

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Oktober 2009 (01.10.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/117749 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01M 8/04 (2006.01) *H01M 8/24* (2006.01)

(74) Anwalt: SONN & PARTNER Patentanwälte; Riemergasse 14, A-1010 Wien (AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2009/000072

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Februar 2009 (23.02.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 491/2008 28. März 2008 (28.03.2008) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRONIUS INTERNATIONAL GMBH [AT/AT]; Vorchdorfer Strasse 40, A-4643 Pettenbach (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RIFFELSBERGER, Christian [AT/AT]; Günther-Wallner-Platz 9, A-4609 Thalheim/Wels (AT). SCHMITSBERGER, Thomas [AT/AT]; Oberzeiling 1, A-4650 Lambach (AT). WOLF-SEGGGER, Simon [AT/AT]; Grünbichl 27, A-4230 Pregarten (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

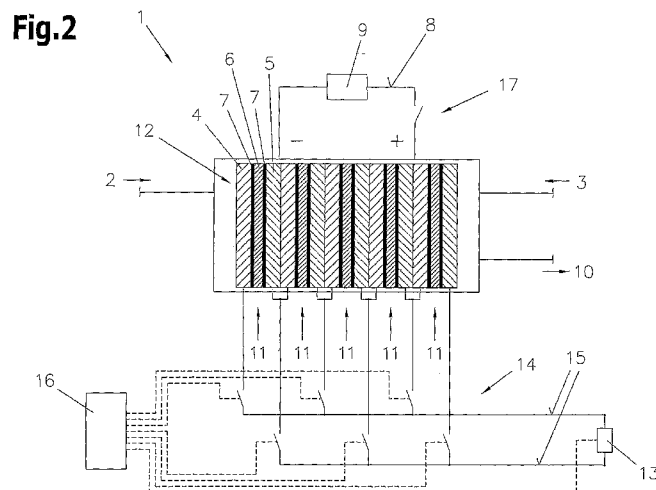
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR THE DISCONNECTION OF A FUEL CELL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ABSCHALTEN EINER BRENNSTOFFZELLE



(57) Abstract: The invention relates to a method for the disconnection of a fuel cell (1) with a plurality of cells (11) connected in series, wherein at least two reaction gases are supplied during operation, and the supply of at least one reaction gas is interrupted after operation, and the reaction gas remaining at least in one of the cells (11) is consumed by the current generated by the reaction gases in the cell (11) being dissipated via at least one consumer (13), and to an apparatus for implementing the method. For the complete and controlled consumption of the reaction gases remaining in the individual cells (11), the invention provides that at least one consumer (13) is connected via at least one switching element (14) per cell (11) to each cell (11), with the result that the consumer (13) forms a dedicated circuit with each cell (11), and that at least one reaction gas of each individual cell (11) is completely consumed by the current generated by the reaction gases in the cell (11) being dissipated via the at least one consumer (13) connected to the cell (11).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/117749 A1



— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschalten einer Brennstoffzelle (1) mit mehreren in Reihe geschalteten Zellen (11), wobei im Betrieb zumindest zwei Reaktionsgase zugeführt werden, und nach dem Betrieb die Zuführung zumindest eines Reaktionsgases unterbrochen wird, und das zumindest in einer der Zellen (11) verbliebene Reaktionsgas verbraucht wird, indem der durch die Reaktionsgase in der Zelle (11) erzeugte Strom über zumindest einen Verbraucher (13) abgeführt wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Zum vollständigen und kontrollierten Verbrauch der in den einzelnen Zellen (11) verbleibenden Reaktionsgase ist vorgesehen, dass zumindest ein Verbraucher (13) über zumindest ein Schaltelement (14) pro Zelle (11) mit jeder Zelle (11) verbunden wird, sodass der Verbraucher (13) mit jeder Zelle (11) einen eigenen Stromkreis bildet, und dass zumindest ein Reaktionsgas jeder einzelnen Zelle (11) vollständig verbraucht wird, indem der durch die Reaktionsgase in der Zelle (11) erzeugte Strom über den zumindest einen der Zelle (11) zugeschalteten Verbraucher (13) abgeführt wird.

Verfahren und Vorrichtung zum Abschalten einer Brennstoffzelle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschalten einer Brennstoffzelle mit mehreren in Reihe geschalteten Zellen, wobei im Betrieb zumindest zwei Reaktionsgase zugeführt werden, und nach dem Betrieb die Zuführung zumindest eines Reaktionsgases unterbrochen wird und das zumindest in einer der Zellen verbliebene Reaktionsgas verbraucht wird, indem der durch die Reaktionsgase in der Zelle erzeugte Strom über zumindest einen Verbraucher abgeführt wird.

Ebenso betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Abschalten einer Brennstoffzelle mit mehreren in Reihe geschalteten Zellen und mit Anschlüssen zur Versorgung mit zumindest zwei Reaktionsgasen, mit zumindest einem Verbraucher zur Abführung des durch das in jeder Zelle nach dem Betrieb befindliche Reaktionsgas erzeugten Stromes.

Aus der DE 100 59 393 A1 ist bekannt, dass nach dem Betrieb einer Brennstoffzelle Reste der Reaktionsgase, welche den elektronischen Strom durch eine chemische Reaktion erzeugen, entfernt werden. Dies erfolgt durch einen elektrischen Widerstand, welcher parallel zur Brennstoffzelle zugeschaltet wird.

Die DE 10 2004 034 071 A1 betrifft eine Abschaltprozedur für Brennstoffzellensysteme, wie sie beispielsweise in Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb verwendet werden können. Beim Abschalten des Brennstoffzellensystems wird die Zufuhr eines Reaktionsgases, nämlich die Zufuhr des Wasserstoffs, unterbrochen und das verbliebene Restgas einem elektrischen Verbraucher zugeführt.

Die US 5,105,142 A beschreibt eine Entladeschaltung für eine Brennstoffzelle, wobei nach dem Abschalten der Brennstoffzelle der durch das Restgas erzeugte Strom über einen parallelen Widerstand, der auch variabel sein kann, abgeleitet wird.

Nachteilig ist hierbei, dass bei einer ungleichen Verteilung der Restgase in den einzelnen Zellen der Brennstoffzelle die Restgase unterschiedlich schnell verbraucht werden. In der Folge fließt solange ein Strom durch die Zellen, bis die Restgase al-

ler Zellen verbraucht sind. Dadurch werden auch Zellen mit Strom durchflossen, deren Restgase bereits verbraucht wurden. Daraus resultiert, dass sich die Spannung an diesen gasverarmten Zellen umkehrt und es somit zu einer signifikanten Schädigung dieser lokalen Zellen kommen kann. In weiterer Folge wird der Wirkungsgrad sowie die Lebensdauer der Brennstoffzelle entsprechend verschlechtert.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, die nach dem Abschalten der Brennstoffzelle in den einzelnen Zellen verbleibenden Reaktionsgase vollständig und kontrolliert zu verbrauchen.

Die Aufgabe der Erfindung wird in verfahrensmäßiger Hinsicht dadurch gelöst, dass zumindest ein Verbraucher über zumindest ein Schaltelement pro Zelle mit jeder Zelle verbunden wird, sodass der Verbraucher mit jeder Zelle einem eigenen Stromkreis bildet, und dass zumindest ein Reaktionsgas jeder einzelnen Zelle vollständig verbraucht wird, indem der durch die Reaktionsgase in der Zelle erzeugte Strom über den zumindest einen der Zelle zugeschalteten Verbraucher abgeführt wird. Vorteilhaft ist hierbei, dass die verbliebenen Reaktionsgase in jeder Zelle kontrolliert verbraucht werden, während die restlichen Zellen der Brennstoffzelle nicht belastet werden. Eine zellschädigende Spannungsumkehrung kann dadurch zuverlässig vermieden werden. Ebenso kann dadurch der Abschaltvorgang der Brennstoffzelle beschleunigt werden. Maßgeblich dabei ist, dass jede einzelne Zelle der Brennstoffzelle mit einem Verbraucher einen eigenen Stromkreis bildet, über den die verbliebenen Reaktionsgase der einzelnen Zelle verbraucht werden können, ohne die anderen Zellen zu beeinflussen.

Durch die Maßnahme, dass zumindest ein Verbraucher mit jeder Zelle verbunden wird, sodass der Verbraucher mit jeder einzelnen Zelle einen eigenen Stromkreis bildet, wird ein schnelles und sicheres Verbrauchen der Reaktionsgase jeder Zelle gewährleistet.

Vorteilhafterweise wird ein Verbraucher schrittweise hintereinander jeder Zelle zugeschaltet. Dadurch ist eine einfache und

kostengünstige Durchführung des Verfahrens realisierbar.

Wenn ein Verbraucher über zumindest ein Schaltelement pro Zelle jeder Zelle zugeschaltet wird, kann erreicht werden, dass die Brennstoffzelle im Betrieb durch den oder die Verbraucher nicht belastet wird.

Durch die Maßnahme, dass die Schaltelemente von einer Steuervorrichtung angesteuert werden, kann eine rasche und automatische Durchführung des Verfahrens erzielt werden.

Von Vorteil ist auch, wenn die Spannung jeder Zelle gemessen wird. Dadurch kann die Durchführung des Verfahrens unter Berücksichtigung der gemessenen Zellspannungen vorgenommen werden.

Vorteilhafterweise wird der zumindest eine Verbraucher während der Messung der Zellspannung weggeschaltet, sodass dieser die Messung nicht beeinflusst.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Verbraucher schrittweise in Abhängigkeit der gemessenen Zellspannung jeder Zelle zugeschaltet wird. Dadurch kann ein besonders effizientes Abschalten der Brennstoffzelle vorgenommen werden, indem beispielsweise das Reaktionsgas jener Zelle mit der höchsten Zellspannung als erstes verbraucht wird und danach die Zelle mit der nächst höchsten Zellspannung mit dem Verbraucher verbunden wird. Die Vorrichtung zur Messung der Zellspannung kann auch während des Betriebs der Brennstoffzelle zur Messung der Zellspannungen eingesetzt werden. Vorteilhafterweise ist eine Messvorrichtung vorgesehen, welche über dieselben Schaltelemente, über die der Verbraucher mit den Zellen verbunden wird, an die Zellen geschaltet werden kann. Dadurch wird ein kostengünstiger Aufbau möglich.

Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch eine oben erwähnte Vorrichtung gelöst, bei der der zumindest eine Verbraucher über zumindest jeweils ein Schaltelement mit jeder einzelnen Zelle verbindbar ist, sodass der durch das in jeder Zelle nach dem Betrieb befindliche Reaktionsgas erzeugte Strom über den Verbraucher abführbar ist.

Vorteilhafterweise ist ein Verbraucher über zwei Sammelleitungen und zumindest jeweils ein Schaltelement mit jeder einzelnen Zelle verbindbar. Dadurch resultiert ein sehr effektiver, einfacher und kostengünstiger Aufbau.

Vorteilhafterweise sind die Schaltelemente mit einer Steuervorrichtung verbunden. Dadurch kann der Abschaltvorgang entsprechend automatisiert werden und der Verbraucher im Betrieb der Brennstoffzelle weggeschaltet werden, sodass die Brennstoffzelle durch den Verbraucher nicht belastet wird.

Vorteilhafterweise ist die Steuervorrichtung zur schrittweisen Zuschaltung eines Verbrauchers an jede Zelle ausgebildet. Dadurch kann für alle Zellen (beispielsweise 100) eines sogenannten Stacks einer Brennstoffzelle nur ein Verbraucher verwendet werden.

Wenn der Verbraucher über ein Schaltelement zwischen den Sammelleitungen angeordnet ist, kann dieser beispielsweise während des Betriebs der Brennstoffzelle weggeschaltet werden.

Vorteilhafterweise ist eine Vorrichtung zur Messung der Spannung der Zellen vorgesehen.

Diese Messvorrichtung kann über die Sammelleitungen parallel zum Verbraucher geschaltet sein.

Wenn die Messvorrichtung mit der Steuervorrichtung verbunden ist und die Steuervorrichtung zur Ansteuerung der Schaltelemente jeder Zelle in Abhängigkeit der gemessenen Zellspannung ausgebildet ist, kann der Verbraucher und/oder die Messvorrichtung schrittweise mit jeder einzelnen Zelle verbunden werden und somit ein besonders effizientes und rasches Durchführen der Abschaltung der Brennstoffzelle erzielt werden.

Der Verbraucher ist vorteilhafterweise durch einen Transistor im Linearbetrieb gebildet. Dadurch kann der durch das Verbrauchen der Reaktionsgase in den Zellen entstandene Strom konstant abgeführt und das Abschalten der Zelle bzw. Brennstoffzelle be-

schleunigt werden.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten, schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Darin zeigen:

Fig. 1 den schematischen Aufbau einer Brennstoffzelle;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Abschalten einer Brennstoffzelle; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer weiteren Ausführungsform.

Einführend wird festgehalten, dass gleiche Teile des Ausführungsbeispiels mit gleichen Bezugszeichen versehen werden.

In Fig. 1 ist eine Brennstoffzelle 1 zur Erzeugung von Strom aus zumindest zwei Reaktionsgasen, vorteilhafterweise Wasserstoff 2 und Sauerstoff 3 bzw. Luft, dargestellt.

Im Allgemeinen sind Brennstoffzellen 1 elektrochemische Stromerzeuger, die direkt aus einer chemischen Verbindung Strom erzeugen. Dies erfolgt durch Umkehrung der elektrolytischen Zersetzung des Wassers, bei der durch einen Stromfluss die Reaktionsgase Wasserstoff 2 und Sauerstoff 3 gebildet werden.

Die Brennstoffzelle 1 ist aus mehreren in Reihe geschalteten Zellen, welche als sogenannter Stack 12 bezeichnet wird, aufgebaut. In einer Zelle 11 der Brennstoffzelle 1 reagieren also die Reaktionsgase Wasserstoff 2 und Sauerstoff 3 miteinander, wodurch elektrischer Strom erzeugt wird. Eine Zelle 11 wird durch Anode 4, Kathode 5, Elektrolyt 6 und Katalysator 7 gebildet.

In der Brennstoffzelle 1 reagiert also Wasserstoff 2 mit Sauerstoff 3, wodurch elektrischer Strom erzeugt wird. Hierzu wird an einer Anode 4 der Wasserstoff 2 und an einer Kathode 5 der Sauerstoff 3 zugeführt, wobei die Anode 4 und die Kathode 5 durch ein Elektrolyt 6 getrennt sind. Des Weiteren sind die Anode 4 und die Kathode 5 an der dem Elektrolyt 6 zugewandten Seite mit einem Katalysator 7, meist aus Platin, beschichtet. Dadurch kann

der Wasserstoff 2 mit dem Sauerstoff 3 reagieren, wobei dies in zwei getrennten Einzelreaktionen an den beiden Elektroden, der Anode 4 und der Kathode 5, erfolgt.

An der Anode 4 wird Wasserstoff 2 zugeführt, wobei der Wasserstoff 2 am Katalysator 7 reagiert und sich je ein Wasserstoffmolekül in zwei Wasserstoffatome spaltet. Ein Wasserstoffatom weist zwei Bestandteile, ein negativ geladenes Elektron und ein positiv geladenes Proton, auf, wobei jedes Wasserstoffatom sein Elektron abgibt. Die positiv geladenen Protonen diffundieren durch den Elektrolyten 6, welcher für die negativ geladenen Elektronen undurchlässig ist, zur Kathode 5.

An der Kathode 5 wird zeitgleich zum Wasserstoff 2 an der Anode 4 Sauerstoff 3 zugeführt. Die Sauerstoffmoleküle reagieren am Katalysator 7 und teilen sich jeweils in zwei Sauerstoffatome, welche sich an der Kathode 5 ablagern.

Somit sind an der Kathode 5 die positiv geladenen Protonen des Wasserstoffs 2 sowie die Sauerstoffatome, und an der Anode 4 die negativ geladenen Elektronen des Wasserstoffs 2 abgelagert. Dadurch herrscht an der Kathode 5 ein sogenannter Elektronenmangel und an der Anode 4 ein sogenannter Elektronenüberschuss. Daraus resultiert, dass sich die Anode 4 gegenüber der Kathode 5 auf negativem Potenzial befindet, die Anode 4 also einem Minuspol (-) und die Kathode 5 einem Pluspol (+) entspricht.

Verbindet man die beiden Elektroden, also die Anode 4 und die Kathode 5, mit einem elektrischen Leiter 8, so wandern die Elektronen aufgrund des Potenzialunterschiedes über den elektrischen Leiter 8 von der Anode 4 zur Kathode 5. Es fließt also elektrischer Gleichstrom durch die Leitung 8 bzw. einer damit verbundenen Last 9. Die Last 9 kann beispielsweise durch eine Batterie, die den produzierten Strom speichert, oder einen Wechselrichter, welcher den produzierten Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt, gebildet sein.

Zwei Elektronen, welche über den elektrischen Leiter 8 von der Anode 4 zur Kathode 5 gewandert sind, werden jeweils von einem Sauerstoffatom in der Kathode 5 aufgenommen und werden zu zwei-

fach negativ geladenen Sauerstoff-Ionen. Diese Sauerstoff-Ionen vereinigen sich mit den positiv geladenen Protonen des Wasserstoffs 2, welche durch den Elektrolyt 6 von der Anode 4 zur Kathode 5 diffundiert sind, zu Wasser 10. Das Wasser 10 wird als sogenanntes Reaktionsendprodukt aus der Kathode 5 ausgeschieden.

Zum Abschalten der Brennstoffzelle 1 wird bevorzugt die Zufuhr des Reaktionsgases Sauerstoff 3 bzw Luft unterbrochen. Dies hat zur Folge, dass in den Zellen 11 zumindest ein Teil der Reaktionsgase verbleiben. Ohne weitere Maßnahmen hätte dies zumindest bei einigen Typen von Brennstoffzellen 1 zur Folge, dass Wasserstoff 2 durch den Elektrolyt 6 diffundiert und sich in der Kathode 5 der Zellen 11 ein explosionsfähiges Gemisch bildet. Ebenso wird dadurch die Lebensdauer der Zellen 11, insbesondere des Elektrolyts 6 und Katalysators 7, stark reduziert. Um dies zu verhindern, werden gezielte Verfahren zum Abschalten der Brennstoffzelle 1 eingesetzt. Dadurch wird der Anteil des Sauerstoffs 3 im Reaktionsgas soweit verbraucht, dass die Brennstoffzelle 1 im abgeschalteten Zustand gefahrlos abgestellt werden kann. Da derartige Verfahren grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt sind, wird im Folgenden nur auf die erfindungsgemäßen Details eingegangen.

Erfindungsgemäß wird nun das Verfahren zum Abschalten der Brennstoffzelle 1 derart ausgeführt, dass zumindest ein Reaktionsgas jeder einzelnen Zelle 11 vollständig verbraucht wird, indem der durch die Reaktionsgase in der Zelle 11 erzeugte Strom über zumindest einen jeder Zelle 11 getrennt zugeschalteten Verbraucher 13 abgeführt wird. Dadurch kann es im Gegensatz zum Beschalten aller Zellen 11 mit einem gemeinsamen Widerstand zu keiner für die Zellen 11 gefährlichen Spannungsumkehr im Falle einer vorzeitigen lokalen Gasverarmung kommen. Das Verbrauchen der Reaktionsgase in den Zellen 11 der Brennstoffzelle 1 wird auch als Abreagieren der Zellen 11 bezeichnet.

In Fig. 2 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch dargestellt.

Hieraus ist ersichtlich, dass der zumindest eine Verbraucher 13 bevorzugt über jeweils zwei Schaltelemente 14 an jede Zelle 11

des Stacks 12 zuschaltbar ist. Dies erfolgt derart, dass der Verbraucher 13 parallel zur Zelle 11 geschaltet wird und mit dieser einen Stromkreis bildet, welcher über die Schaltelemente 14 geschlossen wird. Damit dies nun für alle Zellen 11 des Stacks 12 getrennt möglich ist, wird jeweils jeder Pol der Zelle 11 über eines der Schaltelemente 14 mit einer der Sammelleitungen 15 verbunden. Dabei sind zwei benachbarte Pole von zwei Zellen 11 über eines der Schaltelemente 14 mit einer der Sammelleitungen 15 verbunden. Zwischen den Sammelleitungen 15 ist der Verbraucher 13 angeordnet, sodass dieser mit jeder Zelle 11 des Stacks 12 verbindbar ist. Somit kann ein Verbraucher 13 nacheinander bzw. schrittweise hintereinander über die Schaltelemente 14 an jede Zelle 11 des Stacks 12 zugeschaltet werden, um die Reaktionsgase jeder Zelle 11 vollständig zu verbrauchen. Sind die Reaktionsgase, insbesondere der Sauerstoff 3, in jener Zelle 11, an welcher der Verbraucher 13 zugeschaltet ist, vollständig verbraucht, wird der Verbraucher 13 an die nächste Zelle 11 zugeschaltet. Die Schaltelemente 14 werden vorzugsweise von einer Steuervorrichtung 16 entsprechend geregelt bzw. gesteuert, sodass der Verbraucher 13 stets nur eine Zelle 11 belastet. Ebenso wird die Umschaltung des Verbrauchers 13 von einer Zelle 11 auf die Nächste von der Steuervorrichtung 16 durchgeführt.

Der Verbraucher 13 kann durch einen variablen Widerstand, einen Transistor im Linearbetrieb, oder Ähnlichem gebildet sein, durch den bis zum vollständigen Verbrauchen der Reaktionsgase ein ständiger Stromfluss in ausreichender Höhe gewährleistet wird. Der Widerstandswert des Verbrauchers 13 kann dabei von der Steuervorrichtung 16 entsprechend geregelt werden, sodass stets der optimale Wert eingestellt ist.

Bevorzugt wird während des erfindungsgemäßen Verfahrens die Last 9, welche während des Betriebs der Brennstoffzelle 1 mit Strom versorgt wird, durch einen Schalter 17 weggeschaltet. Dadurch wird erreicht, dass während dem Verbrauchen der Reaktionsgase nur die Zelle 11 mit dem zugeschalteten Verbraucher 13 einen Stromkreis bildet.

In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsvariante für das erfin-

dungsgemäße Verfahren dargestellt.

Bei dieser Variante ist an den Sammelleitungen 15 zusätzlich eine Messvorrichtung 18 angeschlossen, mit der die Spannungen der einzelnen Zellen 11 erfasst werden können. Dazu werden die Schaltelemente 14 entsprechend verwendet, welche für die Zuschaltung des Verbrauchers 13, wie zuvor beschrieben, zuständig sind. Während der Spannungsmessungen wird allerdings der Verbraucher 13 bevorzugt durch ein Schaltelement 19 von den Sammelleitungen 15 getrennt, sodass eine exakte Spannungsmessung gewährleistet ist. Zu diesem Zweck ist ein Datenaustausch zwischen der Messvorrichtung 18 und der Steuervorrichtung 16 über eine entsprechende Datenleitung vorteilhaft.

Bei einer derartigen Messvorrichtung 18 wird das Verfahren zum Abschalten der Brennstoffzelle 1 bevorzugt in mehreren Schritten durchgeführt. Als erstes wird nach dem Abschalten der Messvorrichtung 18 die Spannung jeder einzelnen Zelle 11 nacheinander bzw. schrittweise gemessen, wobei der Verbraucher 13 nicht zugeschaltet ist, und entsprechend gespeichert. Im nächsten Schritt werden die gespeicherten Spannungswerte der Zellen 11 absteigend sortiert. Dies hat zur Folge, dass im darauf folgenden Schritt die Zelle 11 mit dem höchsten Spannungswert als erste vollständig abreagiert wird. Dazu wird entsprechend der Verbraucher 13 durch das Schaltelement 19 und die entsprechende Zelle 11 anhand der Schaltelemente 14 mit den Sammelleitungen 15 verbunden, sodass ein geschlossener Stromkreis gebildet wird. Anschließend wird im nächsten Schritt die Zelle 11 mit dem zweithöchsten Spannungswert abreagiert. Dies setzt sich solange fort, bis die Zelle 11 mit der geringsten Spannung abreagiert wurde. Hierbei bleibt allerdings bevorzugt der Verbraucher 13 zwischen den Sammelleitungen 15 geschaltet, sodass nur die entsprechende Zelle 11 durch die Schaltelemente 14 auf die Sammelleitungen 15 geschaltet wird. Demzufolge werden also alle Zellen 11 des Stacks 12 entsprechend der gespeicherten Reihenfolge nacheinander bzw. schrittweise von der Steuervorrichtung 16 an den Verbraucher 13 geschaltet. Das heißt, dass jene Zellen 11 mit den meisten Reaktionsgasen, welche also den höchsten Spannungswert aufweisen, zuerst abreagiert werden. Somit wird also die Gefahr einer Schädigung der Zellen 11 äußerst gering gehalten.

Da die Messvorrichtung 18 ebenso an den Sammelleitungen 15 angeschlossen ist, ist diese demnach parallel zum Verbraucher 13 geschaltet. Dadurch wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass während dem Abreagieren der Zelle 11 stets die Spannung gemessen werden kann. Daraus resultiert, dass der Widerstandswert des Verbrauchers 13 entsprechend an die gemessene Spannung angepasst werden kann, sodass im Wesentlichen ein konstanter Stromfluss bis zum vollständigen Verbrauch des Sauerstoffs 3 gewährleistet ist. Entsprechend endet dieser Stromfluss nach dem Verbrauch der Reaktionsgase wiederum selbstständig.

Somit werden die Sammelleitungen 15 mit den daran angeschlossenen Schaltelementen 14 erfindungsgemäß für zumindest zwei Funktionen herangezogen. Zum einen, dass der eine Verbraucher 13 getrennt mit jeder Zelle 11 des Stacks 12 verbindbar ist. Zum anderen, dass die Spannung jeder Zelle 11 über die an den Sammelleitungen 15 angeschlossene Messvorrichtung 18 gemessen werden kann. Der daraus resultierende Messwert kann einerseits im Betrieb für die Zellspannungsüberwachung verwendet werden, und andererseits zum Regeln des Verbrauchers 13 beim Abschalten des Stacks 12 bzw. der Brennstoffzelle 1 herangezogen werden. Zu diesem Zweck wird die Spannung der Zellen 11 beim Abreagieren der Zellen 11 berücksichtigt.

Zusammenfassend kann somit gesagt werden, dass zum Abreagieren einer Zelle 11 diese mit jeweils einem Schaltelement 14 mit einer der Sammelleitungen 15 verbunden ist und mit dem Verbraucher 13 einen geschlossenen Stromkreis bildet. Zusätzlich wird die Spannung jeder Zelle 11 während dem Abreagieren gemessen bzw. überwacht, sodass in vorteilhafter Weise jede Zelle 11 kontrolliert und schonend abreagiert wird. Ebenso ist dadurch vorteilhaft, dass die Gesamtzeit zum Abreagieren des Stacks 12 verkürzt wird, da jede Zelle 11 äußerst effizient abreagiert wird.

Allgemein sei noch erwähnt, dass die Erfindung auch bei einer Zusammenschaltung mehrerer Brennstoffzellen 1 eingesetzt werden kann, wobei im einfachsten Fall zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens lediglich ein Verbraucher 13 und allenfalls eine Messvorrichtung 18 erforderlich ist.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Abschalten einer Brennstoffzelle (1) mit mehreren in Reihe geschalteten Zellen (11), wobei im Betrieb zumindest zwei Reaktionsgase zugeführt werden, und nach dem Betrieb die Zuführung zumindest eines Reaktionsgases unterbrochen wird und das zumindest in einer der Zellen (11) verbliebene Reaktionsgas verbraucht wird, indem der durch die Reaktionsgase in der Zelle (11) erzeugte Strom über zumindest einen Verbraucher (13) abgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Verbraucher (13) über zumindest ein Schaltelement (14) pro Zelle (11) mit jeder Zelle (11) verbunden wird, sodass der Verbraucher (13) mit jeder Zelle (11) einen eigenen Stromkreis bildet, und dass zumindest ein Reaktionsgas jeder einzelnen Zelle (11) vollständig verbraucht wird, indem der durch die Reaktionsgase in der Zelle (11) erzeugte Strom über den zumindest einen der Zelle (11) zugeschalteten Verbraucher (13) abgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbraucher (13) schrittweise hintereinander jeder Zelle (11) zugeschaltet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbraucher (13) über das zumindest eine Schaltelement (14) pro Zelle (11) jeder Zelle (11) zugeschaltet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltelemente (14) von einer Steuervorrichtung (16) angesteuert werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung jeder Zelle (11) gemessen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Verbraucher (3) während der Messung der Zellspannung weggeschaltet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbraucher (13) schrittweise in Abhängigkeit der gemessenen Zellspannung jeder Zelle (11) zugeschaltet wird.

8. Vorrichtung zum Abschalten einer Brennstoffzelle (1) mit mehreren in Reihe geschalteten Zellen (11) und mit Anschlüssen zur Versorgung mit zumindest zwei Reaktionsgasen, mit zumindest einem Verbraucher (13) zur Abführung des durch das in jeder Zelle (11) nach dem Betrieb befindliche Reaktionsgas erzeugten Stromes, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Verbraucher (13) über zumindest jeweils ein Schaltelement (14) mit jeder einzelnen Zelle (11) verbindbar ist, sodass der durch das in jeder Zelle (11) nach dem Betrieb befindliche Reaktionsgas erzeugte Strom über den Verbraucher (13) abführbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbraucher (13) über zwei Sammelleitungen (15) und das zumindest jeweils eine Schaltelement (14) mit jeder einzelnen Zelle (11) verbindbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltelemente (14) mit einer Steuervorrichtung (16) verbunden sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (16) zur schrittweisen Zuschaltung eines Verbrauchers (13) zu jeder Zelle (11) ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbraucher (13) über ein Schaltelement (19) zwischen den Sammelleitungen (15) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorrichtung (18) zur Messung der Spannung der Zellen (11) vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung (18) über die Sammelleitungen (15) parallel zum Verbraucher (13) geschaltet ist.

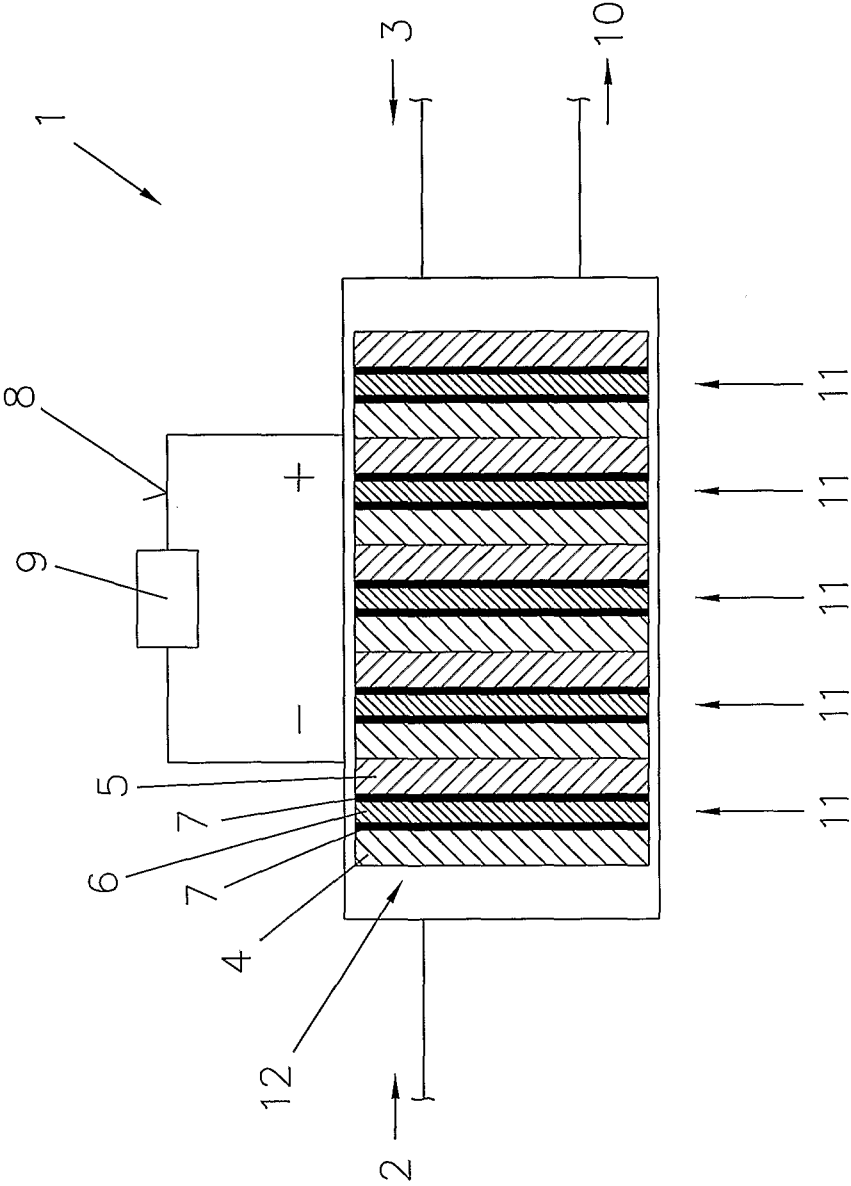
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung (18) mit der Steuervorrichtung (16) verbunden ist, und die Steuervorrichtung (16) zur Ansteuer-

rung der Schaltelemente (14) jeder Zelle (11) in Abhängigkeit der gemessenen Zellspannung ausgebildet ist.

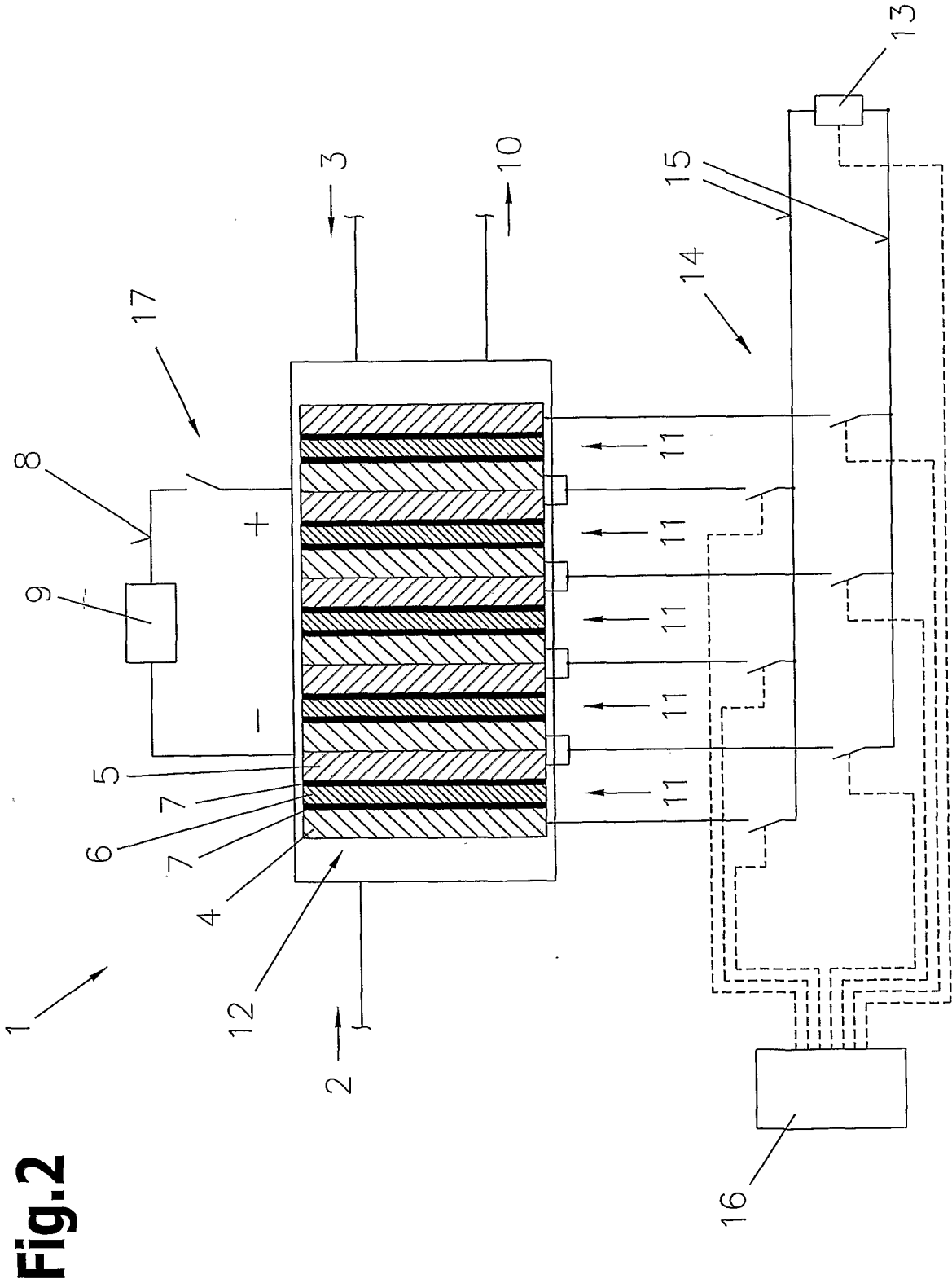
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Verbraucher (13) durch einen Transistor im Linearbetrieb gebildet ist.

1/3

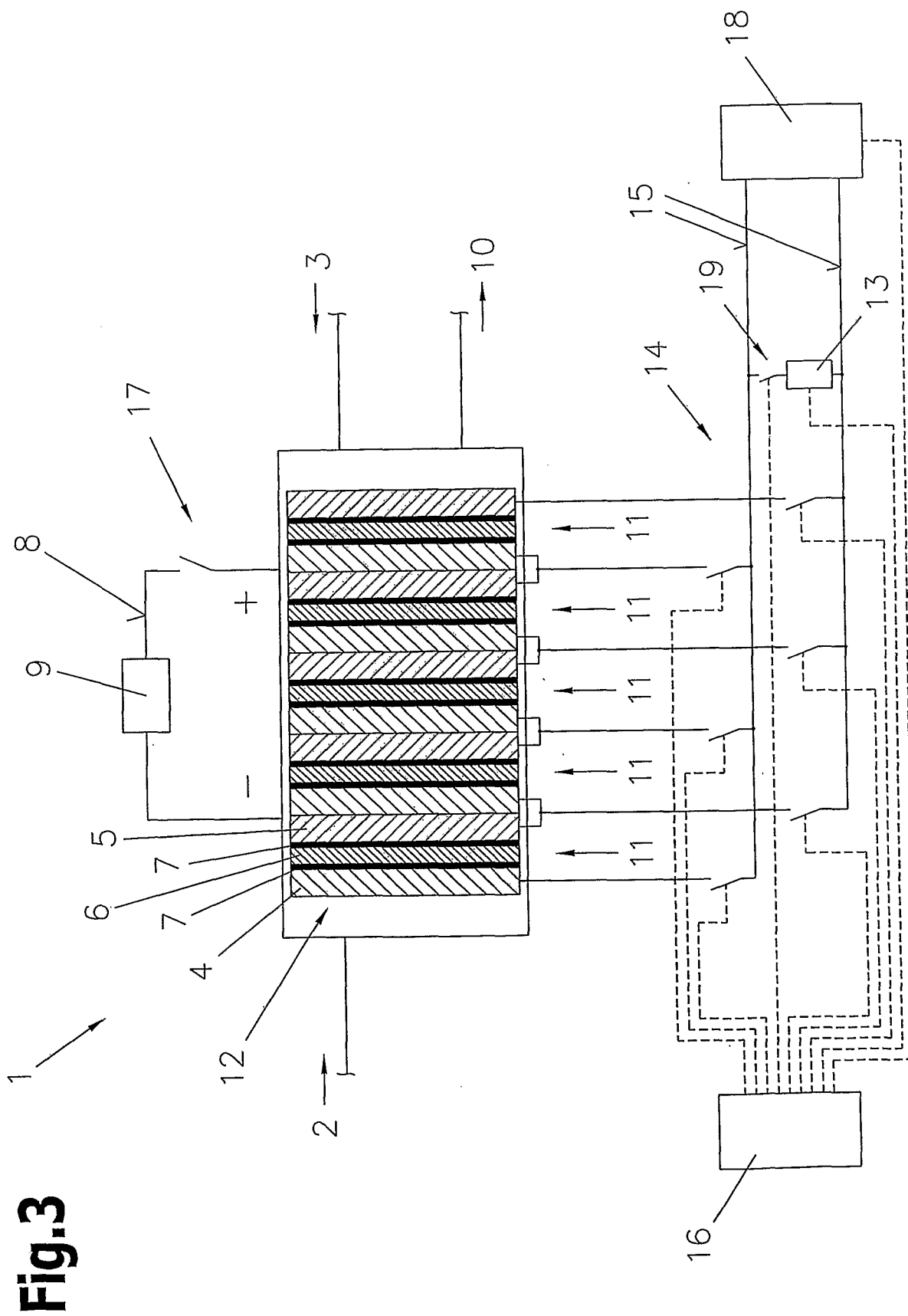
Fig.1



2/3



3/3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/AT2009/000072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M8/04

ADD. H01M8/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 103 54 021 A1 (DENSO CORP [JP]) 3 June 2004 (2004-06-03) paragraphs [0068], [0069], [0073], [0076] - [0083]; figures 1,2A,2B,3,6 -----	1-13,15
X	US 2004/081866 A1 (BEKKEDAHN TIMOTHY A [US] ET AL BEKKEDAHN TIMOTHY A [US] ET AL) 29 April 2004 (2004-04-29) paragraphs [0023] - [0029]; figures 4-13 -----	1,3,4, 8-10,12
X	US 2007/207356 A1 (MIYATA KOICHIRO [JP] ET AL) 6 September 2007 (2007-09-06) paragraphs [0023] - [0030]; figure 1 -----	8-14
X	US 2003/211372 A1 (ADAMS WILLIAM A [CA] ET AL) 13 November 2003 (2003-11-13) paragraph [0268]; figure 14A ----- -/--	8-13,15, 16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 2009

Date of mailing of the international search report

08/05/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brune, Markus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/AT2009/000072

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/142169 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; AISIN SEIKI [JP]; ZENG YIXIN [JP]) 13 December 2007 (2007-12-13) the whole document -----	8-16
A	US 2007/224482 A1 (SHIMOI RYOICHI [JP] ET AL) 27 September 2007 (2007-09-27) the whole document -----	8-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2009/000072

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10354021	A1	03-06-2004	JP 2004186137 A	02-07-2004
			US 2004101724 A1	27-05-2004
US 2004081866	A1	29-04-2004	AU 2003301739 A1	25-05-2004
			BR 0315673 A	06-09-2005
			CN 1708873 A	14-12-2005
			EP 1563566 A1	17-08-2005
			JP 2006504246 T	02-02-2006
			KR 20050071575 A	07-07-2005
			WO 2004040686 A1	13-05-2004
US 2007207356	A1	06-09-2007	JP 2007234554 A	13-09-2007
US 2003211372	A1	13-11-2003	AU 2003215473 A1	13-10-2003
			BR 0308950 A	30-01-2007
			WO 03083975 A2	09-10-2003
			CA 2480670 A1	09-10-2003
			CN 1656637 A	17-08-2005
			EP 1512189 A2	09-03-2005
			JP 2005527943 T	15-09-2005
WO 2007142169	A	13-12-2007	JP 2007323954 A	13-12-2007
US 2007224482	A1	27-09-2007	CA 2579129 A1	17-11-2005
			EP 1769552 A2	04-04-2007
			WO 2005107360 A2	17-11-2005
			JP 2005322570 A	17-11-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01M8/04

ADD. H01M8/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 103 54 021 A1 (DENSO CORP [JP]) 3. Juni 2004 (2004-06-03) Absätze [0068], [0069], [0073], [0076] - [0083]; Abbildungen 1,2A,2B,3,6 -----	1-13,15
X	US 2004/081866 A1 (BEKKEDAHN TIMOTHY A [US] ET AL BEKKEDAHN TIMOTHY A [US] ET AL) 29. April 2004 (2004-04-29) Absätze [0023] - [0029]; Abbildungen 4-13 -----	1,3,4, 8-10,12
X	US 2007/207356 A1 (MIYATA KOICHIRO [JP] ET AL) 6. September 2007 (2007-09-06) Absätze [0023] - [0030]; Abbildung 1 -----	8-14
X	US 2003/211372 A1 (ADAMS WILLIAM A [CA] ET AL) 13. November 2003 (2003-11-13) Absatz [0268]; Abbildung 14A -----	8-13,15, 16
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. April 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/05/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Brune, Markus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2007/142169 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; AISIN SEIKI [JP]; ZENG YIXIN [JP]) 13. Dezember 2007 (2007-12-13) das ganze Dokument -----	8-16
A	US 2007/224482 A1 (SHIMOI RYOICHI [JP] ET AL) 27. September 2007 (2007-09-27) das ganze Dokument -----	8-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2009/000072

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10354021	A1	03-06-2004	JP	2004186137 A	02-07-2004
			US	2004101724 A1	27-05-2004
US 2004081866	A1	29-04-2004	AU	2003301739 A1	25-05-2004
			BR	0315673 A	06-09-2005
			CN	1708873 A	14-12-2005
			EP	1563566 A1	17-08-2005
			JP	2006504246 T	02-02-2006
			KR	20050071575 A	07-07-2005
			WO	2004040686 A1	13-05-2004
US 2007207356	A1	06-09-2007	JP	2007234554 A	13-09-2007
US 2003211372	A1	13-11-2003	AU	2003215473 A1	13-10-2003
			BR	0308950 A	30-01-2007
			WO	03083975 A2	09-10-2003
			CA	2480670 A1	09-10-2003
			CN	1656637 A	17-08-2005
			EP	1512189 A2	09-03-2005
			JP	2005527943 T	15-09-2005
WO 2007142169	A	13-12-2007	JP	2007323954 A	13-12-2007
US 2007224482	A1	27-09-2007	CA	2579129 A1	17-11-2005
			EP	1769552 A2	04-04-2007
			WO	2005107360 A2	17-11-2005
			JP	2005322570 A	17-11-2005