodenspannung und damit zu einem insgesamt schlechteren spezifischen Energieverbrauch zu führen, was angesichts der angespannten Energiesituation von erheblicher Bedeutung ist.

25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand unter diesen Umständen darin, die schädlichen elektromagnetischen Effekte in einer Elektrolysezelle (Zirkulation, Aufwölbung, Schwingungen des Ofenmetalls) dadurch zu vermindern, dass die horizontalen Stromdichtekomponenten im Ofenmetall und dadurch  
30 die in diesem wirkenden elektromagnetischen Kräfte reduziert werden, unter gleichzeitiger Verminderung der kathodischen Spannungsverluste und damit der Energieverlust im Vergleich zu den im dargestellten Stand der Technik auftretenden Verlusten.

Nach einer ersten Ausführungsvariante wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass

- (a) lediglich ein Bruchteil aller in der Zelle vorhandenen Kathodenbarren
  - 5 (b) selektiv in denjenigen Bereichen der Kohlenstoffkathode isoliert ist,
  - (c) über denen in vertikaler Richtung die Strömungsgeschwindigkeit der Metallschmelze im Vergleich zu derjenigen in der Umgebung hoch ist.
- 10 Vorzugsweise wird dies durch Isolieren der Kathodenbarren in zwei einander diagonal gegenüberliegenden Quadranten des Grundrisses der Elektrolysezelle erreicht, wobei die isolierten Bereiche nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung unmittelbar an die Ecken des Grundrisses der
- 15 Elektrolysezelle angrenzen.

Dieser Lösung liegt die Ueberlegung zugrunde, dass es für eine Verminderung der Spannungsverluste unter gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Einwirkung auf die horizontalen Stromdichtekomponenten am günstigsten erscheint, diese letzteren

20 und damit die ponderomotorischen Kräfte im Ofenmetall in jenen Bereichen gezielt zu vermindern, in denen die Strömungsgeschwindigkeit des Ofenmetalles und daher auch die davon herrührenden mechanischen Belastungen der Ofenwände im Vergleich zu anderen Bereichen verhältnismässig gross sind. An diesen

25 Stellen muss die gleiche Verminderung der Stromdichtekomponente  $dJ$  eine grössere Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit  $dv$  erzeugen als an Stellen, in denen der herrschende Absolutbetrag  $v$  dieser Geschwindigkeit kleiner ist. Je nach der Standzeit und dem Wärmehaushalt der einzelnen Elektro-

30 lysezelle können sich diese Bereiche jedoch leicht verändern und dann eine entsprechende Modifikation der Geometrie der erfindungsgemäss isolierten Bereiche der Kathodenbarren

-- 5 --

erforderlich machen. Es ist deshalb notwendig, im Einzelfall an einer repräsentativen Einzelzelle der betreffenden Ofenhalle die örtlichen Strömungsgeschwindigkeiten nach einer der konventionellen Methoden zu messen (vgl. K. GRJOTHEIM et al., 5 a.a.O. S. 337 ff und A.R. JOHNSON, Metal Pad Velocity Measurements in Aluminium Reduction Cells, Light Metals, Vol. 1 (1978), S. 45 - 58) und auf dieser Grundlage die Lage der zu isolierenden Bereiche der Kathodenbarren im einzelnen zu bestimmen.

10 Nach einer zweiten Ausführungsvariante wird die oben gestellte Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass

(a) lediglich ein Bruchteil aller in der Zelle vorhandenen Kathodenbarren

15 (b) selektiv in denjenigen Bereichen der Kohlenstoffkathode isoliert ist,

(c) über denen in vertikaler Richtung die vertikale Komponente der magnetischen Feldstärke in der Metallschmelze im Vergleich zu derjenigen in der Umgebung dieser Bereiche hoch ist.

20 Vorzugsweise wird dies durch Isolieren der Kathodenbarren in denjenigen Quadranten des Grundrisses der Elektrolysezelle erreicht, welche einer örtlichen Häufung von Stromleitungen benachbart sind, welche vertikale Magnetfeldkomponenten gleicher Richtung hervorrufen. Nach einer weiteren bevorzug-

25 ten Ausführungsform der Erfindung umfassen diese zu isolierenden Bereiche der Kathodenbarren zwei axialsymmetrisch zu der Hauptstromrichtung in der betreffenden Reihe von Elektrolysezellen angeordnete Quadranten des Grundrisses der Elektrolysezelle. Dabei können diese beiden Quadranten je nach den

30 Verhältnissen des Einzelfalles entweder in der vorderen oder in der hinteren Hälfte des Grundrisses der einzelnen Elektro-

lysezelle, gesehen in dieser Hauptstromrichtung, liegen. Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung grenzen die derart isolierten Bereiche der Kathodenbarren unmittelbar an die Ecken des Grundrisses der einzelnen Elektrolysezelle.

5 Dieser Lösung liegt die Ueberlegung zugrunde, dass es für eine Verminderung der Spannungsverluste unter gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Einwirkung auf die horizontalen Stromdichtekomponenten am günstigsten erscheint, diese letzteren und damit die ponderomotorischen Kräfte im Ofenmetall in  
10 jenen Bereichen gezielt zu vermindern, in denen die vertikale Komponente der magnetischen Feldstärke  $\vec{H}$  im Vergleich zu anderen Bereichen verhältnismässig gross ist. Da die ponderomotorischen Kräfte  $K$  durch das Vektorprodukt  $\vec{K} = A \cdot \vec{j} \times \vec{H}$  gegeben sind, wobei  $A$  einen Proportionalitätsfaktor darstellt,  
15 in den unter anderem auch die magnetische Permeabilität  $\mu$  eingeht, muss an diesen Stellen die gleiche Verminderung der horizontalen Stromdichtekomponente  $d\vec{j}$  eine grössere Reduktion der ponderomotorischen Kraft  $d\vec{K}$  erzeugen, als an Stellen, an denen der herrschende Wert der magnetischen Feldstärke  $\vec{H}$   
20 und damit der Kraft  $\vec{K}$  kleiner ist. Die geometrische Anordnung dieser Bereiche mit den höchsten vertikalen Komponenten von  $\vec{H}$  hängt im wesentlichen von der Geometrie der Stromzu- und -ableitung sowie der Lage der Nebenreihen innerhalb einer gegebenen Ofenhalle ab. Wo sich Stromleitungen gleicher Rich-  
25 tung lokal häufen, herrschen in der Regel in den benachbarten Bereichen der Metallschmelze höhere magnetische Feldstärken als in anderen Bereichen und es erscheint daher generell als günstiger, in der Nachbarschaft derartiger lokaler Häufungen von Stromleitungen zu isolieren. Im Einzelfall können diese  
30 Bereiche hoher magnetischer Feldstärken  $\vec{H}$  auf Grund der im Rahmen einer bestehenden Ofenhalle vorgegebenen und unveränderlichen Geometrie der Stromleitungen leicht berechnet werden und dadurch die zu isolierenden Bereiche des Grundrisses der Elektrolysezellen festgelegt werden.



Gegenüber dem im Stand der Technik verwendeten Vorgehen einer Isolierung aller Kathodenbarren einer Zelle gestattet die vorliegende Erfindung, den kathodischen Spannungsabfall je nach den Umständen des Einzelfalles um 50 bis 100 mV zu erniedrigen und den gesamten Energieverbrauch des Elektrolysevorganges um 1 bis 2 % zu senken, was einer Einsparung von rund 0.2 kWh elektrischer Energie pro Kilogramm erzeugtes Rohaluminium entspricht. Hinsichtlich der Ausschaltung der schädlichen elektromagnetischen Effekte ist die erfindungsgemässe Anordnung der im dargestellten Stand der Technik offenbarten vollkommen gleichwertig, führt also namentlich zu einer gleichwertigen Verminderung der mechanischen Schäden an den Ofenwänden und zu einer entsprechenden Verlängerung der Standzeit der einzelnen Oefen. Gegenüber denjenigen Vorrichtungen, welche dieselben Wirkungen durch Beeinflussung der äusseren Magnetfelder anstreben, weist die erfindungsgemässe Methode den Vorteil auf, keine wesentliche Veränderung einer vorgegebenen Konstruktion der Kathodenschienenanordnung und der Stromzuführung zu erfordern.

Zum besseren Verständnis ist die Erfindung in verschiedenen Ausführungsformen in den Figuren 1 bis 10 beispielhaft dargestellt. Dabei stellen dar

- Fig. 1 und 2 schematische Draufsichten auf eine Linie längsgestellter Elektrolysezellen mit im einzelnen variierenden isolierten Bereichen der Kathodenschienenanordnung;
- Fig. 3 und 4 schematische Draufsichten auf eine Linie quergestellter Elektrolysezellen;
- Fig. 5 einen Querschnitt durch eine einzelne Elektrolyse, und
- Fig. 6 einen Schnitt durch eine solche Zelle gemäss Linie VI-VI in Figur 5.
- Fig. 7 und 8 schematische Draufsichten auf eine Linie längsgestellter Elektrolysezellen mit im

einzelnen variierenden Bereichen der Kathodenbarrenanordnung;

Fig. 9 und 10 schematische Draufsichten auf eine Linie quergestellter Elektrolysezellen;

5 In der Ausführungsform der Erfindung nach den Fig. 1, 2, 7 und 8 sind die einzelnen Elektrolysezellen 1 mit ihren Stirnseiten aneinandergereiht und bilden eine Linie sog. längsgestellter Oefen. Der Strom wird durch den anodischen Strombalken 2 zugeleitet und verlässt die Elektrolysezelle durch  
10 die aus Metall gefertigten Kathodenbarren 3, welche in die den gesamten Boden der Zelle bildenden Blöcke der Kohlenstoffkathode eingebettet sind. Die Kathodenbarren 3 aus jeweils einem Drittel der gesamten Kathodenfläche werden in kathodischen Stromsammelschienen 4, 5 bzw. 6 zusammengefasst,  
15 welche jeweils beidseits der Längsseiten der Elektrolysezellen angeordnet sind. Diese Stromsammelschienen führen zum anodischen Strombalken 2 der nächsten Elektrolysezelle, wobei die Schienen 4 und 5 mit der vorderen, die Schiene 6 mit der hinteren Hälfte dieses Strombalkens (jeweils gesehen in der  
20 in den Figuren mit J und einem Pfeil angedeuteten Hauptstromrichtung der betreffenden Reihe von Elektrolysezellen) verbunden sind.

In der Ausführungsform der Erfindung nach den Fig. 3, 4, 9 und 10 sind die einzelnen Elektrolysezellen 1 mit ihrer Längs-  
25 seite aneinandergereiht und bilden dadurch eine Linie sog. quergestellter Oefen. Auch in dieser Anordnung wird der Elektrolysestrom durch anodische Strombalken 2 zugeleitet und verlässt die Elektrolysezelle über ein System von Kathodenbarren 3. Diese werden in den beiden Sammelschienen 7 und 8 zu-  
30 sammengefasst und der Strom von diesen dem anodischen Strombalken 2 der nächsten Zelle zugeleitet.

In der Anordnung nach den Fig. 1 und 2 werden die grössten Strömungsgeschwindigkeiten des Ofenmetalls jeweils in zwei einander diagonal gegenüberliegenden Quadranten des Grund-

risses der einzelnen Elektrolysezelle gemessen. Dabei hängt es  
im einzelnen von der Anordnung der verschiedenen Reihen von  
Elektrolysezellen in der Ofenhalle ab, ob diese Bereiche  
grösster Strömungsgeschwindigkeit vorne links/hinten rechts  
5 oder vorne rechts/hinten links gesehen in der (in den Figuren  
jeweils mit J und einem Pfeil bezeichneten) Hauptstromrichtung  
der betreffenden Reihe von Elektrolysezellen liegen. Diese  
Bereiche grösster Strömungsgeschwindigkeit werden nach einer  
der an sich bekannten konventionellen Methoden bestimmt (vgl.  
10 K. GRJOTHEIM et al., a.a.O. S. 337 und A.R. JOHNSON, a.a.O.  
S. 45 ff), und gestützt auf diese Messungen entschieden, in  
welchen Quadrantenpaaren des Grundrisses der Elektrolysezelle  
die Kathodenbarren isoliert werden.

In diesen Bereichen grösster Strömungsgeschwindigkeit des  
15 Ofenmetalls sind die mechanischen Schäden der Ofenwände am  
häufigsten und am schwerwiegendsten. Deshalb werden die  
Kathodenbarren 3 in diesen Bereichen gezielt von den sie um-  
gebenden Kohlenstoffblöcken isoliert und dadurch in den in  
Fig. 1 mit einem Punktraster angedeuteten (bzw. den axial-  
20 symmetrisch dazu liegenden) Bereichen 9 eine örtliche Ver-  
minderung der horizontalen Stromdichtekomponenten und damit  
der elektromotorischen Kräfte im Ofenmetall erzielt. Die auf  
Grund dieser Ueberlegungen zu isolierenden Bereiche der  
Kathodenbarren liegen dementsprechend in zwei einander jeweils  
25 diagonal gegenüberliegenden Quadranten des Grundrisses der  
Elektrolysezelle, wobei nach einer bevorzugten Ausführungs-  
form der Erfindung die äusseren Grenzen dieser Bereiche mit  
den seitlichen Begrenzungen der Elektrolysezelle zusammenfal-  
len.

30 Je nach den vorliegenden Strömungsverhältnissen im Einzelfall  
können die zu isolierenden Bereiche einen verschiedenartig ge-  
formten Grundriss aufweisen. In der besonderen Ausführungs-  
form der Erfindung nach Fig. 1 können sie zwei jeweils an  
den Ecken des Grundrisses der Elektrolysezelle liegende Recht-  
35 ecke umfassen, deren längere Seite nach einer weitem be-

vorzugten Ausführungsform der Erfindung beispielsweise die Hälfte der längeren Seite der Zelle, und deren kürzere Seite ein Sechstel der kürzeren Seite derselben betragen kann. Nach der weiteren Ausführungsform der Erfindung in Fig. 2 weisen 5 die isolierten Bereiche ein Grundriss in der Form zweier zentralsymmetrisch angeordneter Fünfecke auf, wobei nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung jeweils zwei Seiten dieser Fünfecke mit den seitlichen Begrenzungen der Elektrolysezelle zusammenfallen. Die längste Seite dieser 10 Fünfecke kann nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung beispielsweise einen Drittel der längeren Seite des Grundrisses der Elektrolysezelle betragen. Schliesslich können die zu isolierenden Bereiche auch einen Grundriss in der Form zweier zentralsymmetrisch angeordneter, rechtwinkliger 15 Dreiecke aufweisen, deren Katheten nach einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung parallel zu den seitlichen Begrenzungen der Elektrolysezelle verlaufen bzw. mit diesen zusammenfallen. Je nach den Strömungsverhältnissen, die im Einzelfall in einer Zelle herrschen, können selbst- 20 verständlich auch andere geometrische Formen für den Grundriss der zu isolierenden Bereiche der Kathodenbarren verwendet werden.

Auch in der Anordnung nach den Fig. 3 und 4 befinden sich die Bereiche mit den grössten Strömungsgeschwindigkeiten 25 des Ofenmetalls jeweils in zwei einander diagonal gegenüberliegenden Quadranten des Grundrisses der einzelnen Elektrolysezelle, und die Kathodenbarren 3 müssen deshalb an diesen Stellen 9, welche mit einem Punktraster angedeutet sind, gezielt isoliert werden. Ob die zu isolierenden Be- 30 reiche, wie in den Fig. 3 und 4 dargestellt, im vorderen rechten und im hinteren linken Quadranten der Elektrolysezelle (gesehen in der in den Figuren mit J und einem Pfeil bezeichneten Hauptstromrichtung in der betreffenden Reihe von Elektrolysezellen) liegen, oder ob die dazu spiegelbildliche Anord- 35 nung (vorne links/hinten rechts) zu isolieren ist, hängt von

der Anordnung der verschiedenen Reihen von Elektrolysezellen in einer gegebenen Ofenhalle ab und wird im Einzelfall durch entsprechende Messungen nach den an sich bekannten Methoden ermittelt (vgl. K. GRJOTHEIM et al., a.a.O, S. 337 ff und A.R. 5 JOHNSON, a.a.O, S. 45 ff).

Wiederum kann der Grundriss der zu isolierenden Bereiche 9 des Grundrisses der Elektrolysezelle verschiedenartige geometrische Formen annehmen, etwa in der Art zweier zentral-symmetrisch angeordneter Rechtecke (Fig. 3), rechtwinkliger 10 Fünfecke (Fig. 4) oder rechtwinkliger Dreiecke. Dabei können nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung jeweils zwei rechtwinklig zueinander stehende Seiten dieser Grundrissflächen parallel zu den seitlichen Begrenzungen der Elektrolysezelle verlaufen bzw. mit diesen zusammenfallen. Die längste Seite dieser Rechtecke oder Fünfecke, 15 bzw. die längere Kathete der entsprechenden rechtwinkligen Dreiecke können dabei nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung rund ein Drittel (in anderen Fällen die Hälfte) der längeren Seite des Grundrisses der Elektrolysezelle umfassen, 20 während die kürzeren Seiten der Grundrissflächen der zu isolierenden Bereiche ein Sechstel der kürzeren Seite der Elektrolysezelle betragen können. Dadurch, dass die Kathodenbarren 3 an diesen in den Fig. 3 und 4 mit Punktraster ange deuteten Bereichen 9 selektiv isoliert werden, wird der elek- 25 trische Strom in andere Bereiche der Kathodenfläche gezwungen, wodurch vertikal über den isolierten Bereichen 9 die gesamte Stromdichte im Ofenmetall und damit auch deren besonders schädliche horizontale Komponente lokal vermindert wird.

Die Anordnung dieser isolierten Bereiche der Kathodenbarren ist 30 im einzelnen aus den Fig. 5 und 6 ersichtlich, welche zwei Schnitte durch eine einzelne Elektrolysezelle darstellen. Die Elektrolyse läuft dabei in einer Stahlwanne 11 ab, und der Anodenstrom wird über den anodischen Strombalken 13 und die Stahlspaten 14 den Kohlenstoffanoden 12 zugeführt und tritt 35 von diesen in den Elektrolyten über. Unterhalb der abdecken-

den und kontinuierlich oder chargenweise eingebrachten Aluminiumoxidschicht 15 befindet sich der geschmolzene Elektrolyt 16 und darunter die schmelzflüssige Aluminiumschicht 17, welche von einer zur Kruste erstarrten Schmelze 18 umgeben ist, deren Schichtdicke und geometrische Form sich aus dem thermischen Gleichgewicht der Elektrolysezelle ergibt. Der Elektrolysestrom verlässt das flüssige Aluminium durch die Kohlenstoffkathode 21 und die darin eingebetteten metallischen Kathodenbarren 22 und gelangt anschliessend über die Stromsammelschienen 23 in die nächste Elektrolysezelle. Boden 24 und Wände 25 der Zelle sind aus einem thermisch und elektrisch isolierenden Werkstoff gefertigt.

Die Kathodenbarren 22 sind in der geschilderten Weise in den Bereichen 26, über denen die grösste horizontale Strömungsgeschwindigkeit in der Metallschmelze herrscht, mit einem geeigneten Werkstoff isoliert. Diese Isolierung kann beispielsweise zumindest teilweise aus Asbestschnüren oder -kordeln geeigneter Qualität bestehen, welche, wie in Figur 5 angedeutet, um die Kathodenbarren 22 gewickelt werden. Daran anschliessend werden die Kathodenbarren 22 in entsprechende Ausnehmungen der Kohlenstoffblöcke der Kathoden 21 eingelegt, und die Fuge zwischen den beiden Werkstoffen mit einem geeigneten Bindemittel ausgegossen.

Angesichts der Tatsache, dass die grössten horizontalen Stromdichtekomponenten sich innerhalb dieser isolierten Bereiche 26 an den Rändern der Elektrolysezelle befinden, kann die Schichtdicke der Isolation nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung gegen die Ränder der Elektrolysezelle hin kontinuierlich vergrössert werden. Am einfachsten kann dies beispielsweise dadurch geschehen, dass die verwendeten Schnüre bzw. Kordeln in Richtung zu den Zellenrändern mit zunehmender Windungszahl pro Längeneinheit des Kathodenbarrens 22 um diesen gewickelt werden. Selbstverständlich kann diese kontinuierliche Erhöhung der Schichtdicke der Isolation auch durch

andere geeignete Massnahmen erzielt werden. Besteht die Isolation in einer Beschichtung des Kathodenbarrens mit einem geeigneten Material, so kann beispielsweise die Anzahl der aufgetragenen Schichten gegen die Ränder der Elektrolyse-  
5 zelle kontinuierlich erhöht werden.

In der in den Fig. 5 und 6 dargestellten Ausführungsform der Erfindung wurde jeweils etwa ein Sechstel der gesamten Breit-  
seite der Elektrolysezelle, entsprechend etwa einem Drittel der Länge der einzelnen Kathodenbarren isoliert. Dies ent-  
10 spricht rund einem Sechstel, bzw. nach der in den Fig. 2 und 4 dargestellten Ausführungsform der Erfindung rund einem Zwölftel der gesamten Fläche des Grundrisses der Elektrolyse-  
zelle. Mit einer derartigen Anordnung konnten gegenüber der im Stand der Technik verwendeten Methode rund 2 % der gesam-  
15 ten Energiekosten, entsprechend etwa 0,2 kWh pro Kilogramm erzeugtes Rohaluminium eingespart werden, ohne dass durch diese Massnahme die Einwirkung auf die elektromagnetischen Effekte, die Standzeit der Zellen und die Unterhaltskosten derselben in irgendeiner Weise beeinträchtigt wurde.

20 Entsprechend der in den Fig. 7 und 8 dargestellten lokalen Häufung von Sammelschienen 6 gleicher Richtung an der Peripherie der hinteren Hälfte des Grundrisses der Elektrolyse-  
zelle treten in dieser Anordnung die grössten vertikalen Komponenten der magnetischen Feldstärke  $\vec{H}$  im Ofenmetall in  
25 den beiden hinteren Quadranten des Grundrisses dieser Elektrolysezelle auf, jeweils gesehen in der in den Figuren mit J und einem Pfeil bezeichneten Hauptstromrichtung in der betreffenden Reihe von Elektrolysezellen. Bei einer anderen Anordnung der Stromleitungen und der verschiedenen Reihen  
30 von Elektrolysezellen in einer Ofenhalle können diese Bereiche grösster magnetischer Feldstärken selbstverständlich auch in anderen Quadranten des Grundrisses der einzelnen Elektrolysezelle liegen.

In diesen Bereichen grösster vertikaler Komponenten der magnetischen Feldstärke im Ofenmetall sind die mechanischen Schäden der Ofenwände am häufigsten und am schwerwiegendsten. Deshalb werden die Kathodenbarren 3 in diesen Bereichen gezielt von den sie umgebenden Kohlenstoffblöcken der Kathode isoliert und dadurch in den in Fig. 7 und 8 mit einem Punktraster angedeuteten Bereichen 9 eine lokale Verminderung der horizontalen Stromdichtekomponenten und damit der elektromotorischen Kräfte im Ofenmetall erzielt. Die auf Grund dieser Ueberlegungen zu isolierenden Bereiche der Kathodenbarren liegen dementsprechend in zwei axialsymmetrisch angeordneten Quadranten des Grundrisses der Elektrolysezelle, wobei nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die äusseren Grenzen dieser Bereiche mit den seitlichen Begrenzungen der Elektrolysezelle zusammenfallen.

Je nach den Verhältnissen des Einzelfalles können die zu isolierenden Bereiche einen verschiedenartig geformten Grundriss aufweisen. In der besonderen Ausführungsform der Erfindung nach Fig. 7 können sie zwei jeweils an den Ecken des Grundrisses der Elektrolysezelle liegende Rechtecke umfassen, deren längere Seite nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, beispielsweise die Hälfte der längeren Seite der Zelle, und deren kürzere Seite ein Sechstel der kürzeren Seite derselben betragen kann. Nach der weiteren Ausführungsform der Erfindung in Fig. 8 weisen die isolierten Bereiche einen Grundriss in der Form zweier axialsymmetrisch angeordneter Fünfecke auf, wobei nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung jeweils zwei Seiten dieser Fünfecke mit den seitlichen Begrenzungen der Elektrolysezelle zusammenfallen.

In der Ausführungsform der Erfindung nach den Fig. 9 und 10 sind die einzelnen Elektrolysezellen 1 mit ihren Längsseiten aneinandergereiht und bilden dadurch eine Linie sog. quergestellter Oefen. Auch in dieser Anordnung wird der Elektrolysestrom durch anodische Strombalken 2 zugeleitet und verlässt



die Elektrolysezelle über ein System von Kathodenbarren 3. Diese werden in den beiden Sammelschienen 7 und 8 zusammengefasst, und der Strom von diesen dem anodischen Strombalken 2 der nächsten Zelle zugeleitet. Auch in dieser Anordnung befinden sich die Bereiche mit den grössten vertikalen Komponenten der magnetischen Feldstärke in unmittelbarer Nachbarschaft derjenigen Bereiche, in denen Stromleitungen mit gleicher Richtung lokal gehäuft auftreten. In den besonderen Ausführungsformen der Erfindung nach den Fig. 9 und 10 sind dies die beiden axialsymmetrisch angeordneten Quadranten des Grundrisses der Elektrolysezelle in der vorderen Hälfte (gesehen in der in den Figuren mit J und einem Pfeil bezeichneten Hauptstromrichtung der betreffenden Reihe von Elektrolysezellen) dieser Zelle. Bei anderer Anordnung der Stromzuführungen können diese Bereiche selbstverständlich auch in den hinteren Quadranten des Grundrisses einer Elektrolysezelle (wiederum gesehen in der entsprechenden Hauptstromrichtung) liegen. An diesen Stellen grösster magnetischer Feldstärke 9, welche in den Fig. 3 und 4 mit einem Punktraster bezeichnet sind, werden die Kathodenbarren gezielt isoliert und dadurch die elektromotorischen Kräfte durch eine Verminderung der horizontalen Stromdichtekomponente gezielt reduziert.

Wiederum kann der Grundriss der zu isolierenden Bereiche 9 des Grundrisses der Elektrolysezelle im einzelnen verschiedenartige geometrische Formen annehmen. In der Ausführungsform nach Fig. 9 besteht er aus einem einzigen Rechteck, welches beide vorderen Quadranten der Elektrolysezelle umfasst, unmittelbar an die seitlichen Begrenzung derselben angrenzt und eine Breite entsprechend einem Sechstel der kürzeren Seite derselben aufweist. Die besondere Ausführungsform der Erfindung nach Fig. 10 verwendet zwei axialsymmetrisch angeordnete Fünfecke, welche in den vorderen Eckpartien der Zelle angeordnet sind und eine längste Ausdehnung von einem Drittel der Längsseite der Zelle sowie eine Breite von einem Sechstel der Breitseite der Zelle aufweisen. Weitere Variationsmöglichkeiten bietet eine axialsymmetrische Anordnung.

- 16 -

zweier rechtwinkliger Dreiecke, deren Katheten mit den seitlichen Begrenzungen der Zelle in deren Eckpartien zusammenfallen, doch können im Einzelfall auch andere geometrische Anordnungen der isolierten Bereiche zweckmässige Ausführungsformen der Erfindung ergeben.

Die Anordnung der Isolierung auf den Kathodenbarren entspricht sinngemäss derjenigen der Fig. 5 und 6.

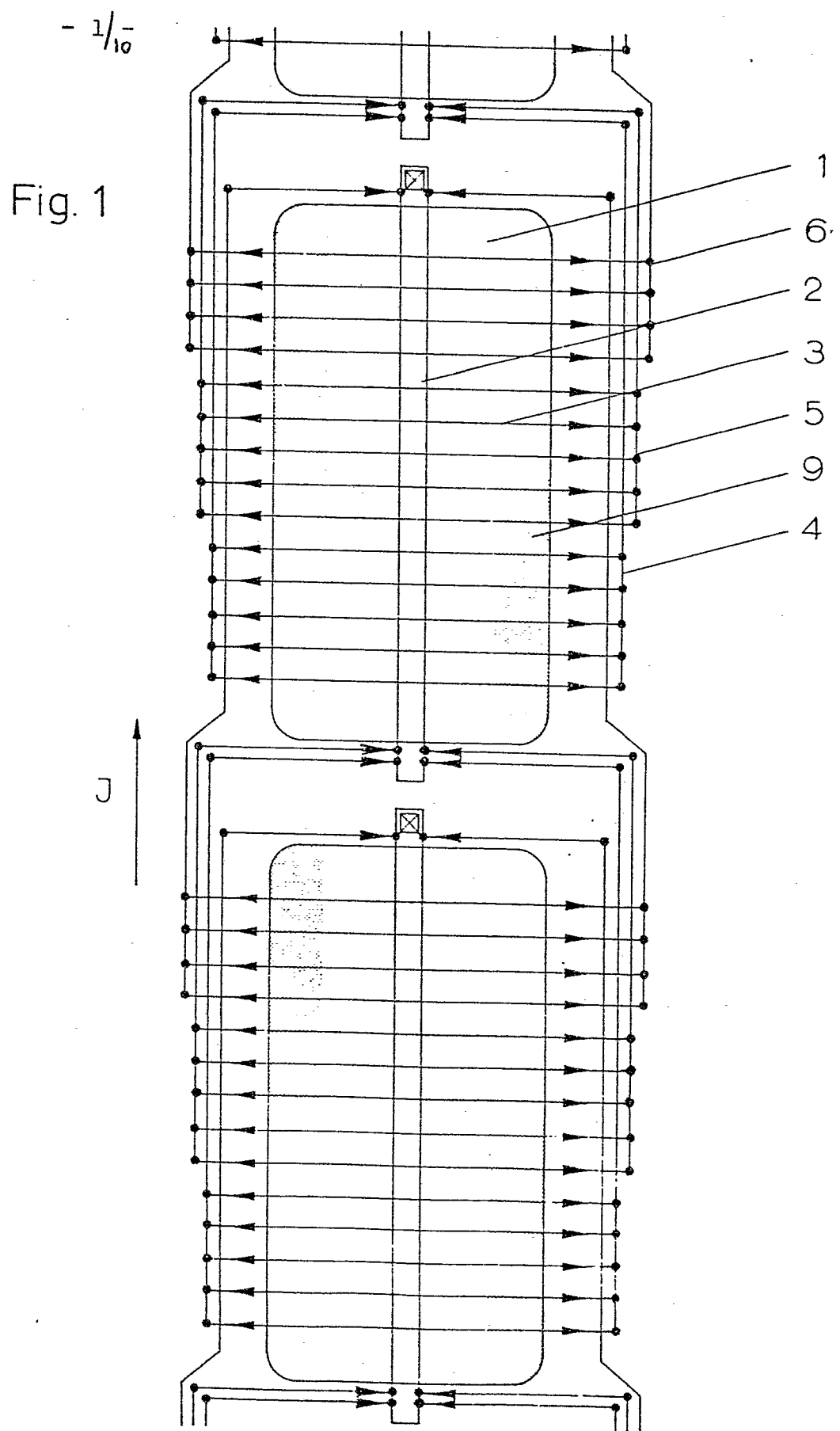
Angesichts der Tatsache, dass die grössten horizontalen Stromdichtekomponenten sich innerhalb der zu isolierenden Bereiche 10 26 an den Rändern der Elektrolysezelle befinden, kann die Schichtdicke der Isolation entsprechend der oben beschriebenen Ausführungsformen gegen die Ränder der Elektrolysezelle hin kontinuierlich vergrössert werden.

Patentansprüche

1. Elektrolysezelle zur Aluminiumherstellung durch Schmelzflusselektrolyse von Aluminiumsalzen, dadurch gekennzeichnet, dass
  - 5 (a) lediglich ein Bruchteil aller in der Zelle vorhandenen Kathodenbarren (3, 22)
  - (b) selektiv in denjenigen Bereichen (9) gegenüber der Kohlenstoffkathode (21) isoliert ist,
  - 10 (c) über denen in vertikaler Richtung die Strömungsgeschwindigkeit der Metallschmelze (17) im Vergleich zu derjenigen in der Umgebung hoch ist.
2. Elektrolysezelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kathodenbarren (3, 22) in zwei einander diagonal gegenüberliegenden Quadranten des Grundrisses der Elektrolysezelle, vorzugsweise unmittelbar an die Ecken der  
15 Elektrolysezelle angrenzend, gegenüber der Kohlenstoffkathode (21) isoliert sind.
3. Elektrolysezelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundriss der isolierten Bereiche der Kathodenbarren (3, 22) zwei zentralsymmetrisch angeordnete Rechtecke, Fünfecke oder Dreiecke mit parallel zu  
20 seitlichen Begrenzungen der Elektrolysezelle verlaufenden Katheten bildet.
4. Elektrolysezelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 -  
25 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke der Isolation auf den einzelnen Kathodenbarren (3, 22) gegen die Ränder der Elektrolysezelle zu kontinuierlich zunimmt.

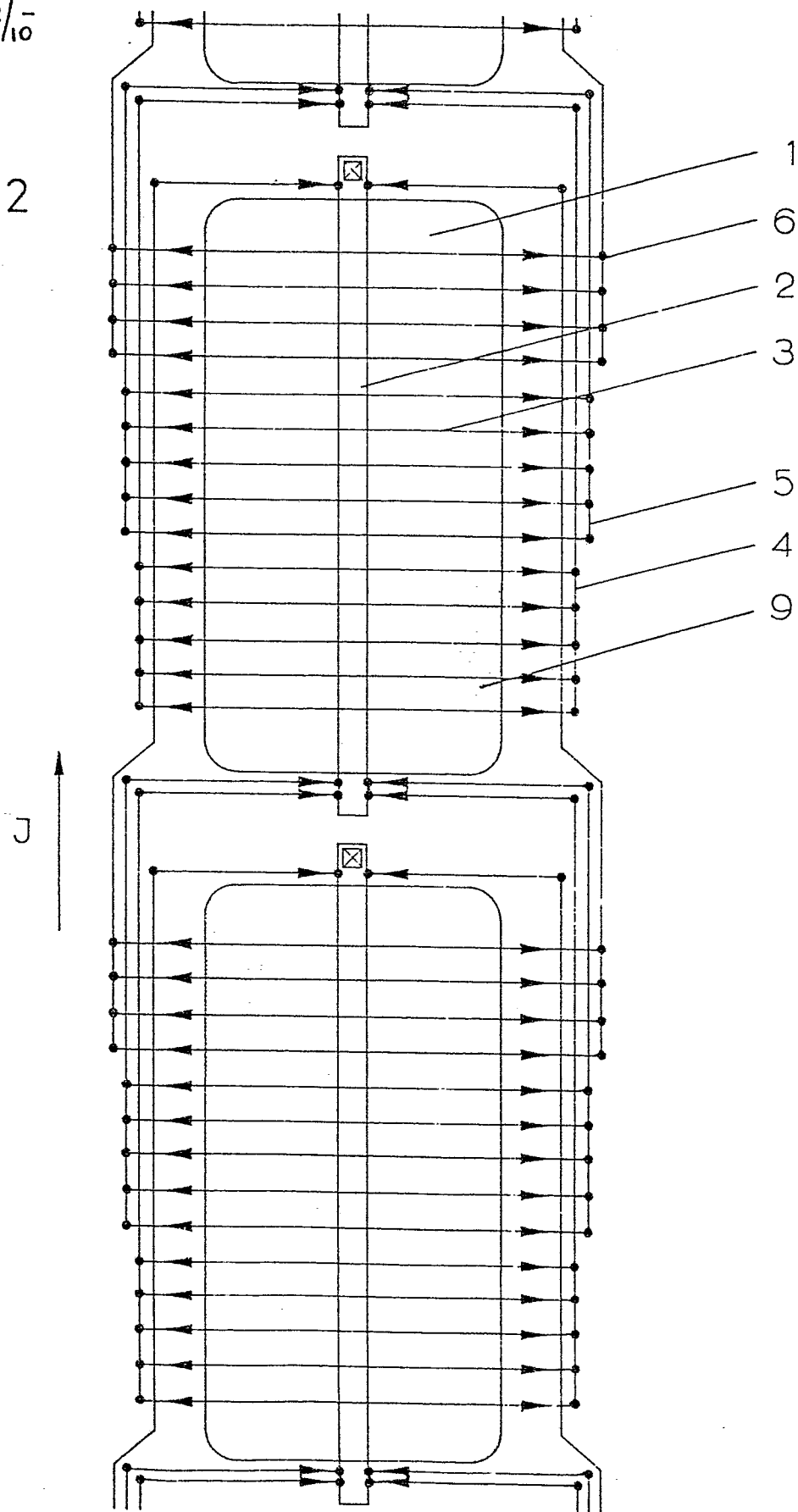
5. Elektrolysezelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolation der einzelnen Kathodenbarren (3, 22) aus einem schnur- oder kordelförmigen, um den Barren gewickelten Material oder einer Beschichtung besteht.
6. Elektrolysezelle zur Aluminiumherstellung durch Schmelzflusselektrolyse von Aluminiumsalzen, dadurch gekennzeichnet, dass
- (a) lediglich ein Bruchteil aller in der Zelle vorhandenen Kathodenbarren (3, 22)
  - (b) selektiv in denjenigen Bereichen (9) gegenüber der Kohlenstoffkathode (21) isoliert ist,
  - (c) über denen in vertikaler Richtung die vertikale Komponente der magnetischen Feldstärke in der Metallschmelze (17) im Vergleich zu derjenigen in der Umgebung dieser Bereiche hoch ist.
7. Elektrolysezelle nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kathodenbarren (3, 22) in denjenigen Quadranten des Grundrisses der Elektrolysezelle teilweise gegenüber der Kohlenstoffkathode (21) isoliert sind, welche einer örtlichen Häufung von Stromleitungen benachbart sind, die vertikale Magnetfeldkomponenten gleicher Richtung hervorrufen.
8. Elektrolysezelle nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kathodenbarren (3, 22) in zwei axial-symmetrisch zu der Hauptstromrichtung J in der betreffenden Reihe von Elektrolysezellen angeordneten Quadranten des Grundrisses der Elektrolysezelle, vorzugsweise unmittelbar an die Ecken der Elektrolysezelle angrenzend, gegenüber der Kohlenstoffkathode (21) isoliert sind.

9. Elektrolysezelle nach mindestens einem der Ansprüche 6 -  
8, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundriss der iso-  
lierten Bereiche der Kathodenbarren (3, 22) zwei axial-  
symmetrisch angeordnete Rechtecke, Fünfecke oder Drei-  
ecke mit parallel zu seitlichen Begrenzungen der Elektro-  
lysezelle verlaufenden Katheten bildet.
10. Elektrolysezelle nach mindestens einem der Ansprüche 6 -  
9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke der  
Isolation auf den einzelnen Kathodenbarren (3, 22) gegen  
die Ränder der Elektrolysezelle zu kontinuierlich zu-  
nimmt.



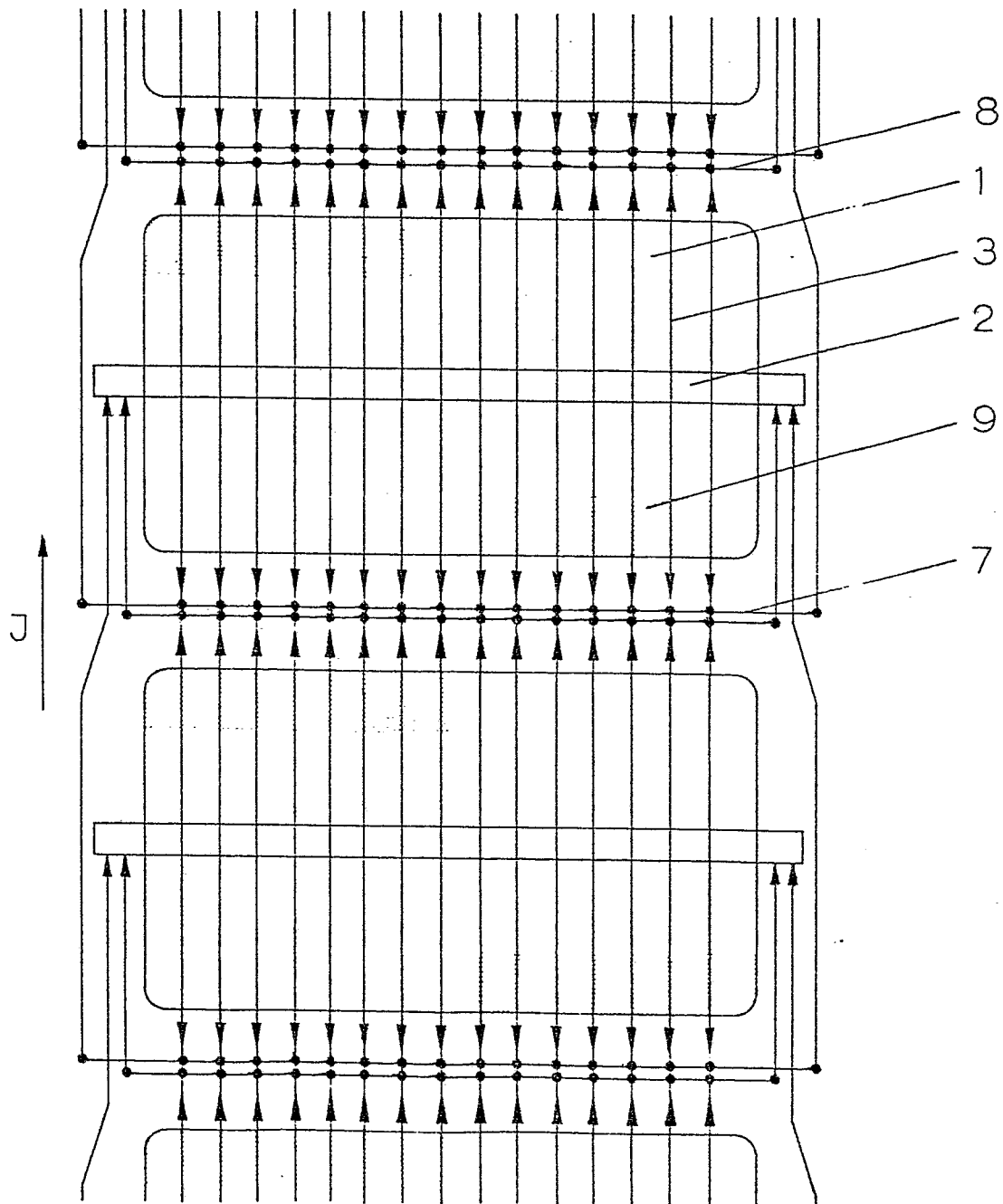
$- 2/10$ 

Fig. 2



$-\frac{3}{10}-$ 

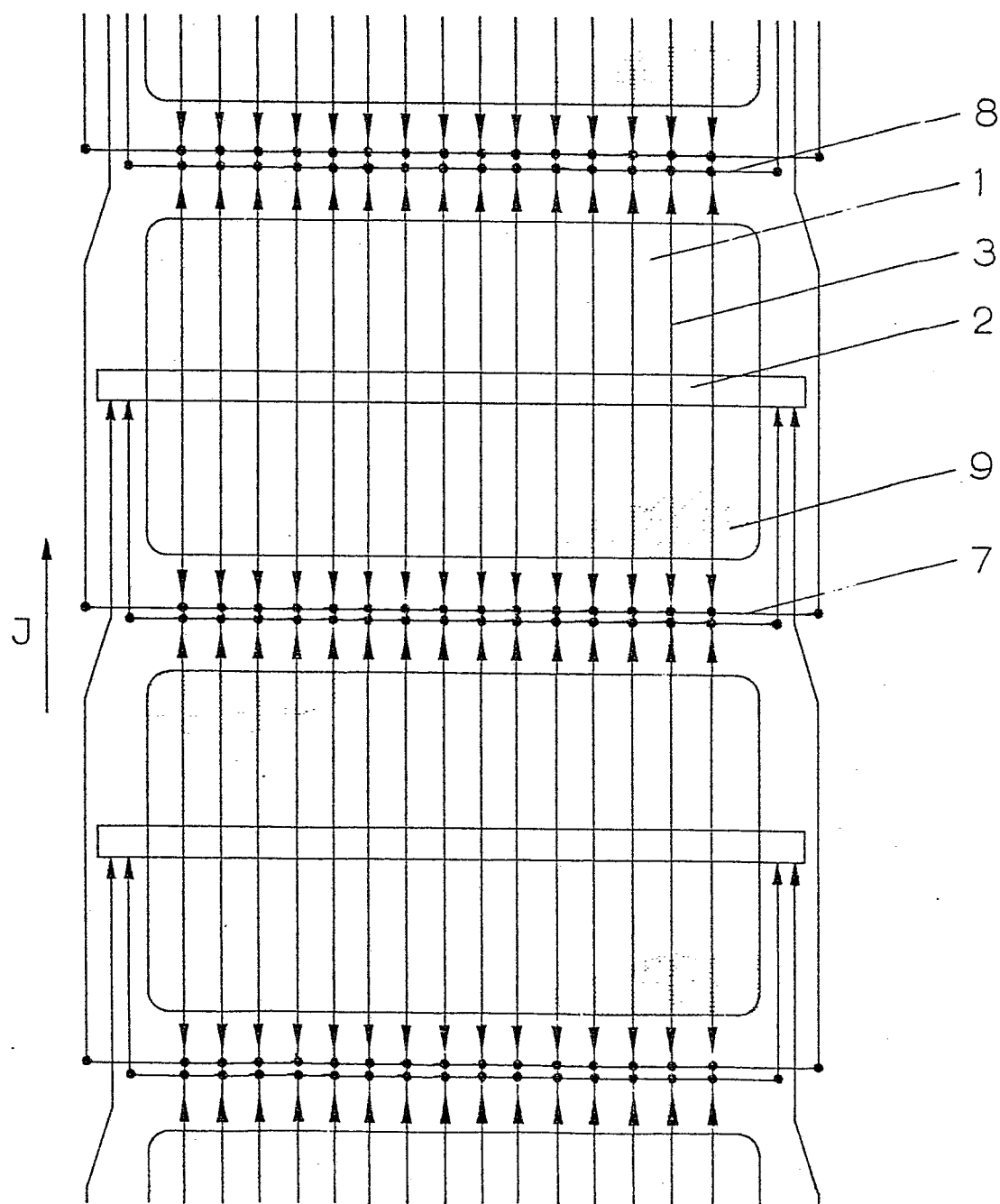
Fig. 3





- 4/10

Fig. 4



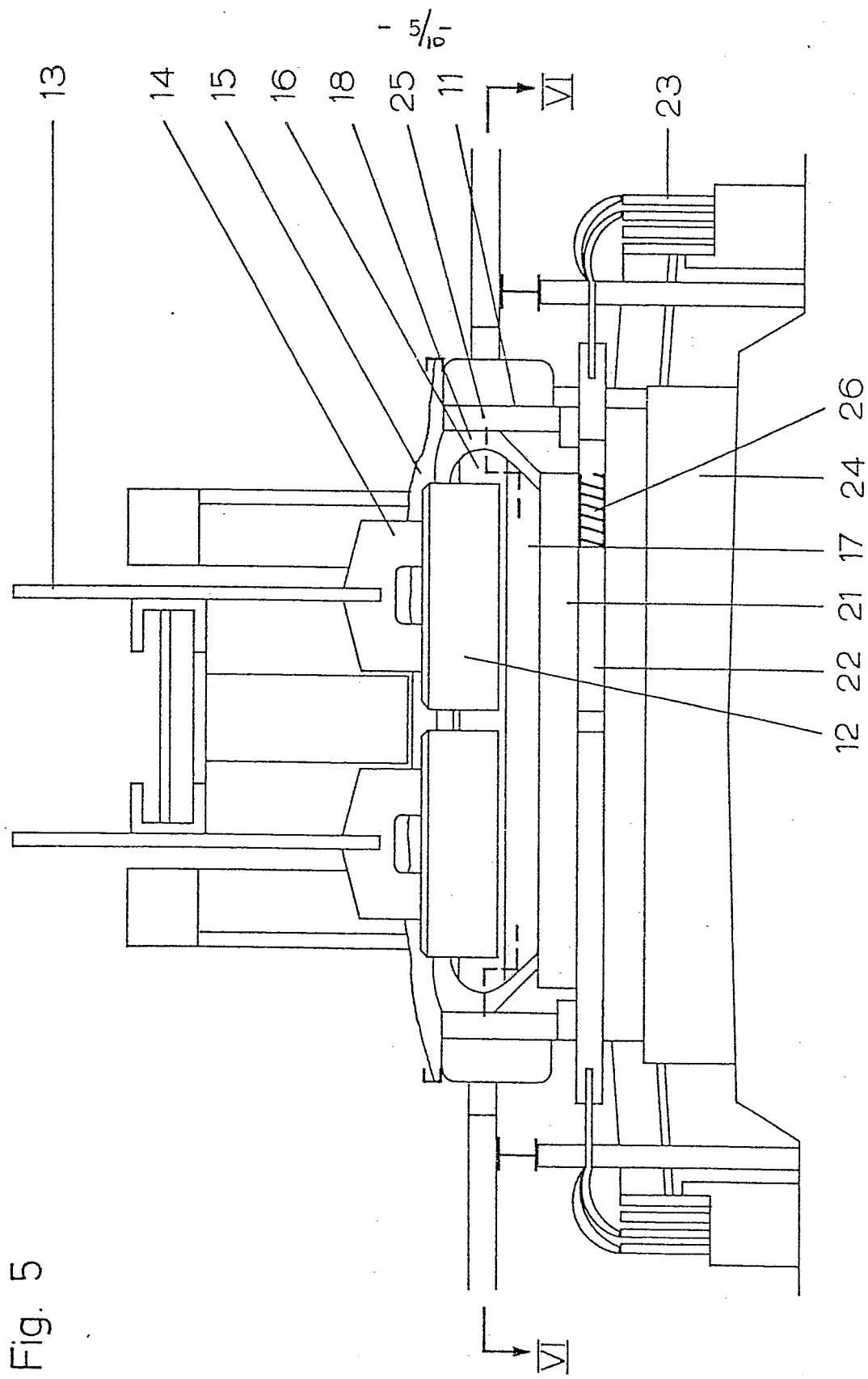
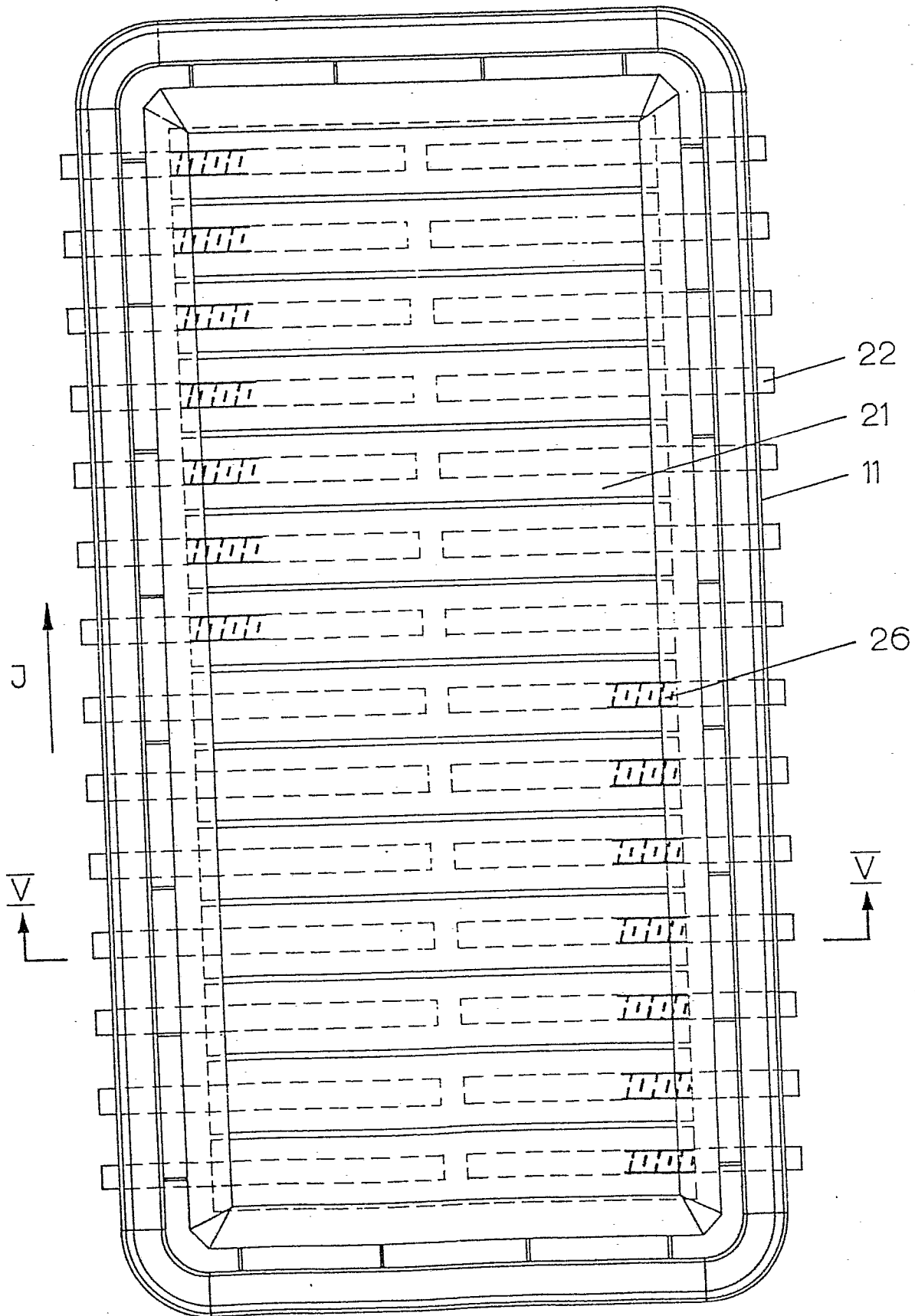


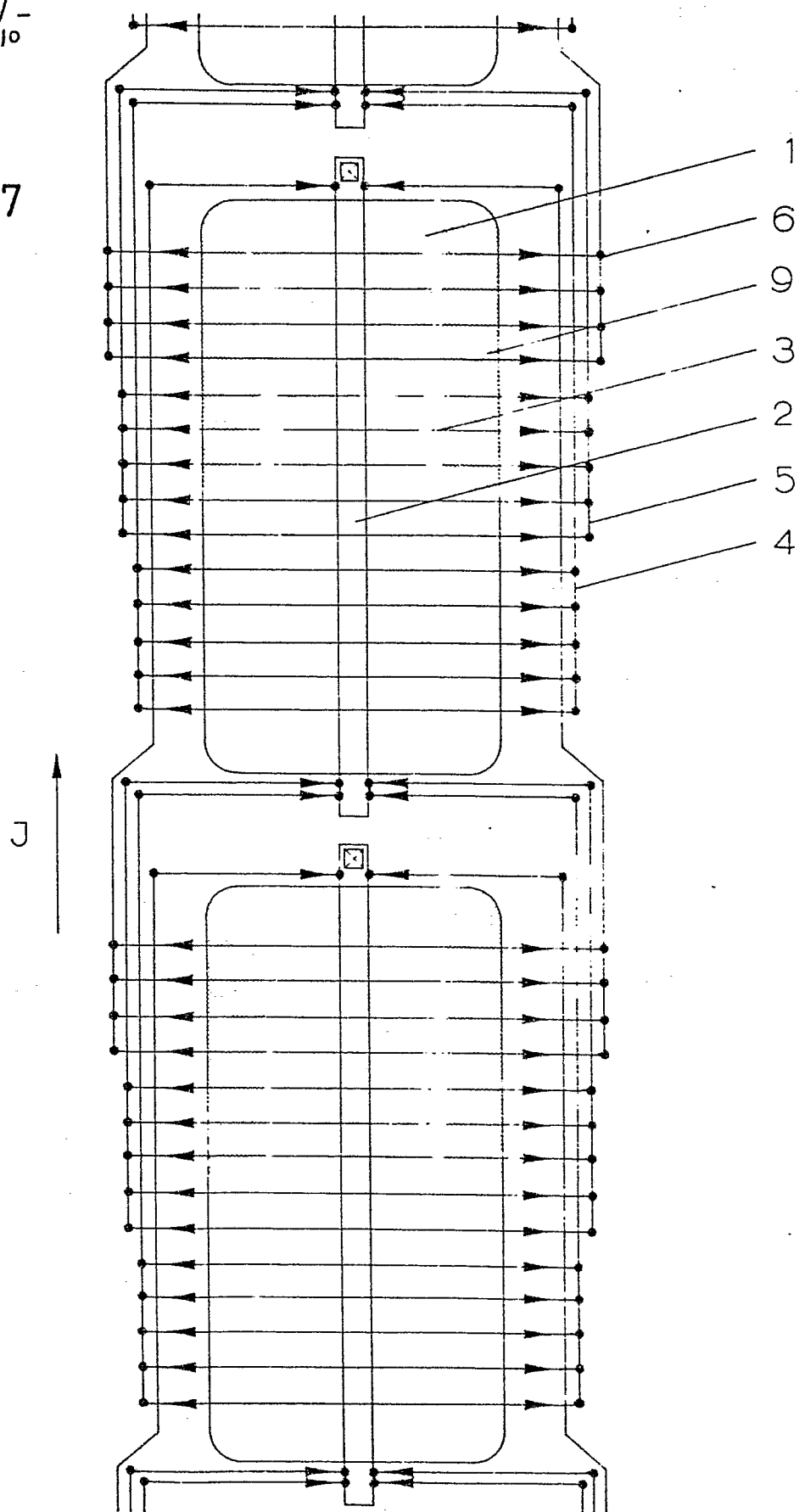
Fig. 6

- 6/10 -



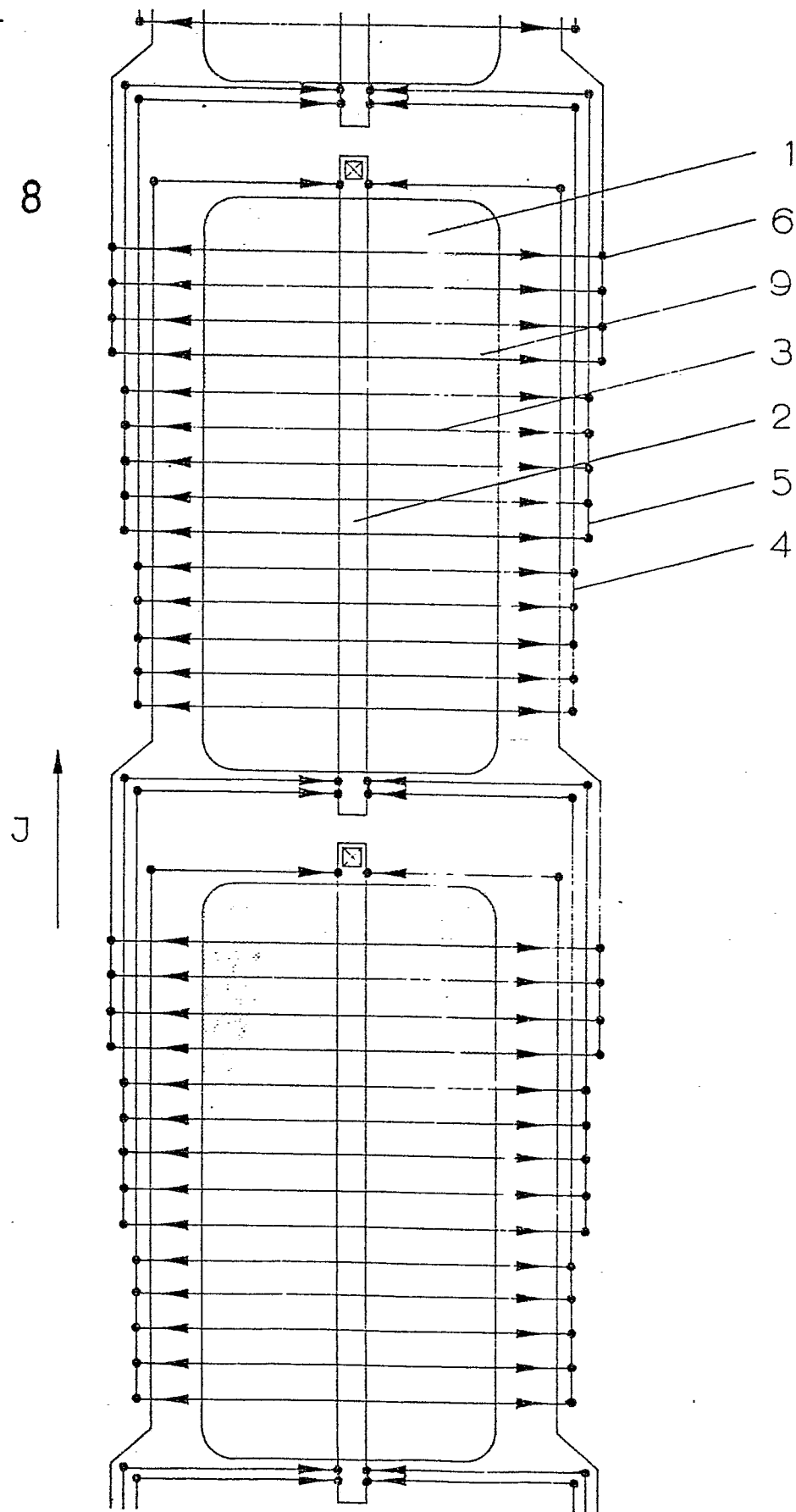
- 7/10 -

Fig. 7



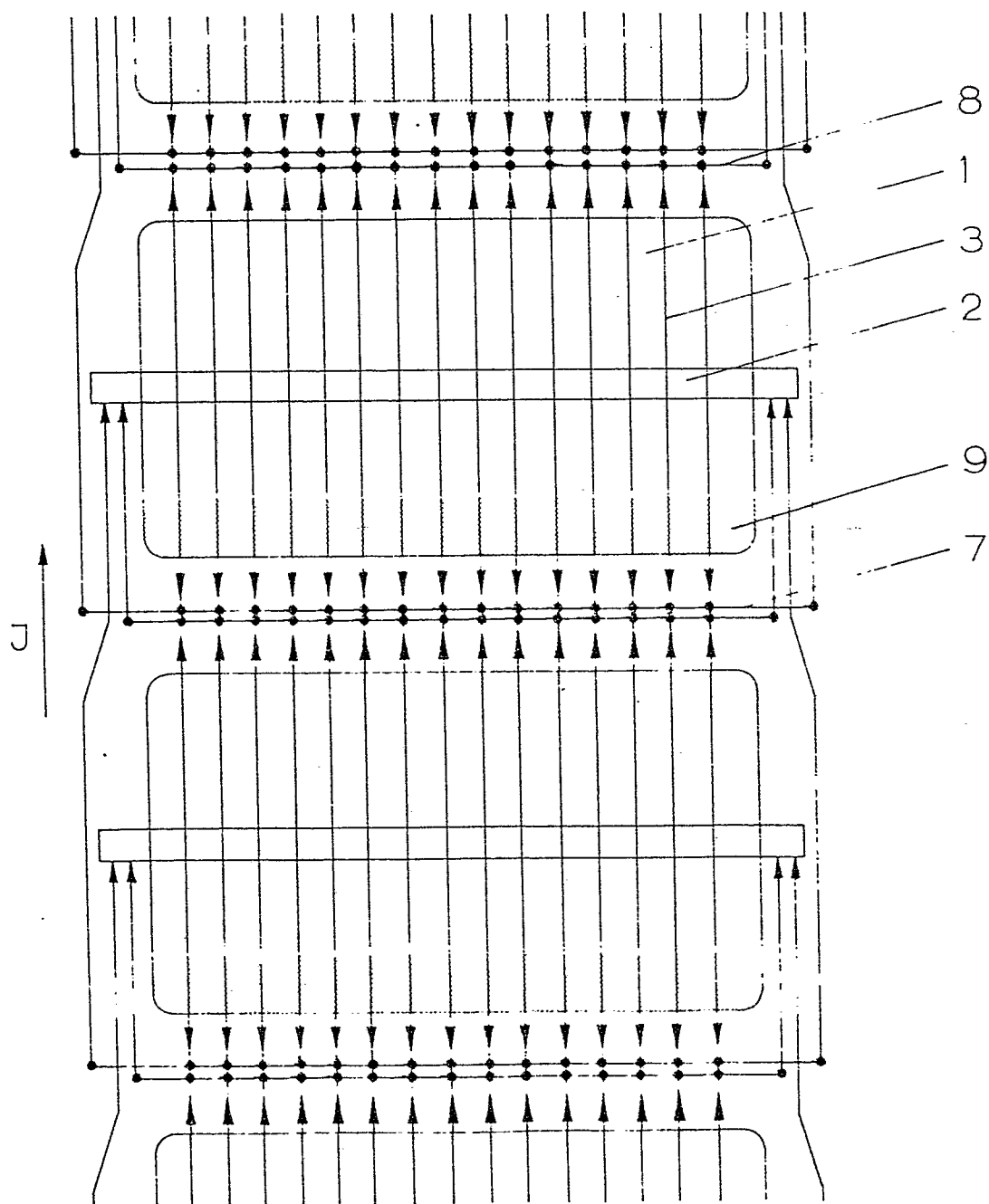
- 8/10 -

Fig. 8



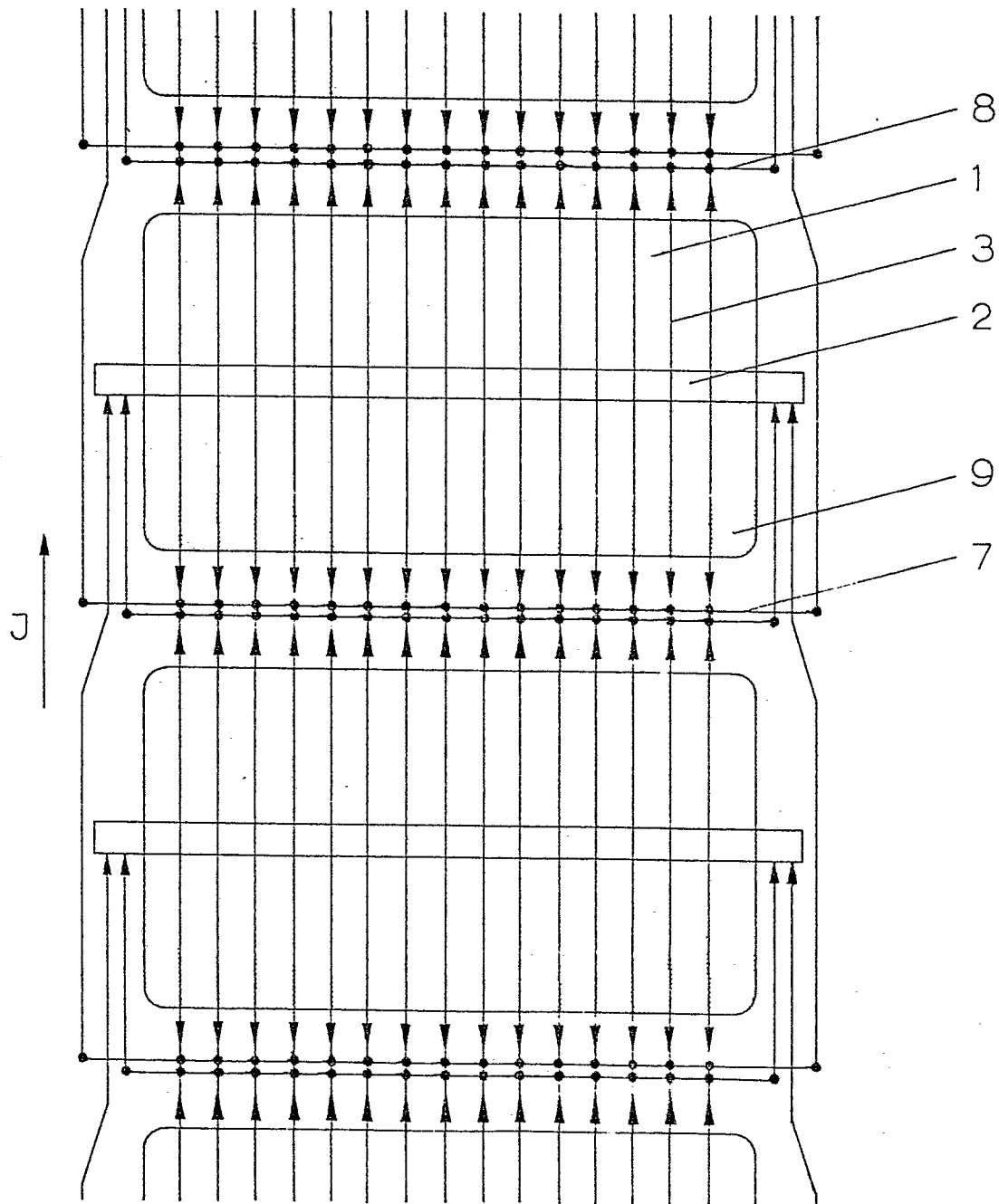
$-\frac{9}{10}-$ 

Fig. 9



$-10\%$ 

Fig. 10



0016728



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 80810080.4

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<p><u>DE - B - 2 143 603</u> (SCHWEIZERISCHE ALUMINIUM)</p> <p>+ Patentansprüche; Spalte 4, Zeilen 33-40 +</p> <p>--</p> <p><u>DE - B - 2 213 226</u> (ALUMINIUM CO.)</p> <p>+ Anspruch 1; Spalte 2 ab Zeile 25; Spalte 3 und Spalte 4 bis Zeile 14 +</p> <p>--</p> <p><u>DE - B - 2 303 339</u> (ALUMINIUM CO.)</p> <p>+ Anspruch 1; Spalte 1, Zeilen 52-68; Spalte 2 bis Zeile 58 +</p> <p>--</p> <p><u>DE - A1 - 2 459 930</u> (COMALCO)</p> <p>+ Anspruch 1; Seite 1, Absatz 2; Seite 2, Absatz 1 +</p> <p>----</p>	<p>1,5,6</p> <p>1,6</p> <p>1,6</p> <p>1,6</p>	<p>C 25 C 3/08</p> <p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)</p> <p>C 25 C 3/00</p> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &amp;: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
WIEN		23-05-1980	ONDER