

(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
27. September 2018 (27.09.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/172006 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 4/86 (2006.01) H01M 8/0245 (2016.01)
H01M 4/88 (2006.01) H01M 8/0241 (2016.01)
H01M 8/0234 (2016.01) H01M 8/1018 (2016.01)
H01M 8/0243 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/054247

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Februar 2018 (21.02.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 204 721.6
21. März 2017 (21.03.2017) DE

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

(72) Erfinder: KOEHNE, Martin; Wassily-Kandinsky-Weg
13, 71679 Asperg (DE). OHS, Jan Hendrik; Erste Quer-
strasse 1, 71229 Leonberg (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, 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, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: GAS DIFFUSION LAYER FOR A FUEL CELL AND PRODUCTION METHOD FOR AT LEAST ONE GAS DIF-
FUSION LAYER

(54) Bezeichnung: GASDIFFUSIONSLAGE FÜR EINE BRENNSTOFFZELLE UND HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR
ZUMINDEST EINE GASDIFFUSIONSLAGE

Fig. 1a

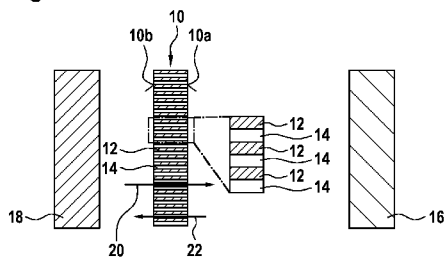
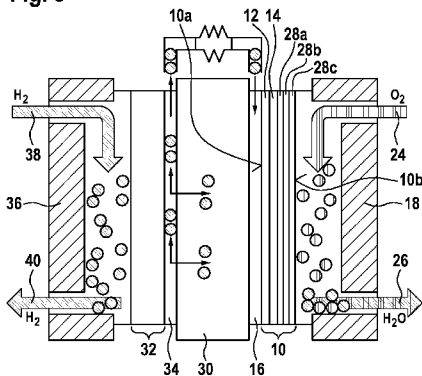


Fig. 5



(57) Abstract: The invention relates to a gas diffusion layer (10) for a fuel cell, wherein at least one first gas diffusion section (12) of the gas diffusion layer (10) is formed at least in part from a first textile or non-woven material made at least of carbon, and the gas diffusion layer (10) has at least one second gas diffusion section (14) in addition to the at least one first gas diffusion section (12), wherein the at least one second gas diffusion section (14) is formed at least in part from a second textile or non-woven material made at least of carbon, and wherein the second textile or non-woven material is hydrophilized, whereas the first textile or non-woven material is hydrophobized. The invention further relates to a gas diffusion layer material, to an electrode for a fuel cell, and to a fuel cell. The invention further relates to a production method for at least one gas diffusion layer (10), to a production method for an electrode, and to a production method for a fuel cell.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Gasdiffusionslage (10) für eine Brennstoffzelle, wobei zumindest ein erster Gasdiffusionsteilbereich (12) der Gasdiffusionslage (10) zumindest teilweise aus einem ersten Textil- oder Vliesmaterial aus zumindest Kohlenstoff gebildet ist, und die Gasdiffusionslage (10) zusätzlich zu dem mindestens einen ersten Gasdiffusionsteilbereich (12) noch mindestens einen zweiten Gasdiffusionsteilbereich (14) aufweist, wobei der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich (14) zumindest teilweise aus einem zweiten Textil- oder Vliesmaterial aus zumindest Kohlenstoff gebildet ist, und wobei das zweite Textil- oder Vliesmaterial hydrophilisiert ist, während das erste Textil- oder Vliesmaterial hydrophobisiert ist. Ebenso betrifft die Erfindung ein Gasdiffusionslagenmaterial, eine Elektrode für eine Brennstoffzelle und eine Brennstoffzelle. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für mindestens eine Gasdiffusionslage (10), ein Herstellungsverfahren für eine Elektrode und ein Herstellungsverfahren für eine Brennstoffzelle.

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:

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

5 Beschreibung

Titel

Gasdiffusionslage für eine Brennstoffzelle und Herstellungsverfahren für
zumindest eine Gasdiffusionslage

10

Die Erfindung betrifft eine Gasdiffusionslage für eine Brennstoffzelle und ein Gasdiffusionslagenmaterial. Ebenso betrifft die Erfindung eine Elektrode für eine Brennstoffzelle und eine Brennstoffzelle. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für zumindest eine Gasdiffusionslage, ein
15 Herstellungsverfahren für eine Elektrode und ein Herstellungsverfahren für eine Brennstoffzelle.

Stand der Technik

20

In der WO 02/056404 A1 ist eine Brennstoffzelle beschrieben, welche auf jeder Seite einer Elektrolytmembran je eine benachbart zu der Elektrolytmembran angeordnete Katalysatorschicht aufweist. Außerdem umfasst die Brennstoffzelle auf jeder Seite der Elektrolytmembran je eine benachbart zu der jeweiligen Katalysatorschicht angeordnete Gasdiffusionsschicht, wobei mindestens eine der
25 Gasdiffusionsschichten einen faserförmigen Kohlenstoff (Kohlenstofffasern) aufweist. Die Elektrolytmembran, die Katalysatorschichten und die Gasdiffusionsschichten werden von zwei Bipolarplatten umrahmt.

25

Offenbarung der Erfindung

30

Die Erfindung schafft eine Gasdiffusionslage für eine Brennstoffzelle mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Gasdiffusionslagenmaterial mit den Merkmalen des Anspruchs 6, eine Elektrode für eine Brennstoffzelle mit den Merkmalen des Anspruchs 7, eine Brennstoffzelle mit den Merkmalen des Anspruchs 10, ein Herstellungsverfahren für zumindest eine Gasdiffusionslage mit den Merkmalen
35

35

des Anspruchs 11, ein Herstellungsverfahren für eine Elektrode mit den Merkmalen des Anspruchs 14 und ein Herstellungsverfahren für eine Brennstoffzelle mit den Merkmalen des Anspruchs 15.

5 Unter dem im Weiteren verwendeten Begriff „Gasdiffusionslage“ kann eine Gasdiffusionsschicht verstanden werden. Die Verwendung des Begriffs „Gasdiffusionslage“ soll lediglich verdeutlichen, dass die Gasdiffusionslage/Gasdiffusionsschicht sowohl als eine „eigene Komponente“ (getrennt von anderen Brennstoffzellenkomponenten) hergestellt sein kann als
10 auch als Teil/Schicht einer Brennstoffzellenkomponente ausgebildet sein kann.

Vorteile der Erfindung

Die vorliegende Erfindung schafft durch die Verwendung von sowohl dem
15 hydrophobisierten ersten Textil- oder Vliesmaterial und (gleichzeitig/zusätzlich) dem hydrophilisierten zweiten Textil- oder Vliesmaterial jeweils für die mindestens eine Gasdiffusionslage Möglichkeiten zum Unterbinden einer lokalen Wasseransammlung in der jeweiligen Gasdiffusionslage und zum Bewirken eines Wasser-und/oder Gastransports durch die jeweilige Gasdiffusionslage. Mittels
20 der vorliegenden Erfindung kann in der jeweiligen Gasdiffusionslage sowohl ein Gasstrom als auch ein Wasserstrom oder Wasserdampfstrom (bzw. ein wasserdampfhaltiger Gasstrom) bewirkt werden. Dies kann zur Verbesserung einer Gaszuführung und zur Verbesserung einer Wasserzuführung oder eines Wasserabtransports (insbesondere eines in der jeweiligen Brennstoffzelle
25 chemisch erzeugten Wassers) genutzt werden. Zusätzlich kann mittels der vorliegenden Erfindung, insbesondere durch die Verwendung des ersten hydrophobisierten Textil- oder Vliesmaterials, einer unerwünschten Kondensation von Wasserdampf an/in der jeweiligen Gasdiffusionslage entgegengewirkt werden. Das mittels der vorliegenden Erfindung auf diese Weise verbesserte
30 Wassermanagement steigert eine Effizienz einer mit einer erfindungsgemäßen Gasdiffusionslage (bzw. einer erfindungsgemäßen Elektrode) ausgestatteten Brennstoffzelle und trägt zusätzlich zur Steigerung einer Haltbarkeit/Lebensdauer der jeweiligen Brennstoffzelle bei. Die vorliegende Erfindung schafft damit auch einen größeren Anreiz zur Verwendung von Brennstoffzellen und unterstützt
35 damit den Umweltschutz.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass wobei der Kohlenstoff des ersten und/oder zweiten Textil- oder Vliesmaterials bevorzugt aus Kohlenstoffnanoröhrchen oder einer Mischung aus Kohlenstoffnanoröhrchen und Kohlenstoffgraphen besteht. Ein derartiges Material eignet sich besonders gut für die Verwendung in der Gasdiffusionslage.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Gasdiffusionslage sind Kohlenstoffoberflächen des hydrophobisierten ersten Textil- oder Vliesmaterials fluorisiert. Mittels eines derartigen, auch als superhydrophob umschreibbaren ersten Textil- oder Vliesmaterials kann insbesondere eine lokale Wasseransammlung in der Gasdiffusionsschicht verhindert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Gasdiffusionslage weisen Kohlenstoffoberflächen des hydrophilisierten zweiten Textil- oder Vliesmaterials sauerstoffhaltige Gruppen auf. Mittels eines derartigen zweiten Textil- oder Vliesmaterials, welches auch als superhydrophil bezeichnenbar ist, kann ein Wasserstrom oder Wasserdampfstrom angeregt/unterstützt werden. Auch dies trägt zur wesentlichen Verbesserung eines Wassermanagements in der jeweiligen Gasdiffusionslage bei.

Vorzugsweise ist die Gasdiffusionslage derart in einer mit zumindest einem Katalysator und einer Bipolarplatte ausgestatteten Brennstoffzelle einsetzbar, dass eine erste Oberfläche der Gasdiffusionslage den Katalysator kontaktiert und eine von der ersten Oberfläche weg gerichtete zweite Oberfläche der Gasdiffusionslage die Bipolarplatte kontaktiert. In diesem Fall können sich der mindestens eine erste Gasdiffusionsteilbereich und der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich jeweils von der ersten Oberfläche der Gasdiffusionslage zu der zweiten Oberfläche der Gasdiffusionslage erstrecken. Wie unten genauer erläutert wird, trägt eine derartige Ausbildung der Gasdiffusionslage sowohl zur Verhinderung einer lokalen Wasseransammlung in der Gasdiffusionslage als auch zum Bewirken/Verstärken eines Wassertransports durch die Gasdiffusionslage bei.

Ebenso ist es vorteilhaft, wenn, sofern die Gasdiffusionslage derart in einer mit zumindest einem Katalysator und einer Bipolarplatte ausgestatteten Brennstoffzelle einsetzbar ist, dass eine erste Oberfläche der Gasdiffusionslage den Katalysator kontaktiert und eine von der ersten Oberfläche weg gerichtete zweite Oberfläche der Gasdiffusionslage die Bipolarplatte kontaktiert, der erste Gasdiffusionsteilbereich an die erste Oberfläche der Gasdiffusionslage angrenzt, während der zweite Gasdiffusionsteilbereich auf einer von der ersten Oberfläche weg gerichteten Seite des ersten Gasdiffusionsteilbereichs liegt. Auch eine derartige Ausbildung der Gasdiffusionslage bewirkt die in dem vorhergehenden Absatz beschriebenen Vorteile.

Die vorausgehend beschriebenen Vorteile werden auch bewirkt durch ein Gasdiffusionslagenmaterial, welches unterteilbar ist in mehrere Teilstücke, von welchen jedes Teilstück jeweils eine entsprechende Gasdiffusionslage ist.

Ebenso trägt eine Elektrode für eine Brennstoffzelle mit einer entsprechenden Gasdiffusionslage und einer benachbart zu der Gasdiffusionslage angeordneten Katalysatorschicht zum Realisieren der oben beschriebenen Vorteile bei.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Elektrode erstrecken sich der mindestens eine erste Gasdiffusionsteilbereich der Gasdiffusionslage und der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich der Gasdiffusionslage jeweils von der Katalysatorschicht bis zu einer von der Katalysatorschicht weg gerichteten Oberfläche der Gasdiffusionslage. Eine derartige Elektrode trägt zur Verhinderung einer lokalen Wasseransammlung in der Gasdiffusionslage bei und bewirkt einen vorteilhaften Wassertransport durch die Elektrode.

Ebenso kann der erste Gasdiffusionsteilbereich auch an die Katalysatorschicht angrenzen, während der zweite Gasdiffusionsteilbereich auf einer von der Katalysatorschicht weg gerichteten Seite des ersten Gasdiffusionsteilbereichs liegt. Auch diese Ausführungsform der Elektrode bewirkt ein gutes Wassermanagement, wie unten noch erläutert wird.

Auch eine Brennstoffzelle mit einer derartigen Gasdiffusionslage oder einer entsprechenden Elektrode schafft die oben beschriebenen Vorteile.

Zusätzlich bewirkt ein korrespondierendes Herstellungsverfahren für zumindest eine Gasdiffusionslage die oben erläuterten Vorteile. Es wird darauf hingewiesen, dass das Herstellungsverfahren gemäß den oben beschriebenen Ausführungsformen der Gasdiffusionslage weiterbildbar ist.

Beispielsweise kann das erste Textil- oder Vliesmaterial durch eine Plasmabehandlung unter Verwendung mindestens eines fluorhaltigen Gases hydrophobisiert werden. Eine derartige Plasmabehandlung ist kostengünstig und mit vergleichsweise wenig Aufwand ausführbar und bewirkt eine vorteilhafte Hydrophobisierung (Superhydrophobisierung) des ersten Textil- oder Vliesmaterials.

Als Alternative oder als Ergänzung zu der in dem vorausgehenden Absatz beschriebenen Hydrophobisierung des ersten Textil- oder Vliesmaterials kann das zweite Textil- oder Vliesmaterial durch eine Plasmabehandlung unter Verwendung von Sauerstoff hydrophilisiert werden. Auch die in diesem Absatz beschriebene Plasmabehandlung ist kostengünstig und mit einem vergleichsweise geringen Arbeitsaufwand ausführbar. Zusätzlich bewirkt die Plasmabehandlung unter Verwendung von Sauerstoff eine verlässliche Hydrophilisierung (Superhydrophilisierung) des zweiten Textil- oder Vliesmaterials.

Zum Bewirken der oben beschriebenen Vorteile kann auch ein korrespondierendes Herstellungsverfahren für eine Elektrode ausgeführt werden. Das Herstellungsverfahren für eine Elektrode ist gemäß den oben erläuterten Ausführungsformen der Gasdiffusionslage und/oder der Elektrode weiterbildbar.

Des Weiteren schafft auch ein Ausführen eines korrespondierenden Herstellungsverfahrens für eine Brennstoffzelle die oben genannten Vorteile. Es wird darauf hingewiesen, dass auch das Herstellungsverfahren für eine Brennstoffzelle gemäß den oben beschriebenen Ausführungsformen der Gasdiffusionslage, der Elektrode und/oder der Brennstoffzelle weiterbildbar ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1a und 1b schematische Darstellungen einer ersten Ausführungsform der Gasdiffusionslage, wobei Fig. 1a einen Querschnitt durch die Gasdiffusionslage und Fig. 1b eine Draufsicht auf die Gasdiffusionslage zeigen;
- 10 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Gasdiffusionslage;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform der Gasdiffusionslage;
- 15 Fig. 4 eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform der Gasdiffusionslage;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform der Gasdiffusionslage, bzw. einer damit ausgestatteten Brennstoffzelle;
- 20 Fig. 6 eine Ausführungsform der Elektrode, bzw. einer damit ausgestatteten Brennstoffzelle; und
- 25 Fig. 7 ein Flussdiagramm zum Erläutern einer Ausführungsform des Herstellungsverfahrens für zumindest eine Gasdiffusionslage.

Ausführungsformen der Erfindung

- 30 Fig. 1a und 1b zeigen schematische Darstellungen einer ersten Ausführungsform der Gasdiffusionslage, wobei Fig. 1a einen Querschnitt durch die Gasdiffusionslage und Fig. 1b eine Draufsicht auf die Gasdiffusionslage zeigen.

Die in Fig. 1a und 1b schematisch dargestellte Gasdiffusionslage 10 weist zumindest einen ersten Gasdiffusionsteilbereich 12 auf, welcher zumindest teilweise aus einem ersten Textil- oder Vliesmaterial aus zumindest Kohlenstoff gebildet ist. Außerdem ist das erste Textil- oder Vliesmaterial des mindestens einen ersten Gasdiffusionsteilbereichs 12 der Gasdiffusionslage 10 hydrophobisiert. Unter einer Hydrophobisierung des ersten Textil- oder Vliesmaterials kann verstanden werden, dass das hydrophobisierte erste Textil- oder Vliesmaterial einen Wasser-Kontaktwinkel (bzw. Wasser-Randwinkel oder Wasser-Benetzungswinkel) aufweist, welcher größer als ein Wasser-Kontaktwinkel (bzw. Wasser-Randwinkel oder Wasser-Benetzungswinkel) von „reinem/nicht- hydrophobisierten“ Kohlenstoff ist. Der Wasser-Kontaktwinkel des hydrophobisierten ersten Textil- oder Vliesmaterials kann größer als 80° (Grad), vorzugsweise größer als 90° (Grad), bevorzugterweise größer als 100° (Grad), insbesondere größer als 120° (Grad), sein.

Aufgrund der Hydrophobisierung des ersten Textil- oder Vliesmaterials ist der mindestens eine zumindest teilweise aus dem hydrophobisierten ersten Textil- oder Vliesmaterial gebildete erste Gasdiffusionsteilbereich 12 selbst hydrophob. Insbesondere kann der mindestens eine zumindest teilweise aus dem hydrophobisierten ersten Textil- oder Vliesmaterial gebildete Gasdiffusionsteilbereich 12 superhydrophob sein. Ein Wasser-Kontaktwinkel des mindestens einen Gasdiffusionsteilbereichs 12 kann größer als 80° (Grad), vorzugsweise größer als 90° (Grad), bevorzugterweise größer als 100° (Grad), insbesondere größer als 120° (Grad), sein.

Zusätzlich zu dem mindestens einen ersten Gasdiffusionsteilbereich 12 weist die Gasdiffusionslage 10 noch mindestens einen zweiten Gasdiffusionsteilbereich 14 auf, wobei der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich 14 zumindest teilweise aus einem zweiten Textil- oder Vliesmaterial aus zumindest Kohlenstoff gebildet ist und das zweite Textil- oder Vliesmaterial hydrophilisiert ist. Darunter kann verstanden werden, dass ein Wasser-Kontaktwinkel (bzw. Wasser-Randwinkel oder Wasser-Benetzungswinkel) des hydrophilisierten zweiten Textil- oder Vliesmaterials kleiner als ein Wasser-Kontaktwinkel von „reinem/nicht- hydrophilisierten“ Kohlenstoff ist. Der Wasser-Kontaktwinkel des hydrophilisierten zweiten Textil- oder Vliesmaterials ist z.B. kleiner als 50° (Grad), vorzugsweise

kleiner als 30° (Grad), bevorzugterweise kleiner als 10° (Grad), insbesondere kleiner als 5° (Grad).

5 Mittels der Hydrophilisierung des zweiten Textil- oder Vliesmaterials ist bewirkt, dass der mindestens eine zumindest teilweise aus dem hydrophilisierten zweiten Textil- oder Vliesmaterials gebildete zweite Gasdiffusionsteilbereich 14 hydrophil ist. Der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich 14 kann insbesondere superhydrophil sein. Beispielsweise ist ein Wasser-Kontaktwinkel des
10 mindestens einen zweiten Gasdiffusionsteilbereichs 14 größer als 130° (Grad), vorzugsweise größer als 150° (Grad), bevorzugter Weise größer als 170° (Grad), insbesondere größer als 175° (Grad).

15 Innerhalb der Gasdiffusionslage 10 können der mindestens eine hydrophobe (oder superhydrophobe) erste Gasdiffusionsteilbereich 12 und der mindestens eine hydrophile (oder superhydrophile) zweite Gasdiffusionsteilbereich 14 unmittelbar/direkt aneinander angrenzen. Durch eine geeignete Anordnung der Gasdiffusionsteilbereiche 12 und 14 zueinander können sowohl hydrophobe (oder superhydrophobe) als auch hydrophile (oder superhydrophile)
20 dreidimensionale „Kanäle“ in der Gasdiffusionslage 10 ausgebildet sein. Wie unten genauer ausgeführt wird, verbessert dies ein Wassermanagement der Gasdiffusionslage 10.

Die Gasdiffusionslage 10 ist derart in einer mit zumindest einem Katalysator/einer Katalysatorschicht 16 und einer Bipolarplatte 18 ausgestatteten
25 (in Fig. 1a nur teilweise schematisch wiedergegebenen) Brennstoffzelle einsetzbar/eingesetzt, dass eine erste Oberfläche 10a der Gasdiffusionslage 10 den Katalysator 16 kontaktiert und eine von der ersten Oberfläche 10a weg gerichtete zweite Oberfläche 10b der Gasdiffusionslage 10 die Bipolarplatte 18 kontaktiert. Zusätzlich erstrecken sich der mindestens eine erste
30 Gasdiffusionsteilbereich 12 und der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich 14 jeweils von der ersten Oberfläche 10a der Gasdiffusionslage 10 zu der zweiten Oberfläche 10b der Gasdiffusionslage 10. (In Fig. 1a ist zur besseren Verdeutlichung auch ein vergrößerter Teilausschnitt der Gasdiffusionslage 10 dargestellt.) Der mindestens eine erste
35 Gasdiffusionsteilbereich 12 und der mindestens eine zweite

Gasdiffusionsteilbereich 14 bilden somit jeweils einen „hydrophoben oder hydrophilen Kanal“.

In der Ausführungsform der Fig. 1a und 1b ist die Gasdiffusionslage 10 beispielhaft auf einer Kathodenseite einer zur chemischen Reaktion von Sauerstoff mit Wasserstoff (Knallgasreaktion) ausgebildeten PEM-Brennstoffzelle (Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle) einsetzbar/eingesetzt, wobei eine (nicht skizzierte) Membran/

Elektrolytmembran auf einer von der Gasdiffusionslage 10 weg gerichteten Seite des Katalysators 16 anordbar/angeordnet ist. Durch die Ausbildung der Gasdiffusionslage 10 mit dem mindestens einen ersten Gasdiffusionsteilbereich 12 und dem mindestens einen zweiten Gasdiffusionsteilbereich 14, welche sich jeweils von der ersten Oberfläche 10a zu der zweiten Oberfläche 10b erstrecken, ist die erste Oberfläche 10a der Gasdiffusionslage 10, welche an den Katalysator 16 angrenzt, sowohl aus dem hydrophobisierten ersten Textil- oder Vliesmaterial als auch aus dem hydrophilisierten zweiten Textil- oder Vliesmaterial gebildet. Die erste Oberfläche 10a der Gasdiffusionslage 10 weist somit mindestens eine hydrophobisierte erste Teilfläche und mindestens eine hydrophilisierte zweite Teilfläche auf, wobei ein ausreichend großer erster

Flächeninhalt/Gesamtflächeninhalt der mindestens einen hydrophobisierten ersten Teilfläche eine Wasseransammlung/eine Wasserfilmbildung an der (unmittelbar an den Katalysator 16 angrenzenden) ersten Oberfläche 10a verhindert und ein ausreichend großer zweiter Flächeninhalt/Gesamtflächeninhalt der mindestens einen hydrophilisierten zweiten Teilfläche ein Feuchthalten der Membran/Elektrolytmembran gewährleistet. Zusätzlich kann Sauerstoff in ausreichender Menge von der Bipolarplatte 18 (insbesondere über den mindestens einen ersten Gasdiffusionsteilbereich 12) durch die Gasdiffusionsschicht 10 zu dem Katalysator 16 geleitet werden, wie mittels eines Pfeils 20 in Fig. 1a bildlich dargestellt ist. Eine gleichmäßige Verteilung des Sauerstoffs in dem Katalysator 16 ist auch sichergestellt. Ebenso ist ein Wasserabtransport oder Wasserdampftransport von dem Katalysator 16 (insbesondere durch den mindestens einen zweiten Gasdiffusionsteilbereich 14) durch die Gasdiffusionsschicht 10 zu der Bipolarplatte 18 gewährleistet, wie mittels eines Pfeils 22 in Fig. 1a ebenfalls bildlich dargestellt ist. Die Gasdiffusionslage 10 bewirkt somit nicht nur einen guten elektrischen Kontakt zu

dem Katalysator 16 an ihrer ersten Oberfläche 10a und einen guten elektrischen Kontakt zu der Bipolarplatte 18 an ihrer zweiten Oberfläche 10b, sondern auch einen verlässlichen Abtransport von überschüssigem Produktwasser durch die Gasdiffusionslage 10 und eine ausreichende/gleichmäßige Gaszuführung an den Katalysator 16. Durch den Abtransport des überschüssigen Produktwassers und die Gewährleistung des ausreichenden/gleichmäßigen Gastransports trägt die Gasdiffusionslage 10 zur Verbesserung einer Effizienz der damit ausgestatteten Brennstoffzelle bei. Auch eine Haltbarkeit der Brennstoffzelle ist durch die vorteilhafte Ausbildung der Gasdiffusionslage 10, insbesondere durch die Verhinderung einer lokalen Wasseransammlung in der Gasdiffusionslage 10, gesteigert. Das Wassermanagement der Gasdiffusionslage 10 ist deshalb erheblich verbessert.

In der Ausführungsform der Fig. 1a und 1b weist die Gasdiffusionslage 10 eine Vielzahl von ersten Gasdiffusionsteilbereichen 12 und eine Vielzahl von zweiten Gasdiffusionsteilbereichen 14 auf, welche jeweils einen „streifenförmigen“ Querschnitt in einer parallel zu der ersten Oberfläche 10a und/oder der zweiten Oberfläche 10b ausgerichteten Querschnittsebene haben. (Fig. 1b zeigt eine Draufsicht auf die erste Oberfläche 10a der Gasdiffusionslage 10.) Alternativ können die Gasdiffusionsteilbereiche 12 und 14 auch jeweils einen „wellenförmigen“ oder „zick-zack-förmigen“ Querschnitt in einer parallel zu der ersten Oberfläche 10a und/oder der zweiten Oberfläche 10b ausgerichteten Querschnittsebene haben. Ebenso können die Gasdiffusionsteilbereiche 12 und 14 auch konzentrisch (z.B. als Kreise, Rechtecke, Quadrate oder Ellipsen) ausgebildet sein. Auch eine „schachbrettartige“ Anordnung der Gasdiffusionsteilbereiche 12 und 14 ist möglich.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Gasdiffusionslage.

Die in Fig. 2 als Draufsicht auf ihre erste Oberfläche 10a dargestellte Gasdiffusionslage 10 umfasst eine Vielzahl von ersten Gasdiffusionsteilbereichen 12 und den (einzigen) zweiten Gasdiffusionsteilbereich 14, welche sich jeweils von der ersten Oberfläche 10a zu der zweiten Oberfläche 10b der Gasdiffusionslage 10 erstrecken. Die Vielzahl von ersten

Gasdiffusionsteilbereichen 12 ist in den zweiten Gasdiffusionsteilbereich 14 eingebettet. Beispielfhaft weisen die ersten Gasdiffusionsteilbereiche 12 in einer parallel zu der ersten Oberfläche 10a und/oder der zweiten Oberfläche 10b ausgerichteten Querschnittsebene jeweils einen kreisförmigen Querschnitt auf.
5 Anstelle ihres kreisförmigen Querschnitts können die ersten Gasdiffusionsteilbereiche 12 jedoch auch einen elliptischen/ovalen, rechteckigen oder polygonalen Querschnitt in einer parallel zu der ersten Oberfläche 10a und/oder der zweiten Oberfläche 10b ausgerichteten Querschnittsebene haben.

10 Ansonsten weist die Gasdiffusionslage 10 der Fig. 2 die Merkmale der zuvor beschriebenen Ausführungsform auf. Auch die Ausführungsform der Fig. 2 bewirkt deshalb die oben schon beschriebenen Vorteile.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform der
15 Gasdiffusionslage.

Die in Fig. 3 als Draufsicht auf ihre erste Oberfläche 10a dargestellte Gasdiffusionslage 10 umfasst den (einzigen) ersten Gasdiffusionsteilbereich 12 und eine Vielzahl von den zweiten Gasdiffusionsteilbereichen 14, welche sich
20 jeweils von der ersten Oberfläche 10a zu der zweiten Oberfläche 10b der Gasdiffusionslage 10 erstrecken, wobei die zweiten Gasdiffusionsteilbereiche 14 in dem ersten Gasdiffusionsteilbereich 12 eingebettet sind. Beispielfhaft haben die zweiten Gasdiffusionsteilbereiche 14 in einer parallel zu der ersten
Oberfläche 10a und/oder der zweiten Oberfläche 10b ausgerichteten
25 Querschnittsebene jeweils einen kreisförmigen Querschnitt. Bezüglich weiterer Merkmale und der Vorteile der Gasdiffusionslage 10 wird auf die zuvor beschriebenen Ausführungsformen verwiesen.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform der
30 Gasdiffusionslage.

Die in Fig. 4 als Draufsicht auf ihre erste Oberfläche 10a dargestellte Gasdiffusionslage 10 unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen Ausführungsform lediglich darin, dass die zweiten Gasdiffusionsteilbereiche 14 in
35 einer parallel zu der ersten Oberfläche 10a und/oder der zweiten Oberfläche 10b

ausgerichteten Querschnittsebene einen elliptischen/ovalen Querschnitt haben. Alternativ können die zweiten Gasdiffusionsteilbereiche 14 auch einen rechteckigen oder polygonalen Querschnitt in einer parallel zu der ersten Oberfläche 10a und/oder der zweiten Oberfläche 10b ausgerichteten Querschnittsebene aufweisen.

Alle oben beschriebenen Ausführungsformen haben hydrophobe (oder superhydrophobe) und hydrophile (oder superhydrophile) dreidimensionale „Kanäle“, welche sich senkrecht zu der ersten Oberfläche 10a und/oder der zweiten Oberfläche 10b durch die jeweilige Gasdiffusionslage 10 erstrecken. Durch die hydrophilen (oder superhydrophilen) dreidimensionalen „Kanäle“ kann Wasser transportiert werden. Die hydrophoben (oder superhydrophoben) dreidimensionalen „Kanäle“ sind für einen Transport von Gas (z.B. Sauerstoff) optimiert. Durch die jeweils abwechselnde Anordnung der Gasdiffusionsteilbereiche 12 und 14 ist dafür gesorgt, dass der Gastransport und der Wassertransport in entgegengesetzte Richtungen sich gegenseitig nicht beeinträchtigen. Dadurch kann eine höhere Stromdichte bei einem Betrieb einer mit der jeweiligen Gasdiffusionslage 10 ausgestatteten Brennstoffzelle erzielt werden.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform der Gasdiffusionslage, bzw. einer damit ausgestatteten Brennstoffzelle.

Die in Fig. 5 angeordnete Gasdiffusionslage 10 ist derart in einer zumindest mit dem Katalysator 16 und der Bipolarplatte 18 ausgestatteten Brennstoffzelle (kathodenseitig) einsetzbar/eingesetzt, dass die erste Oberfläche 10a der Gasdiffusionslage 10 den Katalysator 16 kontaktiert und die von der ersten Oberfläche 10a weg gerichtete zweite Oberfläche 10b der Gasdiffusionslage 10 die Bipolarplatte 18 kontaktiert. Eine Sauerstoffzufuhr an die Brennstoffzelle durch die Bipolarplatte 18 ist mittels eines Pfeils 24 und ein Wasserabtransport von der Brennstoffzelle über die Bipolarplatte 18 ist mittels eines Pfeils 26 bildlich dargestellt.

Der (einzige) erste Gasdiffusionsteilbereich 12 der Gasdiffusionslage 10 grenzt an die erste Oberfläche 10a der Gasdiffusionslage (unmittelbar/direkt) an. Man

kann dies auch damit umschreiben, dass die erste Oberfläche 10a der Gasdiffusionslage 10 zumindest teilweise aus dem hydrophobisierten ersten Textil- oder Vliesmaterial des ersten Gasdiffusionsteilbereichs 12 ausgebildet ist. Demgegenüber liegt der (einzige) zweite Gasdiffusionsteilbereich 14 auf einer von der ersten Oberfläche 10a weg gerichteten Seite des ersten Gasdiffusionsteilbereichs 14.

Durch die Anordnung/Ausbildung des hydrophoben (oder superhydrophoben) ersten Gasdiffusionsteilbereichs 12 (unmittelbar/direkt) an der an dem Katalysator 16 angrenzenden ersten Oberfläche 10a der Gasdiffusionslage ist eine Wasseransammlung/Wasserfilmbildung an der ersten Oberfläche 10a verhinderbar. Ein Wasserfilm unmittelbar/direkt an dem Katalysator 16 oder ein „Fluten der Poren“ des Katalysators 16, was einen direkten Kontakt zwischen dem Katalysator 16 und über die Bipolarplatte 18 zugeführten und durch die Gasdiffusionslage 10 geleiteten Sauerstoff verhindern würde und deshalb eine Effizienz des Katalysators 16 signifikant beeinträchtigen würde, muss nicht befürchtet werden. Gleichzeitig ist aufgrund der Anordnung des zweiten Gasdiffusionsteilbereichs 14 auf einer von der ersten Oberfläche 10a weg gerichteten Seite des ersten Gasdiffusionsteilbereichs 14 sichergestellt, dass der Katalysator 16 ausreichend angefeuchtet bleibt und eine gute Protonenleitfähigkeit aufweist. Zusätzlich trägt die Ausbildung der Gasdiffusionslage 10 mit den Gasdiffusionsteilbereichen 12 und 14 zur Verbesserung eines Wasserabtransports/Wasserdampfabtransports durch die Gasdiffusionsschicht 10 an die Bipolarplatte 18 und einer Sauerstoffzufuhr durch die Gasdiffusionsschicht 10 an den Katalysator 16 bei. (Der Wasserabtransport/Wasserdampftransport bewirkt sogar eine Befeuchtung des zugeführten Sauerstoffs, was für eine Membrananfeuchtung sorgt und eine gute Membran-Leistungsfähigkeit sicherstellt.)

Zum Bewirken der vorausgehend beschriebenen Vorteile können die Gasdiffusionsteilbereiche 12 und 14 selbst vergleichsweise dünne Schichtdicken haben. Der erste Gasdiffusionsteilbereich 12 und/oder der zweite Gasdiffusionsteilbereich 14 können beispielsweise jeweils eine Schichtdicke von 100 µm (Mikrometer) senkrecht zu der ersten Oberfläche 10a aufweisen.

In der Ausführungsform der Fig. 5 umfasst die Gasdiffusionslage 10 zusätzlich zu den Gasdiffusionsteilbereichen 12 und 14 noch mindestens einen weiteren Gasdiffusionsteilbereich 28a bis 28c, welcher jeweils an einer von dem ersten Gasdiffusionsteilbereich 12 weg gerichteten Seite des zweiten Gasdiffusionsteilbereichs 14 angeordnet ist. Vorzugsweise weist der mindestens eine weitere Gasdiffusionsteilbereich 28a bis 28c mindestens einen Wasser-Kontaktwinkel auf, welcher zwischen einem ersten Wasser-Kontaktwinkel des ersten Gasdiffusionsteilbereichs 12 und einem zweiten Wasser-Kontaktwinkel des zweiten Gasdiffusionsteilbereichs 14 liegt. Sofern die Gasdiffusionslage 10 mindestens zwei weitere Gasdiffusionsteilbereiche 28a bis 28c aufweist, nimmt der jeweilige Wasser-Kontaktwinkel vorzugsweise entlang einer Richtung von dem zweiten Gasdiffusionsteilbereich 14 zu der zweiten Oberfläche 10b der Gasdiffusionslage 10 zu.

Die in Fig. 5 schematisch dargestellte Brennstoffzelle ist (außer den Komponenten 10, 16 und 18) noch mit einer Membran 30, einer anodenseitigen Gasdiffusionslage/Gasdiffusionsschicht 32, einem zwischen der Membran 30 und der anodenseitigen Gasdiffusionslage 32 angeordneten anodenseitigen Katalysator 34 und einer auf einer von dem anodenseitigen Katalysator 34 weg gerichteten Seite der anodenseitigen Gasdiffusionslage 32 liegenden anodenseitigen Bipolarplatte 36 ausgestattet. Eine Wasserstoffzufuhr an die Brennstoffzelle durch die anodenseitige Bipolarplatte 36 ist mittels eines Pfeils 38 und ein Abtransport von überschüssigen Wasserstoff über die anodenseitige Bipolarplatte 36 ist mittels eines Pfeils 40 bildlich dargestellt. Die Membran 30 kann eine Elektrolytmembran, eine Protonenleitmembran, eine Polymerelektrolytmembran und/oder eine Protonenaustauschmembran sein.

Eine Nutzung der oben beschriebenen Gasdiffusionslagen 10 ist nicht auf eine Kathodenseite einer Brennstoffzelle limitiert. Stattdessen oder ergänzend können die Gasdiffusionslagen 10 auch auf einer Anodenseite der jeweiligen Brennstoffzelle eingesetzt sein.

Die Vorteile aller oben beschriebenen Gasdiffusionslagen 10 bewirkt auch ein (entsprechend zurecht geschnittenes) Gasdiffusionslagenmaterial, welches

unterteilbar ist in mehrere Teilstücke, von welchen jedes jeweils eine derartige Gasdiffusionslage 10 ist.

Fig. 6 zeigt eine Ausführungsform der Elektrode, bzw. einer damit ausgestatteten Brennstoffzelle.

Die in Fig. 6 schematisch wiedergegebene Brennstoffzelle unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen darin, dass die Gasdiffusionslage 10 und der/die benachbart zu der Gasdiffusionslage 10 angeordnete

Katalysator/Katalysatorschicht 16 als eine kompakte Elektrode 42 ausgebildet sind. (Eine Unterteilung der Elektrode 42 in Katalysator/Katalysatorschicht 16 und getrennt davon angeordnete Gasdiffusionslage 10 ist somit lediglich mittels deren Zerstörung möglich.) Als (optionale) Weiterbildung ist bei der Elektrode 42 der Fig. 6 auch der Katalysator/die Katalysatorschicht 16 aus einem hydrophoben/superhydrophoben Textil- oder Vliesmaterial aus Kohlenstoff hergestellt. Optional können auch der anodenseitige Katalysator 34 und die anodenseitige Gasdiffusionslage 32 als eine kompakte Elektrode ausgebildet sein.

Bei der Elektrode 42 der Fig. 6 grenzt der erste Gasdiffusionsteilbereich 12 an den Katalysator/die Katalysatorschicht 16 an, während der zweite Gasdiffusionsteilbereich 14 auf einer von dem Katalysator/der Katalysatorschicht 16 weg gerichteten Seite des ersten Gasdiffusionsteilbereichs 12 liegt. In einer alternativen Ausführungsform können sich der mindestens eine erste Gasdiffusionsteilbereich 12 der Gasdiffusionslage 10 und der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich 14 der Gasdiffusionslage 10 jedoch auch jeweils von dem Katalysator/der Katalysatorschicht 16 bis zu einer von dem Katalysator/der Katalysatorschicht 16 weg gerichteten Oberfläche der Gasdiffusionslage 10 erstrecken.

Bei allen oben beschriebenen Ausführungsformen können die Gasdiffusionsteilbereiche 12 und 14 gestrickte Textilien (Gestricke), gewirkte Textilien (Gewirke), gewebte Textilien (Gewebe), geflechtete Textilien (Geflechte) und getuftete Textilien (Schlingenware oder Velourware) als das jeweilige erste/zweite Textil- oder Vliesmaterial umfassen. Ebenso können die

Gasdiffusionsteilbereiche 12 und 14 auch Watten, Filze, und/oder Vliesstoffe als das jeweilige erste/zweite Textil- oder Vliesmaterial umfassen. Auch ein Kohlefaserpapier kann unter dem jeweiligen ersten Textil- oder Vliesmaterial und/oder zweiten Textil- oder Vliesmaterial verstanden werden. Das erste Textil- oder Vliesmaterial und/oder das zweite Textil- oder Vliesmaterial können aus (einwandigen und/oder mehrwandigen) Kohlenstoffnanoröhren, Kohlenstoffnanofasern, faserförmigen Kohlenstoffstrukturen und/oder Kohlenstoffnanoröhrenfasern (als dem jeweiligen Kohlenstoff) gebildet sein. Die Kohlenstoffnanoröhren, Kohlenstoffnanofasern, faserförmigen Kohlenstoffstrukturen und/oder Kohlenstoffnanoröhrenfasern können z.B. miteinander verkreuzt, miteinander verschlungen oder miteinander verfilzt sein. Die hier aufgezählten Materialien widerstehen selbst einer dauerhaften thermischen Belastung an Luft bei mindestens 350°C und weisen eine gute elektrische Leitfähigkeit (insbesondere gleich der von Kupfer) auf, was eine (elektrische) Effizienz einer damit ausgestatteten Brennstoffzelle steigert.

In einer vorteilhaften Ausführungsform sind Kohlenstoffoberflächen des hydrophobisierten ersten Textil- oder Vliesmaterials fluorisiert. Als Alternative oder als Ergänzung kann das erste Textil- oder Vliesmaterial auch mittels mindestens eines hydrophoben Polymers und/oder mittels mindestens eines hydrophoben Harzes hydrophobisiert sein. Demgegenüber kann das hydrophilisierte zweite Textil- oder Vliesmaterial sauerstoffhaltige Gruppen aufweisen.

Alle oben beschriebenen Gasdiffusionslagen 10/Elektroden 42 sind in einer Brennstoffzelle einsetzbar, welche z.B. eine Niedertemperatur-Brennstoffzelle, eine PEM-Brennstoffzelle (PEMFC-Zelle oder Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle), eine AFC-Zelle (alkalische Brennstoffzelle), eine DMFC-Zelle (Direktmethanol-Brennstoffzelle) und/oder eine GAFC-Zelle (Phosphorsäure-Brennstoffzelle) sein kann. Insbesondere kann die jeweilige Gasdiffusionslage 10/Elektrode 42 für eine Verwendung in einer Brennstoffzelle ausgebildet sein, in welcher durch eine chemische Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff (Knallgasreaktion) Energie gewonnen wird. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die oben beschriebenen Gasdiffusionslagen 10/Elektroden 42 auch in einem anderen Brennstoffzellentyp/Zellentyp einsetzbar sind.

Fig. 7 zeigt ein Flussdiagramm zum Erläutern einer Ausführungsform des Herstellungsverfahrens für zumindest eine Gasdiffusionslage.

5 Das im Weiteren beschriebene Herstellungsverfahren kann auch zum gleichzeitigen Herstellen einer Vielzahl von Gasdiffusionslage oder zum Herstellen des oben genannten Gasdiffusionslagenmaterials ausgeführt werden.

10 In einem Verfahrensschritt S1 wird zumindest ein erster Gasdiffusionsteilbereich der jeweiligen Gasdiffusionslage zumindest teilweise aus einem ersten Textil- oder Vliesmaterial aus zumindest Kohlenstoff gebildet. Außerdem wird die jeweilige Gasdiffusionslage zusätzlich zu ihrem mindestens einen ersten Gasdiffusionsteilbereich jeweils noch mit mindestens einem zweiten Gasdiffusionsteilbereich ausgebildet, wobei der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich zumindest teilweise aus einem zweiten Textil- oder Vliesmaterial aus zumindest Kohlenstoff, welches hydrophilisiert ist oder wird, gebildet wird, während das erste Textil- oder Vliesmaterial des mindestens einen ersten Gasdiffusionsbereichs hydrophobisiert ist oder wird. Bezüglich einer Form und/oder einer Anordnung der Gasdiffusionsteilbereich wird auf die oben erläuterten Ausführungsformen von Gasdiffusionslagen verwiesen. Eine Ausführbarkeit des Herstellungsverfahrens ist jedoch nicht nur auf das Herstellen dieser Gasdiffusionslagen eingeschränkt. Das hier beschriebene Herstellungsverfahren bewirkt somit die oben schon erläuterten Vorteile.

25 In einem optionalen Verfahrensschritt S2 kann das erste Textil- oder Vliesmaterial durch eine Plasmabehandlung unter Verwendung mindestens eines fluorhaltigen Gases hydrophobisiert (oder superhydrophobisiert) werden. Zur Hydrophobisierung (oder Superhydrophobisierung) kann z.B. Argon (Ar) als Trägergas eingesetzt werden, während Tetrafluormethan (CF₄) und/oder Fluor (F₂) als das mindestens eine fluorhaltige Gas zum Fluorieren der Kohlenstoffoberflächen des ersten Textil- oder Vliesmaterials verwendet werden. Ein Fluss des Trägergases Argon und des mindestens einen fluorhaltigen Gases Tetrafluormethan und/oder Fluor ist leicht kontrollierbar. Eine Dicke des abgeschiedenen Fluorfilms kann je nach dem Verhältnis der Gase und einer Polarisationsspannung im Bereich von 150 bis 500 nm liegen.

Alternativ oder ergänzend kann auch in einem optionalen Verfahrensschritt S3 das zweite Textil- oder Vliesmaterial durch eine Plasmabehandlung unter Verwendung von Sauerstoff hydrophilisiert werden.

5

Zur Hydrophobisierung (oder Superhydrophobisierung) und/oder Hydrophilierung (oder Superhydrophilierung) kann z.B. eine Tetra-30-LF-PC Plasmakammer mit einem Target aus Graphit verwendet werden. Weitere Methoden zur Hydrophilierung/

10

Superhydrophilierung oder Hydrophobierung/Superhydrophobierung sind auch ein hyperthermaler Atomstrahl oder eine chemische Behandlung.

15

In einer Weiterbildung des hier beschriebenen Herstellungsverfahrens wird zusätzlich eine benachbart zu der Gasdiffusionslage angeordneten Katalysatorschicht gebildet. Die fertige Gasdiffusionslage (bzw. fertige Elektrode) kann anschließend in einer Brennstoffzelle eingesetzt werden.

5 Ansprüche

1. Gasdiffusionslage (10) für eine Brennstoffzelle,

10 wobei zumindest ein erster Gasdiffusionsteilbereich (12) der Gasdiffusionslage (10) zumindest teilweise aus einem ersten Textil- oder Vliesmaterial aus zumindest Kohlenstoff gebildet ist;

dadurch gekennzeichnet, dass

15 die Gasdiffusionslage (10) zusätzlich zu dem mindestens einen ersten Gasdiffusionsteilbereich (12) noch mindestens einen zweiten Gasdiffusionsteilbereich (14) aufweist,

20 wobei der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich (14) zumindest teilweise aus einem zweiten Textil- oder Vliesmaterial aus zumindest Kohlenstoff gebildet ist,

und wobei das zweite Textil- oder Vliesmaterial hydrophilisiert ist, während das erste Textil- oder Vliesmaterial hydrophobisiert ist.

25

2. Gasdiffusionslage (10) nach Anspruch 1, wobei Kohlenstoffoberflächen des hydrophobisierten ersten Textil- oder Vliesmaterials fluorisiert sind.

30 3. Gasdiffusionslage (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei Kohlenstoffoberflächen des hydrophilisierten zweiten Textil- oder Vliesmaterials sauerstoffhaltige Gruppen aufweisen.

35 4. Gasdiffusionslage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Gasdiffusionslage (10) derart in einer mit zumindest einem Katalysator (16) und einer Bipolarplatte (18) ausgestatteten Brennstoffzelle einsetzbar ist, dass eine

erste Oberfläche (10a) der Gasdiffusionslage (10) den Katalysator (16) kontaktiert und eine von der ersten Oberfläche (10a) weg gerichtete zweite Oberfläche (10b) der Gasdiffusionslage (10) die Bipolarplatte (18) kontaktiert, und wobei der mindestens eine erste Gasdiffusionsteilbereich (12) und der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich (14) sich jeweils von der ersten Oberfläche (10a) der Gasdiffusionslage (10) zu der zweiten Oberfläche (10b) der Gasdiffusionslage (10) erstrecken.

5. Gasdiffusionslage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Gasdiffusionslage (10) derart in einer mit zumindest einem Katalysator (16) und einer Bipolarplatte (18) ausgestatteten Brennstoffzelle (10) einsetzbar ist, dass eine erste Oberfläche (10a) der Gasdiffusionslage (10) den Katalysator (16) kontaktiert und eine von der ersten Oberfläche (10a) weg gerichtete zweite Oberfläche (10b) der Gasdiffusionslage (10) die Bipolarplatte (18) kontaktiert, und wobei der erste Gasdiffusionsteilbereich (12) an die erste Oberfläche (10a) der Gasdiffusionslage (10) angrenzt, während der zweite Gasdiffusionsteilbereich (14) auf einer von der ersten Oberfläche (10a) weg gerichteten Seite des ersten Gasdiffusionsteilbereichs (12) liegt.

6. Gasdiffusionslagenmaterial, welches unterteilbar ist in mehrere Teilstücke, von welchen jedes jeweils eine Gasdiffusionslage (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 ist.

7. Elektrode (42) für eine Brennstoffzelle mit:

einer Gasdiffusionslage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3; und

einer benachbart zu der Gasdiffusionslage (10) angeordneten Katalysatorschicht (16).

8. Elektrode (42) nach Anspruch 7, wobei der mindestens eine erste Gasdiffusionsteilbereich (12) der Gasdiffusionslage (10) und der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich (14) der Gasdiffusionslage (10) sich jeweils von der Katalysatorschicht (16) bis zu einer von der Katalysatorschicht (16) weg gerichteten Oberfläche der Gasdiffusionslage (10b) erstrecken.

9. Elektrode (42) nach Anspruch 8, wobei der erste Gasdiffusionsteilbereich (12) an die Katalysatorschicht (16) angrenzt, während der zweite Gasdiffusionsteilbereich (14) auf einer von der Katalysatorschicht (16) weg gerichteten Seite des ersten Gasdiffusionsteilbereichs (12) liegt.

10. Brennstoffzelle mit einer Gasdiffusionslage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 oder einer Elektrode (42) nach einem der Ansprüche 7 bis 9.

11. Herstellungsverfahren für zumindest eine Gasdiffusionslage (10) mit dem Schritt:

Bilden zumindest eines ersten Gasdiffusionsteilbereichs (12) der jeweiligen Gasdiffusionslage (10) zumindest teilweise aus einem ersten Textil- oder Vliesmaterial aus zumindest Kohlenstoff;

gekennzeichnet durch den Schritt:

Ausbilden der jeweiligen Gasdiffusionslage (10) zusätzlich zu ihrem mindestens einen ersten Gasdiffusionsteilbereich (12) jeweils noch mit mindestens einem zweiten Gasdiffusionsteilbereich (14), wobei der mindestens eine zweite Gasdiffusionsteilbereich (14) zumindest teilweise aus einem zweiten Textil- oder Vliesmaterial aus zumindest Kohlenstoff, welches hydrophilisiert ist oder wird, gebildet wird, während das erste Textil- oder Vliesmaterial des mindestens einen ersten Gasdiffusionsbereichs (12) hydrophobisiert ist oder wird.

12. Herstellungsverfahren nach Anspruch 11, wobei das erste Textil- oder Vliesmaterial durch eine Plasmabehandlung unter Verwendung mindestens eines fluorhaltigen Gases hydrophobisiert wird (S2).

13. Herstellungsverfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei das zweite Textil- oder Vliesmaterial durch eine Plasmabehandlung unter Verwendung von Sauerstoff hydrophilisiert wird (S3).

14. Herstellungsverfahren für eine Elektrode (42) mit den Schritten:

- 22 -

Bilden einer Gasdiffusionslage (10) gemäß dem Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13; und

5 Bilden einer benachbart zu der Gasdiffusionslage (10) angeordneten Katalysatorschicht (16).

15. Herstellungsverfahren für eine Brennstoffzelle mit den Schritten:

10 Bilden einer Gasdiffusionslage (10) gemäß dem Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13 oder einer Elektrode (42) gemäß dem Herstellungsverfahren nach Anspruch 14; und

15 Anordnen der Gasdiffusionslage (10) oder der Elektrode (42) in der Brennstoffzelle.

1 / 4

Fig. 1a

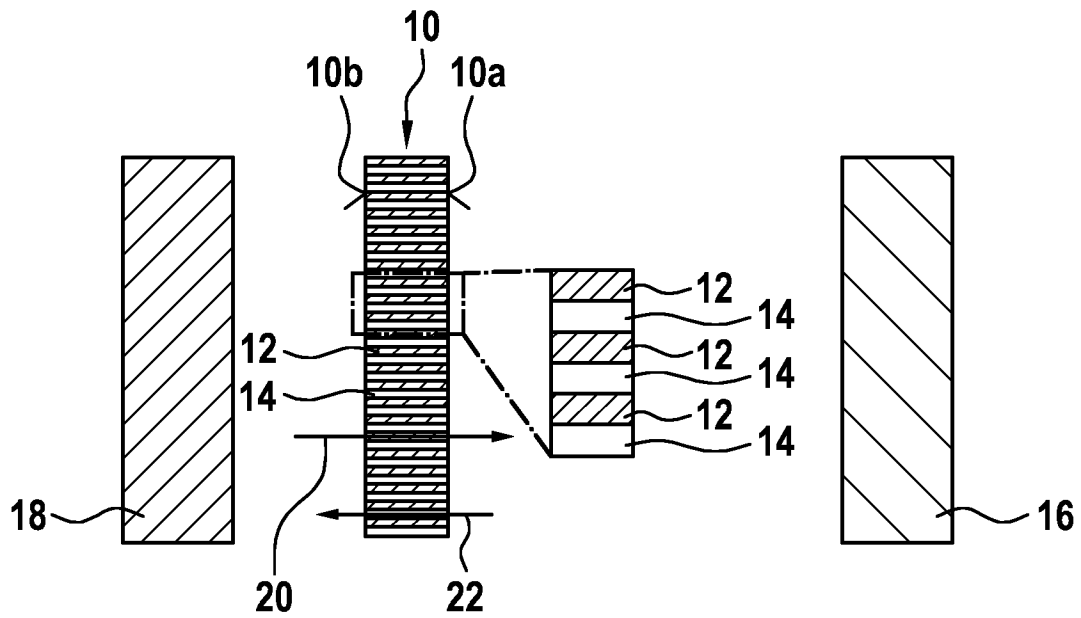
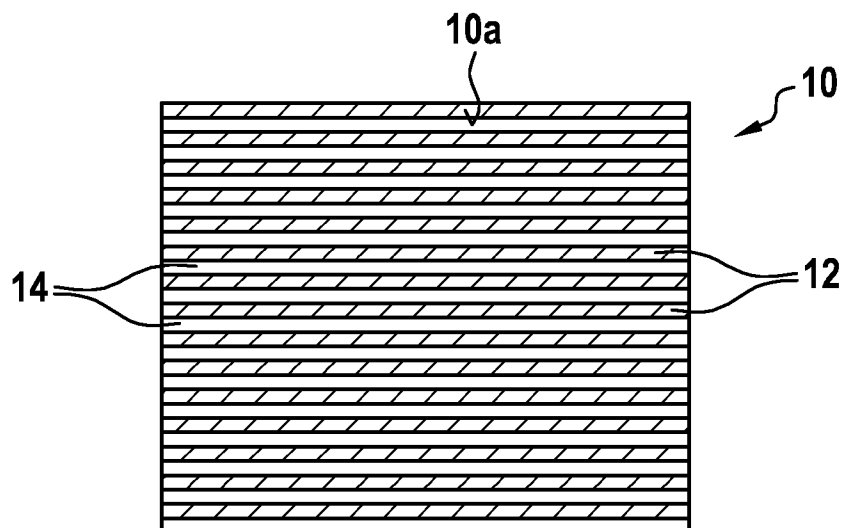


Fig. 1b



2 / 4

Fig. 2

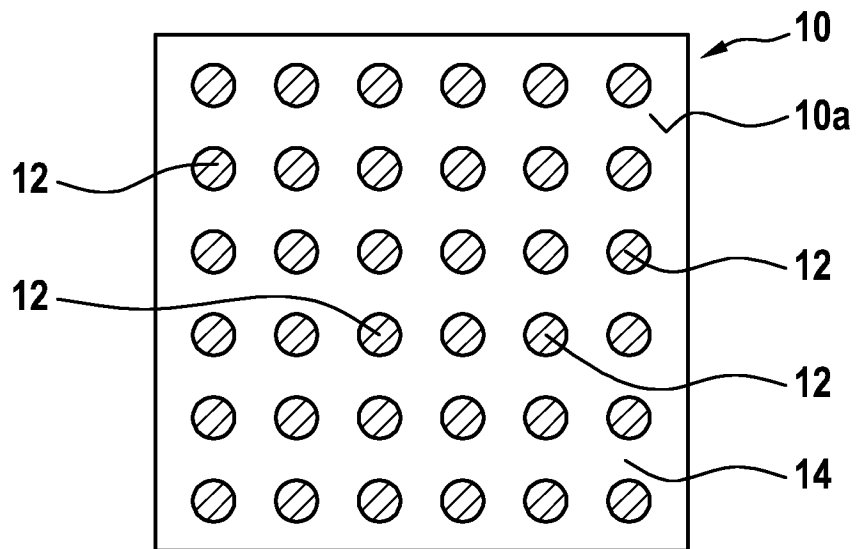
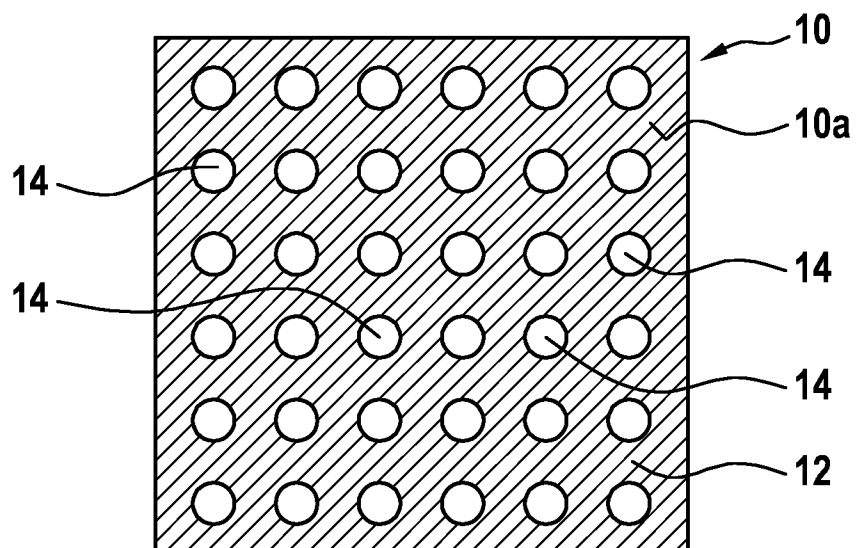


Fig. 3



3 / 4

Fig. 4

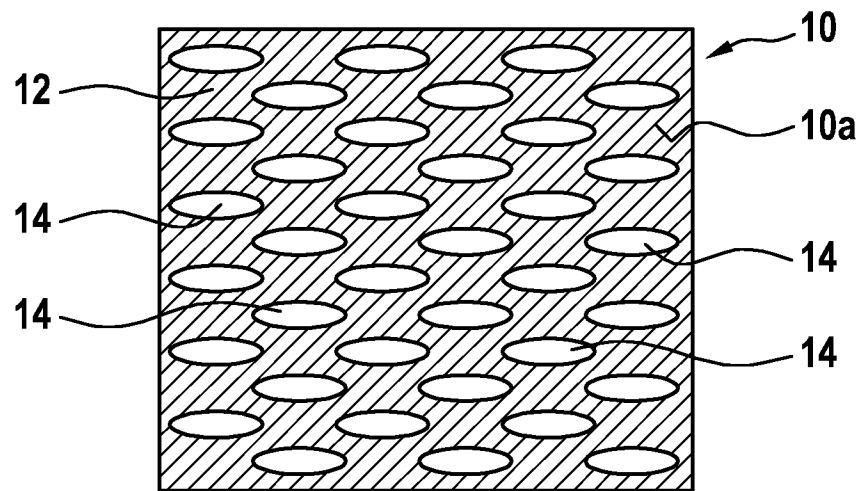
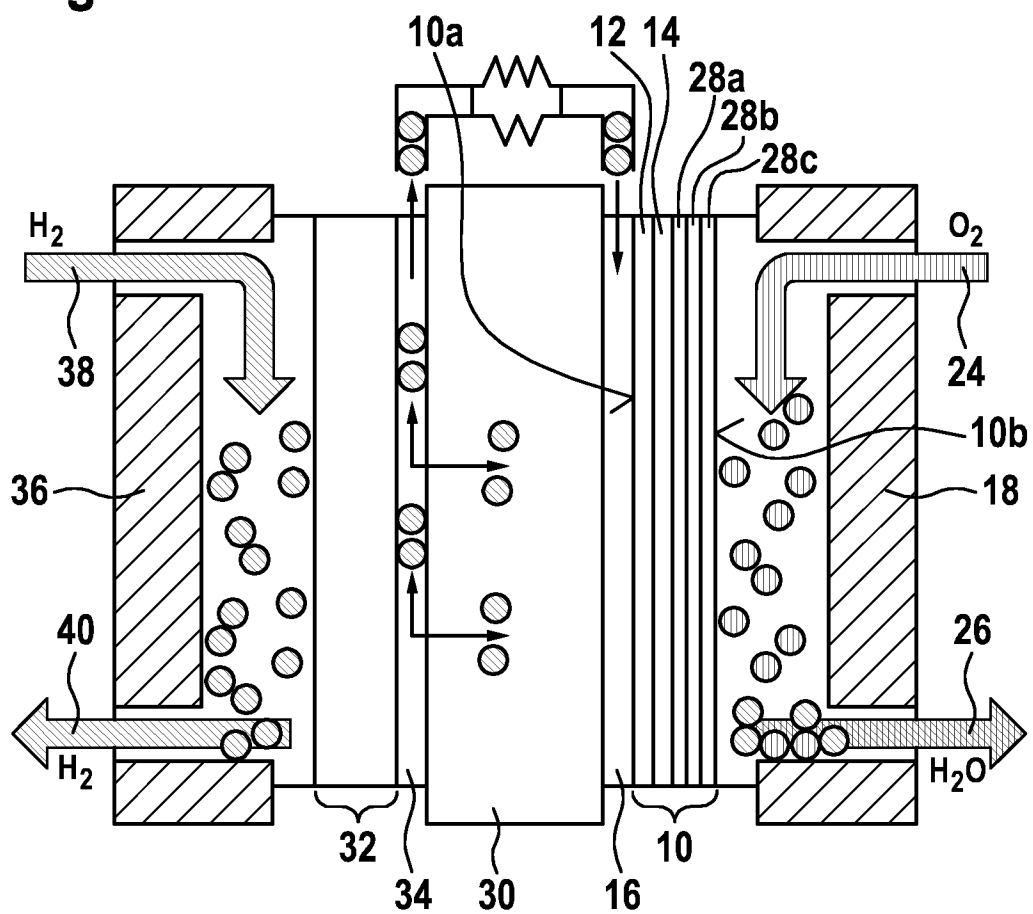


Fig. 5



4 / 4

Fig. 6

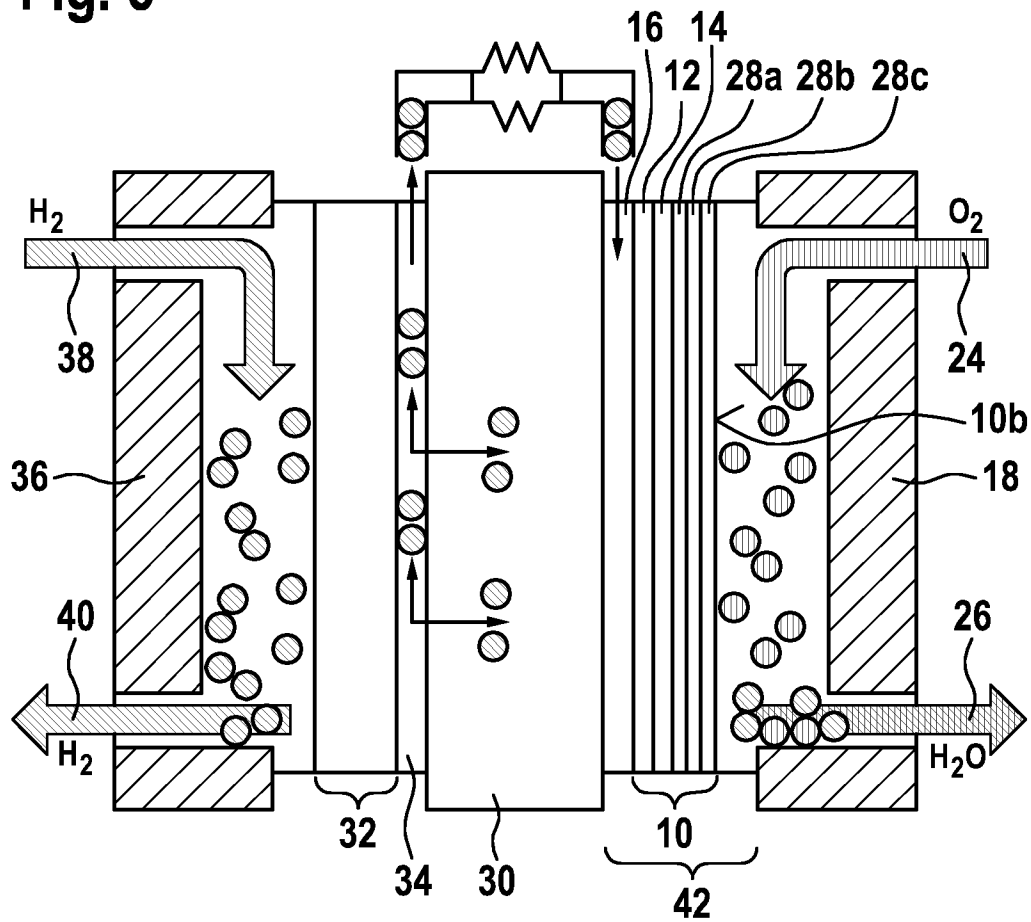
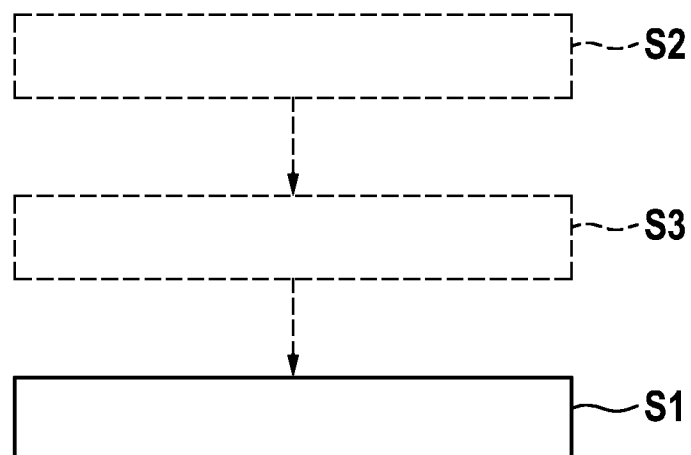


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/054247

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	H01M4/86	H01M4/88
	H01M8/0241	
ADD.	H01M8/1018	
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, 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 2005/233203 A1 (HAMPDEN-SMITH MARK J [US] ET AL) 20 October 2005 (2005-10-20)	1-3,5-7, 9-11,14, 15
Y	page 1, paragraph 0004 - page 22, paragraph 0246; figures 1a-4, 8-12; tables I, II	4,5,8,9, 12,13
X	US 2016/172692 A1 (HAN MING [SG] ET AL) 16 June 2016 (2016-06-16)	1-4,6-8, 10,11, 14,15
Y	page 1, paragraph 0022 - page 4, paragraph 0053; figures 1-8	4,5,8,9, 12,13
X	US 2009/136789 A1 (PIEN SHYHING M [US] ET AL) 28 May 2009 (2009-05-28)	1-4,6-8, 10,11, 14,15
Y	page 2, paragraph 0015 - page 6, paragraph 0102; figures 1-12	4,5,8,9, 12,13
	-/--	
☒ 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		Date of mailing of the international search report
15 June 2018		28/06/2018
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 Polisski, Sergej

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/054247

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2008 038202 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 9 April 2009 (2009-04-09)	1,11-13
Y	page 2, paragraph 0014 - page 5, paragraph 0027; figure 1 -----	12,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/054247

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005233203 A1	20-10-2005	CA 2560069 A1	29-09-2005
		EP 1726018 A2	29-11-2006
		JP 2007535787 A	06-12-2007
		KR 20060125918 A	06-12-2006
		US 2005221139 A1	06-10-2005
		US 2005221141 A1	06-10-2005
		US 2005233183 A1	20-10-2005
		US 2005233203 A1	20-10-2005
		WO 2005091416 A2	29-09-2005

US 2016172692 A1	16-06-2016	SG 11201507844R A	29-10-2015
		US 2016172692 A1	16-06-2016
		WO 2015009233 A1	22-01-2015

US 2009136789 A1	28-05-2009	US 2009136789 A1	28-05-2009
		WO 2009061682 A2	14-05-2009

DE 102008038202 A1	09-04-2009	CN 101373842 A	25-02-2009
		DE 102008038202 A1	09-04-2009
		US 2009053572 A1	26-02-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H01M4/86	H01M4/88
	H01M8/0241	H01M8/0234
		H01M8/0243
		H01M8/0245
ADD.	H01M8/1018	
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	US 2005/233203 A1 (HAMPDEN-SMITH MARK J [US] ET AL) 20. Oktober 2005 (2005-10-20)	1-3,5-7, 9-11,14, 15
Y	Seite 1, Absatz 0004 - Seite 22, Absatz 0246; Abbildungen 1a-4, 8-12; Tabellen I, II	4,5,8,9, 12,13

X	US 2016/172692 A1 (HAN MING [SG] ET AL) 16. Juni 2016 (2016-06-16)	1-4,6-8, 10,11, 14,15
Y	Seite 1, Absatz 0022 - Seite 4, Absatz 0053; Abbildungen 1-8	4,5,8,9, 12,13

X	US 2009/136789 A1 (PIEN SHYHING M [US] ET AL) 28. Mai 2009 (2009-05-28)	1-4,6-8, 10,11, 14,15
Y	Seite 2, Absatz 0015 - Seite 6, Absatz 0102; Abbildungen 1-12	4,5,8,9, 12,13

	-/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. Juni 2018		28/06/2018
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 Polisski, Sergej

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2008 038202 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US])	1,11-13
Y	9. April 2009 (2009-04-09) Seite 2, Absatz 0014 - Seite 5, Absatz 0027; Abbildung 1 -----	12,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/054247

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005233203 A1	20-10-2005	CA 2560069 A1	29-09-2005
		EP 1726018 A2	29-11-2006
		JP 2007535787 A	06-12-2007
		KR 20060125918 A	06-12-2006
		US 2005221139 A1	06-10-2005
		US 2005221141 A1	06-10-2005
		US 2005233183 A1	20-10-2005
		US 2005233203 A1	20-10-2005
		WO 2005091416 A2	29-09-2005

US 2016172692 A1	16-06-2016	SG 11201507844R A	29-10-2015
		US 2016172692 A1	16-06-2016
		WO 2015009233 A1	22-01-2015

US 2009136789 A1	28-05-2009	US 2009136789 A1	28-05-2009
		WO 2009061682 A2	14-05-2009

DE 102008038202 A1	09-04-2009	CN 101373842 A	25-02-2009
		DE 102008038202 A1	09-04-2009
		US 2009053572 A1	26-02-2009
