

(19)

österreichisches
patentamt

(10)

AT 413 009 B 2005-09-26

(12)

Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 268/2004 (51) Int. Cl.⁷: H01M 8/04
(22) Anmeldetag: 2004-02-19
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-02-15
(45) Ausgabetag: 2005-09-26

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2003/028141A2
WO 2000/035038A1
GB 2368968A

(73) Patentinhaber:
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).
(72) Erfinder:
SCHÜSSLER MARTIN DR.
GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) **BRENNSTOFFZELLENSTAPEL AUS MITTEL- ODER HOCHTEMPERATURBRENN-
STOFFZELLEN**

(57) Die Erfindung betrifft einen Brennstoffzellenstapel (1) aus Mittel- oder Hochtemperaturbrennstoffzellen, welche zur Kompensation des inneren Betriebsdruckes und/oder zur Abdichtung der einzelnen Brennstoffzellen (2) gegeneinander verspannte, auf die beiden Endbereiche (7) des Brennstoffzellenstapels (1) wirkende Spannelemente (5) aufweisen. Ernungsgemäß ist zwischen den Endbereichen (7) des Brennstoffzellenstapels (1) und dem jeweils zugeordneten Spannselement (5) ein die Spannkraft übertragendes, thermisches Isolierelement (8) angeordnet, um die Spannvorrichtung (3) in den kalten Bereich der Anordnung zu verlagern.

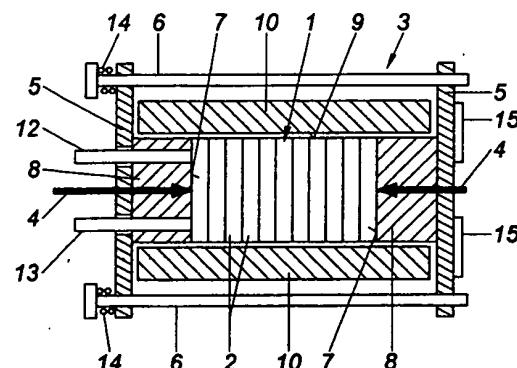


Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen Brennstoffzellenstapel aus Mittel- oder Hochtemperaturbrennstoffzellen, welche zur Kompensation des inneren Betriebsdruckes und/oder zur Abdichtung der einzelnen Brennstoffzellen gegeneinander verspannte, auf die beiden Endbereiche des Brennstoffzellenstapels wirkende Spannelemente aufweisen.

- 5 Bei Brennstoffzellen müssen zur Kompensation des inneren Betriebsdrucks und/oder und zur Abdichtung einzelner Zellen und/oder zur Gewährleistung guter elektrischer Kontakte der Zwischenplatten/Bipolarplatten mit den Elektroden Kräfte auf den Zellstapel ausgeübt werden. Diese Kräfte werden in bekannten Brennstoffzellenanordnungen über das Brennstoffzellen-
10 Gehäuse oder über gesonderte Spannvorrichtungen aufgebracht.

Die Festigkeitswerte von Spannvorrichtungen sind allerdings bei Temperaturen über 300°C wesentlich geringer, sodass relativ hohe Massen zur Aufbringung der mechanischen Kräfte notwendig sind. Bei Temperaturen über 600°C, die bei Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) oder
15 Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen (MCFC) vorliegen, sind zudem spezielle metallische Werkstoffe einzusetzen, die teuer sind.

20 Die thermischen Ausdehnung der Brennstoffzelle beim Hochfahren muss im Spannmechanismus berücksichtigt werden, wobei an der Brennstoffzelle anliegende Ausgleichselemente verwendet werden. Im Betrieb ergibt sich dabei eine inhomogene Temperaturverteilung, weil die Spannvorrichtung und allfällige Ausgleichselemente wie ein Kühlblech wirken.

25 Bei herkömmlichen Brennstoffzellenanordnungen verzögert die Spannvorrichtung mit ihrer Wärmekapazität den Start und sorgt für eine inhomogene Temperaturverteilung während des Starts. Bei häufigen Kaltstarts geht die Aufheizung solcher Zusatzmassen signifikant in den Kraftstoffverbrauch ein.

30 Aus der WO 03/028141 A2 ist beispielsweise eine Festoxid-Brennstoffzelle bekannt, welche aus einem Stapel von Einzelzellen besteht, die mit Hilfe einer Spannvorrichtung aus einer Grundplatte und einer Spannplatte gegeneinander verspannt sind. Zwischen der Spannplatte und dem Brennstoffzellenstapel ist ein Faltenbalg aus mehreren Balgelementen angeordnet, welcher die thermische Ausdehnung der Brennstoffzellen beim Hochfahren kompensiert. Der Faltenbalg besteht aus einer hitzebeständigen Metalllegierung und ist mit einem Gas, beispielsweise Luft unter Atmosphärendruck oder einem Inertgas mit höherem Druck, gefüllt.
35 Nachteiligerweise ergibt sich beim Betrieb des Brennstoffzellenstapels eine inhomogene Temperaturverteilung, da die Grundplatte der Spannvorrichtung und der metallische Faltenbalg die Wärme aus den angrenzenden Brennstoffzellen ableiten und eine unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass der Start der Brennstoffzelle bzw.
40 das Erreichen der optimalen Betriebsparameter aufgrund der Wärmekapazität der Spannvorrichtung verzögert wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ausgehend von einem Brennstoffzellenstapel mit einer Spannvorrichtung der eingangs beschriebenen Art, Verbesserungen vorzuschlagen, die für eine homogener Temperaturverteilung während der Startphase sorgen und die Verwendung leichter, billiger Materialien für die Spannvorrichtung zulassen.
45

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zwischen den Endbereichen des Brennstoffzellenstapels und dem jeweils zugeordneten Spannelement ein die Spannkraft übertragendes, thermisches Isolierelement angeordnet ist. Insbesondere weisen auch die Seitenbereiche des Brennstoffzellenstapels eine von den Spannelementen freigestellte Außenisolierung auf.
50

55 Die eingangs erwähnten Probleme werden somit durch eine Verlagerung der Spannvorrichtung außerhalb einer thermischen Isolation gelöst, d.h. das Spannen erfolgt im kalten Bereich. Dadurch können leichte und billige Werkstoffe verwendet werden, welche zum Hochfahren der

Brennstoffzellen nicht mit aufgeheizt werden müssen.

Erfindungsgemäß werden die beiden endseitigen Isolierelemente von der Außenisolierung des Stapels seitlich umfasst, sodass ein im Wesentlichen geschlossener, thermisch isolierter Raum gebildet wird, in welchem außer den Brennstoffzellen weitere Brennstoffzellenkomponenten, wie zum Beispiel Hochtemperaturwärmetauscher, Reformer und/oder Brenner, angeordnet sein können. Damit wird - wie bei der Brennstoffzelle selbst - die Masse der heißen Bauteile reduziert, die mechanische Festigkeit für Dichtkräfte oder Betriebsdruckkompensation aufbringen müssen. Dichtkräfte können zum Beispiel an den Schnittstellen der einzelnen Komponenten zur Überführung der Prozessgase notwendig sein.

Heiße Gase führende Rohre haben keinen mechanischen Kontakt zum Spannmechanismus, da zumindest eines der endseitigen, thermischen Isolierelemente Öffnungen für den Durchtritt von Zu- und Ableitungen für die Prozessgase zum Betrieb der Brennstoffzellen aufweist.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Spannelemente mit Hilfe von Spannschrauben gegeneinander verspannt, wobei zumindest ein Spannelement durch Federelemente vorgespannt ist, die außerhalb der Isolierung für den Brennstoffzellenstapel angeordnet sind. Die thermische Ausdehnung des Stapels kann im Kalten weniger aufwendig und teuer (z.B. durch einfache Spiralfedern) kompensiert werden.

Ein zusätzlicher Vorteil besteht darin, dass die Spannvorrichtung den gesamten Aufbau umfasst und ein mechanisches Gerüst bildet, das ein Gehäuse ersetzt und multifunktional z.B. auch als Befestigungsplattform für elektrische Schnittstellen und Sensorik - Schnittstellen dienen kann.

Erfindungsgemäß können die thermischen Isolierelemente und ggf. die Außenisolierung aus einem porösen keramischen Material, beispielsweise aus gebundener pyrogener Kieselsäure (im Wesentlichen SiO_2 , TiO_2 und Al_2O_3), oder aus einer im Wesentlichen druckfesten, metallischen Gitter- oder Gerüststruktur mit schlechter Wärmeleitung (ggf. in Kombination mit Vakuumisolation) bestehen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen: Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel in einem Längsschnitt sowie Fig. 2 eine Ausführungsvariante des Brennstoffzellenstapels in einer Schnittdarstellung gemäß Fig. 1.

Der in Fig. 1 dargestellte Brennstoffzellenstapel 1 besteht aus Mittel- oder Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 beispielsweise Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) oder Schmelzkarbonatbrennstoffzellen (MCFC), welche zur Kompensation des inneren Betriebsdruckes, zur Abdichtung der einzelnen Brennstoffzellen 2 und zur Herstellung guter elektrischer Kontakte der Zwischenplatten bzw. Bipolarplatten mit den Elektroden, mit Hilfe einer Spannvorrichtung 3 gegenüberliegender Spannelementen 5 gegeneinander verspannt sind, so dass auf den Brennstoffzellenstapel 1 eine durch die Pfeile 4 angegebene Spannkraft ausgeübt wird. Die Spannvorrichtung 3 weist zwei Spannelemente 5 auf, welche mit Hilfe von Spannschrauben 6 gegeneinander verspannt sind.

Die gesamte Spannvorrichtung 3 befindet sich außerhalb der thermischen Isolation des Brennstoffzellenstapels 1, wobei zwischen den Endbereichen 7 des Stabes 1 und den jeweils zugeordneten Spannelementen 5 ein im Wesentlichen druckfestes, thermisches Isolierelement 8 angeordnet ist, welches bei den auftretenden Druck- und Temperaturwerten plastische und elastische Verformungen im Bereich von 5 bis 10% aufweist. Die von der Spannvorrichtung 3 aufgebrachte Spannkraft (Pfeile 4 senkrecht zur Brennstoffzellen-Zellebene) wird somit von den Isolierelementen 8 auf den Brennstoffzellenstapel 1 übertragen, so dass für die im kalten Bereich liegende Spannvorrichtung billige, leichte Materialien wie beispielsweise Aluminium oder Aluminiumlegierungen verwendet werden können. Die Seitenbereiche 9 des Brennstoffzellen-

stapels 1 weisen eine Außenisolierung 10 auf, welche keine Druckkräfte der Spannvorrichtung 3 aufnimmt (siehe Spalt zwischen den Spannelementen 5 und der Außenisolierung 10) und zusammen mit den endseitigen Isolierelementen 8 einen im Wesentlichen geschlossenen Raum bildet. Für die Außenisolierung 10 benötigt man daher ein hochtemperaturfestes, jedoch nicht unbedingt druckfestes Material. Die Außenisolierung 10 ist mehrteilig ausgeführt (z.B. zwei Halbschalen bei einem zylindrischen Brennstoffzellenstapel) und kann ohne Entfernung der Spannvorrichtung 3 demontiert werden.

Wie in Fig. 1 schematisch dargestellt, weist zumindest eines der endseitigen thermischen Isolierelemente 8 Öffnungen 11 für den Durchtritt von Zu- und Ableitungen 12, 13 für die Zufuhr bzw. Abfuhr der für den Betrieb der Brennstoffzellen 2 benötigten Prozessgase auf.

Die thermische Ausdehnung der Brennstoffzellen 2 sowie ggf. die Deformation der Isolierelemente 8 beim Hochfahren wird dadurch kompensiert, dass zumindest ein Spannlement 5 durch Federelemente, beispielsweise Spiralfedern 14 vorgespannt ist, die außerhalb der Isolierung 8, 10 für den Brennstoffzellenstapel 1 angeordnet sind.

Die Spannvorrichtung 3 umfasst den gesamten Aufbau und bildet ein mechanisches Gerüst, das die Funktion eines Gehäuses übernimmt und als Befestigungsplattform für elektrische Anschlüsse 15 bzw. als Sensorschnittstelle dienen kann.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsvariante, bei welcher innerhalb der Spannvorrichtung 3 in einem Raumes, der durch die endseitigen Isolierelemente 8 und die Außenisolierung 10 gebildet ist, neben den Brennstoffzellen 2 weitere Brennstoffzellenkomponenten, beispielsweise ein Hochtemperaturwärmetauscher 16 und ein Reformer und/oder Brenner 17, angeordnet sind, deren Schnittstellen 18 zur Weiterleitung der Prozessgase von der Spannvorrichtung 3 zusammengepresst werden.

30 Patentansprüche:

1. Brennstoffzellenstapel (1) aus Mittel- oder Hochtemperaturbrennstoffzellen, welche zur Kompensation des inneren Betriebsdruckes und/oder zur Abdichtung der einzelnen Brennstoffzellen (2) gegeneinander verspannte, auf die beiden Endbereiche (7) des Brennstoffzellenstapels (1) wirkende Spannlemente (5) aufweisen, *dadurch gekennzeichnet*, dass zwischen den Endbereichen (7) des Brennstoffzellenstapels (1) und dem jeweils zugeordneten Spannlement (5) ein die Spannkraft übertragendes, thermisches Isolierelement (8) angeordnet ist.
2. Brennstoffzellenstapel (1) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Seitenbereiche (9) des Brennstoffzellenstapels (1) eine von den Spannlementen (5) freigestellte Außenisolierung (10) aufweisen.
3. Brennstoffzellenstapel (1) nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Außenisolierung (10) des Stapes (1) die beiden endseitigen Isolierelemente (8) seitlich umfasst.
4. Brennstoffzellenstapel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest eines der endseitigen thermischen Isolierelemente (8) Öffnungen (11) für den Durchtritt von Zu- und Ableitungen (12, 13) für die Prozessgase zum Betrieb der Brennstoffzellen (2) aufweist.
5. Brennstoffzellenstapel (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass innerhalb eines durch die endseitigen Isolierelemente (8) und der Außenisolierung (10) gebildeten Raumes weitere Brennstoffzellenkomponenten, wie zum Beispiel Hochtemperaturwärmetauscher (16), Reformer (17) und/oder Brenner, angeordnet sind.

6. Brennstoffzellenstapel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Spannelemente (5) mit Hilfe von Spannschrauben (6) gegeneinander verspannt sind, wobei zumindest ein Spannselement (5) durch Federelemente (14), vorzugsweise Spiralfedern, vorgespannt ist, die außerhalb der Isolierung (8, 10) für den Brennstoffzellenstapel (1) angeordnet sind.
7. Brennstoffzellenstapel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass die thermischen Isolierelemente (8) und ggf. die Außenisolierung (10) aus einem porösen keramischen Material, beispielsweise aus gebundener pyrogener Kieselsäure, bestehen.
8. Brennstoffzellenstapel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass die im Wesentlichen druckfesten, thermischen Isolierelemente (8) aus einer metallischen Gitter- oder Stützstruktur bestehen.
9. Brennstoffzellenstapel (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Spannelemente (5) und die Spannschrauben (6) ein mechanisches Gerüst bilden, welches die Funktion eines Gehäuses übernimmt und als Schnittstelle (15) für elektrische Anschlüsse dient.
10. Brennstoffzellenstapel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Brennstoffzellenstapel (1) Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) oder Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen (MCFC) aufweist.

25

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

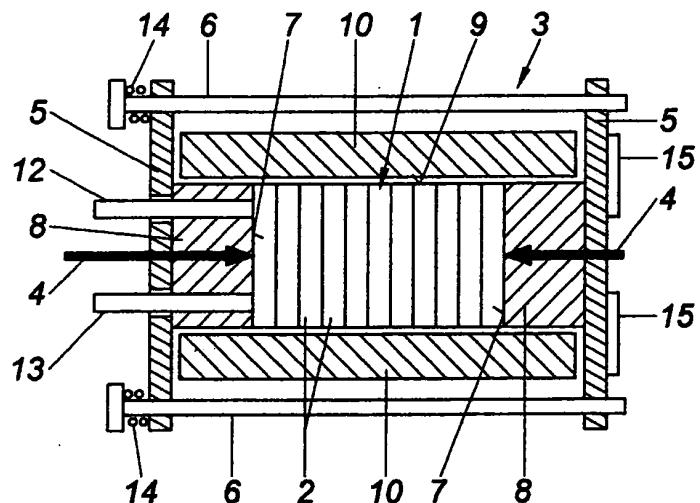


Fig. 1

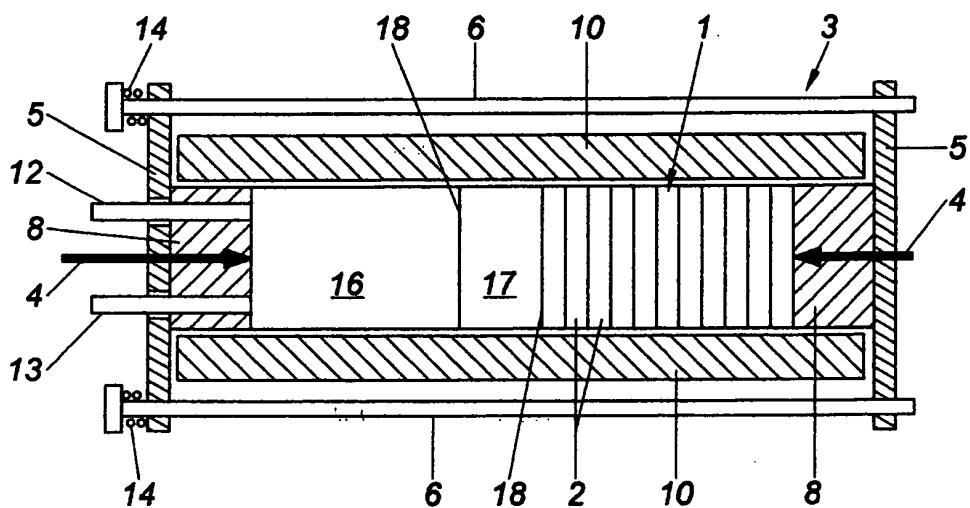


Fig. 2