

(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
22. September 2016 (22.09.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/146302 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/04119 (2016.01) *H01M 8/04082* (2016.01)
B01F 3/04 (2006.01) *H01M 8/1018* (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/052456

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Februar 2016 (05.02.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 204 620.6 13. März 2015 (13.03.2015) DE

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

(72) Erfinder: **ESCHENBACH, Max**; Theresienstr. 70, 81245 München (DE). **GRILC, Simon**; Graf-Konrad-Strasse 17, 80809 München (DE). **BECKER, Marc**; Schubertstraße 14b, 85591 Vaterstetten (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, 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)

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM HAVING A MOISTENED STREAM OF OXIDISING AGENT

(54) Bezeichnung : BRENNSTOFFZELLENSYSTEM MIT EINEM BEFEUCHTETEN OXIDATIONSMITTELSTROM

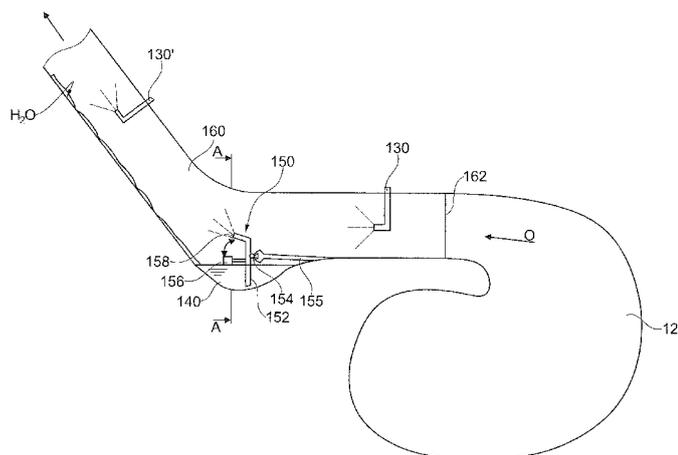


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell system (100). The fuel cell system (100) comprises at least one fuel cell (100), an oxidising agent conveyor (120), a moistening arrangement (130, 130'), and at least one water sink (140). The oxidising agent conveyor (120) conveys an oxidising agent (O) through a feed line (160) to the fuel cell (110). The moistening arrangement (130, 130') introduces water into the stream of oxidising agent (O). The moistening arrangement (130, 130') is arranged in and/or downstream of the oxidising agent conveyor (120) and upstream of the fuel cell (110). The water sink (140) is arranged between the fuel cell (110) and the oxidising agent conveyor (110). The water sink (140) is formed and arranged in the feed line (160) in such a way that the water sink prevents flowing water located in the feed line (160) from flowing to the oxidising agent conveyor (120).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/146302 A1



Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Brennstoffzellensystem (100). Das Brennstoffzellensystem (100) umfasst mindestens eine Brennstoffzelle (100), einen Oxidationsmittelförderer (120), eine Befeuchtungseinrichtung (130, 130'), und mindestens eine Wassersenke (140). Der Oxidationsmittelförderer (120) fördert ein Oxidationsmittel (O) durch eine Zuleitung (160) zu der Brennstoffzelle (110). Die Befeuchtungseinrichtung (130, 130') bringt Wasser in den Oxidationsmittelstrom (O) ein. Die Befeuchtungseinrichtung (130, 130') ist im und/oder stromabwärts vom Oxidationsmittelförderer (120) und stromaufwärts der Brennstoffzelle (110) angeordnet. Die Wassersenke (140) ist zwischen der Brennstoffzelle (110) und dem Oxidationsmittelförderer (120) angeordnet. Die Wassersenke (140) ist in der Zuleitung (160) derart ausgebildet und angeordnet, dass sie in der Zuleitung (160) befindliches Flüssigwasser daran hindert, zum Oxidationsmittelförderer (120) zu fließen.

Brennstoffzellensystem mit einem befeuchteten Oxidationsmittelstrom

Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Brennstoffzellensystem mit einem befeuchteten Oxidationsmittelstrom.

Durch die Befeuchtung der Kathodenluft kann die Leistungsfähigkeit und Effizienz einer Brennstoffzelle erhöht werden. Dies ist insbesondere der Fall bei erhöhten Betriebstemperaturen der Brennstoffzelle, z.B. bei einer Kühlmittelaustrittstemperatur aus der Brennstoffzelle von über 75°C. Eine zusätzliche Befeuchtung des Oxidationsmittelstromes ist insbesondere bei erhöhten Betriebstemperaturen und/oder bei hohen Brennstoffzellenleistungen erforderlich.

In der DE102008053151 A1 ist eine Vorrichtung offenbart, bei der ein flüssiges Medium stromaufwärts eines Ladeluftkühlers und stromabwärts eines Verdichters mittels einer Dosiereinrichtung einbringbar ist. Der Befeuchtungsgrad wird dabei durch einen als Kontaktbefeuchter agierenden Ladeluftkühler und durch einen zusätzlichen Membranbefeuchter eingestellt. Es wurde festgestellt, dass es bei Brennstoffzellensystemen mit Befeuchtungseinrichtungen vermehrt zum Ausfall der Verdichter kam. Es kommt ferner bei den vorbekannten Systemen vor, dass beim Einbringen des Wassers in die Zuleitung das Wasser nicht vollständig verdampft. Ferner kann sich an den Wänden der Zuleitung auch aus verdampftem Wasser wieder Flüssigwasser bilden. Im Winter kann dieses Flüssigwasser in der Zuleitung gefrieren. Während des Kaltstarts auftauendes Wasser im Zulauf der Brennstoffzelle kann den Kaltstart merklich verschlechtern. Ferner kann das gefrorene Flüssigwasser die Zuleitung beschädigen.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile der vorbekannten Lösungen zu verringern oder zu beheben. Weitere Aufgaben

ergeben sich aus den vorteilhaften Effekten der hier offenbarten Technologie. Die Aufgabe(n) wird/werden gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche. Die abhängigen Patentansprüche stellen bevorzugte Ausgestaltungen der hier offenbarten Technologie dar.

Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Brennstoffzellensystem mit mindestens einer Brennstoffzelle. Das Brennstoffzellensystem ist beispielsweise für mobile Anwendungen wie Kraftfahrzeuge gedacht. In ihrer einfachsten Form ist eine Brennstoffzelle ein elektrochemischer Energiewandler, der Brennstoff und Oxidationsmittel in Reaktionsprodukte umwandelt und dabei Elektrizität und Wärme produziert. Die Brennstoffzelle umfasst eine Anode und eine Kathode, die durch einen ionenselektiven Separator getrennt sind. Die Anode weist eine Zufuhr für einen Brennstoff zur Anode auf. Bevorzugte Brennstoffe sind: Wasserstoff, niedrigmolekularer Alkohol, Biokraftstoffe, oder verflüssigtes Erdgas. Die Kathode weist beispielsweise eine Zufuhr für Oxidationsmittel auf. Bevorzugte Oxidationsmittel sind bspw. Luft, Sauerstoff und Peroxide. Der ionenselektive Separator kann bspw. als Protonenaustauschmembran (proton exchange membrane, PEM) ausgebildet sein. Bevorzugt kommt eine kationenselektive Polymerelektrolytmembran zum Einsatz. Materialien für eine solche Membran sind beispielsweise: Nafion®, Flemion® und Aciplex®. Ein Brennstoffzellensystem umfasst mindestens eine Brennstoffzelle sowie periphere Systemkomponenten (BOP-Komponenten), die beim Betrieb der mindestens einen Brennstoffzelle zum Einsatz kommen können. In der Regel sind mehrere Brennstoffzellen zu einem Brennstoffzellenstapel bzw. Stack zusammengefasst.

Das Brennstoffzellensystem umfasst einen Oxidationsmittelförderer, der ein Oxidationsmittel zu der Kathode der Brennstoffzelle fördert. Ein solcher Oxidationsmittelförderer kann bspw. als Kompressor bzw. Turbokompressor

bzw. als Verdichter ausgebildet sein. Der Oxidationsmittelförderer kann das Oxidationsmittel, bevorzugt Sauerstoff oder Luft, durch eine Kathodenzufuhrleitung bzw. Zuleitung bzw. Ansaugtrakt (nachstehend wird vereinfachend der Begriff „Zuleitung“ verwendet) in die Kathode fördern. Der Oxidationsmittelförderer ist bspw. in der Lage, das Oxidationsmittel auf einen Druck größer 1 bar zu verdichten. Dabei kann sich das Oxidationsmittel bspw. auf bis zu 160 °C und mehr erwärmen. Der Oxidationsmittelförderer ist in der Zuleitung stromaufwärts der Kathode angeordnet.

Das Brennstoffzellensystem umfasst ferner mindestens eine Befeuchtungseinrichtung, die eine Flüssigkeit, hier Wasser, in den Oxidationsmittelstrom einbringt, bevorzugt einspritzt bzw. einsprüht. Unter Einsprühen bzw. Zerstäuben der Flüssigkeit ist hierbei das Zerteilen der Flüssigkeit in feinste Tröpfchen (Aerosol bzw. Nebel) im Oxidationsmittel zu verstehen. Durch das Zerstäuben des Wassers kann eine gute Durchmischung mit dem Luftstrom sichergestellt werden und das eingespritzte Wasser kann aufgrund der großen reaktiven Flüssigkeitsoberfläche schneller verdampfen bzw. verdunsten. Hierzu kann das Brennstoffzellensystem mit Druckdüsen ausgestattet sein, die das Wasser in den Oxidationsmittelstrom eindüsen. Für feinste Tröpfchen wird beispielsweise ein Injektor bzw. eine Düse mit einem Wasserdruck von bis zu 20 bar vorgesehen. Die Düsen können auch derart ausgestaltet sein, das nach dem Venturi-Effekt bzw. nach dem Prinzip der Strahlpumpe der Oxidationsmittelstrom das Wasser selbst ansaugt. Die Befeuchtungseinrichtung ist im und/oder stromabwärts vom Oxidationsmittelförderer und stromaufwärts von der Brennstoffzelle, bevorzugt stromaufwärts von einem Wärmetauscher bzw. Wärmeübertrager (nachstehend: Wärmetauscher) in der Zuleitung angeordnet. Das Wasser, welches eingespritzt wird, stellt einen Speicher für Kühlleistung dar. Ein Wasservorrat kann hierzu beispielsweise das anfallende Produktwasser speichern, welches beispielsweise aus dem Abgas der Brennstoffzelle

abgeschieden wird. Die Befeuchtungseinrichtung ist bevorzugt beabstandet vom Wärmetauscher angeordnet. Vorzugsweise ist die Befeuchtungseinrichtung im (z.B. in der Volute) und/oder benachbart zum Oxidationsmittelförderer angeordnet. Besonders bevorzugt ist die Befeuchtungseinrichtung mindestens ca. 0,3L, ferner bevorzugt mindestens ca. 0,5L, und besonders bevorzugt mindestens ca. 0,75L vom Wärmetauscher bzw. von der Brennstoffzelle beabstandet angeordnet, wobei L die Wegstrecke des Oxidationsmittelstromes zwischen Oxidationsmittelförderer und Wärmetauscher ist. Bevorzugt ist die Befeuchtungseinrichtung integral mit Oxidationsmittelförderer ausgebildet. Dadurch wird vorteilhaft erreicht, dass zumindest ein großer Teil des eingesprühten Wasser verdampft, bevor es in den Wärmetauscher eintritt.

Das hier offenbarte Brennstoffzellensystem umfasst mindestens eine Wassersenke. Die Wassersenke ist insbesondere zwischen der mindestens einen Brennstoffzelle und dem Oxidationsmittelförderer angeordnet.

Es wurde festgestellt, dass das Flüssigwasser durch ungünstige geometrische Integration, dynamischen Betrieb (konstante Quer-Längsbeschleunigung) oder Neigung in den Kompressor zurücklaufen und diesen Schädigen kann. Die Wassersenke kann in der Zuleitung derart ausgebildet und angeordnet sein, dass sie in der Zuleitung befindliches Flüssigwasser daran hindert, zurück bzw. zum bzw. in den Oxidationsmittelförderer zu fließen.

Eine solche Wassersenke kann auch als Rücklaufsperrung bezeichnet werden. Insbesondere kann die Wassersenke eine Vertiefung oder Ausbuchtung in Bezug auf andere Bereiche der Zuleitung sein. Die Vertiefung oder Ausbuchtung kann niedriger bzw. tiefer angeordnet sein als die umliegenden

Bereiche der Zuleitung. Etwaiges Flüssigwasser, welches sich in der Zuleitung (bspw. an den Wänden der Zuleitung) befindet, sammelt sich in der Wassersenke. Die Wassersenke ist also derart ausgebildet und angeordnet, dass die Wassersenke in der Zuleitung befindliches Flüssigwasser sammeln bzw. speichern kann. Bevorzugt ist die Wassersenke am tiefsten Punkt des Zuleitungsabschnittes angeordnet, dessen Flüssigwasser die Wassersenke sammeln soll. Ein Rücklauf des Wassers zum Oxidationsmittelförderer kann somit unterbunden werden. Somit kann sichergestellt werden, dass das Flüssigwasser nicht im Oxidationsmittelförderer mechanische und/oder elektrische Schäden verursachen kann. Ferner bevorzugt ist die Wassersenke in der Zuleitung derart ausgebildet, dass sich durch die Wassersenke der Strömungsquerschnitt für den Oxidationsmittelstrom O nicht ändert. Mit anderen Worten ist die Wassersenke durch eine Vertiefung bzw. Ausbuchtung in der Zuleitungswand ausgebildet.

Der Begriff „benachbart zum Oxidationsmittelförderer“ umfasst Ausgestaltungen, bei denen die Befeuchtungseinrichtung bzw. die Wassersenke unmittelbar neben dem Oxidationsmittelförderer oder in einem geringen Abstand zum Oxidationsmittelförderer angeordnet ist. Bevorzugt ist die mindestens eine Wassersenke benachbart zum Oxidationsmittelförderer ausgebildet. Bevorzugt ist die Befeuchtungseinrichtung und/oder die Wassersenke maximal ca. 0,2L, ferner bevorzugt maximal ca. 0,1L, und besonders bevorzugt max. ca. 0,05L vom Oxidationsmittelförderer entfernt angeordnet.

Bevorzugt ist die mindestens eine Wassersenke fluidverbunden mit der Befeuchtungseinrichtung und/oder mit mindestens einer weiteren Wassereinspritzvorrichtung. Somit ist sichergestellt, dass mit einfachen Mitteln das gesammelte Flüssigwasser wieder abgeführt werden kann. Das Flüssigwasser wird somit wieder effizient für die Befeuchtung der Brennstoffzelle verwendet. Beispielsweise kann die Wassersenke mit der

mindestens einen Befeuchtungseinrichtung über entsprechende Leitungen verbunden werden. Bevorzugt ist jedoch eine Ausführung, bei der die Wassersenke lediglich mit einer Wassereinspritzvorrichtung fluidverbunden ist, die unmittelbar benachbart zur Wassersenke in der Zuleitung angeordnet ist. Bevorzugt beträgt der Abstand zwischen der Wassersenke und der Wassereinspritzvorrichtung maximal ca. 0,2L, ferner bevorzugt maximal ca. 0,1L, und besonders bevorzugt max. ca. 0,05L. Vorteilhaft können somit etwaige platz- und kostenintensive Leitungen entfallen.

Bevorzugt ist die mindestens eine Wassereinspritzvorrichtung als Strahlpumpe ausgebildet. Strahlpumpen als solche sind bekannt. Sie stellen im Wesentlichen ein gedrehtes Prandl-Staurohr dar, welches bspw. nach dem Venturi-Effekt Wasser selbst ansaugen kann. Solche Strahlpumpen werden auch als Ejektoren oder als Jet-Pumpen bezeichnet. Als Treibmedium kann hier das an der Strahlpumpe vorbeiströmende Oxidationsmittel dienen, welches zweckmäßig bewirkt, dass die Strahlpumpe Fluidwasser ansaugt. Eine solche Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft, da die Strahlpumpe so ausgestaltet sein kann, dass sie ohne externe (z.B. elektrische oder pneumatische) Energie auskommt. Sie ist besonders kostengünstig und robust und nimmt überdies nur wenig Bauraum in Anspruch.

Die Wassereinspritzvorrichtung bzw. Strahlenpumpe ist bevorzugt derart ausgebildet, dass sie das in der Wassersenke gesammelte Flüssigwasser in den Oxidationsmittelstrom einbringen kann. Hierdurch wird das Flüssigwasser aus dem Sammelreservoir durch den niedrigen statischen Druck direkt in den turbulenten Teil der Oxidationsmittelströmung eingebracht, wodurch eine verstärkte Zerstäubung bewirkt wird. Eine Wandfilmbildung wird vermindert und eine vollständige Entleerung der

Wassersenke kann auch bei abgesenkten Strömungsgeschwindigkeiten sichergestellt werden.

Bevorzugt weist das Brennstoffzellensystem mindestens einen Verstellmechanismus auf. Der Verstellmechanismus kann ausgebildet sein, die Position der Wassereinspritzvorrichtung in der Zuleitung zu verändern. Insbesondere kann der Verstellmechanismus geeignet sein, die Wassereinspritzvorrichtung in eine erste bzw. abgesenkte Position zu befördern, in der die Wassereinspritzvorrichtung den Oxidationsmittelstrom weniger behindert als in einer zweiten bzw. aufgestellten Position, die die Wassereinspritzvorrichtung einnimmt, falls sich zumindest etwas Wasser in der Wassersenke angesammelt hat. In der zweiten Position ist die Wassereinspritzvorrichtung in der Lage, Flüssigwasser in den Oxidationsmittelstrom einzuspritzen.

Bevorzugt umfasst der Verstellmechanismus einen Schwimmer, der an der Wassereinspritzvorrichtung befestigt ist. Ferner umfasst der Verstellmechanismus bevorzugt ein Gelenk, welches die Wassereinspritzvorrichtung drehbar mit der Zuleitung verbindet.

Das Brennstoffzellensystem kann mehrere Wassersenken umfassen. Die mindestens eine Wassereinspritzvorrichtung kann mit den mehreren Wassersenken fluidverbunden sein, beispielsweise über entsprechende Wasserleitungen. Zumindest eine, bevorzugt alle, der mehreren Wassersenken können jeweils eine Schließvorrichtung umfassen. Die Schließvorrichtung kann ausgebildet sein, die Fluidverbindung zwischen der Wassersenke und der mindestens einen Wassereinspritzvorrichtung zu unterbrechen. Im Falle der nichtlokalen Wiedereinbringung des Flüssigwassers einer oder mehrerer Senken ist eine Schließvorrichtung, beispielsweise eine durch einen

Schwimmer aktuierte Konstruktion, vorteilhaft, um die jeweils nicht benötigten Wasserleitungen bzw. Saugleitungen zu verschließen. Somit lässt sich die Saugleistung der Wassereinspritzvorrichtung konzentrieren auf die Wassersenken, die tatsächlich Flüssigwasser speichern. Parasitäre Luftströme ohne Flüssigwasseranteil werden verhindert bzw. reduziert. Eine gemeinsame Wassereinspritzvorrichtung für mehrere Wassersenken, auch in unterschiedlichen Funktionen (Rücklaufverhinderung/Sperrung in Fluidrichtung) kann durch passive Wasser- bzw. Saugleitungen zu den jeweiligen Wassersenken realisiert werden.

Mit der hier offenbarten Technologie ist es möglich, Komponentenschädigung vorzubeugen und gleichzeitig eine verbesserte Zerstäubung und eine bessere Wirksamkeit der ursprünglichen Wassereinspritzung durch effizientes Wiedereinbringen von rückströmendem Verlustwasser zu erzielen. Das System arbeitet überwiegend mit passiv aktuierten Komponenten und ist daher sehr zuverlässig.

Im Folgenden wird die hier offenbarte Technologie nun anhand von Figuren erläutert, wobei der beanspruchte Gegenstand nicht anhand der nachfolgenden bevorzugten Ausgestaltungen einschränkend auszulegen ist. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung des hier offenbarten Brennstoffzellensystems 100,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Zuleitung 160 mit einer Wassereinspritzvorrichtung 150,
- Fig. 3 eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A der Fig. 2, und
- Fig. 4 ein Brennstoffzellensystem 100 mit mehreren Wassersenken 140, 140'.

Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau des Brennstoffzellensystems 100. Das Brennstoffzellensystem 100 umfasst eine Brennstoffzelle 110 mit einer Kathode 112 und einer Anode 114, die durch einen hier gestrichelt gezeichneten Ionen-Separator voneinander getrennt sind. Die Zuleitung 160 umfasst ein erstes Ende 162, welches mit dem Oxidationsmittelförderer 120, bspw. ein Kompressor 120, verbunden ist. Das zweite Ende 164 der Zuleitung 160 endet in der Kathode 112 der Brennstoffzelle 110. Vereinfachend ist hier lediglich eine Brennstoffzelle 110 gezeigt. Bevorzugt sind mehrere Brennstoffzellen 110 zu einem Brennstoffzellenstapel zusammengefasst. Am ersten Ende 162 der Zuleitung 160 ist die Befeuchtungseinrichtung 130 angeordnet, die hier bspw. eine Einspritzdüse umfasst, durch die Wasser in den Oxidationsmittelstrom O eingedüst wird. Stromab der Befeuchtungseinrichtung 130 ist eine Wassersenke 140 angeordnet (vgl. Fig. 2). Eine zweite Befeuchtungseinrichtung 130' ist zwischen dem Wärmetauscher bzw. Ladeluftkühler 180 und der Wassersenke 140 angeordnet. Zwischen dem Ladeluftkühler 180 und dem kathodenseitigen Einlass der Brennstoffzelle 110 ist ferner ein Wasserabscheider 190 vorgesehen, der kurz vor der Brennstoffzelle 110 etwaiges Wasser aus dem Oxidationsmittelstrom O abscheidet. Nach der elektrochemischen Reaktion in der Brennstoffzelle verlässt das Oxidationsmittel O die Brennstoffzelle als Brennstoffzellenabgas A.

Fig. 2 zeigt schematisch und vergrößert einen Ausschnitt der Zuleitung 160 sowie den Oxidationsmittelförderer 120. Der Oxidationsmittelförderer 120 ist mit dem ersten Ende 162 der Zuleitung 160 verbunden. Der Oxidationsmittelförderer 120 befindet sich im Vergleich zu anderen Abschnitten der Zuleitung 160 an einer tieferen Position. Der Oxidationsmittelförderer 120 generiert einen Oxidationsmittelstrom O. Dieser Oxidationsmittelstrom O weist eine turbulente Strömung und eine vergleichsweise hohe Temperatur auf. In dem Bereich benachbart zum

ersten Ende 162 der Zuleitung 160 wird durch die Befeuchtungseinrichtung 130 Wasser in die Zuleitung 160 eingebracht. Dieses Wasser verteilt sich feindispers in der turbulenten Oxidationsmittelströmung O und verdampft zum größten Teil. Weiter stromab ist eine zweite Befeuchtungseinrichtung 130' dargestellt, die ebenfalls Wasser in den Oxidationsmittelstrom O einbringt. Ein Teil des eingebrachten Wassers verdampft jedoch nicht vollständig bzw. kondensiert an den Wänden der Zuleitung 160. Somit kommt es zu Wasseransammlungen an den Zuleitungswänden. Dieses Wasser strömt in der hier dargestellten Ausführungsform zurück in die Wassersenke 140. Die Wassersenke ist so bemessen, dass sie genügend Flüssigwasser bevorraten kann, so dass kein Flüssigwasser zurück in den Oxidationsmittelförderer 120 strömt.

Das in der Wassersenke 140 angesammelte Flüssigwasser wird durch eine als Strahlpumpe ausgebildete Wassereinspritzvorrichtung wieder in den Oxidationsmittelstrom 150 eingebracht. Die Strahlpumpe umfasst ein Zuleitungsrohr 152, welches in die Wassersenke 140 hinein ragt. Durch das Zuleitungsrohr 152 saugt der Elektrokopf 158 das Flüssigwasser an, welches anschließend in der turbulenten Oxidationsmittelströmung O feindispers verteilt wird. Die Strahlpumpe 150 ist bevorzugt so bemessen, dass sie auch bei geringen Mengen an Oxidationsmittelstrom O genügend Wasser einbringen kann, damit sich allenfalls geringe Mengen an Flüssigwasser in der Wassersenke 140 ansammeln. Somit wird die Menge an Flüssigwasser in der Zuleitung 160 verringert, was sich positiv auf das Kaltstartverhalten auswirkt. Auch ist die Gefahr deutlich verringert, dass eingefrorenes Flüssigwasser die Zuleitung 160 beschädigt. Das Zuleitungsrohr 152 ist über eine starre Verbindung mit einem Schwimmer 156 verbunden. Ferner ist das Zuleitungsrohr 152 über ein Gelenk 154 und einer Halterung 155 mit der Zuleitung 160 verbunden. Das Gelenk 154 und der Schwimmer 156 sind derart ausgebildet, dass sie ein Schwenken der Strahlpumpe 150 um das Gelenk 154 ermöglichen. Insbesondere kann die Strahlpumpe 150 bei sehr niedrigem Wasserstand eine erste Position einnehmen, in der die

Strahlpumpe den Oxidationsmittelstrom O weniger behindert als in einer zweiten Position, die die Strahlpumpe 150 einnimmt, wenn sich Wasser im Wasserreservoir 140 angesammelt hat. In dieser zweiten Position ist der Ejektor 158 in der Oxidationsmittelströmung O angeordnet und bringt Flüssigwasser in den Oxidationsmittelstrom O ein.

Fig. 3 zeigt einen Querschnitt entlang der Linie A-A entlang der Fig. 2. Das Zuleitungsrohr 152 ragt in das in der Wassersenke 140 angesammelte Flüssigwasser hinein. Das Flüssigwasser steigt in dem Zuleitungsrohr 152 auf und wird durch den Ejektor 158 ausgesprüht.

Fig. 4 zeigt die Zuleitung 160 sowie einen weiteren Abschnitt 160' der Zuleitung 160. Der weitere Abschnitt 160' kann beispielsweise weiter stromab, z.B. beim zweiten Ende 164 der Zuleitung 160 angeordnet sein. Ebenso wären zwei parallele Zuleitungen 160, 160' denkbar. In den Wassersenken 140, 140' kann sich Flüssigwasser ansammeln, wie dies auch zuvor zu den anderen Figuren bereits beschrieben wurde. Die beiden Wassersenken 140, 140' sind über Wasserleitungen 170, 170' mit einer gemeinsamen Wassereinspritzvorrichtung 150 verbunden, die das gesammelte Flüssigwasser der Wassersenken 140, 140' wieder in den Oxidationsmittelstrom O einbringt, bevorzugt in der Nähe des Oxidationsmittelförderers 120, da in diesem Bereich die Verdampfung/Verdunstung besonders gut erzielt werden kann. Die Wasserleitungen 170, 170' und die Wassereinspritzvorrichtung 150 sind bevorzugt derart ausgebildet und angeordnet, dass das Flüssigwasser passiv angesaugt werden kann, d.h. ohne den Einsatz von elektrischer und/oder mechanischer Energie. Hierzu kann beispielsweise eine Strahlpumpe 150 eingesetzt werden. Die Wassersenken 140, 140' umfassen hier jeweils eine Schließvorrichtung 142, 142', die ausgebildet ist, die Fluidverbindung zwischen der jeweiligen Wassersenke 140, 140' und der mindestens einen

Wassereinspritzvorrichtung 150 zu unterbrechen. Hierzu kann die Schließvorrichtung 142, 142' beispielsweise einen Schwimmer umfassen, der mit einem Wassersenkenöffnungsventil verbunden ist und dieses wasserstandsabhängig öffnet oder schließt. Befindet sich beispielsweise in der Wassersenke 140' kein Flüssigwasser, so ist das Ventil 142' geschlossen und die Saugleitung 170' saugt keine Luft an. Die volle Saugleistung der Wassereinspritzvorrichtung 150 steht dann der Wassersenke 140 zur Verfügung. Die Wassersenke 140, die Zuleitung 160, die Wassereinspritzvorrichtung 150 und die Befeuchtungseinrichtung 130 können ansonsten denen der restlichen Figuren entsprechen.

Die vorhergehende Beschreibung der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihrer Äquivalente zu verlassen.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem (100), umfassend:
 - mindestens eine Brennstoffzelle (110);
 - einen Oxidationsmittelförderer (120), der ein Oxidationsmittel (O) durch eine Zuleitung (160) zu der Brennstoffzelle (110) fördert;
 - mindestens eine Befeuchtungseinrichtung (130, 130'), die Wasser in den Oxidationsmittelstrom (O) einbringt; und
 - mindestens eine Wassersenke (140), die zwischen der mindestens einen Brennstoffzelle (110) und dem Oxidationsmittelförderer (120) angeordnet ist.
2. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 1, wobei die Wassersenke (140) in der Zuleitung (160) derart ausgebildet und angeordnet ist, dass sie in der Zuleitung (160) befindliches Flüssigwasser daran hindert, zum und/oder in den Oxidationsmittelförderer (120) zu fließen.
3. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Wassersenke (140) ausgebildet ist, in der Zuleitung (160) Flüssigwasser zu sammeln.
4. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 3, wobei die Wassersenke (140) fluidverbunden ist mit der Befeuchtungseinrichtung (130, 130') und/oder mit mindestens einer Wassereinspritzvorrichtung (150).
5. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 4, wobei die Wassereinspritzvorrichtung (150) unmittelbar benachbart zur Wassersenke (140) in der Zuleitung (160) angeordnet ist.

6. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Wassereinspritzvorrichtung (150) ausgebildet ist, das in der Wassersenke (140) gesammelte Flüssigwasser in den Oxidationsmittelstrom (O) einzubringen.
7. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Wassereinspritzvorrichtung (150) als Strahlpumpe (150) ausgebildet ist.
8. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Brennstoffzellensystem (100) einen Verstellmechanismus (154, 156) aufweist, wobei der Verstellmechanismus (154, 156) ausgebildet ist, die Position der Wassereinspritzvorrichtung (150) in der Zuleitung (160) zu verändern.
9. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 8, wobei der Verstellmechanismus (154, 156) einen Schwimmer (156) umfasst, der an der Wassereinspritzvorrichtung (150) befestigt ist, und wobei der Verstellmechanismus (154, 156) ein Gelenk (154) umfasst, dass die Wassereinspritzvorrichtung (150) drehbar mit der Zuleitung (160) verbindet.
10. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Brennstoffzellensystem (100) mehrere Wassersenken (140, 140') umfasst, und wobei die mindestens eine Wassereinspritzvorrichtung (150) mit den mehreren Wassersenken (140, 140') fluidverbunden ist.
11. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 9, wobei zumindest eine der mehreren Wassersenken (140, 140') eine Schließvorrichtung (142, 142') umfasst, die ausgebildet ist, die Fluidverbindung zwischen der Wassersenke (140, 140') und der mindestens einen Wassereinspritzvorrichtung (150) zu unterbrechen.

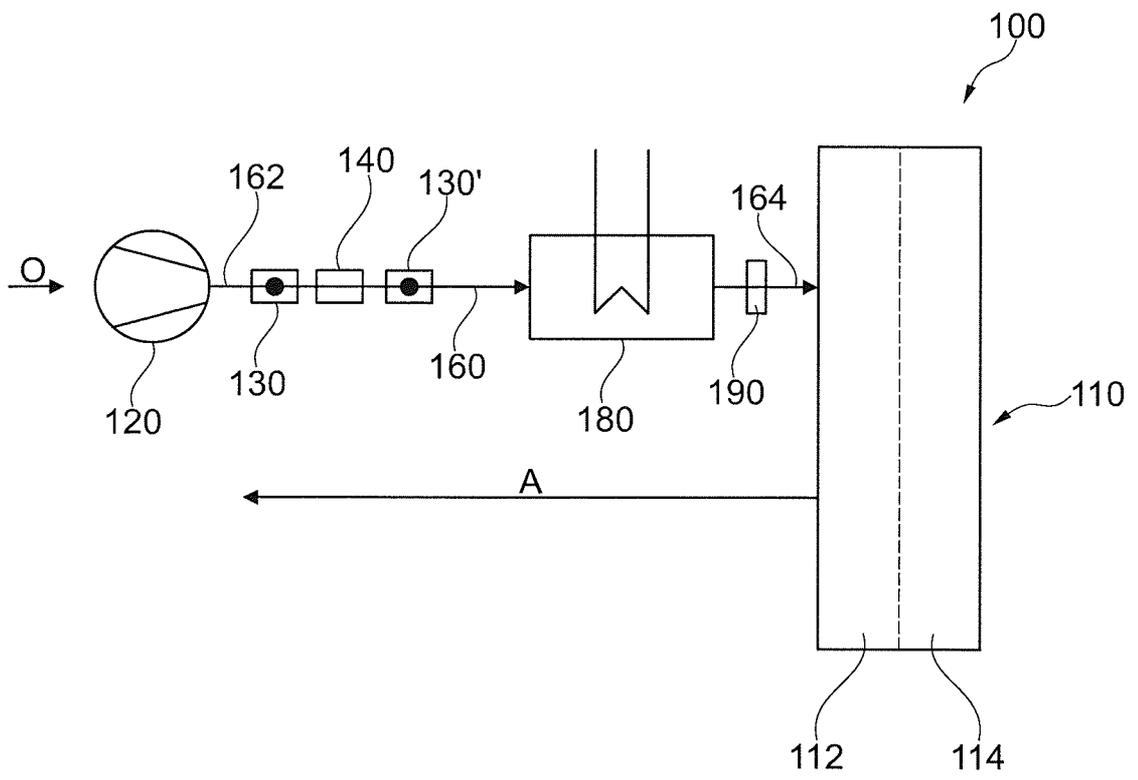


Fig. 1

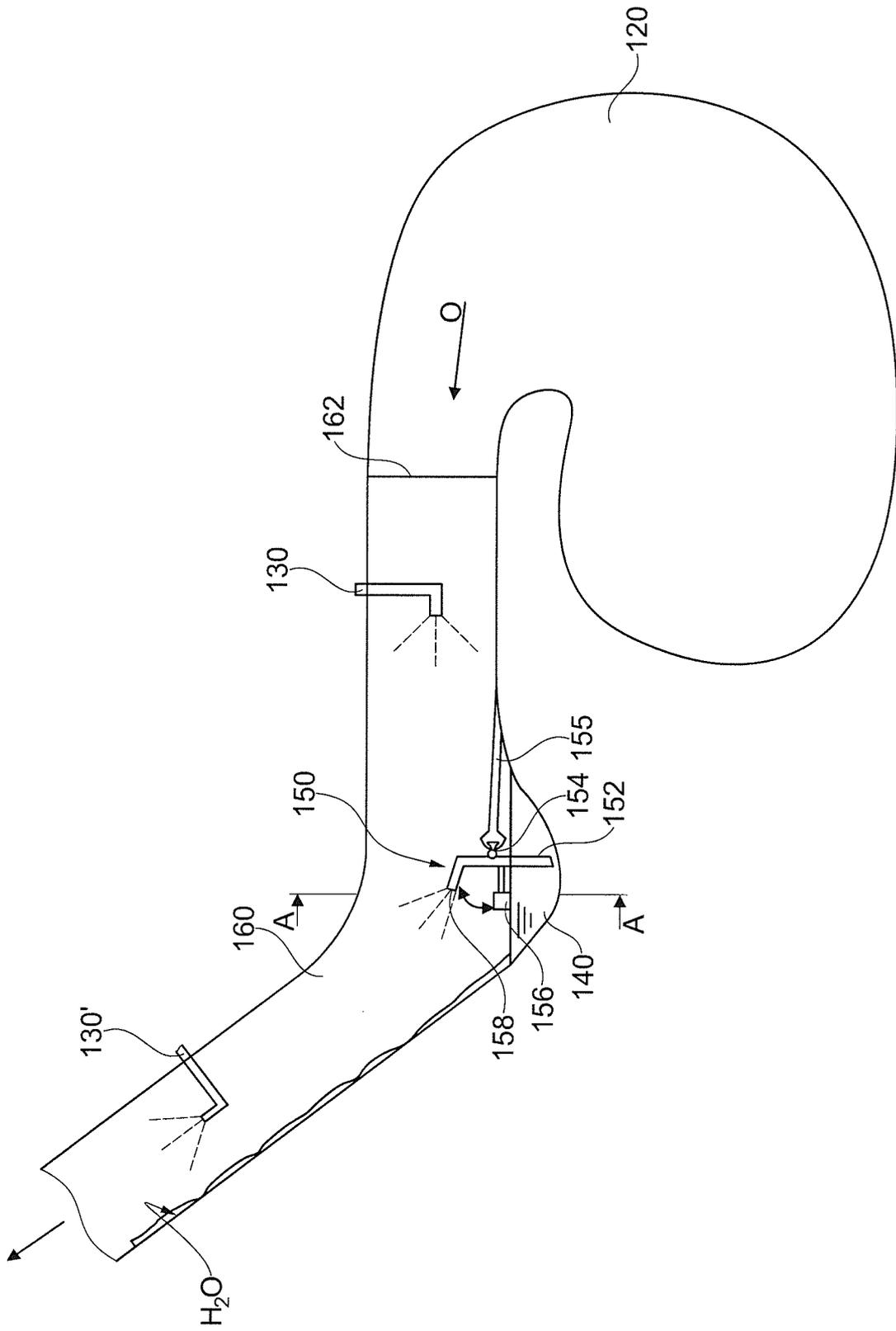


Fig. 2

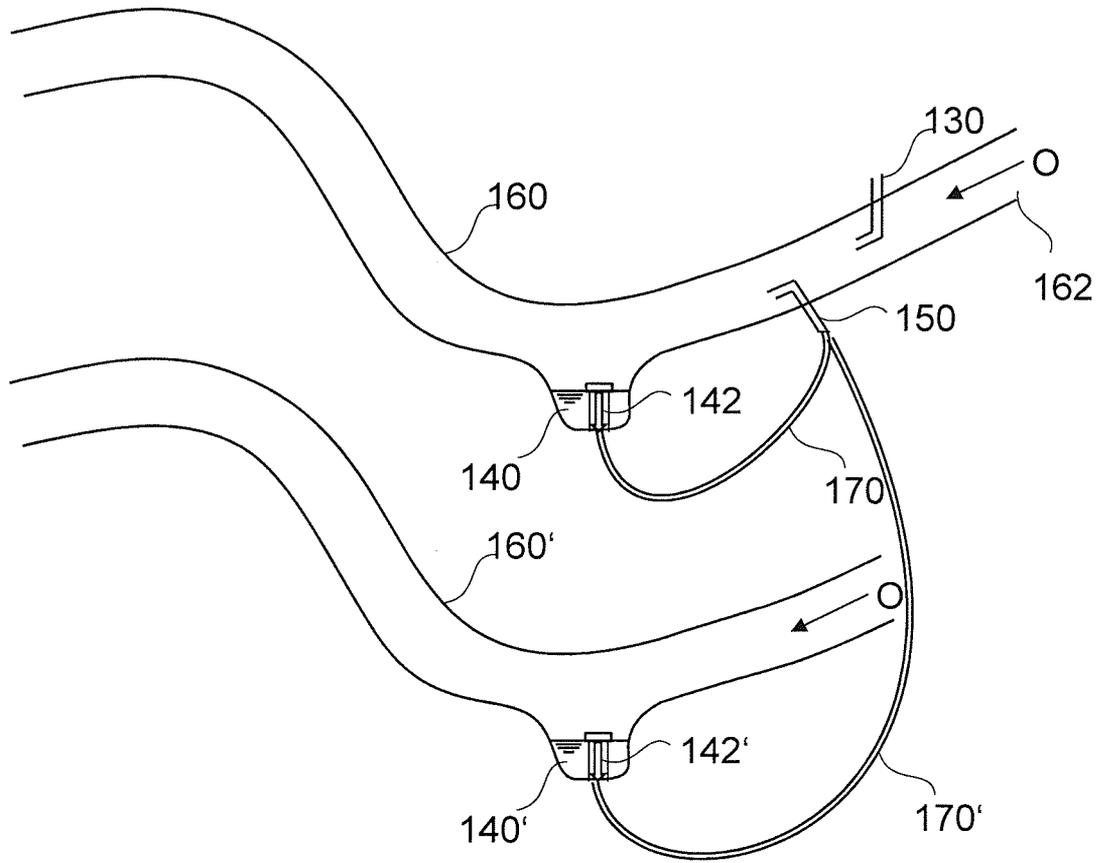


Fig. 4

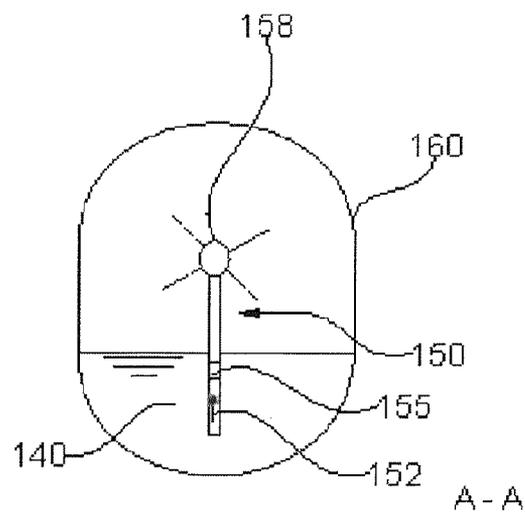


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/052456

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01M8/04119 B01F3/04 H01M8/04082
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 B01F

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 6 338 472 B1 (SHIMAZU TAKASHI [JP] ET AL) 15 January 2002 (2002-01-15)	1-8
A	figures 1-6 column 1, lines 14-23 column 6, line 52 - column 7, line 13 column 7, line 48 - column 8, line 23 column 8, line 61 - column 9, line 4	9
X	DE 10 2004 053237 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 11 May 2006 (2006-05-11) paragraphs [0019] - [0021], [0028] figure 1	1-4,10, 11
X	WO 2004/027907 A2 (HYDROGENICS CORP [CA]; CARGNELLI JOSEPH [CA]; SIMPSON TODD A [CA]; BUR) 1 April 2004 (2004-04-01) paragraph [0013] figure 1	1-3
	----- -/--	

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
29 March 2016	05/04/2016

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 Knoflachner, Andreas
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/052456

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/377675 A1 (PETERSON CRAIG WINFIELD [US] ET AL) 25 December 2014 (2014-12-25) figure 1 paragraph [0022] -----	1-3
X	WO 2006/056276 A1 (NUCELLSYS GMBH [DE]; BARLEBEN ROGER-MARCELO [DE]; LIMBECK UWE [DE]; MA) 1 June 2006 (2006-06-01) page 2, paragraph 4 - page 3, paragraph 1 page 3, paragraph 3 figures 1-6 -----	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/052456

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 6338472	B1	15-01-2002	JP 4325016 B2	02-09-2009
			JP 2000317358 A	21-11-2000
			US 6338472 B1	15-01-2002

DE 102004053237	A1	11-05-2006	NONE	

WO 2004027907	A2	01-04-2004	AU 2003269644 A1	08-04-2004
			CA 2487032 A1	01-04-2004
			US 2004131899 A1	08-07-2004
			WO 2004027907 A2	01-04-2004

US 2014377675	A1	25-12-2014	CN 104241667 A	24-12-2014
			US 2014377675 A1	25-12-2014

WO 2006056276	A1	01-06-2006	DE 102004056952 A1	08-06-2006
			EP 1815549 A1	08-08-2007
			JP 5318415 B2	16-10-2013
			JP 2008522352 A	26-06-2008
			US 2008090124 A1	17-04-2008
			WO 2006056276 A1	01-06-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/052456

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01M8/04119 B01F3/04 H01M8/04082
 ADD. H01M8/1018

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

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01M B01F

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 6 338 472 B1 (SHIMAZU TAKASHI [JP] ET AL) 15. Januar 2002 (2002-01-15)	1-8
A	Abbildungen 1-6 Spalte 1, Zeilen 14-23 Spalte 6, Zeile 52 - Spalte 7, Zeile 13 Spalte 7, Zeile 48 - Spalte 8, Zeile 23 Spalte 8, Zeile 61 - Spalte 9, Zeile 4	9
X	DE 10 2004 053237 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 11. Mai 2006 (2006-05-11) Absätze [0019] - [0021], [0028] Abbildung 1	1-4,10,11
X	WO 2004/027907 A2 (HYDROGENICS CORP [CA]; CARNELLI JOSEPH [CA]; SIMPSON TODD A [CA]; BUR) 1. April 2004 (2004-04-01) Absatz [0013] Abbildung 1	1-3
	----- -/--	

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

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
29. März 2016	05/04/2016

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 Knoflacher, Andreas
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2014/377675 A1 (PETERSON CRAIG WINFIELD [US] ET AL) 25. Dezember 2014 (2014-12-25) Abbildung 1 Absatz [0022] -----	1-3
X	WO 2006/056276 A1 (NUCELLSYS GMBH [DE]; BARLEBEN ROGER-MARCELO [DE]; LIMBECK UWE [DE]; MA) 1. Juni 2006 (2006-06-01) Seite 2, Absatz 4 - Seite 3, Absatz 1 Seite 3, Absatz 3 Abbildungen 1-6 -----	1-3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/052456

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6338472	B1	15-01-2002	JP 4325016 B2 02-09-2009
			JP 2000317358 A 21-11-2000
			US 6338472 B1 15-01-2002

DE 102004053237	A1	11-05-2006	KEINE

WO 2004027907	A2	01-04-2004	AU 2003269644 A1 08-04-2004
			CA 2487032 A1 01-04-2004
			US 2004131899 A1 08-07-2004
			WO 2004027907 A2 01-04-2004

US 2014377675	A1	25-12-2014	CN 104241667 A 24-12-2014
			US 2014377675 A1 25-12-2014

WO 2006056276	A1	01-06-2006	DE 102004056952 A1 08-06-2006
			EP 1815549 A1 08-08-2007
			JP 5318415 B2 16-10-2013
			JP 2008522352 A 26-06-2008
			US 2008090124 A1 17-04-2008
			WO 2006056276 A1 01-06-2006
