



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENT SCHRIFT

(19) DD (11) 242 642 A5

4(51) C 25 B 9/04

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP C 25 B / 284 551 7
(31) USSN682,886

(22) 17.12.85
(32) 17.12.84

(44) 04.02.87
(33) US

(71) siehe (73)
(72) Dang, Hiep D.; Beaver, Richard N.; Pimlott, John R., US
(73) The Dow Chemical COMP., Midland, US

(54) Anschlußvorrichtung für unipolare oder bipolare elektrochemische Zellen

(57) Die Anschlußvorrichtung enthält ein Übertragungselement (14) für elektrischen Strom in Form eines im wesentlichen ebenen, elektrisch-leitenden Trägerteils (17) mit einer Vielzahl von Zapfen (18) auf wenigstens einer Seite und ein am Umfangsrand des Trägerteils (17) verlaufendes rahmenförmiges Flanschteil (16), eine Zwischenplatte (26) mit einem an die Fläche des Übertragungselementes (14) für elektrischen Strom angepaßten Profil aus korrosionsbeständigem Metall, die wenigstens an einer der sich gegenüberliegenden Flächen des Übertragungselementes (14) für elektrischen Strom angeordnet ist, an der Zwischenplatte (26) vorgesehene Elektrodenkomponenten, die an wenigstens einem Teil der Zapfen (18) mit der Zwischenplatte (26) verbunden sind, und eine elektrische Verbindungseinrichtung (21) zur Verbindung eines Pols einer elektrischen Stromquelle mit dem Übertragungselement (14) für elektrischen Strom.
Fig. 1

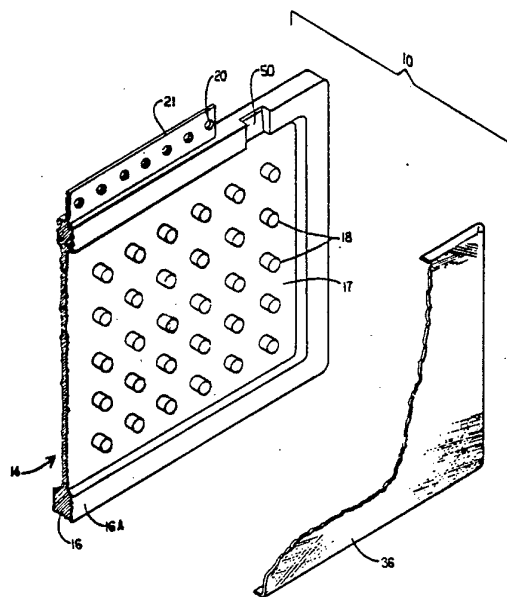


FIG.1

Erfindungsanspruch:

1. Anschlußvorrichtung für unipolare oder bipolare elektrochemische Zellen mit einem Übertragungselement für elektrischen Strom in Form eines im wesentlichen ebenen kontinuierlich elektrisch-leitenden Trägerteils mit einer Vielzahl von Zapfen auf wenigstens einer Fläche und eines rahmenförmigen sich längs der Ränder des Trägerteils erstreckenden Flanschteils, einer Zwischenplatte mit einem an die Fläche des Trägerteils angepaßten Profil, die aus korrosionsbeständigem Material hergestellt und an der die Zapfen tragenden Flächen des Trägerteils angeordnet ist, und einer auf der Zwischenplatte und den Zapfen aufliegenden Elektrodenkomponente, wobei die Elektrodenkomponente und die Zwischenplatte zusammen mit wenigstens einem Teil der Zapfen verbunden sind, **gekennzeichnet durch** eine Ausbildung zur Verwendung in einer unipolaren oder bipolaren Zellenfolge und eine auf dem ebenen Trägerteil (17) oder dem Flanschteil (16) vorgesehene Befestigungseinrichtung (21) für wenigstens einen elektrischen stromführenden Leiter.
2. Anschlußvorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Träger- und das Flanschteil (17, 16) aus gießbarem Metall hergestellt ist, das aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: Eisenmetalle, Nickel, Aluminium, Kupfer, Magnesium, Blei, Legierungen jedes dieser Metalle und Legierungen der Metalle.
3. Anschlußvorrichtung nach Punkt 1 und/oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Träger- und das Flanschteil (17, 16) als eine Einheit gegossen sind und das die elektrische Befestigungseinrichtung (21) mit dem Flanschteil (16) verbunden ist.
4. Anschlußvorrichtung nach Punkt 1 und/oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Träger- und das Flanschteil (17, 16) sowie die Zapfen (18) als eine einzige Einheit gegossen sind.
5. Anschlußvorrichtung nach Punkt 1 und/oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Flanschteil (16) als getrennte Komponente am Umfangsrand des Halterungsteils (17) montiert ist.
6. Anschlußvorrichtung nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Flanschteil (16) aus einem synthetischen Harzmaterial hergestellt ist, und daß die elektrische Befestigungseinrichtung (21) mit dem Trägerteil (17) verbunden ist.
7. Anschlußvorrichtung nach Punkt 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Trägerteil (17) und die Zapfen (18) als eine einzige Einheit gegossen sind.
8. Anschlußvorrichtung nach Punkt 1 und 2 oder 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Zapfen (18) aus einem Metall nach Anspruch 2 hergestellt sind und als getrennte Elemente auf dem Trägerteil (17) montiert sind.
9. Anschlußvorrichtung nach einem der Punkte 1 bis 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Flanschteil (16) eine Dicke besitzt, die wenigstens etwa zweimal größer als die Dicke des Trägerteils (16) des Übertragungselementes (14) für elektrischen Strom ist.
10. Anschlußvorrichtung nach einem der Punkte 1 bis 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Flanschteil (16) eine Dicke von nicht mehr als etwa 10 cm und das Trägerteil (17) des Übertragungselementes (14) für elektrischen Strom eine Dicke von wenigstens 0,5 cm besitzt.
11. Anschlußvorrichtung nach einem der Punkte 1 bis 10, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein Abschnitt des Flanschteils (16) als Einheit mit dem Trägerteil (17) ausgebildet ist und ein weiterer Abschnitt des Flanschteils (16) als getrenntes Element am Trägerteil (17) montiert ist.
12. Anschlußvorrichtung nach einem der Punkte 1 bis 11, **gekennzeichnet dadurch**, daß die elektrische Befestigungseinrichtung (21) an einem zur Elektrodenkomponente (36) ausgerichteten Abschnitt des Halterungsteils (17) befestigt ist.
13. Anschlußvorrichtung nach einem der Punkte 1 bis 12, **gekennzeichnet dadurch**, daß das rahmenartige Flanschteil (16) durch eine Vielzahl zusammengesetzter Teile gebildet ist.
14. Anschlußvorrichtung nach einem der Punkte 1 bis 13, **gekennzeichnet dadurch**, daß das rahmenförmige Flanschteil (16) eine Dichtung ist.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anschlußvorrichtung für unipolare oder bipolare elektrochemische Zellen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es gibt zwei grundsätzliche Typen von elektrochemischen Zellen, welche gewöhnlich für die Elektrolyse von Laugenlösungen zur Bildung von Chlorgas und Beizmittel verwendet werden. Es handelt sich dabei um unipolare und bipolare Zellen.

Eine bipolare elektrolytische Filterpressen-Zelle ist eine Zelle, die, wie in einer Filterpresse, aus mehreren elektrochemischen Einheiten in Serie besteht, wobei jede Einheit abgesehen von den beiden Endeneinheiten als eine Anode auf einer Seite und eine Kathode auf der anderen Seite wirkt und der Raum zwischen diesen bipolaren Einheiten durch eine Membran in eine Anoden- und eine Kathodenkammer geteilt ist.

Unipolare elektrolytische Filterpressen-Einheiten besitzen Anschlußzellen sowie eine Vielzahl von Kathoden- und Anodeneinheiten, die abwechselnd zwischen den Anschlußzellen angeordnet sind.

In unipolaren Zellen wird elektrischer Strom von einer Elektroden Einheit zugeführt und von einer benachbarten, gegensinnig aufgeladenen Einheit abgeführt. Der Strom fließt nicht durch eine Folge von Elektroden von einem Ende einer Zellenfolge zum anderen Ende der Folge, wie dies in bipolaren Zellenfolgen der Fall ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine elektrische Verteilungseinrichtung für elektrische Zellen mit einer minimalen Anzahl von Teilen und einer minimalen Anzahl elektrischer Verbindungen unter Verwendung billiger und leicht erhältlicher Materialien sowie der

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine unipolare Chlor-Alkali-Elektrodenanschlußvorrichtung mit einer billigen, einfachen und Effizienteinrichtung zur Zu- oder Abführung von elektrischem Strom von Elektrodenkomponenten zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Anschlußvorrichtung für unipolare oder bipolare elektrochemische Zellen mit einem Übertragungselement für elektrischen Strom in Form eines im wesentlichen ebenen kontinuierlich elektrisch-leitenden Trägteils mit einer Vielzahl von Zapfen auf wenigstens einer Fläche und eines rahmenförmigen sich längs der Ränder des Trägteils erstreckenden Flanschteils, einer Zwischenplatte mit einem an die Fläche des Trägteils angepaßten Profil, die aus korrosionsbeständigem Material hergestellt und an der die Zapfen tragenden Flächen des Trägteils angeordnet ist, und einer auf der Zwischenplatte und den Zapfen aufliegenden Elektrodenkomponente, wobei die Elektrodenkomponente und die Zwischenplatte zusammen mit wenigstens einem Teil der Zapfen verbunden sind, gelöst, bei welcher eine Ausbildung zur Verwendung in einer unipolaren oder bipolaren Zellenfolge und eine auf dem ebenen Trägteil oder dem Flanschteil vorgesehene Befestigungseinrichtung für wenigstens einen elektrischen stromführenden Leiter vorgesehen ist.

Bei der Anschlußvorrichtung ist vorteilhaft, das Träger- und das Flanschteil aus einem gießbarem Metall hergestellt, das aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: Eisenmetalle, Nickel, Aluminium, Kupfer, Magnesium, Blei, Legierungen jedes dieser Metalle und Legierungen der Metalle. Dabei ist es vorteilhaft, daß das Träger- und das Flanschteil als eine Einheit gegossen sind und die elektrische Befestigungseinrichtung mit dem Flanschteil verbunden ist. Es kann auch zweckmäßig sein, wenn das Träger- und das Flanschteil sowie die Zapfen als eine einzige Einheit gegossen sind.

Der Flanschteil ist vorteilhaft als getrennte Komponente am Umfangsrand des Halterungsteils montiert. Zweckmäßig ist das Flanschteil aus einem synthetischen Harzmaterial hergestellt, und die elektrische Befestigungseinrichtung mit dem Trägteil verbunden. Dabei können das Trägteil und die Zapfen als eine einzige Einheit gegossen sein.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung können die Zapfen aus einem der oben genannten Metalle hergestellt sein und als getrennte Elemente auf dem Trägteil montiert sein.

Dabei ist es vorteilhaft, daß das Flanschteil eine Dicke besitzt, die wenigstens etwa zweimal größer als die Dicke des Trägteils des Übertragungselementes für elektrischen Strom ist. Zweckmäßig ist es, wenn das Flanschteil eine Dicke von nicht mehr als etwa 10 cm und das Trägteil des Übertragungselementes für elektrischen Strom eine Dicke von wenigstens 0,5 cm besitzt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann ein Abschnitt des Flanschteils als Einheit mit dem Trägteil ausgebildet sein und ein weiterer Abschnitt des Flanschteils als getrenntes Element am Trägteil montiert sein. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die elektrische Befestigungseinrichtung an einem zur Elektrodenkomponente ausgerichteten Abschnitt des Halterungsteils befestigt ist. Das rahmenartige Flanschteil kann durch eine Vielzahl zusammengesetzter Teile gebildet sein, es kann aber auch als Dichtung ausgeführt sein.

Die vorliegende Erfindung sieht eine unipolare oder bipolare elektrochemische Anschlußeinheit mit einem Übertragungselement für elektrischen Strom vor, das den Elektrodenkomponenten der Zelle elektrischen Strom effizient und gleichförmig zuführt. Das Übertragungselement für elektrischen Strom umfaßt generell ein ebenes Trägteil mit einer von einer seiner Oberflächen ausgehenden Vielzahl von Zapfen sowie ein rahmenförmiges Flanschteil, das an den Umfangsrändern des ebenen Trägteils verläuft. Das erfindungsgemäße Übertragungselement für elektrischen Strom eignet sich insbesondere zur Verwendung als Anschlußvorrichtung in einer elektrochemischen Chlor-Alkali-Zellenfolge. Es ist einfach, billig und leicht herzustellen und sehr zweckmäßig für eine kommerzielle Verwendung.

Die Erfindung ermöglicht die Verwendung von Metallen mit großem spezifischen Widerstand zur Verwendung für das Übertragungselement für elektrischen Strom, das einen sehr kleinen Spannungsabfall aufweist, ohne daß die Verwendung von Metallen erforderlich ist, die einen kleinen spezifischen Widerstand besitzen, aber vergleichsweise teuer sind.

Metalle mit höherem spezifischen Widerstand besitzen einen größeren elektrischen Widerstand als Metalle mit kleinem spezifischen Widerstand. Beispielsweise besitzt Kupfer einen spezifischen Widerstand von $1,673 \mu\Omega\text{-cm}$ und Gußeisen einen mittleren spezifischen Widerstand von etwa $86 \mu\Omega\text{-cm}$. Gußeisen besitzt daher einen etwa 50x größeren elektrischen Widerstand als ein Kupferstück gleicher Größe. Es ist daher leicht einzusehen, warum gemäß dem Stand der Technik die Verwendung von Metallen kleinen spezifischen Widerstandes, wie beispielsweise Kupfer, zur Zuführung von elektrischem Strom zu den Elektroden vorgeschlagen wird.

In den Fällen, in denen gemäß dem Stand der Technik die Verwendung von Metallen mit hochspezifischem Widerstand zur Verteilung von elektrischem Strom in elektrolytischen Zellen vorgeschlagen wird — siehe beispielsweise US-PS 4464264 —, sind die Zellen aufgrund der sich aus dem großen spezifischen Widerstand der Stromverteilungsmetallkomponente ergebenden hohen Widerstandsverluste in ihrer Größe begrenzt. Die US-PS 4464242 beschreibt eine Zelle, deren Länge auf 15 bis 60 cm begrenzt ist, um die Notwendigkeit der Verwendung aufwendiger stromführender Einrichtungen zu vermeiden.

Ersichtlich kann der elektrische Widerstand einer stromverteilenden Metallkomponente folgendermaßen minimiert werden.

- (1) Verringerung der Länge des Stromweges, oder
- (2) Vergrößerung der stromführenden Fläche.

Die Fläche macht sich die letztgenannte Maßnahme zunutze, während der Stand der Technik auf die erste Maßnahme konzentriert ist.

Mit einem erfindungsgemäßen Übertragungselement für elektrischen Strom können billige Metalle mit hohem spezifischen Widerstand zur Verteilung des elektrischen Stroms in zufriedenstellender Weise verwendet werden, ohne daß die Zellen auf eine kleinere Größe beschränkt sind und das aufwendige stromführende Einrichtungen verwendet werden müssen.

Der Begriff „elektrochemische Zelle“ bezeichnet hier eine Kombination von Elementen einschließlich von wenigstens zwei Elektroden und einem Übertragungselement für elektrischen Strom. Die Zelle kann eine unipolare Zelle mit gleichartig aufgeladenen Elektroden oder eine bipolare Zelle mit gegensinnig aufgeladenen Elektroden sein.

Der Begriff „Elektrodenkomponente“ bezeichnet eine Elektrode bzw. ein einer Elektrode zugeordnetes Element, wie beispielsweise ein Stromverteilungsgitter, einen Stromkollektor oder eine Matte. Die Komponente kann in Form eines Drahtmaschengitters, eines Drahtgewebes, einer gestanzten Platte, eines Metallschwamms, eines gewalzten Metalls, einer perforierten oder unperforierten Metallplatte, eines ebenen oder gewellten Gitters, beabstandeter Metallstreifen oder Metallstäbe oder anderweitig in an sich bekannter Weise ausgebildet sein.

Die Elektrodenkomponenten können Stromkollektoren, welche mit einer Elektrode in Kontakt stehen oder selbst Elektroden sein. Elektroden können eine katalytisch aktive Beschichtung auf ihrer Oberfläche besitzen. Die Elektrodenkomponenten können an das Übertragungselement für elektrischen Strom oder, falls eine solche vorhanden ist, an eine Zwischenplatte angeschweißt sein. Vorzugsweise sind die Elektrodenkomponenten geschweißt, da dabei der elektrische Kontakt besser ist.

Andere erfindungsgemäß verwendbare Elektrodenkomponenten sind Stromkollektoren, Abstandshalter, Matten oder andere bekannte Elemente. Spezielle Elemente oder Anordnungen für Kombinationen ohne Spalt oder feste Polymer-Elektrolytmembranen können verwendet werden. Die erfindungsgemäßen elektrolytischen Einheiten sind auch für eine Gaskammer zur Verwendung in Verbindung mit einer gasverbrauchenden Elektrode, die auch als entpolarisierende Elektrode bezeichnet wird, geeignet. Die Gaskammer ist zusätzlich zu Kammern für einen flüssigen Elektrolyten erforderlich. Eine Vielzahl von erfindungsgemäßen bekannten Elektrodenelementen ist in den US-PSen 4457823, 457815, 4444623, 4340452, 4444641, 4444639, 4457822 und 4448662 beschrieben. Das in der erfindungsgemäßen Anschlußvorrichtung verwendete Übertragungselement für elektrischen Strom dient

- (1) als Einrichtung zur Leitung von elektrischen Strom zu den Elektrodenkomponenten der Einheit und
- (2) als Trägereinrichtung zur Halterung der Elektrodenkomponenten in einer gewünschten Stellung.

Das Übertragungselement für elektrischen Strom ist aus einem Metall hergestellt, das elektrischen Strom zu den Elektrodenkomponenten der Anschlußvorrichtung leitet. Das Übertragungselement für elektrischen Strom in der erfindungsgemäßen Zelle besitzt eine große Masse und einen kleinen Widerstand und bildet einen Weg für die im wesentlichen gleichförmige Verteilung elektrischer Energie zu allen Teilen der Elektrodenkomponenten. Aufgrund der großen Masse und des kleinen Widerstandes sind die Abmessungen der erfindungsgemäßen Anschlußvorrichtung nicht auf Größen wie bei bekannten Vorrichtungen beschränkt. Die primäre elektrische Stromleitung und Stromverteilung über den gesamten Flächenbereich der Elektrodenkomponenten erfolgt über das ebene Trägereil mit kleinem Widerstand, das zu den Elektrodenkomponenten ausgerichtet ist. Dieses ebene Trägereil kann zweckmäßiger Weise aus einem Metall hergestellt werden, das sich vom Metall der Elektrodenkomponenten unterscheidet.

Das Übertragungselement für elektrischen Strom in der erfindungsgemäßen Anschlußvorrichtung ist im wesentlichen starr. „Im wesentlichen starr“ bedeutet hier, daß das Element selbsttragend ist und sich unter Normalbedingungen aufgrund seines eigenen Gewichtes nicht verbiegt, wobei es darüber hinaus starrer und massiver als die zugeordneten Elektrodenkomponenten ist.

Das Metall für das Übertragungselement für elektrischen Strom ist vorzugsweise aus folgender Metallgruppe gewählt: Eisenmetalle, wie beispielsweise Eisen, Stahl, rostfreier Stahl, und ähnliches, sowie andere Metalle, wie beispielsweise Nickel, Aluminium, Kupfer, Magnesium, Blei, Legierungen jedes dieser Metalle sowie Legierungen mehrerer Metalle. Speziell wird das Metall für das Übertragungselement für elektrischen Strom aus der Gruppe der Eisenmetalle gewählt. Metalle mit einem spezifischen Widerstand, der gleich oder größer als der von Kupfer ist, sind wirtschaftlich für das Übertragungselement für elektrischen Strom verwendbar. Wirtschaftlicher sind Metalle mit einem spezifischen Widerstand, der größer als etwa $10\mu\Omega\text{-cm}$ ist. Am wirtschaftlichsten sind Metalle mit spezifischen Widerständen von bis zu $50\mu\Omega\text{-cm}$ und mehr.

Das rahmenförmige Flanschteil ist auf den Umfangsrändern jedes Trägereils eines Übertragungselementes für elektrischen Strom vorgesehen und umfaßt die Elektrodenkomponenten, wenn ein entsprechendes Übertragungselement für elektrischen Strom einer benachbarten elektrochemischen Einheit benachbart angeordnet wird. Die rahmenförmigen Flanschteile liegen aneinander an und minimalisieren daher die Anzahl von möglichen Lecks aus einem Innenbereich einer Zelle. Das rahmenförmige Flanschteil kann als Dichtung ausgebildet sein, welche dichtend mit dem Trägereil und einem benachbarten Flanschteil in Eingriff steht.

Ein Abschnitt des Flanschteiles kann gleichzeitig mit dem Halterungsteil hergestellt werden, während ein anderer Teil später am Trägereil befestigt werden kann, um das rahmenförmige Flanschteil zu vervollständigen. Das rahmenförmige Flanschteil kann auch aus einer Vielzahl von Flanschabschnitten zusammengebaut und sodann am Trägereil befestigt werden. Das rahmenförmige Flanschteil kann aus Metall oder einem Kunststoff bzw. Kombinationen davon hergestellt werden. Ein getrenntes rahmenförmiges Flanschteil aus einem federnd kompressiblen Material oder einem im wesentlichen inkompressiblen Material kann zweckmäßigerweise auf die Umfangsränder des Trägereils aufgesetzt werden. Derartige rahmenförmige Flanschteile können am Trägereil befestigt oder in einfacher Weise beim Schließen der Filterpressen-Anordnung in ihrer Stellung festgeklemmt werden. Bei Verwendung eines im wesentlichen inkompressiblen Materials für das Flanschteil können geeignete federnde Dichtungen verwendet werden, um gemäß der normalen Praxis eine hydraulische Dichtung sicherzustellen. Das Flanschteil ist vorzugsweise als einstückiges Teil des Trägereils ausgebildet, d. h., es ist aus dem gleichen Material wie das Trägereil hergestellt und bildet einen einstückigen Körper ohne Diskontinuitäten in dem das Übertragungselement für elektrischen Strom bildenden Material.

Wenn das Flanschteil vollständig als einstückige Komponente des Trägereils ausgebildet ist, können kleinere Abschnitte des Flanschteils weggelassen oder entfernt werden, um Strömungsverbindungen, elektrische Verbindungen oder andere Verbindungen zwischen inneren und äußeren Bereichen einer Zelleinheit möglich zu machen. In Abhängigkeit von der Größe der weggelassenen Teile können Ersatzträger für die Dichtung oder eine Kammerzwischenplatte vorgesehen werden.

Das Flanschteil stellt weiterhin eine große Metallmasse dar, durch die im Bedarfsfall elektrischer Strom geführt werden kann. Vorzugsweise ist die Dicke des Flanschteils wenigstens zwei bis drei Mal größer als die Dicke des Trägereils. Insbesondere ist das Flanschteil 60 bis 70 mm dick, wenn das Trägereil 20 bis 25 mm dick ist.

Das Flanschteil kann aus dem gleichen Metall hergestellt werden, wie es für das ebene Trägereil vorgesehen ist. Es ist ebenso möglich, daß das Metall des Flanschteils sich von dem für das Trägereil verwendeten Metall unterscheidet. Ist beispielsweise das Trägereil aus einem Eisenmetall hergestellt, so kann das Flanschteil aus Kupfer oder einem der anderen Metalle hergestellt werden, daß für das Trägereil verwendet wird. Andererseits kann das Flanschteil auch aus einem synthetischen Harzmaterial hergestellt werden. Ohne Beschränkung auf die Allgemeinheit sind Beispiele für derartige Harzmaterialien: Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, chloriniertes Polyvinylchlorid, Acrylnitril, Polystyrol, Polysulfon, Styrolacrylnitril, Butadien und Styrolcopolymere, Epoxidharz, Vinylester, Polyester, sowie Fluorkunststoffe und deren Copolymere. Vorzugsweise wird für das Flanschteil ein Material, wie Polypropylen verwendet, da es zu einer geeigneten strukturellen Festigkeit bei erhöhten Temperaturen führt, leicht erhältlich ist und im Vergleich zu anderen geeigneten Materialien relativ billig ist.

Wo gemäß dem Stand der Technik die Verwendung teurer Metalle, wie beispielsweise mit Titan beschichtete Kupferstäbe erforderlich ist, können erfindungsgemäß billige Eisenmetalle, wie beispielsweise Eisen oder Stahl verwendet werden. Die Gesamtabmessungen der erfindungsgemäßen Zelle sind daher praktisch unbegrenzt. In der Praxis liegen die Abmessungen jedoch vorzugsweise im Bereich von 0,2 bis 4 m².

Die Zapfen ragen um eine vorgegebene Strecke vom ebenen Trägerteil nach außen in eine dem Übertragungselement für elektrischen Strom benachbarte elektrolytische Kammer hinein. Die andere Seite des Trägerteils kann — wenn auch nicht unbedingt erforderlich — Zapfen aufweisen. Die in eine elektrolytische Kammer ragenden Zapfen über wenigstens eine angepaßte Metallzwischenschicht, wie beispielsweise eine Metallscheibe oder einen Metallanguß zwischen der Elektrodenkomponente und jedem Zapfen mechanisch und elektrisch direkt oder indirekt mit der Elektrodenkomponente verbunden sein. Die Zapfen liegen vorzugsweise in der gleichen geometrischen Ebene. Die Elektrodenkomponenten sind vorzugsweise an die Zapfen angeschweißt, die im wesentlichen aus Vollmaterial hergestellt sind. Die Zapfen können jedoch aufgrund des Gießvorganges auch innere Poren aufweisen.

In beiden Fällen ist die Länge der elektrischen Mehrfachstromwege zwischen der Elektrodenkomponente und den vom Halterungsteil weg weisenden Zapfen praktisch veranlassigbar. Damit ist der Widerstand klein, selbst wenn die Elektrodenkomponente indirekt mit dem Zapfen verbunden ist.

Die Zapfen sind vorzugsweise einstückig mit dem Trägerteil verbunden und sie werden vorzugsweise hergestellt, wenn das Übertragungselement für elektrischen Strom gegossen wird. Auf diese Weise sind die vorzugsweise aus dem gleichen Metall wie das Trägerteil hergestellt. Da einige Metalle schwierig zu schweißen sind, können die Zapfen jedoch aus einem vom Metall des Trägerteils verschiedenen Metall hergestellt werden. Um eine derartige Vorrichtung herzustellen, können Metallstäbe in eine Form an Stellen eingesetzt werden, an denen die Zapfen vorgesehen werden sollen, wobei ein gießbares Metall um die Stäbe gegossen wird.

Die Zapfen sind vorzugsweise derart im Abstand voneinander angeordnet, daß sie die Elektrodenkomponenten starr halten. Die Häufigkeit von Zapfen mit rundem, langgestrecktem oder rippenförmigen Querschnitt pro Flächeneinheit der Elektrodenkomponenten kann in weiten Grenzen variieren. Der Abstand zwischen benachbarten Zapfen hängt generell vom spezifischen Widerstand des für das ebene Trägerteil verwendeten Metalls ab. Für dünnere und/oder hochohmigere Elektrodenkomponenten ist der Abstand der Zapfen kleiner, so daß eine dichtere Punktverteilung des elektrischen Kontaktes erzielt wird. Für dickere und/oder niederohmige Elektrodenkomponenten kann der Abstand der Zapfen größer sein. Normalerweise liegt der Abstand zwischen den Zapfen zwischen 35 cm. In Abhängigkeit der Gesamtausgestaltung können jedoch auch kleinere oder größere Abstände in Betracht kommen.

Es kann eine Vielzahl von an sich bekannten Gießverfahren verwendet werden.

Erfindungsgemäß wird ggf. eine Zwischenplatte in Form einer Metallplatte vorgesehen, die auf diejenigen Flächen des Übertragungselementes für elektrischen Strom aufgepaßt ist, die sonst der korrodierenden Umgebung der elektrolytischen Kammer ausgesetzt wären. Vorzugsweise wird die Zwischenplatte aus einem Metall hergestellt, das gegen korrosive Einflüsse der elektrolytischen Kammer widerstandsfähig ist. Die Platte wird speziell auf die Enden der vom Trägerteil weg weisenden Zapfen aufgepaßt und mit diesen verbunden.

Vorzugsweise wird die Zwischenplatte im Bereich der Zapfen und der Zwischenräume zwischen den Zapfen ausreichend gegen das Trägerteil gedrückt, um eine freie Zirkulation von strömenden Medien zwischen dem Übertragungselement für elektrischen Strom und dem Trennteil oder der benachbarten elektrolytischen Kammer zu ermöglichen. Darüber hinaus kann die Zwischenplatte zur Führung von strömenden Medien mit Zapfen versehen sind. Diese grundsätzlichen Zapfen können ggf. mit dem Trägerteil verbunden sein.

Es ist notwendig, daß die Zwischenplatte im Bereich der Zapfen zur Kontaktgabe mit dem Trägerteil gedrückt wird. Stattdessen kann die Zwischenplatte auch lediglich auf den Oberseiten der Zapfen aufliegen.

In Fällen, in denen das Metall der Zwischenplatte nicht schweißbar kompatibel mit dem Metall des Übertragungselementes für elektrischen Strom ist, können zwischen den Zapfen und der Zwischenplatte Metallscheiben anliegend vorgesehen werden. Eine Metallschicht der Scheibe, welche an den Zapfen liegt, ist schweißbar kompatibel mit dem Metall, aus dem die Zapfen hergestellt sind und wird daher mit den Zapfen verschweißt, während eine weitere Metallschicht auf der an der Zwischenplatte anliegenden Seite der Scheibe schweißbar kompatibel mit dem Metall ist, aus dem die Zwischenplatte hergestellt ist. Die Scheibe wird daher so mit der Zwischenplatte verschweißt, daß sie durch die Scheibe mit den Zapfen verschweißt ist. In den meisten Fällen können Scheiben verwendet werden, die aus einem einzigen Metall oder einer einzigen Metallegierung hergestellt sind, wobei dieses Material als Zwischenmetall dient.

In Fällen, in denen die Zwischenplatte aus Titan und die Zapfen aus Eisenmetall hergestellt sind, ist es zweckmäßig, Vanadiumscheiben als schweißbar kompatibles Metall zwischen den Zapfen und der benachbarten Zwischenplatte vorzusehen, so daß die Zwischenplatte aus Titan über die Scheiben mit den Zapfen aus Eisenmetall verschweißt werden kann. Vanadium und Nickel sind Beispiele für Metalle, die sowohl mit Titan als auch mit Eisenmetallen schweißbar kompatibel sind.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist beispielsweise eine zweite Scheibe 31 zwischen einer ersten Scheibe 30 und der Zwischenplatte 26 angeordnet. Die zweite Scheibe ist wünschenswert, da sie die Korrosion minimalisiert. Wird zwischen der Zwischenplatte aus Titan und den Zapfen aus Eisenmetall lediglich eine Scheibe, beispielsweise eine Scheibe aus Vanadium vorgesehen, so hat sich erwiesen, daß während des Betriebs der Zelle mit der Zwischenplatte in Kontakt gelangende korrosive Materialien in die Titan-Vanadium-Verschweißung eindringen und diese Verschweißung korrodieren. Anstelle der Verwendung einer dickeren Zwischenplatte ist es wirtschaftlicher, die zweite Scheibe 31 vorzusehen, welche ausreichend dick ist, um die Möglichkeit des in Kontaktkommens von korrosiven Materialien mit dem Übertragungselement für elektrischen Strom minimal zu halten.

Eine weitere Möglichkeit der Verbindung einer Zwischenplatte mit dem Übertragungselement für elektrischen Strom für den Fall von schweißbar nicht kompatiblen Metallen für die Zwischenplatte und das Übertragungselement für elektrischen Strom besteht in der Verwendung einer Verkittung. Derartige Verfahren sind beispielsweise aus der US-PS 4 111 779 bekannt.

In vielen Fällen ist es wünschenswert, daß sich die Zwischenfläche über die Querfläche des rahmenförmigen Flanschteils erstreckt, um eine Dichtungsfläche für ein Trennelement zu binden, wenn eine Anschlußvorrichtung an einer benachbarten Zelleinheit angeordnet wird.

In einer ersten Zelle wird gewöhnlich in Anoden-Anschlußzellen eine Zwischenplatte verwendet, während eine solche bei Kathoden-Anschlußzellen weniger benutzt wird. In Prozessen, in denen die elektrochemische Zelle zur Erzeugung von Ätzmittelkonzentrationen größer als etwa 22 Gew.-% Ätzmittellösung verwendet wird, kann zweckmäßigerweise eine Katholyt-Zwischenplatte verwendet werden. Eine derartige Katholyt-Zwischenplatte wird aus einem elektrisch leitenden Metall hergestellt, das im wesentlichen korrosionsbeständig gegen die Umgebung in der Katholyt-Kammer ist. Zwischenplatten aus Kunststoff können in solchen Fällen verwendet werden, in denen Maßnahmen zur elektrischen Verbindung der Kathode mit den Kathodenzapfen über den Kunststoff getroffen sind. Es können auch Kombinationen von Kunststoff- und Metallzwischenplatten verwendet werden. Das gleiche gilt für Anolyt-Zwischenplatten.

Zwischenplatten für die Katholyt-Anschlußeinheit werden vorzugsweise aus Eisenmetallen, wie beispielsweise rostfreiem Stahl oder aus Nickel, Chrom, Monel sowie Legierungen dieser Materialien hergestellt.

Zwischenplatten für die Anolyt-Anschlußvorrichtung werden vorzugsweise aus Titan, Vanadium, Tanal, Columbium, Hafnium, Zirkon sowie Legierungen dieser Stoffe hergestellt.

In Fällen, in denen die Anschlußvorrichtung in einem Prozeß zur Herstellung von Chlorgas und Ätzmittel durch Elektrolyse einer wäßrigen Salzlösung verwendet wird, ist es zweckmäßig, die Anolyt-Anschlußvorrichtungen mit Titan oder einer Titanlegierung auszukleiden und das Übertragungselement für elektrischen Strom aus einem Eisenmetall herzustellen.

Die erfindungsgemäßen Anschlußvorrichtungen können entweder eine Kathoden-Halbzelle oder eine Anoden-Halbzelle sein. „Halbzelle“ bezeichnet ein Zellelement mit einem Übertragungselement für elektrischen Strom und lediglich einer Elektrode. Die Elektrode kann entweder eine Kathode oder eine Anode sein, was von der Ausgangsgestaltung der Gesamtzellenkonfiguration abhängt. Die Anschlußvorrichtungen, die entweder Anode oder Kathode sind, bestehen aus einem aktiven Bereich (der Bereich, in dem das Produkt hergestellt wird) und einem inaktiven Bereich (der Bereich, in dem das Produkt nicht hergestellt wird). Die Definition des aktiven Bereichs, ob Anode oder Kathode, ist die gleiche wie vorstehend angegeben. Der inaktive Bereich vervollständigt die Bildung einer unipolaren elektrolytischen Zellenanordnung. Dieser Abschnitt der Zelle kann dazu verwendet werden, die Anordnung wie in einer hydraulischen Presse zu halten.

Bei unipolaren Verwendungen sind die Anschlußvorrichtungen jedoch vorzugsweise Kathoden. Sie können ein Übertragungselement für elektrischen Strom entsprechend demjenigen Element besitzen, das für die Zwischenelektrodenvorrichtungen verwendet wird. Ihre Außenfläche kann jedoch eben oder mit Verstärkungsrippen versehen sein. Werden Zwischenplatten auf der Katholyt-Seite verwendet, so besitzen auch die Anschlußvorrichtungen eine entsprechende über ihrer gesamten Fläche angeordnete und an den Zapfen konturierte Zwischenplatte, wobei die Zapfen von der Innenfläche des Barriereteils der Anschlußvorrichtung ausgehen.

Jede Anschlußeinheit besitzt eine elektrische Verbindungseinrichtung zur Verbindung einer externen Spannungsquelle mit dem Übertragungselement für elektrischen Strom. Diese Verbindungseinrichtung kann einstückig mit dem rahmenförmigen Flanschteil ausgebildet oder an diesen befestigt sein oder sie kann sich durch eine Öffnung im Flanschteil erstrecken und das Trägerteil verbinden. Die elektrischen Verbindungseinrichtungen kann auch an einer Vielzahl von Stellen mit dem Flanschteil verbunden sein, um die Stromübertragung in das Übertragungselement für elektrischen Strom zu verbessern. Die elektrische Verbindungseinrichtung kann ggf. an mindestens einer Stelle am Trägerteil befestigt sein.

Vorzugsweise ist die elektrische Verbindungseinrichtung ein einstückiges Teil des Übertragungselementes für elektrischen Strom. Das bedeutet, daß die elektrische Verbindungseinrichtung aus dem gleichen Metall wie das ebene Trägerteil oder das Flanschteil hergestellt ist und ohne Diskontinuitäten in dem das Übertragungselement für elektrischen Strom bildenden Metall eine einheitliche Struktur bildet.

In dem Fall, in dem das Flanschteil des Übertragungselementes für elektrischen Strom ein einstückiges Teil des ebenen Trägerteils ist, kann die elektrische Verbindungseinrichtung durch einen Umfangsrand des Flanschteils selbst gebildet werden. Das bedeutet, daß ein flexibles Kupferkabel direkt am Umfangsrand des Flanschteils beispielsweise durch Schrauben oder Schweißen angebracht wird. Die elektrische Kontaktfläche kann mit einem Metall beschichtet sein, das speziell für einen elektrischen Kontakt geeignet ist. Dieses Metall kann beispielsweise Kupfer oder Silber sein.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird im folgenden anhand von in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine perspektivische Explosionsdarstellung mit teilweise weggebrochenen Teilen einer Anschlußvorrichtung;

Fig. 2: eine auseinandergezogene Seitenansicht im Schnitt der Anschlußvorrichtung nach Fig. 1;

Fig. 3: eine geschnittene Seitenansicht einer Anschlußeinheit und einer bipolaren elektrochemischen Einheit, wie sie in einer Zellenfolge auftreten;

Fig. 4: eine geschnittene Seitenansicht einer Anschlußvorrichtung und einer bipolaren elektrochemischen Einheit, wie sie in einer Zellenfolge auftreten.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anschlußvorrichtung 10, welche ein Übertragungselement 14 für elektrischen Strom aufweist, das seinerseits ein ebenes Trägerteil 17 mit einer Vielzahl von auf gegenüberliegenden Seiten nach außen weisenden Zapfen 18 umfaßt. Das Trägerteil ist an seinem Umfangsrand durch ein rahmenförmiges Flanschteil 16 umgeben, dessen Dicke größer als diejenige des Trägerteils 17 ist. Eine Öffnung bzw. ein Kanal 50 läuft durch das Flanschteil 16, um einen Durchlaß für die Einführung von Reagenzien oder die Entfernung von Produkten und den Ersatz des Elektrolyten in der Vorrichtung zu bilden. Eine Elektrodenkomponente 36 ist in eine Lage auf die Zapfen 18 aufgesetzt, daß sie koplanar oder planar unterhalb einer Dichtungsfläche 16A auf dem Flanschteil 16 liegt.

Eine elektrische Verbindungseinrichtung 21 ist außerhalb angeordnet und bildet ein einstückiges Teil des Flanschteils 16. Diese Verbindungseinrichtung 21 ist an einer Stelle 20 mit einer (nicht dargestellten) Spannungsquelle verbunden. Elektrischer Strom fließt von der Verbindungseinrichtung 21, durch das Flanschteil 16 und durch das Trägerteil 17 zu den Zapfen 18. Danach fließt der Strom durch die Zapfen 18 und durch eine Zwischenplatte (falls vorhanden) zur Elektrodenkomponente 36. Die Verbindungseinrichtung 21 kann unterschiedliche Formen besitzen und mit unterschiedlichen Teilen des Übertragungselementes für elektrischen Strom verbunden sein. Beispielsweise kann sie mit dem Trägerteil 17 oder dem Flanschteil 16 verbunden oder einstückig ausgebildet sein. Es kann auch mehr als eine Verbindungseinrichtung verwendet

Fig. 2 zeigt eine Anschlußvorrichtung 10 mit einem Übertragungselement 14 für elektrischen Strom, das eine elektrolytische Kammer 22 bildet, wenn eine elektrochemische Einheit im Bereich der Anschlußvorrichtung vorgesehen wird.

Zur Abdeckung des Übertragungselementes 14 für elektrischen Strom auf der einem Elektrolyten ausgesetzten Seite ist eine Zwischenplatte 26 vorgesehen. Diese Zwischenplatte kann beispielsweise für die Anodenanschlußvorrichtung aus einer einzigen Titanplatte hergestellt werden. Die Zwischenplatte kann heiß gepreßt werden, um auf die Flächen des Trägerteils 17 aufgepreßt zu werden. Die Zwischenplatte 26 kann ggf. die Dichtungsflächen 16A des Flanschteils 16 bedecken. Dies schützt das Übertragungselement 14 für elektrischen Strom gegen die korrosive Umgebung der Zelle. Das Übertragungselement 14 für elektrischen Strom ist vorzugsweise so ausgebildet, daß sein Flanschteil 16 nicht nur als Umfangsgrenze einer elektrolytischen Kammer 22 sondern auch zur Abdichtung benachbarter Einheiten zur Bildung der elektrolytischen Kammer 22 dient. Die Zwischenplatte ist vorzugsweise zur Minimierung von Verwerfungen mit einem Minimum an Spannungen hergestellt. Die Vermeidung derartiger Spannungen in der Zwischenplatte erfolgt durch Heißpressen der Zwischenplatte bei einer erhöhten Temperatur von 482°C bis 704°C. Sowohl das Zwischenplattenmetall als auch die Presse werden vor dem Pressen der Zwischenplatte in die gewünschte Gestalt auf diese erhöhte Temperatur gebracht. Die Zwischenplatte kann in der geheizten Presse gehalten und in einem programmierten Zyklus abgekühlt werden, um die Bildung von Spannungen in ihr bei Abkühlung auf Raumtemperatur zu vermeiden.

Die generelle Auffassung der Zwischenplatte 26 auf das Übertragungselement 14 für elektrischen Strom ist aus Fig. 2 ersichtlich. Die Zwischenplatte 26 umfaßt hohle in sie gepreßt Kappen 32. Diese Kappen 32 besitzen eine interne Kontur, welche in einfacher Weise an die externe Kontur der Zapfen 18 angepaßt ist. Die Kappen 32 sind jedoch hohl und nicht aus Vollmaterial hergestellt, wie dies bei den Zapfen 18 der Fall ist. Die Kappen 32 besitzen eine solche Größe und sind so beabstandet, daß sie auf die Zapfen 18 und ggf. auf Zwischenmetallscheiben 30 und 31 aufgepaßt sind, wenn diese Elemente miteinander verschweißt werden. Die Form der Zapfen 18 und der Kappen 32 ist nicht kritisch. Sie kann in Schnitten entweder parallel oder senkrecht zum ebenen Träger 17 quadratisch, rechteckförmig, konisch, zylindrisch oder anderweitig geformt sein. Die Zapfen 18 können zur Bildung einer Folge von beabstandeten Rippen, die über die Fläche des Trägerteils 17 verteilt sind, langgestreckte Gestalt besitzen. Darüber hinaus können die Kappen 32 und die Zapfen 18 unterschiedlich geformt sein. Ihre Enden 28 sind jedoch vorzugsweise eben und liegen alle in der gleichen imaginären geometrischen Ebene. Tatsächlich können diese Zapfen 18 und Kappen 32 so geformt und angeordnet sein, daß sich im Bedarfsfall eine Führung des Elektrolyten und eine Gaszirkulation ergibt.

Die Zwischenplatte 26 kann an den Innenseiten 34 der Kappen 32 mit den Enden 28 der Zapfen 18 über schweißbar kompatible Zwischenmetallscheiben 30 und 31 durch Widerstandsschweißen verbunden werden.

Die Zwischenplattenflächen 42 können bei Ineingriffstehen mit den Dichtungsflächen 16A ggf. an diesen Stellen verschweißt werden. Eine im wesentlichen hydraulisch undurchlässige Ionenaustauschmembran 27 kann zwischen die Anschlußvorrichtung 10 und die elektrochemische Einheit 11 gemäß Fig. 3 eingesetzt werden. Beispiele für derartige Ionenaustauschmembrane 27 zur Verwendung in der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in folgenden US-PSen beschrieben: 3909378, 4329435, 4065366, 4116888, 4126588, 4209635, 4212713, 4251333, 4270996, 4123336, 4151053, 4176215, 4178218, 4340680, 4357218, 4025405, 4192725, 4330654, 4337137, 4337211, 4358412 und 4358545.

Natürlich kann im Rahmen der Erfindung die zwischen den Anschlußvorrichtungen 10 angeordnete Elektrolysezelle eine Mehrkammer-Zelle unter Verwendung von mehr als einer Membran, beispielsweise eine Dreikammerzelle mit zwei Membranen sein, wobei derartige Abstände zwischen den Membranen vorgesehen sind, daß sich eine Kammer zwischen ihnen ergibt und auf der entgegengesetzten Seite jeder Membran zwischen jeder Membran und der entsprechenden unipolaren Einheit eine Kammer gebildet wird.

Fig. 3 zeigt eine Anordnung einer Anschlußvorrichtung 10 und einer in unipolarer Weise verwendeten elektrochemischen Einheit 11. Diese beiden Einheiten bzw. Vorrichtungen sind einander in Wirkverbindung zugeordnet.

Anschlußeinheiten 10 besitzen keine Zwischenplatte 26, während die elektrochemische Einheit 11 auf ihren Seiten eine Zwischenplatte 26 und 26A besitzt. Die elektrochemische Einheit 11 trägt eine der Ladung auf der Anschlußvorrichtung 10 entgegengesetzte elektrische Ladung. Beispielsweise kann die Anschlußvorrichtung 10 über eine elektrische Verbindungseinrichtung 21 mit dem negativen Pol einer Spannungsquelle verbunden sein, wodurch sie negativ aufgeladen wird und als Kathode wirkt. Entsprechend kann die elektrochemische Einheit 11 über eine elektrische Verbindung 19 mit dem positiven Pol einer Spannungsquelle verbunden werden, so daß sie positiv aufgeladen wird und damit als Anode wirkt. Jede Einheit bzw. Vorrichtung ist von der benachbarten Einheit bzw. Vorrichtung durch eine Ionenaustauschmembran 27 getrennt.

Der Zusammenbau der beiden elektrochemischen Einheiten bzw. Anschlußvorrichtungen 10 und 11 benachbart zueinander, führt zur Bildung einer Anzahl von Hohlräumen zwecks Realisierung einer Katholytkammer 24 sowie eines Paares von Anolyt-Kammern 22. Die Katholyt-Kammer 24 besitzt zwei Durchlässe 51 und 56, welche sie mit dem Äußeren der Zelle verbinden. Diese Durchlässe 51, 56 können zur Einführung von Reagenzien in die Zelle, beispielsweise durch den Durchlaß 56, sowie zur Entfernung von Produkten aus der Zelle, beispielsweise durch den Durchlaß 51 dienen.

Entsprechend besitzen die Anolytkammern 22 Einlaßdurchlässe 58 und Auslaßdurchlässe 52.

Der Kanal 50 im Flanschteil 16 enthält vorzugsweise Düsen, welche an der Zwischenplatte 26 befestigt werden können. Im dargestellten Ausführungsbeispiel besitzt die elektrochemische Einheit 11 zwei Anoden 46 und 46A, während die Anschlußvorrichtung 10 eine Kathode 36 besitzt.

Fig. 4 zeigt eine Anordnung einer Anschlußvorrichtung 10 und einer elektrochemischen Einheit 11, die in bipolarer Weise verwendet werden. Diese Ausführungsform besitzt eine Anodenanschlußvorrichtung 10 mit einer benachbart zu ihr angeordneten elektrochemischen Einheit 11. Viele Elemente dieser erfindungsgemäßen Ausführungsformen sind bereits oben diskutiert worden. Aus diesem Grunde werden hier lediglich die Hauptunterschiede erläutert. Bipolare Zellen führen elektrischen Strom von einem Ende einer Folge von Zellen zum anderen Ende der Folge. Der Strom verläuft durch das Übertragungselement 14 für elektrischen Strom von einer Seite zur anderen Seite. Lediglich die Anschlußvorrichtungen 10 einer bipolaren Folge besitzen elektrische Verbindungseinrichtungen 21. Es ist darauf hinzuweisen, daß die elektrochemische Einheit 11 keine elektrischen Verbindungseinrichtungen 21 besitzt. Sie erhält elektrischen Strom von einer benachbarten bipolaren Einheit (nicht dargestellt).

Diese beiden Einheiten bzw. Vorrichtungen 10 und 11 sind in Wirkverbindung zueinander angeordnet und auf beiden Seiten ihres Übertragungselementes 14 für elektrischen Strom ausgekleidet. Die Anodenseiten der Einheiten bzw. Vorrichtungen sind mit einer Titanzwischenplatte 26 ausgekleidet, während die Kathodenseite der Einheit mit einer Nickel-Zwischenplatte 25 ausgekleidet ist. Die Zwischenplatten 25, 26 und die Flanschteile 16 des Übertragungselementes 14 für elektrischen Strom sind im oben beschriebenen Sinne aneinander angepaßt.

Es sind Kathodenkammern 24 und Anodenkammern 22 sowie Kathoden 36 und Anoden 46 vorhanden. Die Anschlußvorrichtung 10 besitzt einen Einlaßdurchlaß 58 und einen Auslaßdurchlaß 52 zur Einführung von Reagenzien in die Zelle und zur Entfernung von Elektrolyseprodukten aus der Zelle. Die benachbarte Einheit bzw. Vorrichtung besitzt Einlässe und Auslässe 56 und 51 zur Einführung und Entfernung von Material aus der Katholytkammer 24 sowie Einlässe und Auslässe 52 und 58 zur Einführung und Entfernung von Materialien aus der Kammer 22.

Die Anode und die Kathode sind voneinander durch eine Ionenaustauschmembran 27 getrennt. Dichtungen 44 tragen zur Abdichtung von Kammern bei.

Aus Gründen der Strömungsmediumdichtung zwischen der Ionenaustauschmembran 27 und der Dichtungsfläche 16A ist es zweckmäßig, die Zwischenplatten 26 und 25 schalenförmig mit einer von ihrem Umfang ausgehenden versetzten Lippe 42 auszubilden. Die Lippe 42 ist bündig an der Dichtungsfläche 16A des Flanschteils 16 angepaßt. Der Umfang der Ionenaustauschmembran 27 ist bündig an der Zwischenplattenlippe 42 angepaßt, während eine Umfangsdichtung 44 bündig an der anderen Seite des Umfangs der Ionenaustauschmembran 27 angepaßt ist. In Zellenfolgen gemäß Fig. 3 ist die Dichtung 44 bündig an der Querdichtungsfläche 16B des Flanschteils 16 und bündig an der Ionenaustauschmembran 27 angepaßt, wenn keine Zwischenplatte 26 vorhanden ist.

Zwar ist nur eine Dichtung 44 dargestellt; erfindungsgemäß können jedoch auf beiden Seiten der Ionenaustauschmembran 27 Dichtungen verwendet werden. Weiterhin ist es auch möglich, auf die Verwendung einer Lippe 42 zu verzichten.

In einer Elektrolysezellenfolge, in denen wäßrige Lösungen aus Natriumchlorid zur Bildung eines Ätzmittels und/oder Wasserstoffgas in einer Katholyt-Kammer einer Elektrolyse unterworfen werden, sind Eisenmetalle, wie beispielsweise Stahl, für die Metallkomponenten der Katholyt-Kammer bei den meisten Zellenbetriebstemperaturen und Ätzmittelkonzentrationen, beispielsweise unter etwa 22% Ätzmittel und Zellentemperaturen unter etwa 85°C zweckmäßig. Wird das Übertragungselement 14 für elektrischen Strom aus einem Eisenmetall, wie beispielsweise Stahl, hergestellt und wird ein Ätzmittel bei Konzentrationen unterhalb von etwa 22% bei einer Zellenbetriebstemperatur von etwa 85°C hergestellt, so ist eine schützende Zwischenplatte 26 nicht erforderlich. Sie kann jedoch zum Schutz des Übertragungselementes 14 für elektrischen Strom gegen Korrosion in einer Katholyteinheit vorgesehen werden.

Es ist darauf hinzuweisen, daß Elektroden 36, 46 und 46A mit ebenen Oberflächen nach innen gegen das Übertragungselement 14 für elektrischen Strom und von der Ionenaustauschmembran 27 weg gerollte Umfangsränder besitzen. Dies erfolgt, um manchmal zackige Kanten dieser Elektroden nicht mit der Ionenaustauschmembran 27 in Kontakt treten zu lassen, und diese zu beschädigen. Es sind auch andere Möglichkeiten der Installierung der Elektroden zur Realisierung des gleichen Zwecks anwendbar.

Beim Betrieb der in Rede stehenden elektrochemischen Zellen als Chlor-Alkali-Zelle wird eine Natriumchlorid-Salzlösung in die Anolyt-Kammern 22 und ggf. Wasser in die Katholyt-Kammern 24 eingebracht. Von einer (nicht dargestellten) Spannungsquelle fließt elektrischer Strom zwischen den Anoden 46 und 46A sowie der Kathode 36. Die bei diesem Strom auftretende Spannung reicht aus, um in der Salzlösung elektrolytische Reaktionen zu bewirken. An der Anode 46 und 46A wird Chlorgas erzeugt, während an der Kathode 46 Ätzmittel und Wasserstoff erzeugt wird.

Gegebenenfalls kann auf einer Seite der Kathode ein Sauerstoff enthaltendes Gas eingeführt und die Kathode als Sauerstoff-Entpolarisierungskathode betrieben werden. Ebenso kann Wasserstoff auf einer Seite der Anode eingeleitet und die Anode als entpolarisierende Anode betrieben werden. Die Art der Elektroden und die Art ihres Betriebs sind an sich bekannt. Es sind konventionelle Mittel zur getrennten Handhabung von gasförmigen und flüssigen Reagenzien an einer entpolarisierten Kathode verwendbar.

Beispiel 1

Für eine unipolare Elektrolyse-Zellenanordnung mit einer Größe von 61 × 61 cm wurden vier Übertragungselemente für elektrischen Strom gegossen.

Diese Elemente werden aus duktilem Eisen ASTM A536, GRD65-45-12 mit identischen Gußabmessungen gegossen. Die bearbeiteten Rohlinge wurden untersucht und als frei von Oberflächendefekten befunden. Die Primärabmessungen betrugen: Außenabmessungen 61 × 61 cm, ebenes Trägerteil 17 mit einer Dichte von 2 cm, 16 Zapfen 18 mit jeweils einem Durchmesser von 2,5 cm auf beiden Seiten des Trägerteils 17 direkt gegenüberliegend, ein um den Umfang des Trägerteils 17 laufenden Flanschteil 16 mit einer Dicke von 6,4 cm und einer Dichtungsfläche 16A mit einer Breite von 2,5 cm. Bearbeitet wurden die Dichtungsflächen 16A auf beiden Seiten des Flanschteils 16 und die Oberseite jedes Zapfens 18 (jeder in einer einzigen Ebene und parallel zur gegenüberliegenden Seite bearbeitet).

Die Kathodenzelle enthielt 0,9 mm dicke Schutzzwischenplatten 26 aus Nickel auf jeder Seite des Übertragungselementes 14 für elektrischen Strom. Einlaß- und Ausgangsdüsen ebenfalls aus Nickel wurden vor dem Punktschweißen der Zwischenplatten 26 an das Übertragungselement 14 für elektrischen Strom mit den Zwischenplatten 26 verschweißt. Die fertige Anordnung enthielt katholytisch beschichtete Nickelelektroden, die an der Stelle jedes Zapfens 18 mit den Zwischenplatten 26 durch Punktschweißen verbunden waren.

Die Kathodenanschlußeinheit entsprach der Kathodenzelle mit der Ausnahme, daß eine Schutzzwischenplatte aus Nickel auf einer Seite sowie eine zugehörige Nickel-Elektrode nicht erforderlich waren. Die Anodenzelle enthielt 0,9 mm dicke Schutzzwischenplatten aus Titan auf jeder Seite des Übertragungselementes 14 für elektrischen Strom. Ebenfalls aus Titan hergestellte Einlaß- und Ausgangsdüsen wurden vor dem Verbinden der Zwischenplatten 26 mit dem Übertragungselement 14 für elektrischen Strom durch Punktschweißen mit den Zwischenplatten 26 verschweißt. Die fertige Anordnung enthielt mit den Zwischenplatten 26 an den Stellen der Zapfen 18 über eine Metallzwischenscheibe aus Vanadium durch Punktschweißen verbundene Titan-Elektroden.

Die Anodenanschlußvorrichtung 10 entsprach der Anodenzelle mit der Ausnahme, daß eine Schutzzwischenplatte aus Titan auf einer Seite ebenso wie eine zugehörige Titanelektrode nicht erforderlich waren.

Beispiel 2

Zur Bildung einer elektrolytischen Zellenanordnung wurden zwei unipolare Einheiten und zwei gemäß Beispiel 1 hergestellte Anschlußvorrichtungen 10 verwendet. Durch Zusammenbau der Anoden-Anschlußvorrichtung einer unipolaren Kathodenvorrichtung, einer unipolaren Anodenvorrichtung sowie einer Kathoden-Anschlußvorrichtung mit drei Schichten einer

Ionenaustauschmembran 27 aus Fluorpolymer wurden drei elektrolytische Zellen gebildet. Die Ionenaustauschmembran 27 wurden lediglich auf der Kathodenseite so abgedichtet, daß der Spalt von Elektrode zu Elektrode 1,8 mm und der Spalt von Kathode zu Membran 1,2 mm betrug. Der Betriebsdruck des Katholyten war um 140 mm Wassersäule größer als der Anolyt-Druck zur hydraulischen Halterung der Ionenaustauschmembran 27 gegen die Anode.

Die oben beschriebene unipolare, mit Spalten versehene elektrochemische Zellenanordnung wurde mit zirkulierenden Elektrolyten betrieben. Der Gesamtfluß zu den drei parallel betriebenen Anodenkammern betrug etwa 4,9 l pro Minute. Die Zufuhr von Salzlösung zum rezirkulierenden Anolyten betrug etwa 800 ml pro Minute an frischer Salzsäure bei etwa 25,2 Gew.-% NaCl und einem pH-Wert von 11. Der rezirkulierende Anolyt enthielt etwa 19,2 Gew.-% NaCl und betrug einen pH-Wert von etwa 4,5. Der Druck der Anolyt-Schleife betrug etwa 1,05 kg/cm². Die parallele Speisung der drei Kathodenkammern betrug etwa 5,7 l/min. Das Kondensataufkommen zu dieser Strömung betrug etwa 75 ml/min. Die Zellenbetriebstemperatur betrug etwa 90°C. Die Elektrolyse wurde bei etwa 0,31 A/cm² durchgeführt.

Unter diesen Bedingungen erzeugte die elektrochemische Zellenanordnung etwa 33 Gew.-% NaOH und Chlorgas mit einer Reinheit von etwa 98,1 Vol.-%. Die mittlere Zellenspannung betrug etwa 3,10 V und der Stromwirkungsgrad wurde zu etwa 95 % bestimmt.

Die Zellenspannungen waren stabil, und es wurde im Betrieb kein Lecken des Elektrolyten beobachtet.

Beispiel 3

Es wurden sechs Übertragungselemente 14 für elektrischen Strom für eine unipolare Elektrolyse-Zellenanordnung mit einer Größe von 61 × 122 cm gegossen. Diese Elemente wurden später zur Bildung von drei kathodischen unipolaren Elektrolysezellen und drei anodischen unipolaren Elektrolysezellen verwendet.

Alle Zellenstrukturen wurden aus duktilem Eisen ASTM A536, GRD 65-45-12 gegossen und waren in ihren Gußabmessungen identisch. Die bearbeiteten Rohlinge wurden untersucht und als von Oberflächendefekten frei befunden. Die Primärabmessungen betrugen: Außenabmessungen 58 × 128 cm, ebenes Trägerteil mit einer Dicke von 2,2 cm, 2,5 cm breite Dichtungsfläche auf einem am Umfang des Trägerteils verlaufenden Flanschteil 16 mit einer Breite von 6,4 cm, 28 Zapfen 18 auf einer Seite und 30 Zapfen 18 auf der anderen Seite des Trägerteils 17. Die Zapfen 18 besaßen jeweils einen Durchmesser von 2,5 cm und waren in bezug auf das ebene Trägerteil 17 gegeneinander versetzt (die Zapfen 18 hätten im Bedarfsfall auch direkt einander gegenüberliegend gegossen werden können).

Die Dichtungsflächen 16A (beide Seiten parallel) und die Enden 28 der Zapfen 18 waren bearbeitete Bereiche (jede Seite wurde in einer einzigen Ebene und parallel zur anderen Seite bearbeitet). Düsenruten (Einlaß und Auslaß auf jeder Seite) wurden ebenfalls auf Endabmessungen bearbeitet.

Die Kathodenzelle enthielt 0,9 mm dicke Schutzzwischenplatten aus Nickel auf jeder Seite der Zellstruktur. Ebenfalls aus Nickel hergestellte Einlaß- und Ausgangsdüsen wurden vor dem Verbinden der Zwischenplatten 26 mit den Übertragungselement 14 für elektrischen Strom durch Punktschweißen mit den Zwischenplatten 26 verschweißt. Die fertige Anordnung enthielt mit den Zwischenplatten 26 durch Punktschweißen verbundene Nickel-Elektroden (auf beiden Seiten) an den Stellen der Zapfen 18.

Die Anodenzelle enthielt 0,9 mm dicke Zwischenplatten 26 aus Titan auf jeder Seite des Übertragungselementes 14 für elektrischen Strom. Ebenfalls aus Titan hergestellte Einlaß- und Ausgangsdüsen wurden vor dem Verbinden der Zwischenplatten 16 mit dem Übertragungselement 14 für elektrischen Strom durch Punktschweißen mit den Zwischenplatten 26 verschweißt. Die fertige Anordnung enthielt mit den Zwischenplatten 26 (beide Seiten) an den Stellen der Zapfen 18 durch Punktschweißen verbundene Titan-Elektroden.

Die Elektroden wurden aus einer Titan-Platte mit einer Dicke von 1,5 mm hergestellt und zur Bildung von rautenförmigen Öffnungen mit einer Abmessung von 8 × 4 mm auf etwa 155 % gedehnt. Die Platte wurde mit einer katholytischen Schicht aus einem Mischoxid aus Ruthenium und Titan beschichtet. Die beschichtete Titan-Platte wurde an den Stellen der Zapfen 18 mit der Zwischenplatte 26 durch Punktschweißen verbunden.

Eine dünnere Titanplatte mit einer Dicke von 0,5 mm wurde zur Bildung von rautenförmigen Öffnungen mit einer Abmessung von 4 × 2 mm auf etwa 140 % gedehnt. Die Platte wurde ebenfalls mit einer katalytischen Schicht aus einem Mischoxid aus Ruthenium und Titan beschichtet und auf dickere Platte durch Punktschweißen aufgebracht.

Die Nickel-Kathoden wurden aus einer groben Nickelplatte mit einer Dicke von 2 mm hergestellt und zur Bildung von Öffnungen mit einer Abmessung von 8 × 4 mm gedehnt. Die Platte wurde mit der Nickel-Zwischenplatte 26 an den Stellen der Zapfen durch Punktschweißen verbunden. Drei Schichten aus gewelltem Nickeldrahtgewebe mit einem Durchmesser von 0,2 mm zur Bildung einer federnd kompressiblen Matte wurden auf die Nickel-Platte aufgebracht.

Ein netzförmiger Nickelschirm aus Nickel-Draht mit einem Durchmesser von 0,2 mm wurde mit einer katholytischen Schicht aus einer Mischung aus Nickel und Ruthenium beschichtet und auf die federnd kompressible Masse aufgebracht.

Die vollständige Filterpressen-Zellenanordnung wurde durch Einbringen von Kationenaustauschmembranen zwischen benachbarte Kathoden und Anoden geschlossen. Die Membranen wurden zwischen die sich gegenüberliegenden Flächen der beschichteten dünneren Titan-Platte (Anode) und den netzförmigen beschichteten Nickel-Schirmen (Kathode) federnd zusammengepreßt.

Die Elektrolyse einer Natriumchlorid-Lösung wurden unter den folgenden Betriebsbedingungen in der Zelle durchgeführt:

Anolyt-Konzentration:	200 g/l NaCl
Anolyt-pH-Wert:	4 bis 4,1
Katholytkonzentration:	35 Gew.-% NaOH
Temperatur des Anolyten:	90 °C
Stromdichte:	3 000 A/m ²

Nach 60 Tagen Betriebsdauer lag die gemessene Zellenspannung zwischen 3,07 und 3,23 V, der Kathodenwirkungsgrad bei etwa 95 % und die Chlorgas-Reinheit bei etwa 98,6 %. Es wurden keine Leckvorgänge oder andere Probleme beobachtet, wobei die Zelle glatt arbeitete.

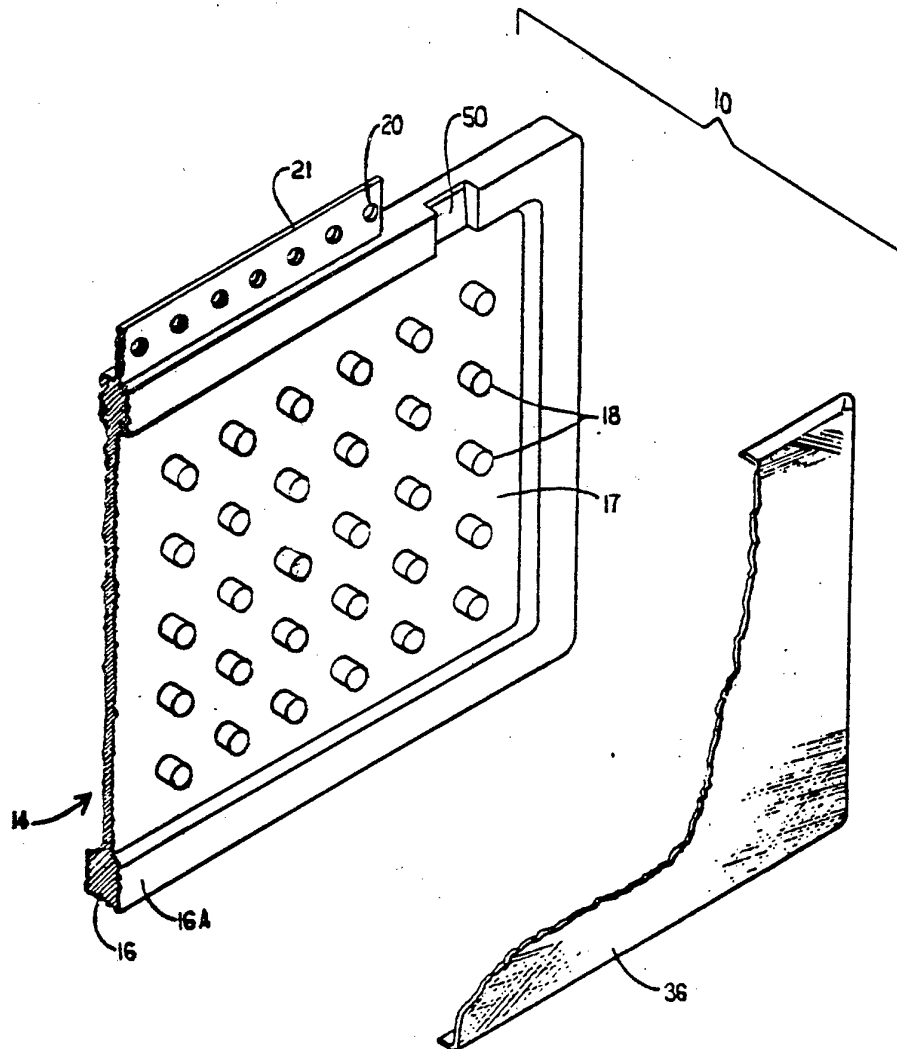


FIG. 1

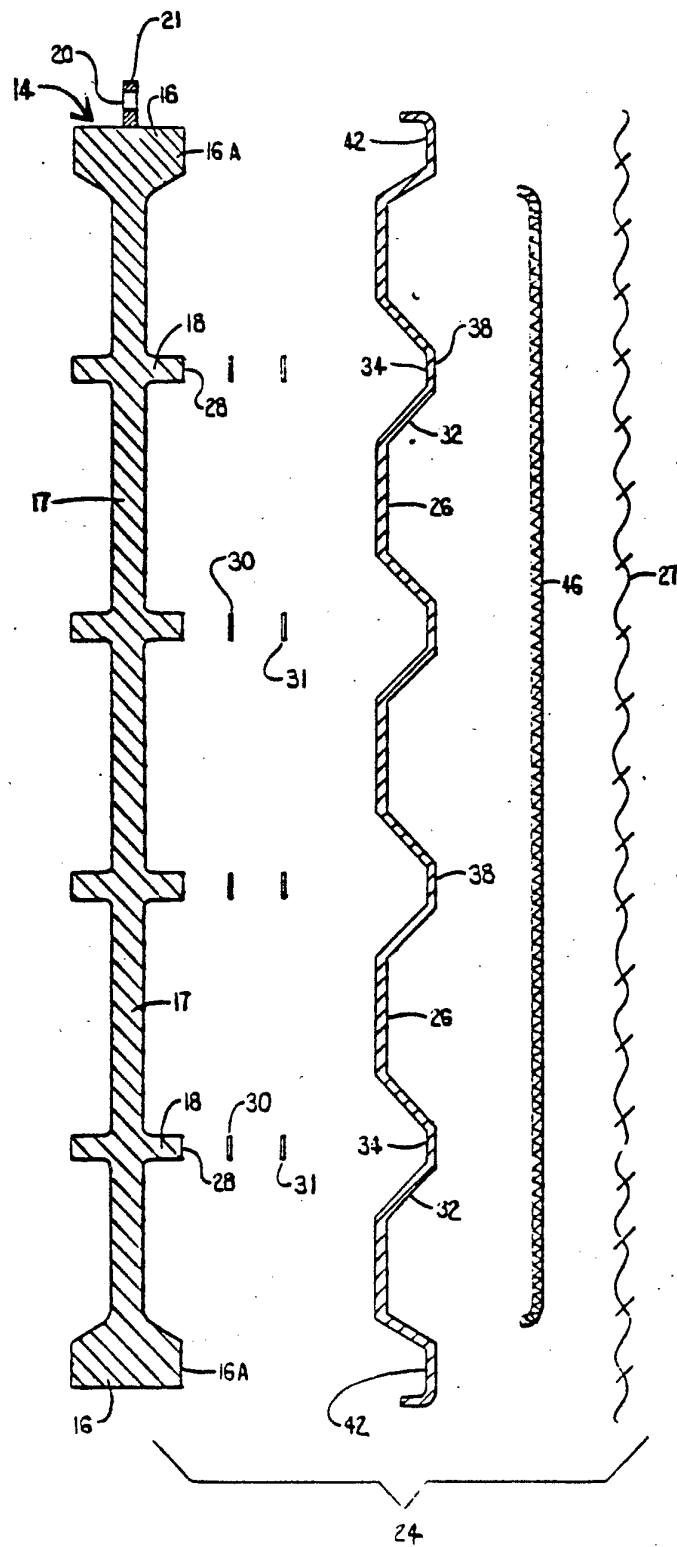


FIG.2

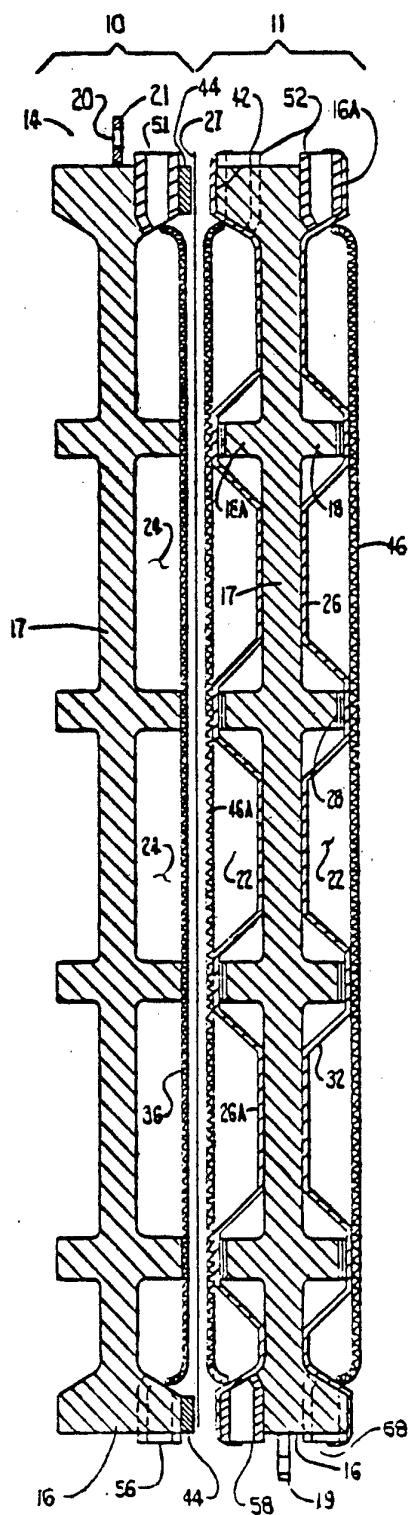


FIG.3

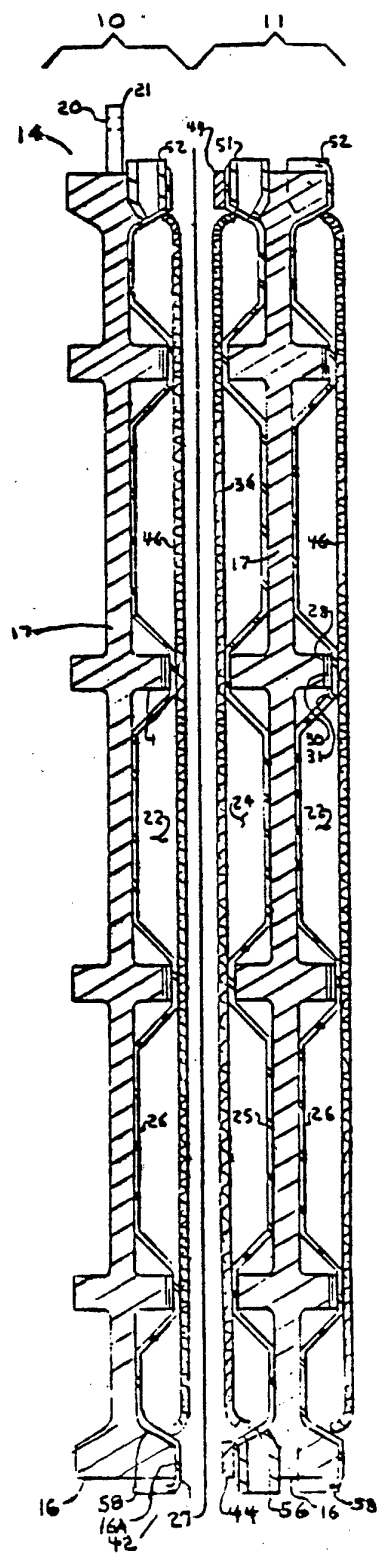


FIG. 4