



DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 141 463

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 141 463 (44) 07.05.80 3(51) B 01 K 1/00
(21) WP B 01 K / 210 607 (22) 24.01.79

(71) siehe (72)

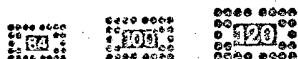
(72) Hesse, Ulrich, Dipl.-Chem.; Thiele, Wolfgang, Dr.
Dipl.-Chem., DD

(73) siehe (72)

(74) R. Weihmann, VEB Eilenburger Chemie-Werk, BfN, 728 Eilenburg,
Ziegelstraße 2

(54) Vorrichtung zur Durchführung elektrochemischer Prozesse

(57) Die Erfindung hat eine einfache, nach dem Filterpressenprinzip aufgebaute geteilte Elektrolysezelle mit parallel durchströmten Elektrodenkanälen zum Ziel, die insbesondere zur Durchführung solcher elektrochemischer Prozesse geeignet ist, die entweder hohe Stromdichten bzw. Stromkonzentrationen erfordern, z.B. der Peroxodisulfatelektrolyse, oder bei denen infolge geringer Elektrolytkonzentrationen hohe Stofftransportgeschwindigkeiten bei minimalem Zellenwiderstand benötigt werden, wie das z.B. bei vielen Prozessen der organischen Elektrosynthese der Fall ist. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die parallel durchströmten Kanäle durch Verwendung eines zusammenhängenden Bauelementes, welches gleichzeitig den Wärme- und Ionenaustausch begünstigt, auszubilden. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß Diaphragmen aus flexiblen mikroporösem Material oder Ionenaustauschermembranen verwendet werden, die ein- oder beidseitig unter Freilassung der für die Verbindungskanäle und Dichtungen vorgesehenen Bereiche mit Rippen in der Höhe der Dichtrahmen versehen sind. Diese bilden mit den übrigen Bauelementen beim Zusammenbau die parallel durchströmten Kanäle von vorzugsweise 5 bis 20 mm Breite und 0,5 bis 5 mm Tiefe. Die gleichzeitig durch die ungerippten Bereiche entstehenden Verbindungskanäle dienen der Aufteilung des Elektrolyten auf die einzelnen Strömungskanäle und/oder der Hintereinanderschaltung mehrerer Gruppen der parallel durchströmten Kanäle.



Titel der Erfindung

Vorrichtung zur Durchführung elektrochemischer Prozesse

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung elektrochemischer Prozesse unter Verwendung von geteilten, nach dem Filterpressenprinzip aufgebauten Elektrolysezellen. Sie bezieht sich insbesondere auf eine technisch einfache Lösung zur Aufteilung der Elektrodenräume in parallel durchströmte vertikale Kanäle mit dem Ziel der Ausbildung einer vorzugsweise gerichteten Strömung bei minimalem elektrischen Widerstand der Elektrolysezelle. Solche Vorrichtungen lassen sich für eine Reihe von anodischen oder katodischen Prozessen, die den Einsatz von durch Diaphragmen oder Ionenaustauschermembranen geteilten Zellen erforderlich machen, vorteilhaft anwenden. Sie sind besonders zur Durchführung solcher Elektrolyseprozesse geeignet, die die Anwendung hoher Stromdichten bzw. hoher Stromkonzentrationen erfordern, wie das z.B. bei der Elektrosynthese von Peroxodisulfaten der Fall ist. Infolge der erreichbaren niedrigen inneren Widerstände und hohen Stoffübergangszahlen sind auch Prozesse der organischen Elektrochemie in solchen Vorrichtungen vorteilhaft durchzuführen, unabhängig davon, ob sich an den Elektroden Gase entwickeln oder nicht.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind eine Vielzahl von konstruktiven Lösungen für geteilte nach dem Filterpressenprinzip aufgebaute Elektrolysezellen bekannt, die sich je nach Einsatzzweck in den verwendeten Elektroden- und Konstruktionsmaterialien, der Flüssigkeits- und Gasführung,

der elektrischen Schaltung und der konstruktiven Lösung für die einzelnen Bauelemente sowie deren Abmessungen unterscheiden. Es ist auch bekannt, daß eine Unterteilung von spaltförmigen Elektrodenräumen in parallel durchströmte, am Ein- und Austritt durch Querkanäle verbundene Strömungskanäle mit einer Reihe von Vorteilen verbunden ist. Dadurch läßt sich die Hydrodynamik günstig beeinflussen, da störende Querströmungen und Rückvermischungseffekte weitgehend zurückgedrängt werden. Bei gasentwickelnden Elektroden ergeben sich günstigere Voraussetzungen dafür, den stationären Gasphasenanteil durch eine Kreislaufführung des Elektrolyten unter Ausnutzung des Auftriebes der gebildeten Gase zu minimieren. Ein weiterer Vorteil einer solchen Aufteilung in parallel durchströmte Kanäle besteht darin, daß sehr dünnwandige, flexible Diaphragmen bzw. Ionenaustauschermembranen zur Teilung der Elektrodenräume verwendet werden können, da sie auf den Zwischenstegen aufliegen und dadurch ausreichend fixiert werden.

Im einfachsten Falle werden die Strömungskanäle durch eine entsprechende Profilierung der Elektroden gebildet. So wird in der DD-PS 92907 eine nach dem Filterpressenprinzip aufgebaute Elektrolysezelle zur Herstellung von Chromtrioxidlösungen beschrieben, die mit einer bipolaren profilierten Blei-Bleioxid-elektrode ausgerüstet ist, an die beidseitig das flexible Diaphragma angrenzt. In der DD-PS 99548 wird eine Filterpressenzelle zur Herstellung von Peroxodisulfaten beschrieben, bei der die senkrechten Katodenkanäle einschließlich der waagerechten Verbindungskanäle in einen Elektrodenkörper aus kunstharzimprägnierten Graphit eingearbeitet sind.

Eine solche einfache technische Lösung ist aber dann nicht anwendbar, wenn teure Elektrodenmaterialien (z.B. Platin) verwendet werden müssen und/oder wenn es erforderlich ist, mit einer höheren Stromdichte als an der Gegenelektrode zu arbeiten. Beides trifft z.B. bei der Elektrosynthese von Peroxodisulfaten durch anodische Oxydation an Platin zu.

Deshalb wird in der DD-PS 99548 vorgeschlagen, die Aufteilung der Anodenräume in parallel durchströmte Kanäle durch aufgebrauchte Distanzstreifen aus einem beständigen, nicht elektrisch leitendem Material (z.B. PVC) vorzunehmen. Die Platinanoden befinden sich dann als senkrechte Streifen in der Mitte der Strömungskanäle. Den genannten Vorteilen dieser Aufteilung des Elektrodenraumes in parallel durchströmte Kanäle durch aufgebrauchte Distanzstreifen stehen aber die folgenden Nachteile gegenüber.

- Bei technischen Elektrolyseuren sind eine große Anzahl von Distanzstreifen entweder einzeln aufzubringen oder es werden mehrere Distanzstreifen mit Querstreben zu einem Gitterrost zusammengefaßt. Im ersten Fall ist der Fertigungsaufwand relativ hoch. Im zweiten Fall führen die Querstreben zu einer Verringerung des durchströmten Querschnitts.
- Infolge der Verwendung eines elektrisch nicht leitenden Materials für die Distanzstreifen wird ein Teil der Diaphragmen- und Elektrodenfläche abgeschirmt, wodurch die Stromdichte an den Elektroden, im Diaphragma und im angrenzenden Elektrolyten ansteigt. Das führt zu einer Erhöhung der ohmschen Spannungsanteile und der Überspannung, also zu einem Mehrverbrauch an Elektroenergie.
- Für den Fall, daß die Elektrode nicht direkt gekühlt werden kann und die Diaphragmenfläche auch dem Wärmeaustausch dient, wird durch die Distanzstreifen gleichzeitig die verfügbare Wärmeaustauschfläche reduziert, da die verwendeten Materialien eine geringere Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Im Falle der in der DD-PS 99548 beschriebenen Vorrichtung zur Herstellung von Peroxodischwefelsäure führt das zu einer merklichen Temperaturerhöhung im Anodenraum, verbunden mit einem Stromausbeuteverlust infolge der verstärkten Hydrolyse zu Peroxomonoschwefelsäure.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine neue nach dem Filterpressenprinzip aufgebaute multivalent einsetzbare geteilte Elektrolysezelle mit vertikalen, in parallel durchströmte Kanäle aufgeteilten Elektrodenräumen, welche nicht die genannten Nachteile der bekannten Vorrichtungen aufweist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die zur Ausbildung der parallel durchströmten Kanäle dienenden einzelnen Distanzstreifen aus nichtleitendem, inerten Material durch ein größeres Bauelement zu ersetzen, welches gleichzeitig den Ionen- und Wärmetransport begünstigt.

Erfindungsgemäß werden dazu Diaphragmen aus mikroporösem Material bzw. Ionenaustauschermembranen verwendet, die mit Rippen aus dem gleichen Material mit der Höhe der Strömungskanäle versehen sind. Diese Rippen sind an den Stellen unterbrochen, an denen bei der Montage der kompletten Filterpressenzelle die Dichtrahmen, die quer zur Strömungsrichtung vorzusehenden Verbindungsleitungen sowie Abdeckkappen für Kontakte oder für innerhalb der Zelle angeordnete Überströmkanäle zu liegen kommen. Die parallel durchströmten Elektrodenkanäle mit den Querkanälen werden beim Zusammenbau der Filterpressenzelle durch die bipolar oder monopolar geschaltete Elektrodenplatte, die dort in bekannter Weise aufgebrachten Dichtrahmen aus einem geeigneten flexiblen Material, z.B. PVC-weich, und die mit der Profilierung an der Elektrodenplatte anliegenden erfindungsgemäß ausgebildeten Diaphragmen bzw. Ionenaustauschermembranen begrenzt. Die Gegenelektrode kann bei einseitig profilierten Diaphragmen in bekannter Weise angeordnete Kanäle besitzen. Nach einem weiteren Merkmal vorliegender Erfindung können die Diaphragmen- bzw. Ionenaustauschermembranen auch beidseitig profiliert sein, wobei sich ein symmetrischer Aufbau der zu einer Filterpressenzelle zusammenzufassenden Einzelzellen ergibt.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von zwei Ausführungsbeispielen erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer bipolaren Elektrolysevorrichtung mit einem einseitig gerippten Diaphragma.

Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung der Elektrolysekanäle der erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung nach Fig. 1 und einer bekannten Lösung (DD-PS 99548).

Gemäß Fig. 1 ist die Katodenseite der Elektrodenplatte 1 mit eingearbeiteten Strömungskanälen 7 versehen. Der Elektrolyt tritt bei 3 ein und bei 4 aus. Durch den Fallschacht 8 erfolgt die Zirkulation des Elektrolyten, während durch den Stutzen 2 die Gase entweichen.

Die Stutzen 5 und 6 dienen zur Elektrolytz- und abfuhr auf der Anodenseite.

Das eingelegte Diaphragma 9 weist auf der Anodenseite die Strömungskanäle 11 auf, die durch die Rippen 10 gebildet werden. In diesen Kanälen sind die Anodenstreifenelektroden 12 auf der Anodenseite der Elektrodenplatte angeordnet. In Verbindung mit dem Anodenrahmen 14 werden an den ungerippten Zonen 15 Kanäle zur Querströmung bzw. zur Umlenkung 13 des Elektrolyten geschaffen. Die Pfeile zeigen die sich einstellende Strömung in den entsprechenden Elektrolyseräumen. Die Schnittdarstellung Fig. 2 zeigt ein Anwendungsbeispiel der erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung B im Vergleich zu einer bekannten Vorrichtung A, die beispielsweise zur Herstellung von Peroxodisulfaten eingesetzt werden kann. In die Elektrodenplatte 1 sind Kühlkanäle 2 eingearbeitet. Die darauf angeordnete Anodenisolierplatte 3 trägt die Tantalbänder 4, auf welche die Platinstreifen 5 aufgebracht sind. Die Anodenkanäle 6 werden durch die Distanzstreifen 7 gebildet. Im zentralen Elektrodenkörper 8 sind die Katodenkanäle 9 eingearbeitet. Das Diaphragma 12 ist zwischen die Elektrodenplatten eingelegt. Bei der erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung B ist bei ähnlichem Aufbau das gerippte Diaphragma 10 eingelegt. Durch die Rippen 11 werden die Anodenkanäle gebildet.

In beiden Darstellungen zeigen die Pfeile den Wärmetransport und die gestrichelten Linien die Stromlinienführung während der Elektrolyse. Im Gegensatz zur Darstellung A erfolgt der Wärmetransport bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung B nicht nur durch die schlecht wärmeleitende Anodenisolierrplatte 3 und das Diaphragma 10, 12, sondern ebenfalls durch die mit Elektrolyt gefüllten Rippen 11 zur gekühlten Katode 8.

Der Stromtransport vollzieht sich bei der Vorrichtung A zwischen den Anoden und der freien Diaphragmenfläche zur freien Katodenfläche, während bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch die elektrolytgefüllten Poren der Rippen ebenfalls Strom zur bisher abgedeckten Katodenfläche fließt und durch die größere elektrochemisch nutzbare Katodenfläche die katodische Überspannung gesenkt wird. Bei der Herstellung von Peroxodischwefelsäure unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1 und 2 konnten bei einer Peroxodischwefelsäurekonzentration von 280 g/l eine Stromausbeute von 87 % und eine Zellspannung von 3,5 V gemessen werden.

In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel der Elektrolysevorrichtung, die beispielsweise zur Chromsäureregeneration, sowie bei katodischen und anodischen Prozessen der organischen Elektrosynthese eingesetzt werden kann, dargestellt. Die bipolaren Elektroden 1 aus beispielsweise Blei werden auf der Anodenseite durch den Anodenrahmen 4 begrenzt. Der Elektrolyt tritt bei 2 ein bzw. strömt durch die Isolierscheiben 5 zum nächsten Elektrolyseraum und führt durch die Bohrung 3 zum Austritt aus dem Elektrolyseur. Das beidseitig gerippte Diaphragma 6 bildet durch die Rippung 9, 11 in beiden Elektrolyseräumen Kanäle 10. In Verbindung mit dem Katodenrahmen 7 und dem Anodenrahmen 4 werden an den ungerippten Zonen 8 Kanäle zur Querströmung des Elektrolyten gebildet.

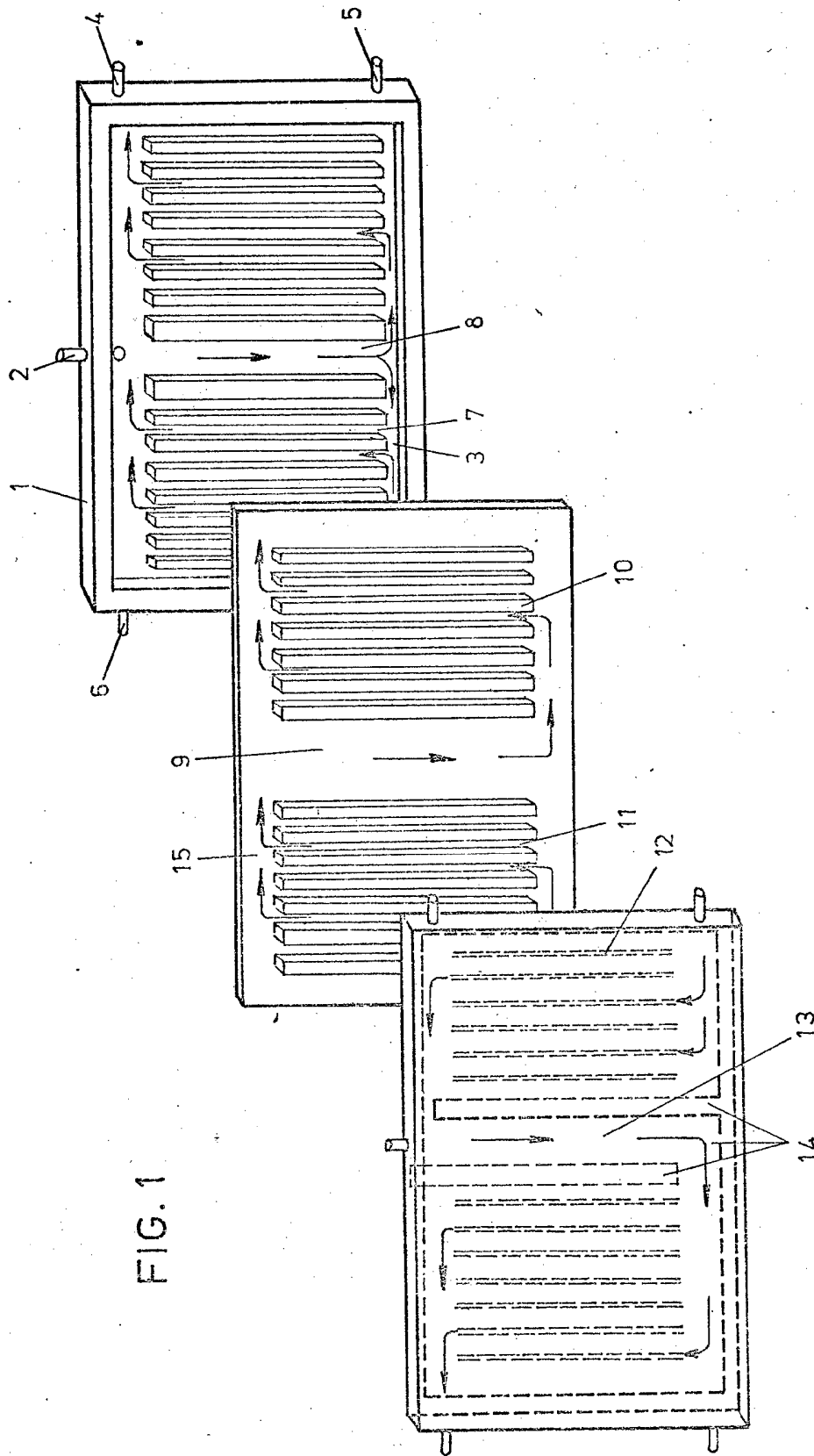
Die Pfeile zeigen die Elektrolytströmung in den Elektrolyseräumen.

Erfindungsansprüche:

1. Vorrichtung zur Durchführung elektrochemischer Prozesse in Form von filterpressenartig zusammengeschalteten, durch Dichtrahmen und flexible Diaphragmen aus ionendurchlässigem Material voneinander getrennten Elektroden mit vorzugsweise in diese integrierte Leitungen für die Zu- und Abführung der Elektrolytlösungen und gebildeten Gase, dadurch gekennzeichnet, daß die Diaphragmen ein- oder beidseitig unter Freilassung der für die Verbindungskanäle und der Dichtungen vorgesehene Bereiche mit Rippen von der Höhe der Dichtrahmen versehen sind, die die Elektrodenräume beim Zusammenbau in parallel durchströmte Kanäle von vorzugsweise 5 bis 20 mm Breite und 0,5 bis 5 mm Tiefe untergliedern.
2. Vorrichtung nach Punkt 1., dadurch gekennzeichnet, daß die gerippten Diaphragmen aus mikroporösen, flexiblen Materialien z.B. aus PVC bestehen oder daß profilierte Ionenaustauschermembranen verwendet werden.
3. Vorrichtung nach Punkt 1. bis 2., dadurch gekennzeichnet, daß die durch Zusammenwirken der ungerippten Bereiche des Diaphragmas mit den übrigen Bauelementen gebildeten Verbindungskanäle der Aufteilung des Elektrolyten auf die einzelnen Strömungskanäle und/oder der Hintereinanderschaltung mehrerer Gruppen der parallel durchströmten Kanäle dienen.
4. Vorrichtung nach Punkt 1. bis 3., dadurch gekennzeichnet, daß die zur Aufnahme der Dichtungen vorgesehenen ungerippten Bereiche in der Randzone zur Abdichtung des Elektrolyseurs nach außen und im Inneren zur Abdichtung der Kontakte angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Punkt 1. bis 4., dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden monopolar oder bipolar geschaltet sind.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen



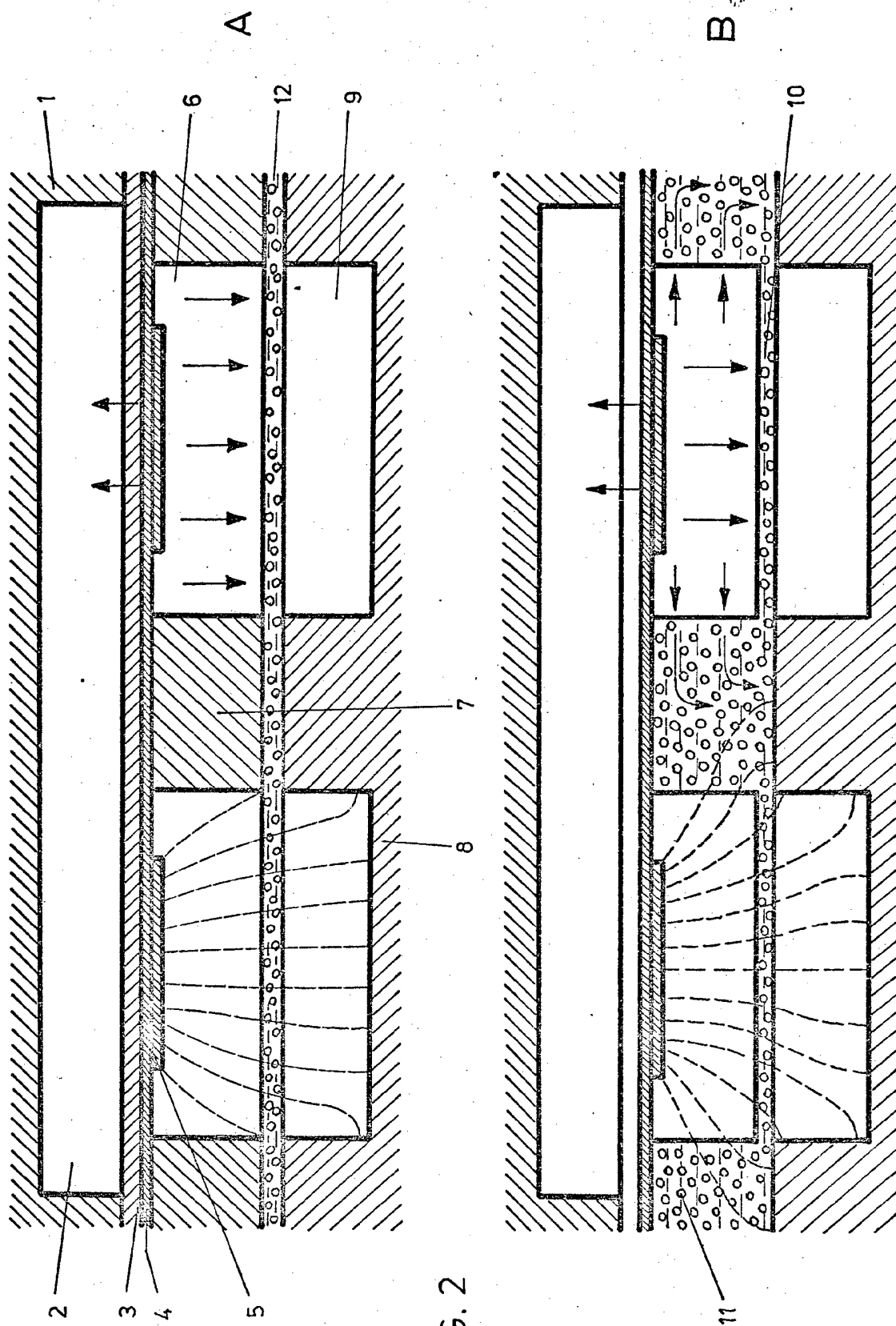


FIG. 2

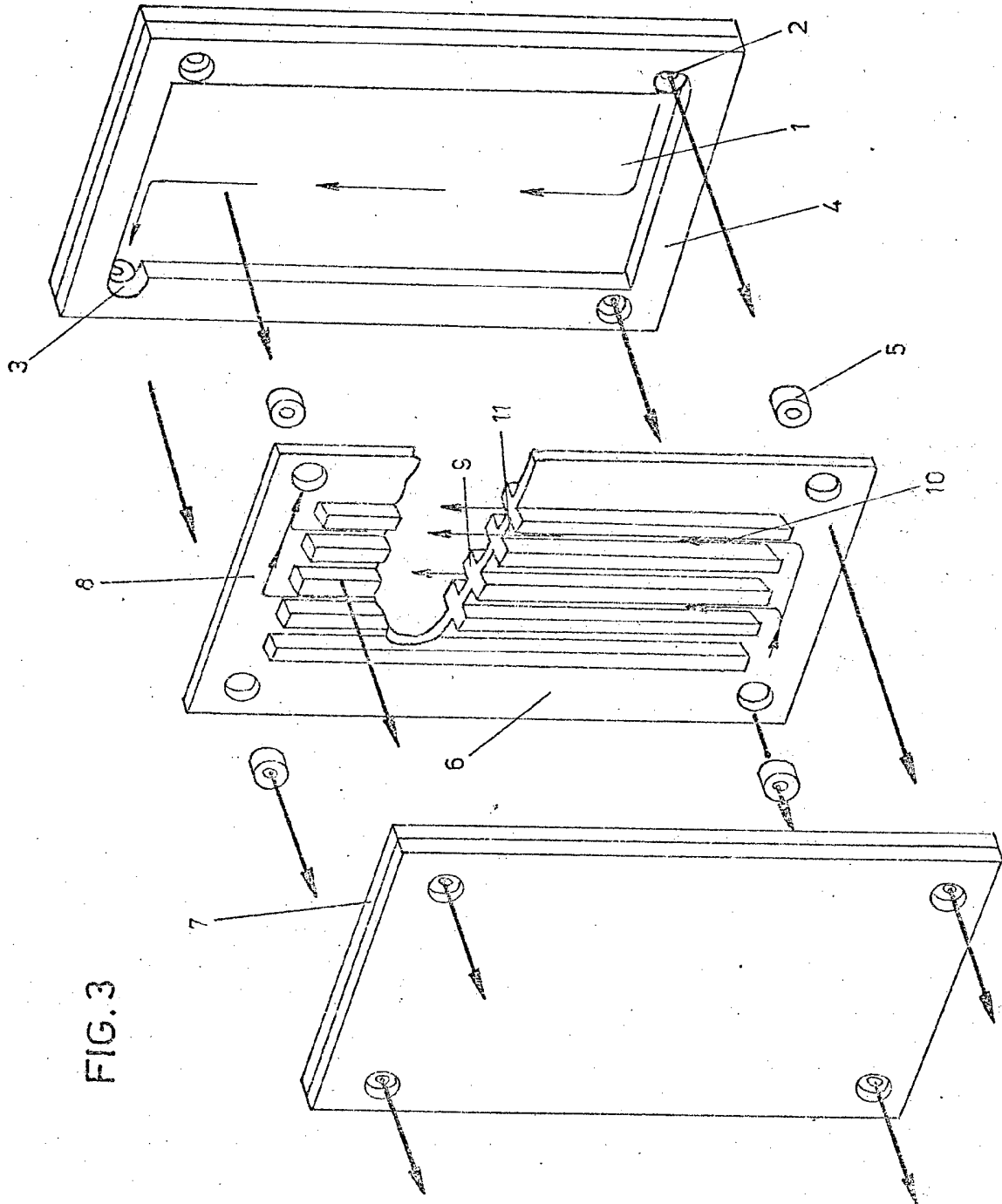


FIG. 3