

(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
20. Mai 2010 (20.05.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/054744 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01M 8/02 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/24 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/007591
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. Oktober 2009 (23.10.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2008 056 900.3
12. November 2008 (12.11.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BLANK, Felix [DE/DE]; Breitenried Strasse 8, 78465 Konstanz (DE). SCHUDY, Markus [DE/DE]; Am Laudénbacher Tor 5, 64646 Heppenheim (DE). KLEEMANN, Jörg [DE/DE]; König-Wilhelm-Strasse 29/1, 89073 Ulm (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: DAIMLER AG; Intellectual Property and Technology Management, GR/VI - H512, 70546 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BIPOLAR PLATE FOR A FUEL CELL ARRANGEMENT, PARTICULARLY FOR DISPOSING BETWEEN TWO ADJACENT MEMBRANE ELECTRODE ARRANGEMENTS IN A FUEL CELL STACK

(54) Bezeichnung : BIPOLARPLATTE FÜR EINE BRENNSTOFFZELLENANORDNUNG, INSBESONDERE ZUR ANORDNUNG ZWISCHEN ZWEI BENACHBARTEN MEMBRAN-ELEKTRODEN-ANORDNUNGEN IN EINEM BRENNSTOFFZELLENSTAPEL

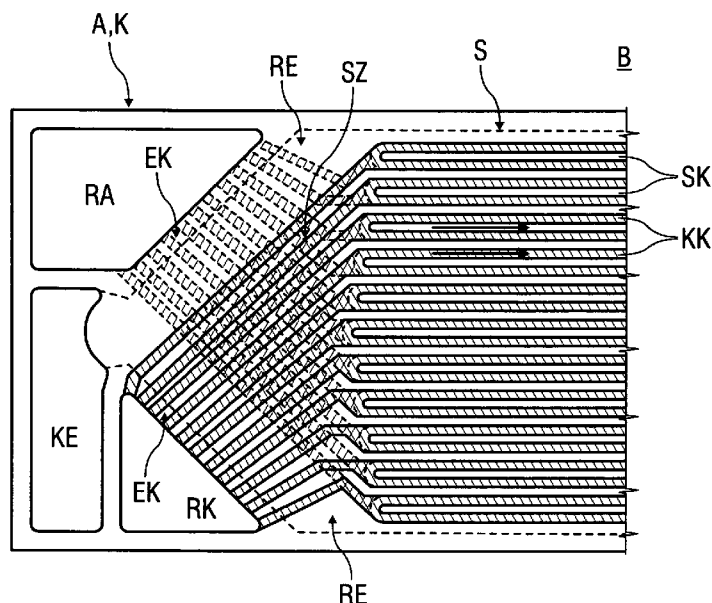


FIG 1

(57) Abstract: The invention relates to a bipolar plate (B) for a fuel cell having at least two plates (A, K) arranged plane-parallel to each other, of which one is designed as an anode plate (A) and the other as a cathode plate (K), a flow field being formed on the outer side of each by flow field channels (SK) introduced in the plates (A, K), each being permeable by a reaction material, wherein at least one refrigerant channel (KK) being formed between the anode plate (A) and the cathode plate (K) on the inner side thereof by negative structures of the flow field channels (SK). According to the invention, only flow structures for the inflowing or outflowing reaction material and the refrigerant, or only flow structure for the two reaction materials, are formed in reaction material inflow areas (RE) and/or reaction material outflow areas, respectively, of the bipolar plate (B).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Bipolarplatte (B) für eine Brennstoffzelle mit mindestens zwei planparallel zueinander angeordneten Platten (A, K), von denen die eine als Anodenplatte (A) und die andere als Kathodenplatte (K) ausgebildet ist, auf deren Außen-seiten jeweils ein Strömungsfeld (S) durch in die Platten (A, K) eingebrachte Strömungsfeldkanäle (SK) gebildet ist, welche je-weils von einem Reaktionsstoff durchströmbar sind, wobei zwischen der Anodenplatte (A) und der Kathoden-platte (K) auf deren Innenseiten durch Negativstrukturen der Strömungsfeldkanäle (SK) mindestens ein Kühlmittelkanal (KK) gebildet ist. Erfin-dungsgemäß sind in Reaktionsstoff-Einströmungsbereichen (RE) und/oder Reaktionsstoff-Ausströmungsbereichen der Bipolar-platte (B) jeweils nur Strömungsstrukturen für den jeweils einströmenden oder ausströmenden Reaktionsstoff und das Kühlmittel oder nur Strömungsstrukturen für die beiden Reaktionsstoffe ausgebildet.

Daimler AG

Bipolarplatte für eine Brennstoffzellenanordnung, insbesondere zur Anordnung zwischen zwei benachbarten Membran-Elektroden-Anordnungen in einem Brennstoffzellenstapel

Die Erfindung betrifft eine Bipolarplatte für eine Brennstoffzellenanordnung, insbesondere zur Anordnung zwischen zwei benachbarten Membran-Elektroden-Anordnungen in einem Brennstoffzellenstapel gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 sowie eine Brennstoffzellenanordnung gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 20.

Eine Brennstoffzellenanordnung oder ein Brennstoffzellenstapel (auch kurz Stack genannt) besteht aus mehreren, elektrisch in Serie geschalteten, planparallel übereinander gestapelt angeordneten Brennstoffzellen. Jede Brennstoffzelle weist als Elektroden in Form von Gasdiffusionselektroden eine Anode, eine Kathode und einen dazwischen angeordneten Elektrolyt auf, beispielsweise in Form einer Polymer-Elektrolyt-Membran (kurz PEM bezeichnet), die zusammen eine Membran-Elektroden-Anordnung (kurz MEA bezeichnet) bilden.

Zwischen den im Brennstoffzellenstapel benachbarten Membran-Elektroden-Anordnungen ist jeweils eine Bipolarplatte (auch bipolare Separatorplatteneinheit genannt) angeordnet. Die Bipolarplatte dient dabei der Beabstandung benachbarter Membran-Elektroden-Anordnungen, dem Verteilen von Reaktionsstoffen für die Brennstoffzelle, wie Brennstoff und Oxidationsmittel, über die angrenzenden Membran-Elektroden-Anordnungen und dem Abführen der Reaktionsstoffe in hierfür vorgesehenen, jeweils zu den Membran-Elektroden-Anordnungen hin offenen Kanälen, der Abfuhr der Reaktionswärme über ein in separaten Kühlmittelkanälen geführtes Kühlmittel sowie der Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen der Anode und der Kathode von benachbarten Membran-Elektroden-Anordnungen.

Als Reaktionsstoffe werden ein Brennstoff und ein Oxidationsmittel eingesetzt. Meist werden gasförmige Reaktionsstoffe (kurz: Reaktionsgase) eingesetzt, z. B. Wasserstoff oder ein Wasserstoff enthaltendes Gas (z. B. Reformatgas) als Brennstoff und Sauerstoff oder ein Sauerstoff enthaltendes Gas (z. B. Luft) als Oxidationsmittel. Unter Reaktionsstoffe werden alle an der elektrochemischen Reaktion beteiligten Stoffe verstanden, einschließlich der Reaktionsprodukte, wie z. B. Wasser oder Restbrenngas.

Die jeweilige Bipolarplatte besteht dabei aus zwei planparallel miteinander verbundenen Formteilen, insbesondere Platten – einer Anodenplatte zur Verbindung mit der Anode der einen Membran-Elektroden-Anordnung und einer Kathodenplatte zur Verbindung mit der Kathode der anderen Membran-Elektroden-Anordnung – oder einer Platte mit ober- und unterseitig eingebrachten Kanalstrukturen. An der der einen Membran-Elektroden-Anordnung zugewandten Oberfläche der Anodenplatte sind dabei Anodenkanäle zur Verteilung eines Brennstoffs entlang der einen Membran-Elektroden-Anordnung angeordnet, wobei an der der anderen Membran-Elektroden-Anordnung zugewandten Oberfläche der Kathodenplatte Kathodenkanäle zur Verteilung des Oxidationsmittels über der anderen Membran-Elektroden-Anordnung angeordnet sind. Die Kathodenkanäle und die Anodenkanäle haben keine Verbindung miteinander.

Die Kathoden- und Anodenkanäle werden dabei von durch Erhebungen (im Weiteren Stege genannt) voneinander getrennten Vertiefungen (im Weiteren Kanäle genannt) auf den jeweils den Membran-Elektroden-Anordnungen zugewandten Oberflächen der Anoden- und Kathodenplatte gebildet. Die Kathoden- und Anodenplatte sind vorzugsweise geformt, insbesondere hohl geprägt. Die Stege und Kanäle werden beispielsweise diskontinuierlich durch Formrecken, Tiefziehen, Fließpressen oder dergleichen, oder kontinuierlich durch Walzen oder Ziehen hergestellt.

Um bei einer Verwendung einer Brennstoffzellenanordnung für ein Fahrzeug im Betrieb eine hinreichende Wirtschaftlichkeit und geringe Kosten zu erzielen, ist beispielsweise die Leistung pro Quadratmeter Zellfläche und somit der Wirkungsgrad der Brennstoffzelle zu steigern.

In der DE 103 92 682 T5 ist eine Brennstoffzelle beschrieben, die durch abwechselndes Stapeln einer Elektrolyt-Elektroden-Anordnung und eines Paares von Separatoren gebildet ist. Die Elektrolyt-Elektroden-Anordnung enthält ein Paar von Elektroden und einen zwischen die betreffenden Elektroden eingefügten Elektrolyten. Ein Reaktantgas-Zuführungsdurchgang und ein Reaktantgas-Abführungsdurchgang erstrecken sich durch

die betreffenden Separatoren in einer Stapelungsrichtung. Dadurch ist zumindest ein Sauerstoff enthaltendes Gas oder ein Brennstoffgas als Reaktantgas zu einem Reaktantgas-Strömungsfeld, welches in einer Separatorfläche gebildet ist, die der genannten Membran-Elektroden-Anordnung zugewandt ist, zuführbar und aus diesem Reaktantgas-Strömungsfeld wieder abführbar. Zumindest der betreffende Reaktantgas-Zuführungsdurchgang oder der genannte Reaktantgas-Abführungsdurchgang enthalten erste und zweite gerade Abschnitte, die längs zweier Seiten von einer Ecke des betreffenden Separators lang gestreckt sind.

Aus der US 2007/0154758 A1 ist ein Brennstoffzellenstapel bekannt, welcher einen Kühlmittel-Zuführungsdurchgang und einen Kühlmittel-Abführungsdurchgang umfasst. Diese erstrecken sich in einer Stapelungsrichtung und sind mit einem Kühlmittel-Strömungsfeld verbunden. Der Kühlmittel-Zuführungsdurchgang und der Kühlmittel-Abführungsdurchgang sind an horizontal entgegengesetzten Seiten eines Reaktantgas-Strömungsfeldes angeordnet. Der Brennstoffzellenstapel umfasst des Weiteren eine sich in Stapelungsrichtung erstreckende Entlüftungsöffnung, welche an dem Kühlmittel-Strömungsfeld derart angeordnet ist, dass es höher liegt als der höchste Teil des Kühlmittel-Strömungsfeldes. Eine sich in Stapelungsrichtung erstreckende Entwässerungsöffnung ist am Kühlmittel-Strömungsfeld derart angeordnet, dass es tiefer liegt als der tiefste Teil des Kühlmittel-Strömungsfeldes.

In der US 2004/0106028 A1 ist eine Brennstoffzelle beschrieben, bei welcher sich ein Kühlmittel-Zuführungsdurchgang, ein Kühlmittel-Abführungsdurchgang und eine Entlüftungsöffnung in Stapelungsrichtung durch eine Bipolarplatte erstrecken. Der Kühlmittel-Zuführungsdurchgang und der Kühlmittel-Abführungsdurchgang sind mittig an horizontal entgegengesetzten Enden der Bipolarplatte angeordnet. Dazwischen ist ein Kühlmittel-Strömungsfeld angeordnet. Die Entlüftungsöffnung zur Entlüftung des Kühlmittel-Strömungsfeldes ist über dem Kühlmittel-Abführungsdurchgang angeordnet. Zumindest ein Teil der Entlüftungsöffnung ist dabei über dem höchsten Teil des Kühlmittel-Strömungsfeldes angeordnet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Bipolarplatte für eine Brennstoffzelle anzugeben, welche gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Bipolarplatten verbessert ist. Darüber hinaus ist eine verbesserte Brennstoffzellenanordnung anzugeben.

Die Aufgabe wird hinsichtlich der Bipolarplatte erfindungsgemäß gelöst durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale. Hinsichtlich der Brennstoffzellenanordnung wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die im Anspruch 20 angegebenen Merkmale gelöst.

Bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Eine Bipolarplatte für eine Brennstoffzelle, insbesondere zur Anordnung zwischen zwei benachbarten Membran-Elektroden-Anordnungen in einem Brennstoffzellenstapel, umfasst in herkömmlicher Weise zwei planparallel zueinander angeordnete Platten, von denen die eine als Anodenplatte und die andere als Kathodenplatte ausgebildet ist, auf deren Außenseiten jeweils ein Strömungsfeld durch in die Platten eingebrachte Strömungsfeldkanäle gebildet ist, welche jeweils von einem Reaktionsstoff durchströmbar sind, wobei zwischen der Anodenplatte und der Kathodenplatte auf deren Innenseiten durch Negativstrukturen der Strömungsfeldkanäle mindestens ein Kühlmittelkanal gebildet ist.

Erfindungsgemäß sind in Reaktionsstoff-Einströmungsbereichen und/oder Reaktionsstoff-Ausströmungsbereichen der Bipolarplatte jeweils nur Strömungsstrukturen für den jeweils einströmenden oder ausströmenden Reaktionsstoff und das Kühlmittel oder nur Strömungsstrukturen für die beiden Reaktionsstoffe ausgebildet.

Durch die Reduzierung der Anzahl der Strömungsstrukturen ist die Bipolarplatte flacher ausformbar, mit tieferen Strömungsstrukturen in den Reaktionsstoff-Einströmungsbereichen bzw. Reaktionsstoff-Ausströmungsbereichen. Ein Brennstoffzellenstapel ist daher kompakter ausführbar. Dies ist insbesondere in Einsatzbereichen, in welchen nur ein begrenzter Bauraum zur Verfügung steht, beispielsweise in Brennstoffzellenfahrzeugen, von großer Bedeutung. Durch die tieferen Strömungsstrukturen ist eine bessere Verteilung der Reaktionsstoffe auf Strömungsfeldkanäle des Strömungsfeldes erreichbar und eine dafür erforderliche Kompressorleistung geringer, wodurch ein verbesserter Wirkungsgrad durch eine gesteigerte Leistungsdichte der Brennstoffzelle erreichbar ist.

Durch die erfindungsgemäße Lösung ist erreicht, dass das Kühlmittel und die Reaktionsstoffe, insbesondere ein Kathodengas, weitgehend parallel strömen, so dass dadurch ein günstiger Temperaturgradient, d.h. ein von einem Beginn zu einem Ende eines Kathodengaskanals ansteigender Temperaturverlauf erzielbar ist. Auf diese Weise

ist ein wenig befeuchtetes bzw. nicht befeuchtetes Kathodengas einleitbar, ohne dass eine Austrocknung einer Polymer-Elektrolyt-Membran im Bereich des Beginns des Kathodengaskanals zu befürchten ist. Durch eine nach und nach ansteigende Temperatur in Strömungsrichtung nimmt die Fähigkeit des Kathodengases zu, bei der elektrochemischen Reaktion entstehendes Wasser aufzunehmen. Dadurch kann sich kein flüssiges Wasser bilden, welches die Kanäle verstopfen könnte.

Um eine optimale Verteilung der Kanäle auf der Bipolarplatte zu erreichen, wodurch ein auf der Bipolarplatte vorhandener Bauraum effizient nutzbar ist, sind Reaktionsstoffeingänge, ein Kühlmittleingang, Reaktionsstoffausgänge und ein Kühlmittelausgang vorzugsweise in jeweils unterschiedlichen, voneinander getrennten Bereichen der Bipolarplatte angeordnet. Dadurch sind eine optimale Zuführung und Abführung der Reaktionsstoffe und des Kühlmittels und möglichst geringe Abmessungen der Brennstoffzelle erzielbar.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind in den Reaktionsstoff-Einströmungsbereichen Einstromkanäle und in Reaktionsstoff-Ausströmungsbereichen Ausstromkanäle angeordnet, wodurch die Reaktionsstoffe optimal und gleichmäßig auf die Kanäle des jeweiligen Strömungsfeldes verteilbar sind.

In dieser Ausführungsform mündet der Kühlmittleingang bevorzugt in den Reaktionsstoff-Einströmungsbereich der Bipolarplatte und/oder der Kühlmittelausgang führt von dem Reaktionsstoff-Ausströmungsbereich der Bipolarplatte ab. Da in diesen Bereichen jeweils nur auf einer Platte Einstromkanäle bzw. Ausstromkanäle angeordnet sind, welche in etwa eine halbe Dicke der Bipolarplatte beanspruchen, ist die andere Hälfte der Dicke der Bipolarplatte für das Kühlmittel nutzbar. Dadurch ist sowohl eine von Beginn an optimale Kühlung der Reaktionsstoffe als auch eine optimale Zuführung sowohl der Reaktionsstoffe als auch des Kühlmittels zum Strömungsfeld erreichbar.

Da Einstromkanäle eines Strömungsfeld-Zuflussbereiches und/oder Ausstromkanäle eines Strömungsfeld-Abflussbereiches bevorzugt auf der Anodenplatte in Strömungsrichtung senkrecht zu den Einstromkanälen des Strömungsfeld-Zuflussbereiches und/oder Ausstromkanälen des Strömungsfeld-Abflussbereiches auf der Kathodenplatte angeordnet sind, ist auch ein ungehinderter Zufluss des Kühlmittels durch gebildete Zwischenräume zwischen den sich kreuzenden Einstromkanälen der

Anodenplatte und Kathodenplatte hindurch in den Strömungsfeldbereich sowie analog dazu ein ungehinderter Abfluss des Kühlmittels sichergestellt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform mündet der Kühlmittleingang direkt in den Strömungsfeldbereich der Bipolarplatte und/oder der Kühlmittelausgang führt direkt von dem Strömungsfeldbereich der Bipolarplatte ab. In dieser Ausführungsform ist der Reaktionsstoff-Einströmungsbereich zur optimalen Einströmung und Verteilung der Reaktionsstoffe nutzbar, da die gesamte Dicke der Bipolarplatte je zur Hälfte zur Ausbildung von Strömungsstrukturen für die Reaktionsstoffe auf der Anodenplatte bzw. auf der Kathodenplatte nutzbar ist.

Zweckmäßigerweise sind die Strömungsfeldkanäle des Strömungsfeldes in Strömungsrichtung gerade verlaufend angeordnet, wodurch eine optimale Durchströmung der Reaktionsstoffe und eine optimale Ausnutzung des auf der Bipolarplatte vorhandenen Bauraums für das Strömungsfeld und somit eine Optimierung der Leistungsdichte der Brennstoffzelle erreicht ist.

Vorzugsweise sind in dem Strömungsfeld eine zur Anzahl der Einströmkanäle doppelte Anzahl Strömungsfeldkanäle angeordnet, wobei jeweils ein Einströmkanal des Strömungsfeld-Zuflussbereiches in zwei Strömungsfeldkanäle des Strömungsfeldes mündet und jeweils zwei Strömungsfeldkanäle des Strömungsfeldes in einen Ausströmkanal des Strömungsfeld-Abflussbereiches münden. Dadurch sind relativ geringe Abmessungen von Reaktionsstoffeingängen bzw. Reaktionsstoffausgängen erreichbar, so dass diese in unterschiedlichen Bereichen der Bipolarplatte anordbar sind. Gleichzeitig ist durch diese Anordnung jedoch sichergestellt, dass das gesamte Strömungsfeld optimal mit den Reaktionsstoffen versorgbar ist, d.h. dass eine gesamte Breite der Bipolarplatte für das Strömungsfeld nutzbar ist. Da auf diese Weise eine Längsausdehnung des Strömungsfeldzuflussbereiches bzw. des Strömungsfeld-Abflussbereiches relativ gering ist, ist der vorhandene Bauraum der Bipolarplatte in Längsrichtung optimal für das Strömungsfeld nutzbar bzw. eine Längsausdehnung der Bipolarplatte und damit eine Größe der Brennstoffzelle reduzierbar.

In einer weiteren Ausführungsform sind die Anzahl der Strömungsfeldkanäle im Strömungsfeld und/oder die Anzahl der Einströmkanäle im Strömungsfeld-Zuflussbereich und/oder die Anzahl der Ausströmkanäle im Strömungsfeld-Abflussbereich identisch. Dies

ist erreichbar durch eine Streckung von Reaktionsstoffeingängen bzw. Reaktionsstoffausgängen in Längsrichtung der Bipolarplatte. Auf diese Weise ist ebenfalls das gesamte Strömungsfeld optimal mit den Reaktionsstoffen versorgbar, allerdings ist dies mit einer etwas größeren Längsausdehnung des Strömungsfeld-Zuflussbereichs bzw. des Strömungsfeld-Abflussbereichs verbunden.

In einer weiteren Ausführungsform verlaufen die Strömungsfeldkanäle des Strömungsfeldes in Strömungsrichtung wellenförmig oder serpentinenartig. Auf diese Weise sind ebenfalls relativ geringe Abmessungen von Reaktionsstoffeingängen bzw. Reaktionsstoffausgängen erreichbar, wobei trotzdem sichergestellt ist, dass das gesamte Strömungsfeld optimal mit den Reaktionsstoffen versorgbar ist, d.h. dass eine gesamte Breite der Bipolarplatte für das Strömungsfeld nutzbar ist, indem die Kanäle wellenförmig oder serpentinenartig den Bereich des Strömungsfeldes abdecken. Auf diese Weise ist wieder eine Längsausdehnung des Strömungsfeld-Zuflussbereiches bzw. des Strömungsfeld-Abflussbereiches relativ gering, so dass der vorhandene Bauraum der Bipolarplatte in Längsrichtung optimal für das Strömungsfeld nutzbar bzw. eine Längsausdehnung der Bipolarplatte und damit eine Größe der Brennstoffzelle reduzierbar ist. Dazu trägt, unabhängig von der jeweiligen Ausführungsform, natürlich auch die parallele Anordnung der Strömungsfeldkanäle des Strömungsfeldes bei. Mittels dieser verschiedenen Ausführungsformen ist, abhängig vom jeweiligen Verwendungszweck sowie weiteren Faktoren, wie beispielsweise Fertigungsmöglichkeiten, -aufwand und -kosten für die Bipolarplatte, jeweils ein optimales Design einer Kanalstruktur nutzbar.

Bei all diesen Ausführungsformen weisen die Strömungsfeldkanäle des Strömungsfeldes sowie die Einströmkanäle und die Ausströmkanäle vorzugsweise eine identische Tiefe auf, so dass eine optimale Anströmung und Durchströmung des Strömungsfeldes mit Reaktionsstoffen gesichert ist und daher eine erforderliche Kompressorleistung gegenüber dem Stand der Technik reduzierbar ist und somit eine optimale Leistungsdichte der Brennstoffzelle erzielbar ist.

Vorzugsweise sind zusätzlich zum Strömungsfeldbereich der Bipolarplatte der Strömungsfeld-Zuflussbereich und der Strömungsfeld-Abflussbereich als aktive Bereiche der Brennstoffzelle zur Erzeugung elektrischer Energie nutzbar, wodurch eine Leistungsdichte der Brennstoffzelle erheblich optimiert ist. Dies stellt gegenüber dem Stand der Technik eine erheblich effizientere Bauraumnutzung dar, so dass durch die

erfindungsgemäße Lösung bei gleich bleibendem Bauraum wesentlich leistungsfähigere Brennstoffzellen herstellbar sind bzw. bei gleich bleibender Leistung eine erhebliche Bauraumreduktion erzielbar ist.

Bevorzugt weisen korrespondierende Kanäle der Anodenplatte und der Kathodenplatte einen identischen Strömungsquerschnitt auf, d.h. die Dicke der Bipolarplatte ist je zur Hälfte von Kanälen der Anodenplatte und der Kathodenplatte nutzbar, wobei dies durch die erfindungsgemäße Lösung für die gesamte Kanalstruktur der Bipolarplatte zutrifft, so dass mit einer optimalen Versorgung der Brennstoffzelle mit Reaktionsgasen ein optimaler Ablauf der elektrochemischen Reaktion zur Energieerzeugung sichergestellt ist.

Vorzugsweise sind in einem Bereich der Bipolarplatte, in welchem die Strömungsfelder der Anodenplatte und der Kathodenplatte angeordnet sind, die Strömungsrichtungen der Reaktionsstoffe und des Kühlmittels gleichsinnig oder gegensinnig zueinander, d.h. entweder in die gleiche Richtung oder parallel in die Gegenrichtung. Dadurch ist sowohl eine optimale Kühlung der Reaktionsstoffe als auch ein optimaler Ablauf der elektrochemischen Reaktion zur Energieerzeugung durch eine gleichmäßige Zuführung der Reaktionsstoffe und deren optimale Kühlung sichergestellt.

Für eine einfache und kostengünstig herstellbare Bipolarplatte mit einer möglichst homogenen Reaktionsstoffzufuhr ist vorgesehen, dass alle Einströmkanäle der jeweiligen Platte von einem gemeinsamen Reaktionsstoffeingang abgehen. Dabei ist dem Reaktionsstoffeingang je nach zugehöriger Elektrode als Reaktionsstoff ein gasförmiger Reaktions- oder Brennstoff, z. B. Wasserstoff oder ein Wasserstoff enthaltendes Gas, oder ein Oxidationsmittel, z. B. Sauerstoff oder ein Sauerstoff enthaltendes Gas, z. B. Luft, zuführbar. Analog hierzu münden zweckmäßigerweise alle Ausströmkanäle der jeweiligen Platte in einen gemeinsamen Reaktionsstoffausgang, über welchen als Reaktionsprodukte Wasser oder Wasserdampf und/oder ein Restbrenngas abführbar sind.

Zweckmäßigerweise gehen ebenso alle Kühlmittelkanäle der Bipolarplatte von einem gemeinsamen Kühlmiteileingang ab bzw. münden in einen gemeinsamen Kühlmittelausgang, um eine möglichst effektive Kühlung der Brennstoffzelle sicherzustellen.

Für einen möglichst robusten Aufbau und eine einfache Einbringung der gesamten Kanalstruktur sind die beiden Platten aus Metall. Dabei ist die Kanalstruktur in die jeweilige Platte durch Formrecken, Tiefziehen, Fließpressen oder dergleichen, oder kontinuierlich durch Walzen oder Ziehen einbringbar.

Hinsichtlich der Brennstoffzellenanordnung mit mehreren gestapelten Brennstoffzellen, die als Membran-Elektroden-Anordnung mit einer zwischen zwei Gasdiffusionselektroden angeordneten Elektrolytmembran ausgebildet sind, ist vorgesehen, dass zwischen zwei benachbarten Brennstoffzellen jeweils eine erfindungsgemäße Bipolarplatte angeordnet ist.

Bevorzugt wird die erfindungsgemäße Bipolarplatte in einer Brennstoffzellenanordnung verwendet. Dabei kann es sich bei der Brennstoffzellenanordnung um eine Anzahl von gestapelten Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen handeln, zwischen denen jeweils eine Bipolarplatte angeordnet ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Bipolarplatte,

Fig. 2 eine Darstellung eines Querschnitts in einem Strömungsfeldbereich,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Bipolarplatte mit wellenförmig verlaufenden Kanälen,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Bipolarplatte mit serpentinartig verlaufenden Kanälen,

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Bipolarplatte mit gleicher Anzahl Strömungsfeldkanäle in einem Strömungsfeldbereich und Einströmkanäle in einem Strömungsfeld-Zuflussbereich, und

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Bipolarplatte B. Die dargestellte Bipolarplatte B umfasst zwei planparallel angeordnete Platten A, K, von denen die eine als Anodenplatte A und die andere als Kathodenplatte K ausgebildet ist. Auf Außenseiten der Platten A, K ist jeweils ein Strömungsfeld S durch in die Platten A, K eingebrachte Strömungsfeldkanäle SK gebildet. Diese Strömungsfelder S sind jeweils von einem Reaktionsstoff durchströmbar, welcher auf diese Weise einer nicht dargestellten Gasdiffusionsschicht, beispielsweise einer Membran-Elektroden-Anordnung, einer Brennstoffzelle zur Energieerzeugung zuführbar ist. Zwischen der Anodenplatte A und der Kathodenplatte K sind auf deren Innenseiten durch Negativstrukturen der Strömungsfeldkanäle SK Kühlmittelkanäle KK gebildet. Eine Tiefe der Strömungsfeldkanäle SK in jeder Außenseite der Platte A, K entspricht in etwa einer halben Dicke der Bipolarplatte B. Die Strömungsfeldkanäle SK der beiden Platten A, K sind genau übereinander angeordnet, so dass sich Bodenbereiche der Strömungsfeldkanäle SK der Platten A, K berühren. Dadurch ist zum einen eine effektive und kostengünstige Abstützungsstruktur der Bipolarplatte B gebildet, zum anderen sind dadurch zwischen den beiden Platten A, K zwischen den sich mit dem Bodenbereich berührenden Strömungsfeldkanälen SK Zwischenräume gebildet, welche als Kühlmittelkanäle KK nutzbar sind.

Dazu ist in Figur 2 ein Querschnitt durch einen Strömungsfeldbereich der Bipolarplatte B dargestellt, welcher den Aufbau einer gesamten Kanalstruktur der Bipolarplatte B in diesem Bereich verdeutlicht. Hier deutlich zu erkennen sind die beiden Platten A, K der Bipolarplatte B mit den jeweiligen Strömungsfeldkanälen SK, welche aufeinander aufliegen, sowie die dadurch gebildeten Kühlmittelkanäle KK zwischen den beiden Platten A, K. Die Strömungsfeldkanäle SK auf den Außenseiten der Platten A, K nutzen jeweils die halbe Dicke der Bipolarplatte B, dazwischen steht für das Kühlmittel die volle Dicke der Bipolarplatte B zur Verfügung.

Im Bereich von Querseiten der Bipolarplatte B sind Reaktionsstoffeingänge RA, RK bzw. Reaktionsstoffausgänge sowie ein Kühlmittleingang KE bzw. ein Kühlmittelausgang angeordnet. In Figur 1 dargestellt ist nur eine Querseite der Bipolarplatte B, d. h. zwei Reaktionsstoffeingänge RA, RK und ein Kühlmittleingang KE, da die entsprechenden Ausgänge analog dazu angeordnet sind. Die Reaktionsstoffeingänge RA, RK umfassen

einen Reaktionsstoffeingang RA auf der Kathodenplatte K der Bipolarplatte B und einen Reaktionsstoffeingang RK auf der Anodenseite A der Bipolarplatte B. Der Kühlmittleingang KE ist zur Einleitung eines Kühlmittels zwischen die Platten A, K der Bipolarplatte B vorgesehen.

In der erfindungsgemäßen Lösung sind die Reaktionsstoffeingänge RA, RK und -ausgänge und der Kühlmittleingang KE und -ausgang auf der Bipolarplatte B alle räumlich voneinander getrennt. Unmittelbar vor dem jeweiligen Reaktionsstoffeingang RA, RK ist ein Reaktionsstoff-Einströmungsbereich RE angeordnet, analog dazu, hier nicht dargestellt, unmittelbar vor dem jeweiligen Reaktionsstoffausgang ein Reaktionsstoff-Ausströmungsbereich. In diesen Reaktionsstoff-Einströmungsbereichen RE bzw. Reaktionsstoff-Ausströmungsbereichen sind im dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils nur auf einer Platte A, K Einströmkanäle EK zur Einströmung des jeweiligen Reaktionsstoffs bzw. Ausströmkanäle zur Ausströmung des jeweiligen Reaktionsstoffs angeordnet, welche jeweils die volle Kanaltiefe, die der halben Dicke der Bipolarplatte B entspricht, aufweisen. Dadurch steht ein Raum zwischen den Platten A, K, in welchen sich die jeweils anderen Kanäle erstrecken würden, in diesen Reaktionsstoff-Einströmungsbereichen RE bzw. Reaktionsstoff-Ausströmungsbereichen vollständig zur Verteilung des Kühlmittels zur Verfügung. Dies ist ermöglicht durch die bereits erwähnte räumliche Trennung der Reaktionsstoffeingänge RA, RK bzw. -ausgänge auf der Bipolarplatte B. Dadurch ist eine sofortige effektive Kühlung des jeweils einströmenden Reaktionsstoffes und eine optimale Einströmung und Verteilung der Reaktionsstoffe und des Kühlmittels erreicht.

Auf diese Weise ist gegenüber dem Stand der Technik eine dünnere Bauform der Bipolarplatte B bei gleich bleibender Verteilung der Reaktionsstoffe und des Kühlmittels oder bei gleich bleibender Dicke der Bipolarplatte B eine wesentlich verbesserte Verteilung ermöglicht. Nach dem Stand der Technik sind in diesen Bereichen Kanalstrukturen auf beiden Platten A, K angeordnet. Da diese Kanalstrukturen in diesen Bereichen jedoch nicht parallel verlaufen, sondern sich überkreuzen, sind diese bei Bipolarplatten B nach dem Stand der Technik nur mit verringerter Tiefe ausführbar, um sowohl die beiden Reaktionsstoffe als auch das Kühlmittel durch diesen Bereich leiten zu können. Dadurch ergeben sich erhöhte Druckverluste, wodurch eine höhere Kompressorleistung erforderlich ist und ein Wirkungsgrad der Brennstoffzelle verringert ist. Des Weiteren ist durch die geringere Tiefe der Kanalstrukturen eine optimale Verteilung der Reaktionsstoffe und des Kühlmittels auf die jeweiligen Kanäle SK, KK im Strömungsfeld S erschwert.

Zwischen den Reaktionsstoff-Einströmungsbereichen RE bzw. Reaktionsstoff-Ausströmungsbereichen und dem Strömungsfeld S ist ein Strömungsfeld-Zuflussbereich SZ bzw. ein nicht dargestellter Strömungsfeld-Abflussbereich angeordnet. In diesem Strömungsfeld-Zuflussbereich SZ bzw. Strömungsfeld-Abflussbereich überkreuzen sich Einstromkanäle EK bzw. Ausstromkanäle beider Platten A, K der Bipolarplatte B, sind aber trotzdem mit voller Kanaltiefe ausgebildet, da das Kühlmittel durch Zwischenräume zwischen den sich überkreuzenden Einstromkanälen EK bzw. Ausstromkanälen zu dem Strömungsfeld S führbar bzw. von diesem abführbar ist. Da in diesem Strömungsfeld-Zuflussbereich SZ bzw. Strömungsfeld-Abflussbereich beide Reaktionsstoffe durch die Einstromkanäle EK bzw. Ausstromkanäle geführt sind, sind der Strömungsfeld-Zuflussbereich SZ bzw. der Strömungsfeld-Abflussbereich zusätzlich zum Strömungsfeld S als aktive Bereiche der Brennstoffzelle zur Energieerzeugung nutzbar, wodurch eine optimale Nutzung eines Bauraums der Brennstoffzelle erreicht ist. Eine Leistung einer derartigen Brennstoffzelle ist daher bei gleichem Bauraumbedarf erheblich steigerbar bzw. bei gleicher Leistung ein Bauraumbedarf der Brennstoffzelle erheblich reduzierbar. Dies ist insbesondere bei einer Nutzung von Brennstoffzellen beispielsweise zur Energieerzeugung in Fahrzeugen von großer Bedeutung, da nur ein sehr begrenzter Bauraum zur Verfügung steht.

Durch die erfindungsgemäße Lösung ist erreicht, dass das Kühlmittel und die Reaktionsstoffe, insbesondere ein Kathodengas, über große Teile der Bipolarplatte B weitgehend parallel strömen, so dass dadurch ein günstiger Temperaturgradient, d.h. ein von einem Beginn zu einem Ende der Kanalstruktur ansteigender Temperaturverlauf erzielbar ist. Auf diese Weise ist ein wenig befeuchtetes bzw. nicht befeuchtetes Kathodengas einleitbar, ohne dass eine Austrocknung einer Polymer-Elektrolyt-Membran im Bereich des Beginns eines Kathodengaskanals zu befürchten ist. Durch eine nach und nach ansteigende Temperatur in Strömungsrichtung nimmt die Fähigkeit des Kathodengases zu, bei der elektrochemischen Reaktion entstehendes Wasser aufzunehmen. Dadurch kann sich kein flüssiges Wasser bilden, welches die gesamte Kanalstruktur verstopfen könnte.

Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel sind Abmessungen der Reaktionsstoffeingänge RA, RK bzw. -ausgänge möglichst gering gehalten, um auf diese Weise einen möglichst großen aktiven Bereich der Brennstoffzelle zu ermöglichen. Allerdings sind dadurch nur eine begrenzte Anzahl Einstromkanäle EK zur Einstromung und Verteilung der Reaktionsstoffe bzw. Ausstromkanäle zur Ableitung der

Reaktionsstoffe anordbar, welche auf das Strömungsfeld S mit wesentlich mehr Strömungsfeldkanälen SK, im dargestellten Ausführungsbeispiel der doppelten Anzahl Strömungsfeldkanäle SK, zu verteilen sind. Um dies zu ermöglichen, ist jeweils ein Einströmkanal EK des Strömungsfeld-Zuflussbereichs SZ bzw. ein Ausströmkanal des Strömungsfeld-Abflussbereichs mit jeweils zwei Strömungsfeldkanälen SK des Strömungsfeldes S verbunden, so dass die Reaktionsstoffe gleichmäßig auf das jeweilige Strömungsfeld S verteilbar bzw. von diesem ableitbar sind.

In Figur 3 ist eine weitere Möglichkeit dargestellt, zum einen die Reaktionsstoffeingänge RA, RK bzw. -ausgänge möglichst klein zu gestalten, aber trotzdem eine volle Breite der Bipolarplatte B für das Strömungsfeld S zu nutzen. Dies ist im hier dargestellten Ausführungsbeispiel, in welchem der Übersichtlichkeit halber nur die Kathodenplatte K der Bipolarplatte B dargestellt ist, durch wellenförmig verlaufende Strömungsfeldkanäle SK des Strömungsfeldes S realisiert. Auf diese Weise ist ebenfalls eine für das Strömungsfeld S auf der Bipolarplatte B vorhandene Fläche optimal nutzbar, um so eine optimale Leistungsdichte der Brennstoffzelle zu erzielen. Durch eine Änderung der Amplitude dieser wellenförmig verlaufenden Strömungsfeldkanäle SK des Strömungsfeldes S ist ein Design der Bipolarplatte B veränderbar, d. h. die Bipolarplatte B beispielsweise in Längsrichtung länger oder kürzer ausführbar und so optimal an die Brennstoffzelle anpassbar bzw. die zu fertigende Brennstoffzelle optimal an die jeweiligen Erfordernisse, beispielsweise an einen zur Verfügung stehenden Bauraum in einem Fahrzeug anpassbar. Die Strömungsfeldkanäle SK des Strömungsfeldes S auf der Anodenplatte A der Bipolarplatte B sind analog dazu angeordnet. Der Reaktionsstoff-Einströmungsbereich RE, der Reaktionsstoff-Ausströmungsbereich sowie der Strömungsfeld-Zuflussbereich SZ und Strömungsfeld-Abflussbereich der dargestellten Ausführungsform sind analog zu der bereits in Figur 1 dargestellten und erläuterten Ausführungsform ausgebildet.

In Figur 4 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt. Hier ist ein Verlauf der Strömungsfeldkanäle SK des Strömungsfeldes S zur optimalen Ausnutzung der Fläche auf der Bipolarplatte B, welche für das Strömungsfeld S zur Verfügung steht, serpentinartig ausgeformt. Dabei ist eine Breite des Strömungsfeldes S im hier dargestellten Ausführungsbeispiel in drei Bereiche B1, B2, BM unterteilt. Ein erster äußerer Bereich B1 erstreckt sich entlang einer ersten Längsseite des Strömungsfeldes S und weist etwa ein Drittel der Breite des Strömungsfeldes S auf, ein zweiter äußerer Bereich B2 erstreckt sich entlang einer zweiten Längsseite des Strömungsfeldes S und weist ebenfalls in etwa ein Drittel der Breite des Strömungsfeldes S auf. Ein mittlerer

Bereich BM des Strömungsfeldes S erstreckt sich zwischen dem ersten äußeren Bereich B1 und dem zweiten äußeren Bereich B2 des Strömungsfeldes S in einem mittleren Drittel der Breite des Strömungsfeldes S.

Die Strömungsfeldkanäle SK verlaufen vom Strömungsfeld-Zuflussbereich SZ in Strömungsrichtung durch den ersten äußeren Bereich B1 des Strömungsfeldes S bis zu einer dem Strömungsfeld-Zuflussbereich SZ gegenüber liegenden Querseite des Strömungsfeldes S, an welcher sie in einer 180° Kurve in den mittleren Bereich BM des Strömungsfeldes S einmünden. In diesem mittleren Bereich BM des Strömungsfeldes S verlaufen die Strömungsfeldkanäle SK parallel und entgegen der Strömungsrichtung zu einer dem Strömungsfeld-Abflussbereich gegenüber liegenden Querseite des Strömungsfeldes S, an welcher sie, eine 180° Kurve beschreibend, in den zweiten äußeren Bereich B2 des Strömungsfeldes S einmünden und in diesem zweiten äußeren Bereich B2 des Strömungsfeldes S parallel und in Strömungsrichtung zum Strömungsfeld-Abflussbereich verlaufen. Auf diese Weise bilden die Strömungsfeldkanäle SK des dargestellten Ausführungsbeispiels drei Serpentinaen, welche durch diese drei Bereiche B1, B2, BM des Strömungsfeldes S verlaufen. Die dargestellte Ausführungsform bietet somit eine weitere Möglichkeit, die Reaktionsstoffeingänge RA, RK bzw. -ausgänge möglichst klein zu gestalten, aber trotzdem eine volle Breite der Bipolarplatte B für das Strömungsfeld S zu nutzen. Selbstverständlich sind in weiteren Ausführungsformen auch eine größere Anzahl Serpentinaen möglich.

Der Reaktionsstoff-Einströmungsbereich RE, der Reaktionsstoff-Ausströmungsbereich sowie der Strömungsfeld-Zuflussbereich SZ und Strömungsfeld-Abflussbereich der dargestellten Ausführungsform sind ähnlich der bereits in Figur 1 dargestellten und erläuterten Ausführungsform ausgebildet. Insbesondere sind gemäß der erfindungsgemäßen Lösung im Reaktionsstoff-Einströmungsbereich RE bzw. Reaktionsstoff-Ausströmungsbereich nur jeweils auf einer Platte A, K Eaströmkanäle EK ausgebildet.

In Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt. Der Übersichtlichkeit halber ist wiederum nur eine Seite der Bipolarplatte B dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel verlaufen die Strömungsfeldkanäle SK des Strömungsfeldes S, analog zu Figur 1, wieder gerade. In diesem Ausführungsbeispiel sind allerdings sowohl im Strömungsfeld S als auch in den Strömungsfeld-Zuflussbereichen SZ bzw. Strömungsfeld-Abflussbereichen eine identische Anzahl Eaströmkanäle EK angeordnet. Um dies zu erreichen, sind die

Reaktionsstoffeingänge RA, RK bzw. -ausgänge vergrößert. Da aber weiterhin sichergestellt sein muss, dass in den jeweiligen Reaktionsstoff-Einströmungsbereichen RE bzw. Reaktionsstoff-Ausströmungsbereichen jeweils nur auf einer Platte A, K eine Kanalstruktur ausgebildet ist, sind die Reaktionsstoffeingänge RA, RK bzw. -ausgänge in Längsrichtung der Bipolarplatte B vergrößert. Auf diese Weise sind aus den Reaktionsstoffeingängen RA, RK eine identische Anzahl Einströmkanäle EK herausführbar bzw. in die Reaktionsstoffausgänge eine identische Anzahl Ausströmkanäle hineinführbar, wie im Strömungsfeld S angeordnet sind.

In Figur 6 ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung dargestellt, welche allerdings in ihrer Funktionsweise von den bisher dargestellten Ausführungsformen abweicht. In dieser Ausführungsform ist zwischen den Reaktionsstoffeingängen RA, RK bzw. -ausgängen und dem Strömungsfeld S lediglich der Reaktionsstoff-Einströmungsbereich RE bzw. Reaktionsstoff-Ausströmungsbereich der Bipolarplatte B angeordnet, in welchen keinerlei Einströmkanäle EK bzw. Ausströmkanäle als Strömungsstrukturen, sondern lediglich Leit- und Stützelemente L angeordnet sind. Diese haben sowohl eine Leitfunktion für die einströmenden Reaktionsstoffe, um diese optimal auf die Strömungsfeldkanäle SK des Strömungsfeldes S zu verteilen, als auch, analog zu Kanalwänden der Strömungsfeldkanäle SK, eine Stützfunktion für die an diesen anliegende, nicht dargestellte Gasdiffusionsschicht der Brennstoffzelle.

Entgegen den anderen dargestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Lösung, in welchen in diesen Bereichen jeweils Strömungsstrukturen für einen Reaktionsstoff und das Kühlmittel angeordnet sind, sind in dieser Ausführungsform Strömungsstrukturen für beide Reaktionsstoffe angeordnet. Dadurch ist die Dicke der Bipolarplatte B je zur Hälfte für die Strömungsstrukturen der Reaktionsstoffe nutzbar, wodurch eine optimale Einströmung der Reaktionsstoffe und eine optimale Verteilung auf die Strömungsfeldkanäle SK des Strömungsfeldes S sichergestellt ist, mit den bereits beschriebenen Vorteilen der erfindungsgemäßen Lösung gegenüber dem Stand der Technik.

Die Kühlmittleingänge KE bzw. -ausgänge sind in diesem Ausführungsbeispiel seitlich des Strömungsfeldes S angeordnet, jeweils im Bereich eines Eingangs bzw. Ausgangs des Strömungsfeldes S. Allerdings sind die Strömungsfeldkanäle SK des Strömungsfeldes S für die Reaktionsstoffe in diesen Bereichen partiell nicht mit der vollen

Kanaltiefe ausführbar, d. h. an einigen Stellen dürfen sich die Kanalunterseiten nicht berühren, so dass dadurch Durchlässe für eine Querverbindung zwischen den Kühlmittleingängen KE bzw. -ausgängen und den Kühlkanälen KK des Strömungsfeldbereiches der Bipolarplatte B zur Durchströmung des Kühlmittels gebildet sind.

Dies, sowie das in diesem Bereich noch nicht optimal parallel zu den Reaktionsstoffen strömende Kühlmittel, sind zwar ein Nachteil gegenüber den anderen dargestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Lösung, jedoch ist im weitaus größten Teil des Strömungsfeldes S diese optimal parallel verlaufende Strömung des Kühlmittels und der Reaktionsstoffe sichergestellt. Gegenüber dem Stand der Technik ist auch diese Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung durch eine höhere Leistungsdichte, eine optimale Einströmung und Verteilung der Reaktionsstoffe und eine geringere benötigte Kompressorleistung mit erheblichen Vorteilen verbunden.

Durch eine Vielzahl möglicher Ausführungsformen an Bipolarplatten B nach der erfindungsgemäßen Lösung ist für den jeweiligen Anwendungsbereich eine optimale Ausführungsform einsetzbar und auf diese Weise eine Brennstoffzelle bzw. ein Brennstoffzellenstapel beispielsweise je nach erforderlicher Leistung und dem zur Verfügung stehenden Bauraum optimierbar und produzierbar, wobei mittels der erfindungsgemäßen Lösung gegenüber dem Stand der Technik leistungsfähigere bzw. kleinere Brennstoffzellen herstellbar sind.

Daimler AG

Bezugszeichenliste

B	Bipolarplatte
A	Anodenplatte
K	Kathodenplatte
L	Leit- und Stützelemente
KE	Kühlmitteleingang
RA, RK	Reaktionsstoffeingänge
S	Strömungsfeld
RE	Reaktionsstoff-Einströmungsbereich
SZ	Strömungsfeld-Zuflussbereich
EK	Einströmkanäle
SK	Strömungsfeldkanäle
KK	Kühlmittelkanäle
B1	erster äußerer Bereich
B2	zweiter äußerer Bereich
BM	mittlerer Bereich

Daimler AG

Patentansprüche

1. Bipolarplatte (B) für eine Brennstoffzelle mit mindestens zwei planparallel zueinander angeordneten Platten (A, K), von denen die eine als Anodenplatte (A) und die andere als Kathodenplatte (K) ausgebildet ist, auf deren Außenseiten jeweils ein Strömungsfeld (S) durch in die Platten (A, K) eingebrachte Strömungsfeldkanäle (SK) gebildet ist, welche jeweils von einem Reaktionsstoff durchströmbar sind, wobei zwischen der Anodenplatte (A) und der Kathodenplatte (K) auf deren Innenseiten durch Negativstrukturen der Strömungsfeldkanäle (SK) mindestens ein Kühlmittelkanal (KK) gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass in Reaktionsstoff-Einströmungsbereichen (RE) und/oder Reaktionsstoff-Ausströmungsbereichen der Bipolarplatte (B) jeweils nur Strömungsstrukturen für den jeweils einströmenden oder ausströmenden Reaktionsstoff und das Kühlmittel oder nur Strömungsstrukturen für die beiden Reaktionsstoffe ausgebildet sind.
2. Bipolarplatte (B) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Reaktionsstoffeingänge (RA, RK), ein Kühlmittleingang (KE), Reaktionsstoffausgänge und ein Kühlmittelausgang in jeweils unterschiedlichen, voneinander getrennten Bereichen der Bipolarplatte (B) angeordnet sind.
3. Bipolarplatte (B) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in den Reaktionsstoff-Einströmungsbereichen (RE) Einstromkanäle (EK) und in Reaktionsstoff-Ausströmungsbereichen Ausströmkanäle angeordnet sind.

4. Bipolarplatte (B) nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlmiteileingang (KE) in den Reaktionsstoff-Einströmungsbereich (RE) der Bipolarplatte (B) mündet und/oder der Kühlmittelausgang von dem Reaktionsstoff-Ausströmungsbereich der Bipolarplatte (B) abführt.
5. Bipolarplatte (B) nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass Einstromkanäle (EK) eines Strömungsfeld-Zuflussbereiches (SZ) und/oder Ausströmkanäle eines Strömungsfeld-Abflussbereiches auf der Anodenplatte (A) in Strömungsrichtung senkrecht zu Einstromkanälen (EK) des Strömungsfeld-Zuflussbereiches (SZ) und/oder Ausströmkanälen des Strömungsfeld-Abflussbereiches auf der Kathodenplatte (K) angeordnet sind.
6. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlmiteileingang (KE) direkt in einen Strömungsfeldbereich der Bipolarplatte (B) mündet und/oder der Kühlmittelausgang direkt von dem Strömungsfeldbereich der Bipolarplatte (B) abführt.
7. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsfeldkanäle (SK) des Strömungsfeldes (S) in Strömungsrichtung gerade verlaufend angeordnet sind.
8. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass in dem Strömungsfeld (S) eine zur Anzahl der Einstromkanäle (EK) doppelte Anzahl Strömungsfeldkanäle (SK) angeordnet sind, wobei jeweils ein Einstromkanal (EK) des Strömungsfeld-Zuflussbereiches (SZ) in zwei Strömungsfeldkanäle (SK) des Strömungsfeldes (S) mündet und jeweils zwei Strömungsfeldkanäle (SK) des Strömungsfeldes (S) in einen Ausströmkanal des Strömungsfeld-Abflussbereiches münden.
9. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Strömungsfeldkanäle (SK) im Strömungsfeld (S) und/oder die Anzahl der Einstromkanäle (EK) im Strömungsfeld-

Zuflussbereich (SZ) und/oder die Anzahl der Ausströmkanäle im Strömungsfeld-Abflussbereich identisch ist.

10. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsfeldkanäle (SK) des Strömungsfeldes (S) in Strömungsrichtung wellenförmig verlaufen.
11. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsfeldkanäle (SK) des Strömungsfeldes (S) in Strömungsrichtung serpentinartig verlaufen.
12. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsfeldkanäle (SK) des Strömungsfeldes (S) parallel zueinander verlaufen.
13. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsfeldkanäle (SK), die Einströmkanäle (EK) und die Ausströmkanäle eine identische Tiefe aufweisen.
14. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsfeld-Zuflussbereich (SZ) und der Strömungsfeld-Abflussbereich als aktive Bereiche der Brennstoffzelle zur Erzeugung elektrischer Energie nutzbar sind.
15. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass korrespondierende Kanäle (EK, SK) der Anodenplatte (A) und der Kathodenplatte (K) einen identischen Strömungsquerschnitt aufweisen.
16. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Bereich der Bipolarplatte (B), in welchem die Strömungsfelder (S) der Anodenplatte (A) und der Kathodenplatte (K) angeordnet sind, die Strömungsrichtungen der Reaktionsstoffe und des Kühlmittels gleichsinnig oder gegensinnig zueinander sind.

17. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle Einströmkanäle (EK) der jeweiligen Platte (A, K) von einem gemeinsamen Reaktionsstoffeingang (RA, RK) abgehen und/oder alle Ausströmkanäle der jeweiligen Platte (A, K) in einen gemeinsamen Reaktionsstoffausgang münden.
18. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle Kühlmittelkanäle (KK) der Bipolarplatte (B) von einem gemeinsamen Kühlmittleingang (KE) abgehen und in einen gemeinsamen Kühlmittelausgang münden.
19. Bipolarplatte (B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten (A, K) aus Metall sind.
20. Brennstoffzellenanordnung mit mehreren gestapelten Brennstoffzellen, die als Membran-Elektroden-Anordnung mit einer zwischen zwei Gasdiffusionselektroden angeordneten Elektrolytmembran ausgebildet sind, wobei zwischen mindestens zwei Brennstoffzellen jeweils eine Bipolarplatte (B) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 angeordnet ist.
21. Verwendung einer Bipolarplatte (B) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 in einer Brennstoffzellenanordnung aus einer Anzahl von gestapelten Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen, zwischen denen die Bipolarplatten (B) angeordnet sind.

1/3

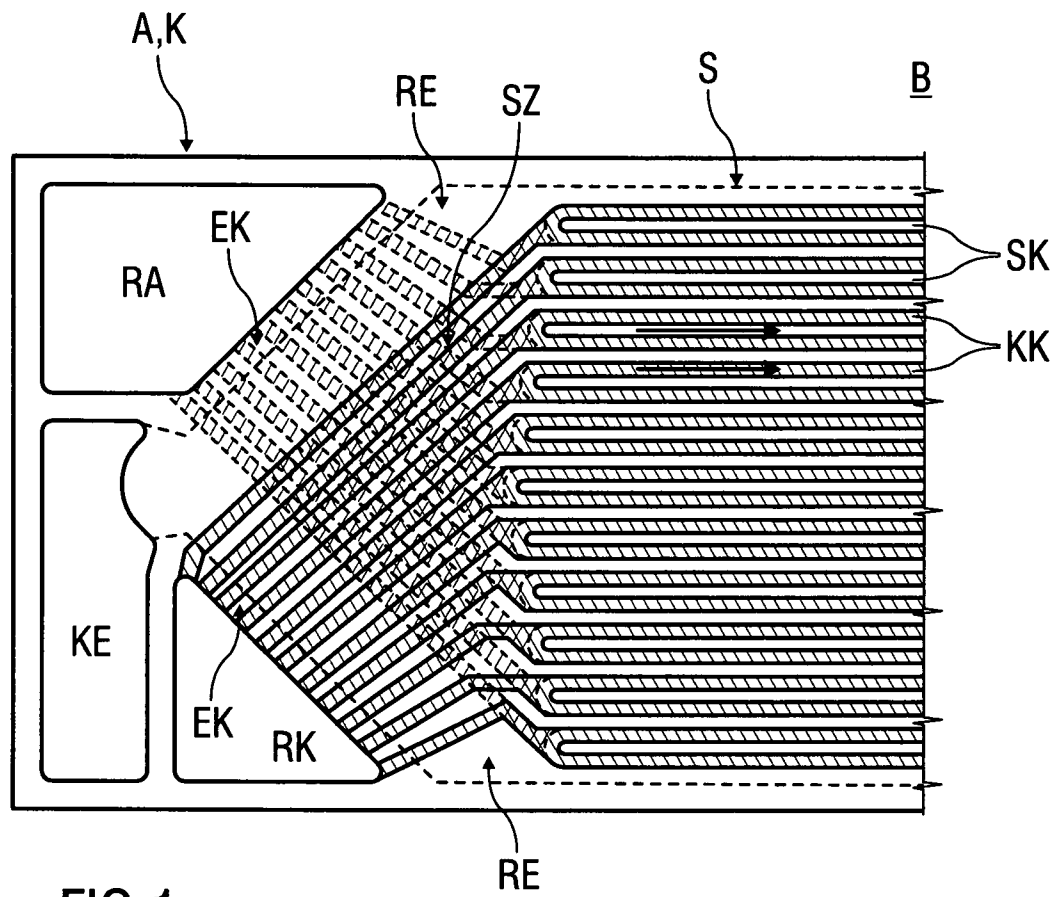


FIG 1

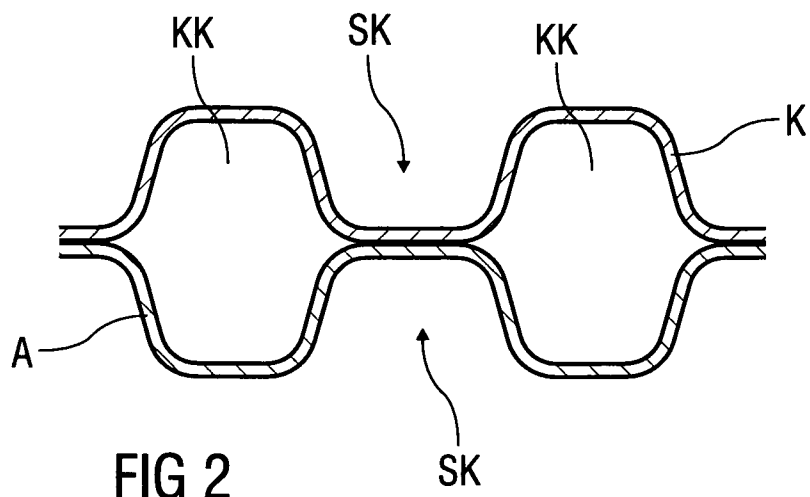


FIG 2

2/3

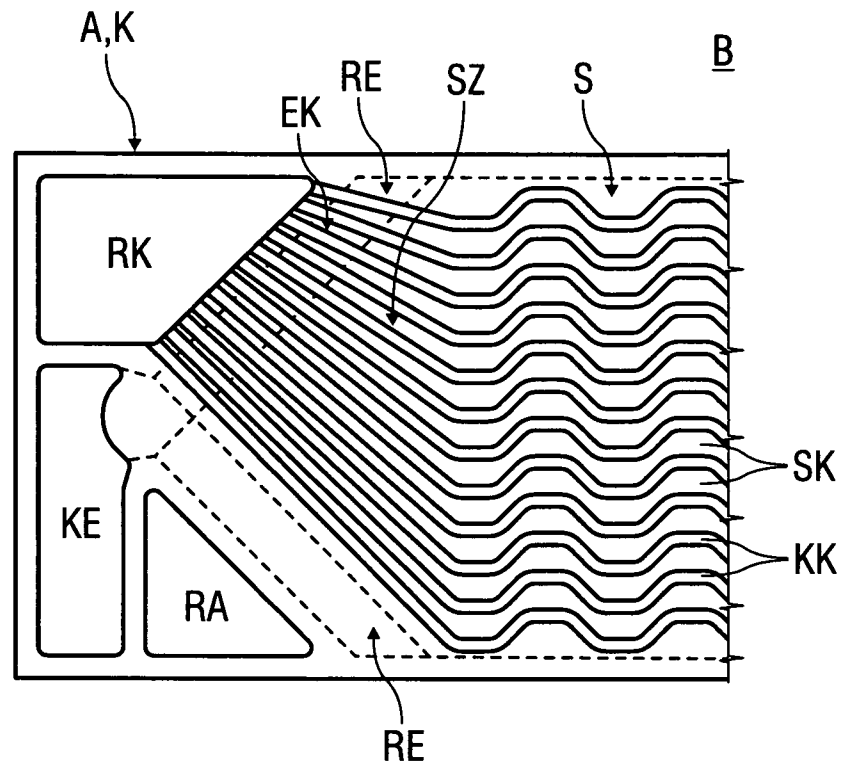


FIG 3

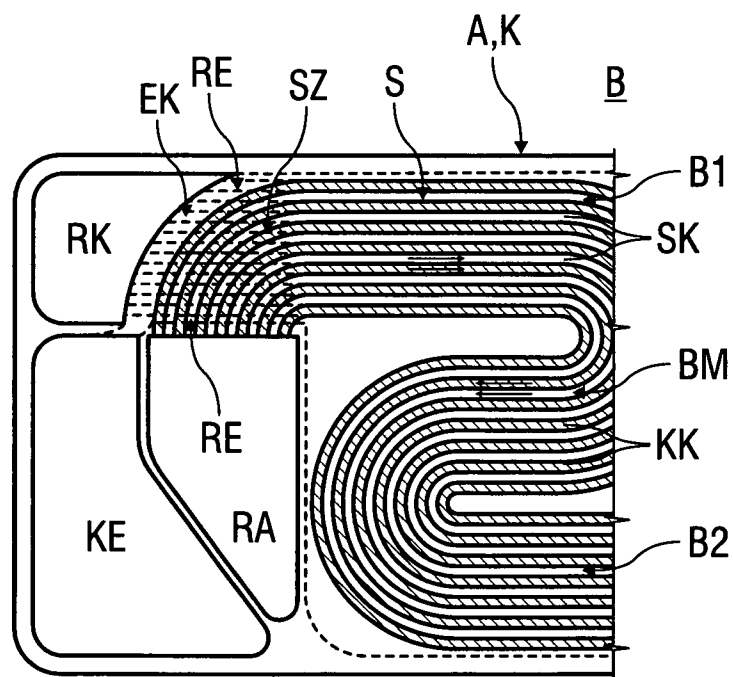


FIG 4

3/3

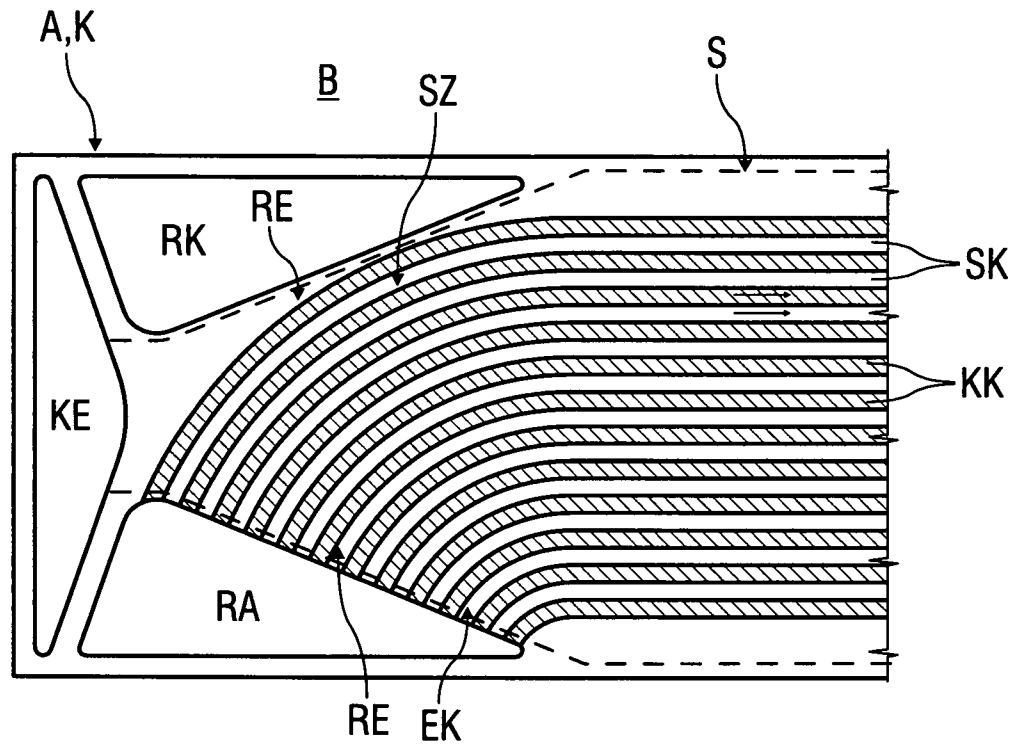


FIG 5

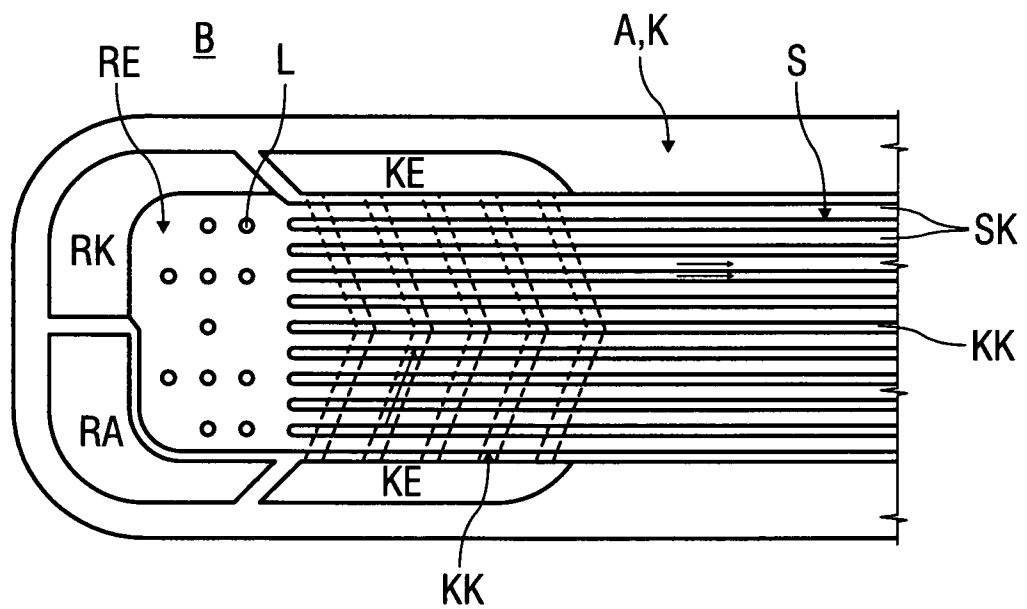


FIG 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/007591

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M8/02
ADD. H01M8/04 H01M8/10 H01M8/24

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 practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2006/054399 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; HIRAO TAKAYUKI; MAEKAWA YUKIHIRO; TAKADA KAZUYOSHI) 26 May 2006 (2006-05-26) abstract; figures 1-14	1-7, 12-13, 15-21
X	US 2008/220311 A1 (BLANK FELIX [DE] ET AL) 11 September 2008 (2008-09-11) figures 1-6	1-6, 9, 11-13, 15-21
X	US 2005/153184 A1 (BEUTEL MATTHEW J [US] ET AL) 14 July 2005 (2005-07-14) figures 1-7 paragraph [0028]	1-3, 5, 8, 10, 12-21
	----- -/--	

☒ 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 document 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

7 December 2009

Date of mailing of the international search report

14/12/2009

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

Fernandez Morales, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/007591

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/083979 A2 (HYDROGENICS CORP [CA]; FRANK DAVID [CA]; CHEN XUESONG [CA]; SORBERA SO) 9 October 2003 (2003-10-09) page 14, line 18 - line 28 figures 1-4	1-4, 6-8, 12-21
X	EP 1 830 426 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 5 September 2007 (2007-09-05) paragraph [0033] paragraph [0040] figures 1-10	1-4, 6-7, 9, 11-13, 15-21
X	US 2008/113255 A1 (GOTO SHUHEI [JP] ET AL) 15 May 2008 (2008-05-15) figures 1-14	1-3, 7, 12-13, 15-21
X	US 2005/064270 A1 (MARIANOWSKI LEONARD G [US]) 24 March 2005 (2005-03-24) figures 1-5	1-2, 6-7, 12-13, 15-16, 20-21
X	US 2006/046130 A1 (LAI YEH-HUNG [US]) 2 March 2006 (2006-03-02) figures 1-4	1, 7, 12-13, 15-16, 20-21
X	FR 2 911 219 A1 (CONCEPTION DEV MICHELIN S A [CH]) 11 July 2008 (2008-07-11) page 4, line 1 - line 27 figures 1-8	1-2, 9, 11-13, 15-16, 19-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2009/007591

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006054399	A1	26-05-2006	JP 2006147255 A	08-06-2006
US 2008220311	A1	11-09-2008	AT 443351 T	15-10-2009
			DE 102005035098 A1	01-02-2007
			EP 1952471 A1	06-08-2008
			WO 2007017115 A1	15-02-2007
			JP 2009503772 T	29-01-2009
US 2005153184	A1	14-07-2005	CN 1902772 A	24-01-2007
			DE 112004002605 T5	02-11-2006
			JP 2007518239 T	05-07-2007
			WO 2005069406 A2	28-07-2005
WO 03083979	A2	09-10-2003	AU 2003213924 A1	13-10-2003
			CA 2477467 A1	09-10-2003
			CN 1643718 A	20-07-2005
			EP 1497881 A2	19-01-2005
			JP 2006508496 T	09-03-2006
EP 1830426	A1	05-09-2007	AT 429716 T	15-05-2009
			DE 102006009844 A1	06-09-2007
US 2008113255	A1	15-05-2008	NONE	
US 2005064270	A1	24-03-2005	WO 2005031938 A2	07-04-2005
US 2006046130	A1	02-03-2006	US 2008286619 A1	20-11-2008
FR 2911219	A1	11-07-2008	EP 2122728 A1	25-11-2009
			WO 2008083836 A1	17-07-2008

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/007591

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01M8/02

ADD. H01M8/04 H01M8/10 H01M8/24

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2006/054399 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; HIRAO TAKAYUKI; MAEKAWA YUKIHIRO; TAKADA KAZUYOSHI) 26. Mai 2006 (2006-05-26) Zusammenfassung; Abbildungen 1-14	1-7, 12-13, 15-21
X	US 2008/220311 A1 (BLANK FELIX [DE] ET AL) 11. September 2008 (2008-09-11) Abbildungen 1-6	1-6, 9, 11-13, 15-21
X	US 2005/153184 A1 (BEUTEL MATTHEW J [US] ET AL) 14. Juli 2005 (2005-07-14) Abbildungen 1-7 Absatz [0028]	1-3, 5, 8, 10, 12-21
	----- -/--	

☒ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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

7. Dezember 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/12/2009

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

Fernandez Morales, N

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/007591

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 03/083979 A2 (HYDROGENICS CORP [CA]; FRANK DAVID [CA]; CHEN XUESONG [CA]; SORBERA SO) 9. Oktober 2003 (2003-10-09) Seite 14, Zeile 18 - Zeile 28 Abbildungen 1-4 -----	1-4, 6-8, 12-21
X	EP 1 830 426 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 5. September 2007 (2007-09-05) Absatz [0033] Absatz [0040] Abbildungen 1-10 -----	1-4, 6-7, 9, 11-13, 15-21
X	US 2008/113255 A1 (GOTO SHUHEI [JP] ET AL) 15. Mai 2008 (2008-05-15) Abbildungen 1-14 -----	1-3, 7, 12-13, 15-21
X	US 2005/064270 A1 (MARIANOWSKI LEONARD G [US]) 24. März 2005 (2005-03-24) Abbildungen 1-5 -----	1-2, 6-7, 12-13, 15-16, 20-21
X	US 2006/046130 A1 (LAI YEH-HUNG [US]) 2. März 2006 (2006-03-02) Abbildungen 1-4 -----	1, 7, 12-13, 15-16, 20-21
X	FR 2 911 219 A1 (CONCEPTION DEV MICHELIN S A [CH]) 11. Juli 2008 (2008-07-11) Seite 4, Zeile 1 - Zeile 27 Abbildungen 1-8 -----	1-2, 9, 11-13, 15-16, 19-21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/007591

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006054399 A1	26-05-2006	JP 2006147255 A	08-06-2006
US 2008220311 A1	11-09-2008	AT 443351 T	15-10-2009
		DE 102005035098 A1	01-02-2007
		EP 1952471 A1	06-08-2008
		WO 2007017115 A1	15-02-2007
		JP 2009503772 T	29-01-2009
US 2005153184 A1	14-07-2005	CN 1902772 A	24-01-2007
		DE 112004002605 T5	02-11-2006
		JP 2007518239 T	05-07-2007
		WO 2005069406 A2	28-07-2005
WO 03083979 A2	09-10-2003	AU 2003213924 A1	13-10-2003
		CA 2477467 A1	09-10-2003
		CN 1643718 A	20-07-2005
		EP 1497881 A2	19-01-2005
		JP 2006508496 T	09-03-2006
EP 1830426 A1	05-09-2007	AT 429716 T	15-05-2009
		DE 102006009844 A1	06-09-2007
US 2008113255 A1	15-05-2008	KEINE	
US 2005064270 A1	24-03-2005	WO 2005031938 A2	07-04-2005
US 2006046130 A1	02-03-2006	US 2008286619 A1	20-11-2008
FR 2911219 A1	11-07-2008	EP 2122728 A1	25-11-2009
		WO 2008083836 A1	17-07-2008