

(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

12. Februar 2015 (12.02.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2015/018603 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/064993

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Juli 2014 (11.07.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 215 605.7
7. August 2013 (07.08.2013) DE

(71) Anmelder: BAYERISCHE MOTOREN WERKE
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Petuelring 130,
80809 München (DE).

(72) Erfinder: HAASE, Stefan; Blumenstraße 28, 85247
Schwabhausen (DE). SCHMID, Johannes;
Schröfelhofstraße 72, 81375 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A FUEL CELL AND A FUEL CELL SYSTEM

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER BRENNSTOFFZELLE UND EINES
BRENNSTOFFZELLENSYSTEMS

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a fuel cell, which method comprises the arrangement of in each case one gas diffusion layer with in each case one bipolar plate on a respective side of a membrane electrode arrangement which comprises an anode, a cathode and an electrolyte membrane arranged between the anode and the cathode, wherein the gas diffusion layers are set back in relation to the bipolar plates and the membrane electrode arrangement, wherein the gas diffusion layers have in each case at least one reaction fluid supply region and in each case at least one reaction fluid discharge region and in each case at least one reaction fluid sealing region. The method is characterized by the step of injecting a seal material into at least one reaction fluid sealing region of at least one gas diffusion layer such that the gas diffusion layer is sealed off to the outside.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle, das ein Anordnen je einer Gasdiffusionsschicht mit je einer Bipolarplatte, auf jeweils einer Seite einer Membranelektrodenanordnung, die eine Anode, eine Kathode und eine zwischen der Anode und der Kathode angeordnete Elektrolytmembran umfasst, wobei die Gasdiffusionsschichten gegenüber den Bipolarplatten und der Membranelektrodenanordnung zurückgesetzt sind, wobei die Gasdiffusionsschichten jeweils mindestens einen Reaktionsfluidzufuhrbereich und jeweils mindestens einen Reaktionsfluidabfuhrbereich sowie jeweils mindestens einen Reaktionsfluidabdichtbereich aufweisen. Das Verfahren ist durch den Schritt des Einspritzens eines Dichtungsmaterials in mindestens einen Reaktionsfluidabdichtbereich mindestens einer Gasdiffusionsschicht derart, dass die Gasdiffusionsschicht nach außen abgedichtet wird, gekennzeichnet.



WO 2015/018603 A2

Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle und eines Brennstoffzellensystems

5 Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle sowie eines Brennstoffzellensystems, bei denen eine in der Brennstoffzelle bzw. in dem Brennstoffzellensystem enthaltene Gasdiffusionsschicht und/oder etwaig vorgesehene Kühlkanäle abgedichtet
10 werden. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung einer an einer Gasdiffusionsschicht der Brennstoffzelle angebrachten Sperrschicht.

In einem Brennstoffzellensystem werden einzelne Brennstoffzellen in Reihe zu einem Brennstoffzellenstapel geschaltet um eine höhere Spannung zu erreichen. An jedem Ende eines Brennstoffzellenstapels befindet sich eine
15 Endplatte. Zwischen der Endplatte und dem Brennstoffzellenstapel befindet sich ein Stromabnehmer (meist aus Kupfer), der den elektrischen Strom aller Brennstoffzellen sammelt und vom Brennstoffzellenstapel ableitet. Die Brennstoffzellen enthalten jeweils eine Membranelektrodenanordnung, die zwischen eine kathodenseitige und eine anodenseitige Gasdiffusionsschicht
20 eingebracht ist, wobei auf der der Membranelektrodenanordnung abgewandten Seite der Gasdiffusionsschichten jeweils eine Bipolarplatte angeordnet ist. Die Gasdiffusionsschichten sind gegenüber den Bipolarplatten und den Membranelektrodenanordnungen zurückgesetzt. Die Gasdiffusionsschichten enthalten Reaktionsfluidzuführbereiche zum Transport
25 der Reaktionsgase und/oder Flüssigkeiten zu den Elektroden und Reaktionsfluidabführbereiche, zum Abtransport von Reaktionsgasen und/oder Flüssigkeiten von den Elektroden. Oftmals sind im Bereich der Bipolarplatten der Brennstoffzellen auch Kühlkanäle zum Transport von Kühlmitteln vorgesehen. Zur Abdichtung der jeweiligen gas- bzw. fluidführenden

- Schichten oder Kanäle der Brennstoffzellen müssen Dichtungen vorgesehen werden, die gedruckt, geklebt oder eingelegt werden. Beispielsweise werden hierzu Dichtungen beidseitig auf die Bipolarplatten oder die Membranelektrodenanordnung aufgebracht, um die dazwischenliegende
- 5 Gasdiffusionsschicht oder ggf. auch vorgesehene Kühlkanäle abzudichten, d.h. einen Austritt von Gas oder anderen Reaktionsfluiden oder weiteren Flüssigkeiten, wie z.B. Kühlflüssigkeiten, zu verhindern. Die Dichtungen haben eine vordefinierte Höhe oder Dicke und werden einzeln auf jede Bipolarplatte oder Membranelektrodenanordnung aufgebracht. Dies birgt den Nachteil,
- 10 dass gerade bei großen Toleranzen der Komponenten der Brennstoffzelle oder bei geringen Dichtungsdicken eine Dichtigkeit des Systems nur schwer zu gewährleisten ist, wobei die Einzelapplikation der Dichtungen sehr aufwendig ist und die Kosten des Fertigungsprozesses verteuert. Um Leckagen vorzubeugen werden daher höhere Dichtungslinien verwendet, die
- 15 die Toleranzen aller Komponenten maximal abdecken sollen, wodurch der Materialeinsatz steigt und der Durchflussbereich der Gase und Flüssigkeiten – allgemein der Fluide, verringert wird. Durch Letzteres steigt der Druckverlust des Mediums, was zu großen Verlusten in den BoP-Komponenten (Balance of Plant Komponenten) führt und den Systemwirkungsgrad verringert.
- 20 Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle bzw. eines Brennstoffzellensystems anzugeben, durch die auf einfache und kostensparende Weise eine effektive, also gasdichte bzw. flüssigkeitsdichte (im Folgenden zusammengefasst als „fluiddicht“) Abdichtung einer
- 25 Gasdiffusionsschicht und/oder eines vorgesehenen Kühlkanals, erzielt wird.

Diese Aufgabe wird bei einem ersten Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle, mit einem Schritt des Anordnens je einer Gasdiffusionsschicht mit je einer Bipolarplatte, auf jeweils einer Seite einer Membranelektrodenanordnung, die eine Anode, eine Kathode und eine

30 zwischen der Anode und der Kathode angeordnete Elektrolytmembran umfasst, wobei die Gasdiffusionsschichten gegenüber den Bipolarplatten und der Membranelektrodenanordnung zurückgesetzt sind, wobei die

Gasdiffusionsschichten jeweils mindestens einen Reaktionsfluidzuführbereich und jeweils mindestens einen Reaktionsfluidabführbereich sowie jeweils mindestens einen Reaktionsfluidabdichtbereich aufweisen, erfindungsgemäß durch den weiteren Schritt des Einspritzens eines Dichtungsmaterials in

5 mindestens einen Reaktionsfluidabdichtbereich mindestens einer Gasdiffusionsschicht derart, dass die Gasdiffusionsschicht (2, 3) nach außen abgedichtet wird, gelöst. Das eingespritzte Dichtungsmaterial kommt durch das Einspritzen so zu liegen, dass eine hohe Dichtheit der Gasdiffusionsschicht gegenüber Fluiden erzielt wird, wobei der

10 Reaktionsfluidzuführbereich sowie der Reaktionsfluidabführbereich nicht abgedichtet werden.

Ferner wird die Aufgabe auch durch ein zweites Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle mit dem Schritt des Anordnens je einer Gasdiffusionsschicht mit je einer Bipolarplatte, auf jeweils einer Seite einer

15 Membranelektrodenanordnung, die eine Anode, eine Kathode und eine zwischen der Anode und der Kathode angeordnete Elektrolytmembran umfasst, wobei die Gasdiffusionsschichten gegenüber den Bipolarplatten und der Membranelektrodenanordnung zurückgesetzt sind, wobei die Gasdiffusionsschichten jeweils mindestens einen Reaktionsfluidzuführbereich

20 und jeweils mindestens einen Reaktionsfluidabführbereich aufweisen und mindestens eine Bipolarplatte mindestens einen Kühlkanal mit mindestens einem Kühlmittelzuführbereich, mindestens einem Kühlmittelabführbereich und mindestens einem Kühlkanalabdichtbereich aufweist, erfindungsgemäß durch den Schritt des Einspritzens eines Dichtungsmaterials in mindestens

25 einen Kühlkanalabdichtbereich mindestens einer Bipolarplatte derart, dass der Kühlkanal nach außen abgedichtet wird, gelöst.

Eine Gasdiffusionsschicht im Sinne der Erfindung umfasst herkömmliche Gasdiffusionsschichten aber auch mikroporöse Schichten oder schaumartige Materialien. Die Reaktionsfluidzuführbereiche und

30 Reaktionsfluidabführbereiche können von außerhalb der Brennstoffzelle gespeist werden (external manifold) oder können in Bereiche der Brennstoffzelle, insbesondere der Bipolarplatten, integriert sein (internal

manifold). Das Einspritzen des Dichtungsmaterials ist ein zeiteffizientes Verfahren durch das Dichtungslinien schnell mit spezifischer, auf den abzudeckenden Bereich abgestimmter Höhe, unter gleichzeitiger Berücksichtigung und lokaler Kompensation von Material- und
5 Fertigungstoleranzen der Brennstoffzellenkomponenten präzise aufgebracht werden können. Der erfindungswesentliche Schritt des Einspritzens von Dichtungsmaterial kann analog auf alle Gasdiffusionsschichten oder Kühlkanäle der Brennstoffzelle angewendet werden. Somit wird auf einfache, kostengünstige und materialsparende Weise eine Brennstoffzelle mit sehr
10 hoher Fluiddichtigkeit bereitgestellt.

Die Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des ersten erfindungsgemäßen
15 Verfahrens wird an mindestens einer Bipolarplatte mindestens ein Kühlkanal mit mindestens einem Kühlmittelzufuhrbereich und mindestens einem Kühlmittelabfuhrbereich vorgesehen. Der Kühlkanal kann die Bipolarplatte flankieren und/oder in der Bipolarplatte integriert sein. Der Kühlkanal dient dem Führen von Kühlmittel und damit dem Abtransport von Wärme aus der
20 Brennstoffzelle.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des ersten erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass an der einen Bipolarplatte mit mindestens einem Kühlmittelzufuhrbereich und mindestens einem Kühlmittelabfuhrbereich aufweisenden
25 Bipolarplatte, mindestens ein Kühlkanalabdichtbereich vorgesehen wird und Dichtungsmaterials in mindestens einen Kühlkanalabdichtbereich der Bipolarplatte derart eingespritzt wird, so dass der Kühlkanal nach außen abgedichtet wird. Somit werden nicht nur die Gasdiffusionsschichten fluiddicht abgedichtet, sondern auch die Kühlkanäle, was einen ungewünschten Austritt von Kühlmittel effektiv verhindert und den
30 Betrieb der Brennstoffzelle sicherer gestaltet.

Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass das Einspritzen des Dichtungsmaterials an einen Reaktionsfluidabdichtbereich mindestens einer Gasdiffusionsschicht und/oder an mindestens einen Kühlkanalabdichtbereich der Bipolarplatte auch ein Einspritzen an eine Seitenfläche der Gasdiffusionsschicht und/oder eine Seitenfläche des Kühlkanals umfasst. Hierdurch wird eine besonders gute Abdichtung der Gasdiffusionsschicht und/oder des Kühlkanals erzielt.

Weiter vorteilhaft ist vorgesehen, dass das Einspritzen mittels einer oder mehrerer seitlich an der Brennstoffzelle angeordneten und/oder mindestens teilweise in den Reaktionsfluidabdichtbereich und/oder Kühlkanalabdichtbereich eingebrachten Düsen erfolgt. Durch die Verwendung von seitlich angeordneten Düsen können Dichtlinien mit hoher Präzision, Dicke und Höhe erstellt werden. Sofern die Düsen mindestens teilweise in den Reaktionsfluidabdichtbereich und/oder Kühlkanalabdichtbereich eingebracht sind, können die Dichtlinien besser und einfacher z.B. direkt an eine Seitenfläche der Gasdiffusionsschicht, angespritzt werden, so dass Dichtungsmaterial weniger am leicht zugänglichen Rand der Bipolarplatte, sondern direkt an der abzudichtenden fluidführenden Schicht zu liegen kommt.

Zur gleichmäßigeren und vollständigeren Abdichtung der gasführenden Schicht kann die Düse während des Einspritzens des Dichtungsmaterials bewegt werden. Besonders vorteilhaft ist dabei ein Schwenken oder Kippen der Düse unter Änderung des Einspritzwinkels des Dichtungsmaterials. Hierdurch können auch die schwerer zugänglichen Eckenbereiche vollständig und gleichmäßig mit Dichtungsmaterial bedeckt werden. Zudem kann durch geeignete Wahl des Einspritzwinkels mehr Material in die Nähe der Bipolarplatte gespritzt werden, was ein Wegdrücken der Membran und/oder ein Hinüberfließen von Dichtungsmaterial in einen Nachbarkanal verhindert.

Weiter vorteilhaft trägt auch ein Bewegen der Brennstoffzelle während des Einspritzens des Dichtungsmaterials zu einer besseren und gleichmäßigeren Verteilung des Dichtungsmaterials bei. Das Bewegen der Brennstoffzelle

umfasst sowie beim Bewegen der Düse auch ein Schwenken oder Kippen der Brennstoffzelle unter Änderung des Einspritzwinkels des Dichtungsmaterials, wodurch die Verteilung des Dichtungsmaterials auch in die schwer zugänglichen Eckbereiche vereinfacht wird.

- 5 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren den weiteren Schritt des Trocknens (Verfestigens oder Aushärtens) des Dichtungsmaterials, wobei die Brennstoffzelle während des Trocknens des Dichtungsmaterials komprimiert wird. Der Kompressionsdruck oder Anpressdruck verdichtet die Einzelschichten der Brennstoffzelle. Somit findet
10 ein Toleranzausgleich dadurch statt, dass das Dichtungsmaterial durch den einwirkenden Druck, wo erforderlich, seitlich verteilt wird. Dadurch können auf diese Weise die Dichtungslinien den realen Betriebsbedingungen angepasst und ein Überdosieren von Dichtungsmaterial in der Höhe vermieden werden. Der Kompressionsdruck kann dabei vorteilhafterweise einem im
15 Brennstoffzellenstapel herrschenden Druck entsprechen, aber auch geringer oder höher sein.

Weiter vorteilhaft weist die Bipolarplatte mindestens eine Prägung auf und das Dichtungsmaterial wird nur im Bereich der Prägung eingespritzt. Die Prägung dient als Auslaufsperrung des Dichtungsmaterials und begrenzt den
20 Einspritzbereich auf vorgesehene Stellen. Zudem kann somit auch eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Dichtungsmaterial und der Bipolarplatte hergestellt werden, die einem Herausrutschen der Dichtung bei mechanischer Einwirkung entgegenwirkt.

Das Einspritzen kann zur Reduktion der Herstellzeit der Brennstoffzelle unter
25 hohen Drücken, wie sie beispielsweise beim Kunststoffspritzgießen angewendet werden, erfolgen. Eine Deformation, Stauchung oder ein Eindringen von Dichtungsmaterial in die Gasdiffusionsschicht sollte dabei aber vermieden werden, um die Funktionalität der Gasdiffusionsschicht nicht zu reduzieren. Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht daher vor, dass an
30 mindestens einen Teil einer Seitenfläche mindestens eines Reaktionsfluidabdichtbereichs mindestens einer Gasdiffusionsschicht

und/oder an mindestens einen Teil einer Seitenfläche eines Kühlmittelabdichtbereichs eines Kühlkanals eine Sperrschicht angebracht wird, die ein Eindringen des Dichtungsmaterials in die Gasdiffusionsschicht oder den Kühlkanal beim Einspritzen verhindert. Dieser Teil kann
5 insbesondere den gesamten Reaktionsfluidabdichtbereich der Gasdiffusionsschicht oder den gesamten Kühlmittelabdichtbereich des Kühlkanals umfassen.

Besonders vorteilhaft wird die Sperrschicht nach dem Einspritzen des Dichtungsmaterials wieder entfernt um die Funktionalität der gasführenden
10 Schicht nicht zu gefährden. Dies kann physikalisch und/oder chemisch erfolgen und wird vorzugsweise durch die beim Betrieb der Brennstoffzelle herrschenden Bedingungen, ausgeführt. Hierzu ist die Sperrschicht vorzugsweise aus einem Material gebildet, dass wasserlöslich und/oder thermisch instabil und/oder leicht gasifizierbar und/oder säurelabil und/oder
15 druckempfindlich ist.

Weiter vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass zwischen eine Bipolarplatte und eine Membranelektrodenanordnung während des Einspritzens des Dichtungsmaterials ein Abstandshalter angebracht wird. Alternativ können
20 zum selben Zweck auch mehrere Abstandshalter eingesetzt werden. Der oder die Abstandshalter dienen der Abstützung der Schichten zwischen die das Dichtungsmaterial eingespritzt wird und/oder können ein Einfließen des Dichtungsmaterials in einen benachbarten Kanal verhindern. Der oder die Abstandshalter werden nach Abschluss des Abdichtprozesses wieder auf
25 geeignete Weise entfernt.

Ein Abstützen der Bipolarplatte und der Membranelektrodenanordnung kann alternativ oder zusätzlich zur Verwendung von Abstandshaltern auch dadurch erfolgen, dass der Reaktionsgasabdichtbereich der Gasdiffusionsschicht dadurch abgestützt wird, dass eine Seitenfläche der Gasdiffusionsschicht
30 genauso weit hervorsteht wie die Membranelektrodenanordnung.

Ebenfalls erfindungsgemäß wird auch die Verwendung einer an einer Gasdiffusionsschicht angebrachten Sperrschicht aus einem entfernbaren Material zum Verhindern des Eindringens eines Dichtungsmaterials in die Gasdiffusionsschicht beim Einspritzen des Dichtungsmaterials an einen

5 Reaktionsfluidabdichtbereich der Gasdiffusionsschicht derart, dass die Gasdiffusionsschicht nach außen abgedichtet wird, beschrieben. Hierdurch wird ein fluiddichtes (also gasdichtes und/oder flüssigkeitsdichtes) System bereitgestellt, das gerade im empfindlichen Bereich der Gasdiffusionsschicht beim Einspritzen des Dichtungsmaterials geschützt ist und somit ein

10 Eindringen von Dichtungsmaterial in die Gasdiffusionsschicht oder eine Deformation derselben, verhindert.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems mit mehreren, zu einem Brennstoffzellenstapel zusammengefassten Brennstoffzellen, das durch den Schritt des Stapelns von

15 mindestens zwei Brennstoffzellen, wobei mindestens eine Brennstoffzelle nach einem wie vorstehend beschriebenen Verfahren hergestellt wird, gekennzeichnet ist. Durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems wird auf einfache, kostenreduzierte und materialsparende Weise ein Brennstoffzellensystem hergestellt, das sich

20 aufgrund des Einspritzens von Dichtungsmaterial unter Berücksichtigung lokaler Material- und Fertigungstoleranzen der Einzelkomponenten des Brennstoffzellensystems durch eine sehr gute Dichtigkeit gegenüber Reaktionsfluiden und/oder Kühlkanälen auszeichnet.

Die für die erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer

25 Brennstoffzelle beschriebenen Weiterbildungen, Vorteile und Effekte finden auch Anwendung auf das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems.

Zur Steigerung der Effizienz des Verfahrens kann das Einspritzen des Dichtungsmaterials durch mehrere Düsen gleichzeitig erfolgen. Wie bereits

30 oben beschrieben können die Düsen beweglich, kippbar, schwenkbar oder drehbar ausgebildet sein, so dass ein Verändern des Einspritzwinkels möglich

ist. Durch das parallele Einspritzen über ein System mit mehreren Düsen kann das Brennstoffzellensystem besonders kosteneffizient in kurzer Zeit hergestellt werden.

5 Aufgrund der erfindungsgemäßen Lösung sowie deren Weiterbildungen ergeben sich folgende Vorteile:

- Die erfindungsgemäßen Verfahren sind durch Verwendung von Standardprozessen einfach und kostengünstig umsetzbar.

10

- Die erfindungsgemäßen Verfahren ermöglichen ein präzises Anbringen von Dichtungsmaterial an die fluidführenden Schichten einer Brennstoffzelle bzw. eines Brennstoffzellensystems unter Berücksichtigung und lokaler Kompensation von Material- und Fertigungstoleranzen der Einzelkomponenten der Brennstoffzelle bzw. des Brennstoffzellensystems.

15

- Durch Vorkomprimierung beim Trocknen des Dichtungsmaterials kann die Dichtungshöhe auf die im Betrieb des Brennstoffzellensystems eingestellte Dichtungshöhe angepasst und somit auch Dichtungsmaterial eingespart werden.

20

- Ein Fertigen dünner homogener Dichtungslinien wird vereinfacht.

25

- Die Verfahren sind zeitextensiv und daher für die Massenfertigung geeignet.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Figuren. Es zeigen:

30

Figur 1 eine schematische Darstellung des ersten Verfahrens zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einer ersten Weiterbildung der Erfindung,

- Figur 2 eine schematische Darstellung des ersten Verfahrens zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einer zweiten Weiterbildung der Erfindung,
- 5 Figur 3 eine schematische Darstellung des ersten Verfahrens zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einer dritten Weiterbildung der Erfindung,
- Figur 4 eine schematische Darstellung des ersten Verfahrens zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einer vierten Weiterbildung der Erfindung,
- 10 Figur 5 eine schematische Darstellung des ersten Verfahrens zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einer fünften Weiterbildung der Erfindung,
- Figur 6 eine schematische Darstellung des ersten Verfahrens zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einer sechsten
15 Weiterbildung der Erfindung und
- Figur 7 eine schematische Darstellung eines weiteren Verfahrens zur Herstellung eines alternativen Brennstoffzellensystems.

20 In den Figuren sind nur die hier interessierenden Aspekte des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen eines Brennstoffzellensystems dargestellt, alle übrigen Aspekte sind der Übersichtlichkeit halber weggelassen. Ferner beziehen sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche Bauteile des Brennstoffzellensystems.

25 Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung des Verfahrens zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einer ersten Weiterbildung der Erfindung. Im Detail gezeigt ist ein Ausschnitt eines Brennstoffzellensystems im Schnitt. Das Brennstoffzellensystem umfasst Bipolarplatten 1 und Membranelektrodenanordnungen 4 sowie jeweils dazwischenliegende
30 Gasdiffusionsschichten 2, 3, wobei die Gasdiffusionsschicht 2 die

anodenseitige Gasdiffusionsschicht und die Gasdiffusionsschicht 3 die kathodenseitige Gasdiffusionsschicht ist. Die Gasdiffusionsschichten 2, 3 sind so gebildet, dass sie gegenüber den Bipolarplatten 1 und den Membranelektrodenanordnungen 4 zurückstehen bzw. zurückgesetzt sind. Mit
5 anderen Worten überragen die Bipolarplatten 1 und die Membranelektrodenanordnungen 4 die Gasdiffusionsschichten 2, 3, so dass zwischen den Bipolarplatten 1 und den Membranelektrodenanordnungen 4 Freiräume gebildet werden.

10 Jede Gasdiffusionsschicht 2, 3, weist mindestens einen Reaktionsfluidzufuhrbereich sowie mindestens einen Reaktionsfluidabfuhrbereich auf zum Zuführen und Abführen von Reaktionsfluiden, die in beliebiger Form und Verteilung die jeweilige Gasdiffusionsschicht 2, 3, durchziehen. Der besseren Veranschaulichung
15 halber sind in Figur 1 Bereiche 2b und 3b angeführt, wobei der Bereich 2b hier exemplarisch den anodenseitigen Reaktionsfluidzufuhrbereich und der Bereich 3b exemplarisch den kathodenseitigen Reaktionsfluidzufuhrbereich darstellt. Die Bereiche 9 stellen anodenseitige und kathodenseitige Reaktionsfluidabdichtbereiche dar, also Bereiche, die weder der
20 Reaktionsfluidzuführung noch der Reaktionsfluidabführung dienen. In diesen Bereichen des Brennstoffzellensystems soll ein Austritt von Reaktionsfluid verhindert werden, um einen sicheren und leistungsstarken Betrieb des Brennstoffzellensystems zu gewährleisten, ohne dass die Reaktionsfluidzufuhrbereiche 2b, 3b und Reaktionsfluidabfuhrbereiche in ihrer
25 Funktionen behindert werden.

Wird das Brennstoffzellensystem beispielsweise als aus Einzelschichten gebildeter Würfel dargestellt, so liegen bei jeder Gasdiffusionsschicht 2, 3, vier seitliche Seiten frei. Eine obere Seite ist dabei von einer Bipolarplatte 1 und
30 eine untere Seite von einer Membranelektrodenanordnung 4 bedeckt. Von den vier freien seitlichen Seiten dient beispielsweise eine der Reaktionsfluidzuführung und eine weitere dem Reaktionsfluidabtransport. Diese beiden Seiten sind folglich Reaktionsfluidzufuhrbereiche und

Reaktionsfluidabfuhrbereiche. Die beiden übrigen Seiten wären damit abzudichtende Reaktionsfluidabdichtbereiche.

In Figur 1 sind seitlich zum Brennstoffzellensystem Düsen 6 angebracht, 5
mittels derer Dichtungsmaterial 5 in die Reaktionsfluidabdichtbereiche 9 und
ggf. auch an eine Seitenfläche der jeweiligen Gasdiffusionsschicht 2a, 3a,
eingespritzt wird. Dabei füllt das Dichtungsmaterial 5 die
Reaktionsfluidabdichtbereiche 9 mindestens teilweise auf, jedoch in jedem
Fall soweit, dass die Gasdiffusionsschichten 2, 3, nach außen abgedichtet
10 werden.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung des Verfahrens zur Herstellung
eines Brennstoffzellensystems gemäß einer zweiten Weiterbildung der
Erfindung. Im Unterschied zu dem in Figur 1 dargestellten Schema sind die
15 hier gezeigten Düsen 6 schwenkbar, so dass der Einspritzwinkel des
Dichtungsmaterials 5 veränderbar ist. Somit kann besonders in die schwerer
erreichbaren Eckbereiche der Reaktionsfluidabdichtbereiche 9, also in die von
den Gasdiffusionsschichten 2,3 und den Bipolarplatten 1 gebildeten
Eckbereiche, ausreichend Dichtungsmaterial 5 eingebracht werden, wodurch
20 Leckagen in diesem Bereich effektiv vermieden werden.

Vorzugsweise sind die Düsen 6 nicht nur schwenkbar sondern auch drehbar
und in horizontaler Richtung beweglich, so dass das Dichtungsmaterial 5
selbst bei dünner Dichtungslinie Teile der Reaktionsfluidabdichtbereiche 9 und
25 ggf. auch die Seitenflächen der Gasdiffusionsschicht 2a, 3a vollständig
abdeckt.

Gemäß der in Figur 3 gezeigten dritten Weiterbildung des erfindungsgemäßen
Verfahrens sind zwischen die Bipolarplatte 1 und die
30 Membranelektrodenanordnungen 4 an den den Seitenflächen der
Gasdiffusionsschichten 2a, 3a, an die Dichtungsmaterial 5 angespritzt bzw.
eingespritzt wird, gegenüberliegenden Seiten 2c, 3c, Abstandshalter 7
angebracht, die primär die Bipolarplatten 1 gegen die

Membranelektrodenanordnungen 4 abstützen und ferner ein Eindringen von Dichtungsmaterial 5 in nicht vorgesehene Bereiche verhindern.

Die Abstandshalter 7 können in ihrer Funktion einen Abstand zwischen den
5 Bipolarplatten 1 und den Membranelektrodenanordnungen 4 zu wahren, beweglich angeordnet sein, d.h. um die Seitenflächen der Gasdiffusionsschichten 2, 3, zirkulieren. Dadurch können die Abstandshalter während des Einspritzvorgangs in die Reaktionsfluidabdichtbereiche 9 entsprechend umliegende Bereiche abstützen.

10

Die Abstandshalter 7 werden vorzugsweise nach dem Einspritzen von Dichtungsmaterial, d.h. nach dem Abdichten der Gasdiffusionsschichten 2, 3, wieder entfernt.

15 Figur 4 zeigt eine alternative Form der Abstandshalter 7. Die Abstandshalter 7 übernehmen wiederum die Funktion ein Eindringen von Dichtungsmaterial 5 in nicht vorgesehene Bereiche zu verhindern sowie die Bipolarplatten 1 gegen die Membranelektrodenanordnungen 4 gegeneinander abzustützen.

20 Wie Figur 5 zeigt, wurden in dieser Ausführungsform vor dem Einspritzen des Dichtungsmaterials 5 an den Seitenflächen der Gasdiffusionsschichten 2a, 3a Sperrschichten 8 angebracht, die ein Eindringen und Deformieren der Gasdiffusionsschichten 2, 3 durch das Dichtungsmaterial 5 beim Einspritzen desselben verhindern.

25

Das Material der Sperrschichten 8 kann nach dem Abdichten des Brennstoffzellensystems wieder entfernt werden oder an der vorgesehenen Stelle verbleiben, und ist dazu vorzugsweise aus einem physikalisch und/oder chemisch entfernbaren Material, wie beispielsweise einem wasserlöslichen
30 und/oder thermisch instabilen und/oder leicht gasifizierbaren und/oder säurelabilen und/oder druckempfindlichen Material. Besonders vorteilhaft wird die Sperrschicht 8 durch die im Betrieb der Brennstoffzelle herrschenden Bedingungen, entfernt.

Figur 6 veranschaulicht eine zu Figur 3 alternativ oder additiv anwendbare Weiterbildung. Hier stehen die Gasdiffusionsschichten 2, 3, und genauer gesagt die Seitenflächen 2c der anodenseitigen Reaktionsfluidzuführbereiche 2b und die Seitenflächen 3c der kathodenseitigen Reaktionsfluidzuführbereiche 3b genauso weit hervor wie die Membranelektrodenanordnungen 4. Dies trägt zur Abstützung der Bipolarplatten 1 gegen die Membranelektrodenanordnungen 4 bei.

Figur 7 ist eine schematische Darstellung eines weiteren Verfahrens zur Herstellung eines alternativen Brennstoffzellensystems mit integrierten Anschlüssen für ein Reaktionsfluid. Im Detail zeigt der Ausschnitt des Brennstoffzellensystems eine den vorhergehenden Brennstoffzellensystemen analoge Schichtstruktur, die eine Membranelektrodenanordnung 4, eine anodenseitige Gasdiffusionsschicht 2, eine kathodenseitige Gasdiffusionsschicht 3 und zwei flankierende Bipolarplatten 1 aufweist. Die Gasdiffusionsschichten 2, 3 sind gegenüber den Bipolarplatten 1 und der Membranelektrodenanordnung 4 zurückgesetzt. Die Gasdiffusionsschichten weisen Reaktionsfluidzuführbereiche (nicht gezeigt), Reaktionsfluidabführbereiche (nicht gezeigt) und Reaktionsfluidabdichtbereiche 9 auf, wobei Figur 7 beispielsweise einen anodenseitigen Reaktionsfluidabdichtbereich zeigt. Das Reaktionsfluid wird dem Brennstoffzellensystem über einen Reaktionsfluidkanal 10 zugeführt. Damit Reaktionsfluid nicht aus dem Reaktionsfluidkanal 10 austreten und in nicht vorgesehene Schichten der Schichtstruktur des Brennstoffzellensystems eingeleitet wird, wird wiederum mittels einer Düse 6 Dichtungsmaterial 5 in einen Reaktionsfluidabdichtbereich 9 eingespritzt, wodurch das Brennstoffzellensystem in diesem Bereich abgedichtet wird.

Die durch die Figuren illustrierten Ausführungsformen der Erfindung beschreiben Zwei-Fluid-Brennstoffzellensysteme. Die vorliegende Erfindung ist aber auch auf Mehr-Fluid-Brennstoffzellensysteme, beispielsweise auf Drei-Fluid-Brennstoffzellensysteme, analog anwendbar.

Ferner ist es nicht erforderlich, dass das Dichtungsmaterial durch die Reaktionsfluidabdichtbereiche 9 direkt an eine Seitenfläche 2a, 3a der Gasdiffusionsschichten 2, 3, gespritzt wird. Vielmehr kann das Dichtungsmaterial 5 auch in einem Randbereich, also z.B. am Eingang der

5 Reaktionsfluidabdichtbereiche 9, eingespritzt werden.

Die vorhergehende Beschreibung der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen

10 möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihrer Äquivalente zu verlassen.

Bezugszeichenliste

5	1	Bipolarplatte
	2	Gasdiffusionsschicht anodenseitig
	2a	Seitenfläche der anodenseitigen Gasdiffusionsschicht
	2b	Reaktionsfluidzuführbereich anodenseitig
	2c	Seitenfläche des anodenseitigen Reaktionsfluidzuführbereichs
10	3	Gasdiffusionsschicht kathodenseitig
	3a	Seitenfläche der kathodenseitigen Gasdiffusionsschicht
	3b	Reaktionsfluidzuführbereich kathodenseitig
	3c	Seitenfläche des kathodenseitigen Reaktionsfluidzuführbereichs
	4	Membranelektrodenanordnung
15	5	Dichtungsmaterial
	6	Düse
	7	Abstandshalter
	8	Sperrschicht
	9	Reaktionsfluidabdichtbereich
20	10	Reaktionsfluidkanal

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle, umfassend ein Anordnen je einer Gasdiffusionsschicht (2, 3) mit je einer Bipolarplatte (1), auf jeweils einer Seite einer Membranelektrodenanordnung (4), die eine Anode, eine Kathode und eine zwischen der Anode und der Kathode angeordnete Elektrolytmembran umfasst, wobei die
- 10 Gasdiffusionsschichten (2, 3) gegenüber den Bipolarplatten (1) und der Membranelektrodenanordnung (4) zurückgesetzt sind, wobei die Gasdiffusionsschichten (2, 3) jeweils mindestens einen Reaktionsfluidzufuhrbereich (2b, 3b) und jeweils mindestens einen Reaktionsfluidabfuhrbereich sowie jeweils mindestens einen
- 15 Reaktionsfluidabdichtbereich (9) aufweisen, gekennzeichnet durch den Schritt des Einspritzens eines Dichtungsmaterials (5) in mindestens einen Reaktionsfluidabdichtbereich (9) mindestens einer Gasdiffusionsschicht (2, 3) derart, dass die Gasdiffusionsschicht (2, 3) nach außen abgedichtet wird.
- 20 2. Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle, umfassend ein Anordnen je einer Gasdiffusionsschicht (2, 3) mit je einer Bipolarplatte (1), auf jeweils einer Seite einer Membranelektrodenanordnung (4), die eine Anode, eine Kathode und eine zwischen der Anode und der Kathode angeordnete Elektrolytmembran (4) umfasst, wobei die
- 25 Gasdiffusionsschichten (2, 3) gegenüber den Bipolarplatten (1) und der Membranelektrodenanordnung (4) zurückgesetzt sind, wobei die Gasdiffusionsschichten (2, 3) jeweils mindestens einen Reaktionsfluidzufuhrbereich (2b, 3b) und jeweils mindestens einen Reaktionsfluidabfuhrbereich aufweisen und mindestens eine
- 30 Bipolarplatte (1) mindestens einen Kühlkanal mit mindestens einem Kühlmittelzufuhrbereich, mindestens einem Kühlmittelabfuhrbereich und

- mindestens einem Kühlkanalabdichtbereich aufweist, gekennzeichnet durch den Schritt des Einspritzens eines Dichtungsmaterials (5) in mindestens einen Kühlkanalabdichtbereich mindestens einer Bipolarplatte (1) derart, dass der Kühlkanal nach außen abgedichtet wird.
- 5
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens einer Bipolarplatte (1) mindestens ein Kühlkanal mit mindestens einem Kühlmittelzufuhrbereich und mindestens einem Kühlmittelabfuhrbereich vorgesehen wird.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass an der einen Kühlkanal mit mindestens einem Kühlmittelzufuhrbereich und mindestens einem Kühlmittelabfuhrbereich aufweisenden Bipolarplatte (1) mindestens ein Kühlkanalabdichtbereich vorgesehen wird und Dichtungsmaterial (5) in mindestens einen Kühlkanalabdichtbereich der
- 15 Bipolarplatte (1) derart eingespritzt wird, dass der Kühlkanal nach außen abgedichtet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Einspritzen des Dichtungsmaterials (5) an einen Reaktionsfluidabdichtbereich (9) mindestens einer
- 20 Gasdiffusionsschicht (2, 3) und/oder an mindestens einen Kühlkanalabdichtbereich einer Bipolarplatte (1) auch ein Einspritzen an eine Seitenfläche der Gasdiffusionsschicht (2a, 3a) und oder eine Seitenfläche des Kühlkanals umfasst.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Einspritzen mittels einer oder mehrerer
- 25 seitlich an der Brennstoffzelle angeordneten und/oder mindestens teilweise in den Reaktionsfluidabdichtbereich (9) und/oder Kühlkanalabdichtbereich eingebrachten Düsen (6) erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse (6) während des Einspritzens des Dichtungsmaterials (5) bewegt und/oder insbesondere unter Änderung des Einspritzwinkels geschwenkt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzelle während des Einspritzens des Dichtungsmaterials (5) bewegt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt des Trocknens des Dichtungsmaterials (5), wobei die Brennstoffzelle während des Trocknens des Dichtungsmaterials (5) komprimiert wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bipolarplatte (1) mindestens eine Prägung aufweist und das Dichtungsmaterial (5) nur im Bereich der Prägung eingespritzt wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens einen Teil einer Seitenfläche (2a, 3a) mindestens eines Reaktionsfluidabdichtbereichs (9) einer Gasdiffusionsschicht (2, 3) und/oder an mindestens einen Teil einer Seitenfläche eines Kühlmittelabdichtbereichs eines Kühlkanals eine Sperrschicht (8) angebracht wird, die ein Eindringen des Dichtungsmaterials (5) in die Gasdiffusionsschicht (2, 3) und/oder dem Kühlkanal beim Einspritzen verhindert.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrschicht (8) nach dem Einspritzen des Dichtungsmaterials (5), vorzugsweise durch die beim Betrieb der Brennstoffzelle herrschenden Bedingungen, entfernt wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen eine Bipolarplatte (1) und eine

Membranelektrodenanordnung (4) während des Einspritzens des Dichtungsmaterials (5) ein Abstandshalter (7) angebracht wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktionsfluidabdichtbereich (9) der Gasdiffusionsschicht (2, 3) während des Einspritzens abgestützt wird, indem eine Seitenfläche (2c, 3c) der Gasdiffusionsschicht, genauso weit hervorsteht wie die Membranelektrodenanordnung (4).
15. Verwendung einer an einer Gasdiffusionsschicht (2, 3) angebrachten Sperrschicht (8) aus einem entfernbaren Material zum Verhindern des Eindringens eines Dichtungsmaterials (5) in die Gasdiffusionsschicht (2, 3) beim Einspritzen des Dichtungsmaterials (5) an einen Reaktionsfluidabdichtbereich (9) der Gasdiffusionsschicht (2, 3) derart, dass die Gasdiffusionsschicht (2, 3) nach außen abgedichtet wird.
16. Verfahren zur Herstellung eines Brennstoffzellensystems mit mehreren, zu einem Brennstoffzellenstapel zusammengefassten Brennstoffzellen, durch stapeln von mindestens zwei Brennstoffzellen, wobei mindestens eine Brennstoffzelle nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 hergestellt wird.

1 / 4

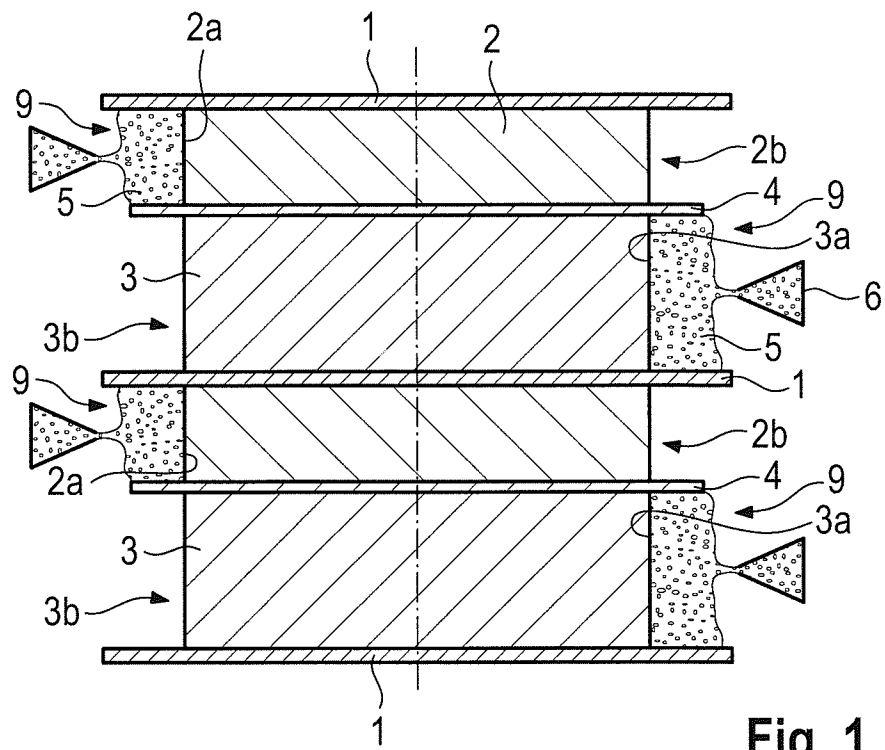


Fig. 1

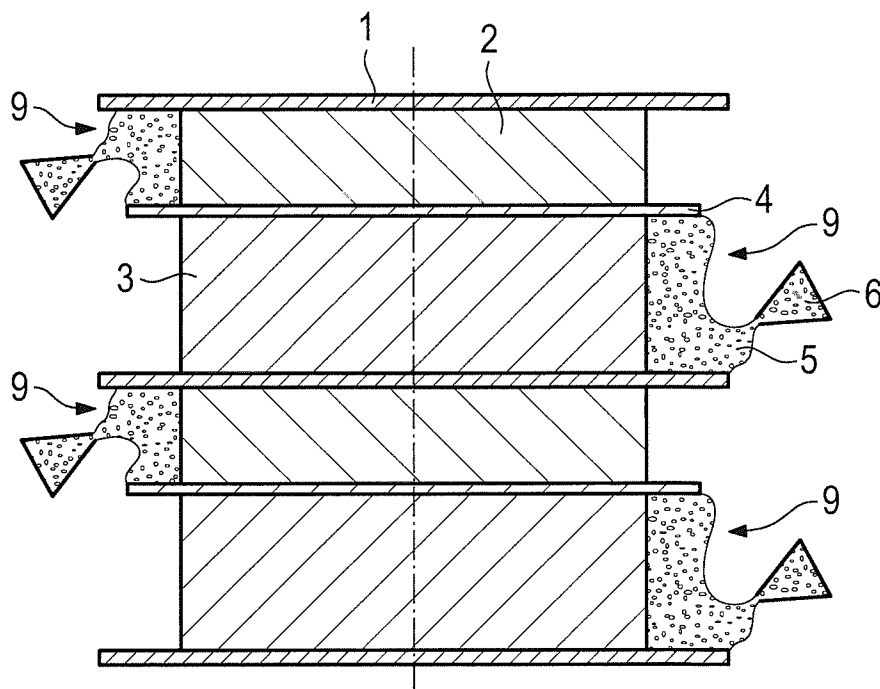


Fig. 2

2 / 4

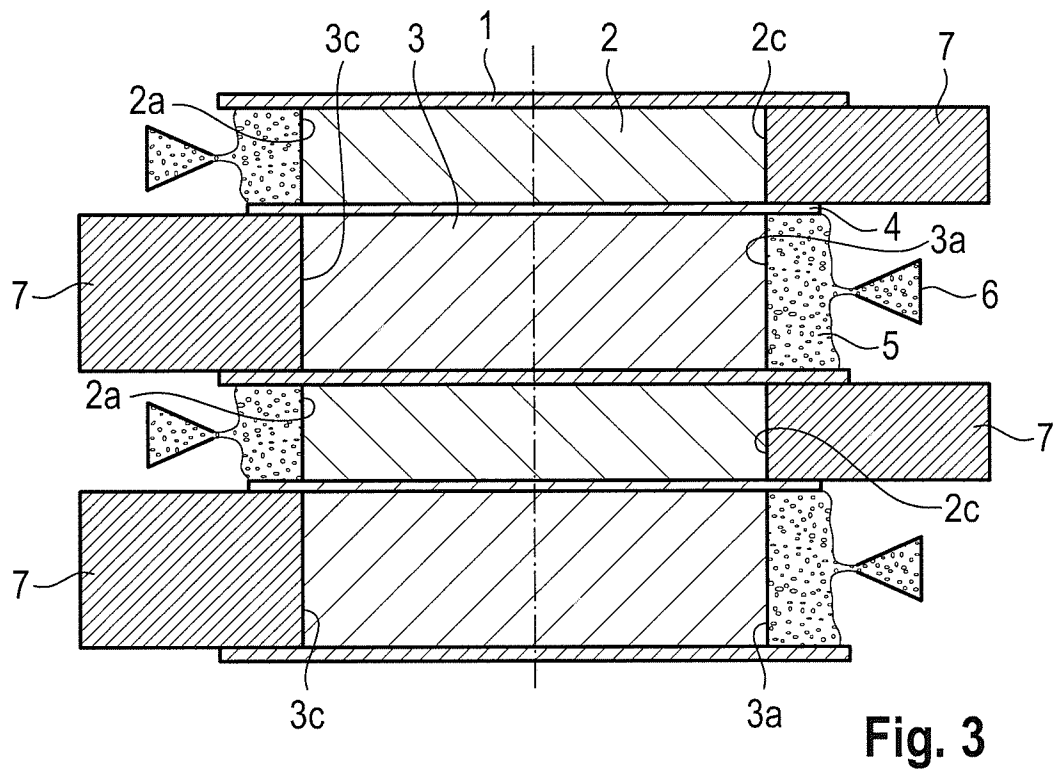


Fig. 3

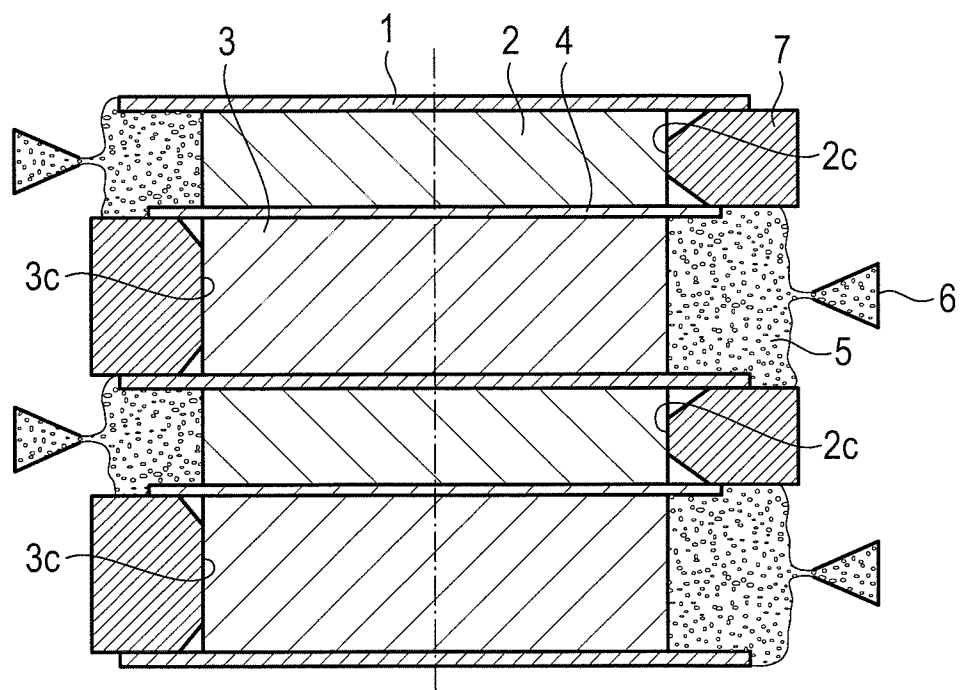


Fig. 4

3 / 4

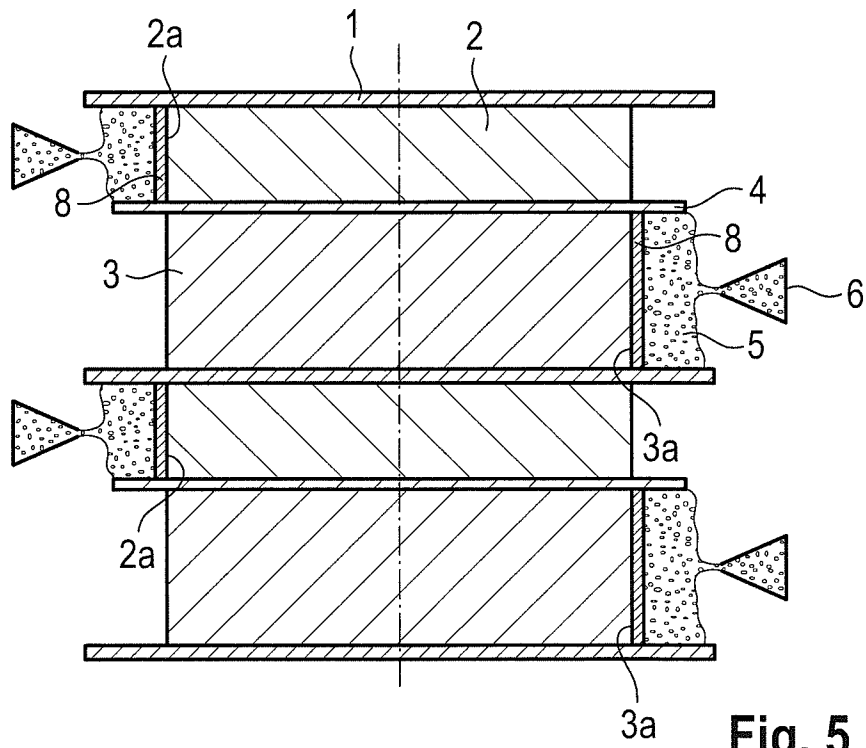


Fig. 5

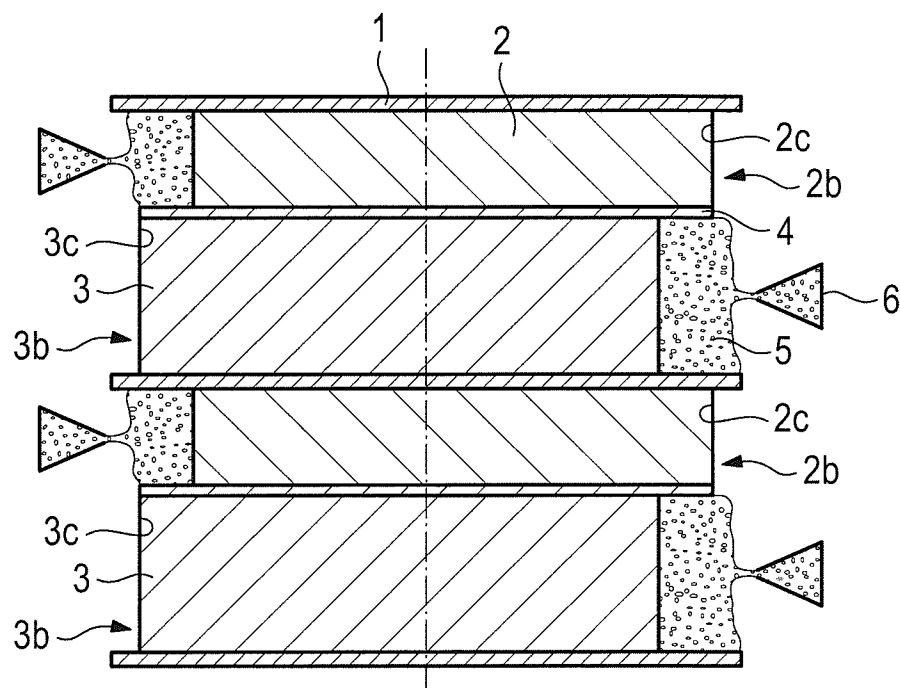


Fig. 6

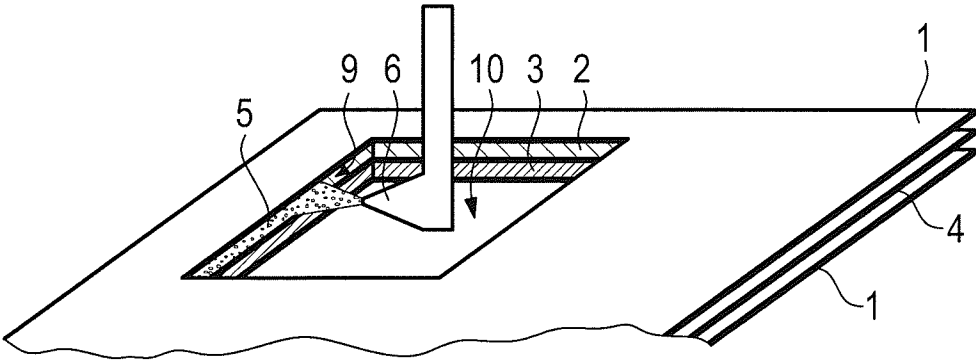


Fig. 7