

(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
17. September 2020 (17.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/182433 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/0226 (2016.01) H01M 8/0228 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/054374

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Februar 2020 (19.02.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 203 373.3
13. März 2019 (13.03.2019) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **BAUER, Harald**; Kinzigweg 5, 71139 Ehningen
(DE). **HIPPCHEN, Silvan**; Am Reutwald 5, 74372 Sers-
heim (DE). **HACKENBERG, Juergen**; Zimmerer Pfad 99,
74343 Sachsenheim (DE).

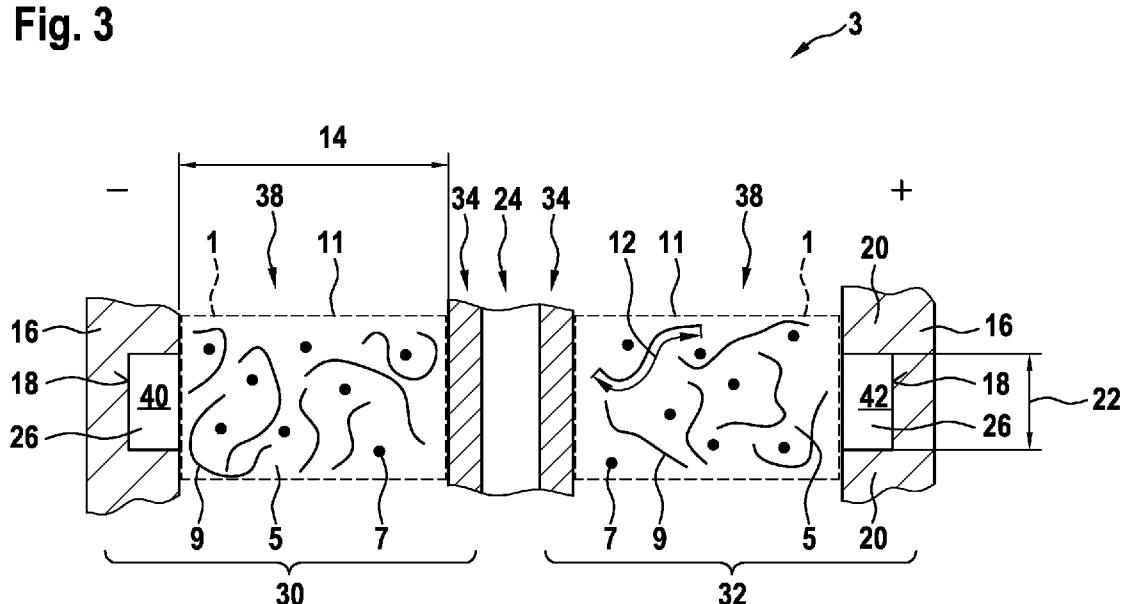
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST,
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).

(54) Title: GAS DIFFUSION LAYER FOR A FUEL CELL, AND FUEL CELL

(54) Bezeichnung: GASDIFFUSIONSLAGE FÜR EINE BRENNSTOFFZELLE UND BRENNSTOFFZELLE

Fig. 3



(57) Abstract: The invention relates to a gas diffusion layer (1) for a fuel cell (3), comprising a composite material (5) that contains electrically conducting particles (7), a binder and fibers (9), preferably carbon fibers, the particles (7) and the fibers (9) being present in the composite material (5) in the form of a mixture. The invention also relates to a fuel cell and to a method for producing the gas diffusion layer.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Gasdiffusionslage (1) für eine Brennstoffzelle (3), umfassend ein Verbundmaterial (5), das elektrisch leitfähige Partikel (7), ein Bindemittel und Fasern (9), bevorzugt Carbonfasern, enthält, wobei die Partikel (7) und die Fasern (9) in dem Verbundmaterial (5) in Mischung vorliegen. Ferner betrifft die Erfindung eine Brennstoffzelle und ein Verfahren zur Herstellung der Gasdiffusionslage.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2020/182433 A1

Veröffentlicht:

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

5 Gasdiffusionslage für eine Brennstoffzelle und Brennstoffzelle

Die Erfindung betrifft eine Gasdiffusionslage für eine Brennstoffzelle, umfassend ein Verbundmaterial. Die Erfindung betrifft auch eine Brennstoffzelle, die die Gasdiffusionslage umfasst, sowie ein Verfahren zur Herstellung der
10 Gasdiffusionslage.

Stand der Technik

15 Eine Brennstoffzelle ist eine galvanische Zelle, welche die chemische Reaktionsenergie eines kontinuierlich zugeführten Brennstoffs und eines Oxidationsmittels in elektrische Energie wandelt. Eine Brennstoffzelle ist also ein elektrochemischer Energiewandler. Bei bekannten Brennstoffzellen werden insbesondere Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) in Wasser (H_2O), elektrische
20 Energie und Wärme gewandelt.

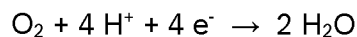
Ein Elektrolyseur ist ein elektrochemischer Energiewandler, welcher Wasser (H_2O) mittels elektrischer Energie in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) spaltet.

25 Unter anderem sind Protonenaustauschmembranen (Proton-Exchange-Membrane = PEM)-Brennstoffzellen bekannt, die auch als Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle bezeichnet werden. Weiterhin bekannt sind Anionen-Austausch-Membranen sowohl für Brennstoffzellen als auch für Elektrolyseure. Protonenaustauschmembran-Brennstoffzellen weisen eine zentral angeordnete
30 Membran auf, die für Protonen, also für Wasserstoffionen, leitfähig ist. Das Oxidationsmittel, insbesondere Luftsauerstoff, ist dadurch räumlich von dem Brennstoff, insbesondere Wasserstoff, getrennt.

Protonenaustauschmembran-Brennstoffzellen weisen ferner eine Anode und
35 eine Kathode auf. Der Brennstoff wird an der Anode der Brennstoffzelle zugeführt und katalytisch unter Abgabe von Elektronen zu Protonen oxidiert. Die Protonen gelangen durch die Membran zu der Kathode. Die abgegebenen Elektronen

werden aus der Brennstoffzelle abgeleitet und fließen über einen externen Stromkreis zu der Kathode.

Das Oxidationsmittel wird an der Kathode der Brennstoffzelle zugeführt und es reagiert durch Aufnahme der Elektronen aus dem externen Stromkreis und Protonen, die durch die Membran zur Kathode gelangt sind, zu Wasser. Das so entstandene Wasser wird aus der Brennstoffzelle abgeleitet. Die Bruttoreaktion lautet:



Zwischen der Anode und der Kathode der Brennstoffzelle liegt dabei eine Spannung an. Zur Erhöhung der Spannung können mehrere Brennstoffzellen mechanisch hintereinander zu einem Brennstoffzellenstapel angeordnet und elektrisch in Reihe geschaltet werden.

Zur gleichmäßigen Verteilung des Brennstoffs an die Anode sowie zur gleichmäßigen Verteilung des Oxidationsmittels an die Kathode sind Bipolarplatten vorgesehen. Die Bipolarplatten weisen beispielsweise kanalartige Strukturen zur Verteilung des Brennstoffs sowie des Oxidationsmittels an die Elektroden auf. Die kanalartigen Strukturen dienen ferner zur Ableitung des bei der Reaktion entstandenen Wassers. Die Bipolarplatten können darüber hinaus Strukturen zur Durchleitung einer Kühlflüssigkeit durch die Brennstoffzelle zur Abführung von Wärme aufweisen.

Auf der Kathodenseite der PEM-Brennstoffzelle muss senkrecht zur Membranoberfläche Sauerstoff in die Reaktionszone an der Membran transportiert werden und das gebildete Wasser muss entfernt werden. Dies geschieht üblicherweise durch ein offenes Porensystem, zum Beispiel eine partikuläre poröse Schicht (Microporous Layer, MPL). Gleichzeitig muss das Porensystem den elektrischen Kontakt zwischen dem Katalysator an der Membran und der Bipolarplatte sicherstellen.

In der Regel werden ein Porensystem und eine elektrisch leitfähige Stützstruktur kombiniert, die auch mechanischen Anforderungen, die sich aus dem Anpressdruck für die Kontaktierung und Abdichtung ergeben, genügen. Die partikuläre poröse Schicht mit Porensystem (MPL) und die Stützstruktur

(Gasdiffusionsbackbone, GDB) werden gemeinsam auch als Gasdiffusionslage bezeichnet. Die an der Reaktion beteiligten Stoffe sind gleichmäßig zu- und abzuführen und über die Fläche parallel zur Membran gleichmäßig zu verteilen. Um eine gleichmäßige Verteilung zu erzielen wird ein gewisses Maß an Druckverlust in Kauf genommen, wobei die lokale Reaktionsrate druckabhängig ist und sich mit lokalen Druckunterschieden verringert.

Zur Zu- und Abführung von an der Reaktion beteiligten Stoffen werden häufig Strukturen eingesetzt, die mit zunehmender Entfernung von der Membran größere Poren aufweisen. In der Regel ist eine PEM-Brennstoffzelle so aufgebaut, dass auf die Membran beidseitig eine sehr feine, meist hydrophile, katalysatorhaltige Schicht aus Kohlenstoffpartikeln als Elektrode aufgebracht wird. Der Verbund aus je einer Elektrodenlage auf jeder Seite der Membran und der Membran wird als Elektrode-Membran-Elektrode-Einheit (EME) bezeichnet. Die Porengröße beträgt hier ungefähr 15 nm. Auf die EME folgt jeweils eine Gasdiffusionslage, die üblicherweise eine mikroporöse Lage (MPL) und eine Stützstruktur (Gasdiffusionsbackbone, GDB) umfasst, wobei die mikroporöse Lage membranseitig und die Stützstruktur auf der Membran abgewandten Seite der Gasdiffusionslage angeordnet ist. Die mikroporöse Lage, die üblicherweise aus Kohlenstoffpartikeln, für die elektrische Leitfähigkeit, und Teflonpartikeln, als chemisch beständiges Bindersystem mit schlechter Benetzbarkeit für flüssiges Wasser, gebildet wird, weist in der Regel eine Porengröße zwischen 0,06 µm und 1 µm auf. Die Stützstruktur wird häufig aus Kohlenstoffgewebe oder papierartig verbundenen Kohlenstofffasern mit Poren zwischen 20 µm und 200 µm gebildet.

Auf der Membran abgewandten Seite der Gasdiffusionslage folgen dann im Schichtaufbau strukturierte Gaskanäle und Platten aus Graphit oder Metall, die auch als Gasverteilerstrukturen bezeichnet werden. Mittels Stegen zwischen den Gaskanälen wird die Gasdiffusionslage von den Bipolarplatten auf beide Seiten der Membran gepresst und kontaktiert so die Katalysatorschicht elektrisch und thermisch. Die Breite von Gaskanälen und Stegen beträgt typischerweise von 0,2 mm bis 2 mm, so dass sich ein Abstand von Stegmitte zu Stegmitte zwischen 0,4 und 4 mm ergibt.

US 9,160,020 beschreibt Metallschäume und Streckmetallstrukturen, die als Gasverteilerstrukturen eingesetzt werden. Die Eignung von Metallschäumen ist

jedoch eingeschränkt, da sie dünne Gasdiffusionslagen oder mikroporöse Lagen und auch die Membran der Brennstoffzelle beschädigen können.

Als Gasdiffusionslagen sind insbesondere Carbon-Faserpapiere oder gewebte Carbonmatten aus dem Formenbau von kohlefaserverstärkten Kunststoffen bekannt, die mit einer mikroporösen Schicht beschichtet sind.

US 2004/0152588 beschreibt aus groben Partikeln gepresste Gasdiffusionslagen mit Dicken von ca. 400 µm, die mit und ohne mikroporöser Lage verwendet werden.

Aus Kotaka et al., Investigation of Interfacial Water Transport in the Gas Diffusion Media by Neutron Radiography, ECS Transactions, 64 (3), Seiten 839 – 851, 2014, ist die ausschließliche Verwendung einer mikroporösen Lage als Gasdiffusionslage beziehungsweise die ausschließliche Verwendung eines Faservlieses, das eine Stützstruktur darstellt, als Gasdiffusionslage bekannt, wobei der Einsatz des alleinigen Faservlieses zu erhöhter Wasseransammlung in der Zelle führte. Auch Hiroshi et al., Application of a self-supporting microporous layer to gas diffusion layers of proton exchange membrane fuel cells, Journal of Power Sources 342, 2017, Seiten 393 – 404, betrifft die Verwendung einer mikroporösen Lage oder einer Stützstruktur als Gasdiffusionslage.

Für die ausschließliche Verwendung von Carbon-Faserpapier als Gasdiffusionslage werden inhomogene elektrische und thermische Kontakte beschrieben sowie die Ansammlung von Produktwasser, was durch unregelmäßige und relativ weit voneinander entfernt liegenden Carbonfasern mit entsprechend großen Zwischenräumen bedingt sein kann.

Ferner offenbart US 2004/0152588 die Herstellung von Kompositmaterialien, umfassend eine Polymermatrix, und US 9,325,022 beschreibt die Herstellung von Gasdiffusionslagen. Elektrodenfilme werden üblicherweise mittels Slurry-Verfahren, Schmelzextrusion oder weitgehend lösemittelfreiem Walzenverfahren hergestellt.

Im Allgemeinen werden bei der Skalierung von Brennstoffzellen Leistungseinbußen beobachtet, die auf lokale Inhomogenitäten zurückzuführen sind.

Offenbarung der Erfindung

Es wird eine Gasdiffusionslage für eine Brennstoffzelle vorgeschlagen, die ein
5 Verbundmaterial, das elektrisch leitfähige Partikel, ein Bindemittel und Fasern,
bevorzugt Carbonfasern enthält, umfasst, wobei die Partikel und die Fasern in
dem Verbundmaterial in Mischung vorliegen. Die Gasdiffusionslage kann auch in
anderen elektrochemischen Energiewandlern, beispielsweise in einem
Elektrolyseur, eingesetzt werden.

10 Die erfindungsgemäße Gasdiffusionslage kann als faserverstärkte,
partikelbasierte poröse Gasdiffusionslage verstanden werden.

Bevorzugt weist die Gasdiffusionslage genau eine Schicht auf und die eine
15 Schicht umfasst das Verbundmaterial. Insbesondere ist die Gasdiffusionslage
einlagig aus dem Verbundmaterial ausgeführt. Mehr bevorzugt besteht die
Gasdiffusionslage aus dem Verbundmaterial.

Die Eigenschaften der im Stand der Technik beschriebenen Stützstruktur und der
20 mikroporösen Lage werden in dem Verbundmaterial kombiniert. Das
Verbundmaterial enthält sowohl die elektrisch leitfähigen Partikel als auch die
Fasern, die räumlich nicht voneinander getrennt sind, sondern in gemischter
Form vorliegen.

25 Die Gasdiffusionslage umfasst bevorzugt keine Stützstruktur (GDL).

Bevorzugt weisen die Fasern eine Länge L von mindestens 0,2 mm, bevorzugt
von mindestens 2 mm auf. Weiter bevorzugt beträgt die Länge L nicht mehr als
12 mm. Unter der Länge L wird üblicherweise die größtmögliche räumliche
30 Ausdehnung einer Faser verstanden.

Bevorzugt weisen die Fasern einen Durchmesser Df von 5 µm bis 15 µm,
insbesondere von 6 µm bis 12 µm, auf.

35 Die Carbonfasern sind insbesondere Carbon-Kurzfasern, z. B. des Typs
SIGRAFIL der SGL Group. Carbon-Kurzfasern sind insbesondere durch
Schneiden von Endlosfasern erhältlich.

Die elektrisch leitfähigen Partikel können im Vergleich zu den Fasern als geometrisch rund bezeichnet werden. Bevorzugt besitzen die elektrisch leitfähigen Partikel ein Verhältnis von Länge zu Breite zu Höhe von 1 zu 1 zu 1 bis 10 zu 10 zu 1. Die elektrisch leitfähigen Partikel weisen insbesondere bevorzugt eine runde Form, eine kartoffelige Form oder eine Plättchenform auf. Unter einer runden Form wird ein ungefähres Verhältnis von Länge zu Breite zu Höhe von 1 zu 1 zu 1 verstanden, unter einer kartoffeligen Form ein ungefähres Verhältnis von 5 zu 3 zu 2 und unter einer Plättchenform ein ungefähres Verhältnis von 10 zu 10 zu 1.

Die Gasdiffusionslage weist bevorzugt eine Dicke D von 10 µm bis 300 µm, mehr bevorzugt von 20 µm bis 150 µm auf.

Das Verbundmaterial enthält bevorzugt zu 1 Gew.-% bis 20 Gew.-%, bevorzugt zu 2 Gew.-% bis 10 Gew.-%, ein erstes Bindemittel, insbesondere Polyvinylidenfluorid (PVDF), zu 0 Gew.-% bis 20 Gew.-%, bevorzugt zu 1 Gew.-% bis 10 Gew.-% ein zweites Bindemittel, insbesondere Polytetrafluorethylen (PTFE), zu 1 Gew.-% bis 50 Gew.-%, bevorzugt zu 5 Gew.-% bis 20 Gew.-% die Fasern, zu 0 Gew.-% bis 96 Gew.-%, bevorzugt zu 10 Gew.-% bis 50 Gew.-% die elektrisch leitfähigen Partikel mit einem mittleren Durchmesser dm von 0,5 µm bis 50 µm und zu 2 Gew.-% bis 98 Gew.-%, bevorzugt zu 10 Gew.-% bis 78 Gew.-% die elektrisch leitfähigen Partikel mit einem mittleren Durchmesser dm von weniger als 0,5 µm

Ferner weist das Verbundmaterial bevorzugt elastische Eigenschaften auf, insbesondere eine elastische Verformung von bis zu 10%.

Das Verbundmaterial ist bevorzugt porös und lässt sich zu dünnen Schichten beziehungsweise Folien verarbeiten.

Es wird auch eine Brennstoffzelle vorgeschlagen, die eine erfindungsgemäße Gasdiffusionslage umfasst, wobei die Brennstoffzelle insbesondere eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (PEMFC) ist. Bevorzugt umfasst die Brennstoffzelle zwei erfindungsgemäße Gasdiffusionslagen.

Die Gasdiffusionslage ist insbesondere zwischen einer Bipolarplatte und einer Elektrode-Membran-Elektrode-Einheit in der Brennstoffzelle angeordnet.

5 In einer möglichen Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Brennstoffzelle eine Gasverteilerstruktur mit einer Oberfläche, wobei die Oberfläche Erhebungen zur Gasführung aufweist und benachbarte Erhebungen einen Abstand A zueinander besitzen. Unter dem Abstand A wird insbesondere eine Breite eines Strömungskanals zwischen den Erhebungen verstanden. Die Länge L der Fasern des Verbundmaterials ist bevorzugt mindestens doppelt so lang, 10 bevorzugt mindestens dreimal so lang und insbesondere nicht mehr als fünfzigmal so lang, wie der Abstand A.

Auch die Brennstoffzelle umfasst bevorzugt keine Stützstruktur (GDB).

15 Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung einer Gasdiffusionslage vorgeschlagen, umfassend die folgenden Schritte:

- a. Herstellen einer ersten Mischung enthaltend das erste Bindemittel, ein Lösemittel und ein Additiv,
- 20 b. Auftragen der ersten Mischung auf die elektrisch leitfähigen Partikel und die Fasern, bevorzugt unter Verwendung einer Wirbelschicht, so dass eine zweite Mischung entsteht,
- c. Compoundieren der zweiten Mischung und Extrudieren oder Auswalzen eines Films aus der zweiten Mischung.

25 Das Additiv kann Leitruß, leitfähiger Graphit, Glaskohle oder Mischungen davon sein. Die Glaskohle weist bevorzugt einen mittleren Durchmesser von 1 µm bis 10 µm auf, sie kann porös oder gasdicht sein. Das Additiv kann auch die elektrisch leitfähigen Partikel mit einem mittleren Durchmesser dm von 0,5 µm 30 bis 50 µm enthalten oder aus diesen bestehen.

Vorteile der Erfindung

35 Das Verbundmaterial ermöglicht eine dünne Ausführung einer Gasdiffusionslage, wobei sowohl eine gleichmäßige Verteilung der an der Reaktion beteiligten Stoffe als auch eine elektrische und thermische Kontaktierung, sowie eine ausreichende mechanische Stabilität gewährleistet sind. Auf einen mehrlagigen

Aufbau einer Gasdiffusionslage kann verzichtet werden, wodurch die Bauhöhe der Brennstoffzelle und auch des Brennstoffzellenstapels reduziert werden kann.

Ein möglicher Produktstau in der Brennstoffzelle wird reduziert und höhere Stromdichten können erreicht werden.

Darüber hinaus kann eine homogenere Temperatur- und Druckverteilung erreicht werden und die Brennstoffzelle kann mit höherem Druck gepresst werden, was einen höheren Gasdruck in der Zelle ermöglicht und die Kontaktwiderstände am Übergang zum Katalysator und zur Bipolarplatte reduziert. Die erfindungsgemäße Gasdiffusionslage bietet eine verlässliche mechanische Stütze für die Membran gegenüber der Bipolarplatte, ohne die Membran zu beschädigen.

Durch die biegesteife, dünne Struktur der erfindungsgemäßen Gasdiffusionslage wird ferner der Montageprozess, insbesondere ihre Positionierung, erleichtert. Ferner bietet die Gasdiffusionslage einen Toleranzausgleich bei der Montage, wenn das Verbundmaterial elastische Eigenschaften aufweist.

Weiterhin kann die erfindungsgemäße Gasdiffusionslage einen frei tragenden Film mit einer geringen Oberflächenrauigkeit bilden, so dass die Gasdiffusionslage direkt mit einer Katalysatorschicht und einer Membran beschichtet werden kann (Direct Membrane Deposition, DMD). Die erfindungsgemäße Gasdiffusionslage ist stabil und die Fasern sind in den elektrisch leitfähigen Partikeln eingebettet, so dass aus der Oberfläche ragende Fasern und damit eine Beschädigung der Membran vermieden werden.

Auch kann die Gasdiffusionslage durch Prägen oder Drucken weiter strukturiert werden und auf die Strömungsführung bipolar plattenseitig Einfluss nehmen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der Zeichnungen und der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 einen Brennstoffzellenstapel,

Figur 2 eine Brennstoffzelle mit einer Gasdiffusionslage gemäß dem Stand der Technik und

5

Figur 3 eine Brennstoffzelle mit einer erfindungsgemäßen Gasdiffusionslage.

Ausführungsformen der Erfindung

10

In der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsformen der Erfindung werden gleiche oder ähnliche Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente in Einzelfällen verzichtet wird. Die Figuren stellen den Gegenstand der Erfindung nur schematisch dar.

15

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Brennstoffzellenstapels 4 mit mehreren Brennstoffzellen 3. Jede Brennstoffzelle 3 weist eine Membran 24, zwei Gasdiffusionslagen 1, eine Anode 30 und eine Kathode 32 auf. Die einzelnen Brennstoffzellen 3 sind durch Bipolarplatten 50, die eine Kühlplatte 45 umfassen können, voneinander abgegrenzt.

20

Der Brennstoffzellenstapel 4, dem Wasserstoff 40 und Sauerstoff 42 sowie ein Kühlmedium 44 zugeführt wird, wird durch zwei Endplatten 48 abgeschlossen und weist Stromsammler 52 auf. Die verschiedenen Zuführungen sind durch Dichtungen 46 voneinander getrennt.

25

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Brennstoffzelle 3, die eine Gasdiffusionslage 1 gemäß dem Stand der Technik aufweist.

30

Die Brennstoffzelle 3 umfasst eine Membran 24, auf der beidseitig eine Katalysatorlage 34 angeordnet ist. Auf die Katalysatorlage 34 folgt jeweils, sowohl auf Seite der Anode 30, als auch auf Seite der Kathode 32 eine Gasdiffusionslage 1, die jeweils aus einer Stützstruktur 38 und einer mikroporösen Lage 36 aufgebaut ist. Die Stützstruktur 38 weist eine größere Porengröße als die mikroporöse Lage 36 auf und ist auf der der Membran 24 abgewandten Seite der Gasdiffusionslage 1 angeordnet. Die Gasdiffusionslagen 1 sind jeweils von einer Gasverteilerstruktur 16 eingefasst, durch die Wasserstoff

35

40 beziehungsweise Sauerstoff 42 den Gasdiffusionslagen 1 zugeführt wird. Die Gasverteilerstrukturen 16 weisen Oberflächen 18 mit Erhebungen 20 auf. Die Erhebungen 20 haben einen Abstand A 22 zueinander, wodurch Gaszufuhrkanäle 26 gebildet werden.

5

Figur 3 zeigt eine Brennstoffzelle 3 umfassend eine erfindungsgemäße Gasdiffusionslage 1. Die Brennstoffzelle 3 entspricht im Wesentlichen der in Figur 2 dargestellten Brennstoffzelle 3 mit dem Unterschied, dass in Figur 3 die Gasdiffusionslagen 1 erfindungsgemäß ausgeführt sind. Die Gasdiffusionslagen 1 bestehen aus nur einer Schicht 11, die sich von der Katalysatorlage 34 zur Oberfläche 18 der Gasverteilerstruktur 16 erstreckt. Die Gasdiffusionslagen 1 sind aus einem Verbundmaterial 5 aufgebaut, das elektrisch leitfähige Partikel 7 und Fasern 9 enthält. Die Fasern 9 besitzen eine Länge L 12, die mindestens doppelt so lang ist wie der Abstand A 22 zwischen den Erhebungen 20 der Gasverteilerstrukturen 16. Ferner weisen die Gasdiffusionslagen 1 eine Dicke D 14 auf.

10

15

Die Gasdiffusionslagen 1 gemäß Figur 3, die aus dem Verbundmaterial 5 aufgebaut sind, ersetzen jeweils die Stützstrukturen 38 und die mikroporösen Lagen 36, die in Figur 2 dargestellt sind.

20

Die Erfindung ist nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele und die darin hervorgehobenen Aspekte beschränkt. Vielmehr ist innerhalb des durch die Ansprüche angegebenen Bereichs eine Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachmännischen Handelns liegen.

25

5 Ansprüche

1. Gasdiffusionslage (1) für eine Brennstoffzelle (3), umfassend ein Verbundmaterial (5), das elektrisch leitfähige Partikel (7), ein Bindemittel und Fasern (9), bevorzugt Carbonfasern, enthält,
10 wobei die Partikel (7) und die Fasern (9) in dem Verbundmaterial (5) in Mischung vorliegen.
2. Gasdiffusionslage (1) nach Anspruch 1, wobei die Gasdiffusionslage (1) genau eine Schicht (11) aufweist und die eine Schicht (11) das
15 Verbundmaterial (5) umfasst.
3. Gasdiffusionslage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fasern (9) eine Länge L (12) von mindestens 0,2 mm, bevorzugt von mindestens 2 mm, aufweisen, insbesondere beträgt die
20 Länge L (12) nicht mehr als 12 mm.
4. Gasdiffusionslage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fasern (9) einen Durchmesser Df von 5 µm bis 15 µm aufweisen.
25
5. Gasdiffusionslage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verbundmaterial (5) elastische Eigenschaften aufweist.
6. Gasdiffusionslage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gasdiffusionslage (1) eine Dicke D (14) von 10 µm bis 300 µm, bevorzugt von 20 µm bis 150µm, aufweist.
30
7. Gasdiffusionslage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verbundmaterial (5)
35 zu 1 Gew.-% bis 20 Gew.-%, bevorzugt zu 2 Gew.-% bis 10 Gew.-%, ein erstes Bindemittel, bevorzugt Polyvinylidenfluorid (PVDF),

zu 0 Gew.-% bis 20 Gew.-%, bevorzugt zu 1 Gew.-% bis 10 Gew.-%, ein zweites Bindemittel, bevorzugt Polytetrafluorethylen (PTFE),

zu 1 Gew.-% bis 50 Gew.-%, bevorzugt zu 5 Gew.-% bis 20 Gew.-%, die Fasern (9),

zu 0 Gew.-% bis 96 Gew.-%, bevorzugt zu 10 Gew.-% bis 50 Gew.-%, die elektrisch leitfähigen Partikel (7) mit einem mittleren Durchmesser dm von 0,5 µm bis 50 µm und

zu 2 Gew.-% bis 98 Gew.-%, bevorzugt zu 10 Gew.-% bis 78 Gew.-%, die elektrisch leitfähigen Partikel (7) mit einem mittleren Durchmesser dm von weniger als 0,5 µm

enthält.

8. Brennstoffzelle (3) umfassend eine Gasdiffusionslage (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Brennstoffzelle (3) insbesondere eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (PEMFC) ist.

9. Brennstoffzelle (3) nach Anspruch 8, wobei die Brennstoffzelle (3) eine Gasverteilerstruktur (16) mit einer Oberfläche (18) umfasst und die Oberfläche (18) Erhebungen (20) zur Gasführung aufweist und benachbarte Erhebungen (20) einen Abstand A (22), zueinander aufweisen, wobei die Länge L (12) der Fasern (9) mindestens doppelt so lang ist, bevorzugt mindestens dreimal so lang und insbesondere nicht mehr als fünfzigmal so lang ist, wie der Abstand A (22).

10. Verfahren zur Herstellung einer Gasdiffusionslage (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend die folgenden Schritte:

- a. Herstellen einer ersten Mischung enthaltend das erste Bindemittel, ein Lösemittel und ein Additiv,
- b. Auftragen der ersten Mischung auf die elektrisch leitfähigen Partikel (7) und die Fasern (9), bevorzugt unter Verwendung einer Wirbelschicht, so dass eine zweite Mischung entsteht,

- c. Compoundieren der zweiten Mischung und Extrudieren oder Auswalzen eines Films aus der zweiten Mischung.

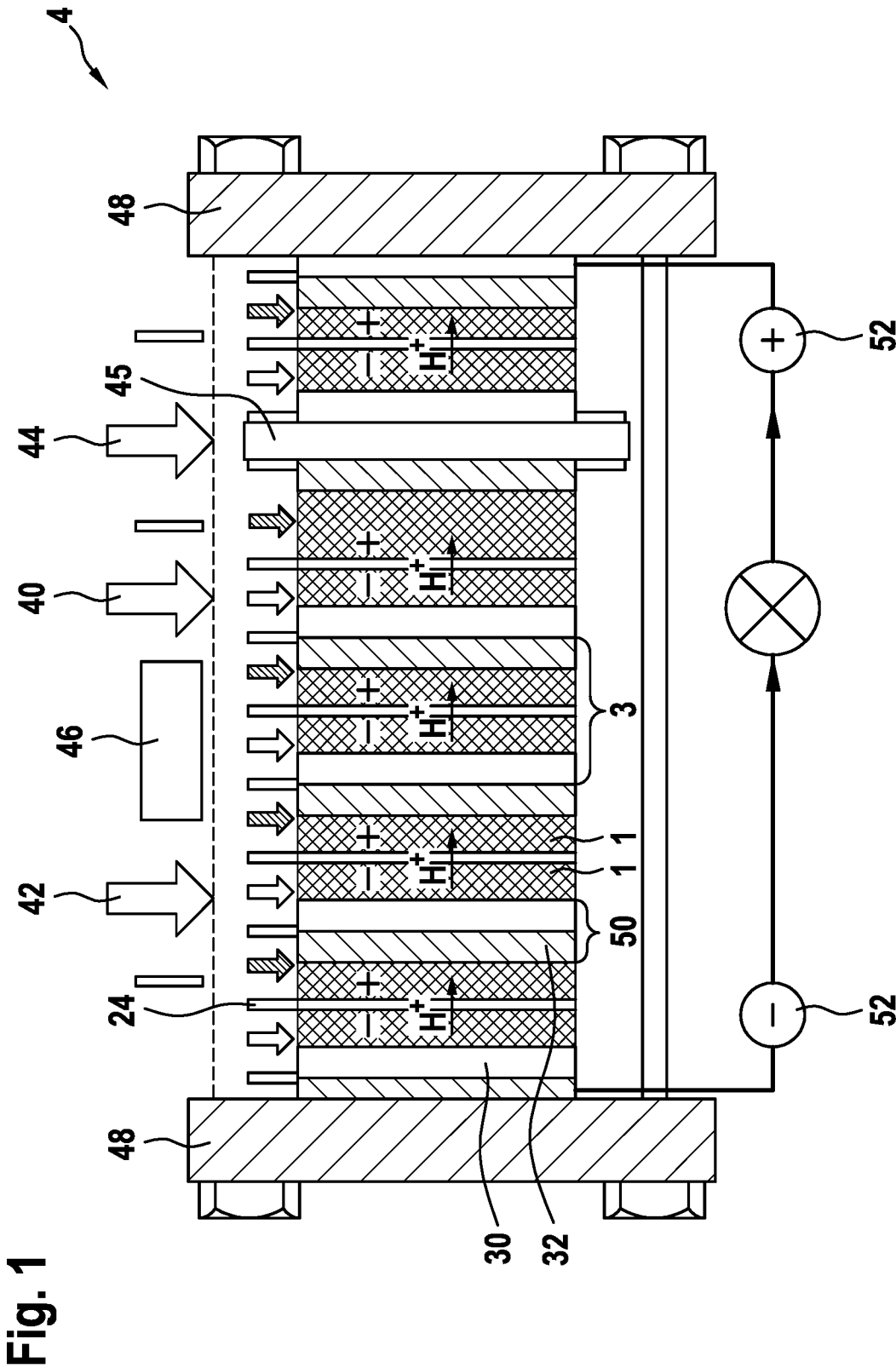
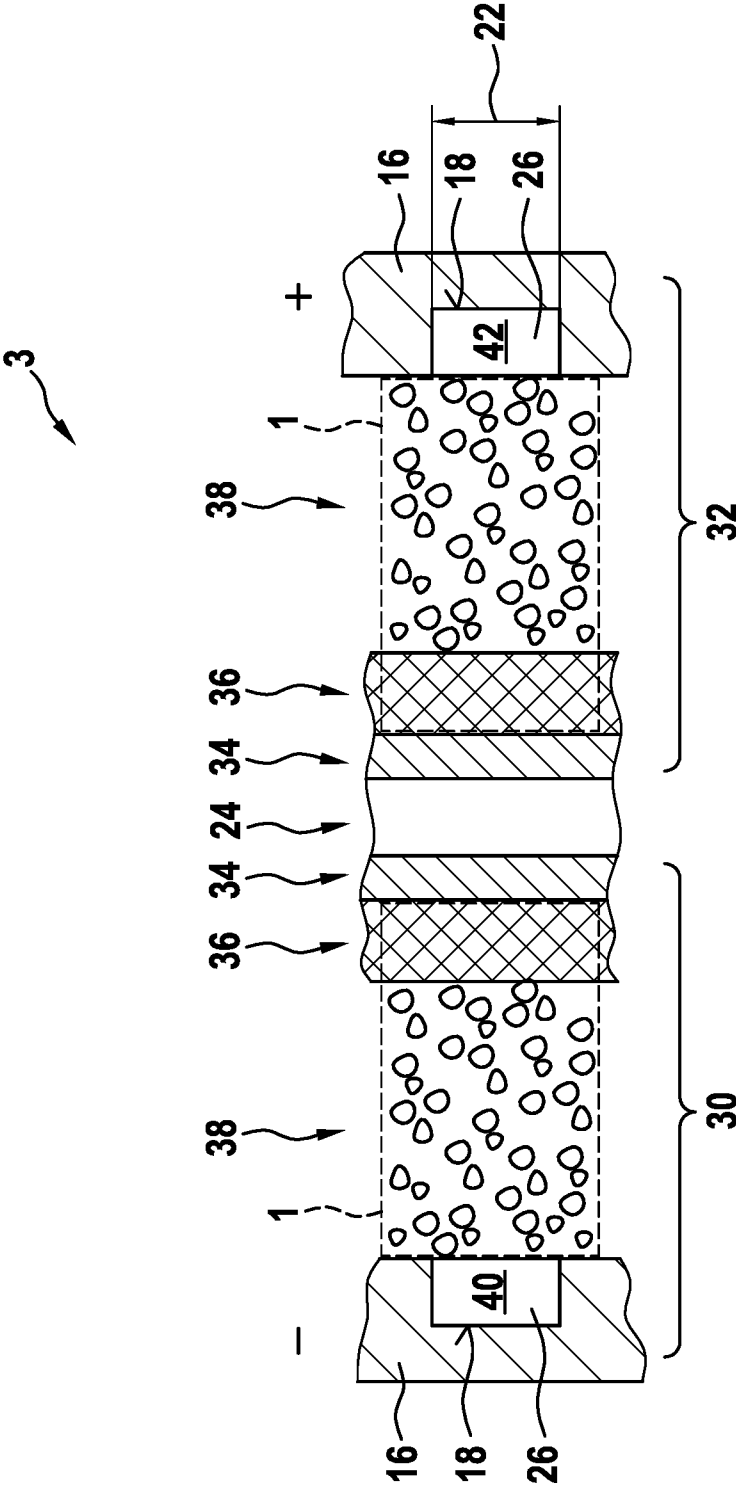


Fig. 2



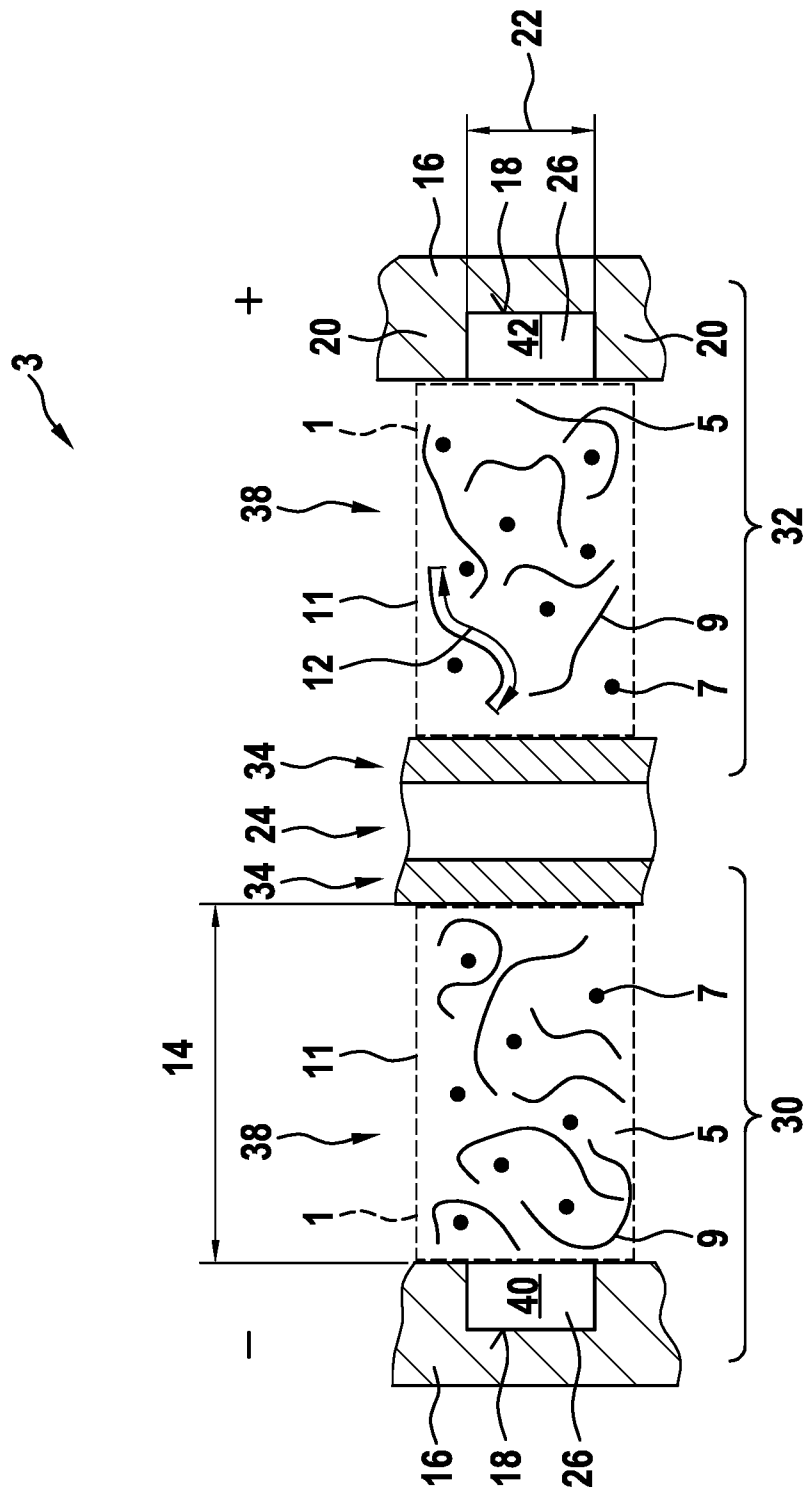


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/054374

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01M 8/0226**(2016.01)i; **H01M 8/0228**(2016.01)i

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, EMBASE, INSPEC, 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	US 2007154771 A1 (JANG BOR Z [US] ET AL) 05 July 2007 (2007-07-05) abstract claims 1-30 figures 1-8 Summary of the Invention	1-10
X	US 2008268318 A1 (JANG BOR Z [US] ET AL) 30 October 2008 (2008-10-30) abstract claims 1-26 paragraphs [0018] - [0033] figures 3-7 paragraphs [0054] - [0056]	1-10
X	US 2008149900 A1 (JANG BOR Z [US] ET AL) 26 June 2008 (2008-06-26) abstract claims 1-18 Summary of the Invention figures 1-9	1-10



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 application or patent 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

27 April 2020

Date of mailing of the international search report

07 May 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Stachowiak, Olaf

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/054374

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2004030127 A2 (PROTON MOTOR FUEL CELL GMBH [DE]; HAMELMANN ROLAND [DE]) 08 April 2004 (2004-04-08) the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/054374

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2007154771	A1	05 July 2007	US	2007154771	A1	05 July 2007
				US	2011143022	A1	16 June 2011
US	2008268318	A1	30 October 2008	NONE			
US	2008149900	A1	26 June 2008	NONE			
WO	2004030127	A2	08 April 2004	AU	2003270239	A1	19 April 2004
				DE	10259383	A1	01 July 2004
				WO	2004030127	A2	08 April 2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01M8/0226 H01M8/0228
 ADD.

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, COMPENDEX, EMBASE, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/154771 A1 (JANG BOR Z [US] ET AL) 5. Juli 2007 (2007-07-05) Zusammenfassung Ansprüche 1-30 Abbildungen 1-8 Summary of the Invention -----	1-10
X	US 2008/268318 A1 (JANG BOR Z [US] ET AL) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) Zusammenfassung Ansprüche 1-26 Absätze [0018] - [0033] Abbildungen 3-7 Absätze [0054] - [0056] ----- -/-	1-10



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. April 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/05/2020

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

Stachowiak, Olaf

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2008/149900 A1 (JANG BOR Z [US] ET AL) 26. Juni 2008 (2008-06-26) Zusammenfassung Ansprüche 1-18 Summary of the Invention Abbildungen 1-9 -----	1-10
A	WO 2004/030127 A2 (PROTON MOTOR FUEL CELL GMBH [DE]; HAMELMANN ROLAND [DE]) 8. April 2004 (2004-04-08) das ganze Dokument -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/054374

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2007154771	A1	05-07-2007	US	2007154771 A1	05-07-2007
			US	2011143022 A1	16-06-2011

US 2008268318	A1	30-10-2008	KEINE		

US 2008149900	A1	26-06-2008	KEINE		

WO 2004030127	A2	08-04-2004	AU	2003270239 A1	19-04-2004
			DE	10259383 A1	01-07-2004
			WO	2004030127 A2	08-04-2004
