



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 697 30 141 T2 2005.07.14

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 931 359 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 697 30 141.9

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US97/15951

(96) Europäisches Aktenzeichen: 97 940 964.6

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 98/015019

(86) PCT-Anmeldetag: 09.09.1997

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 09.04.1998

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 28.07.1999

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 04.08.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 14.07.2005

(51) Int Cl.⁷: H01M 2/00

H01M 2/14, H01M 2/16, H01M 2/18

(30) Unionspriorität:

725286 02.10.1996 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Energy Research Corp., Danbury, Conn., US

(72) Erfinder:

FAROOQUE, Mohammad, Huntington, US;
DOYON, David, Joel, Bantam, US; PRIMERANO,
Thomas, Michael, Torrington, US; MEACHAM, B.,
G., Shaker Heights, US

(74) Vertreter:

Abitz & Partner, 81679 München

(54) Bezeichnung: BIPOLARER PLATTENSEPARATOR

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**Hintergrund der Erfindung**

[0001] Diese Erfindung betrifft Brennstoffzellenanordnungen und insbesondere verbesserte bipolare Separatoren, die in solchen Anordnungen verwendet werden.

[0002] In einer typischen Brennstoffzellenanordnung sind Brennstoffzelleneinheiten übereinander gestapelt, um einen Brennstoffzellenstapel zu bilden. Jede von den Brennstoffzelleneinheiten umfasst eine Elektrolytkomponente, die zwischen einer Anoden- und Kathodenkomponente eingefügt ist. Die Anoden- und Kathodenkomponente wiederum umfassen eine Anoden- und Kathodenelektrode und einen gewellten Anoden- und Kathodenstromkollektor.

[0003] Eine Fläche der Anodenkomponente stößt an die Elektrolytkomponente an, während die andere Fläche an den Anodenstromkollektor anstößt. Ähnlich stößt eine Fläche der Kathodenelektrode an die Elektrolytkomponente an, während die andere Fläche an den Kathodenstromkollektor anstößt.

[0004] Eine erste und zweite Separatorplatte stoßen dann an den Anoden- bzw. Kathodenstromkollektor an. Die Separatorplatten sind wesensmäßig bipolar, wobei sie eine Kathodenfläche, die mit Oxidationsmittelgas verträglich ist, und eine Anodenfläche, die mit Brennstoffgas verträglich ist, aufweisen. Die erste Separatorplatte wird dann mit ihrer Anodenfläche an den Anodenstromkollektor der Anodenkomponente anstoßend platziert. Die zweite Separatorplatte wiederum wird mit ihrer Kathodenfläche an den Kathodenstromkollektor des Kathodenelements anstoßend platziert.

[0005] Die erste und zweite Separatorplatte bilden mit dem benachbarten Anoden- und Kathodenstromkollektor Anoden- und Kathodengaskanäle. Diese Kanäle nehmen die respektiven Brennstoff- und Oxidationsmittelgase auf, die chemisch durch die Brennstoffzelleneinheit zu Elektrizität umgewandelt werden.

[0006] Während der erste und zweite bipolare Separator eine Brennstoffzelleneinheit vervollständigen, wirkt jeder auch als ein bipolarer Separator für die vorhergehenden und nachfolgenden Brennstoffzelleneinheiten in dem Brennstoffzellenstapel. Folglich stößt im Fall der ersten Separatorplatte ihre Kathodenfläche an den Kathodenstromkollektor des Kathodenelements der vorhergehenden Brennstoffzelleneinheit an. Im Fall der zweiten Separatorplatte stößt ihre Anodenfläche an den Anodenstromkollektor des Anodenelements der nachfolgenden Brennstoffzelleneinheit an.

[0007] In einer Form von bipolarem Separator, der bis heute in Gebrauch ist, umfasst der Separator eine Edelstahlplatte mit einer Nickelplattierung auf einer Oberfläche. Die Edelstahloberfläche der Platte ist eine Oxidationsmittelgas-verträgliche Oberfläche, während die Nickelplattierungsoberfläche eine Brennstoffgas-verträgliche Oberfläche ist. Diese Platte ist typischerweise einem kostspieligen und komplexen Biegeprozess ausgesetzt, der ein separates Biegen von jeder der vier Seiten der Platte erfordert.

[0008] Bei aufwärts gekehrter Nickeloberfläche werden eine entgegengesetzte erste und zweite Seite nach oben und herum gebogen, so dass sie zwei Schienen bilden, wobei die Edelstahloberfläche von jeder Schiene auswärts gekehrt ist. Diese Schienen bilden Nassdichtungen mit dem Elektrolytelement und verhindern infolgedessen, dass jegliches Brennstoffgas aus dem Anodenelement herausleckt. Die gebildeten Edelstahlnassdichtungen sind mit einer Aluminisierungsschicht beschichtet, die diese Oberflächen in Kontakt mit der Elektrolytmatrix gegen übermäßige Korrosion schützt. Die Nassdichtungen schützen auch die Edelstahloberflächen des Kathodenteilraums dagegen, mit dem Brennstoffgas in Kontakt zu kommen. Zusätzlich beeinflusst die Außenluftumgebung diese Schienen nicht nachteilig, da ihre aluminisierten Edelstahloberflächen mit Oxidationsmittelgas verträglich sind.

[0009] Die dritte und vierte Seite der Separatorplatte werden nach unten und herum gebogen, wobei weitere Schienen gebildet werden, wobei die Nickelplattierte Oberfläche der Schienen auswärts angeordnet ist oder freiliegt. Diese Schienen bilden auch Nassdichtungen mit dem Elektrolytelement, die eine Leckage von Oxidationsmittelgas von dem Oxidationsmittelelement verhindern und die Nickeloberflächen im Anodenteilraum gegen einen Kontakt mit dem Oxidationsmittelgas schützen. Jedoch sind, während die Schienen gegen das Oxidationsmittelgas im Kathodenelement geschützt sind, die Nickeloberflächen der Schienen noch der Luft in der Außenumgebung ausgesetzt. Wenn zugelassen wird, dass dies auftritt, oxidiert und korrodiert das Oxidationsmittelgas in der Luft die Nickelplattierung. Ein direktes Beschichten der Nickeloberfläche mit einer Aluminisierungsschicht hat sich als erfolglos erwiesen, was auf die Bildung von instabilen Nickelaluminid-Verbindungen zurückzuführen ist, die während eines Brennstoffzellenbetriebs abplatzen.

[0010] Demgemäß wird, um dies zu verhindern, die Nickelplattierung von den Schienenoberflächen entfernt, um den darunterliegenden Elektrolytoxidationsmittel-verträglichen Edelstahl freizulegen, der dann zum Elektrolytkorrosionsschutz aluminisiert wird. Der Entfernungsprozess, der für die Nickelplattierung verwendet wird, ist jedoch kostspielig und weist typi-

scherweise nachteilige Umgebungsbegleiterscheinungen auf. Ein normaler Prozess, der verwendet wird, ist chemisches Ätzen.

[0011] Wie ersichtlich ist, erhöhen die vorgenannten Prozeduren eines Entfernens der Nickelplattierung von der Platte und eines Biegens der bipolaren Platte die Gesamtkosten von jeder Platte und deshalb jeder Brennstoffzelleneinheit. Ein Verringern oder Beseitigen dieser Prozeduren würde für den Brennstoffzellenhersteller folglich äußerst vorteilhaft sein. Eine andere Schwierigkeit, die bei Brennstoffzelleneinheiten angetroffen wird, ist Elektrolytverlust und/oder -fehlverteilung. Dies tritt insbesondere auf, wenn eine große Anzahl von Einheiten in einem Stapel angeordnet sind. Während eines Betriebs erfahren die Brennstoffzelleneinheiten Elektrolytverluste von Verdampfung, Reaktion mit Korrosionsprodukten und Kriechen oder Migration typischerweise vom positiven (Kathoden) Ende zum negativen (Anoden) Ende des Stapels. Eine solche Elektrolytbewegung kann dazu führen, dass Einheiten in Richtung auf das positive Ende des Stapels an Elektrolyt "verhungert" sind, und diejenigen Einheiten am negativen Ende mit überschüssigem Elektrolyt "überflutet" sind. Beide Bedingungen können zu reduzierter Brennstoffzellen(und Stapel)-Leistungsfähigkeit und in extremen Fällen verkürzter nutzbarer Betriebslebensdauer führen.

[0012] Typischerweise wird der Zellelektrolyt in entweder einem oder beiden von den Elektrodenporenvolumina der Brennstoffzelleneinheiten vor Stapeln der Einheit gespeichert. Dies begrenzt die Menge an Zellelektrolyt darauf, was durch die Elektrodenporenvolumina aufgenommen werden kann. Auf Grundlage einer typischen Zellkonstruktion sagen Elektrolyt-Modelluntersuchungen voraus, dass diese Menge für 40000 Stunden eines Brennstoffzellenbetriebs nicht ausreichend ist. Etwas Elektrolyt kann in dem kathodenseitigen gewellten Stromkollektor gespeichert sein, jedoch kann dies zu erhöhtem Widerstand gegen eine Oxidationsmittelgasströmung während einer Stapelkonditionierung führen, was zu hohen Zell- und Manifoldstaudrucken führt. Eine beschleunigte Korrosion des gewellten Materials kann auch erfolgen, wenn überschüssiger Elektrolyt durch die aktiven Komponenten nicht mittels Dachtwirkung aufgesaugt wird. Folglich würde es äußerst wünschenswert sein, in jeder Brennstoffzelleneinheit eine Komponente bereitzustellen, die entweder ein "Reservoir" von Elektrolyt für diejenigen Zellen, die Elektrolytverluste erfahren, oder eine "Senke" von Elektrolyt-absorbierendem Material für diejenigen Zellen, die Elektrolyt während eines Brennstoffzellenbetriebs gewinnen, bereitstellen kann.

[0013] Eine Separatorplatte und eine Brennstoffzellenanordnung gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 13 sind von der JP-02 078157 A und der DE 44 43 688 C bekannt. Diese Schriftstücke offen-

baren bipolare Separatoren, umfassend eine Platte und Schienen, die sich entlang den Rändern der Platte erstrecken. Die Schienen sind durch Aufwärtsbiegen der Schienen entlang von zwei entgegengesetzten Rändern und Abwärtsbiegen entlang den anderen entgegengesetzten Rändern gebildet. Die freiliegenden Oberflächen des einen Paars von Schienen ist deshalb angrenzend an die eine Oberfläche der Platte, während das andere Paar von entgegengesetzten Schienen angrenzend an die andere Oberfläche der Platte ist. Die freiliegenden Oberflächen von einem Paar von Schienen muss behandelt werden, um jegliche Nickelplattierung von ihnen zu entfernen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0014] Die Erfindung wie in den Ansprüchen 1 und 13 offenbart, löst das Problem, wie ein bipolarer Separator bereitzustellen ist, der einfacher herzustellen ist, während er gegen Korrosion beständig ist.

[0015] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist der bipolare Separator aus einer Platte mit einer entgegengesetzten ersten und zweiten Oberfläche gebildet, die mit Brennstoffgas bzw. einem Oxidationsmittelgas verträglich sind. Die Platte ist mit einem mittigen Bereich ausgebildet, wobei sich ein erster und zweiter entgegengesetzter Trog von einer ersten und zweiten entgegengesetzten Seite des mittigen Bereichs erstrecken und wobei sich ein dritter und vierter entgegengesetzter Trog von einer dritten und vierten entgegengesetzten Seite des mittigen Bereichs erstrecken.

[0016] In den Gebieten seiner dritten und vierten Seite ist der mittige Bereich um- und herumgebogen, so dass der dritte und vierte Trog dem mittigen Bereich zugekehrt und zu ihm benachbart sind. Die erste Oberfläche des Separators definiert die Erstreckung einer ersten Oberfläche des mittigen Bereichs und die Erstreckungen der inneren Oberflächen der Tröge des Separators. Ähnlich definiert die zweite Oberfläche des Separators die Erstreckungen einer zweiten entgegengesetzten Oberfläche eines mittigen Bereichs und die Erstreckungen der äußeren Oberflächen der Tröge.

[0017] Bei dieser Konfiguration für den bipolaren Separator kann der Separator durch Stanzen oder Ziehen und mit einem einzigen Biegevorgang gebildet werden. Außerdem sind die Schienen des Separators durch die Tröge gebildet, deren Oberflächenbereiche, die der Luft der Umgebung ausgesetzt sind, aus der zweiten Oberfläche bestehen, die Oxidationsmittelgas-verträglich ist. Kein Verarbeiten zur Entfernung des Materials des Separators ist folglich notwendig. Folglich ergibt sich ein insgesamt einfacherer und weniger kostspieliger bipolarer Separator.

[0018] Der bipolare Separator der vorliegenden Er-

findung hilft beim Elektrolytmanagement in einem Brennstoffzellenstapel. Der erste und zweite Trog des bipolaren Separators sind angepasst, um eine Verteilung oder Absorption von Elektrolyt zu ermöglichen. Insbesondere sind diese Tröge mit Öffnungen versehen, durch die Elektrolyt zur Verteilung abgegeben oder zur Absorption aufgenommen werden kann. Für Zelleneinheiten, in denen sich überschüssiger Elektrolyt ansammelt, kann ein Elektrolyt-absorbierendes Material in dem ersten und zweiten Trog angeordnet sein. Überschüssiger Elektrolyt kann folglich mittels Dochtwirkung durch die Öffnungen in die Tröge gefördert und absorbiert werden. Andererseits kann für Zelleneinheiten, die an Elektrolyt erschöpft werden, überschüssiger Elektrolyt in den Trögen angeordnet werden und mittels Dochtwirkung durch die Öffnungen gefördert werden, wenn der Elektrolyt in der Zelleneinheit erschöpft wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] Die obigen und andere Merkmale und Aspekte der vorliegenden Erfindung werden beim Lesen der folgenden ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen ersichtlicher, bei denen

[0020] die [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) einen bipolaren Separator gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung darstellen;

[0021] [Fig. 2](#) ein Flussdiagramm darstellt, das die Schritte zum Bilden des bipolaren Separators der [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) wiedergibt; und

[0022] [Fig. 3](#) die Bildung einer Brennstoffzelleneinheit unter Verwendung des bipolaren Separators darstellt, der in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) dargestellt ist.

Ausführliche Beschreibung

[0023] Die [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) stellen einen bipolaren Separator **1** gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung dar. Wie dargestellt, umfasst der Separator **1** eine Platte **2** mit einer ersten und zweiten Oberfläche **2A** und **2B**. Die erste Oberfläche ist mit einer Brennstoffgas(z. B. einer Wasserstoff)-Umgebung verträglich, und die zweite Oberfläche ist mit einer Oxidationsmittelgasumgebung verträglich. Typischerweise kann die Platte **2** aus Edelstahl gebildet sein, der mit Oxidationsmittelgas verträglich ist und der mit einem Laminat oder einer Plattierung, wie z. B. Nickel, versehen ist, die mit Brennstoffgas verträglich ist, um die erste Oberfläche zu bilden.

[0024] Wie ersichtlich ist, umfasst die Platte **2** einen mittigen Bereich **3** mit einer ersten und zweiten entgegengesetzten Seite **3A** und **3B** und einer dritten und vierten entgegengesetzten Seite **3C** und **3D**.

[0025] Ein trog- oder kastenförmiges Gebiet erstreckt sich von jeder entgegengesetzten Seite. Folglich erstrecken sich entgegengesetzte Tröge **4A** und **4B** von den Seiten **3A** bzw. **3B**, und entgegengesetzte Tröge **4C** und **4D** erstrecken sich von den Seiten **3C** bzw. **3D**. Die Brennstoffgas-verträgliche Oberfläche **2A** des Separators **1** definiert folglich die Erstreckung von einer Oberfläche des mittigen Bereichs und die Erstreckungen der inneren Oberflächen der Tröge **4A–4D**. Ähnlich definiert die Oxidationsmittelgas-verträgliche Oberfläche **2B** des Separators **1** die Erstreckung der anderen Oberfläche des mittigen Bereichs und die Erstreckungen der äußeren Oberflächen der Tröge **4A–4D**.

[0026] Wie in [Fig. 1B](#) dargestellt, sind die Tröge **4C** und **4D** entlang Faltlinien **5A** und **5B** an den Seiten **3C** und **3D** des mittigen Bereichs **3** auch um- und herumgebogen. Diese Tröge sind folglich im vervollständigten Separator **1** dem mittigen Bereich **3** an den Seiten **3C** und **3D** zugekehrt und stoßen an ihn an.

[0027] Bei dieser Konfiguration des bipolaren Separators **1** bilden die Tröge **4A** und **4B** Schienen, die zu Nassdichtungen für das Kathodenelement führen, wenn der Separator in einer Brennstoffzelleneinheit verwendet wird. Die Tröge **4C** und **4D** wiederum bilden Schienen, die zu Nassdichtungen für das Anodenelement der Brennstoffzelleneinheit führen. Außerdem sind aufgrund der Art eines Bildens des Separators sämtliche Oberflächen der Schienen, die der Außenluftumgebung ausgesetzt sind, Teile der zweiten Oberfläche, d. h. sind Edelstahl, und deshalb Oxidationsmittelgas-verträglich. Infolgedessen wird eine Korrosionsbeständigkeit der Nassdichtungsbereiche beibehalten, ohne dass irgendeine Nickelplattierung vom Separator entfernt werden muss.

[0028] Die Separatorplatte der [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) kann durch einen einfachen Stanz- oder Ziehvorgang hergestellt sein, kombiniert mit oder gefolgt von einem begrenzten Biegevorgang. Da Biegen nur auf den Seiten **3C** und **3D** des mittigen Bereichs **3** erforderlich ist, braucht die Platte nur in zwei Richtungen überdimensioniert zu sein. Außerdem brauchen, da alle freiliegenden Oberflächen der Schienen aus Oxidationsmittel-verträglichem Material sind, die Schienen nicht weiter verarbeitet zu werden, um dies zu erreichen.

[0029] [Fig. 2](#) stellt die Verarbeitungsschritte zum Bilden der Separatorplatte dar. In einem ersten Schritt wird ein Metallrohling zuerst dimensioniert. Der dimensionierte Rohling wird dann zu einem Stanz- und Faltvorgang transportiert, in dem die Tröge **4A–4B** gebildet werden, und dann werden die Tröge **4A–4D** gebildet und in Position gefaltet. Darauffolgend werden die Ecknähte von benachbarten Trögen geschweißt, und dann werden die freiliegenden

Schienenoberflächen aluminisiert, um den Oxidationsmittel-verträglichen Oberflächen eine zusätzliche Korrosionsbeständigkeit zu verleihen. Dies vervollständigt das Plattenverarbeiten.

[0030] [Fig. 3](#) stellt eine Brennstoffzelleneinheit **10** dar, umfassend eine obere und untere bipolare Platte **1**, wie in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) dargestellt. Die Brennstoffzelleneinheit umfasst weiter ein Kathodenelement **11**, das aus einer Kathodenelektrode **11A** und einem Kathodenstromkollektor **11B** mit einer Oberfläche besteht, die an eine Oberfläche der Kathodenelektrode anstößt. Das Kathodenelement **11** erstreckt sich über die Länge und Breite des mittigen Bereichs **3** des oberen bipolaren Separators **1**. Insbesondere stoßen die Längsenden des Elements an die Tröge **4A** und **4B** an, und die lateralen Enden erstrecken sich zu den Seiten **3C** und **3D** des mittigen Bereichs **3**. Die Höhe des Kathodenelements **11** ist gleich derjenigen der Tröge **4A** und **4B**, so dass das Element **11** und die Tröge eine bündige Oberfläche bilden. Eine Elektrolytmatrix oder Tile **12** stößt an die Gesamtheit dieser Oberfläche an und erstreckt sich darüber.

[0031] Ein Anodenelement **13**, das aus einer Anodenelektrode **13A** und einem gewellten Anodenstromkollektor **13B** gebildet ist, folgen auf das Matrixelement **12**. Eine Fläche der Anodenelektrode **13A** stößt an die Matrix **12** an, während die andere Fläche an eine Oberfläche des Anodenstromkollektors **13B** anstößt und sie trägt. Die andere Oberfläche des Anodenstromkollektors **13B** ruht auf dem mittigen Bereich **3** der unteren Separatorplatte **1**.

[0032] Das Anodenelement **13** erstreckt sich lateral zwischen den Trögen **4C** und **4D** der unteren Separatorplatte **1** und in Längsrichtung zu den Enden **3A** und **3B** des mittigen Bereichs **3** dieser Platte. Abstandshalterelemente **14** und **15** passen in die letztgenannten Tröge, so dass sie mit dem mittigen Bereich **3** der Separatorplatte **1** bündig sind.

[0033] Die Abstandshalterelemente **14** und **15** umfassen Separatorsegmente **14A** und **15A**, die aus Hartnickel- oder Inconelblechmaterial gebildet sind, und Stromkollektorsegmenten **14B** und **15B**. Die Elemente **14B** und **15B** sind von ausreichender Höhe, um die Tiefe der Tröge **4A** und **4B** aufzunehmen.

[0034] Das Anodenelement **13** sitzt auf einer ebenen Oberfläche, die durch die Kombination aus mittigem Bereich **3** der Separatorplatte und den ebenen Oberflächen **14A** und **15A** der Abstandshalterelemente **14** und **15** gebildet ist. Die Anodenelektrode **13A** des Anodenelements **13** liefert eine ebene Oberfläche zum Aufsitzen der unteren Oberfläche der Elektrolytmatrix **12**. Wie ersichtlich ist, wirken die Tröge **4A** und **4B** der oberen Separatorplatte **1** und die Tröge **4C** und **4D** der unteren Separatorplatte **1** als

Schienen, und die Oberflächen dieser Schienen bilden Nassdichtungen mit der Matrix **12**. Diese Nassdichtungen wiederum bewahren das Oxidationsmittelgas und Brennstoffgas vor einer Leckage aus den Gaskammern, die durch die Kathoden- und Anoden-elemente der Separatorplatten gebildet werden, so dass ein Gasübergang und Gasentweichen aus der Brennstoffzelleneinheit verhindert wird. Außerdem sind die freiliegenden Oberflächen der Schienen alle aus einem Oxidationsmittel-verträglichen Material gebildet, d. h. aluminisiertem Edelstahl, und deshalb sind sie äußerst beständig gegen Oxidation und Korrosion von der Luft in der Umgebung.

[0035] In einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der bipolare Separator der Erfindung weiter angepasst, um ein Elektrolytmanagement für die Brennstoffzelleneinheit zu fördern. Dies ist in [Fig. 3](#) dargestellt, in der die Tröge **4A** und **4B** des oberen und unteren bipolaren Separators **1** angepasst sind, um entweder ein Verteilen von Elektrolyt zu oder Absorbierten von Elektrolyt von der Elektrolytmatrix **12** der Einheit zu ermöglichen. Folglich sind in [Fig. 3](#) die Tröge **4A** und **4B** von jedem Separator **1** mit Durchgangsöffnungen **6** versehen, die eine Einrichtung bereitzustellen, durch die Elektrolyt mittels Dachtwirkung zu oder von der Matrix **12** gefördert werden kann.

[0036] Wenn die Zelleneinheit **10** in einen Brennstoffzellenstapel gesetzt wird, wo die Einheit nach Elektrolyt hungrig, d. h. an der positiven (Kathoden) Seite des Stapels, können die Tröge **4A** und **4B** mit Elektrolyt gefüllt werden. In einem solchen Fall wirken die Tröge als ein Reservoir für die Brennstoffzelleneinheit **10**, und Elektrolyt wird mittels Dachtwirkung durch die Öffnungen **6** gefördert, wenn der Elektrolyt in der Matrix **12** der Zelleneinheit erschöpft wird.

[0037] Der Elektrolyt, der verwendet wird, um die Tröge **4A** und **4B** zu füllen, kann in einer Pulver-, Granulat- oder Pastenform vorliegen. Außerdem kann er in einem porösen Keramikbett von einer gegebenen Porenstruktur enthalten sein, um Elektrolyt zur Zelleneinheit **10** nach Bedarf über die ganze Lebensdauer der Einheit zuzuführen. Indem man die Porenstruktur dieses Keramikmaterials geringfügig größer macht als diejenige der Matrix **12**, wird Elektrolyt durch die Öffnungen **6** in die Matrix **12** an den Nassdichtungsbereichen gezogen, wo er am meisten benötigt wird. Dies tritt auf, ohne dass die Anoden- oder Kathodenelemente nachteilig beeinflusst werden, die gegen überschüssigen Elektrolyt leistungsempfindlich sein können, so dass eine vollständige Porenvolumenfüllung beibehalten wird, die für einen Brennstoffzellenbetrieb erforderlich ist.

[0038] Auf diese Weise wird Elektrolyt zur Matrix **12** freigegeben, wenn benötigt, ohne dass die Brennstoffzelleneinheit **10** mit einer Überversorgung von

Elektrolyt am Anfang eines Stapelbetriebs überflutet wird, wenn er nicht benötigt wird. Auf Grundlage einer typischen Konstruktion ist es berechnet worden, dass auf diese Weise zusätzlich 5 bis 8% des gesamten Zellenelektrolyts für 40000 Betriebsstunden gespeichert werden können. Alternativ können, wenn die Brennstoffzelleneinheit **10** im Brennstoffzellenstapel zu platzieren ist, wo sie mit Elektrolyt überflutet wird, d. h. an der negativen (Anoden) Seite des Stapels, die Tröge **4A** und **4B** mit einem porösen Element eines Elektrolyt-absorbierenden Materials, wie z. B. Keramik, gefüllt werden, um als eine Senke für überschüssigen Elektrolyt zu wirken. Typische Keramiken könnten γ -LiAlO₂ oder Al₂O₃ sein.

[0039] Indem man die Porenstruktur des porösen Keramikelements geringfügig größer macht als diejenige des Elektrolyts, wird überschüssiger Elektrolyt in der Matrix **12** mittels Dochtwirkung durch die Öffnungen **6** in die Porenoberflächen des Keramikelements gefördert. Das Element wirkt folglich als eine Senke für den überschüssigen Elektrolyt, wobei verhindert wird, dass die Elektrode überflutet wird und ein resultierendes Leistungsvermögen abnimmt.

[0040] In allen Fällen versteht es sich, dass die oben beschriebenen Anordnungen für die vielen möglichen speziellen Ausführungsformen, die Anwendungen der vorliegenden Erfindung darstellen, bloß veranschaulichend sind. Zahlreiche und verschiedene andere Anordnungen können in Übereinstimmung mit den Prinzipien der vorliegenden Erfindung leicht ersonnen werden, ohne dass man vom Bereich der Erfindung abweicht.

Patentansprüche

1. Bipolarer Separator (**1**) zur Verwendung mit einer Brennstoffzelle, der ein Brennstoffgas und ein Oxidationsmittelgas zugeführt wird, wobei der bipolare Separator (**1**) umfasst:

eine Platte (**2**) mit einer entgegengesetzten ersten und zweiten Oberfläche (**2A**, **2B**), die mit einem Brennstoffgas bzw. einem Oxidationsmittelgas verträglich sind, wobei die Platte (**2**) weiter aufweist: einen mittigen Bereich (**3**), eine entgegengesetzte erste und zweite Schiene, die sich von einer entgegengesetzten ersten und zweiten Seite (**3A**, **3B**) des mittigen Bereichs (**3**) erstrecken, und eine entgegengesetzte dritte und vierte Schiene, die sich von einer entgegengesetzten dritten und vierten Seite (**3C**, **3D**) des mittigen Bereichs (**3**) erstrecken,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste, zweite, dritte und vierte Schiene durch einen ersten, zweiten, dritten und vierten Trogbereich (**4A**, **4B**, **4C**, **4D**) gebildet sind;

die erste Oberfläche (**2A**) der Platte (**2**) die Erstreckung von einer Oberfläche des mittigen Bereichs (**3**) und die Erstreckungen der inneren Oberflächen des ersten, zweiten, dritten und vierten Trogbereichs (**4A**,

4B, **4C**, **4D**) begrenzt;

die zweite Oberfläche (**2B**) der Platte (**2**) die Erstreckung von einer anderen Oberfläche des mittigen Bereichs (**3**), die zu der einen Oberfläche des mittigen Bereichs (**3**) entgegengesetzt ist, und die Erstreckungen der äußeren Oberflächen des ersten, zweiten, dritten und vierten Trogbereichs (**4A**, **4B**, **4C**, **4D**) begrenzt;

der mittige Bereich (**3**) an der dritten und vierten Seite (**3C**, **3D**) gebogen (**5A**, **5B**) ist, so dass der dritte und vierte Trogbereich (**4C**, **4D**) der einen Oberfläche des mittigen Bereichs (**3**) zugekehrt ist und an sie anstößt;

wodurch sämtliche Oberflächen der Schienen, die zur Außenluftumgebung freiliegen, Teile der zweiten Oxidationsmittel-verträglichen Oberfläche (**2B**) sind.

2. Bipolarer Separator nach Anspruch 1, bei dem: die erste Oberfläche (**2A**) Nickel umfasst; und die zweite Oberfläche (**2B**) Edelstahl umfasst.

3. Bipolarer Separator nach Anspruch 1, bei dem: einer oder mehrere des ersten und zweiten Trogbereichs (**4A**, **4B**) Durchgangsöffnungen (**6**) umfassen.

4. Bipolarer Separator nach Anspruch 3, bei dem: einer oder mehrere des ersten und zweiten Trogbereichs (**4A**, **4B**) angepasst sind, um Elektrolyt zu verteilen, indem Elektrolyt mittels Dochtwirkung durch die Durchgangsöffnungen (**6**) gefördert wird.

5. Bipolarer Separator nach Anspruch 4, weiter umfassend:
einen Elektrolyt, der in dem einen oder den mehreren von dem ersten und zweiten Trogbereich (**4A**, **4B**) angeordnet ist.

6. Bipolarer Separator nach Anspruch 5, weiter umfassend:
ein poröses Keramikbett, das in jedem von dem einen oder den mehreren von dem ersten und zweiten Trogbereich (**4A**, **4B**) angeordnet ist, das den Elektrolyt enthält und den Elektrolyt des Trogbereichs aufnimmt, in dem das Bett angeordnet ist.

7. Bipolarer Separator nach Anspruch 3, weiter umfassend:
ein erstes und zweites Abstandshalterelement (**14**, **15**), die angepasst sind, um in dem ersten und zweiten Trogbereich (**4A**, **4B**) aufgenommen zu werden, wobei jedes Abstandshalterelement Kanaleinrichtungen umfasst.

8. Bipolarer Separator nach Anspruch 3, bei dem: einer oder mehrere des ersten und zweiten Trogbereichs (**4A**, **4B**) angepasst sind, um Elektrolyt zu absorbieren, indem Elektrolyt mittels Dochtwirkung durch die Durchgangsöffnungen gefördert wird.

9. Bipolarer Separator nach Anspruch 8, weiter

umfassend:

ein Elektrolyt-absorbierendes Material, das in dem einen oder den mehreren von dem ersten und zweiten Trogbereich (**4A, 4B**) angeordnet ist, die angepasst sind, um Elektrolyt zu absorbieren.

10. Bipolarer Separator nach Anspruch 9, bei dem:

das Elektrolyt-absorbierende Material eine Keramik ist.

11. Bipolarer Separator nach Anspruch 10, bei dem:

die Keramik eines von γ -LiAlO₂ oder Al₂O₃ ist.

12. Bipolarer Separator nach Anspruch 1, bei dem:

die Platte (**2**) rechteckig ist;

der mittige Bereich (**3**) rechteckig ist;

der erste und zweite Trogbereich (**4A, 4B**) sich auf einem ersten Paar von entgegengesetzten Seiten (**3A, 3B**) des rechteckigen mittigen Bereichs (**3**) befinden; und

der dritte und vierte Trogbereich (**4C, 4D**) sich auf einem zweiten Paar von entgegengesetzten Seiten (**3C, 3D**) des rechteckigen mittigen Bereichs (**3**) befinden.

13. Brennstoffzellenanordnung, die zur Zufuhr von Oxidationsmittel- und Brennstoffgasen angepasst ist, umfassend:

mindestens einen ersten bipolaren Separator (**1**), wobei jeder bipolare Separator (**1**) umfasst: eine Platte (**2**) mit einer entgegengesetzten ersten und zweiten Oberfläche (**2A, 2B**), die mit einem Brennstoffgas bzw. einem Oxidationsmittelgas verträglich sind, wobei die Platte (**2**) weiter aufweist: einen mittigen Bereich (**3**), eine entgegengesetzte erste und zweite Schiene, die sich von einer entgegengesetzten ersten und zweiten Seite (**3A, 3B**) des mittigen Bereichs (**3**) erstrecken, und eine entgegengesetzte dritte und vierte Schiene, die sich von einer entgegengesetzten dritten und vierten Seite (**3C, 3D**) des mittigen Bereichs (**3**) erstrecken, ein Anodenelement (**13**), das sich zu den Enden der ersten und zweiten Schiene (**4A, 4B**) und zwischen der dritten und vierten Schiene der Platte des ersten bipolaren Separators (**1**) erstreckt, wobei das Anodenelement (**13**) der ersten Oberfläche (**2A**) der Platte (**2**) des ersten bipolaren Separators (**1**) zugekehrt ist und damit Kanäle begrenzt, um Brennstoffgas für das Anodenelement (**13**) aufzunehmen, dadurch gekennzeichnet, dass

die erste, zweite, dritte und vierte Schiene durch einen ersten, zweiten, dritten und vierten Trogbereich (**4A, 4B, 4C, 4D**) gebildet sind;

die erste Oberfläche (**2A**) der Platte (**2**) die Erstreckung von einer Oberfläche des mittigen Bereichs (**3**) und die Erstreckungen der inneren Oberflächen des ersten, zweiten, dritten und vierten Trogbereichs (**4A, 4B, 4C, 4D**) begrenzt;

die zweite Oberfläche (**2B**) der Platte (**2**) die Erstreckung von einer anderen Oberfläche des mittigen Bereichs (**3**), die zu der einen Oberfläche der mittigen Bereichs (**3**) entgegengesetzt ist, und die Erstreckungen der äußeren Oberflächen des ersten, zweiten, dritten und vierten Trogbereichs (**4A, 4B, 4C, 4D**) begrenzt;

der mittige Bereich (**3**) an der dritten und vierten Seite (**3C, 3D**) gebogen (**5A, 5B**) ist, so dass der dritte und vierte Trogbereich (**4C, 4D**) der einen Oberfläche des mittigen Bereichs (**3**) zugekehrt ist und an sie anstößt; wodurch sämtliche Oberflächen der Schienen, die zur Außenluftumgebung freiliegen, Teile der zweiten Oxidationsmittel-verträglichen Oberfläche (**2B**) sind.

14. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 13, weiter umfassend:

ein Elektrolytelement (**12**), das an dem Anodenelement (**13**) anstößt und sich zu den Enden des ersten und zweiten Trogbereichs (**4A, 4B**) der Platte (**2**) des ersten bipolaren Separators (**1**) und zu einer dritten und vierten Seite (**3C, 3D**) des mittigen Bereichs (**3**) der Platte (**2**) des ersten bipolaren Separators (**1**) erstreckt; und

ein Kathodenelement (**11**), das an dem Elektrolytelement (**10**) anstößt, wobei sich das Kathodenelement (**11**) zwischen dem ersten und zweiten Trogbereich (**4A, 4B**) und zu der dritten und vierten Seite (**3C, 3D**) des mittigen Bereichs (**3**) der Platte (**2**) des ersten bipolaren Separators (**1**) erstreckt.

15. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 14, bei der:

die erste Oberfläche (**2A**) der Platte des ersten bipolaren Separators Nickel umfasst; und
die zweite Oberfläche (**2B**) der Platte des bipolaren Separators Edelstahl umfasst.

16. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 14, bei der:

einer oder mehrere des ersten und zweiten Trogbereichs (**4A, 4B**) der Platte des ersten bipolaren Separators Durchgangsöffnungen (**6**) umfassen.

17. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 16, bei der:

einer oder mehrere des ersten und zweiten Trogbereichs (**4A, 4B**) der Platte (**2**) des ersten bipolaren Separators (**1**) angepasst sind, um Elektrolyt zu verteilen, indem Elektrolyt mittels Dichtwirkung durch die Durchgangsöffnungen (**6**) gefördert wird.

18. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 17, weiter umfassend:

einen Elektrolyt, der in dem einen oder den mehreren von dem ersten und zweiten Trogbereich (**4A, 4B**) der Platte des ersten bipolaren Separators angeordnet ist.

19. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 18, weiter umfassend:
ein poröses Keramikbett, das in jedem von dem einen oder den mehreren von dem ersten und zweiten Trogbereich (**4A, 4B**) angeordnet ist, das den Elektrolyt enthält und den Elektrolyt des Trogbereichs aufnimmt, in dem das Bett angeordnet ist.

20. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 16, bei der:
das Anodenelement (**13**) umfasst: ein erstes Segment, das sich zwischen der ersten und zweiten Seite des mittigen Bereichs der Platte des ersten bipolaren Separators erstreckt; und ein erstes und zweites Abstandshaltersegment (**14, 15**), die an dem ersten und zweiten Trogbereich (**4A, 4B**) der Platte des ersten bipolaren Separators anstoßen und darin aufgenommen werden, wobei das erste Segment und ein erstes und zweites Abstandshaltersegment miteinander bündig sind.

21. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 16, bei der:
einer oder mehrere des ersten und zweiten Trogbereichs (**4A, 4B**) der Platte des ersten bipolaren Separators angepasst sind, um Elektrolyt zu absorbieren, indem Elektrolyt mittels Dachtwirkung durch die Durchgangsöffnungen (**6**) gefördert wird.

22. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 21, weiter umfassend:
ein Elektrolyt-absorbierendes Material, das in dem einen oder den mehreren von dem ersten und zweiten Trogbereich (**4A, 4B**) angeordnet ist, die angepasst sind, um Elektrolyt zu absorbieren.

23. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 22, bei der:
das Elektrolyt-absorbierende Material eine Keramik ist.

24. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 23, bei der:
die Keramik eines von γ -LiAlO₂ oder Al₂O₃ ist.

25. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 14, bei der:
die Platte des ersten bipolaren Separators rechteckig ist;
der mittige Bereich der Platte des ersten bipolaren Separators rechteckig ist;
der erste und zweite Trogbereich (**4A, 4B**) sich auf einem ersten Paar von entgegengesetzten Seiten (**3A, 3B**) des rechteckigen mittigen Bereichs (**3**) befinden; und
der dritte und vierte Trogbereich (**4C, 4D**) sich auf einem zweiten Paar von entgegengesetzten Seiten (**3C, 3D**) des rechteckigen mittigen Bereichs (**3**) befinden.

26. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 14, bei der:
das Anodenelement (**13**) eine Anodenelektrode (**13A**) und eine Anodenkanaleinrichtung, die an der Anodenelektrode angebracht ist, umfasst, wobei die Anodenelektrode an dem Elektrolytelement anstößt und die Anodenkanaleinrichtung an der ersten Oberfläche des ersten bipolaren Separators anstößt und damit Kanäle zur Aufnahme von Brennstoffgas begrenzt; und
das Kathodenelement eine Kathodenelektrode und eine Kathodenkanaleinrichtung, die an der Kathodenelektrode angebracht ist, umfasst, wobei die Kathodenelektrode an dem Matrixelement anstößt.

27. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 26, bei der:
ein zweiter bipolare Separator (**1**) zu dem Kathoden-element (**11**) benachbart ist, wobei die zweite Oberfläche des zweiten bipolaren Separators an der Kathodenkanaleinrichtung anstößt und damit Kanäle zur Aufnahme von Oxidationsmittelgas begrenzt.

28. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 27, bei der:
die Anodenkanaleinrichtung einen Anodenstromkollektor (**13B**) umfasst; und
die Kathodenkanaleinrichtung einen Kathodenstromkollektor (**11B**) umfasst.

29. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 27, bei der:
das Anodenelement (**11**) und eine Anodenkanaleinrichtung (**11B**) in ein erstes Segment und ein erstes und zweites Abstandshaltersegment (**14A, 15A**) segmentiert sind, wobei das erste Segment an dem mittigen Bereich der Platte des ersten bipolaren Separators anstößt und das erste und zweites Abstandshaltersegment an dem ersten und zweiten Trogbereich (**4A, 4B**) der Platte des ersten bipolaren Separators anstößt und darin aufgenommen wird.

30. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 29, bei der:
das Segment und ein erstes und zweites Abstandshaltersegment miteinander und dem mittigen Bereich des Anodenteilraums der bipolaren Platte bündig sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

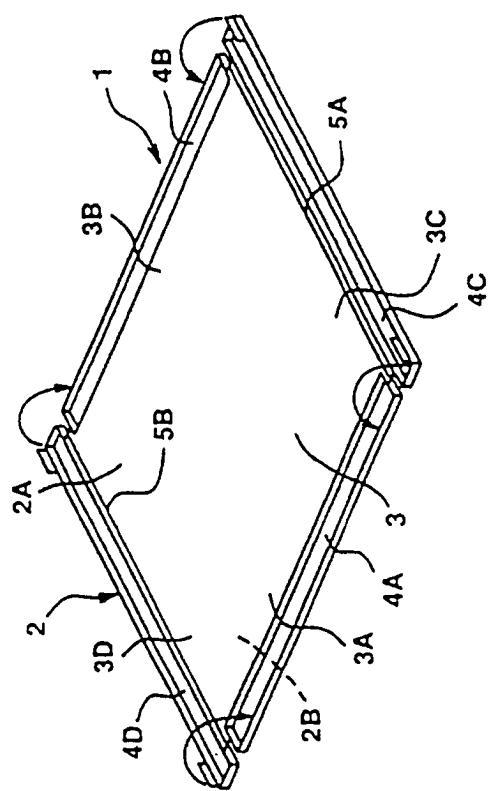


FIG. 1B

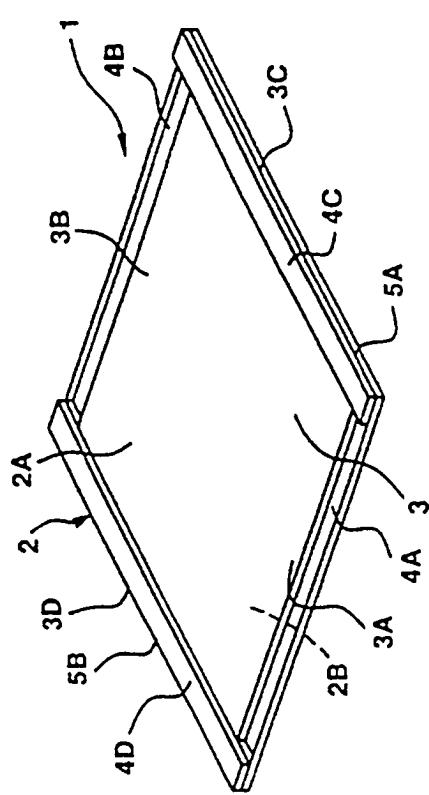


FIG. 2

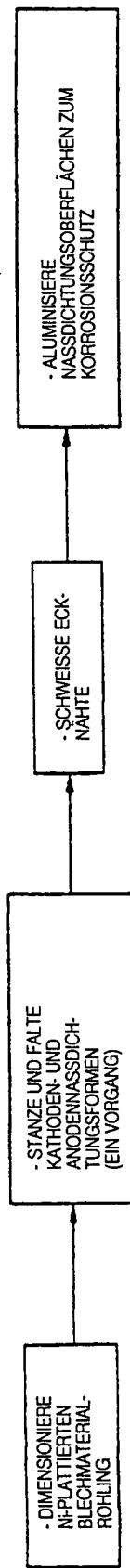


FIG.3

