



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 37 848 T2** 2008.01.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 988 655 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 37 848.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/AU98/00437**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 923 931.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/057384**

(86) PCT-Anmeldetag: **10.06.1998**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **17.12.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.03.2000**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **30.05.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.01.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01M 8/24 (2006.01)**  
**H01M 8/02 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**PO724997 10.06.1997 AU**

(73) Patentinhaber:  
**Ceramic Fuel Cells Ltd., Noble Park, AU**

(74) Vertreter:  
**COHAUSZ & FLORACK, 40211 Düsseldorf**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT, NL**

(72) Erfinder:  
**DONELSON, Richard, Mount Waverley, VIC 3149, AU; HICKEY, Darren Bawden, Mount Waverley, VIC 3149, AU**

(54) Bezeichnung: **EINE BRENNSTOFZELLENANORDNUNG**

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 eingelegt, 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

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenanordnung, die einen Stapel aus einer Vielzahl von ebenen Brennstoffzellen aufweist, und betrifft insbesondere eine derartige Brennstoffzellenanordnung, in der die Drucklast auf jeder Brennstoffzelle unabhängig von ihrer Position in dem Stapel ist.

**[0002]** Eine Brennstoffzellenanordnung, die einen Stapel aus einer Vielzahl von ebenen Brennstoffzellen aufweist, erfordert Verbindungseinrichtungen zwischen jedem Paar von benachbarten Brennstoffzellen, um elektrischen Strom und Wärme von den Brennstoffzellen zu übertragen, um den Transport von Sauerstoff enthaltendem Gas und Brennstoffgas zu den jeweiligen Seiten jeder Brennstoffzelle zu erleichtern und um das Sauerstoff enthaltende Gas und das Brennstoffgas getrennt zu halten.

**[0003]** In einer Brennstoffzellenanordnung mit einer ebenen Einzel-Brennstoffzelle sind die Verbindungseinrichtungen effektiv Endplatten, die elektrischen Strom und Wärme von der Brennstoffzelle übertragen und den Transport von Sauerstoff enthaltendem Gas und Brennstoffgas zu den jeweiligen Seiten der Brennstoffzelle erleichtern. Gleichermaßen sind die Endverbindungseinrichtungen in einem Stapel ebener Brennstoffzellen effektiv Endplatten. Nachfolgend werden jedoch der Einfachheit halber alle vorstehend genannten Verbindungseinrichtungen, sei es zwischen benachbarten Brennstoffzellen oder Endplatten, als "Verbindungselemente" bezeichnet.

**[0004]** Im allgemeinen haben die Brennstoffzellen und die Verbindungselemente die gleiche Querschnittsfläche und der elektrische Kontakt zwischen den Zellen und den Verbindungselementen und die Abdichtung der jeweiligen Seiten jeder Brennstoffzelle voneinander wird durch Verwendung der Kraft aufrechterhalten, die durch das Gewicht der Zeile(n) und/oder der Verbindungselemente oberhalb einer beliebigen Zelle ausgeübt wird. Somit sind die Brennstoffzellen in vollem Umfang belastet. Beispiele einer derartigen Anordnung sind in den internationalen Patentanmeldungen PCT/AU96/00140 und PCT/AU96/00594 beschrieben. Das Problem bei dieser Vorgehensweise liegt darin, dass die unteren Zellen in dem Stapel ein größeres Gewicht als die oberen Zellen tragen. Bei einem Stapel mit einer großen Anzahl von Brennstoffzellen kann die Last auf den unteren Zellen beträchtlich sein.

**[0005]** Die Traglast von Keramik, wie etwa bei einer Festkeramik-Elektrolyt-Brennstoffzelle, ist bei Druck wesentlich höher als bei Zug und die vorstehend beschriebene, die volle Last tragende Anordnung geht davon aus, dass in einem perfekten System die Zellen nur eine Drucklast tragen. Dieses Modell der abschließlichen Druckbelastung erfordert eine nahezu

perfekte Flachheit aller Last tragenden Teile, da eine Unebenheit zu Zugkräften in der Struktur und zu einem möglichen Bruch der Brennstoffzellen führt. In der Praxis ist es nicht möglich, eine derartige Qualität der Flachheit in allen Last tragenden Teilen sicherzustellen.

**[0006]** Das Problem des möglichen Bruchs von Festkeramik-Elektrolyt-Brennstoffzellen aufgrund von auf sie während der Verwendung wirkenden Zugkräften war in der Vergangenheit aufgrund der relativ hohen Festigkeitsstruktur von früher vorgeschlagenen Brennstoffzellen, wie zum Beispiel den in den vorstehend genannten internationalen Patentanmeldungen beschriebenen, nicht sehr im Vordergrund gestanden. Bei diesem Typ von Brennstoffzelle ist die Festkeramik-Elektrolytschicht im Vergleich zu den Anoden- und Katodenschichten, die auf die jeweiligen Seiten aufgebracht sind, relativ dick und hat eine beträchtliche Festigkeit. Neuere Entwicklungen haben jedoch Festkeramik-Elektrolyt-Brennstoffzellen eingeführt, in welchen die Elektrolytschicht wesentlich dünner ist und nicht eine primär Last tragende Schicht ist. An Stelle dessen wirkt die poröse Anodenschicht als die primär Last tragende Schicht und ungleichmäßige oder übermäßige Lasten, die an diese Brennstoffzellen angelegt werden, können sehr zerstörerisch sein.

**[0007]** Ein weiteres Problem bei einer Brennstoffzelle in einem Stapel, die die volle Masse der Brennstoffzellen und Verbindungen über sich trägt, liegt darin, dass die relativ schwachen porösen Elektroden-schichten der Brennstoffzelle unter der Last kollabieren können.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung ist insbesondere auf eine Brennstoffzellenanordnung gerichtet, die eine ebene Brennstoffzelle aufweist, die eine Elektrolytschicht mit einer Anodenschicht auf einer Seite und einer Katodenschicht auf der anderen Seite hat, welche Brennstoffzelle zwischen und in elektrischem Kontakt mit jeweiligen Verbindungselementen angeordnet ist, wobei Kanaleinrichtungen für Sauerstoff enthaltendes Gas zwischen der Katodenschicht und dem benachbarten Verbindungselement gebildet sind und Brennstoffgas-Kanaleinrichtungen zwischen der Anodenschicht und dem benachbarten Verbindungselement gebildet sind und Brennstoffgas-Kanaleinrichtungen zwischen der Anodenschicht und dem benachbarten Verbindungselement gebildet sind.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung ist ferner insbesondere auf eine Brennstoffzellenanordnung gerichtet, die einen Stapel aus einer Vielzahl von ebenen Brennstoffzellen aufweist, die jeweils eine Elektrolytschicht enthalten, die eine Anodenschicht auf einer Seite und eine Katodenschicht auf der anderen Seite hat, sowie eine Vielzahl von Verbindungselementen,

wobei jede Brennstoffzelle zwischen und in elektrischem Kontakt mit einem benachbarten Paar von Verbindungselementen angeordnet ist, wobei Kanaleinrichtungen für Sauerstoff enthaltendes Gas zwischen der Katodenschicht jeder Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement gebildet sind und Brennstoffgas-Kanaleinrichtungen zwischen der Anodenschicht jeder Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement gebildet sind.

**[0010]** Die europäische Patentanmeldung EP 0568991 beschreibt eine Brennstoffzellenanordnung, enthaltend einen Stapel aus einer Vielzahl von ebenen Brennstoffzellenstrukturen, die jeweils eine Brennstoffzelle und ein einzelnes Verbindungselement auf einer Seite enthalten. Jede Brennstoffzellenstruktur ist in einer hohlen Platte angeordnet und von einer benachbarten Brennstoffzellenstruktur durch eine hohle Zwischenplatte getrennt, wobei das Verbindungselement einer Brennstoffzellenstruktur in elektrischem Kontakt mit der Anode einer benachbarten Brennstoffzellenstruktur durch ein filzartiges leitfähiges Nickel-Metallmaterial gehalten wird, das in der hohlen Zwischenplatte angeordnet ist. Jede Brennstoffzelle trägt die Last des zugehörigen Verbindungselements. Ferner wird jede Brennstoffzellenstruktur zwischen einem Dichtungselement und Einlassbegrenzungselementen der benachbarten Zwischenplatten zusammengedrückt, so dass immer noch zunehmende Drucklasten auf Brennstoffzellen unten im Stapel ausgeübt werden können.

**[0011]** Die europäische Patentanmeldung EP 0698936 beschreibt eine Brennstoffzellenanordnung, die einen Stapel aus einer Vielzahl von ebenen Brennstoffzellenstrukturen enthält, die jeweils eine Brennstoffzelle und ein einzelnes Verbindungselement auf einer Seite aufweisen. Jede Brennstoffzellenstruktur ist in einer hohlen Platte angeordnet und ist von einer benachbarten Brennstoffzellenstruktur durch einander gegenüberliegende dünne Lamellen getrennt, die einen Teil der hohlen Platte bilden und die die Brennstoffzellenstruktur relativ zu den hohlen Platten eng an ihrem Platz halten. Das Verbindungselement einer Brennstoffzellenstruktur wird in elektrischem Kontakt mit der benachbarten Elektrode einer benachbarten Brennstoffzellenstruktur durch ein flexibles leitfähiges Material, wie etwa ein filzartiges Nickelmaterial gehalten, das in der zwischen den einander gegenüberliegenden dünnen Lamellen angeordneten hohlen Platte angeordnet ist.

**[0012]** Das britische Patent GB 1588100 zeigt eine Batterie aus einer Vielzahl von Fluid-Elektrolyt-Brennstoffzellen mit Elektroden auf, die aus katalytischem Material in Pulverform und Abstandsgittern zur Unterstützung des katalytischen Materials bestehen. Druckkissen sind vorgesehen, um die gesamte Anordnung zusammenzupressen, die zwischen den

Abstandsgittern von jeweils zwei benachbarten Brennstoffzellen der Batterie und an den Enden der Batterie metallische Kontaktstücke aufweist, die als Stromsammeler verwendet werden. Jedes der metallischen Kontaktstücke enthält einen Hohlraum, in den ein druckbeaufschlagtes Medium eingespeist wird, um einen gleichförmigen Druck auf das katalytische Material von benachbarten Zellen auszuüben, wobei die Hohlräume der Kontaktstücke der Batterie vorteilhafterweise durch Kanäle mit dem Versorgungssystem eines der gasförmigen Reaktanten für die Brennstoffzellenbatterie verbunden sind.

**[0013]** In der GB 1588100 ist die elektrolytische Einheit jeder Fluid-Elektrolyt-Brennstoffzelle, die zwei Asbest-Diaphragmen aufweist, die durch einen Tragrahmen beabstandet sind, der beispielsweise aus drei Nickel-Gittern besteht (durch welche bei der Verwendung elektrolytisches Fluid geleitet wird), in Ausnahmungen von Kunststoffrahmen in dem Brennstoffzellegehäuse verbunden. Der Effekt davon ist, dass jede Brennstoffzelle in ihrer Position relativ zu dem Gehäuse fixiert ist und dass zunehmende Drucklasten auf die elektrolytischen Einheiten der Brennstoffzellen unten in der Batterie aus Brennstoffzellen ausgeübt werden können.

**[0014]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die vorstehend beschriebenen Nachteile des Standes der Technik abzumildern.

**[0015]** Gemäß vorliegender Erfindung wird eine Brennstoffzellenanordnung geschaffen, enthaltend einen Stapel aus einer Vielzahl von ebenen Brennstoffzellen, die jeweils eine Elektrolytschicht mit einer Anodenschicht auf einer Seite und einer Katodenschicht auf der anderen Seite aufweist, und eine Vielzahl von Verbindungselementen, wobei jede Brennstoffzelle zwischen und in elektrischem Kontakt mit einem benachbarten Paar von Verbindungselementen angeordnet ist, wobei Kanaleinrichtungen für Sauerstoff enthaltendes Gas zwischen der Katodenschicht jeder Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement gebildet sind und Brennstoffgas-Kanaleinrichtungen zwischen der Anodenschicht jeder Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement gebildet sind, wobei eine Kammer mit größerer Höhe als die Dicke der jeweiligen Brennstoffzelle zwischen den benachbarten Verbindungselementen in jedem Paar gebildet ist, innerhalb welcher die Brennstoffzelle aufgenommen ist, wobei eine elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung ebenfalls innerhalb der Kammer in elektrischem Kontakt mit einer ersten Seite der Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement angeordnet ist und die Brennstoffzelle zu dem benachbarten Verbindungselement auf ihrer zweiten Seite drängt, um die Brennstoffzelle in elektrischem Kontakt mit beiden Verbindungselementen zu halten, und wobei jede Brennstoffzelle innerhalb der jeweiligen Kam-

mer, abgesehen von der zugehörigen elektrisch leitfähigen kompressiblen Einrichtung, verschieblich aufgenommen ist.

**[0016]** Durch diese Anordnung wird die Drucklast auf jede Brennstoffzelle durch die jeweiligen kompressiblen Einrichtungen geschaffen. Auf diese Weise ist die Drucklast auf jede Brennstoffzelle unabhängig von der Position der Brennstoffzelle in dem Stapel. Dies bedeutet, dass eine verminderte Drucklast auf jede Brennstoffzelle ausgeübt werden kann, was insbesondere für den vorstehend beschriebenen Typ der Festkeramik-Elektrolyt-Brennstoffzellen vorteilhaft ist, in welchen die Elektrolytschicht nicht eine hauptsächlich Last tragende Schicht ist. Es bedeutet auch, dass die Lastbedingungen in jeder Kammer über den ganzen Stapel die gleichen sein können, so dass die Eigenschaften der in dem Stapel verwendeten Materialien nicht entsprechend der Position der Brennstoffzellen im Stapel variieren müssen.

**[0017]** Die Erfindung ist auch auf eine Brennstoffzellenanordnung anwendbar, die eine einzelne Brennstoffzelle enthält. Demgemäß schafft die Erfindung ferner eine Brennstoffzellenanordnung, enthaltend eine ebene Brennstoffzelle, die eine Elektrolytschicht mit einer Anodenschicht auf einer Seite und einer Katodenschicht auf der anderen Seite aufweist, wobei die Brennstoffzelle zwischen und in elektrischem Kontakt mit jeweiligen Verbindungselementen angeordnet ist, wobei Kanaleinrichtungen für Sauerstoff enthaltendes Gas zwischen der Katodenschicht und dem benachbarten Verbindungselement gebildet sind und Brennstoffgas-Kanaleinrichtungen zwischen der Anodenschicht und dem benachbarten Verbindungselement gebildet sind, wobei eine Kammer mit größerer Höhe als die Dicke der Brennstoffzelle zwischen den Verbindungselementen definiert ist, innerhalb welcher die Brennstoffzelle aufgenommen ist, wobei eine elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung ebenfalls innerhalb der Kammer in elektrischem Kontakt mit einer ersten Seite der Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement angeordnet ist und die Brennstoffzelle zu dem benachbarten Verbindungselement auf ihrer zweiten Seite drängt, um die Brennstoffzelle in elektrischem Kontakt mit beiden Verbindungselementen zu halten, und wobei die Brennstoffzelle innerhalb der Kammer, abgesehen von der elektrisch leitfähigen kompressiblen Einrichtung, verschieblich aufgenommen ist.

**[0018]** Die kompressible Einrichtung kann jede beliebige einer Vielzahl von Formen annehmen, die mindestens eine kleinste gewünschte Druckkraft auf die Brennstoffzelle auch bei der Betriebstemperatur der Brennstoffzellenanordnung aufrechterhalten. Es ist wünschenswert, dass die kompressible Einrichtung elektrischen Kontakt zwischen der Brennstoffzelle und dem Verbindungselement während der gesamten Lebensdauer der Brennstoffzelle aufrechter-

hält und dass sie somit höchstens einem minimalen Kriechen unter der Drucklast ausgesetzt ist. Jedes Kriechen sollte nicht so stark sein, als dass es die Unterbrechung des elektrischen Kontakts verursacht.

**[0019]** Vorzugsweise ist die kompressible Einrichtung auf der Anodenseite der Brennstoffzelle angeordnet. Beispiele für das Metall oder das metallische Material, das für eine oder in einer kompressiblen Einrichtung auf der Anodenseite der Brennstoffzelle verwendet werden kann, schließen Nickel, Nickel-Legierungen, wie zum Beispiel Nickel-Chrom und Nickel-Aluminium und mit Oxid-Dispersion verfestigten Nickel ein. Alternativ kann Nickel durch ein anderes geeignetes Metall oder Metalle aus den Gruppen 8–11 des Periodensystems ersetzt werden.

**[0020]** Mögliche Beispiele der kompressiblen Einrichtung zur Verwendung auf der Anodenseite der Brennstoffzelle schließen eine Struktur, wie etwa eine gewellte Metallstruktur oder ein poröses metallisches Filz ein, das bei der Betriebstemperatur eine gewisse Elastizität beibehält; sowie einen Verbundstoff aus einem porösen spröden Material und einem Metall.

**[0021]** Der Verbundstoff aus sprödem Material, wie zum Beispiel einer Keramik, und einem Metall kann so konstruiert sein, dass das spröde Material unter der angelegten Last nachgibt, jedoch nicht vollständig versagt, so dass es den Druck auf die Brennstoffzelle zwischen einem oberen und einem unteren Grenzwert aufrechterhält. Das Metall hält den elektrischen Pfad und vorzugsweise einen Wärmepfad durch den Verbundstoff aufrecht und kann eine Verstärkung für das spröde Material bieten.

**[0022]** Vorzugsweise ist die kompressible Einrichtung elastisch, so dass eine Drucklast beispielsweise während eines Temperaturzyklus der Brennstoffzellenanordnung aufrechterhalten werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Widerstand durch ein gewelltes Metall oder Metallblech geschaffen, optional mit einem im wesentlichen flachen Blech aus Metall oder metallischem Material, das zwischen dem gewellten Blech und der ersten Seite der Brennstoffzelle angeordnet ist, um eine Gleitbewegung zwischen dem gewellten Blech und der ersten Seite der Brennstoffzelle zu erleichtern, wenn das gewellte Blech komprimiert wird.

**[0023]** Das flache Blech muss den Kontakt des Gases mit der ersten Seite der Brennstoffzelle zulassen und kann porös sein oder anderweitig hindurchführende Gasdurchflusskanäle aufweisen. Vorzugsweise ist das flache Blech aus gestrecktem Material gebildet, das mit einer Anordnung von in dem Material gebildeten Schlitzen vorliegt und bei dem das Blech gestreckt wurde, um die Schlitze zu öffnen.

**[0024]** Wenn die Gaskanaleinrichtung auf der ers-

ten Seite der Brennstoffzelle zwischen dem benachbarten Verbindungselement und dem gewellten Blech gebildet ist, muss das gewellte Blech porös sein oder anderweitig hindurchführende Gasdurchflusskanäle haben. In der bevorzugten Ausführungsform ist das gewellte Blech aus gestrecktem Material gebildet. Das gewellte Blech kann jedoch verwendet werden, um die Gaskanaleinrichtungen zu bilden, in welchem Fall es nicht unbedingt hindurchführende Gasdurchflusskanäle haben muss.

**[0025]** Das gewellte Blech kann mit dem benachbarten Verbindungselement verbunden werden, beispielsweise durch Punktschweißung, um die Kompressibilität des gewellten Blechs zu steuern. Alternativ kann das im wesentlichen flache Blech aus Metall oder metallischem Material zwischen dem gewellten Blech und dem benachbarten Verbindungselement angeordnet werden und kann mit dem gewellten Blech beispielsweise durch Punktschweißung verbunden werden. Dieses im wesentlichen flache Blech kann ebenfalls aus gestrecktem Material sein oder anderweitig hindurchführende Gasdurchflusskanäle haben und kann mit dem Verbindungselement verbunden sein, beispielsweise durch Punktschweißung.

**[0026]** Die kompressible Schicht kann alternativ eine integrierte Anpassungsschicht auf dem Verbindungselement aufweisen, das der ersten Seite der Brennstoffzelle benachbart ist.

**[0027]** Für eine kompressible Einrichtung auf der Katodenseite der Brennstoffzelle sollte das Material zusätzlich dazu, dass es elektrische Leitfähigkeit und Porosität aufweist, gegen Oxidation beständig sein, beispielsweise eine Form eines keramischen Filzes oder einer anderen Faserstruktur.

**[0028]** Eine elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung wie vorstehend beschrieben kann auch innerhalb der Kammer in elektrischem Kontakt mit der zweiten Seite der Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement angeordnet sein. Vorteilhafterweise ist eine kompressible Einrichtung nur auf einer Seite an der oberen Seite der Brennstoffzelle angeordnet.

**[0029]** Die Kammer für die Brennstoffzelle kann durch eine Vertiefung in einem oder in beiden benachbarten Verbindungselementen gebildet sein, wobei die Verbindungselemente um die Kammer elektrisch voneinander isoliert sind, und/oder durch einen isolierenden Abstandhalter zwischen den benachbarten Verbindungselementen um die Kammer. Der isolierende Abstandhalter kann aus einem Isoliermaterial, beispielsweise einer Keramik, wie zum Beispiel Aluminiumoxid, oder beispielsweise aus einem leitfähigen Material, wie zum Beispiel einem Metall gebildet sein, auf dem eine isolierende Beschich-

tung oder Oberflächenschicht ist.

**[0030]** Gasdurchflusskanäle über eine oder beide Seiten der Verbindungselemente für den Durchfluss von Sauerstoff enthaltendem Gas und/oder Brennstoffgas zu den jeweiligen Seiten der Brennstoffzellen können in den Verbindungselementen gebildet sein. Um die spanende Bearbeitung oder anderweitige Endbearbeitung der Verbindungselemente zu minimieren, werden die Kanäle für den Gasdurchfluss zu mindestens der ersten Seite der Brennstoffzelle vorteilhafterweise durch die kompressible Einrichtung gebildet, wie vorstehend beschrieben, und die kompressible Einrichtung steht vorteilhafterweise in Kontakt mit einer flachen Seite des benachbarten Verbindungselements. Das Verbindungselement kann praktischerweise aus einem rostfreien Stahl gebildet sein.

**[0031]** Die Brennstoffzellenanordnung kann externe Verteilungsleitungen für die Gasströme aufweisen, beispielsweise wie in der vorstehend genannten EP 0568991 beschrieben, ist jedoch vorzugsweise intern mit Verteilungsleitungen versehen. Auf diese Weise verlaufen die Versorgungs- und Abgaskanäle für das Sauerstoff enthaltende Gas und das Brennstoffgas vorzugsweise durch die Verbindungselemente und möglicherweise durch den vorstehend beschriebenen isolierenden Abstandhalter, sofern vorgesehen.

**[0032]** Eine bei der Verwendung vorteilhafterweise komprimierbare Dichtung ist praktischerweise um einen Umfangsabschnitt der Brennstoffzelle zwischen ihrer zweiten Seite und dem benachbarten Verbindungselement vorgesehen, um das Brennstoffgas und das Sauerstoff enthaltende Gas in der Kammer gegeneinander abzudichten. Da die Elektroden-schichten einen Grad der Porosität haben können, ist es wünschenswert, dass die Elektroden-schicht auf der zweiten Seite der Brennstoffzelle, vorzugsweise die Katodenschicht wie vorstehend beschrieben, sich nicht in den Umfangsabschnitt der Brennstoffzelle erstreckt, so dass die Dichtung mit der Elektrolytschicht in Eingriff kommt. Wenn die kompressible Einrichtung nur auf der ersten Seite der Brennstoffzelle vorgesehen ist, ist die Dichtung vorzugsweise bei der Benutzung in dem Ausmaß komprimierbar, dass die Elektrode auf der zweiten Seite der Brennstoffzelle anliegt und bei Betriebstemperatur elektrischen Kontakt mit dem benachbarten Verbindungselement herstellt. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtung bei Raumtemperatur und somit während der Montage fest, wird jedoch bei Betriebstemperatur der Brennstoffzellenanordnung, beispielsweise 700°C bis 1000°C, viskos. Vorteilhafterweise ist die Dichtung eine Glas enthaltende Dichtung, die mehrere Schichten Glas enthaltenden Materials aufweisen kann.

**[0033]** Die Dichtung oder ein separates Dichtungse-

lement können zwischen den benachbarten Verbindungselementen oder zwischen dem Verbindungselement, das der zweiten Seite der Brennstoffzelle benachbart ist, und dem vorstehend genannten isolierenden Abstandhalter verlaufen. Ein weiteres Dichtungselement, das dünner als die Dichtung und/oder das zuerst genannte Dichtungselement sein kann, kann zwischen dem isolierenden Abstandhalter und dem der ersten Seite der Brennstoffzelle benachbarten Verbindungselement angeordnet sein. Das erstgenannte und das zweitgenannte Dichtungselement können aus dem gleichen oder einem ähnlichen Material wie die Dichtung gebildet sein und können ebenfalls bei der Verwendung der Brennstoffzellenanordnung zusammengedrückt werden.

[0034] Die oder jede Brennstoffzelle kann eine einer Gruppierung von Brennstoffzellen in einer jeweiligen Schicht von mehreren ebenen Brennstoffzellen in der Anordnung sein, wobei jede Brennstoffzelle in einer Kammer gemäß vorliegender Erfindung angeordnet ist. Vorteilhafterweise sind die einer gemeinsamen Seite aller oder mehr als einer der Brennstoffzellen in jeder Gruppierung benachbarten Verbindungselemente in einer einzelnen Platte gebildet. Entsprechend kann der vorstehend genannte isolierende Abstandhalter, sofern vorgesehen, teilweise oder vollständig alle oder mehr als eine der Kammern für die Brennstoffzellen in jeder Gruppierung bilden.

[0035] Die vorliegende Erfindung wird nur im Rahmen eines Beispiels unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0036] [Fig. 1](#) eine Schnittansicht einer Brennstoffzelle enthaltenen Brennstoffzellenanordnung entlang der Linie A-A in [Fig. 2](#) ist;

[0037] [Fig. 2](#) eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht der Brennstoffzellenanordnung aus [Fig. 1](#) ist;

[0038] [Fig. 3](#) eine Draufsicht eines der in [Fig. 1](#) gezeigten Verbindungselemente ist;

[0039] [Fig. 4](#) eine Unteransicht des Verbindungselements aus [Fig. 3](#) ist;

[0040] [Fig. 5](#) eine Draufsicht auf die isolierende Abstandhalterplatte der Anordnung aus [Fig. 1](#) ist;

[0041] [Fig. 6](#) eine Draufsicht auf eine alternative Verbindungsplatte, die vier Verbindungselemente verkörpert, zur Verwendung in einer Brennstoffzellenanordnung mit einer Gruppierung von vier parallelen Gruppen von Brennstoffzellen ist;

[0042] [Fig. 7](#) eine Schnittansicht entlang der Linie A-A in [Fig. 6](#) ist;

[0043] [Fig. 8](#) eine Schnittansicht entlang der Linie B-B in [Fig. 6](#) ist;

[0044] [Fig. 9](#) eine Draufsicht auf eine isolierende Abstandhalterplatte zur Verwendung mit der Verbindungsplatte aus [Fig. 6](#) ist;

[0045] [Fig. 10](#) eine Schnittansicht entlang der Linie A-A in [Fig. 9](#) ist;

[0046] [Fig. 11](#) ein Diagramm ist, das die Leistungskurve für die Einzelzellenanordnung aus Beispiel 1 zeigt;

[0047] [Fig. 12](#) ein Diagramm ist, das die Leistungskurve für den Brennstoffzellenstapel mit sechs Zellen aus Beispiel 2 zeigt; und

[0048] [Fig. 13](#) ein Diagramm ist, das die Zeitkurve für den Stapel mit sechs Zellen aus Beispiel 2 zeigt.

[0049] Wie [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) zeigen, enthält die Einzel-Brennstoffzellenanordnung **10** ein Paar beabstandete Verbindungsplatten **12** und **14** mit einer einzelnen Brennstoffzelle **16** zwischen diesen. Die vorliegende Erfindung ist insbesondere auf einen Stapel aus einer Vielzahl von Brennstoffzellen anwendbar, funktioniert jedoch mit einer einzelnen Brennstoffzelle und wird der Einfachheit halber entsprechend beschrieben.

[0050] Die Brennstoffzelle **16** ist dem Typ gemäß veranschaulicht, bei dem die Anode **18** die primäre Last tragende Schicht ist, mit einer dünnen Elektrolytschicht **20** auf einer Oberfläche und einer dünnen Katodenschicht **22**, die auf die Elektrolytschicht **20** aufgetragen ist. Derartige Zellen sind für den Betrieb einer Brennstoffzellenanordnung bei mittlerer Temperatur von etwa 800°C bekannt, aber die Brennstoffzelle **16** könnte beispielsweise durch eine in den vorstehend genannten internationalen Patentanmeldungen beschriebene Brennstoffzelle ersetzt werden.

[0051] In der Brennstoffzelle **16** kann die Festkeramik-Elektrolytschicht **20** Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-dotiertes ZrO<sub>2</sub> (YSZ) mit einer Dicke von etwa 20 Mikron aufweisen, das auf eine Ni/YSZ-Anode mit einer Dicke von mehr als etwa 0,5 mm, beispielsweise 0,8 bis 1,0 mm, laminiert ist. Die Katodenschicht **22** kann mit Strontium dotiertes Lanthan-Manganit (LSM) mit einer Dicke von etwa 50 bis 100 Mikron aufweisen.

[0052] Die Anodenschicht und die Katodenschicht **18** und **22** sind porös und die Katodenschicht **22** hat im Vergleich zu der Anodenschicht **18** und der Elektrolytschicht **20** eine reduzierte Fläche und erstreckt sich zu Zwecken der Abdichtung nicht in den Umfang des Elektrolyts **20**.

[0053] Die Verbindungsplatten **12** und **14** können

aus einem beliebigen der in den vorstehend genannten internationalen Patentanmeldungen beschriebene Materialien gebildet sein, sind jedoch vorzugsweise aus korrosionsbeständigem rostfreiem Stahl gebildet, der bei Betriebstemperatur ein Kriechmaß zeigt, das einen verbesserten elektrischen Kontakt und Spannungsentlastung ohne optisches Schleifen zum Schaffen von glatten Oberflächen zulässt. Ein geeignetes Material ist in unserer gleichzeitig anhängigen australischen Patentanmeldung mit dem Titel "A Heat Resistant Steel" beschrieben. Die Verbindungsplatten aus rostfreiem Stahl können in geeigneter Weise beschichtet sein, um den elektrischen Kontakt zu verbessern. Beispielsweise kann die Katodenseite **24** eine Beschichtung aus La-Sr-CrO<sub>3</sub> (LSC) haben, während die Anodenseite **26** eine Nickel-Beschichtung haben kann.

**[0054]** Die Verbindungsplatten **12** und **14** sind nur auf der Katodenseite **24** gerippt dargestellt, um den Luftstrom über die Katodenschicht **22** der Brennstoffzelle **16** zu erleichtern, und die Kanäle **28** zwischen den Rippen **30** können eine Aluminiumoxid-Beschichtung haben, um die Korrosion zu minimieren. In der dargestellten Ausführungsform wird der Brennstoffgasstrom auf der Anodenseite **26** der Verbindungsplatten durch ein Kompressionselement **32** geleitet, wie nachfolgend beschrieben, könnte jedoch durch Zusammenwirken der Kanäle in der Anodenseite **26** der Verbindungsplatten erleichtert werden, oder die Brennstoffgasverteilung über die Anodenseite **18** der Brennstoffzelle **16** kann im wesentlichen nur durch Kanäle auf der Anodenseite **26** der Verbindungsplatten erfolgen, wie beispielsweise in den vorstehend genannten internationalen Patentanmeldungen beschrieben.

**[0055]** Es versteht sich, dass bei einer Einzel-Brennstoffzellenanordnung, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, kein Luftstrom über die Seite **24** der Verbindungsplatte **12** und kein Brennstoffgasstrom über die Seite **26** der Verbindungsplatte **14** vorliegt, so dass auf die Kanäle und Rippen **28** und **30** in der Verbindungsplatte **12** verzichtet werden kann. Ähnliche Betrachtungen gelten für die abschließenden Verbindungsplatten in einer gestapelten Brennstoffzellenanordnung. In einem Stapel sind weitere Brennstoffzellen **16** zwischen jeweiligen Paaren von Verbindungsplatten in der nachfolgend beschriebenen Weise angeordnet, wobei eine einzelne Verbindungsplatte zwischen benachbarten Brennstoffzellen angeordnet ist.

**[0056]** Die Verbindungsplatten **12** und **14** sind durch eine isolierende Abstandhalterplatte **34** beabstandet, durch die eine Öffnung **36** verläuft, die eine Kammer zwischen den Verbindungsplatten bildet, in welcher die Brennstoffzelle **16** aufgenommen ist. Die Abstandhalterplatte kann beispielsweise aus Aluminiumoxid oder einem leitfähigen Material, wie zum Beispiel rostfreiem Stahl mit einer Isolierbeschichtung,

beispielsweise aus Aluminiumoxid, gebildet sein. Die isolierende Abstandhalterplatte **34** hat eine größere Dicke als die Brennstoffzelle **16** und das Kompressionselement **32** ist zwischen der Verbindungsplatte **12** und der Anodenschicht **18** der Brennstoffzelle **16** innerhalb der durch die Öffnung **36** des Abstandhalters **34** gebildeten Kammer angeordnet. Das Kompressionselement **32** kann beispielsweise aus Nickel oder einer Nickel-Legierung gebildet sein und hält den elektrischen Kontakt zwischen der Verbindungsplatte **12** und der Anodenschicht **18** der Brennstoffzelle aufrecht. Zusätzlich übt das Kompressionselement **32** Druck auf die Brennstoffzelle **16** von der Verbindungsplatte **12** aus, um die Katodenschicht **23** in elektrischem Kontakt mit der Katodenseite **24** der Verbindungsplatte **14** zu halten. Dieser Druck wird jedoch durch die Abstandhalterplatte **34** begrenzt, so dass er unabhängig von der Anzahl der Brennstoffzellenanordnungen ist, die gegebenenfalls über der Anordnung **10** in einem Stapel vorhanden sind. Dies verbessert wesentlich die Verwendung der relativ schwachen Brennstoffzellen **16** im Vergleich zu den in den vorstehend genannten internationalen Patentanmeldungen beschriebenen Brennstoffzellen.

**[0057]** Das Kompressionselement **32** weist drei übereinander gelegte Nickel-Streckmetallbleche auf. Die äußeren Bleche **38** und **40** sind flach, aber das innere Blech **42** ist gewellt. Jedes der Bleche hat eine Dicke von etwa einem Viertel Millimeter und die Gesamtdicke des Kompressionselements **32** ist 1,5 bis 2 mm, beispielsweise etwa 1,7 mm.

**[0058]** Die gewellte Ausbildung des inneren Blechs **42** erleichtert den Brennstoffgasstrom durch die von der Öffnung **36** gebildete Kammer und die offene Gitter-Natur der Streckmetallbleche erlaubt es dem verteilten Brennstoffgas, mit der Anodenschicht **18** der Brennstoffzelle in Berührung zu kommen.

**[0059]** Das gewellte innere Blech **42** verleiht dem Element **32** auch ein gewisses Ausmaß der Kompressibilität durch seine Dicke, um so die gewünschte Druckkraft zwischen der Verbindungsplatte **12** und der Brennstoffzelle bereitzustellen. Die Druckkraft muss während der gesamten Nutzung der Brennstoffzelle aufrechterhalten werden können, um den elektrischen Kontakt zwischen der Brennstoffzelle und den beiden Verbindungsplatten **12** und **14** aufrechtzuerhalten, und das innere Blech **42** ist vorteilhafterweise an einem der äußeren Bleche **38** und **40** beispielsweise durch Punktschweißung befestigt, um die Kompressionsbeständigkeit zu erhöhen. Vorteilhafterweise ist das innere Blech **42** mit dem äußeren Blech **38** punktverschweißt und das äußere Blech **40** erleichtert einen Gleitkontakt zwischen dem inneren Blech **42**, wenn es zusammengedrückt wird, und der Anodenschicht **18** der Brennstoffzelle. Alternativ kann auf das äußere Blech **38** verzichtet werden und das gewellte innere Blech **42** kann direkt mit der Ver-

bindungsplatte **12** punktverschweißt werden. Als weitere Alternative kann in dieser Ausführungsform auf das äußere Blech **40** verzichtet werden. Gleichermaßen könnte das gewellte innere Blech **42** mit einem der äußeren Bleche **38** und **40** beispielsweise durch Punktschweißung verbunden werden und auf das andere äußere Blech kann verzichtet werden. Es ist vorstellbar, dass der Austausch des Nickelmaterials des Kompressionselements **32** durch eine Nickel-Legierung die erwünschten Eigenschaften des Kompressionselements verbessern kann.

**[0060]** Es ist wichtig, die Luft in der Kammer auf der Katodenseite der Brennstoffzelle gegen das Brennstoffgas in der Kammer auf der Anodenseite abzudichten, und eine Abdichtung in der Form einer Glas enthaltenden Dichtung **44** ist auf der Katodenseite **24** der Verbindungsplatte **14** um die Luftverteilungskanäle **28** aufgesetzt. Die Dichtung **44** erstreckt sich vollständig zwischen der Verbindungsplatte **14** und der Abstandhalterplatte **34** und ebenso zwischen der Verbindungsplatte **14** und einem Umfangsbereich **46** der Brennstoffzelle **16**. Da die Katodenschicht **22** der Brennstoffzelle porös ist, erstreckt sie sich nicht in den Umfangsbereich **46** und die Dichtung **44** steht mit der vollständig dichten Festkeramik-Elektrolytschicht **20** im Umfangsbereich **46** in Kontakt. Falls erwünscht, könnte der Abschnitt der Dichtung **44**, die mit dem Umfangsbereich **46** der Brennstoffzelle in Berührung steht, von dem Abschnitt der Dichtung getrennt sein, der mit der Abstandhalterplatte **34** in Kontakt steht. Eine dünnere, Glas enthaltende Dichtung **48** ist zwischen der Abstandhalterplatte **34** und der Anodenseite **26** der Verbindungsplatte **12** angeordnet, um die Anodenseite der Kammer abzudichten.

**[0061]** Die Dichtungen **44** und **48** sind geeigneterweise aus mehreren Schichten von Glas enthaltendem Material gebildet, das unter Umgebungsbedingungen starr ist, jedoch bei der Betriebstemperatur der Brennstoffzelle viskos wird. Dies erlaubt es, dass die Dichtungen **44** und **48**, insbesondere die dickere Dichtung **44**, zusammengedrückt werden und dadurch die gewünschte Abdichtung sicherstellen, wobei die Kompression in der Praxis dergestalt ist, dass sichergestellt ist, dass die Katodenschicht **22** auf der Brennstoffzelle durch das Kompressionselements **33** in Kontakt mit der Katodenseite **24** der Verbindungsplatte **14** gedrängt wird. Wenn die Dichtungen **44** und **48** zusammengedrückt werden, bewegen sich die Verbindungsplatten **12** und **14** aufeinander zu, wobei diese Bewegung jedoch durch die Abstandhalterplatte **34** beschränkt ist, so dass das Ausmaß des auf die Brennstoffzelle durch das Kompressionselement **32** ausgeübten Drucks beschränkt ist und unabhängig von der Position der Brennstoffzellenanordnung **10** in einem Stapel von Brennstoffzellen ist.

**[0062]** In [Fig. 2](#) bis [Fig. 5](#) ist zu erkennen, dass die Brennstoffzellenanordnung **10** intern mit Verteilungs-

leitungen versehen ist, das heißt Verteilungsleitungen für das Sauerstoff enthaltende Gas und das Brennstoffgas verlaufen durch die Verbindungsplatten **12** und **14** und die Abstandhalterplatte **34** sowie durch die Dichtungen **44** und **48**. Dies ist jedoch nicht wesentlich und die Brennstoffzellenanordnung **10** könnte auch extern mit Verteilungsleitungen versehen sein.

**[0063]** In [Fig. 2](#) bis [Fig. 5](#) ist zu erkennen, dass die Einlass-Verteilungsleitung **50** für das Sauerstoff enthaltende Gas und die Auslass-Verteilungsleitung **52** einander diagonal gegenüberliegen, um so eine ordnungsgemäße Verteilung des Gases über die Kanäle **28** sicherzustellen. Entsprechend sind die Einlass-Verteilungsleitung **54** für das Brennstoffgas und die Auslass-Verteilungsleitung **56** einander diagonal entgegengesetzt, um so eine gleichmäßige Verteilung des Brennstoffgases über die von dem Kompressionselement **33** gebildeten Verteilungskanäle sicherzustellen. Die Flussrichtungen für das Sauerstoff enthaltende Gas und das Brennstoffgas sind parallel dargestellt, könnten jedoch ohne weiteres im Gegenstrom ausgeführt werden, indem ein Paar der Einlass- und Auslass-Verteilungsleitungen umgetauscht wird. Entsprechend ist die Erfindung auf eine Querstrom-Anordnung anwendbar, wie weitgehend unter Bezug auf [Fig. 6](#) bis [Fig. 10](#) beschrieben wird.

**[0064]** Die Einlass- und Auslass-Verteilungsleitungen **50** und **52** für das Sauerstoff enthaltende Gas stehen mit den Verteilungskanälen **28** in der Verbindungsplatte durch Einlass- und Auslasskanäle **58** und **60** und Verteiler **62** und **64** in Verbindung, die durch Nuten in der Verbindungsplatte gebildet werden. Die Einlass- und Auslasskanäle **58** und **60** sind auf beiden Seiten bei **66** eingesenkt, um eine Dichtungsscheibe (nicht dargestellt) aufzunehmen, beispielsweise aus rostfreiem Stahl. Die Dichtung **44** kann über die Dichtungsscheibe verlaufen.

**[0065]** In [Fig. 5](#) ist zu erkennen, dass die Abstandhalterplatte **34** Brennstoffgas-Einlass- und Auslasskanäle **68** und **70** aufweist, die durch jeweilige Nuten gebildet sind, die zwischen den Verteilungsleitungsleitungen **54** und **56** und der die Kammer für die Brennstoffzelle **16** und das Kompressionselement **32** bildenden Öffnung **36** durch diese verlaufen.

**[0066]** Wie [Fig. 6](#) bis [Fig. 10](#) zeigen, kann die vorliegende Erfindung auch auf eine Brennstoffzellenanordnung angewandt werden, die eine parallele Anordnung von beispielsweise vier Brennstoffzellen verkörpert. Eine Verbindungsplatte **80** und eine Abstandhalterplatte **82** sind zu diesem Zweck in [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) beziehungsweise in [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) dargestellt. Die Brennstoffzellen sind nicht gezeigt, sind jedoch einzeln und können mit der vorstehend beschriebenen Brennstoffzelle **16** identisch sein.



[0067] Entsprechend werden die Verbindungsplatte **80** und die Abstandhalterplatte **82** in identischer Weise wie vorstehend beschrieben mit entsprechend geformten Dichtungen oberhalb und unterhalb der Abstandhalterplatte **82** montiert, die um die vier Öffnungen **84** in der Abstandhalterplatte verlaufen, welche Kammern bilden, in welchen jeweilige Anordnungen einer Brennstoffzelle und eines Kompressionselements, wie zum Beispiel des Elements **32**, aufgenommen werden.

[0068] Die Verbindungsplatte **80** und die Abstandhalterplatte **82** sind ebenfalls im Inneren mit Verteilungsleitungen versehen, jedoch in unterschiedlicher Weise zu der Anordnung der Verteilungsleitungen in der Brennstoffzellenanordnung **10**. In [Fig. 6](#) bis [Fig. 10](#) wird eine Querstromanordnung verwendet, so dass das Kompressionselement **32** im Vergleich zu seiner Ausrichtung in der Brennstoffzellenanordnung **10** um 90° gedreht wird, wobei die von den Wellen des inneren Blechs **42** gebildeten Verteilungskanäle senkrecht zu den Luft-seitigen Verteilungskanälen **86** in der Verbindungsplatte **80** verlaufen. Diese Anordnung erlaubt es, die zusammengestellten Brennstoffzellenanordnungen zur Verbindung mit den Verteilungsleitungen paarweise zusammenzufassen. Während so jede Anordnung einen jeweiligen Einlass-Verteilungsleitungs kanal **88** für Sauerstoff enthaltendes Gas für jede Brennstoffzelle hat, sind die jeweiligen Auslass-Verteilungsleitungs kanäle **90** für Sauerstoff enthaltendes Gas für jeweils paarweise zusammengefasste Brennstoffzellen gemeinsam. Entsprechend hat jede Anordnung einen jeweiligen Einlass-Verteilungsleitungs kanal **92** für Brennstoffgas für jede Brennstoffzelle, aber die Auslass-Verteilungsleitungs kanäle **94** für Brennstoffgas sind jeweils für Paare von Brennstoffzellen gemeinsam vorgesehen. Die Verteilungsleitungs kanäle verlaufen alle zumindest im wesentlichen über die volle Breite der jeweiligen Öffnung(en) **84**. Es versteht sich, dass die jeweiligen Gasströme umgekehrt werden können, indem Einlass- und Auslass-Verteilungsleitungs kanäle vertauscht werden.

[0069] Nachfolgend werden zwei Beispiele erläutert, die die Leistung der in [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) gezeigten Brennstoffzellenanordnung **10** veranschaulichen. In Beispiel 1 wurde nur eine einzelne Brennstoffzelle geprüft, wohingegen in Beispiel 2 die Brennstoffzellenanordnung einen Stapel von sechs Zellen enthielt. Die Zellenanordnungen in den Beispielen waren identisch und enthielten Brennstoffzellen von 50 mm × 50 mm, die jeweils eine Ni/YSZ-Anodenschicht mit einer Dicke von mehr als 0,5 mm mit einer darauf laminierten YSZ-Elektrolytschicht mit 20 Mikron und einer LSM-Katodenschicht mit 100 Mikron auf der anderen Seite des Elektrolyts enthielten. Das Kompressionselement in jeder Zellenanordnung enthielt einen gewelltes Nickel-Streckmetallgitter mit flachen Nickel-Streckmetallblechen auf beiden Seiten, von wel-

chen eines mit dem gewellten Gitter punktverschweißt war, was eine Gesamtdicke von etwa 1,7 mm ergab, wobei jedes Blech eine Dicke von etwa 230 Mikron hatte. Die Verbindungselemente waren korrosionsbeständiger rostfreier Stahl mit einer LSC-Leiterschicht auf den Rippen und einer Aluminiumoxidbeschichtung in den Verteilungskanälen auf der Katodenseite und einer Nickelbeschichtung auf der Brennstoffseite. Die Zusammensetzung des rostfreien Stahls war in Gew.-%: Cr 26,25–28; C 0,011–0,080; Si 0,01–0,09; Mn 0,01; Ni 0,01; S 0,001–0,002; P 0,002; Metalle der seltenen Erden 0,01–0,15, Rest Eisen ausschließlich zufälliger Verunreinigungen, die jeweils nur auf dem Niveau von Spuren oder darunter vorlagen. Die Abstandhalterplatte in jeder Brennstoffzellenanordnung bestand aus Aluminiumoxid mit einer Dicke von 2 mm und die Dichtungen waren aus Glas enthaltendem Material, das bei der Betriebstemperatur von 800°C viskos wurde. Die Dicke der Dichtungen wurde so eingestellt, dass sie für die gewünschte Abdichtung optimal war.

#### Beispiel 1

[0070] Nach dem Erwärmen der Einzel-Brennstoffzellenanordnung auf 800°C wurde Brennstoffgas (4% Wasser in Wasserstoff) durch das Kompressionselement über die Anode geleitet. Als das Sauerstoff enthaltende Gas wurde Luft verwendet. Die Zelle hielt gut dicht und erreichte die theoretische Ruhespannung von 1,084 V. Die Zelle produzierte eine Spitzenleistung von etwa 450 mW/cm<sup>2</sup> bei 16 Ampere, wie

[0071] [Fig. 11](#) zeigt. Die Zelle wurde über eine Gesamtdauer von 250 Stunden betrieben und anschließend zur Post-mortem-Analyse abgeschaltet. Elektrochemische Diagnostests in situ zeigten einen niedrigen Kontaktwiderstand, was darauf hindeutete, dass das Kompressionselement eine gute Leistung zeigte.

#### Beispiel 2

[0072] Nach der Montage des Stapels aus sechs Brennstoffzellen wurde der Stapel in der Prüfstation auf 800°C erwärmt. Anschließend wurde der Stapel mit 4% Wasser in Wasserstoff als Brennstoffgas und Luft als Oxidationsmittelgas geprüft. Der Stapel hielt gut dicht, wobei alle sechs Zellen die theoretische Ruhespannung von 1,084 V erreichten. Der Stapel erreichte eine Spitzenleistung von 29 W bei 10 Ampere, wie [Fig. 12](#) zeigt. Der Stapel wurde dann bei 150 mA/cm<sup>2</sup> und 200 mA/cm<sup>2</sup> über eine Zeitdauer von 250 Stunden betrieben, bevor er zur Analyse abgeschaltet wurde, und die Ergebnisse sind in [Fig. 14](#) gezeigt. Der Stapel hielt über die gesamte Periode gut dicht. Elektrochemische Tests in situ zeigten einen hervorragenden Kontakt zwischen den Zellen

und den Verbindungsplatten, was zeigte, dass die Kompressionselemente gut arbeiteten.

### Patentansprüche

1. Brennstoffzellenanordnung (10), enthaltend eine ebene Brennstoffzelle (16), die eine Elektrolytschicht (20) mit einer Anodenschicht (18) auf einer Seite und einer Katodenschicht (22) auf der anderen Seite aufweist, wobei die Brennstoffzelle zwischen und in elektrischem Kontakt mit jeweiligen Verbindungselementen (12, 14) angeordnet ist, wobei Kanaleinrichtungen (28) für Sauerstoff enthaltendes Gas zwischen der Katodenschicht und dem benachbarten Verbindungselement (14) gebildet sind und Brennstoffgas-Kanaleinrichtungen zwischen der Anodenschicht und dem benachbarten Verbindungselement (12) gebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Kammer (36) mit größerer Höhe als die Dicke der Brennstoffzelle zwischen den Verbindungselementen definiert ist, innerhalb welcher die Brennstoffzelle aufgenommen ist, dass eine elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung (32) ebenfalls innerhalb der Kammer in elektrischem Kontakt mit einer ersten Seite (18) der Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement (12) angeordnet ist und die Brennstoffzelle zu dem benachbarten Verbindungselement (14) auf der zweiten Seite (22) davon drängt, um die Brennstoffzelle in elektrischem Kontakt mit beiden Verbindungselementen zu halten, und dass die Brennstoffzelle innerhalb der Kammer, abgesehen von der elektrisch leitfähigen kompressiblen Einrichtung, verschieblich aufgenommen ist.

2. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 1, enthaltend einen Stapel (10) aus einer Vielzahl von ebenen Brennstoffzellen (16), die jeweils eine Elektrolytschicht (20) mit einer Anodenschicht (18) auf einer Seite und einer Katodenschicht (22) auf der anderen Seite aufweisen, und eine Vielzahl von Verbindungselementen (12, 14), wobei jede Brennstoffzelle zwischen und in elektrischem Kontakt mit einem benachbarten Paar von Verbindungselementen angeordnet ist, wobei Kanaleinrichtungen (28) für Sauerstoff enthaltendes Gas zwischen der Katodenschicht jeder Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement (12, 14) gebildet sind und Brennstoffgas-Kanaleinrichtungen zwischen der Anodenschicht jeder Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement (12, 14) gebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Kammer (36) mit größerer Höhe als die Dicke der jeweiligen Brennstoffzelle zwischen den benachbarten Verbindungselementen in jedem Paar gebildet ist, innerhalb welcher die Brennstoffzelle aufgenommen ist, dass eine elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung (32) ebenfalls innerhalb der Kammer in elektrischem Kontakt mit einer ersten Seite (18) der Brennstoffzelle und dem benachbarten Verbindungselement (12) angeordnet ist und die Brennstoffzelle zu dem benachbarten Verbindungs-

element (14) auf der zweiten Seite (22) davon drängt, um die Brennstoffzelle in elektrischem Kontakt mit beiden Verbindungselementen zu halten, und dass jede Brennstoffzelle innerhalb der jeweiligen Kammer, abgesehen von der zugehörigen elektrisch leitfähigen kompressiblen Einrichtung, verschieblich aufgenommen ist.

3. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung (32) auf der Anodenseite der Brennstoffzelle angeordnet ist.

4. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung (32) aus einem Material gebildet ist, das ausgewählt ist aus einem Metall aus den Gruppen 8–11 des Periodensystems, einer Legierung eines oder mehrerer dieser Metalle und einem solchen Metall, das Oxid-Dispersions-gefestigt wurde.

5. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Metall Nickel ist.

6. Brennstoffzellenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung (32) ausgewählt ist aus einer Struktur, die bei Betriebstemperatur eine gewisse Elastizität behält, und einem Verbundstoff aus einem porösen spröden Material und einem Metall.

7. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung (32) ein gewelltes Blech (42) aus Metall oder metallischem Material aufweist.

8. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das gewellte Blech (42) ein Streckmetallblech ist.

9. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein flaches Blech (40) aus Metall oder metallischem Material zwischen dem gewellten Blech (42) und der Brennstoffzelle (16) angeordnet ist.

10. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das flache Blech (40) ein Streckmetallblech ist.

11. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein flaches Blech (38) aus Metall oder metallischem Material zwischen dem gewellten Blech (42) und dem benachbarten Verbindungselement (12) angeordnet ist.

12. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das zwischen dem gewellten Blech (42) und dem benachbarten Verbindungselement (12) angeordnete flache Blech (38) ein Streckmetallblech ist.

13. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das zwischen dem gewellten Blech (42) und dem benachbarten Verbindungselement (12) angeordnete flache Blech (38) mit dem gewellten Blech (42) verbunden ist.

14. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung mit dem benachbarten Verbindungselement (12) verbunden ist.

15. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung (32) mit dem benachbarten Verbindungselement (12) durch Punktschweißung verbunden ist.

16. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung (32) die Gas-Kanaleinrichtungen zwischen der ersten Seite (18) der Brennstoffzelle (16) und dem benachbarten Verbindungselement (12) bildet und mit einer flachen Seite des benachbarten Verbindungselements in Kontakt steht.

17. Brennstoffzellenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung (32) an einer oberen Seite der Brennstoffzelle (16) angeordnet ist.

18. Brennstoffzellenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dichtung (44) um einen Umfangsabschnitt (46) der Brennstoffzelle (16) zwischen ihrer zweiten Seite (22) und dem benachbarten Verbindungselement (14) vorgesehen ist, um das Sauerstoff enthaltende Gas und das Brennstoffgas in der Kammer gegeneinander abzudichten.

19. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (44) in Kontakt mit der Elektrolytschicht (20) ist.

20. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (44) beim Gebrauch komprimierbar ist.

21. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (44) bei Raumtemperatur fest ist und bei Betriebstempe-

ratur der Zelle viskos ist.

22. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (44) in dem Ausmaß komprimierbar ist, dass die Elektrodenschicht (22) auf der zweiten Seite der Brennstoffzelle (16) anfänglich von dem benachbarten Verbindungselement (14) beabstandet ist und unter der Betriebstemperatur an dem benachbarten Verbindungselement anliegt und elektrischen Kontakt mit diesem herstellt.

23. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (44) in Form einer Glas enthaltenden Dichtung vorliegt.

24. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (44) mehrere Schichten von Glas enthaltendem Material enthält.

25. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (44) um die Kammer verläuft, um die Kammer zumindest teilweise gegen die äußere Umgebung abzudichten.

26. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass ein separates Dichtungselement um die Kammer verläuft, um die Kammer zumindest teilweise gegen die äußere Umgebung abzudichten.

27. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtungselement die gleichen Eigenschaften wie die Dichtung (44) hat.

28. Brennstoffzellenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein isolierender Abstandhalter (34) um die Brennstoffzelle (16) und die elektrisch leitfähige kompressible Einrichtung (33) verläuft, um die Kammer zumindest teilweise zu bilden.

29. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass ein Dichtungselement (48) zwischen dem isolierenden Abstandhalter (34) und dem der ersten Seite (18) der Brennstoffzelle (16) benachbarten Verbindungselement (12) angeordnet ist.

30. Brennstoffzellenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit internen Verteilungsleitungen versehen ist.

31. Brennstoffzellenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass die oder jede Brennstoffzelle (**16**) eine einer Gruppierung in einer jeweiligen Schicht von mehreren ebenen Brennstoffzellen in der Anordnung ist, wobei jede in einer wie in Anspruch 1 definierten Kammer angeordnet ist.

32. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass die einer gemeinsamen Seite aller oder mehr als einer der Brennstoffzellen in jeder Gruppierung benachbarten Verbindungselemente als eine einzelne Platte (**80**) gebildet sind.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

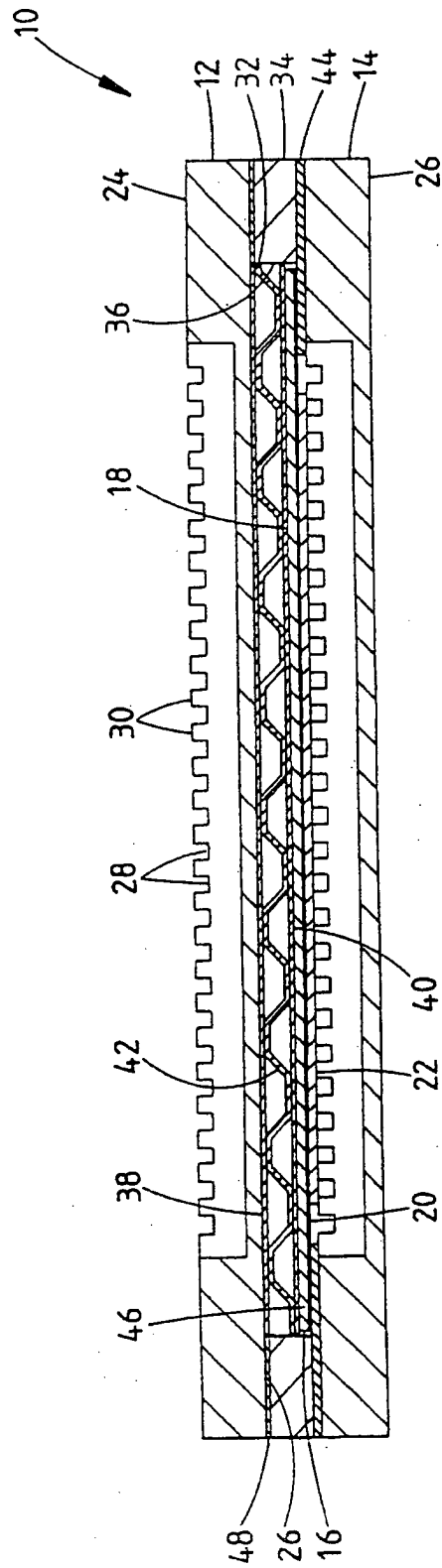


FIG 1

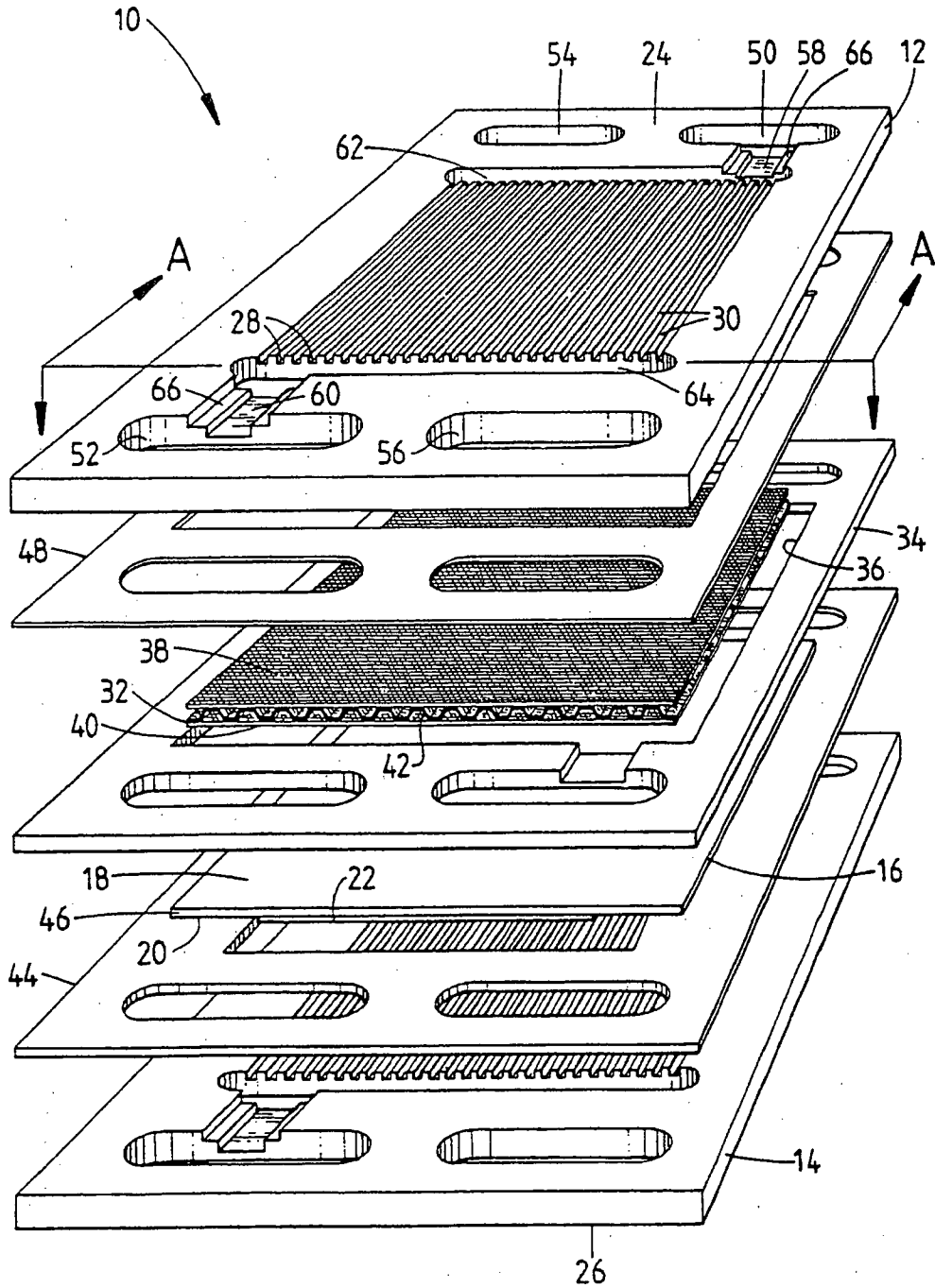


FIG 2

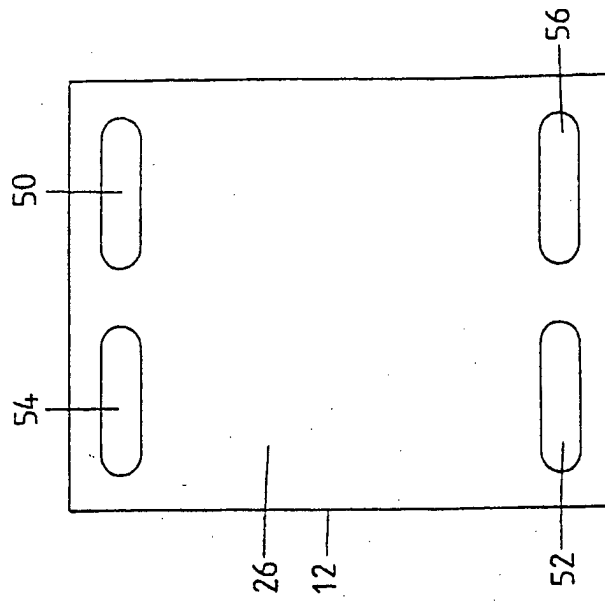


FIG 4

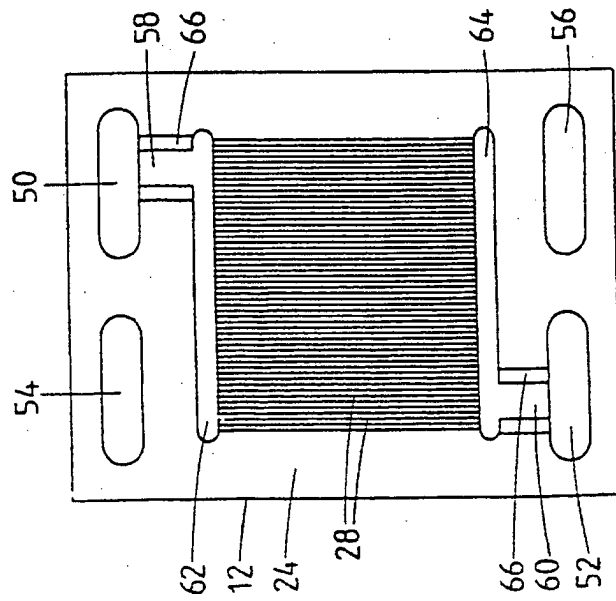


FIG 3

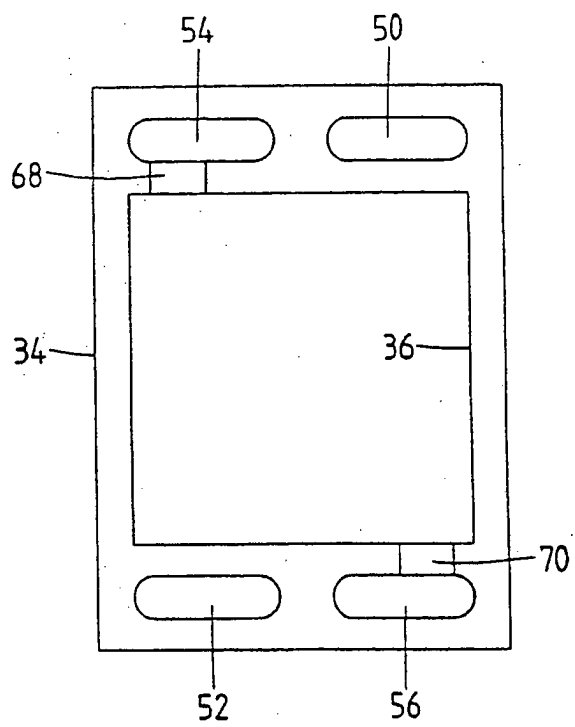


FIG 5



FIG 6

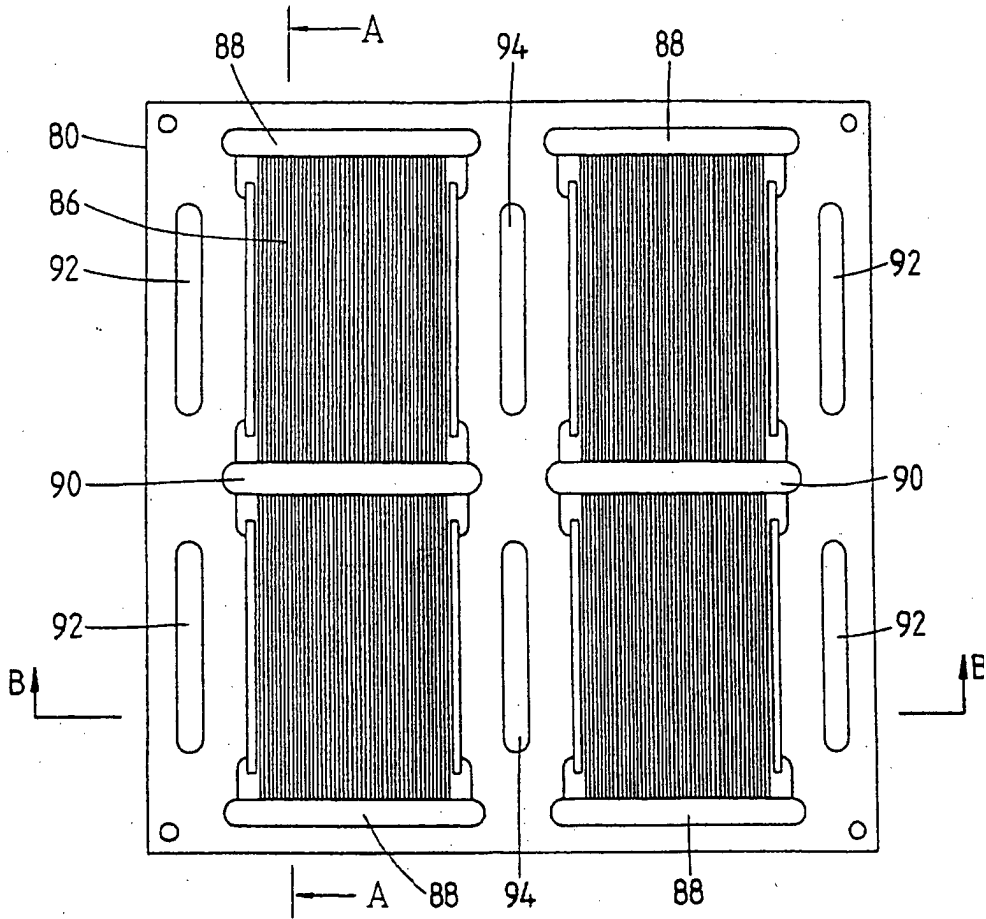


FIG 7

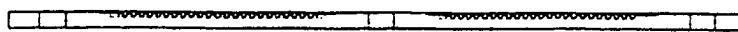


FIG 8

FIG 9

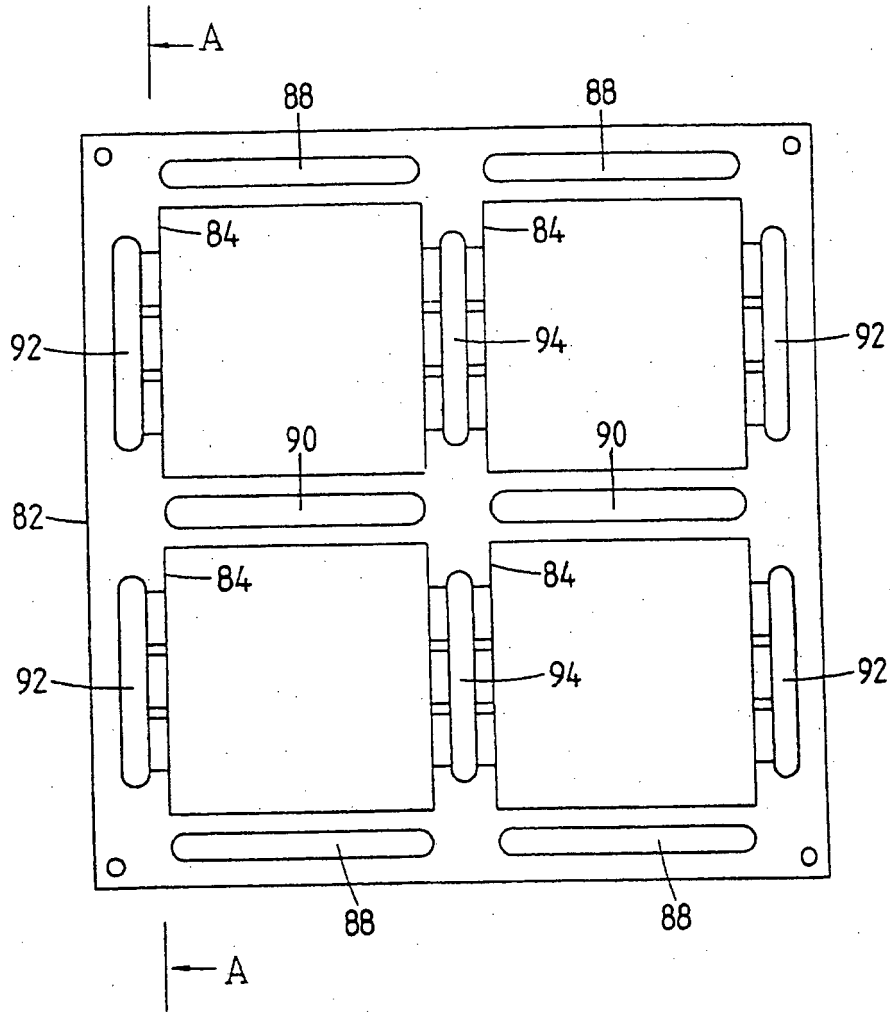
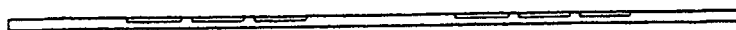


FIG 10



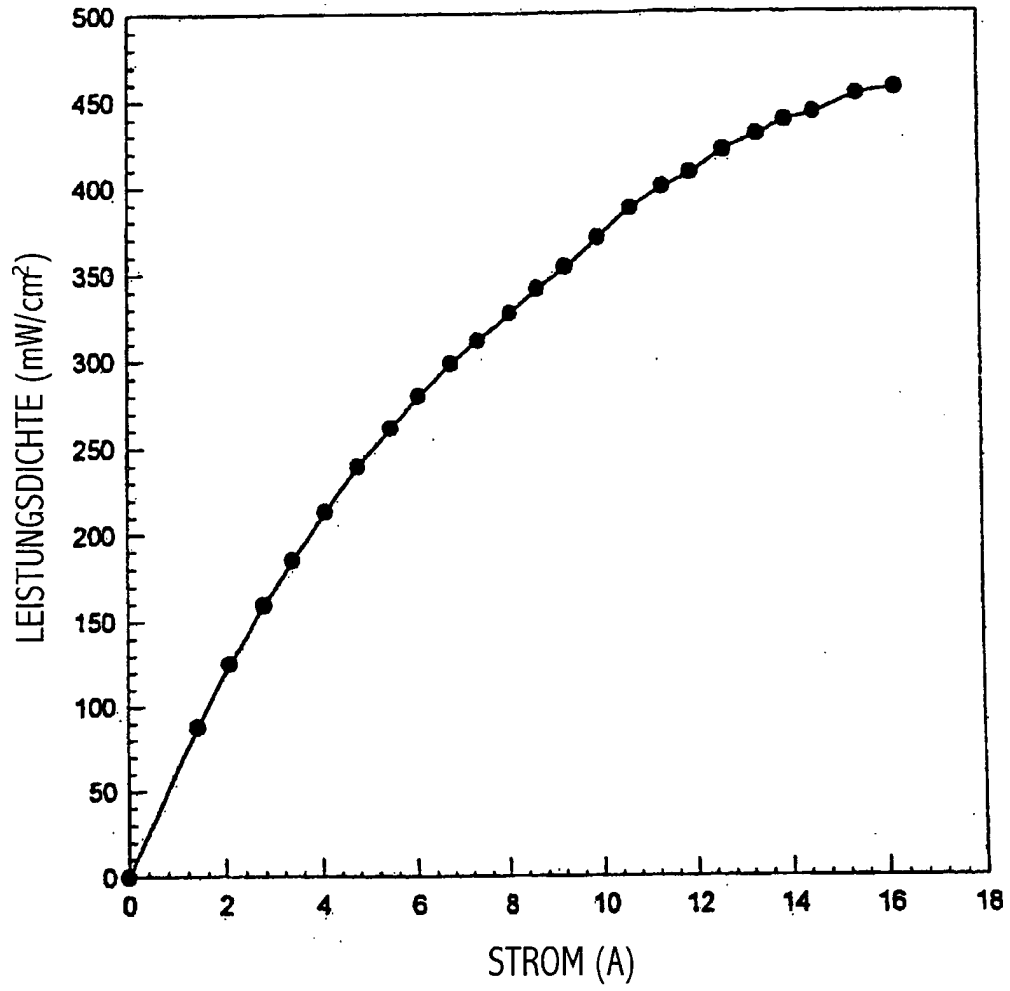


FIG 11

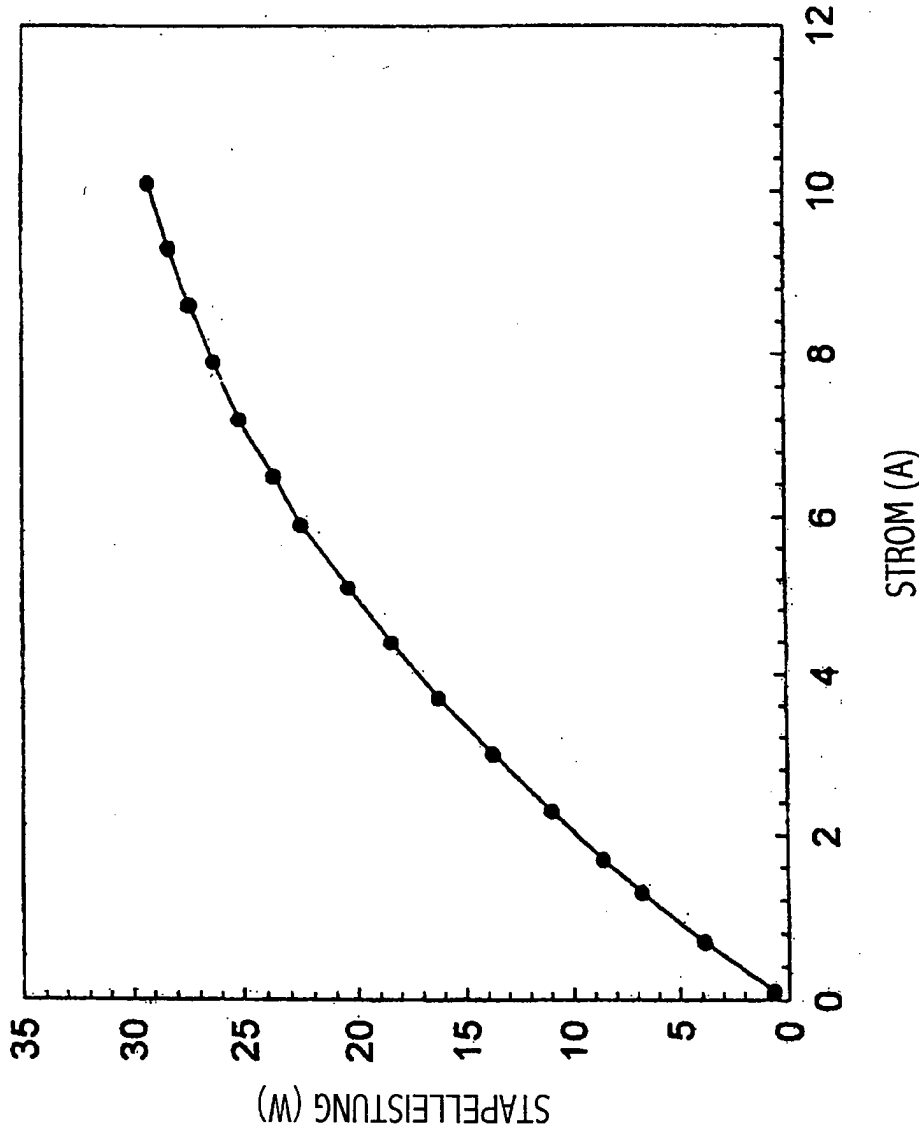


FIG 12

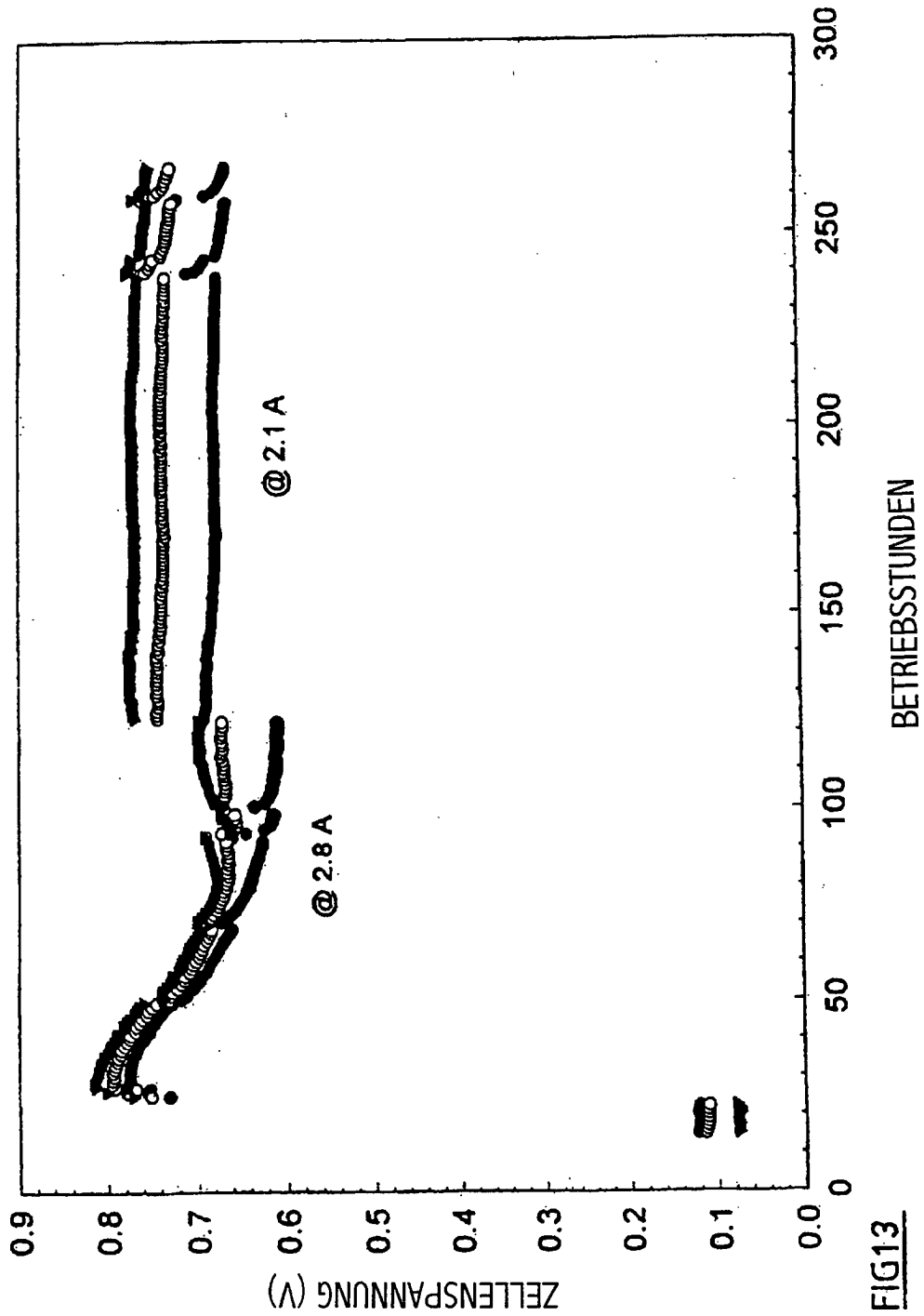


FIG13