



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 42 691 A1** 2005.04.07

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 42 691.4**

(22) Anmeldetag: **08.09.2003**

(43) Offenlegungstag: **07.04.2005**

(51) Int Cl.7: **H01M 8/24**
H01M 8/02

(71) Anmelder:
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:
**PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 01217
Dresden**

(72) Erfinder:
Otschik, Peter, Dr.rer.nat., 01728 Possendorf, DE;
Eichler, Klaus, Dr.rer.nat., 01187 Dresden, DE;
Megel, Stefan, Dipl.-Ing., 01069 Dresden, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 40 16 157 A1

EP 04 10 159 A1

EP 10 60 534 B1

JP 09-3 06 518 A

JP 07-0 94 198 A

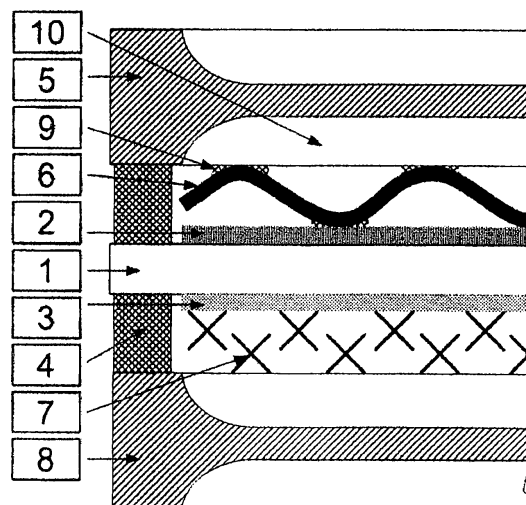
JP 01-3 13 855 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Stapelbare Hochtemperaturbrennstoffzelle**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft stapelbare Hochtemperaturbrennstoffzellen, die zu sogenannten Brennstoffzellenstapeln kombiniert sowie in Reihe und/oder parallel elektrisch leitend miteinander verbunden werden können. Solche Hochtemperaturbrennstoffzellen sollen gemäß der gestellten Aufgabe eine elektrisch leitende Verbindung zwischen einer Kathode und einem Interkonnektor ausbilden, die auch bei Temperaturen oberhalb 800°C sowie der beim Betrieb von Brennstoffzellen herrschenden oxidierenden Atmosphäre eine ausreichend hohe elektrische Leitfähigkeit, eine chemisch und mechanisch ausreichende Festigkeit bzw. Stabilität aufweisen. Die erfindungsgemäßen Hochtemperaturbrennstoffzellen sind anodenseitig an eine Brennstoffzuführung und kathodenseitig an eine Oxidationsmittelzuführung angeschlossen. Die Kathode wird mittels mindestens eines federelastischen Kontaktelementes mit einem Interkonnektor elektrisch leitend verbunden. Das federelastische Kontaktelement weist ein oder mehrere Bereiche auf, die eine Druckkraft auf Bereiche des Interkonnektors ausüben, wobei das Kontaktelement aus einem elektrisch leitenden keramischen Werkstoff gebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft stapelbare Hochtemperaturbrennstoffzellen, die zu sogenannten Brennstoffzellenstapeln (Stacks) kombiniert und solche einzelnen Hochtemperaturbrennstoffzellen in Reihe und/oder parallel elektrisch und mechanisch miteinander verschaltet werden können, um insbesondere höhere elektrische Ausgangsleistungen zu erhalten.

Stand der Technik

[0002] Neben den zwingend erforderlichen Elementen einer einzelnen Brennstoffzelle und hier insbesondere der Elektroden-Membran-Einheit verfügen Brennstoffzellen häufig über mindestens einen so genannten Interkonnektor. Die Interkonnektoren grenzen die Gasräume über der Anode bzw. Kathode ab und stellen die elektrische Verbindung zwischen der Kathode der einen Brennstoffzelle und der Anode einer weiteren Brennstoffzelle dar.

[0003] So können an einer erfindungsgemäßen stapelbaren Hochtemperaturbrennstoffzelle auch zwei gegenüberliegend angeordnete Interkonnektoren vorhanden sein.

[0004] Der Interkonnektor ist so geformt, dass auf der Anodenseite Gasräume für die Brennstoffversorgung und auf der Kathodenseite Gasräume für die Oxidationsmittelversorgung vorhanden sind.

[0005] Für die eigentliche Funktion der Interkonnektoren ist es aber erforderlich, dass eine elektrisch leitende Verbindung zwischen Anode (bzw. Kathode) der einen Zelle mit der Kathode (bzw. Anode) weiterer Zellen hergestellt werden kann.

[0006] Hier bereiten insbesondere die chemischen und thermischen Verhältnisse der oxidierenden Atmosphäre im Bereich der Kathode Probleme.

[0007] So wurden in der Vergangenheit Vorschläge unterbreitet, wie eine elektrisch leitende Verbindung in diesem Bereich hergestellt werden kann.

[0008] So wurde beispielsweise vorgeschlagen, Netzwerke oder Geflechte aus Metallen in diesem Bereich anzuordnen, die eine elektrisch leitende Überbrückung zwischen Kathode und entsprechendem Interkonnektor gewährleisten sollen. So ist beispielsweise in DE 100 27 311 A1 die Verwendung von Silber und in DE 196 49 457 die Verwendung von Nickel in dieser Form vorgeschlagen worden.

[0009] Bei diesen Metallen besteht aber das Problem, dass bei Silber ein Abdampfen vorkommen kann, wobei das Silber sich in der Kathode ablagert und dadurch die Effizienz der jeweiligen Brennstoffzelle stark beeinträchtigt wird.

[0010] Andere Metalle, wie auch Nickel neigen zu Oxidation, was selbstverständlich ebenfalls zur Reduzierung der elektrischen Leitfähigkeit in unerwünschter Form führt.

[0011] Aus DE 100 33 898 A1 ist es bekannt, zwischen einer Kathode und einem Interkonnektor eine metallische Lochfolie anzuordnen, bei der im Wesentlichen eine Eisen-Basis-Legierung eingesetzt werden soll. Eine solche Lochfolie soll in mehreren Wellen gewölbt sein, so dass Wellenberge bzw. Wellentäler entweder mit der Kathode oder mit dem jeweiligen Interkonnektor in Kontakt treten und so die elektrisch leitende Verbindung hergestellt werden kann.

[0012] Auch hier bereiten die hohen Temperaturen in Verbindung mit dem für die Funktion der Brennstoffzelle erforderlichen Sauerstoff Probleme, die zu einer Oxidation oder einem Ausdampfen von Legierungselementen führen, die die elektrischen sowie die mechanischen Eigenschaften und hier insbesondere die Festigkeit und Kriechbeständigkeit herabsetzen.

[0013] Um diesen Effekten entgegen zu wirken, wurde in DE 100 33 898 A1 auch vorgeschlagen, die Oberflächen einer solchen Folie mit einer Nickel-Aluminium-Legierung bzw. mit einem Nickelaluminid zu überziehen, um die thermische und chemische Beständigkeit unter den in diesem Bereich herrschenden Bedingungen zu erhöhen.

[0014] Es liegt auf der Hand, dass eine solche Schutzschicht einen erheblichen zusätzlichen Herstellungsaufwand hervorruft. Des Weiteren sind solche Nickellegierungen und insbesondere Nickelaluminid im Nachgang nur schwer verformbar, so dass sich auch hier entsprechende Probleme ergeben.

[0015] So wird es in der Regel erforderlich sein, erst die entsprechende Wellenform einer solchen Metallfolie auszubilden und nachfolgend die jeweilige Legierung oder das Intermetall auf der entsprechenden Oberfläche aufzubringen.

Aufgabenstellung

[0016] Es ist daher Aufgabe der Erfindung eine Möglichkeit vorzuschlagen, mit der eine elektrisch leitende Verbindung zwischen einer Kathode und einem Interkonnektor an einer stapelbaren Hochtemperaturbrennstoffzelle auszubilden, die auch bei Temperaturen oberhalb 800 °C sowie der beim Betrieb der Brennstoffzelle herrschenden oxidierenden Atmosphäre eine ausreichend hohe elektrische Leitfähigkeit, sowie eine chemisch und mechanisch ausreichende Festigkeit bzw. Stabilität aufweist.

[0017] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit ei-

ner stapelbaren Hochtemperaturbrennstoffzelle, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungsformen und Weiterbildungen der Erfindung können mit den in den untergeordneten bezeichneten Merkmalen erreicht werden.

[0018] Die erfindungsgemäße stapelbare Hochtemperaturbrennstoffzelle weist, wie dies auch aus dem Stand der Technik bekannt ist, eine Elektrodeneinheit, die anodenseitig an eine Brennstoffzuführung und kathodenseitig an eine Oxidationsmittelzuführung angeschlossen ist, sowie einen Interkonnektor, der die Gasverteilung über den Elektroden und die elektrische Kontaktierung realisiert, auf. Zwischen der Kathode und diesem Interkonnektor ist ein elektrisch leitendes federelastisches Kontaktelement angeordnet, das eine Form aufweist, mit der gewährleistet ist, dass Bereiche des Kontaktelementes, sowohl die Kathode, wie auch Bereiche des Interkonnektors berühren, wobei durch die Formgebung des Kontaktelementes und die Anordnung von Kathode und Interkonnektor in diesen Bereichen eine Druckkraft ausgeübt wird, so dass trotz der beim Betrieb der Brennstoffzelle auftretenden Abstandsveränderungen zwischen Elektrode und Interkonnektor, die elektrisch leitende Verbindung zwischen Kathode und Interkonnektor auf Dauer gewährleistet werden kann.

[0019] Es besteht aber auch die Möglichkeit, erfindungsgemäß mehrere solcher federelastischen, elektrisch leitenden Kontaktelemente, zwischen Kathode und dem Interkonnektor anzuordnen.

[0020] Erfindungsgemäß sind die federelastischen Kontaktelemente aus einem elektrisch leitenden Keramikwerkstoff gebildet. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass solche Keramiken in entsprechenden geeigneten Formen hergestellt werden können, die in ausreichendem Maß dauerhaft stabil und federelastisch sind.

[0021] Als Werkstoff bieten sich gut elektrisch leitende Keramiken aus der Gruppe der Perowskit- oder andere Keramiken an.

[0022] So sind beispielsweise geeignete Perowskitkeramiken ein LSMC (z.B. $\text{La}_{0-8}\text{Sr}_{0,2}\text{Mn}_{0,9}\text{Co}_{0,1}\text{O}_{3-x}$), ein uLSMC (z.B. $\text{La}_{0,75}\text{Sr}_{0,2}\text{Mn}_{0,9}\text{Co}_{0,1}\text{O}_{3-x}$), uLCM (z.B. $\text{La}_{0,75}\text{Ca}_{0,2}\text{MnO}_{3-x}$), uLSM (z.B. $\text{La}_{0,75}\text{Sr}_{0,2}\text{MnO}_{3-x}$), LSM (z.B. $\text{La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{MnO}_{3-x}$), LSC (z.B. $\text{La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{CoO}_{3-x}$) oder LSCFe (z.B. $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-x}$).

[0023] Als andere geeignete Keramiken sind beispielsweise Materialien mit der Grundzusammensetzung: AB_2O_3 , A_2BO_4 oder $\text{A}_2\text{B}_2\text{O}_7$ denkbar, wobei der A-Platz mit Y, Sc, Ce, La, Pr, Nd, Sm, Eu oder Gd gegebenenfalls in Kombination mit Mg, Ca, Sr oder Ba besetzt sein kann.

[0024] Eine Besetzung des B-Platzes ist mit Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Zr, Nb, Mo, W, Sn, Sb, Pb oder Bi möglich.

[0025] Die Kontaktelemente können aus einer entsprechend geeigneten Keramik in Form von Folien eingesetzt werden, die aus einem Pulver der jeweiligen Keramik bestehen, bei dem 50% der Pulverkörner einen Durchmesser unter 2 bis 5 μm besitzen. Bevorzugt sind ca. 2,5 μm , die auf an sich bekannte Weise hergestellt werden können. Solche Folien können im Gießverfahren mit einer relativ geringen Dicke hergestellt werden, wobei relativ geringe Wandstärkedifferenzen zu verzeichnen sind. Im Grünzustand kann eine Nachbearbeitung solcher Folien erfolgen, um eine Glättung und eine weitere Wandstärkereduzierung vornehmen zu können.

[0026] Im Anschluss daran kann dann das Sintern durchgeführt werden.

[0027] Es besteht die Möglichkeit, die gewünschte formgebende Gestaltung von Kontaktelementen an der Grünfolie, also vor dem Sintern durchzuführen.

[0028] In einer Alternative kann die Formgebung aber auch nach dem Sintern durch eine spanende Bearbeitung (Schleifen) erfolgen.

[0029] Außerdem können an Kontaktelementen vor oder auch nach dem Sintern Durchströmungsöffnungen für eine bessere Oxidationsmittelversorgung der Kathode ausgebildet werden.

[0030] Die fertigen Kontaktelemente liegen dann als Folie in der gewünschten Form vor und weisen Wandstärken im Bereich zwischen 20 und 150 μm auf, wobei Wandstärken von ca. 50 μm zu bevorzugen sind, um günstige mechanische Eigenschaften und eine ausreichend hohe elektrische Leitfähigkeit zu erreichen.

[0031] Ein oder auch mehrere so geformte Kontaktelemente können dann zwischen dem Interkonnektor und der Kathode angeordnet werden. Interkonnektor und Elektroden-Membran-Einheit können dann mittels eines äußeren Randelementes (Fügestrahmen) mechanisch miteinander verbunden werden, wobei die Verbindung so gestaltet werden sollte, dass durch den Abstand zwischen Interkonnektor und Kathode sowie der Dimensionierung des einen oder auch mehrerer Kontaktelementes eine Vorspannung des/der Kontaktelementes erreicht wird, die zur gewünschten Druckkraftbeaufschlagung führt.

[0032] Ein solches Randelement sollte aus einem elektrisch nicht leitenden Werkstoff gebildet sein, zumindest jedoch eine elektrische Isolierschicht aufweisen.

[0033] Aufgrund von Dichtheitsanforderungen muss die Elektroden-Membran-Einheit so geformt sein, dass der Fügeglasrahmen auf dem Festelektrolyten abdichtet. Ein hierfür geeignetes „Fügeglas“ ist in EP 0 897 897 A1 beschrieben.

[0034] Nachfolgend sollen einige geeignete Formen für Kontaktelemente, mit denen die gewünschte Federelastizität erreichbar wird, erläutert werden.

[0035] So können einzelne Kontaktelemente in Wellen-, Keil- oder auch Trapezform ausgebildet werden, wobei ein Kontaktelement als entsprechend geformtes flächiges Gebilde eingesetzt werden kann, und dabei die einzelnen Wellen, Keile oder Trapeze jeweils parallel zueinander ausgerichtet sein können.

[0036] Insbesondere bei wellen- oder keilförmigen Kontaktelementen ergeben sich dann linienförmige Kontaktbereiche, an denen die entsprechenden Druckkräfte wirken.

[0037] Es besteht aber auch die Möglichkeit, ein oder mehrere solcher Kontaktelemente ebenfalls als flächige Elemente auszubilden, wobei an einem solchen Kontaktelement dann punktförmige Erhebungen und Vertiefungen ausgebildet sind, die diskret zueinander angeordnet sind, so dass beispielsweise die Erhebungen im berührenden Kontakt zum Interkonnektor und die Vertiefungen dann entsprechend im Kontakt mit der Kathode stehen können.

[0038] Im Falle, dass an einer solchen Brennstoffzelle mehrere einzelne Kontaktelemente eingesetzt werden sollen, können diese als offene oder geschlossene röhrenförmige Elemente ausgebildet sein.

[0039] So ist unter einem geschlossenen röhrenförmigen Element, ein solches Element zu verstehen, dass eine radial vollständig umlaufende Mantelfläche aufweist, wohingegen die beiden gegenüberliegenden Stirnseiten offen sind.

[0040] Als ein offenes röhrenförmiges Element soll ein Element verstanden werden, dessen Mantel einen Querschnitt aufweist, der einem mehr oder weniger großen Teilkreis entspricht. So kann ein solches Element beispielsweise in Form eines entlang seiner Längsachse geschnittenen Rohres ausgebildet sein, das eine Mantelfläche mit dem halben Umfang eines Rohres aufweist.

[0041] Solche einzelnen Kontaktelemente, die in Mehrzahl in eine Brennstoffzelle eingesetzt werden können, können aber auch trapez- oder keilförmig ausgebildet sein.

[0042] Mehrere dieser einzelnen Kontaktelemente können bevorzugt in eine Brennstoffzelle eingesetzt

werden, bei der am Interkonnektor Oxidationsmittelkanäle ausgebildet sind. In diesem Fall können die Kontaktelemente dann so eingesetzt werden, dass sie flächig- oder linienförmig auf die Stege, die die einzelnen Oxidationsmittelkanäle voneinander trennen, mit Druckkraftbeaufschlagung aufliegen.

[0043] Dabei kann ein Kontaktelement so angeordnet sein, dass seine Konturierung parallel oder quer zu an einem Interkonnektor ausgebildeten Gaskanälen ausgerichtet ist.

[0044] Dieser Sachverhalt trifft analog auf die Anordnung von mehreren einzelnen Kontaktelementen bzgl. der Ausrichtung ihrer Längsachsen zur Ausrichtung der Gaskanäle zu.

[0045] So können bei einer parallelen Ausrichtung größere Flächen miteinander kontaktiert werden. Bei einer Ausrichtung quer zu den Gaskanälen ist der Justieraufwand reduziert.

[0046] Mit der erfindungsgemäßen Lösung ist es aber nicht mehr zwingend erforderlich, einen Interkonnektor mit Oxidationsmittelkanälen einzusetzen, da das Oxidationsmittel durch die gebildeten Freiräume des Kontaktelementes oder auch mehrerer Kontaktelemente geführt werden kann. Dadurch kann die kathodenseitige Oberfläche des Interkonnektors eben ausgebildet werden, wodurch sich die Herstellungskosten deutlich reduzieren lassen.

[0047] Für die Aufbringung der Vorspannung von Kontaktelementen ist es vorteilhaft, diese so zu gestalten, zu dimensionieren und innerhalb der Brennstoffzelle so anzuordnen, dass mindestens eine äußere Stirnseite an der nach innen weisenden Fläche des Randelementes anliegt, diese Stirnseite entsprechend abgestützt wird und quasi ein Widerlager gebildet ist.

[0048] Insbesondere für die Kompensation einer Wärmeausdehnung beim Betrieb der Brennstoffzelle ist es günstig, ein Kontaktelement so zu gestalten und anzuordnen, dass mindestens eine Stirnseite in einem Abstand zur Kathode und ebenfalls in einem Abstand zum Interkonnektor am Randelement anliegt und sich dort abstützt, so kann eine Kompensationsbewegung dieser Stirnseite in Richtung auf die Kathode oder den Interkonnektor erreicht werden, wenn infolge unterschiedlicher Temperaturen eine Wärmeausdehnungskompensation von Kontaktelementen erforderlich ist.

[0049] Bei der Herstellung von Kontaktelementen besteht aber auch die Möglichkeit, eine Porosität einzustellen, mit der gewährleistet wird, dass das/die Kontaktelemente) für das Oxidationsmittel permeabel ist/sind.

[0050] In diesem Fall kann dann auf die Ausbildung von Durchströmungsöffnungen an Kontaktelementen gegebenenfalls verzichtet werden.

[0051] Die elektrisch leitende Kontaktierung von Kontaktelementen mit der Kathode und/oder dem Interkonnektor kann mit Hilfe einer Kontaktschicht, die auf Kathode, Kathodenelement und/oder dem Interkonnektor ausgebracht ist, verbessert werden. Sie kann vor dem Fügen des Brennstoffzellenstapels (Stack) auf die entsprechenden Einzelteile gedruckt werden und/oder während des Fügeprozesses über die Gase als Pulver eingebracht werden, die sich dann an den Kontaktstellen ablagern und bei entsprechend erhöhten Temperaturen die Kontaktschichten aus dem Pulver ausgebildet werden.

[0052] So sollten solche Kontaktschichten an Bereichen punkt- oder linienförmiger Berührung von Kontaktelementen an Kathode und/oder Interkonnektor ausgebildet werden. Die Kontaktschichten können in diesem Falle auch im Zwickelbereich von Kontaktelementen mit Kathode und/oder Interkonnektor vorhanden sein. Die Kontaktschichten können ebenfalls aus einer elektrisch leitenden Keramik gebildet sein.

[0053] Die Brennstoffzelle, wie sie bisher im Wesentlichen beschrieben worden ist, bei der lediglich die kathodenseitige Kontaktierung über das elastische Kontaktelement realisiert wird, kann auch eine Kontaktierung der Anodenseite mit dem Interkonnektor über ein elastisches Kontaktelement aufweisen.

[0054] In diesem Fall können zwischen dem Interkonnektor und der Anode auch Kontaktelemente angeordnet sein, wie sie vorab bereits erläutert worden sind.

[0055] Die erfindungsgemäß einzusetzenden Kontaktelemente erfüllen die funktionalen Anforderungen beim Betrieb von Brennstoffzellen über eine deutlich erhöhte Betriebsstundenzahl. Es wird eine über die gesamte Lebensdauer nahezu unveränderte elektrische Leitfähigkeit auch bei Temperaturen oberhalb von 800 °C eingehalten. Die erfindungsgemäß einzusetzenden Kontaktelemente sind sowohl chemisch wie auch mechanisch stabil. Eine Beeinflussung der Elektrodeneinheit erfolgt nicht und die federelastischen Eigenschaften sowie die elektrische Leitfähigkeit bleiben dauerhaft erhalten.

[0056] Eine Zyklisierung der Brennstoffzelle ist durch diese Kontaktierung ohne Probleme möglich.

Ausführungsbeispiel

[0057] Nachfolgend soll die Erfindung beispielhaft näher erläutert werden.

[0058] Dabei zeigt die **Fig. 1** ein Beispiel einer erfin-

dungsgemäßen stapelbaren Hochtemperaturbrennstoffzelle in einem Teilschnitt.

[0059] Bei dem in **Fig. 1** gezeigten Beispiel ist zwischen zwei Interkonnektoren **5** und **8** eine aus Kathode **2**, Festelektrolyt **1** und Anode **3** gebildete Elektrodeneinheit angeordnet. Die Abdichtung der Gasräume erfolgt über ein Randelement **4** aus einer Glaskeramik. Dabei erfüllt das Randelement **4** die Verbindungsaufgabe zwischen den vorab bezeichneten Elementen und fixiert den Abstand zwischen Kathode und dem kathodenseitigen Interkonnektor **5**. Dadurch wird die Vorspannung auf das elastische Kontaktelement **6** erhalten.

[0060] Das Kontaktelement **6** ist bei diesem Beispiel ein flächiges in Wellenform ausgebildetes Element, dessen Wellenberge mit der kathodenseitigen Interkonnektoroberfläche bereichsweise im berührenden Kontakt stehen und dessen Wellentäler bzw. gegenüberliegende Wellenberge im berührenden Kontakt mit der Kathode **2** stehen. Infolge der fixierten Anordnung von Kathode **2** und Interkonnektor **5** sowie der Dimensionierung und Form des Kontaktelementes **6** mit dessen federelastischen Eigenschaften wirken Druckkräfte an den Berührungsbereichen, die in jedem Fall eine ausreichend hohe elektrische Leitfähigkeit zwischen Kathode **2** und Interkonnektor **5** gewährleisten.

[0061] Bei diesem Beispiel ist die Oberfläche des Interkonnektors **5** strukturiert worden, so dass Oxidationsmittelkanäle **10** vorhanden sind. Dies ist aber, wie im allgemeinen Teil der Beschreibung bereits angesprochen, nicht zwingend erforderlich, da die Gaskanäle auch durch das/die Kontaktelement(e) **6** gebildet werden können.

[0062] Ein Kontaktelement **6**, wie es beim Beispiel nach **Fig. 1** eingesetzt werden kann, kann unter Verwendung eines unter die Gruppe der Perowskit-Keramiken fallenden LSMC Pulvers hergestellt werden. Ein solches Pulver kann die mit ABO_3 bezeichnete Struktur aufweisen. Wobei der A-Platz mit 80% Lanthan und 20% Strontium und der B-Platz mit 90% Mangan und 10% Kobalt ($\text{La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Mn}_{0,9}\text{Co}_{0,1}\text{O}_{3-x}$) besetzt ist.

[0063] Das eingesetzte Keramikpulver wies eine Volumenverteilung auf, bei der 50% der Pulver-Korndurchmesser unter 2,5 µm lagen.

[0064] Unter Einsatz des LSMC-Pulvers wurde auf an sich bekannte Weise eine Grünfolie gegossen, die anschließend auf eine Gesamtdicke von 80 µm geschliffen wurde.

[0065] Nachfolgend wurde die geschliffene Grünfolie auf porösen Al_2O_3 -Platten bei einer Temperatur von 1400 °C über einen Zeitraum von drei Stunden

gesintert.

[0066] Die gesinterten Folien sollten eine Dicke von ca. 50 μm aufweisen, um die gewünschten federelastischen Eigenschaften sowie eine ausreichend hohe elektrische Leitfähigkeit zu gewährleisten.

[0067] Neben der Wandstärke der gesinterten Kontaktelemente kann die Vorspannung auch durch die geometrische Gestaltung der entsprechend erfindungsgemäß einzusetzenden Kontaktelemente **6** beeinflusst werden.

[0068] Die geometrische Gestalt, also die beispielsweise in **Fig. 1** gezeigte Wellenform, kann bereits beim Sintern durch entsprechende Gestaltung der Al_2O_3 -Platten ausgebildet werden.

[0069] Es besteht aber auch die Möglichkeit, die Formgebung durch spanende Bearbeitung (Schleifen) auszubilden.

[0070] Für den Fall, dass Durchströmungsöffnungen an Kontaktelementen vorhanden sein sollen, können diese sehr einfach vor, wie auch z.B. mittels Laserschneiden nach dem Sintern ausgebildet werden.

Patentansprüche

1. Stapelbare Hochtemperaturbrennstoffzelle mit einer Elektrodeneinheit, die anodenseitig an eine Brennstoffzuführung und kathodenseitig an eine Oxidationsmittelzuführung angeschlossen ist und die Kathode mittels mindestens eines federelastischen Kontaktelementes mit einem Interkonnektor elektrisch leitend verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein oder mehrere eine Druckkraft auf Bereiche der Kathode (**2**) und Bereiche des Interkonnektors (**5**) ausübendes) federelastisches) Kontaktelement(e) (**6**) aus einem elektrisch leitenden Keramikwerkstoff gebildet ist/sind.

2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Keramikwerkstoff aus der Gruppe der Perowskit- oder einer Keramik mit der Grundzusammensetzungsform AB_2O_3 , A_2BO_4 oder $\text{A}_2\text{B}_2\text{O}_7$ ausgewählt ist.

3. Brennstoffzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das/die Kontaktelement(e) (**6**), als Folie mit einer Wandstärke im Bereich **20** bis 150 μm ausgebildet ist/sind.

4. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Interkonnektor (**5**) und Kathode (**2**) mittels eines äußeren Randelementes (**4**) mechanisch so miteinander verbunden sind, dass das/die Kontaktelement(e) (**6**) vorgespannt ist/sind.

5. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das/die Kontaktelement(e) (**6**) in Wellen-, Keil- oder Trapezform ausgebildet ist/sind.

6. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kontaktelement (**6**) mit punktförmigen diskret zueinander angeordneten Erhebungen und Vertiefungen ausgebildet ist.

7. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Kontaktelemente (**6**) als offene oder geschlossene röhrenförmige Elemente ausgebildet sind.

8. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Kontaktelemente, in Streifenform mit Wellen, auf die am Interkonnektor ausgebildeten Stege angeordnet sind.

9. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Kontaktelemente einseitig offene teilkreis-, trapez- oder keilförmige Elemente sind.

10. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Kontaktelemente (**6**) flächig- oder linienförmig auf Oxidationsmittelkanäle voneinander trennenden am Interkonnektor (**5**) ausgebildeten Stegen mit Druckkraftbeaufschlagung aufliegen.

11. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das/die Kontaktelement(e) (**6**) durch das Randelement (**4**) fixiert sind.

12. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an/am Kontaktelement(en) (**6**) Durchströmungsöffnungen ausgebildet sind.

13. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das/die Kontaktelement(e) (**6**) eine für eine Oxidationsmittelpermeabilität ausreichende Porosität aufweist.

14. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die kathodenseitige Oberfläche des Interkonnektors (**5**) als ebene Fläche ausgebildet ist und die Ausbildung der Gasräume durch das/die Kontaktelement(e) (**6**) erfolgt.

15. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an Bereichen punkt- oder linienförmiger Berührung von

Kontaktelement(en) (6) mit der Kathode (2) und/oder dem Interkonnektor (5) eine Kontaktschicht (9) ausgebildet ist.

16. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rahmenelement (4) aus einer Glaskeramik gebildet ist.

17. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Anode (3) und dem anodenseitigen Interkonnektor (8) mindestens ein federelastisches, keramisches Kontaktelement (6) angeordnet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

