



(10) **DE 11 2010 002 963 B4** 2014.06.18

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2010 002 963.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/PL2010/000058**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/008116**
(86) PCT-Anmeldetag: **12.07.2010**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **20.01.2011**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **15.11.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **18.06.2014**

(51) Int Cl.: **H01M 8/02 (2006.01)**
H01M 8/12 (2006.01)
H01M 4/86 (2006.01)
H01M 4/88 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
P-388558 **17.07.2009** **PL**

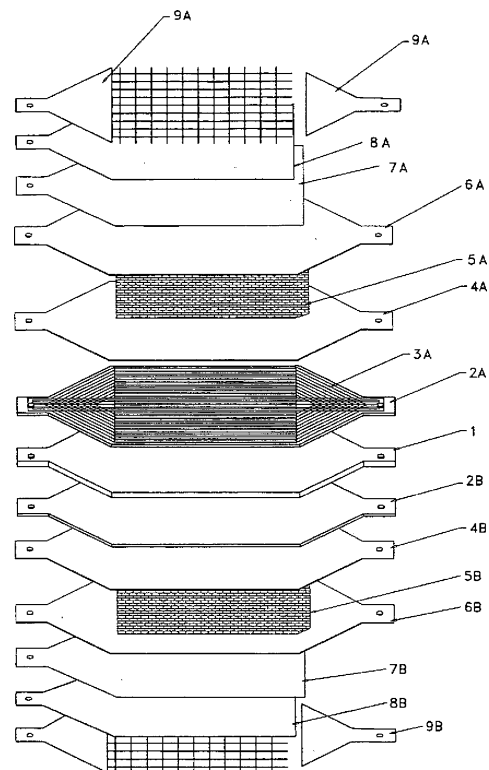
(74) Vertreter:
v. Bezold & Partner Patentanwälte - PartG mbB,
80799, München, DE

(73) Patentinhaber:
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława
Staszica w Krakowie, Kraków, PL

(72) Erfinder:
Dziurdzia, Barbara, Kraków, PL; Magonski,
Zbigniew, Kraków, PL

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines elektrochemischen Energiewandlers und der elektrochemische Energiewandler**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung eines elektrochemischen Energiewandlers, das in einer Deposition aufeinander folgender Schichten besteht, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Seiten einer zentralen Keramikplatte (1) mit einer Cermet-Zusammensetzung (2A), (2B) bedeckt werden, wobei in der Cermet-Zusammensetzung (2A), (2B) auf beiden Seiten der Platte (1) Kanäle (3A), (3B) erzeugt werden, dann die Kanäle (3A), (3B) auf beiden Seiten der Platte mit Schichten einer Cermet-Zusammensetzung (4A), (4B), die Nickel enthält, bedeckt werden, die dann so gebrannt werden, dass analoge Keramikschichten auf beiden Seiten gleichzeitig gebrannt werden; danach werden beide Seiten der auf diese Weise hergestellte Keramikstruktur mit leitfähigen Strukturen (5A), (5B) überdeckt und anschließend mit aufeinander folgenden Schichten der Cermet-Zusammensetzung (6A), (6B), die Nickel enthält; danach werden beide Seiten der Keramikstruktur, die auf diese Weise vorbereitet wurde, aufeinander folgend überdeckt mit Schichten, die das Festelektrolyt (7A), (7B) bilden; Schichten, die für Gase durchlässig sind und elektrischen Strom leiten, die die Elektroden (8A), (8B) bilden, sowie Kontaktschichten (9A), (9B); und anschließend werden elektrische Ausgänge mit den Kontaktschichten (9A), (9B) verbunden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektrochemischen Energiewandlers sowie den elektrochemischen Energiewandler, der zum Umwandeln von chemischer Energie in elektrische Energie vorgesehen ist. Die Keramikstruktur des elektrochemischen Energiewandlers kann auch für die Erzeugung von Wasserstoff verwendet werden.

[0002] Hochtemperatur-Brennstoffzellen bieten beim Umwandlungsprozess von chemischer Energie in elektrische Energie eine hohe Effizienz. Diese Wandler haben einen Vorteil, der darin besteht, dass sie leise ohne mechanische Vibrationen arbeiten und ein sehr günstiges Verhältnis von Gewicht und Abmessungen der Vorrichtung zu dem erzeugten elektrischen Energiewert aufweisen. Elektrochemische Wandler haben nur minimale Auswirkungen auf die Verschlechterung der natürlichen Umwelt. Eine typische Hochtemperatur-Brennstoffzelle enthält ein Festelektrolyt, das für gewöhnlich auf der Basis von Yttrium-stabilisiertem Zirkonium hergestellt ist. Das Festelektrolyt ist auf beiden Seiten mit Elektroden bedeckt, die für Gase durchlässig sind. Bei hohen Temperaturen weist Zirkonium-Keramik eine hohe Ionenleitfähigkeit auf. Da sich nur die Sauerstoff-Ionen durch die Keramikschicht bewegen können, wird das Elektrolyt aufgrund des Sauerstoffdruckabfalls quer zum Elektrolyt polarisiert. Eine der Elektrodenoberflächen wird positiv polarisiert, während auf der gegenüberliegenden Elektrodenoberfläche freie Elektronen als Ergebnis der Reaktion zwischen Sauerstoff-Ionen und dem Brennstoff, nämlich Wasserstoff oder Kohlenmonoxid, freigesetzt werden, was deren negative Polarisation verursacht. Ein Anschließen eines externen elektrischen Stromkreises an die Elektroden wird den Stromfluss verursachen, der den inneren Ionenstrom kompensieren wird. Aufgrund spezifischer Betriebsbedingungen sollten die Elektroden eine gute elektrische Leitfähigkeit, Durchlässigkeit für Gase, Beständigkeit gegenüber hoher Temperatur (etwa 800°C) und Beständigkeit gegenüber plötzlichen Temperaturschwankungen aufweisen. Es ist von höchster Bedeutung, sicherzustellen und zu erhalten, dass die Brennstoffverteilkkanäle frei von Leckstellen sind, da ein nicht-elektrochemischer Verbrennungsprozess zu verheerenden Schäden am Stromgenerator führt. Probleme mit der dauerhaften Dichtigkeit konnten bisher am besten bei elektrolytischen Stromgeneratoren gelöst werden, die eine röhrenförmige Struktur aufweisen.

[0003] Ein Beispiel einer solchen Ausführungsform ist in der US-Patentbeschreibung Nr. US 4 395 468 A offengelegt, in der stabilisierte Zirkoniumkeramik, die in Form einer dünnen Schicht das Elektrolyt bildet, auf eine röhrenförmige keramische Trägerstruktur aufgebracht ist. Diese Struktur bietet viele nützliche

Vorteile, wie etwa die einfache Bereitstellung von elektrischen Verbindungen zwischen Zellen mit geringem Widerstand, sowie die vereinfachte Bereitstellung von Luftwärmern. Der nützlichste Vorteil dieser Lösung ist jedoch die Möglichkeit, dass die ausgedehnte röhrenförmige keramische Trägerstruktur weit über den elektrochemischen Verbrennungsbereich, den Niedrigtemperaturbereich, hinaus abgedichtet werden kann. Damit ist sichergestellt, dass günstige Bedingungen zur Fertigstellung von leckfreien Verbindungen in der Brennstoffbahn vorliegen. Die röhrenförmige Struktur ist für Hochleistungsgeneratoren geeignet, bei kleinen Generatoren ist jedoch das Verhältnis der erzeugten elektrischen Energie zur Volumeneinheit ungünstig.

[0004] Aus den US-Patentbeschreibungen Nr. US 4 276 355 A und US 7 531 053 B2 sind Plattenstrukturen von Wandlern von chemischer in elektrische Energie bekannt, die viele elektrisch miteinander verbundene Brennstoffzellen enthalten. Die Brennstoffzellen sind in einem Stapel angeordnet, in dem jede Keramikstruktur einer Zelle zwischen zwei Platten angeordnet ist. Jede Platte bildet einen Separator zwischen den angrenzenden Keramikstrukturen und ist auf beiden Seiten mit offenen länglichen Kanälen zum Durchlassen von Brennstoff und Luft versehen, wobei die Brennstoffdurchlasskanäle zu den Luftdurchlasskanälen in einer orthogonalen Position angeordnet sind. Die in der Beschreibung US 7 531 053 B2 dargelegten Separatoren sind aus rostfreiem Stahl hergestellt, der einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, der nahe dem linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Elektrolyts ist.

[0005] Die Plattenstruktur liefert die höchsten Werte der erzeugten Energie pro Volumeneinheit eines Sets. Allerdings ist das Elektrolyt aufgrund seiner dünnen und zerbrechlichen Struktur empfindlich gegenüber Temperaturschocks, was die Verwendung spezieller hochtemperaturfester Dichtungen erforderlich macht.

[0006] Aus der Beschreibung des US-Patents Nr. US 6 969 565 B2 ist eine Brennstoffzelle bekannt, in der jede Zelle auf einer Hilfs-Basisplatte aus Silizium hergestellt ist, auf der dünne Elektroden-schichten und eine Elektrolytschicht mittels Vakuumtechnologie aufgebracht sind. Dann wurden in der Silizium-Basisplatte mittels photolithographischer Verfahren längliche Öffnungen erzeugt. Die Öffnungen dienen als Kanäle zur Verteilung von Brennstoff und Oxidationsmittel. Durch das Herausschneiden der erwähnten Öffnungen wurde die Funktion der Trägerstruktur von der Elektrolytschicht übernommen. Nach dem Aufbringen von kompatiblen Elektroden-schichten auf die verbleibenden Siliziumelemente werden die Zellen in einem Stapel angeordnet und in einem einzigen Sintervorgang gebondet. Die Struktur ist so konzipiert,

dass beim Sintervorgang die Schichten, deren Material identisch ist, gebondet werden, was einen hohen Wiederholbarkeitsgrad, eine hohe Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturschwankungen und hohe Zuverlässigkeit sicherstellt.

[0007] Aus der Beschreibung des US-Patents Nr. US 7 553 579 B2 ist eine Brennstoffzelle bekannt, die eine erhöhte Beständigkeit gegenüber plötzlichen Temperaturschwankungen und mechanischen Vibrationen aufweist. Der Zellaufbau enthält sowohl Keramik- als auch Metallelemente, die auf beiden Seiten mittels eines oberen flexiblen Elements und eines unteren flexiblen Elements befestigt sind. Beide flexible Elemente bestimmen die Position des zentralen Brennstoffzellesockels, die Position des Brennstoffzufuhrkanals, die Position des Luftzufuhrkanals und die Position des Kollektors, der die Verbrennungsprodukte abführt. Die Keramikstruktur der Zelle wird mittels zusätzlicher flexibler Elemente so in einem Metallrahmen gehalten, dass sie nicht direkt mit dem Metallrahmen in Berührung kommt. Des Weiteren befindet sich der Metallrahmen zwischen dem oberen und dem unteren flexiblen Element, die als Dichtungen dienen, sowie als Elemente, die die Position der Elektroden bestimmen. Die Keramikstruktur der Zelle ist mit den Elektroden mittels eines porösen, für Gase durchlässigen Nickelschaums verbunden. Das verwendete metallkeramische Einbauteil dient als Schutzschild und gestattet die flexible Aufhängung der zerbrechlichen Struktur der Zelle. Es liefert außerdem günstige Voraussetzungen dafür, die Zellen zu Stapeln zu verbinden.

[0008] Der erfindungsgemäße elektrochemische Energiewandler weist günstige Eigenschaften einer röhrenförmigen Struktur auf, sowie ein günstiges Verhältnis der erzeugten Energie zu der Volumeneinheit.

[0009] Das Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen elektrochemischen Energiewandlers besteht darin, dass keramische Cermet-Zusammensetzungen (Keramik-Metall-Zusammensetzungen), in denen Kanäle gebildet sind, auf beiden Seiten der flachen zentralen Keramikplatte aufgebracht werden. Danach werden die Kanäle auf beiden Seiten mit nickelhaltigen Cermet-Schichten bedeckt, und anschließend werden die Schichten so gebrannt, dass analoge Keramiksichten auf beiden Seiten gleichzeitig gebrannt werden. Danach werden beide Seiten der Keramikstruktur nacheinander bedeckt mit: Schichten, die Festelektrolyt bilden, Schichten, die Elektroden bilden und Kontaktschichten. Ferner werden die elektrischen Ausgänge mit Kontaktschichten verbunden.

[0010] Die Kanäle im elektrochemischen Energiewandler können auf eine der nachfolgend erläuterten Arten erzeugt werden. In der ersten Ausführungsform des elektrochemischen Energiewandlers wer-

den die Kanäle in der Keramikstruktur mit einem der mechanischen Bearbeitungsverfahren, wie etwa Fräsen vor dem Brennvorgang, oder Ultraschallbearbeitung nach dem Brennvorgang, erzeugt. In der zweiten Ausführungsform des elektrochemischen Energiewandlers werden die Kanäle in der Keramikstruktur mittels eines Laserablationsverfahrens erzeugt. In der dritten Ausführungsform des elektrochemischen Energiewandlers werden die Kanäle in der Keramikstruktur nach dem vorherigen Platzieren der zentralen Keramikplatte in der Gießform mittels eines Gießverfahrens erzeugt. In der vierten Ausführungsform des elektrochemischen Energiewandlers werden die Kanäle in der Keramikstruktur mittels des Photoformgebungsverfahrens erzeugt, basierend auf keramischen Zusammensetzungen, die für die Photoverarbeitung geeignet sind.

[0011] Der elektrochemische Energiewandler gemäß der Ausführungsform besitzt eine flache, vielschichtige Keramikstruktur, deren Kern durch die zentrale Keramikplatte gebildet wird, die eine hohe Dichte und Festigkeit aufweist und die auf zwei Seiten dauerhaft an poröse Cermet-Schichten gebondet ist, in der die Brennstoffverteilkkanäle **3A**, **3B** erzeugt wurden. Die Keramikbasis, die auf diese Weise hergestellt wurde, weist auf beiden Seiten auf einem Teil ihrer Oberfläche Keramiksichten eines Festelektrolyts auf, die überdeckt und dauerhaft an die Basis gebondet wurden, und die wiederum auf einem Teil ihrer Oberfläche mit Elektrodenschichten bedeckt sind, welche für Gase durchlässig sind, elektrischen Strom leiten und auf einem Teil ihrer Oberfläche mit Kontaktschichten bedeckt sind. Des Weiteren weist der elektrochemische Energiewandler metallische leitfähige Strukturen auf, die vorteilhaft in porösen Cermet-Schichten eingebettet sind, wobei die eingebetteten metallischen leitfähigen Strukturen hergestellt sein können auf der Basis von für Gase durchlässigen Platinschichten, Nickel-Nanoröhrchen oder Nickel-Maschennetzen.

[0012] Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht die einfache Verbindung von Zellen zu Batterien. Dank der flachen Struktur ist es möglich, einen hohen Grad an Kompaktheit zu erreichen, was wiederum ein günstiges Verhältnis von Leistung und Volumen ermöglicht. Verbindungen, die für die Brennstoffbahnen vorgesehen sind, die von dem Hochtemperaturbereich entfernt sind, sowie die entfernten elektrischen Verbindungen können bei Temperaturen arbeiten, die deutlich unter der Betriebstemperatur der Zelle liegen. Damit konnten die Prozesse der Verschlechterung der Brennstoffzufuhrverbindungen und der elektrischen Verbindungen stark minimiert werden, was zu einer verlängerten Betriebszeit führen dürfte.

[0013] Die relativ niedrige Temperatur in der Nähe der Verbindungen für die Brennstoffbahnen macht

es möglich, niedrig-schmelzende Metallabdichtungen oder kostengünstige Polymerabdichtungen zu verwenden. Die Verbindungen aus niedrig-schmelzenden Bindemitteln lassen sich relativ leicht demonstrieren. Dieser Vorteil ermöglicht das Abklemmen einer ausgewählten Zelle, und so die Reparatur der Batterie.

[0014] Die erfindungsgemäße Lösung wurde jeweils anhand eines Beispiels einer Ausführungsform in einer Figur offengelegt, wobei **Fig. 1** eine Folge von Schichten einer integrierten Doppelzelle des elektrochemischen Energiewandlers darstellt; **Fig. 2** eine allgemeine Ansicht des integrierten Doppelzellwandlers und einen Querschnitt darstellt, in dem die Anordnung der eingebetteten leitfähigen Struktur gezeigt ist; **Fig. 3** die Anordnung von Kanälen in der erfindungsgemäßen Keramikstruktur der Zelle darstellt; und **Fig. 4** den Stromgenerator darstellt, umgesetzt auf der Basis einer Batterie aus erfindungsgemäßen Energiewandlern.

Beispielhaftes Verfahren zur Herstellung

[0015] Ein Herstellungsverfahren einer einzelnen Wandlerzelle umfasst:

- Vorbereiten der keramischen Basisplatte, einschließlich Ausschneiden der vordefinierten Form und der Öffnungen,
- Auftragen von Schichten einer keramischen Zusammensetzung, die auf Basis von Yttrium-stabilisiertem Zirkonium, das Nickeloxid enthält, hergestellt ist, auf beide Seiten der keramischen Basisplatte; 2 × keramische Folie, 100 µm dick;
- Thermische Bearbeitung, 200°C – 1 Stunde;
- Ausbilden von Kanälen in der Struktur auf beiden Seiten der keramischen Basisplatte mittels einer Mikro-CNC-Maschine;
- Brennen der Keramikstruktur; Phase I: 450°C – 1 Stunde; Phase II: 1520°C – 2 Stunden;
- Auftragen der keramischen Folie (100 µm), die auf Basis von Yttrium-stabilisiertem Zirkonium, das Nickel enthält, hergestellt ist, auf beide Seiten der Keramikstruktur;
- Brennen der Keramikstruktur; Phase I: 450°C – 1 Stunde; Phase II: 1520°C – 2 Stunden;
- Aufbringen der metallischen leitfähigen Struktur in Form von 100 µm breiten Platinstreifen auf beide Seiten der Keramikstruktur;
- Brennen der metallischen leitfähigen Strukturen, 950°C – 1 Stunde;
- Aufbringen der keramischen Folie (100 µm), die auf Basis von Yttrium-stabilisiertem Zirkonium, das Nickel enthält, hergestellt ist, auf beide Seiten der Keramikstruktur;
- Brennen der Keramikstruktur; Phase I: 450°C – 1 Stunde; Phase II: 1520°C – 2 Stunden;
- Aufbringen von zwei Schichten der Elektrolyt-Keramik-Zusammensetzung auf Basis von Yttri-

- um-stabilisiertem Zirkonium mittels Siebdruckverfahren auf jede Seite der Keramikstruktur;
- Brennen der Keramikstruktur; Phase I: 450°C – 1 Stunde; Phase II: 1520°C – 2 Stunden;
- Auftragen von Schichten einer leitfähigen keramischen Zusammensetzung auf der Basis von (La,Sr)MNO₃ auf beide Seiten der Keramikstruktur mittels Siebdruckverfahren;
- Brennen der Keramikstruktur, 950°C – 1 Stunde;
- Abdichtung des Rands der Keramikstruktur (C-129-Glas, ESL);
- Auftragen von Kontaktschichten auf beide Seiten der Keramikstruktur mittels Siebdruckverfahren, (Gold-Paste);
- Brennen der Keramikstruktur, 950°C – 0,5 Stunde;
- Anschließen der Ausgänge an die Kontakte (Golddraht, 0,3 mm);
- Reduktion des Nickeloxids in den porösen Cermet-Schichten, Temp. 850°C, N₂ + H₂,

[0016] Beispiel einer Ausführungsform des elektrochemischen Energiewandlers: Der elektrochemische Energiewandler weist eine flache vielschichtige Keramikstruktur auf, deren Kern die zentrale Keramikplatte **1** mit hoher Dichte und Steifigkeit ist, dauerhaft gebondet an poröse Cermet-Schichten AN1, AN2, in denen die Brennstoffverteikanäle **3A**, **3B** ausgebildet wurden. Eine Keramikstruktur wird so hergestellt, dass auf Teilen ihrer beiden Oberflächen Keramikschichten eines Festelektrolyts **7A**, **7B** aufgebracht werden, die dauerhaft mit der Keramikstruktur gebondet werden, und die auf einem Teil ihrer Oberfläche mit Elektrodenschichten **8A**, **8B** bedeckt werden, die wiederum für Gase durchlässig sind, elektrischen Strom leiten und auf einem Teil ihrer Oberfläche mit Kontaktschichten **9A**, **9B** bedeckt werden.

[0017] Die in den porösen Cermet-Schichten AN1, AN2 eingebetteten metallischen leitfähigen Strukturen **5A**, **5B** haben einen günstigen Einfluss auf die elektrischen, katalytischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften der Schichten, welche die Zellanoden bilden. Das Auftragen der eingebetteten Schicht, umgesetzt auf der Basis von korrekt ausgerichteten Nanoröhrchen aus Nickel, ist besonders vorteilhaft. Dieses Material scheint aufgrund seiner großen aktiven Oberfläche unter allen bisher für diese Anwendung bekannten katalytischen Materialien am besten geeignet zu sein. Die hohe Wärmeleitfähigkeit der Nanoröhrchen stellt sicher, dass im gesamten aktiven Bereich der Zelle eine gleichförmige Temperatur herrscht, wodurch nicht nur die mechanische Beanspruchung minimiert, sondern auch die optimale Ladung der aktiven Elektrolytschicht sichergestellt wird. Die hohe elektrische Leitfähigkeit der Nanoröhrchen ist von besonderer Bedeutung, vor allem für diese Struktur, da sie den Widerstand zwischen dem Elektrolyt und den Ausgangskontakten reduziert.

[0018] Die so hergestellte Keramikstruktur enthält zwei unabhängige Stromgeneratoren, die miteinander verbunden sein können, wobei die Verbindung parallel oder seriell sein kann. Die kombinierten Strukturen können mithilfe von metallischen Verbindern **10** zu Batterien verbunden sein.

[0019] In der erfindungsgemäßen Ausführungsform wurden zwei Arten von Verbindungen verwendet. Innerhalb der Keramikstruktur, die ein starres und unteilbares Element ist, ist die Dichtigkeit der den Brennstoff und die Verbrennungsprodukte verteilenden Kanäle durch gesinterte keramische Verbindungen von Materialien mit identischer Struktur sichergestellt. Die Gasverbindungen zwischen den Zellen wurden mithilfe von metallischen Verbindungen erzeugt, die eine gewisse Flexibilität zeigen. Die aus einem weichen Material hergestellten metallischen Verbinder **10** dienen gleichzeitig als Verbinder und als Abdichtungen. In **Fig. 4** ist ein elektrochemischer Stromgenerator dargestellt, in dem eine Batterie aus erfindungsgemäßen Wandlern verwendet wurde. Die Batterie von Wandlern befindet sich in einer Kammer, die aus Isolationsmaterial **12** hergestellt ist, durch das Luft geblasen wird. Die Gestaltung des Energiewandlers ermöglicht die Umsetzung von elektrischen Verbindungen und Gasverbindungen jenseits der Kammer, was die Beibehaltung dieser Verbindungen unter vorteilhafteren Betriebsbedingungen gestattet. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die genannten Verbindungen bei viel niedrigerer Temperatur betrieben werden, ist es möglich, niedrig-schmelzende Bindemittel zu verwenden, was wiederum das Auswechseln einer einzelnen Zelle im Fall einer Beschädigung erleichtert. Die Gestaltung der Zelle macht es außerdem möglich, die elektrischen Verbindungen mithilfe von geschweißten bzw. gelöteten Drahtverbindungen **11** umzusetzen.

[0020] Die Keramikstruktur des erfindungsgemäßen elektrochemischen Energiewandlers kann auch in Einrichtungen zur Erzeugung von Wasserstoff verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektrochemischen Energiewandlers, das in einer Deposition aufeinander folgender Schichten besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Seiten einer zentralen Keramikplatte (**1**) mit einer Cermet-Zusammensetzung (**2A**), (**2B**) bedeckt werden, wobei in der Cermet-Zusammensetzung (**2A**), (**2B**) auf beiden Seiten der Platte (**1**) Kanäle (**3A**), (**3B**) erzeugt werden, dann die Kanäle (**3A**), (**3B**) auf beiden Seiten der Platte mit Schichten einer Cermet-Zusammensetzung (**4A**), (**4B**), die Nickel enthält, bedeckt werden, die dann so gebrannt werden, dass analoge Keramikschichten auf beiden Seiten gleichzeitig gebrannt werden; da-

nach werden beide Seiten der auf diese Weise hergestellten Keramikstruktur mit leitfähigen Strukturen (**5A**), (**5B**) überdeckt und anschließend mit aufeinander folgenden Schichten der Cermet-Zusammensetzung (**6A**), (**6B**), die Nickel enthält; danach werden beide Seiten der Keramikstruktur, die auf diese Weise vorbereitet wurde, aufeinander folgend überdeckt mit: Schichten, die das Festelektrolyt (**7A**), (**7B**) bilden; Schichten, die für Gase durchlässig sind und elektrischen Strom leiten, die die Elektroden (**8A**), (**8B**) bilden, sowie Kontaktschichten (**9A**), (**9B**); und anschließend werden elektrische Ausgänge mit den Kontaktschichten (**9A**), (**9B**) verbunden.

2. Verfahren zur Herstellung des elektrochemischen Energiewandlers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kanäle (**3A**), (**3B**) in der Cermet-Zusammensetzung mittels eines Formgießverfahrens erzeugt werden, wobei zuvor eine zentrale Keramikplatte (**1**) in der Form platziert wurde.

3. Verfahren zur Herstellung des elektrochemischen Energiewandlers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kanäle (**3A**), (**3B**) in der Cermet-Zusammensetzung mittels mechanischer Bearbeitung erzeugt werden.

4. Verfahren zur Herstellung des elektrochemischen Energiewandlers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kanäle (**3A**), (**3B**) in der Cermet-Zusammensetzung mittels Laserablation erzeugt werden.

5. Verfahren zur Herstellung des elektrochemischen Energiewandlers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Struktur der Kanäle (**3**) in der Cermet-Zusammensetzung mittels Photoformgebung erzeugt werden.

6. Verfahren zur Herstellung des elektrochemischen Energiewandlers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die leitfähigen Strukturen (**5A**), (**5B**) aus Platinschichten hergestellt werden, die für Gase durchlässig sind.

7. Verfahren zur Herstellung des elektrochemischen Energiewandlers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die leitfähigen Strukturen (**5A**), (**5B**) aus Nanoröhrchen aus Nickel hergestellt werden.

8. Verfahren zur Herstellung des elektrochemischen Energiewandlers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die leitfähigen Strukturen (**5A**), (**5B**) aus Nickel-Maschen hergestellt werden.

9. Elektrochemischer Energiewandler, der ein Festelektrolyt enthält, **dadurch gekennzeichnet**, dass er eine flache Keramikbasis aufweist, deren Kern durch die zentrale Keramikplatte (**1**) gebildet wird und mit

der poröse Cermet-Schichten (AN1), (AN2) verbunden sind, in denen die Verteilkanäle (3A), (3B) hergestellt sind, wobei die auf diese Weise hergestellte Keramikbasis auf beiden Seiten auf einem Teil der Oberfläche keramische Schichten eines Festelektrolyts (7A), (7B) aufweist, die aufgetragen und dauerhaft mit der Basis verbunden wurden, und die auf einem Teil ihrer Oberfläche mit Elektrodenschichten (8A), (8B) bedeckt sind, die wiederum auf einem Teil ihrer Oberfläche mit Kontaktschichten (9A), (9B) bedeckt sind.

10. Elektrochemischer Energiewandler nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass er metallische Strukturen (5A), (5B) aufweist, die in den porösen Cermet-Schichten (AN1), (AN2) eingebettet sind.

11. Elektrochemischer Energiewandler nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die eingebetteten metallischen Strukturen (5A), (5B) aus für Gase durchlässigen Platinschichten hergestellt sind.

12. Elektrochemischer Energiewandler nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die eingebetteten metallischen Strukturen (5A), (5B) aus Nanoröhrchen aus Nickel hergestellt sind.

13. Elektrochemischer Energiewandler nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die eingebetteten metallischen Strukturen (5A), (5B) aus Nickel-Maschen hergestellt sind.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

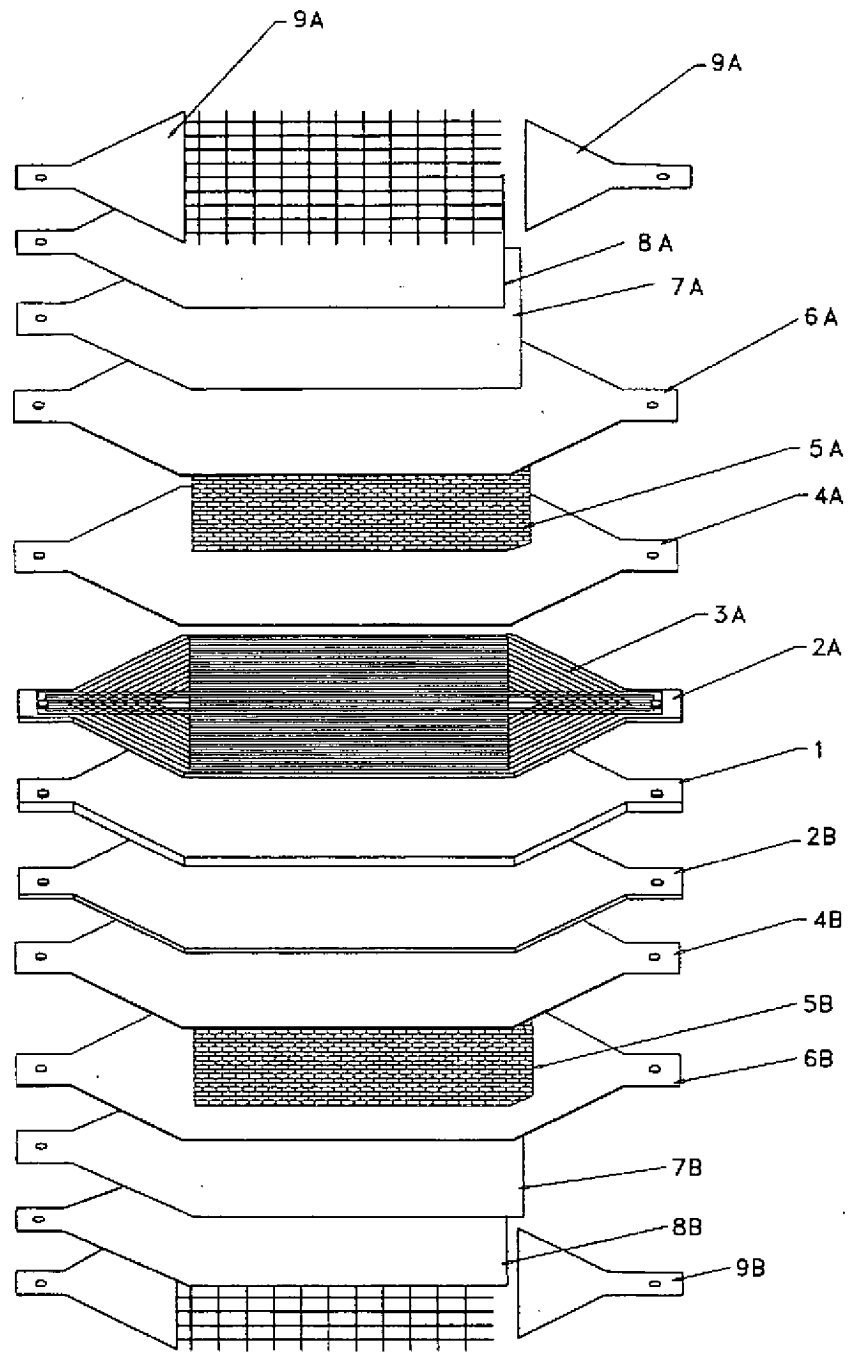


Fig. 1

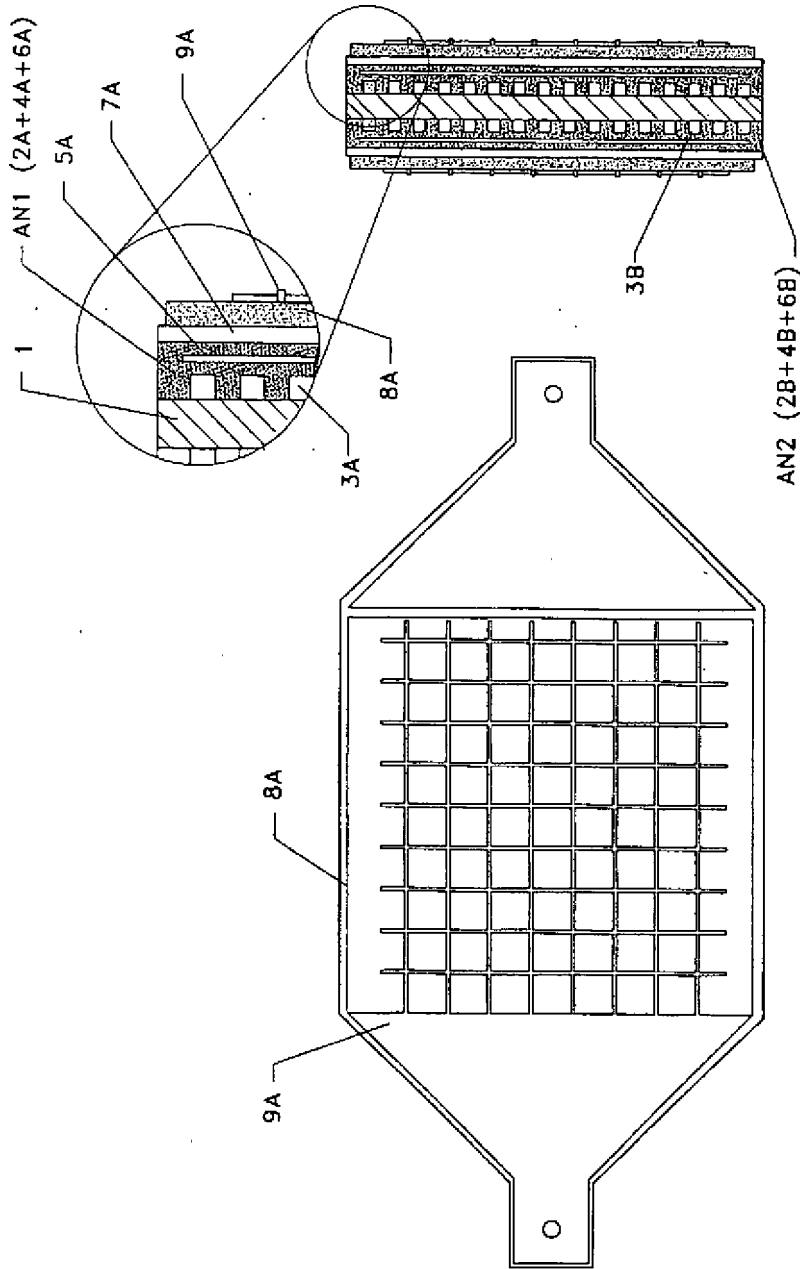


Fig. 2

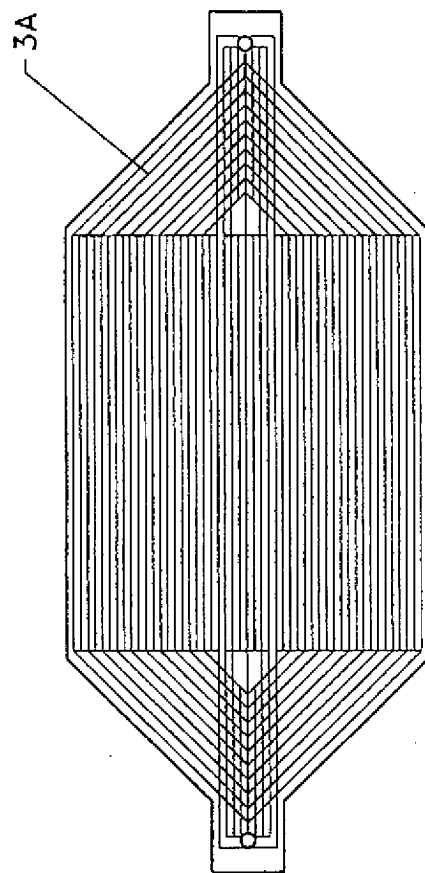


Fig. 3

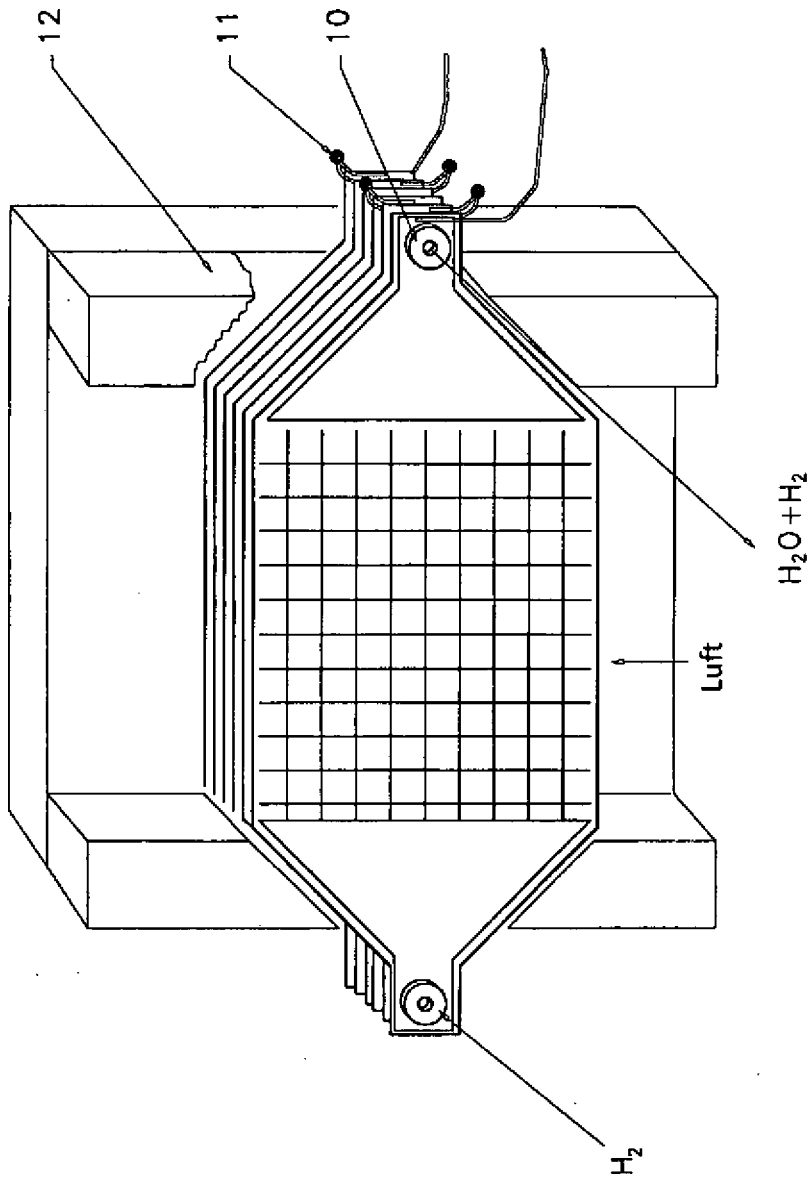


Fig. 4