

(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
18. Oktober 2018 (18.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/189368 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/0612 (2016.01) H01M 8/2432 (2016.01)
H01M 8/249 (2016.01) H01M 8/124 (2016.01)
H01M 8/04014 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/059519

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. April 2018 (13.04.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A50310/2017 13. April 2017 (13.04.2017) AT

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: **LAWLOR, Vincent**; Olga-Rudel-Zeynek-Gasse 7/54, 8054 GRAZ (AT). **REISSIG, Michael**; Liebiggasse 14, 8010 GRAZ (AT). **RECHBERGER, Jürgen**; Brockmanngasse 42a, 8010 Graz (AT). **MAKINSON, Julian**; Mariatroster Strasse 315, 8044 GRAZ (AT).

(74) Anwalt: **BALS & VOGEL PATENTANWÄLTE**; Sendlinger Str. 42A, 80331 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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,

(54) Title: FUEL CELL UNIT HAVING STACKED AUXILIARY DEVICES

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLENEINHEIT MIT GESTAPELTEN HILFSVORRICHTUNGEN

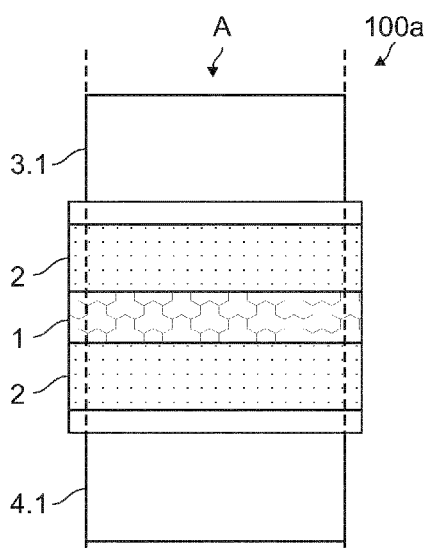


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell unit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h) for a fuel cell system (1100), comprising at least one first fuel cell stack (3.1, 3.2), at least one second fuel cell stack (4.1, 4.2), an anode gas supply line (6), an anode gas discharge line (7), a cathode gas supply line (8), a cathode gas discharge line (9) and at least one BOP device (1, 2) for guaranteeing the functioning of the fuel cell system, (1100), wherein the anode gas supply line (6), the anode gas discharge line (7), the cathode gas supply line (8) and/or the cathode gas discharge line (9) are arranged at least in sections in at least one stack section (A, B) in a sandwich-like manner between at least one first fuel cell stack (3.1, 3.2) and at least one second fuel cell stack (4.1, 4.2), and wherein the at least one BOP device (1, 2) is arranged in the at least one stack section (A, B) within the anode gas supply line (6), the anode gas discharge line (7), the cathode gas supply line (8) and/or the cathode gas discharge line (9). The invention also relates to a motor vehicle (1000) having a fuel cell unit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h) according to the invention.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h) für ein Brennstoffzellensystem (1100), aufweisend wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel (3.1, 3.2), wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel (4.1, 4.2), eine Anodengas-Zuführleitung (6), eine Anodenabgasleitung (7), eine Kathodengas-Zuführleitung (8), eine Kathodenabgasleitung (9), und wenigstens eine BOP-Vorrichtung (1, 2) zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit des Brennstoffzellensystems (1100), wobei die Anodengas-Zuführleitung (6), die Anodenabgasleitung (7), die Kathodengas-Zuführleitung (8) und/oder die Kathodenabgasleitung (9) bereichsweise in wenigstens einem Stapelabschnitt (A, B) sandwichartig zwischen wenigstens einem ersten Brennstoffzellenstapel (3.1, 3.2) und wenigstens einem zweiten Brennstoffzellenstapel (4.1, 4.2) angeordnet sind, wobei die wenigstens eine BOP-Vorrichtung (1, 2) in dem wenigstens einen



WO 2018/189368 A1

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, 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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Stapelabschnitt (A, B) innerhalb der Anodengas-Zuführleitung (6), der Anodenabgasleitung (7), der Kathodengas-Zuführleitung (8) und/oder der Kathodenabgasleitung (9) angeordnet ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug (1000) mit einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h).

Brennstoffzelleneinheit mit gestapelten Hilfsvorrichtungen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffzelleneinheit für ein Brennstoffzellensystem, insbesondere ein SOFC-System. Die Erfindung betrifft ferner ein Kraftfahrzeug mit einem Brennstoffzellensystem.

- 5 Im Stand der Technik sind SOFC-Systeme mit einem Brennstoffzellenstapel zum Umwandeln von chemischer Energie in elektrische Energie bekannt. Solche SOFC-Systeme weisen in der Regel eine Anodengas-Zuführleitung zum Zuführen von Anodengas zum Brennstoffzellenstapel sowie eine Anodenabgasleitung zum Abführen von Anodenabgas vom Brennstoffzellenstapel auf. Diese SOFC-Systeme weisen ferner eine Kathodengas-Zuführleitung zum Zuführen von Kathodengas zum Brennstoffzellenstapel sowie eine Kathodenabgasleitung zum Abführen von Kathodenabgas vom Brennstoffzellenstapel auf. Weiterhin sind bei SOFC-Systemen sogenannte BOP-Vorrichtungen (BOP, englisch für „balance of plant“) bekannt. Unter BOP-Vorrichtungen sind all diejenigen Hilfsvorrichtungen im Brennstoffzellensystem zu verstehen, welche zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit des Brennstoffzellensystems beitragen. Bei SOFC-Systemen können BOP-Vorrichtungen Wärmetauscher, Ventile, Fluidspeicher, Reformer, Abgasbrenner, Startbrenner, Verdampfer, Kraftstoffpumpen, Gebläse und dergleichen sein.
- 10
15

- Die jeweiligen BOP-Vorrichtungen nehmen im Brennstoffzellensystem einen wesentlichen Bestandteil des zur Verfügung stehenden Bauraums ein. Insbesondere bei mobilen Anwendungen gilt es diesen stets klein zu halten bzw. möglichst effizient auszunutzen.
- 20

- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, der voranstehend beschriebenen Problematik zumindest teilweise Rechnung zu tragen. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Brennstoffzelleneinheit sowie ein Kraftfahrzeug mit der Brennstoffzelleneinheit zur Verfügung zu stellen, bei welchen die BOP-Vorrichtungen möglichst platzsparend angeordnet sind.
- 25

- Die voranstehende Aufgabe wird durch die Patentansprüche gelöst. Insbesondere wird die voranstehende Aufgabe durch die Brennstoffzelleneinheit gemäß Anspruch 1 sowie das Kraftfahrzeug gemäß Anspruch 12 gelöst. Weitere Vorteile der Erfindung
- 30

ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der Brennstoffzelleneinheit beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

Gemäß eines ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung wird eine Brennstoffzelleneinheit für ein Brennstoffzellensystem zur Verfügung gestellt. Die Brennstoffzelleneinheit weist wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel, wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel, eine Anodengas-Zuführleitung zum Zuführen von Anodengas zum wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel und zum wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel, eine Anodenabgasleitung zum Abführen von Anodenabgas vom wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel und vom wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel, eine Kathodengas-Zuführleitung zum Zuführen von Kathodengas zum wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel und zum wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel, eine Kathodenabgasleitung zum Abführen von Kathodenabgas vom wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel und vom wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel, und wenigstens eine BOP-Vorrichtung zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit des Brennstoffzellensystems, auf. Die Anodengas-Zuführleitung, die Anodenabgasleitung, die Kathodengas-Zuführleitung und/oder die Kathodenabgasleitung sind bereichsweise in wenigstens einem Stapelabschnitt sandwichartig zwischen dem wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel und dem wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel angeordnet. Außerdem ist die wenigstens eine BOP-Vorrichtung in dem wenigstens einen Stapelabschnitt innerhalb der Anodengas-Zuführleitung, der Anodenabgasleitung, der Kathodengas-Zuführleitung und/oder der Kathodenabgasleitung angeordnet.

Bei Versuchen im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat sich überraschend herausgestellt, dass es auf vorteilhafte Weise möglich ist, BOP-Vorrichtungen innerhalb des Brennstoffzellenstapels bzw. zwischen mehreren Brennstoffzellenstapeln entsprechend platzsparend anzuordnen. Bei entsprechender Anordnung der verschiedenen Bauteile lässt sich bisher ungenutzter Bauraum zwischen den Brennstoffzellenstapeln für die Anordnung von BOP-Vorrichtungen nutzen. Dabei hat sich gezeigt,

dass das Anordnen von BOP-Vorrichtungen zwischen Brennstoffzellenstapeln nicht oder kaum zu negativen, sondern vielmehr zu positiven Wechselwirkungen zwischen den BOP-Vorrichtungen und den Brennstoffzellenstapeln führt.

5 Durch die erfindungsgemäße kompakte Anordnung der wenigstens einen BOP-Vorrichtung innerhalb des Stapelabschnitts zwischen den Brennstoffzellenstapeln können Leitungswege zwischen BOP-Vorrichtungen und Brennstoffzellenstapeln verkürzt werden. Dies führt wiederum zu einem niedrigen Materialverbrauch und entsprechend geringen Kosten. Außerdem kann dadurch eine Gewichtoptimierung vorgenommen werden, die es insbesondere im mobilen Einsatz von Brennstoffzellen-
10 systemen stets zu erzielen gilt.

Unter einer Leitung ist vorliegend insbesondere ein Leitungssystem mit mehreren Leitungsabschnitten zu verstehen. Die Anodengas-Zuführleitung kann beispielsweise einen Anodengas-Zuführleitungsabschnitt stromaufwärts einer BOP-Vorrichtung sowie stromabwärts dieser BOP-Vorrichtung aufweisen. Außerdem kann diese BOP-
15 Vorrichtung als sich innerhalb der Anodengas-Zuführleitung befindlich, also zwischen dem Anodengas-Zuführleitungsabschnitt stromaufwärts der BOP-Vorrichtung und dem Anodengas-Zuführleitungsabschnitt stromabwärts der BOP-Vorrichtung, betrachtet werden kann.

Unter den Zuführ- und Abgasleitungen sind nicht nur Leitungsabschnitte zu den
20 Brennstoffzellenstapeln hin, sondern insbesondere auch Leitungsabschnitte zwischen und innerhalb der Brennstoffzellenstapel zu verstehen. So sind beispielsweise auch Anodengas-Einlasskrümmer, Kathodengas-Einlasskrümmer, Anodenabgaskrümmer sowie Kathodenabgaskrümmer jeweils als entsprechende Leitungsabschnitte zu verstehen. Grundsätzlich sind unter den Zuführ- und Abgasleitungen
25 sämtliche Leitungsabschnitte bis zur jeweiligen Elektrode hin zu verstehen.

Wie vorstehend bereits erwähnt, sind unter BOP-Vorrichtungen all diejenigen Hilfs-
vorrichtungen in einem Brennstoffzellensystem zu verstehen, welche zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit des Brennstoffzellensystems beitragen. Bei SOFC-Systemen können solche BOP-Vorrichtungen beispielsweise Wärmetauscher, Ventile, Fluidspeicher, Reformer, Abgasbrenner, Startbrenner, Verdampfer, Kraftstoffpumpen
30

und Gebläse sein. So kann unter einer BOP-Vorrichtung eine Gasvorbereitungsvorrichtung für die elektrochemische Reaktion an den Brennstoffzellenstapeln verstanden werden. Außerdem kann unter einer BOP-Vorrichtung eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung für eine Abgasnachbehandlung von Abgasen der Brennstoffzellenstapel verstanden werden. Unter der Abgasnachbehandlung ist insbesondere eine mechanische, katalytische und/oder chemische Abgasnachbehandlung zu verstehen.

Der wenigstens eine erste Brennstoffzellenstapel und der wenigstens eine zweite Brennstoffzellenstapel weisen jeweils einen Anodenabschnitt und einen Kathodenabschnitt für eine elektrochemische Stromerzeugung und/oder in einem Regenerationsbetrieb eine elektrochemische Brenngaserzeugung auf. Die Brennstoffzelleneinheit ist vorzugsweise zur Verwendung in einem SOFC-System und/oder in einem SOEC-System konfiguriert.

Gemäß einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass bei einer Brennstoffzelleneinheit die wenigstens eine BOP-Vorrichtung einen Reformieraufweist, der im Stapelabschnitt innerhalb der Anodengas-Zuführleitung angeordnet ist. Dadurch kann der Reformier mit Bezug auf das Brennstoffzellensystem, in welchem die Brennstoffzelleneinheit angeordnet ist bzw. wird, besonders platzsparend verbaut werden. Aufgrund der Anordnung des Reformiers zwischen den Brennstoffzellenstapeln können außerdem Anodengas-Zuführleitungsabschnitte besonders kurz gehalten werden. Dadurch kann der Reformier effizient betrieben werden. Kurze Leitungsabschnitte bedeuten weiterhin ein geringes Gewicht sowie einen niedrigen Komplexitätsgrad bezüglich des Aufbaus eines Brennstoffzellensystems. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung des Reformiers hat sich bezüglich der endothermen Reaktion herausgestellt, die bei einer Reformierung von Brenngas im Reformier stattfindet. Durch gezielten Betrieb des Reformiers ist es möglich, die Brennstoffzellenstapel bzw. die Umgebung des Reformiers zu kühlen. Dies kann insbesondere bei einem Abschaltvorgang der Brennstoffzelleneinheit bzw. eines Brennstoffzellensystems mit der Brennstoffzelleneinheit und/oder im Falle einer bevorstehenden Überhitzung der Brennstoffzelleneinheit von Vorteil sein.

Ferner ist es möglich, dass bei einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelleneinheit der Reformier einen Reformierkatalysator aufweist oder zumindest im Wesentlichen als ein solcher ausgestaltet ist. Ein Reformierkatalysator kann besonders platzsparend

verbaut werden. Hierbei sind keinerlei oder kaum Hilfsvorrichtungen nötig, die weitere Leitungsabschnitte, Kabel, oder dergleichen benötigen würden. Der Reformerkatalysator kann als Verbrennungskatalysator, beispielsweise als Oxidationskatalysator, ausgestaltet sein. Dadurch kann Anodengas verbrannt und die entsprechend erhitzten Fluide können zum Aufheizen der Brennstoffzellenstapel verwendet werden. Durch die Anordnung des Reformers direkt zwischen den Brennstoffzellenstapeln kann dies auf eine besonders effiziente sowie effektive Weise umgesetzt werden. Das erhitzte Fluid kann direkt zu den Elektroden der Brennstoffzellenstapel geführt werden. Dadurch können die Elektroden besonders effizient erhitzt werden. Alternativ oder zusätzlich kann das erhitzte Fluid auch zum Erhitzen der Brennstoffzellenstapel von außerhalb genutzt werden. Dadurch können mögliche, nachteilige chemische und/oder thermische Wechselwirkungen zwischen dem erhitzten Fluid und den Elektroden vermieden werden.

Außerdem ist es bei einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelleneinheit möglich, dass eine Abgasleitung zum Abführen eines Gasgemisches, welches das Anodenabgas und das Kathodenabgas aufweist, von der Anodenabgasleitung und der Kathodenabgasleitung in die Umgebung der Brennstoffzelleneinheit, angeordnet ist, wobei die Abgasleitung bereichsweise in dem wenigstens einen Stapelabschnitt sandwichartig zwischen dem wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel und dem wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel angeordnet ist, und wobei die wenigstens eine BOP-Vorrichtung einen Abgasbrenner aufweist, der im Stapelabschnitt innerhalb der Abgasleitung angeordnet ist. Wie schon zum Reformier ausgeführt, kann auf diese Weise auch der Abgasbrenner auf besonders platzsparende Weise in einem Brennstoffzellensystem angeordnet werden. Dadurch können auch die für den Abgasbrenner erforderlichen Leitungsabschnitte entsprechend kurz und damit kosten- und gewichtssparend verbaut werden. Ebenso lässt sich dadurch der Komplexitätsgrad der Brennstoffzelleneinheit reduzieren. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung des Abgasbrenners hat sich bezüglich der exothermen Reaktion herausgestellt, die bei einer Verbrennung von Anoden- und Kathodenabgas im Abgasbrenner stattfindet. Durch einen gezielten Betrieb des Abgasbrenners ist es möglich, die Brennstoffzellenstapel bzw. die Umgebung des Abgasbrenners zu erhitzen. Dies kann insbesondere bei einem Startvorgang der Brennstoffzelleneinheit bzw. eines Brennstoffzellensystems mit der Brennstoffzelleneinheit von Vorteil sein.

Zudem kann es von Vorteil sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelleneinheit der Abgasbrenner einen Oxidationskatalysator aufweist oder zumindest im Wesentlichen als ein solcher ausgestaltet ist. Ein Oxidationskatalysator bzw. ein Katalysator im Allgemeinen kann besonders platzsparend verbaut werden.

- 5 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat sich weiterhin herausgestellt, dass es bei einer Brennstoffzelleneinheit von Vorteil ist, wenn der Reformier und der Abgasbrenner zumindest in einem Querschnitt betrachtet sandwichartig angeordnet sind. Dadurch können der Kompaktheitsgrad der Brennstoffzelleneinheit gesteigert und ein zugehöriges Brennstoffzellensystem entsprechend bauraumoptimiert bereitgestellt werden. Unter der sandwichartigen Anordnung ist vorzugsweise eine Anordnung zu
- 10 verstehen, bei welcher ein erster Reformierabschnitt direkt oder im Wesentlichen direkt über dem Abgasbrenner angeordnet ist und ein zweiter Reformierabschnitt direkt oder im Wesentlichen direkt unter dem Abgasbrenner angeordnet ist. Unter der sandwichartigen Anordnung ist weiterhin vorzugsweise eine Anordnung zu verstehen, bei welcher ein erster Abgasbrennerabschnitt direkt oder im Wesentlichen direkt
- 15 über dem Reformier angeordnet ist und ein zweiter Abgasbrennerabschnitt direkt oder im Wesentlichen direkt unter dem Reformier angeordnet ist.

- Bei einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelleneinheit ist es möglich, dass der Abgasbrenner zumindest abschnittsweise ringförmig um den Reformier herum angeordnet
- 20 ist. D.h., zumindest ein Teil des Abgasbrenners ist um zumindest einen Teil des Reformiers ringförmig angeordnet. Eine solche Ringform hat sich bei Versuchen im Rahmen der Erfindung als besonders platzsparend und gut in die Brennstoffzelleneinheit einsetzbar gezeigt. Zudem ist es bei dieser Ausführungsform möglich, die Brennstoffzelleneinheit durch die im Abgasbrenner stattfindende exotherme Reaktion effektiv
- 25 zu heizen, beispielsweise bei einem Startvorgang der Brennstoffzelleneinheit.

- Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei welcher der Abgasbrenner zumindest bereichsweise sandwichartig im Reformier ausgestaltet ist, ist es möglich, dass der Reformier zumindest abschnittsweise ringförmig um den Abgasbrenner herum angeordnet ist. Auch dies stellt eine besonders platzsparende Ausgestaltungsvariante der vorliegenden Erfindung dar. Zudem ist es bei dieser Ausführungs-
- 30

form möglich, die Brennstoffzelleneinheit durch die im Reformier stattfindende endotherme Reaktion effektiv zu kühlen, beispielsweise bei einem Abschaltvorgang der Brennstoffzelleneinheit.

Darüber hinaus ist es bei einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelleneinheit möglich, dass die Kathodengas-Zuführleitung einen Temperierfluid-Leitungsabschnitt aufweist, der im Stapelabschnitt zumindest abschnittsweise am Abgasbrenner angrenzt. Dadurch ist es möglich, die Kathodengas-Zuführleitung innerhalb des Stapelabschnitts auf einfache und effektive Weise zu temperieren und somit zu einer effizienten Betriebsweise der Brennstoffzelleneinheit bzw. eines entsprechenden Brennstoffzellensystems beizutragen. Bei Versuchen im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat sich herausgestellt, dass die Brennstoffzelleneinheit bei einer Ausführungsform, bei welcher der Reformier im Querschnitt sandwichartig im Abgasbrenner angeordnet ist, auf einfache und effektive Weise temperiert werden kann, wenn der Abgasbrenner in diesem Querschnitt sandwichartig von zwei Temperierfluid-Leitungsabschnitten oder einem ringförmig um den Abgasbrenner herum ausgestalteten Temperierfluid-Leitungsabschnitt im Querschnitt sandwichartig umgeben ist. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei welcher der Abgasbrenner zumindest im Querschnitt und wenigstens bereichsweise sandwichartig im Reformier aufgenommen und/oder von diesem ringförmig umschlossen ist, hat es sich bezüglich einer einfachen und effektiven Temperierung des Abgasbrenners als vorteilhaft herausgestellt, wenn der Temperierfluid-Leitungsabschnitt sandwichartig im Abgasbrenner angeordnet und/oder von diesem ringförmig umschlossen ist. Durch den Temperierfluid-Leitungsabschnitt kann Kathodengas, beispielsweise Luft, zum Kühlen der Brennstoffzelleneinheit geleitet werden. Zusätzlich oder alternativ kann auch anderes heißes oder kaltes Fluid zum Heizen bzw. Kühlen der Brennstoffzelleneinheit durch den Temperierfluid-Leitungsabschnitt geleitet werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltungsvariante der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass bei einer Brennstoffzelleneinheit die wenigstens eine BOP-Vorrichtung einen Startbrenner zum Erhitzen des Abgasbrenners aufweist. Bei Versuchen im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat sich überraschend herausgestellt, dass auch ein Startbrenner zum Erhitzen des Nachbrenners auf vorteilhafte Weise inner-

halb des Stapelabschnitts angeordnet werden kann. Neben der platzsparenden Anordnung des Abgasbrenners kann zudem die vom Startbrenner erzeugte Hitze für den Abgasbrenner genutzt werden, um auch die Brennstoffzellenstapel relativ direkt und entsprechend effektiv und effizient zu erhitzen.

- 5 Darüber hinaus ist es möglich, dass bei einer Brennstoffzelleneinheit gemäß der vorliegenden Erfindung in dem wenigstens einen Stapelabschnitt ein Wärmetransportabschnitt, insbesondere in Form eines Festkörpers, für einen Wärmetransport von der wenigstens einen BOP-Vorrichtung zu dem wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel und/oder dem wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel, angeordnet ist. Der Wärmetransportabschnitt kann als Zwischenwandung zwischen der
10 wenigstens einen BOP-Vorrichtung und einer der Elektroden der Brennstoffzelleneinheit, ausgestaltet sein. Durch den Wärmetransportabschnitt kann ein direkter Wärmetransport von einer heizenden oder kühlenden BOP-Vorrichtung auf wenigstens eine der Elektroden der Brennstoffzelleneinheit realisiert werden.
- 15 Gemäß eines weiteren Aspekts der vorliegenden Erfindung wird ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Elektrofahrzeug oder ein Hybridelektrofahrzeug, mit einem Brennstoffzellensystem zur Energieversorgung wenigstens einer Antriebseinheit des Kraftfahrzeugs zur Verfügung gestellt, wobei das Brennstoffzellensystem eine wie vorstehend im Detail erläuterte Brennstoffzelleneinheit aufweist. Damit bringt ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit
20 Bezug auf die erfindungsgemäße Brennstoffzelleneinheit beschrieben worden sind.

Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zu verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung, welche in den Figuren schematisch dargestellt sind. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder der Zeichnung hervorgehende Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten und räumlicher Anordnungen können sowohl
25 für sich als auch in den verschiedenen Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Es zeigen jeweils schematisch:

- Figur 1 eine Brennstoffzelleneinheit gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
30

- Figur 2 eine Brennstoffzelleneinheit gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- Figur 3 eine Brennstoffzelleneinheit gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- 5 Figur 4 eine Brennstoffzelleneinheit gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- Figur 5 eine Brennstoffzelleneinheit gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- Figur 6 eine Brennstoffzelleneinheit gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- 10 Figur 7 eine Brennstoffzelleneinheit gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- Figur 8 eine Brennstoffzelleneinheit gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und
- 15 Figur 9 ein Kraftfahrzeug mit einer Brennstoffzelleneinheit gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Elemente mit gleicher Funktion und Wirkungsweise sind in den Figuren 1 bis 9 jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1 ist schematisch eine Brennstoffzelleneinheit 100a für ein Brennstoffzellensystem 1100 dargestellt. Die in Fig. 1 dargestellte Brennstoffzelleneinheit 100a weist einen ersten Brennstoffzellenstapel 3.1 und einen zweiten Brennstoffzellenstapel 4.1 auf. Die Brennstoffzelleneinheit 100a weist ferner eine BOP-Vorrichtung in Form eines Reformers 1 sowie eine BOP-Vorrichtung in Form eines Abgasbrenners 2 auf. Der Reformer 1 ist in einer Anodengas-Zuführleitung 6 (später im Detail erläutert) angeordnet und der Abgasbrenner ist in einer Abgasleitung 10 bzw. einer Zusammenführung einer Anodenabgasleitung 7 und einer Kathodenabgasleitung 9 (später im Detail erläutert) angeordnet. Der Reformer 1 und der Abgasbrenner 2 sind abschnittsweise in einem Stapelabschnitt A (Bereich zwischen den gestrichelten Linien)

20

25

innerhalb der Anodengas-Zuführleitung 6 bzw. der Abgasleitung 10 sandwichartig zwischen dem ersten Brennstoffzellenstapel 3.1 und dem zweiten Brennstoffzellenstapel 4.1 angeordnet. Der Reformer 1 und der Abgasbrenner 2 können auch vollständig innerhalb des Stapelabschnitts A angeordnet sein.

- 5 Der Reformer 1 weist einen Reformerkatalysator auf. Der Abgasbrenner 2 weist einen Oxidationskatalysator auf. Wie in Fig. 1 dargestellt, sind der Reformer 1 und der Abgasbrenner 2 in einem Querschnitt betrachtet sandwichartig zueinander angeordnet. Genauer gesagt ist der Abgasbrenner 2 ringförmig um den Reformer 1 herum angeordnet.
- 10 In Fig. 2 ist eine Brennstoffzelleneinheit 100b gemäß einer zweiten Ausführungsform dargestellt. Gemäß der zweiten Ausführungsform ist der Reformer 1 ringförmig um den Abgasbrenner 2 herum angeordnet. Ansonsten entspricht die zweite Ausführungsform im Wesentlichen der ersten Ausführungsform.

- In Fig. 3 ist eine Brennstoffzelleneinheit 100c gemäß einer dritten Ausführungsform dargestellt. Gemäß der dritten Ausführungsform weist eine Kathodengas-Zuführleitung 8 einen Temperierfluid-Leitungsabschnitt 5 auf, der im Stapelabschnitt A für einen Temperaturtransport, insbesondere einen direkten Temperaturtransport, zwischen dem Abgasbrenner 2 und dem Temperierfluid-Leitungsabschnitt 5, am Abgasbrenner 2 angrenzt. Genauer gesagt nimmt der Temperierfluid-Leitungsabschnitt
- 15 5 den Abgasbrenner in einem Querschnitt betrachtet sandwichartig auf. In der konkreten Ausführungsform ist der Temperierfluid-Leitungsabschnitt 5 ringförmig um den Abgasbrenner 2 herum ausgestaltet. Ansonsten entspricht die dritte Ausführungsform im Wesentlichen der ersten Ausführungsform.

- In Fig. 4 ist eine Brennstoffzelleneinheit 100d gemäß einer vierten Ausführungsform dargestellt. Gemäß der vierten Ausführungsform weist die Kathodengas-Zuführleitung 8 einen Temperierfluid-Leitungsabschnitt 5 auf, der im Stapelabschnitt A für einen Temperaturtransport, insbesondere einen direkten Temperaturtransport, zwischen dem Abgasbrenner 2 und dem Temperierfluid-Leitungsabschnitt 5, am Abgasbrenner 2 angrenzt. Genauer gesagt nimmt der Abgasbrenner 2 den Temperierfluid-Leitungsabschnitt 5 in einem Querschnitt betrachtet sandwichartig auf. In der
- 25 30

konkreten Ausführungsform ist der Abgasbrenner 2 ringförmig um den Temperierfluid-Leitungsabschnitt 5 herum ausgestaltet. Ansonsten entspricht die vierte Ausführungsform im Wesentlichen der zweiten Ausführungsform.

Die Übergangsabschnitte zwischen dem Reformer 1, dem Startbrenner, den Fluid-Leitungsabschnitten 5, 6, 7, 8, 9, 10 und den Brennstoffzellenstapeln 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, welche beispielsweise als Trennwände ausgestaltet sind, sind jeweils als Wärmetransportabschnitt für einen Wärmetransport zwischen den jeweiligen Bauteilen ausgestaltet.

In Fig. 5 ist eine Brennstoffzelleneinheit 100e gemäß einer fünften Ausführungsform dargestellt. Bei dieser Ausführungsform ist die Brennstoffzelleneinheit 100e in einer Draufsicht dargestellt und eine BOP-Einheit, die einen Reformer 1 und einen ringförmig um diesen herum angeordneten Abgasbrenner 2 aufweist, ist im Vergleich zu den ersten vier Ausführungsformen um 90° gedreht angeordnet. Aufgrund der Darstellung als Draufsicht sind in Fig. 5 ferner eine Anodengas-Zuführleitung 6 zum Zuführen von Anodengas zu einem ersten Brennstoffzellenstapel 3.1 und zu einem zweiten Brennstoffzellenstapel 4.1, eine Anodenabgasleitung 7 zum Abführen von Anodenabgas vom ersten Brennstoffzellenstapel 3.1 und vom zweiten Brennstoffzellenstapel 4.1, eine Kathodengas-Zuführleitung 8 zum Zuführen von Kathodengas zum ersten Brennstoffzellenstapel 3.1 und zum zweiten Brennstoffzellenstapel 4.1, sowie eine Kathodenabgasleitung 9 zum Abführen von Kathodenabgas vom ersten Brennstoffzellenstapel 3.1 und vom zweiten Brennstoffzellenstapel 4.1., dargestellt. Ansonsten entspricht die fünfte Ausführungsform im Wesentlichen der ersten Ausführungsform.

In Fig. 6 ist eine Brennstoffzelleneinheit 100f gemäß einer sechsten Ausführungsform in einer Draufsicht dargestellt. Die sechste Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der vierten Ausführungsform, wobei die BOP-Einheit, welche den Reformer 1 und den Abgasbrenner 2, in welchem der Temperierfluid-Leitungsabschnitt angeordnet ist, aufweist, um 90° gedreht angeordnet ist.

In Fig. 7 ist eine Brennstoffzelleneinheit 100g gemäß einer siebten Ausführungsform dargestellt. Die Brennstoffzelleneinheit 100g gemäß der siebten Ausführungsform ist

im Vergleich zu den ersten sechs Ausführungsformen nicht symmetrisch ausgestaltet. Zum Erläutern der Anordnung der BOP-Vorrichtungen in den Fluidkanälen einer Brennstoffzelleneinheit ist die Brennstoffzelleneinheit 100g gemäß der siebten Ausführungsform detaillierter als die ersten sechs Brennstoffzelleneinheiten dargestellt.

- 5 Insbesondere können der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform die Anordnung des Reformers 1 innerhalb der Anodengas-Zuführleitung 6 und die Anordnung des Abgasbrenners 2 innerhalb der Abgasleitung 10, welche eine Zusammenführung der Anodenabgasleitung 7 und der Kathodenabgasleitung 9 ist, deutlicher entnommen werden. Wie aus Fig. 7 hervorgeht, ist die Abgasleitung 10 zum Abführen eines Gas-
- 10 gemisches, welches das Anodenabgas und das Kathodenabgas aufweist, von der Anodenabgasleitung 7 und der Kathodenabgasleitung 9 in die Umgebung der Brennstoffzelleneinheit 100g, ausgestaltet und angeordnet. Die Abgasleitung 10 ist im Stapelabschnitt A sandwichartig zwischen dem ersten Brennstoffzellenstapel 3.1 und dem zweiten Brennstoffzellenstapel 4.1 angeordnet (in Fig. 7 nicht direkt dargestellt).
- 15 Zum Erhitzen des Abgasbrenners 2 kann innerhalb der Abgasleitung 10 ferner ein Startbrenner angeordnet sein.

- In Fig. 8 ist eine Brennstoffzelleneinheit 100h gemäß einer achten Ausführungsform in einer perspektivischen Darstellung gezeigt. Die Brennstoffzelleneinheit 100h gemäß der achten Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der Brennstoffzellen-
- 20 einheit 100g gemäß der siebten Ausführungsform. Die Brennstoffzelleneinheit 100h gemäß der achten Ausführungsform weist zwei erste Brennstoffzellenstapel 3.1, 3.2 und zwei zweite Brennstoffzellenstapel 4.1, 4.2 auf, wobei zwischen dem Brennstoffzellenstapel 3.1 und dem Brennstoffzellenstapel 4.1 ein erster Stapelabschnitt A ausgestaltet ist und zwischen dem Brennstoffzellenstapel 3.2 und dem Brennstoffzellen-
- 25 stapel 4.2 ein zweiter Stapelabschnitt B ausgestaltet ist. Die Anzahl der Brennstoffzellenstapel ist nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsformen beschränkt.

- In Fig. 9 ist ein Kraftfahrzeug 1000 in Form eines Elektrofahrzeugs mit einem Brennstoffzellensystem 1100 zur Energieversorgung eines Elektromotors (Antriebsein-
- 30 heit) 1200 des Kraftfahrzeugs 1000 dargestellt, wobei das Brennstoffzellensystem 1100 eine wie vorstehend im Detail erläuterte Brennstoffzelleneinheit 100a aufweist.

Bezugszeichenliste

- 1 Reformer (BOP-Vorrichtung)
- 2 Abgasbrenner (BOP-Vorrichtung)
- 3.1 Brennstoffzellenstapel
- 3.2 Brennstoffzellenstapel
- 4.1 Brennstoffzellenstapel
- 4.2 Brennstoffzellenstapel
- 5 Temperierfluid-Leitungsabschnitt
- 6 Anodengas-Zuführleitung
- 7 Anodenabgasleitung
- 8 Kathodengas-Zuführleitung
- 9 Kathodenabgasleitung
- 10 Abgasleitung

100a – 100h Brennstoffzelleneinheit

- 1000 Kraftfahrzeug
- 1100 Brennstoffzellensystem
- 1200 Elektromotor (Antriebseinheit)

- A Stapelabschnitt
- B Stapelabschnitt

Patentansprüche

1. Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h) für ein Brennstoffzellensystem (1100), aufweisend wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel (3.1, 3.2), wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel (4.1, 4.2), eine Anodengas-Zuführleitung (6) zum Zuführen von Anodengas zum wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel (3.1, 3.2) und zum wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel (4.1, 4.2), eine Anodenabgasleitung (7) zum Abführen von Anodenabgas vom wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel (3.1, 3.2) und vom wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel (4.1, 4.2), eine Kathodengas-Zuführleitung (8) zum Zuführen von Kathodengas zum wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel (3.1, 3.2) und zum wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel (4.1, 4.2), eine Kathodenabgasleitung (9) zum Abführen von Kathodenabgas vom wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel (3.1, 3.2) und vom wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel (4.1, 4.2), und wenigstens eine BOP-Vorrichtung (1, 2) zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit des Brennstoffzellensystems (1100),
dadurch gekennzeichnet, dass
die Anodengas-Zuführleitung (6), die Anodenabgasleitung (7), die Kathodengas-Zuführleitung (8) und/oder die Kathodenabgasleitung (9) bereichsweise in wenigstens einem Stapelabschnitt (A, B) sandwichartig zwischen dem wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel (3.1, 3.2) und dem wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel (4.1, 4.2) angeordnet sind, wobei die wenigstens eine BOP-Vorrichtung (1, 2) in dem wenigstens einen Stapelabschnitt (A, B) innerhalb der Anodengas-Zuführleitung (6), der Anodenabgasleitung (7), der Kathodengas-Zuführleitung (8) und/oder der Kathodenabgasleitung (9) angeordnet ist.
2. Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die wenigstens eine BOP-Vorrichtung einen Reformer (1) aufweist, der im Stapelabschnitt (A, B) innerhalb der Anodengas-Zuführleitung (6) angeordnet ist,

wobei vorzugsweise der Reformer (1) einen Reformerkatalysator aufweist oder zumindest im Wesentlichen als ein solcher ausgestaltet ist.

3. Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h) nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Abgasleitung (10) zum Abführen eines Gasgemisches, welches das Anodenabgas und das Kathodenabgas aufweist, von der Anodenabgasleitung (7) und der Kathodenabgasleitung (9) in die Umgebung der Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h), angeordnet ist, wobei die Abgasleitung (10) bereichsweise in dem wenigstens einen Stapelabschnitt (A, B) sandwichartig zwischen dem wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel (3.1, 3.2) und dem wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel (4.1, 4.2) angeordnet ist, und wobei die wenigstens eine BOP-Vorrichtung (1, 2) einen Abgasbrenner (20) aufweist, der im Stapelabschnitt (A, B) innerhalb der Abgasleitung (10) angeordnet ist.

4. Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h) nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Abgasbrenner (2) einen Oxidationskatalysator aufweist oder zumindest im Wesentlichen als ein solcher ausgestaltet ist.

5. Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f) nach Anspruch 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Reformer (1) und der Abgasbrenner (2) zumindest in einem Querschnitt betrachtet sandwichartig angeordnet sind.

6. Brennstoffzelleneinheit (100a; 100c; 100e) nach einem der Ansprüche 3 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Abgasbrenner (2) zumindest abschnittsweise ringförmig um den Reformer (1) herum angeordnet ist oder dass der Reformer (1) zumindest abschnittsweise ringförmig um den Abgasbrenner (2) herum angeordnet ist.

7. Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f) nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kathodengas-Zuführleitung (8) einen Temperierfluid-Leitungsabschnitt (5) aufweist, der im Stapelabschnitt (A, B) zumindest abschnittsweise am Abgasbrenner (2) angrenzt.
8. Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h) nach einem der Ansprüche 3 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die wenigstens eine BOP-Vorrichtung einen Startbrenner zum Erhitzen des Abgasbrenners (2) aufweist.
9. Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in dem wenigstens einen Stapelabschnitt (A, B) ein Wärmetransportabschnitt, insbesondere in Form eines Festkörpers, für einen Wärmetransport von der wenigstens einen BOP-Vorrichtung (1, 2) zu dem wenigstens einen ersten Brennstoffzellenstapel (3.1, 3.2) und/oder dem wenigstens einen zweiten Brennstoffzellenstapel (4.1, 4.2) angeordnet ist.
10. Kraftfahrzeug (1000) mit einem Brennstoffzellensystem (1100) zur Energieversorgung wenigstens einer Antriebseinheit (1200) des Kraftfahrzeugs (1000), wobei das Brennstoffzellensystem (1100) eine Brennstoffzelleneinheit (100a; 100b; 100c; 100d; 100e; 100f; 100g; 100h) nach einem der voranstehenden Ansprüche aufweist.

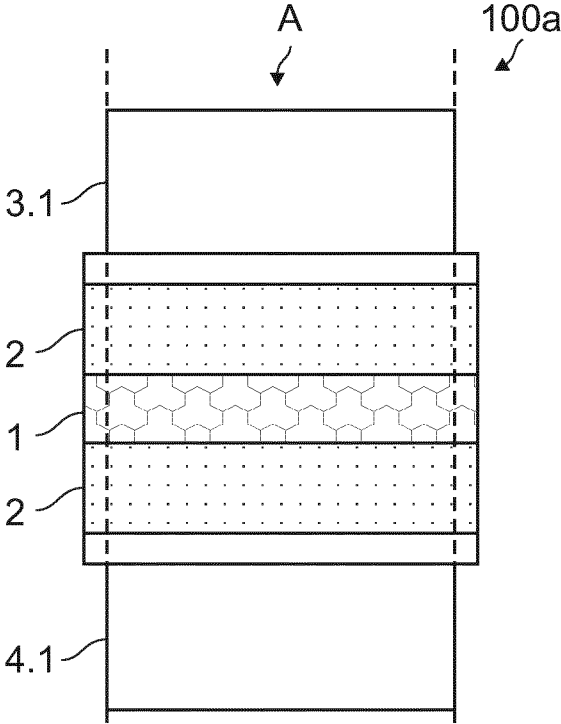


Fig. 1

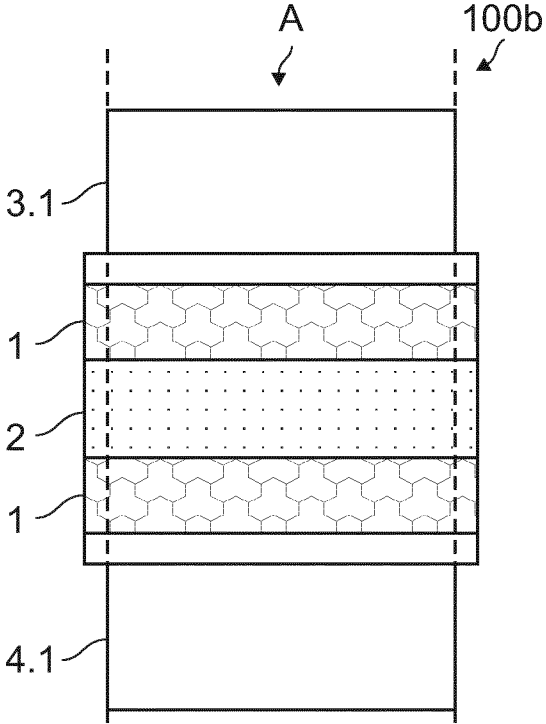


Fig. 2

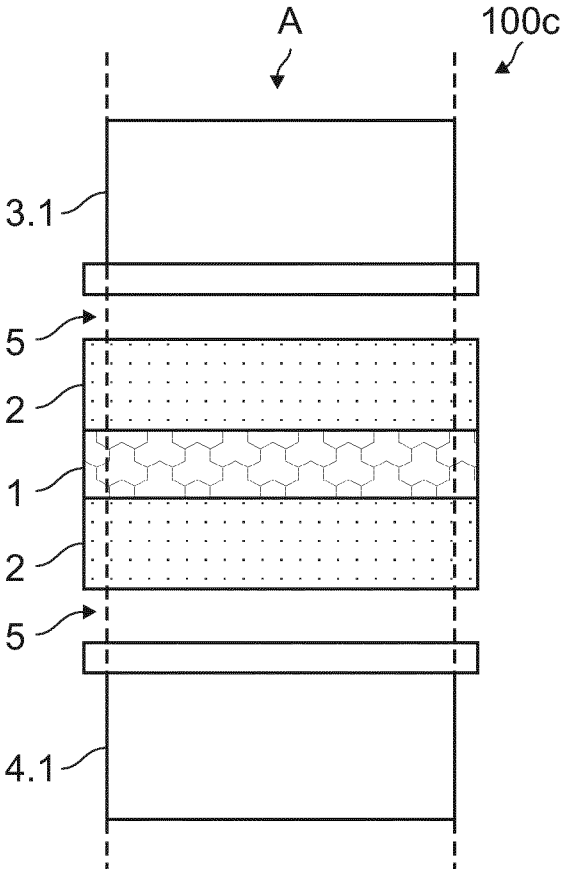


Fig. 3

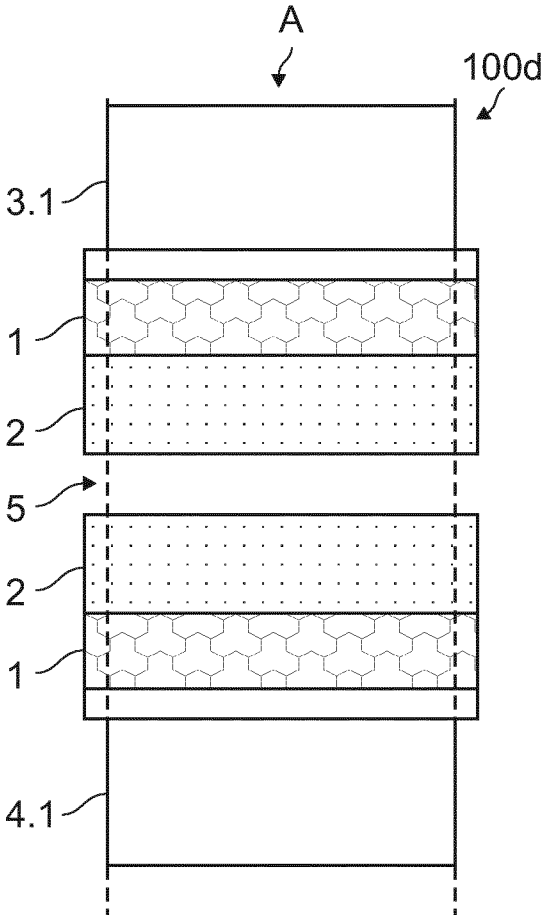


Fig. 4

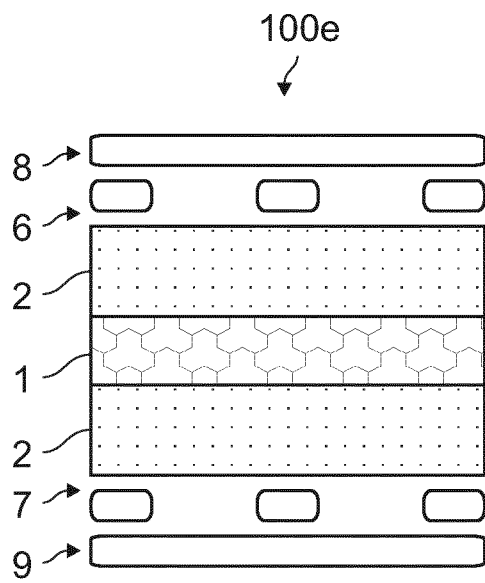


Fig. 5

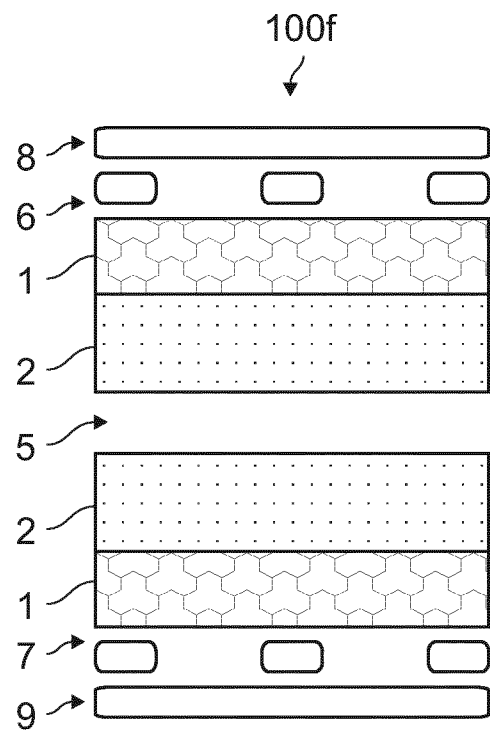


Fig. 6

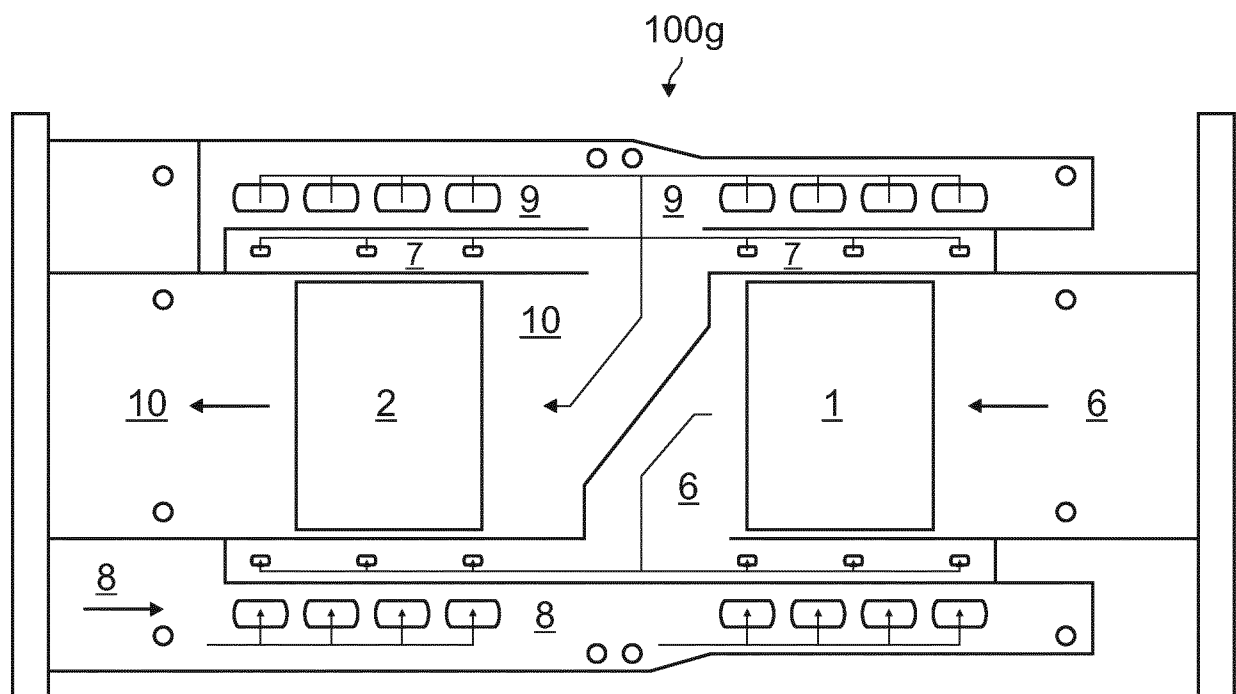


Fig. 7

3/3

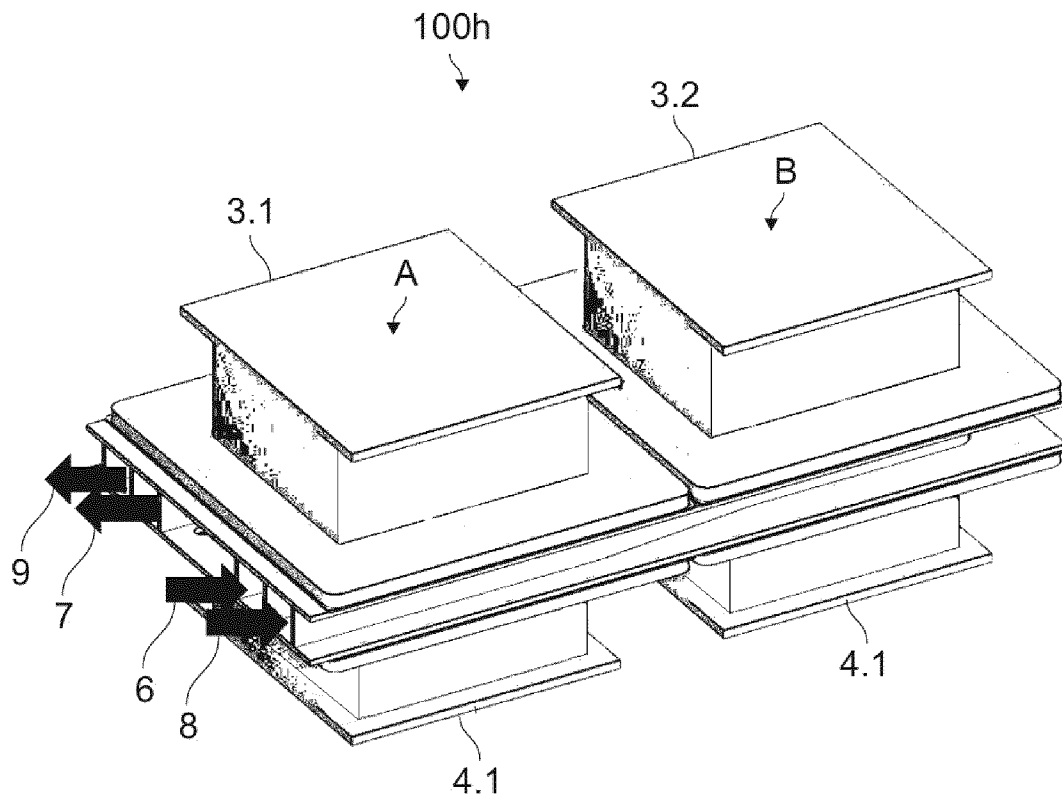


Fig. 8

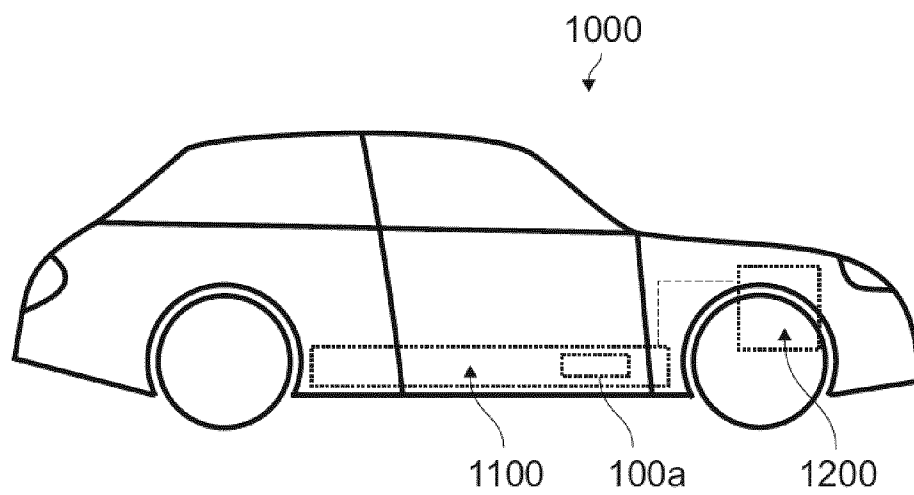


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/059519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M8/0612 H01M8/249 H01M8/04014 H01M8/2432
 ADD. H01M8/124

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 2005/164051 A1 (VENKATARAMAN SWAMINATHAN [US] ET AL) 28 July 2005 (2005-07-28) paragraphs [0021] - [0138]; figures 8A, 8B, 9A, 9B	1-10
X	US 2007/196704 A1 (VALENSA JEROEN [US] ET AL) 23 August 2007 (2007-08-23) paragraphs [0055] - [0084]; figures 5-33	1,2,9
X	US 2007/122669 A1 (KUSANO YOSHIO [JP] ET AL) 31 May 2007 (2007-05-31) paragraphs [0045] - [0068]; figures 1-3	1,9,10



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

31 July 2018

Date of mailing of the international search report

10/08/2018

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

Brune, Markus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/059519

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005164051 A1	28-07-2005	EP 1754270 A2	21-02-2007
		US 2005164051 A1	28-07-2005
		US 2008311445 A1	18-12-2008
		US 2010203417 A1	12-08-2010
		US 2011189567 A1	04-08-2011
		WO 2005069776 A2	04-08-2005

US 2007196704 A1	23-08-2007	US 2007196704 A1	23-08-2007
		WO 2007087305 A2	02-08-2007

US 2007122669 A1	31-05-2007	CA 2540326 A1	14-04-2005
		DE 112004001832 T5	13-07-2006
		JP 4686362 B2	25-05-2011
		JP WO2005034272 A1	22-11-2007
		US 2007122669 A1	31-05-2007
		US 2011129741 A1	02-06-2011
		WO 2005034272 A1	14-04-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01M8/0612 H01M8/249 H01M8/04014 H01M8/2432
 ADD. H01M8/124

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 2005/164051 A1 (VENKATARAMAN SWAMINATHAN [US] ET AL) 28. Juli 2005 (2005-07-28) Absätze [0021] - [0138]; Abbildungen 8A, 8B, 9A, 9B -----	1-10
X	US 2007/196704 A1 (VALENSA JEROEN [US] ET AL) 23. August 2007 (2007-08-23) Absätze [0055] - [0084]; Abbildungen 5-33 -----	1,2,9
X	US 2007/122669 A1 (KUSANO YOSHIO [JP] ET AL) 31. Mai 2007 (2007-05-31) Absätze [0045] - [0068]; Abbildungen 1-3 -----	1,9,10



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

31. Juli 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/08/2018

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

Brune, Markus

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/059519

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005164051	A1	28-07-2005	EP 1754270 A2 21-02-2007
			US 2005164051 A1 28-07-2005
			US 2008311445 A1 18-12-2008
			US 2010203417 A1 12-08-2010
			US 2011189567 A1 04-08-2011
			WO 2005069776 A2 04-08-2005

US 2007196704	A1	23-08-2007	US 2007196704 A1 23-08-2007
			WO 2007087305 A2 02-08-2007

US 2007122669	A1	31-05-2007	CA 2540326 A1 14-04-2005
			DE 112004001832 T5 13-07-2006
			JP 4686362 B2 25-05-2011
			JP W02005034272 A1 22-11-2007
			US 2007122669 A1 31-05-2007
			US 2011129741 A1 02-06-2011
			WO 2005034272 A1 14-04-2005
