



(10) **DE 10 2007 028 805 B4** 2010.11.25

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 028 805.2**  
(22) Anmeldetag: **19.06.2007**  
(43) Offenlegungstag: **24.12.2008**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **25.11.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01M 8/04** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Samsung SDI Co., Ltd., Suwon, Kyonggi-do, KR**

(74) Vertreter:  
**Anwaltskanzlei Gulde Hengelhaupt Ziebig & Schneider, 10179 Berlin**

(72) Erfinder:  
**Mergel, Stefan, 10437 Berlin, DE; Zabel, Andreas, 10243 Berlin, DE; Larrain, Diego, 10999 Berlin, DE; Bronold, Matthias, 12209 Berlin, DE**

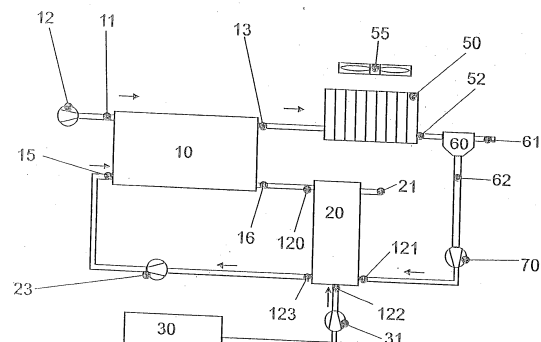
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

|           |                  |           |
|-----------|------------------|-----------|
| <b>US</b> | <b>61 10 613</b> | <b>A</b>  |
| <b>EP</b> | <b>1 962 360</b> | <b>A1</b> |
| <b>EP</b> | <b>1 383 191</b> | <b>A1</b> |

(54) Bezeichnung: **Kombinierte Gas-Flüssigkeitsseparator- und Mischer-Vorrichtung für DMFC Brennstoffzellensysteme und integrierte Flüssigkeitsmanagementeinheit**

(57) Hauptanspruch: Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung für Brennstoffzellensysteme, die die folgenden Untereinheiten umfasst, einen integralen Bestandteil der Vorrichtung ausbildend:

- eine Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (200) zur Trennung eines Gases aus einem flüssigen Brennstoffgemisch;
- eine Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (60) zur Trennung eines Gases von einer Flüssigkeit; und
- eine Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (201) zum Transport von Flüssigkeitsströmen in und/oder aus den Untereinheiten;
- wobei die Vorrichtung ferner die folgenden mit der Umgebung kommunizierenden Einlässe/Auslässe umfasst:
  - ein Gas-/Flüssigkeitseinlass (1301);
  - ein Gas-/Brennstoffgemischeinlass (102);
  - ein Brennstoffeinlass (202);
  - ein Brennstoffgemischauslass (1030), ausgebildet an der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (201);
  - eine erste Gasseparationsmembran (802), die auf einer Seite der Vorrichtung derart angeordnet ist, dass das abgeschiedene Gas aus der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (200) durch die erste Gasseparationsmembran (802) an die Umgebung abgegeben wird; und
  - eine zweite Gasseparationsmembran (501), angeordnet an einer anderen Seite als die Seite, die die erste Gasseparationsmembran (802) umfasst,...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht auf eine kombinierte Gas-Flüssigkeitsseparator- und Mischer-Vorrichtung für DMFC Brennstoffzellensysteme und eine integrierte Flüssigkeitsmanagementeinheit für DMFC-Systeme.

## Technischer Hintergrund und Stand der Technik

**[0002]** Eine Brennstoffzelle ist eine galvanische Zelle, die die chemische Reaktionsenergie eines kontinuierlich zugeführten Brennstoffes und eines Oxidationsmittels in elektrische Energie umwandelt. Eine Brennstoffzelle besteht in der Regel aus zwei Elektroden, die durch eine Membran oder einen Elektrolyten voneinander getrennt sind. Die Anode wird mit dem Brennstoff, zum Beispiel Wasserstoff, Methan oder Methanol, umspült und der Brennstoff wird dort oxidiert. Die Kathode wird mit dem Oxidationsmittel umspült, zum Beispiel Sauerstoff, Wasserstoffperoxid oder Kaliumthiocyanat, das an der Elektrode reduziert wird. Die zur Realisation der einzelnen Komponenten verwendeten Materialien sind je nach Brennstoffzellentyp unterschiedlich zu wählen.

**[0003]** Die Direktmethanol-Brennstoffzelle (DMFC; direct methanol fuel cell) ist eine Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle, die schon bei Temperaturen im Bereich von ca. 60–120°C arbeitet. Als Elektrolyt verwendet dieser Zellentyp eine Polymermembran. Methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) wird ohne vorherige Reformierung zusammen mit Wasser direkt der Anode zugeführt und dort oxidiert. An der Anode entsteht als Abgas Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ). Der Kathode als Oxidationsmittel zugeführte Luftsauerstoff reagiert mit  $\text{H}^+$ -Ionen und Elektroden zu Wasser. Der Vorteil der DMFC liegt in der Verwendung eines flüssigen, sehr leicht speicherbaren und überaus billigen Energieträgers, der zum Beispiel in Kunststoffpatronen verbreitet werden kann. Zudem existiert eine weit verzweigte Infrastruktur für Methanol bereits in vielen Bereichen, zum Beispiel durch die Verwendung als Frostschutzzusatz im Scheibenwischerwasser für Kraftfahrzeuge. Dieser Brennstoffzellentyp kann – je nach Auslegung – Leistungen im Bereich von einigen mW bis einigen 100 KW erbringen. DMFCs eignen sich insbesondere für den portablen Einsatz in elektronischen Geräten als Ersatz und Ergänzung zu herkömmlichen Akkumulatoren. Typische Einsatzgebiete legen in der Telekommunikation und der Energieversorgung von Notebooks.

**[0004]** Die Oxidation des Methanols am Katalysator der Anode erfolgt stufenweise, wobei mehrere Reaktionswege mit unterschiedlichen Zwischenprodukten in der Diskussion stehen. Um die Effizienz der Brennstoffzelle hochzuhalten, ist es erforderlich die Reaktionsprodukte rasch aus der Umgebung der Elektrode zu entfernen. Aufgrund der herrschenden Temperaturen und des zu Grunde liegenden Chemismus entsteht ein Flüssig/Gas-Gemisch aus  $\text{CO}_2$ , Wasser, Wasserdampf und nicht umgesetzten Methanol. Aus diesem Flüssig/Gas-Gemisch muss das  $\text{CO}_2$  abgetrennt werden, um nach Einjustierung der Methanolkonzentration die flüssige Brennstoffmischung erneut der Anode zuzuführen. Die Abtrennung der Gase geschieht mit Hilfe eines  $\text{CO}_2$ -Separators.

**[0005]** An der Kathode bildet sich aus nicht verbrauchter Luft, Wasser und Wasserdampf ebenfalls ein Flüssig/Gas-Gemisch. Um eine lange Autarkie des Systems zu erreichen, muss ein möglichst großer Teil des Wassers von der Luft abgetrennt und in den Anodenkreislauf zurückgeführt werden. Zu diesem Zweck ist ein Wärmetauscher hinter dem Kathodenausgang der Brennstoffzelle angeordnet, um das Gemisch zu kühlen und so eine Kondensation des Wasserdampfes zu erreichen.

**[0006]** Dem Wärmetauscher nachgelagert ist ein Luftseparator angeordnet, der den Luftstrom vom flüssigen Wasser abtrennt, um das Wasser wieder in den Anodenkreislauf zurück zu führen.

**[0007]** Die Separatoren dienen demnach vornämlich dem Wassermanagement und der Entfernung von  $\text{CO}_2$  aus dem Gleichgewicht. Sie werden zumeist als separate Einrichtungen verwirklicht, die mit der eigentlichen Brennstoffzelle jeweils über eine für das Flüssig/Gas-Gemisch gängige Zuleitung verbunden ist. Dieser räumliche Abstand bedingt auch einen Temperaturgradienten und aus dem sich langsam abkühlenden Flüssig/Gas-Gemisch kondensiert Wasser aus. Herkömmliche Separatoren trennen das Phasengemisch aus flüssigen und gas-beziehungsweise dampfförmigen Komponenten, wobei die gas-beziehungsweise dampfförmigen Komponenten an die Umgebung abgegeben werden. Auch die vorliegende Erfindung setzt hier an.

**[0008]** Bekannt ist, einen Separator zur Trennung des Flüssig/Gas-Gemisches mit einer porösen Membran auszustatten. Die poröse Membran ist mit ihrer Innenseite dem Flüssig/Gas-Gemisch zugewandt und ihre Außenseite steht mit der Umgebung in Kontakt. Weiterhin sind derartige Membranen in der Regel mit hydrophoben Materialien beschichtet oder bestehen aus diesen. Von der Innenseite der Membran erstrecken sich Diffusionskanäle zur Außenseite, die so dimensioniert sind, dass an der Innenseite befindliches (flüssiges) Was-

ser nicht eindringen, jedoch Gas nach Außen diffundieren kann.

**[0009]** Bei den Separatoren des Standes der Technik wird das Flüssig/Gas-Gemisch in einen Hohlraum verbracht, der an die gaspermeable Membran grenzt. Ein Volumen des Hohlraums und eine relative Lage der Membran richten sich nach der Orientierung des Separators im Betrieb und den zu erwartenden Volumina an Flüssig/Gas-Gemisch. Das Volumen des Hohlraums wird so vorgegeben, dass sich das Flüssig/Gas-Gemisch nach Eintritt in den Hohlraum in eine Gas- und Flüssigphase separieren kann und diese dann über das gesamte Volumen des Hohlraums voneinander getrennt vorliegen. Die Membran wird so angeordnet, dass sie an eine Oberseite des Hohlraums grenzt, die im geregelten Betrieb mit der Gasphase in Kontakt steht. An der Unterseite wird die Flüssigphase abgeführt. Eine hinreichende Funktionalität derartiger Separatoren ist jedoch nur dann gewahrt, wenn die Ausrichtung des Separators im Raum beachtet wird. Der Separator darf allenfalls um wenige Grade aus seiner aufrechten Position verschwenkt werden, damit die Gasphase weiterhin an der Membran anliegt. Gerade für den mobilen Einsatz von Brennstoffzellen ist dieser Umstand jedoch limitierend.

**[0010]** Eine mögliche Ausgestaltung einer kombinierten CO<sub>2</sub>- und Wasser-Separationsvorrichtung ist in US 6 110 613 A gezeigt. Der Stapelbrennstoffauslassstrom bestehend aus einem Brennstoffgemisch und CO<sub>2</sub> und der Stabelluftauslassstrom bestehend aus Luft und Wasser werden in einen einzigen Separationsraum geführt. Die flüssigen Komponenten beider Ströme verlassen den Separationsraum am Boden und werden dem Brennstoffeinlass des Stapels nach Mischung mit konzentriertem Brennstoff zugeführt. Die gasförmigen Komponenten werden einer Rückgewinnungsvorrichtung zugeführt, die Wasser und Brennstoffrückstände aus den Abgasen in den Einlassluftstrom durch eine durchlässige Einheit transferiert.

**[0011]** Der Nachteil dieser Lösung ist, dass sie nicht orientierungsunabhängig ist, da Flüssigkeit durch den Gasauslass des Separationsraumes verloren gehen würde, wenn er auf den Kopf gestellt werden würde. Ferner ist der Aufbau sehr kompliziert, da eine Brennstoff/Wasser-Zurückgewinnungsvorrichtung stromabwärts benötigt wird, um einen hohen Wasserstand und Brennstoffverlust im System zu vermeiden.

**[0012]** Ein anderes Ausführungsbeispiel einer kombinierten CO<sub>2</sub>- und Wasser-Separationsvorrichtung ist in EP 1 383 191 A1 offenbart. Hier wird die CO<sub>2</sub>-Separation in einem mit Brennstoffgemisch gefüllten Raum erreicht, der einen Einlass verbunden mit einem Stapelbrennstoffauslass und einen Auslass verbunden mit einer Zirkulationspumpe aufweist. Die CO<sub>2</sub>-Blasen werden vom Brennstoffgemisch durch die Schwerkraft während der Verweilzeit des Brennstoffgemisches innerhalb des Separationsraumes separiert. Über diesem Separationsraum ist ein Wasserseparator angeordnet. Es gibt Öffnungen zwischen dem CO<sub>2</sub>-Separationsraum und dem Wasserseparator, was zu einer Zufuhr von separiertem CO<sub>2</sub> zur Entlüftungsöffnung führt und eine Rückführung von separiertem Wasser in die CO<sub>2</sub>-Separationsvorrichtung (zurück zum Anodenkreislauf), beides durch die Wirkung der Schwerkraft. Der Hauptnachteil dieses Ausführungsbeispiels ist die starke Abhängigkeit von der Orientierung der Vorrichtung, d. h. die Vorrichtung arbeitet im Wesentlichen nur in aufrechter Position. Dies kann auch zu Problemen führen, wenn die Separationsvorrichtung in einen flachen Systemaufbau, wie er z. B. bei Notebookladestationen gefordert ist, integriert werden muss.

**[0013]** Ferner sind für den Betrieb von mobilen elektronischen Vorrichtungen kompakte DMFC-Systeme notwendig, die zusätzlich in unterschiedlichen Orientierungen arbeiten müssen.

**[0014]** In DMFC-Systemen sind zwei Gas/Flüssigkeitsseparatoren notwendig. Ein Wasserseparator wird für die Separation des Luftabstromes von Brennstoffzellen von kondensiertem Wasser benötigt, wobei Letzteres in den Anodenkreislauf des System zurückgeführt wird. Da der benötigte Luftstrom in einer DMFC relativ groß ist, ist eine große Fläche von Separationsmembran notwendig, um einen zu großen Druckabfall beim Durchdringen der Luft durch die Membran zu vermeiden. Ferner ist ein CO<sub>2</sub>-Separator zur Separation von CO<sub>2</sub> aus dem flüssigen Brennstoffgemisch notwendig. Gemäß dem Stand der Technik wird die CO<sub>2</sub>-Separation in einer kombinierten Vorrichtung vorgenommen, die auch konzentrierten Brennstoff vom Brennstofftank und zurückgewonnenes Wasser aus dem Wasserseparator in den Anodenkreislauf dazumischt. Die Mischervorrichtung braucht ein bestimmtes internes Flüssigkeitsvolumen, um genügend Brennstoffgemisch für einen kontinuierlichen Betrieb aufzunehmen. Beide, der Wasserseparator und der CO<sub>2</sub>-Separator müssen mit der Umgebung kommunizieren, um die separierten Gase an die Umgebung zu entlüften.

**[0015]** Ferner ist ein Wärmetauscher zur Kondensation von Wasser aus dem Abgasstrom des Brennstoffzellenkathodenauslasses notwendig. Normalerweise wird der Wärmetauscher durch einen Lüfter gekühlt, der auch mit der Umgebung kommunizieren muss, was ein Problem beim Design einer kompakten Vorrichtung verursacht.

**[0016]** Ferner sind Flüssigkeitsverbindungen zwischen den verschiedenen Komponenten einer Gas-Separations- und Mischervorrichtung notwendig. Solche flüssigen Verbindungen werden gewöhnlich aus Röhren geformt, welche brechen könnten und Flüssigkeitslecks verursachen könnten, was eine Quelle der Zerstörung der Vorrichtung darstellt.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0017]** Die Grundaufgabe der Erfindung ist es, die oben beschriebenen Nachteile im Stand der Technik zu überwinden. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine kombinierte Gas/Flüssigkeits-Separator und Mischervorrichtung für ein DMFC-System anzugeben, welche in der Lage ist, in aufrechter und geneigter Position zu arbeiten. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, eine kombinierte Gas/Flüssigkeits-Separator und Mischervorrichtung anzugeben, die kompakt ist. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, eine kombinierte Gas/Flüssigkeits-Separator und Mischervorrichtung anzugeben, die nur mit wenigen Flüssigkeitsverbindungen zur Umgebung auskommt.

**[0018]** Die Idee der Erfindung ist es, die Komponenten der kombinierten Vorrichtung auf eine Art und Weise anzuordnen, dass die Luftseparationsmembran und die CO<sub>2</sub>-Separationsmembran in Richtung der Außenseiten der Vorrichtung angebracht sind und so, dass der Kühlstrom, der durch den Wärmetauscher mittels des Lüfters nicht durch eine der Membranen behindert wird. Ferner stellt eine Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit den Transport der Flüssigkeiten von einer Komponente zur Anderen sicher.

**[0019]** Demzufolge ist eine kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung für Brennstoffzellensysteme angegeben, die die folgenden Untereinheiten, einen integralen Bestandteil der Vorrichtung ausbildend, umfasst: eine Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit zur Trennung eines Gases aus einem flüssigen Brennstoffgemisch; eine Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit zur Trennung eines Gases von einer Flüssigkeit; und eine Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit zum Transport von Flüssigkeitsströmen in und/oder aus den Untereinheiten; wobei die Vorrichtung ferner die folgenden mit der Umgebung kommunizierenden Einlässe/Auslässe umfasst: ein Gas-/Flüssigkeitseinlass; ein Gas/Brennstoffgemischeinlass; ein Brennstoffeinlass; ein Brennstoffgemischauslass, ausgebildet an der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit; eine erste Gasseparationsmembran, die auf einer Seite der Vorrichtung derart angeordnet ist, dass das abgeschiedene Gas aus der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit durch die erste Gasseparationsmembran an die Umgebung abgegeben wird; und eine zweite Gasseparationsmembran, angeordnet an einer anderen Seite als die Seite, die die erste Gasseparationsmembran umfasst, so dass das abgeschiedene Gas aus der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit durch die zweite Gasseparationsmembran an die Umgebung abgegeben wird.

**[0020]** Die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit kann den Gas-/Brennstoffgemischeinlass, die erste Gasseparationsmembran und den integrierten Brennstoffgemischauslass aufweisen. Die besagte erste Gasseparationsmembran kann wenigstens einen Teil einer äußeren Seite der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit ausbilden. Die erste Gasseparationsmembran kann auch eine vollständige Seite der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit ausbilden.

**[0021]** Die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit kann einen integrierten Gas/Flüssigkeitseinlass, einen integrierten Flüssigkeitsauslass verbunden mit dem Brennstoffgemischauslass und die zweite Gasseparationsmembran umfassen.

**[0022]** Die besagte zweite Gasseparationsmembran kann wenigstens ein Teil einer äußeren Seite der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit ausbilden. Die besagte zweite Gasseparationsmembran kann wenigstens einen Teil einer äußeren Fläche der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit ausbilden, die eine senkrechte Orientierung in Bezug auf die erste Gasseparationsmembran aufweist.

**[0023]** Die Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit kann den Gas/Flüssigkeitseinlass umfassen, einen integrierten Gas/Flüssigkeitsauslass, einen integrierten Kanal, der den Gas/Flüssigkeitseinlass mit dem Gas/Flüssigkeitsauslass verbindet, einen integrierten Brennstoffgemischeinlass und den Brennstoffgemischauslass, wobei der integrierte Gas/Flüssigkeitsauslass mit dem integrierten Gas/Flüssigkeitseinlass der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit in Verbindung steht, und der integrierte Brennstoffgemischeinlass der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit mit dem integrierten Brennstoffgemischauslass der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit in Verbindung steht. Die Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit kann mit der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit auf einer anderen Seite als die Seite, die die erste Gasseparationsmembran umfasst, verbunden sein. Dies stellt sicher, dass genügend Fläche zur Entlüftung der separierten Gase an die Umgebung vorhanden ist. Die andere Seite kann die gegenüberliegende Seite des Ortes der ersten Gasseparationsmembran sein.

- [0024]** Der Brennstoffeinlass kann an der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit vorgesehen sein, in Verbindung stehend mit dem Brennstoffgemischauslass, um Brennstoff zum Auslassstrom hinzuzumischen.
- [0025]** Der Brennstoffeinlass kann an der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit angeordnet sein, um Brennstoff dem abgeschiedenen Brennstoff aus der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit hinzuzumischen.
- [0026]** Der integrierte Flüssigkeitsauslass der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit kann in Verbindung mit dem Flüssigkeitseinlass stehen, der an der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit angebracht ist und verbunden ist mit dem Brennstoffgemischauslass. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann der integrierte Flüssigkeitsauslass der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit mit einer Flüssigkeitsverbindung der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit kommunizieren, verbunden mit dem Brennstoffgemischauslass über den Brennstoffgemischeinlass und den Brennstoffgemischeinlass.
- [0027]** Die Gas/Brennstoff-Separations- und Mischeruntereinheit kann CO<sub>2</sub> und Methanol trennen.
- [0028]** Die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit kann Luft und Wasser trennen Die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit kann ferner einen flexiblen gebogenen Schlauch, der über dem integrierten Brennstoffgemischauslass angeordnet ist, und einen Flüssigkeitsfüllstandssensor umfassen.
- [0029]** Der Flüssigkeitsauslass der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit ist bevorzugt am Boden der Untereinheit ausgebildet, wobei die erste Gasseparationsmembran als Gasauslass an der Oberseite der Untereinheit ausgebildet ist, und wobei der Gas/Flüssigkeitseinlass in einem oberen Bereich einer Seitenfläche der Untereinheit arrangiert ist.
- [0030]** Der Flüssigkeitsauslass ist bevorzugt im Zentrum des Bodens der Vorrichtung ausgebildet.
- [0031]** Besagte Membran ist aus PTFE ausgebildet. Die Membran weist bevorzugt eine Dicke von 100 bis 300 µm auf.
- [0032]** Der Gas/Flüssigkeitsstrom zur Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit kann von einer DMFC-Anode geführt sein.
- [0033]** Der Einlass der Flüssigkeitsverteilungsplatte kann auf einer anderen Seite der Flüssigkeitsverteilungsplatte als der Auslass angeordnet sein.
- [0034]** Die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit kann ferner mit Mitteln zur Erzeugung eines Gegendruckes, welches einen Druck zur Unterstützung der Gas/Flüssigkeitstrennung erzeugt, ausgebildet sein.
- [0035]** Besagtes Mittel zur Erzeugung eines Gegendruckes kann dadurch realisiert sein, dass der Flüssigkeitsauslass der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit mit einem reduzierten Querschnitt im Vergleich zum entsprechenden Einlass ausgebildet ist.
- [0036]** Die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit kann über der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit angeordnet sein und die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit kann neben der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit und der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit angeordnet sein.
- [0037]** Die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit kann ferner umfassen: einen geschlossenen Kanal, der einen Fließweg für das besagte Luft/Flüssigkeitgemisch darstellt und den Einlass mit dem Auslass verbindet, und eine hydrophobe gasdurchlässige Membran, wobei eine Wand des Kanals vollständig oder teilweise aus besagter Membran besteht. Ein Flansch kann über der gaselektiven Membran angeordnet sein, um eine mechanische Halterung der Membran an einem Körper der besagten Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit vorzusehen. Die Halterungsstruktur des Flansches kann über den Kanalwänden platziert sein. Der Umfang der Membran kann in Bezug auf den Körper der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit versiegelt sein. Die besagte zweite Gasseparationsmembran kann auf einer Seite des Kanals in Kontakt mit der Umgebung angeordnet sein. Der Kanal kann in einer serpentinhaften Art ausgebildet sein. Das Gas/Flüssigkeitgemisch kann von einer DMFC-Kathode der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit zugeführt werden. Die Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit kann Wasser und reines Methanol verteilen und ein Wasser-Methanol-Gemisch abgeben.
- [0038]** Ferner ist eine integrierte Flüssigkeitsmanagementeinheit für Direktmethanol-Brennstoffzellen ange-

geben, die integral umfasst: eine erfindungsgemäße kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung; eine Wärmetauscheruntereinheit, die einen Gas-/Flüssigkeitseinlass umfasst, der mit der Umgebung kommuniziert, und einen Gas/Flüssigkeitsauslass, wobei der Gas/Flüssigkeitsauslass mit dem Gas/Flüssigkeitseinlass der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit verbunden ist, wodurch eine integrierte Flüssigkeitsverbindung der Einheit hergestellt wird.

[0039] Die Wärmetauscheruntereinheit kann mit der Gas/Brennstoff-Separations- und Mischeruntereinheit und der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit verbunden sein. Die Wärmetauscheruntereinheit kann ferner einen Lüfter umfassen, der mit der Umgebung kommuniziert, zur Erzeugung eines Kühlluftstromes für das Gas/Flüssigkeitgemisch, welches in der Wärmetauscheruntereinheit enthalten ist.

[0040] Der Lüfter kann Luft von einer Seite ansaugen, die senkrecht zur Seite der Einheit ist, die die erste Gasseparationsmembran umfasst oder senkrecht zur Seite der Einheit, die die zweite Gasseparationsmembran umfasst.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0041] Die Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf Ausführungsbeispiele der Erfindung und die entsprechenden Zeichnungen näher beschrieben werden.

[0042] [Fig. 1](#) zeigt ein DMFC-System des Standes der Technik;

[0043] [Fig. 2](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel des Mischers mit integrierter Gasabscheidevorrichtung gemäß dem Stand der Technik;

[0044] [Fig. 3](#) zeigt ein DMFC-Systemaufbau mit einer integrierten Flüssigkeitsmanagementeinheit gemäß der Erfindung;

[0045] [Fig. 4](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Flüssigkeitsmanagementeinheit in zusammengebautem Zustand;

[0046] [Fig. 5](#) zeigt eine Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit der erfindungsgemäßen Flüssigkeitsmanagementeinheit im Detail;

[0047] [Fig. 6](#) zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Flüssigkeitsmanagementeinheit in einer Explosionsdarstellung;

[0048] [Fig. 7](#) zeigt einen horizontalen Schnitt durch die Gas/Flüssigkeit-Separations untereinheit der [Fig. 6](#);

[0049] [Fig. 8](#) zeigt eine Draufsicht auf die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit der

[0050] [Fig. 6](#), wobei die Sichtrichtung durch die ausgefüllten Pfeile in [Fig. 6](#) angedeutet ist;

[0051] [Fig. 9](#) zeigt einen vertikalen Schnitt durch die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit der [Fig. 6](#) in einer aufrechten Orientierung;

[0052] [Fig. 10](#) zeigt einen vertikalen Schnitt durch die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit in einer geeigneten Orientierung im Winkel von 90° im Vergleich zu der Orientierung der [Fig. 9](#);

[0053] [Fig. 11](#) zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0054] [Fig. 1](#) dient der Illustration eines konventionellen DMFC-Systems. Ein DMFC-System ist, wie in [Fig. 1](#) gezeigt aufgebaut. Ein Brennstoffzellenstapel **10** weist einen Lufteinlass **11** und einen Luftauslass **13** auf. Eine Luftpumpe oder ein Lüfter **12** führen Reaktionsluft der Stapelkathode durch den Lufteinlass **11** zu. Ein Wärmetauscher **50** ist im Auslassstrom der Brennstoffzellenkathode angeordnet. Ein Lüfter **55** wird zur Kühlung des Wärmetauschers verwendet, was zu einer Kühlung des Auslassstromes und einer Kondensation von Wasser führt. Dieser Zwei-Phasen-Fluss verlässt den Wärmetauscher am Auslass **52**. Stromabwärts vom Wärmetauscher ist ein Wasserabscheider **60** zur Abscheidung von flüssigem Wasser aus dem Luftstrom angeordnet.

Das abgeschiedene Wasser wird in den Anodenzyklus des Brennstoffzellensystems durch eine optionale Kondensationspumpe **70** wieder zurückgeführt, die übriggebliebene Luft wird durch eine Entlüftungsöffnung **61** in die Umgebung abgelassen.

**[0055]** Eine unentbehrliche Funktion des Systems ist die Abscheidung von  $\text{CO}_2$  aus dem Auslassstrom der von dem Anodenauslass **16** des Stapels kommt. Dieser Auslassstrom umfasst eine Mischung aus Methanol, Wasser und  $\text{CO}_2$  das verdünnte Brennstoffgemisch. Für eine vernünftige Funktion der Brennstoffzelle muss das  $\text{CO}_2$  von dem Brennstoffgemischstrom vor dem Rückfluss des Stromes zurück in den Stapel getrennt werden.

**[0056]** Ein Anodenkreislauf für ein Brennstoffgemisch, bestehend aus einer  $\text{CO}_2$ -Abscheider-/Mischervorrichtung, angeordnet stromabwärts vom Brennstoffauslass **16** des Stapels, entfernt  $\text{CO}_2$  aus dem Reaktionsstrom. Die  $\text{CO}_2$ -Brennstoffmischung fließt in die  $\text{CO}_2$ -Abscheider-/Mischervorrichtung durch einen  $\text{CO}_2$ -Brennstoffgemischeinlass **120**. Im inneren der Vorrichtung wird  $\text{CO}_2$  abgeschieden und an die Umgebung durch die Entlüftungsöffnung **21** abgegeben. Zusätzlich erhält die  $\text{CO}_2$ -Abscheider-/Mischervorrichtung kondensiertes Wasser aus dem Wasserabscheider **60**/der Kondensationspumpe **70** durch den Einlass **121** für kondensiertes Wasser. Der  $\text{CO}_2$ -Abscheider/Mischer erhält ferner konzentrierten Brennstoff vom Brennstofftank **30** über die Brennstoffpumpe **31** durch den konzentrierten Brennstoffeinlass **122**. Diese Flüssigkeiten werden in die verdünnte Brennstoffmischung gemischt, um eine regenerierte Brennstoffmischung zur Verfügung zu stellen. Eine Brennstoffpumpe **23** entfernt die regenerierte Brennstoffmischung aus der  $\text{CO}_2$ -Abscheider-/Mischervorrichtung durch den Brennstoffgemischauslass **123** und führt sie dem Anodeneinlass **15** des Stapels wieder zu.

**[0057]** [Fig. 2](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel des Mixers mit integrierter Gasabscheidevorrichtung gemäß der Erfindung. Der Einlassstrom von Wasser/Luft **101** ist im oberen Bereich der Vorrichtung lokalisiert. Das flüssige Wasser wird durch die Schwerkraft **106** separiert und fällt in Richtung des Bodens der Vorrichtung. Der Einlassbrennstoffstrom ist im Boden der Vorrichtung **102** lokalisiert, die als Flüssigkeitszurückhaltetank arbeitet. Die Gease des einkommenden Stromes verlassen die Vorrichtung durch eine Entlüftungsöffnung **104**, die aus einer gas-permeablen Membrane besteht. Die Flüssigkeitsmischung verlässt die Vorrichtung durch den Brennstoffauslass **103**, um zurück an den Stapel geführt zu werden.

**[0058]** Die folgenden Ausführungsbeispiele der Erfindung werden beispielhaft für ein DMFC-Brennstoffzellensystem mit Methanol als Brennstoff beschrieben. Demzufolge trennt die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** der Flüssigkeitsmanagementeinheit gemäß der Erfindung  $\text{CO}_2$  von Methanol als Brennstoff. Die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** gemäß der Erfindung trennt Luft von Wasser. Jedoch sind andere Gase und Flüssigkeiten möglich.

**[0059]** Die Vorrichtung, die im Folgenden beschrieben werden wird, ist ein Mischer kombiniert mit einer Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200**, einem Wärmetauscher **50** und einem kompakten Gas/Flüssigkeit-Separator **60**, der die Arbeit des Systems in einem größeren Orientierungsbereich ermöglicht, d. h. geneigt bis zu einem Winkel von  $90^\circ$  von der Vertikalen, und ferner einen vollständig orientierungsfreien Transport der Vorrichtung ermöglicht. Es wird eine einzige Einheit erlangt, die Luft und Brennstoff in dem DMFC-System verarbeitet und die mit dem Stapel über den Anoden- und Kathodenauslass und den Anodeneinlass verbunden ist.

**[0060]** [Fig. 3](#) zeigt einen DMFC-Systemaufbau mit einer integrierten Flüssigkeitsmanagementeinheit gemäß der Erfindung. Die Verbindungen der Flüssigkeitsmanagementeinheit mit dem DMFC-System bestehen mit dem Kathodenauslass **13**, mit dem Anodenauslass **16**, mit dem reinen Methanoleinlass vom Tank **30** und letztendlich mit dem Anodeneinlass **18**. Die Integration von verschiedenen Funktionen in der Flüssigkeitsmanagementeinheit vereinfacht den Systemaufbau und erlaubt eine Volumenreduzierung, welche insbesondere für tragbare Vorrichtungen geeignet ist.

**[0061]** [Fig. 4](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Flüssigkeitsmanagementeinheit in einem zusammengebauten Zustand. Die Flüssigkeitsmanagementeinheit umfasst eine Wärmetauscheruntereinheit **50** mit einem Lüfter **55**, eine integrierte Gas/Brennstoff- oder  $\text{CO}_2$ /Brennstoff-Separationsuntereinheit **200**, eine Gas/Flüssigkeit- oder Luft/Wasser-Separationsuntereinheit **60** und eine Flüssigkeitsverteilungseinheit **201**. Die Untereinheiten **50**, **60**, **200**, **201** der integrierten Flüssigkeitsmanagementeinheit bilden alle integrale Teile der Einheit, die in direktem Kontakt miteinander stehen. Ferner offenbart die Erfindung auch eine Gas/Flüssigkeits-Separations- und Mischervorrichtung, welche im Wesentlichen der Flüssigkeitsmanagementeinheit ohne Wärmetauscheruntereinheit **50** und Lüfter **55** entspricht.



**[0062]** Die Verbindungen mit der Umgebung oder mit dem DMFC-System können in [Fig. 4](#) gesehen werden. Der Kathodenauslass **13** ist direkt mit dem Wärmetauscher **50** über einen Gas-/Flüssigkeitseinlass **53** verbunden, der Anodenbrennstoffgemischauslass **102** tritt in die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** im oberen Teil ein, der Brennstoffgemischstrom fließt aus der Flüssigkeitsmanagementeinheit durch den Auslass **103**, der Brennstoff, hier reines Methanol, welches aus dem Methanoltank **30** kommt, tritt in die Vorrichtung durch den Methanoleinlass **202** ein. Die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** kann auch eine Mischerfunktion beinhalten, durch Mischung des Brennstoffes zum abgeschiedenen Brennstoff. Demnach kann der Einlass **202** auch an der Untereinheit **200** oder an der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** angeordnet sein. Ferner kann die Flüssigkeit, die von der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** kommt, auch in die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** geführt werden. In [Fig. 4](#) ist der Wärmetauscher **50** mit dem Lüfter **55** an der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** und der Flüssigkeitsverteilungsplatte **201** angebracht, welche unter der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** angeordnet ist. Die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** und die darunter angeordnete Flüssigkeitsverteilungsplatte **201** stehen im direkten Kontakt mit der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60**. Von links nach rechts in [Fig. 4](#) entlang der langen Seite der Flüssigkeitsmanagementeinheit, die die Form eines rechteckigen Kastens hat, bildet der Wärmetauscher mit Lüfter **50, 55** den linken Teil der Flüssigkeitsmanagementeinheit, die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** mit der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** bildet den mittleren Teil und die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** bildet den rechten Teil der Flüssigkeitsmanagementeinheit. Die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** und die Gas-/Flüssigkeitstrennungseinheit **201** weisen eine erste Gasseparationsmembran **802** bzw. eine zweite Gasseparationsmembran **501** auf. In einem konventionellen DMFC-System führt die erste Gasseparationsmembran **802** CO<sub>2</sub> an die Umgebung ab, wohingegen die zweite Gasseparationsmembran **501** Luft an die Umgebung abführt. Um eine kompakte Vorrichtung zu erreichen, während die Funktion der Einheit weiter sichergestellt wird und eine ausreichende Fläche für Entlüftungsvorgänge vorgesehen ist, sind die zwei Membranen **802, 501** auf unterschiedlichen Seiten der Vorrichtung angeordnet. In [Fig. 4](#) ist die erste Gasseparationsmembran **802** auf der Oberseite der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** angeordnet, wohingegen die zweite Gasseparationsmembran **501** der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** auf einer Seitenfläche der Einheit angeordnet ist, d. h. auf einer Seite, die senkrecht zu der Seite ist, die die erste Membran **802** beinhaltet. Zusätzlich muss auch der Lüfter **55** mit der Umgebung kommunizieren, um Luft zur Kühlung des DMFC-Auslassstromes einzusaugen. Demzufolge ist der Lüfter **55** auf einer dritten Seite der Flüssigkeitsmanagementeinheit angeordnet, die senkrecht zu der Seite mit der ersten Membran **802** ist und senkrecht zu der Seite mit der zweiten Membran **501**. Bevorzugt ist der Einlass **53** des Wärmetauschers **50** auf einer vierten Seite der Flüssigkeitsmanagementeinheit angeordnet.

**[0063]** [Fig. 5](#) zeigt die Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** der erfindungsgemäßen Flüssigkeitsmanagementeinheit im Detail. Die Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** verbindet die Untervorrichtungen miteinander. Der kalte Wärmetauscherauslassstrom **52** stellt einen ankommenden Strom eines Gas/Flüssigkeitgemisches für die Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** am Einlass **1301** dar. Dieser ankommende Strom ist über den Auslass **1302** der Flüssigkeitsverteilungsplatte **201** mit dem Einlass **101** der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** verbunden, wobei der Einlass **1301** und der Auslass **1302** durch eine Röhre **1303** innerhalb der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** verbunden ist. Der Flüssigkeitsauslass **103** der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** ist mit dem Brennstoffgemischauslass **1030** der integrierten Wassermanagementeinheit durch den Einlass **1300** und eine integral ausgebildete Röhre verbunden. Der Flüssigkeitsauslass **300** der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** ist mit dem Brennstoffgemischauslass **1030** über den Einlass **1310** der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** und einer Röhre verbunden. Diese Röhre kann die Röhre zwischen dem Brennstoffgemischeinlass **1300** und dem Brennstoffgemischauslass **1030** direkt verbinden. Jedoch, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, kann die abgeschiedene Flüssigkeit zunächst mit dem Brennstoff, der aus dem reinen Methanoleinlass **202** kommt und mit dem Brennstoffgemischauslass **1030** verbunden ist, gemischt werden.

**[0064]** Demzufolge kommunizieren die folgenden Einlässe/Auslässe miteinander, d. h., sie sind direkt miteinander verbunden und bilden integrale Teile der erfindungsgemäßen Einheit:

- der Wärmetauscherauslass **52** des Wärmetauschers **50** kommuniziert mit dem Gas-/Flüssigkeitseinlass **1301** der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201**;
- der Gas-/Flüssigkeitsauslass **1302** der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** kommuniziert mit dem Gas-/Flüssigkeitseinlass **101** der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60**;
- der Gas-/Flüssigkeitsauslass **300** der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** kommuniziert mit dem Gas-/Flüssigkeitseinlass **1310** der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201**;
- der integrierte Brennstoffgemischauslass **103** der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** kommuniziert mit dem Brennstoffgemischeinlass **1300** der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201**.

**[0065]** Im Detail umfasst die kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung für



## DMFC-Systeme:

- eine Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200**, die einen Gas/Brennstoffgemischeinlass **102**, eine erste Gasseparationsmembran **802**, welche beide mit der Umgebung kommunizieren, und einen integrierten Brennstoffgemischauslass **103** aufweist,
- eine Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60**, die einen integrierten Luft/Flüssigkeitseinlass **101**, eine zweite Gasseparationsmembran **501**, mit der Umwelt kommunizierend, und einen integrierten Flüssigkeitsauslass **300** aufweist,
- eine Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201**, die einen Gas-/Flüssigkeitseinlass **1301** aufweist, der mit der Umgebung kommuniziert, und einen integrierten Gas/Flüssigkeitsauslass **1302**, der mit besagtem integrierten Gas/Flüssigkeitseinlass **101** der besagten Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** kommuniziert, einen integrierten Kanal **1303**, der den Luft/Flüssigkeitseinlass **1301** und den Luft/Flüssigkeitsauslass **1302** miteinander verbindet, einen integrierten Brennstoffgemischeinlass **1300**, der mit dem integrierten Brennstoffgemischauslass **103** der Gas/Brennstoff-Separations- und Mischeruntereinheit **200** kommuniziert, einem Brennstoffeinlass **202**, der mit der Umgebung kommuniziert und an der Flüssigkeitsverteilung **201** oder der Gas/Brennstoff-Separations- und Mischeruntereinheit **200** angeordnet ist, und einen Brennstoffgemischauslass **1030**, der mit der Umgebung kommuniziert.

[0066] Besagte Gasseparationsmembran **802** bildet wenigstens einen Teil einer äußeren Seite der Gas/Brennstoff-Separations- und Mischeruntereinheit **200**, wobei besagter integrierter Flüssigkeitsauslass **300** mit einer Verbindung zum Brennstoffgemischauslass **1030** vorgesehen ist, und wobei besagte Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** an einer anderen Seite als dem Ort der Gasseparationsmembran **802** angebracht ist. Besagte Luftabscheidemembran **501** bildet wenigstens einen Teil einer äußeren Seite der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60**, die eine senkrechte Orientierung in Bezug auf die Gasseparationsmembran **802** aufweist.

[0067] [Fig. 6](#) zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Flüssigkeitsmanagementeinheit in einer Explosionsdarstellung. Die gepunkteten Linien in [Fig. 6](#) zeigen die Linien der Explosion der Einheit. Die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** ist auf der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** angeordnet. Die Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** ist von rechteckiger Form und hat eine plattenartige Struktur. Der Wärmetauscher **50** mit dem daran befestigten Lüfter **55** ist an einer ersten Seitenfläche der Flüssigkeitsverteilungsplatte **201** angeordnet, hier der oberen Seitenfläche. An einer zweiten Seitenfläche, hier der rechten Seitenfläche, ist die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** angebracht. Der Wärmetauscher **50** und der Lüfter **55** stehen in direktem Kontakt mit der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** und sind auf der Oberseite der Flüssigkeitsverteilungsplatte **201** platziert. Die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** steht in direktem Kontakt mit der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** und der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201**. Die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** steht in direktem Kontakt mit der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** und der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201**. Die erste Membran **802** ist an der Oberseite der Flüssigkeitsverteilungseinheit angebracht. Die zweite Membran **501** ist an einer Seitenfläche der Einheit angeordnet, die senkrecht zu der Seite mit der ersten Membran **802** ist. Der Einlass des Lüfters **55** ist auf der gleichen Seite der Einheit wie die Seite, die die zweite Membran **501** beinhaltet, platziert, aber kann auch senkrecht zu dieser Seite sein. Der Einlass **53** des Wärmetauschers **50** ist an einer vierten Seite angeordnet. Die vierte Seite ist bevorzugt die gegenüberliegende Seite, der Seite, welche die zweite Membran **501** umfasst. Jedoch ist die Anordnung des Einlasses **53** variabel, in Abhängigkeit vom Design des Wärmetauschers **50**. Die Verbindungen innerhalb der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** sind so angeordnet, dass die oben genannten Verbindungen zwischen den Einlässen/Auslässen sichergestellt sind.

[0068] [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) zeigen einen horizontalen und einen vertikalen Schnitt durch die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** der [Fig. 6](#). Die Ansicht der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** in [Fig. 8](#) entspricht der Blickrichtung, die durch die ausgefüllten Pfeile in [Fig. 6](#) angedeutet ist. Eine ähnliche Vorrichtung ist in EP 1962 260 offenbart.

[0069] Die Flüssigkeit in der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** fließt durch einen Kanal **400**, wobei dieser Kanal zur Erlangung einer kompakten Vorrichtung serpentinartig ausgebildet ist. Der Kanal **400** weist eine konstante Breite und Höhe auf. Ein Kanalelement **600** weist Bohrungen für den Einlass **101** und den Auslass **300** auf, wobei der Auslass **300** von reduziertem Querschnitt ist, zur Erzeugung eines Gegendruckes, welcher die Luft durch die Membran **501** drückt. Der Druckabfall verstärkt das Druckniveau innerhalb des gesamten Kanals **400** und den Druckgradienten über der Gasmembran **501**. Diese Gasmembran **501** ist hydrophob, typischerweise ist sie 100 bis 300 µm dick und üblicherweise aus PTFE.

[0070] Die Gasmembran **501** ist auf einer Seite der Seiten des Kanals **400** platziert, ein Flansch **301** ist über

der Membran angeordnet, um sie mechanisch zu halten. Die Haltelinien des Flansches **301** werden über die Kanalwände **600** platziert. Die Dicke des Flansches **301** muss ungefähr 1 mm sein, ein dünnerer Flansch **301** würde keine genügende mechanische Halterung erzeugen, und ein dickerer Flansch könnte zur Wasserkondensation und Zurückhaltung von Wassertropfen **700** an der äußeren Seite der Membran **501** führen. Um Wasserlecks zu vermeiden, ist der Umfang der Membran durch ein Siegel **302** versiegelt.

**[0071]** Die Größe des Kanals **400** und der Bohrungen **100**, **300** sowie die Größe der Oberfläche der Membran **501** müssen den Flussspezifikationen angepasst werden.

**[0072]** Der Separator **60** hat einen geschlossenen Kanal mit wenigstens einem Kanalabschnitt, dessen Wandung ganz oder in Teilen aus einer hydrophoben, gasdurchlässigen Membran **501** besteht, und bei dem die nicht aus der Membran bestehenden Teilabschnitte der Wandung des Kanals durch einen einstückigen, insbesondere massiv ausgeführten Formkörper **65** vorgegeben sind. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Separators **60** ist die Trennung von Flüssig/Gas-Gemischen bei beliebiger Raumorientierung des Separators möglich. Der Separator zeichnet sich insbesondere durch seine robuste und kompakte Bauweise ab und lässt sich aufgrund des gewählten Aufbaus besonders günstig im industriellen Maßstab produzieren.

**[0073]** Der Separator **60** basiert unter anderem auf der Erkenntnis, dass die Durchführung des Gas/Flüssig-Gemisches durch einen Kanal **400**, dessen Wandung zumindest abschnittsweise ganz oder in Teilen durch die Membran vorgegeben ist, eine Trennung der Gas- und Flüssigphase in beliebiger Orientierung des Separators ermöglicht. Das Gas/Flüssig-Gemisch tritt über die Eingangsöffnung **101** in den Kanal ein. Auf dem Weg von der Eintrittsöffnung **101** hin zur Ausgangsöffnung **300** wird das Gas/Flüssig-Gemisch an den Kanalabschnitten, deren Wandung aus der Membran **501** besteht, vorbeigeführt und in diesen Kanalabschnitten diffundiert die gasförmige Komponente des Gemisches durch die Membran **501** nach Außen und wird abgeführt. Weiterhin kühlt sich das Gas/Flüssig-Gemisch auf dem Weg von der Eingangsöffnung **101** zur Ausgangsöffnung **300** weiter ab, so dass die damit eintretenden Kondensationsprozesse den Anteil von Wasser und Methanol in der Gasphase weiter mindern. Mit zunehmender Wegstrecke erhöht sich also kontinuierlich der Flüssiganteil des Gas/Flüssig-Gemisches im Kanal **400** bis letztendlich nur noch oder weit überwiegend die flüssige Komponente an der Ausgangsöffnung **300** verbleibt.

**[0074]** Die nicht aus der Membran **501** bestehenden Teilabschnitte der Wandung des Kanals werden durch den einstückigen, insbesondere massiv ausgeführten Formkörper **65** vorgegeben. Bevorzugt ist er aus einem thermisch leitenden Werkstoff, z. B. einem Metall oder einem kohlenstoffbasierten Material gefertigt, so dass die gute Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffs zur unterstützenden Kühlung des Separators nutzbar ist. Die Dimension und Geometrie des Formkörpers **65** ist dem Kanal **400** als auch dem zur Verfügung stehenden Bau- raum für die Separatoruntereinheit **60** anzupassen.

**[0075]** Der vorgenannte Formkörper **65** kann weiterhin an seiner Oberfläche eine längliche Vertiefung aufweisen und die Membran **501** ist über die Vertiefung gespannt, um den Kanal auszubilden. Mit anderen Worten, die Oberseite des vorzugsweise flächigen Formkörpers **65** ist konturiert und durch das Fixieren der Membran **501** an dieser Oberfläche entsteht die erfindungsgemäß notwendige kanalartige Struktur. Die vorgenannte Vertiefung weist vorzugsweise eine serpentinartige Kontur auf. Denkbar sind jedoch auch andere Formgebungen, wie Geraden oder Spiralen.

**[0076]** Weiterhin ist bevorzugt, wenn die Membran **501** durch einen flächigen Spannkörper **66** auf der Oberfläche des Formkörpers **65** fixiert ist. Mit anderen Worten, der Spannkörper **66** liegt an der Oberfläche des Formkörpers **65** an, in die die Vertiefung eingebracht ist, die letztendlich den zu erstellenden Kanal **400** bilden soll. Die Membran **501** liegt fest zwischen dem Spannkörper **66** und dem Formkörper **65**. Eine Formgebung des Spannkörpers **66** ist natürlich derart vorzugeben, dass die aus dem Gas/Flüssig-Gemisch zu trennende gasförmige Komponente noch durch die Membran **501** diffundieren und nach dem Durchtritt abgeführt werden kann. Vorzugsweise weist der vorgenannte Spannkörper **66** einen länglichen Spalt auf, der der Kontur des darunterliegenden Kanals **400** folgt. Der Spannkörper **66** kann eine Dicke im Bereich von 0,1. bis 3 mm aufweisen. Unterhalb der genannten Bereichsgrenze ist die mechanische Abstützung der Membran **501** durch den Spannkörper **66** in der Regel für den herkömmlichen Betrieb unzureichend und mit zunehmender Betriebsdauer des Separators drohen Ausfälle. Oberhalb der genannten Bereichsgrenze besteht die Gefahr der Kondensation von Luftfeuchtigkeit an der Wandung des Spaltes, so dass mit zunehmender Betriebsdauer die Luftzirkulation an der Außenseite der Membran **501** behindert wäre. In besonders einfach zu realisierenden Ausführungen sind sowohl Formkörper **65** als auch Spannkörper **66** von flächiger, quaderförmiger Kontur und zwischen der konturierten Flachseite des Formkörpers und der Flachseite des darauf liegenden Spannkörpers liegt die Membran **501**.

**[0077]** Eine Dimensionierung des Kanals hängt von mehreren Faktoren ab. Zum Einen muss sicher gestellt sein, dass das eintretende Gas/Flüssig-Gemisch sich nicht vollständig über die gesamte Länge der Kanalabschnitte, in dem die Membran **501** angeordnet ist, in einen oberen und unteren Bereich trennt. Wenn die Mischung sich vertikal in eine obere und eine untere Region separieren würde, wobei die Flüssigkeitsphase die obere Region und die Gasphase die untere Region bilden würde, wäre nur die Flüssigkeit in Kontakt mit der Membran **501**. Jedoch muss sichergestellt sein, dass die Gasphase in Kontakt mit der Membran **501** in jeder Orientierung der Vorrichtung ist. Mit anderen Worten, der Kanal sollte so dimensioniert sein, dass sich in Längsrichtung des Kanals gasförmige und flüssige Phasen abwechseln, zumindest in den Kanalabschnitten mit der Membran **501**. Also wechseln flüssige Abschnitte mit gasförmigen Abschnitten entlang des Kanals **400**. Mit einem zu großem räumlichen Querschnitt der Einlassöffnung **101** und des Kanals **400** könnten sich die flüssige und die Gasphase vertikal oder transversal separieren in Stromrichtung des Gemisches. Bei einer bestimmten reduzierten Größe der Einlassöffnung **101** und des entsprechenden Querschnittes des Kanals **400**, separieren die flüssige und die Gasphase longitudinal entlang der Flussrichtung, wie oben beschrieben. So liegt die gasförmige Komponente des Gas/Flüssig-Gemisches beispielsweise in Form von Gasblasen im Kanal **400** vor, die in Richtung der Ausgangsöffnung **300** gefördert werden und sich jeweils räumlich über die gesamte Querschnittsfläche des Kanalabschnitts erstrecken, in dem sie sich befinden.

**[0078]** Zum Anderen hängt die Dimensionierung von den Betriebsparametern der anzuschließenden Brennstoffzelle ab, dass heißt, der Größenordnung der zu erwartenden Volumina an Gas/Flüssig-Gemisch. Natürlich können große Volumina auch durch ein Aufteilen des Volumenstroms auf eine Vielzahl erfindungsgemäßer Separatoren bewältigt werden.

**[0079]** Vorzugsweise beträgt die Querschnittsfläche des Kanals an der Eingangsöffnung mindestens  $1 \text{ mm}^2$ , um den Druckverlust im Kanal zu begrenzen. Vorzugsweise beträgt die Querschnittsfläche maximal  $100 \text{ mm}^2$  bei einer maximalen Höhe des Kanals von  $10 \text{ mm}$ . Auf diese Weise wird erreicht, dass sich Gasblasen und Flüssigkeitsbereiche nacheinander durch den Kanal bewegen, sodass in allen Orientierungen die Gasblasen in Kontakt mit der Membran sind.

**[0080]** Die Membran muss aus einem gasdurchlässigen und hydrophoben Material bestehen. Für diese Zwecke kommen insbesondere fluorierte Polymere in Frage, die den aggressiven Medien der Brennstoffzelle dauerhaft standhalten können. Vorzugsweise besteht die Membran aus Polytetrafluorethylen (PTFE).

**[0081]** Der Separator ist vorzugsweise als Luftseparator einer Direktmethanol-Brennstoffzelle (DMFC) für einen tragbaren Computer (Laptop) ausgelegt. Eine Gesamtfläche der Abschnitte der Membran, die für die Permeation zur Verfügung stehen, liegt vorzugsweise im Bereich von  $8$  bis  $60 \text{ cm}^2$ . Unabhängig oder ergänzend zu der vorangehenden bevorzugten Ausführungsform des Luftseparators beträgt eine Tiefe des Kanals **400** im Bereich der Eingangsöffnung **101** vorzugsweise  $2$  bis  $6 \text{ mm}$ . Unabhängig oder ergänzend zu einer der vorangehenden bevorzugten Ausführungsformen des Luftseparators beträgt die Querschnittsfläche des Kanals an der Eingangsöffnung  $4$  bis  $40 \text{ mm}^2$ .

**[0082]** Um zusammenzufassen: Infolge der unterschiedlichen Querschnittsflächen der Eingangsöffnung **101** und der Auslassöffnung **300** baut sich im Betrieb ein Überdruck im Inneren des Kanals gegenüber der umgebenden Normalatmosphäre auf. Der Druckgradient unterstützt die Diffusion der gasförmigen Komponente durch die Membran **501**. Weiterhin wird das Gas-/Flüssig-Gemisch von der Eingangsöffnung **101** aus kontinuierlich zur Ausgangsöffnung des Kanals **400** gefördert und kühlt währenddessen weiter ab. In der Folge kondensiert Wasser aus der Gasphase. Gleichzeitig diffundiert die gasförmige Komponente durch die Membran **501**, so dass mit zunehmender Weglänge der Anteil der Flüssigphase immer weiter ansteigt, bis letztendlich an der Ausgangsöffnung **300** ganz überwiegend oder nur noch die flüssige Komponente zu finden ist.

**[0083]** Bedingt durch die Formgebung und Dimensionierung des Kanals, bewegen sich die Gase im Kanal in Form von Luftblasen, die durch die Membran **501** in jeder geometrischen Position diffundieren können, so dass alle Freiheitsgrade für Orientierung des Separators im Betrieb zur Verfügung stehen. Das Trennen des Phasengemisches ist damit unabhängig von der räumlichen Lage des Separators.

**[0084]** [Fig. 9](#) zeigt einen vertikalen Schnitt durch die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** der [Fig. 6](#) in einer aufrechten Orientierung. Die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** weist in ihrem Inneren einen flexiblen Schlauch **806** auf, der den Auslass **103** bedeckt. Der Strom strömt in die Untereinheit **200** im oberen Bereich der Vorrichtung am Einlass **102** ein. Der Flüssigkeitsauslass **103** ist im Zentrum der Bodenplatte der Untereinheit **200** lokalisiert. Der  $\text{CO}_2$ -Gasauslass **804** ist im Oberteil der Vorrichtung. Das Gas strömt durch die erste Gasseparationsmembran **802**, die hydrophob ist. Die erste Gasseparationsmembran **802** verhindert den

Fluss von Flüssigkeit durch den Gasauslass. Die verwendete Membran besteht gewöhnlicherweise aus PTFE und weist gewöhnlicherweise eine Dicke von 100 bis 300 µm auf.

[0085] Der Flüssigkeitsinhalt des Tanks wird unter Verwendung einer Füllstandsmessvorrichtung **107** reguliert. Ohne den vorgesehenen flexiblen Schlauch **806** würde der normale Flüssigkeitsstand größer als die Hälfte des Gesamttinnenvolumens des Tanks sein müssen. Diese Bedingung würde sicherstellen, dass allein Flüssigkeit durch den Flüssigkeitsauslass **103** fließen kann. Da sich jedoch der vorgesehene flexible Schlauch **806** in Richtung der Schwerkraft biegt, kann der minimale benötigte Füllstand weiter reduziert werden.

[0086] [Fig. 10](#) zeigt einen vertikalen Schnitt durch die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit in einer geneigten Orientierung um 90° im Vergleich zu der Orientierung der [Fig. 9](#). In dieser Orientierung biegt sich der flexible Schlauch **806** nach unten und stellt sicher, dass der Flüssigkeitsauslass **103** immer noch unter dem Flüssigkeitsstand **900** liegt. Der Füllstandssensor **107**, der nach dem Prinzip der Leitfähigkeit arbeiten kann, ist auf solche Art und Weise angeordnet, dass der Füllstand auch in geneigten Positionen beibehalten wird. Obwohl die Vorrichtung nicht in aufrechter Position ist, stellt die Membran **802** sicher, dass die beinhaltenete Flüssigkeit innerhalb der Untereinheit **200** verbleibt und weiterhin Oberfläche vorhanden ist, damit CO<sub>2</sub> die Untereinheit **200** verlassen kann.

[0087] [Fig. 11](#) zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung. In dem alternativen Ausführungsbeispiel ist der Flüssigkeitsauslass **300** für kondensiertes Wasser der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit **60** verbunden mit der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** über die Wasserverwendung **64**. Ferner wird konzentrierter Brennstoff aus dem Brennstofftank **30** auch in die Untereinheit **200** injiziert, über den konzentrierten Brennstoffeinlass **202**. Demzufolge führt die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit **200** auch die Mischerfunktion der Flüssigkeitsmanagementeinheit aus. Daher sind die Elemente **1310** und **202** nicht in der Flüssigkeitsverteilungsplatte **201**, wie in [Fig. 3](#), beinhaltet. In [Fig. 3](#) und [Fig. 6](#) führte die Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit **201** die Mischerfunktion aus.

## Bezugszeichenliste

|      |  |
|------|--|
| 10   | DMFC Brennstoffzellenstapel  |
| 11   | Luft einlass der Stapelkathode   |
| 12   | Luftpumpe  |
| 13   | Luftauslass der Stapelkathode  |
| 14   | Brennstoffzellenmembran  |
| 15   | Einlass der Stapelanode  |
| 16   | Auslass der Stapelanode  |
| 18   | Anodenkreislauf  |
| 20   | CO <sub>2</sub> -Abscheider  |
| 21   | Gasauslass des CO <sub>2</sub> -Abscheiders  |
| 22   | Flüssigkeitsauslasses des CO <sub>2</sub> -Abscheiders                                 |
| 23   | Zirkulationspumpe  |
| 30   | Brennstofftank   |
| 31   | Brennstoffpumpe  |
| 32   | Brennstoffverbindung zum Mischer   |
| 40   | Mischer  |
| 50   | Wärmetauscher  |
| 51   | Kühlstrom  |
| 52   | Wärmetauscherauslass   |
| 53   | Wasser/Luft-Einlass für den Wärmetauscher  |
| 55   | Lüfter   |
| 60   | Gas/Flüssigkeits-Separator, Luft/Wasser-Separator                                      |
| 61   | Gasauslass des Gas/Flüssigkeit-Separators  |
| 62   | Flüssigkeitsauslass des Gas/Flüssigkeit-Separators                                     |
| 63   | Pumpe  |
| 64   | Wasserverbindung zum Gas/Brennstoff-Separations-Untereinheit                           |
| 65   | Bearbeiteter Körper des Gas/Flüssigkeit-Separators                                     |
| 66   | Haltekörper des Gas/Flüssigkeit-Separators   |
| 80   | Flüssigkeitsmanagementeinheit  |
| 100  | Wasserseparator mit Mischerfunktion  |
| 101  | Einlass eines Wasser/Luft-Stromes (vom Wärmetauscher)                                  |
| 102  | Einlass eines Brennstoffgemisch/CO <sub>2</sub> -Stromes (vom Stapelauslass)           |
| 103  | Auslass eines Brennstoffgemischstromes   |
| 104  | Entlüftungsauslass für Gase (CO <sub>2</sub> und Luft)                                 |
| 105  | Brennstoffgemisch  |
| 106  | Wasser, welches durch die Schwerkraft fällt  |
| 107  | Füllstandssensor   |
| 200  | Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit   |
| 201  | Flüssigkeitsverteilung-Untereinheit  |
| 202  | Einlass für konzentrierten Brennstoff  |
| 300  | Flüssigkeitsauslass (für kondensiertes Wasser)   |
| 301  | Flansch für die Befestigung einer zweiten Gasseparationsmembran                        |
| 302  | Versiegelung für eine zweite Gasseparationsmembran                                     |
| 400  | Kanal für einen Gas/Flüssigkeitsstrom (für Wasser/Luft)                                |
| 501  | Zweite Gasseparationsmembran (für Luft)  |
| 600  | Kanalelement einer Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit                             |
| 802  | Erste Gasseparationsmembran (für CO <sub>2</sub> )                                     |
| 804  | Entlüftetes CO <sub>2</sub>  |
| 806  | Flexibler Schlauch   |
| 900  | Füllstand  |
| 1030 | Brennstoffgemischauslass   |
| 1300 | Brennstoffgemischeinlass   |
| 1301 | Gas/Flüssigkeits-Auslass vom Wärmetauscher (für Luft/Wasser)                           |
| 1302 | Gas/Flüssigkeits-Auslass zur Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (für Luft/Wasser) |
| 1303 | Verbindung   |
| 1310 | Flüssigkeitseinlass von der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit                    |

## Patentansprüche

1. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung für Brennstoffzellensysteme, die die folgenden Untereinheiten umfasst, einen integralen Bestandteil der Vorrichtung ausbildend:

- eine Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) zur Trennung eines Gases aus einem flüssigen Brennstoffgemisch;
- eine Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) zur Trennung eines Gases von einer Flüssigkeit; und
- eine Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) zum Transport von Flüssigkeitsströmen in und/oder aus den Untereinheiten;
- wobei die Vorrichtung ferner die folgenden mit der Umgebung kommunizierenden Einlässe/Auslässe umfasst:
  - ein Gas-/Flüssigkeitseinlass (**1301**);
  - ein Gas-/Brennstoffgemischeinlass (**102**);
  - ein Brennstoffeinlass (**202**);
  - ein Brennstoffgemischauslass (**1030**), ausgebildet an der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**);
  - eine erste Gasseparationsmembran (**802**), die auf einer Seite der Vorrichtung derart angeordnet ist, dass das abgeschiedene Gas aus der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) durch die erste Gasseparationsmembran (**802**) an die Umgebung abgegeben wird; und
  - eine zweite Gasseparationsmembran (**501**), angeordnet an einer anderen Seite als die Seite, die die erste Gasseparationsmembran (**802**) umfasst, so dass das abgeschiedene Gas aus der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) durch die zweite Gasseparationsmembran (**501**) an die Umgebung abgegeben wird.

2. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) den Gas-/Brennstoffgemischeinlass (**102**), die erste Gasseparationsmembran (**802**) und den integrierten Brennstoffgemischauslass (**103**) aufweist.

3. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, wobei besagte erste Gasseparationsmembran (**802**) wenigstens einen Teil einer äußeren Seite der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) ausbildet.

4. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Gasseparationsmembran (**802**) eine vollständige Seite der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) ausbildet.

5. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) einen integrierten Gas/Flüssigkeitseinlass (**101**), einen integrierten Flüssigkeitsauslass (**300**) verbunden mit dem Brennstoffgemischauslass (**1030**) und die zweite Gasseparationsmembran (**501**) umfasst.

6. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei besagte zweite Gasseparationsmembran (**501**) wenigstens einen Teil einer äußeren Seite der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) ausbildet.

7. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei besagte zweite Gasseparationsmembran (**501**) wenigstens einen Teil einer äußeren Fläche der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) ausbildet, die eine senkrechte Orientierung in Bezug auf die erste Gasseparationsmembran (**802**) aufweist.

8. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) den Gas/Flüssigkeitseinlass (**1301**) umfasst, einen integrierten Gas/Flüssigkeitsauslass (**1302**), einen integrierten Kanal (**1303**), der den Gas/Flüssigkeitseinlass (**1301**) mit dem Gas/Flüssigkeitsauslass (**1302**) verbindet, einen integrierten Brennstoffgemischeinlass (**1300**) und den Brennstoffgemischauslass (**1030**), wobei der integrierte Gas/Flüssigkeitsauslass (**1302**) mit dem integrierten Gas/Flüssigkeitseinlass (**101**) der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) in Verbindung steht, und der integrierte Brennstoffgemischeinlass (**1300**) der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) mit dem integrierten Brennstoffgemischauslass (**103**) der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) in Verbindung steht.

9. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die besagte Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) mit der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) auf einer anderen Seite als die Seite, die die erste Gasseparationsmembran (**802**) umfasst, verbunden ist.

10. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß Anspruch 9, wobei besagte andere Seite die gegenüberliegende Seite des Ortes der ersten Gasseparationsmembran (**802**) ist.

11. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Brennstoffeinlass (**202**) an der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) vorgesehen ist, in Verbindung stehend mit dem Brennstoffgemischauslass (**1030**), um Brennstoff zum Auslassstrom hinzuzumischen.

12. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 10, wobei der Brennstoffeinlass (**202**) an der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) angeordnet ist, um Brennstoff dem abgeschiedenen Brennstoff aus der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) hinzuzumischen.

13. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der integrierte Flüssigkeitsauslass (**300**) der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) in Verbindung mit dem Flüssigkeitseinlass (**1310**) steht, der an der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) angebracht ist und verbunden ist mit dem Brennstoffgemischauslass (**1030**).

14. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 12, wobei der integrierte Flüssigkeitsauslass (**300**) der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) mit einer Flüssigkeitsverbindung (**64**) der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) kommuniziert, verbunden mit dem Brennstoffgemischauslass (**1030**) über den Brennstoffgemischauslass (**103**) und den Brennstoffgemischeinlass (**1300**).

15. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gas/Brennstoff-Separations- und Mischeruntereinheit (**200**) CO<sub>2</sub> und Methanol trennt.

16. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) Luft und Wasser trennt.

17. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) ferner einen flexiblen gebogenen Schlauch (**806**) umfasst, der über dem integrierten Brennstoffgemischauslass (**103**) angeordnet ist, und einen Flüssigkeitsfüllstandssensor (**107**).

18. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Flüssigkeitsauslass (**103**) der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) am Boden der Untereinheit (**200**) ausgebildet ist, die erste Gasseparationsmembran als Gasauslass an der Oberseite der Untereinheit (**200**) ausgebildet ist, und wobei der Gas-/Flüssigkeitseinlass (**102**) in einem oberen Bereich einer Seitenfläche der Untereinheit (**200**) arrangiert ist.

19. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Flüssigkeitsauslass (**103**) im Zentrum des Bodens der Vorrichtung ausgebildet ist.

20. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei besagte Membran (**802**) aus PTFE ausgebildet ist.

21. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei besagte Membran (**802**) eine Dicke von 100 bis 300 µm aufweist.

22. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gas/Flüssigkeitsstrom zur Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) von einer DMFC-Anode geführt wird.



23. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Einlass (**1301**) der Flüssigkeitsverteilungsplatte (**201**) auf einer anderen Seite der Flüssigkeitsverteilungsplatte (**201**) als der Auslass (**1302**) angeordnet ist.

24. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) ferner mit Mitteln zur Erzeugung eines Gegendruckes, welche einen Druck zur Unterstützung der Gas/Flüssigkeitstrennung erzeugen, ausgebildet ist.

25. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß Anspruch 12, wobei besagtes Mittel zur Erzeugung eines Gegendruckes dadurch realisiert ist, dass der Flüssigkeitsauslass (**300**) der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) mit einem reduzierte Querschnitt im Vergleich zum entsprechenden Einlass (**101**) ausgebildet ist.

26. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) über der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) angeordnet ist und die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) neben der Gas/Brennstoff-Separationsuntereinheit (**200**) und der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) angeordnet ist.

27. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) ferner umfasst:  
– einen geschlossenen Kanal (**400**), der einen Fließweg für das besagte Luft/Flüssigkeitsgemisch darstellt und den Einlass (**101**) mit dem Auslass (**300**) verbindet, und  
– eine hydrophobe gasdurchlässige Membran (**501**), wobei eine Wand des Kanals (**400**) vollständig oder teilweise aus besagter Membran (**501**) besteht.

28. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Flansch (**301**) über der gaselektiven Membran (**501**) angeordnet ist, um eine mechanische Halterung der Membran (**501**) an einem Körper der besagten Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) vorzusehen.

29. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß Anspruch 28, wobei die Halterungsstruktur des Flansches (**301**) über den Kanalwänden (**600**) platziert wird.

30. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Umfang der Membran (**501**) in Bezug auf den Körper der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) versiegelt ist.

31. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die besagte zweite Gasseparationsmembran (**501**) auf einer Seite des Kanals (**400**) in Kontakt mit der Umgebung angeordnet ist.

32. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kanal (**400**) in einer serpentinhaften Art ausgebildet ist.

33. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gas/Flüssigkeitsgemisch von einer DMFC-Kathode der Gas/Flüssigkeit-Separationsuntereinheit (**60**) zugeführt wird.

34. Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) Wasser und reines Methanol verteilt und ein Wasser-Methanol-Gemisch abgibt.

35. Integrierte Flüssigkeitsmanagementeinheit (**80**) für Direktmethanol-Brennstoffzellen (DMFC), integral umfassend:

- eine Kombinierte Gas/Flüssigkeit-Separations- und Mischervorrichtung gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 34;
- eine Wärmetauscheruntereinheit (**50**), die einen Gas-/Flüssigkeitseinlass (**53**) umfasst, der mit der Umgebung kommuniziert, und einen Gas/Flüssigkeitsauslass (**52**),

wobei

der Gas/Flüssigkeitsauslass (**52**) mit dem Gas/Flüssigkeitseinlass (**1301**) der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) verbunden ist, wodurch eine integrierte Flüssigkeitsverbindung der Einheit (**80**) hergestellt wird.

36. Integrierte Flüssigkeitsmanagementeinheit (**80**) gemäß Anspruch 35, wobei die Wärmetauscheruntereinheit (**50**) mit der Gas/Brennstoff-Separations- und Mischeruntereinheit (**200**) und der Flüssigkeitsverteilungsuntereinheit (**201**) verbunden ist.

37. Integrierte Flüssigkeitsmanagementeinheit (**80**) gemäß den Ansprüchen 35 oder 36, wobei die Wärmetauscheruntereinheit (**50**) ferner einen Lüfter (**55**) umfasst, der mit der Umgebung kommuniziert, zur Erzeugung eines Kühlluftstromes für das Gas/Flüssigkeitgemisch, welches in der Wärmetauscheruntereinheit (**50**) enthalten ist.

38. Integrierte Flüssigkeitsmanagementeinheit (**80**) gemäß einem der Ansprüche 35 bis 37, wobei der Lüfter (**55**) Luft von einer Seite ansaugt, die senkrecht zur Seite der Einheit (**80**) ist, die die erste Gasseparationsmembran (**802**) umfasst oder senkrecht zur Seite der Einheit (**80**), die die zweite Gasseparationsmembran (**501**) umfasst.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

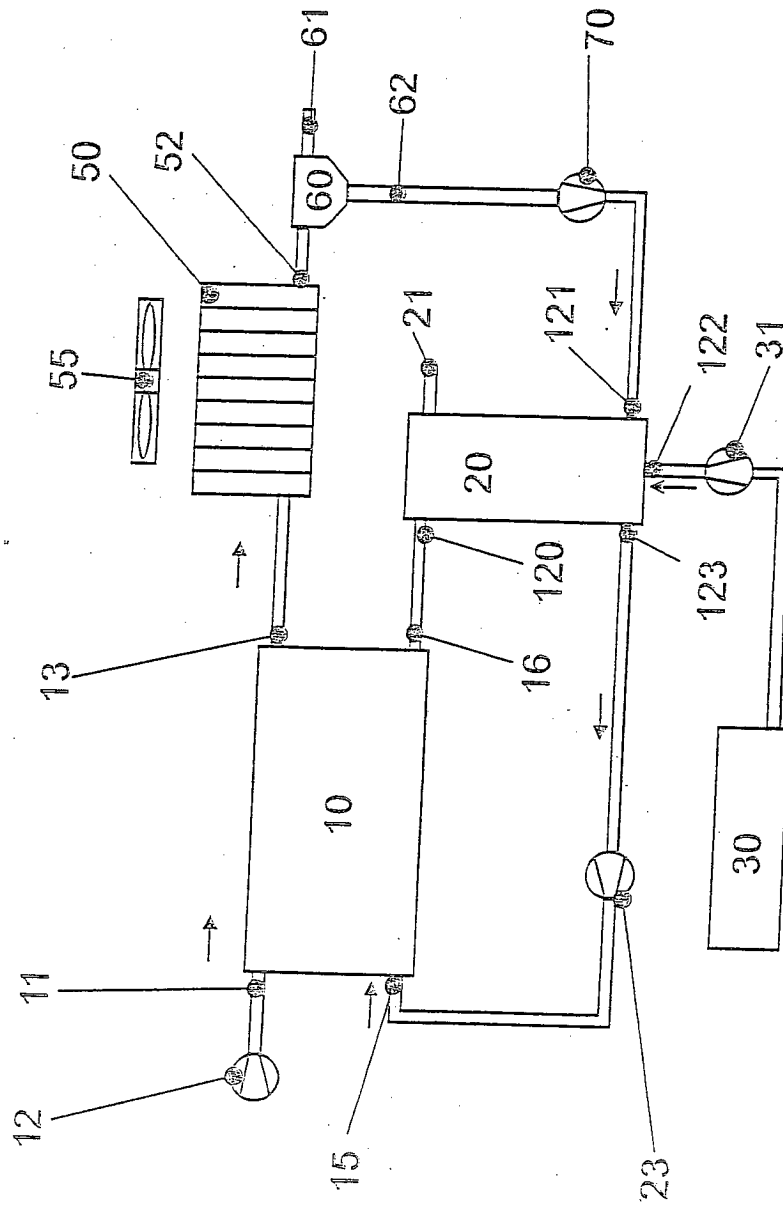


Fig. 2

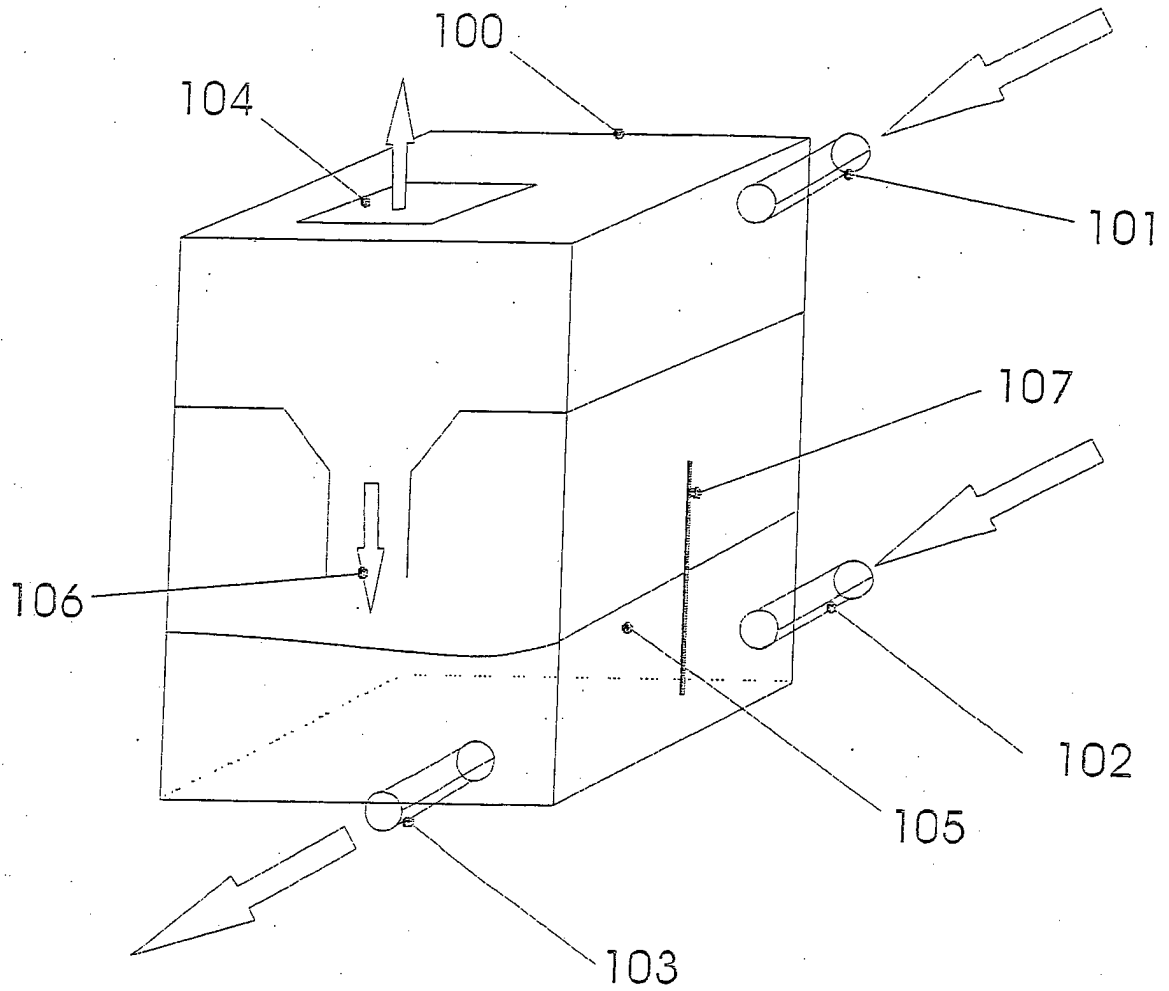


Fig. 3

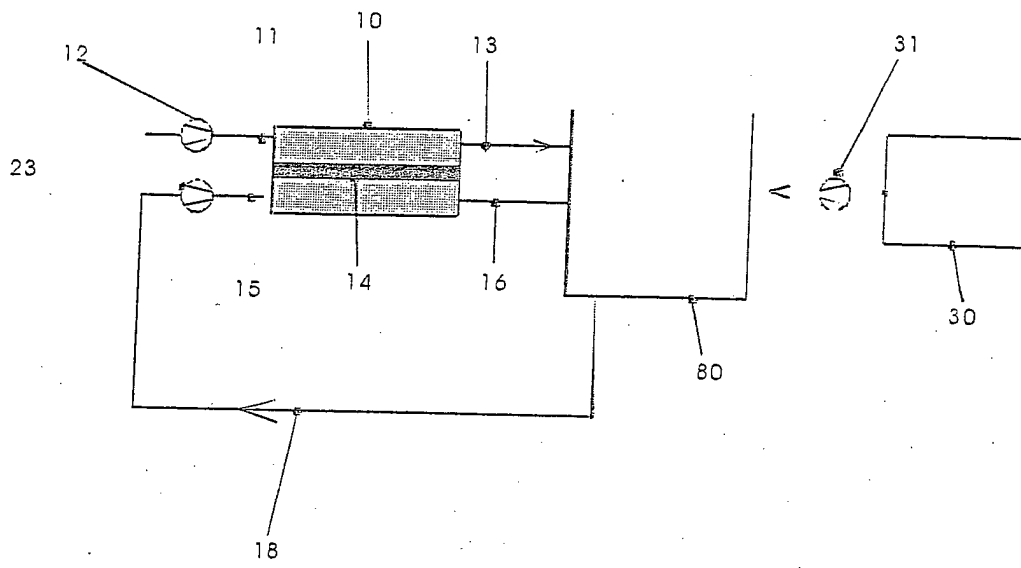


Fig. 4

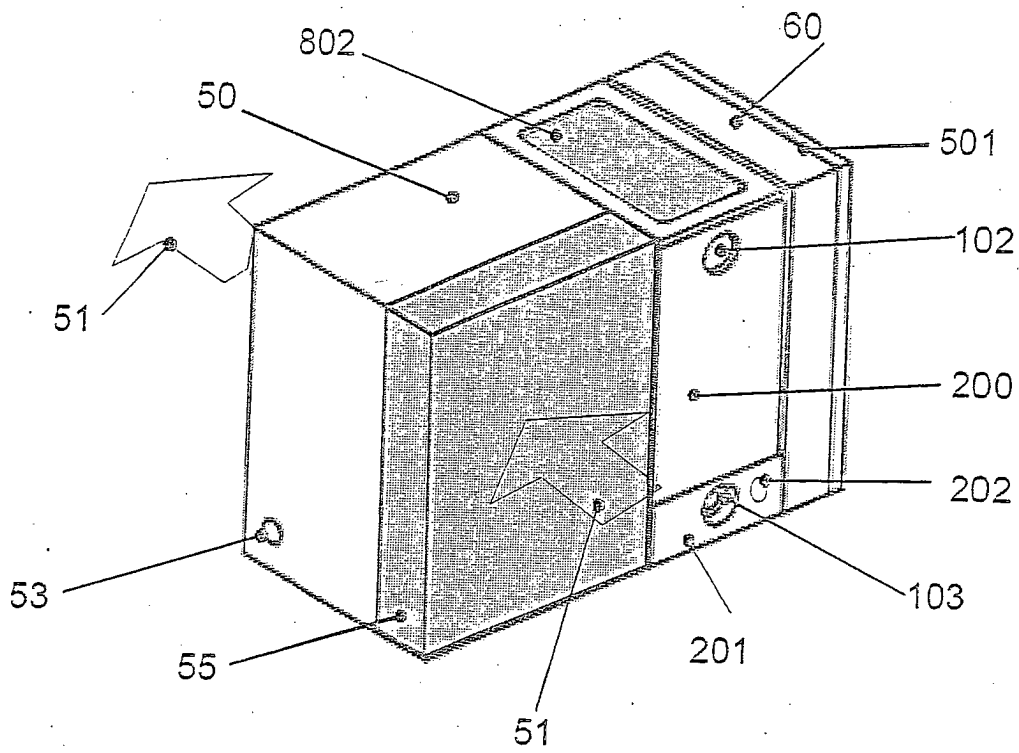


Fig. 5

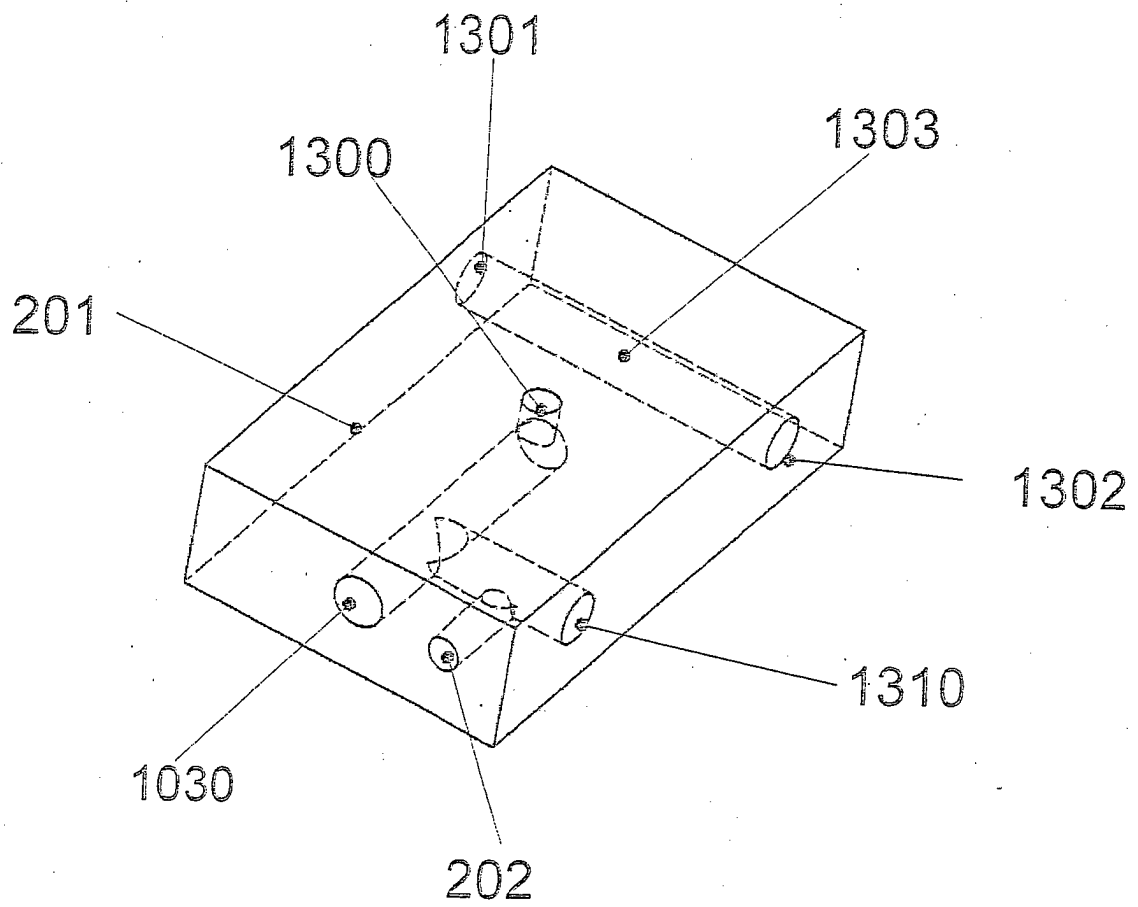




Fig. 6

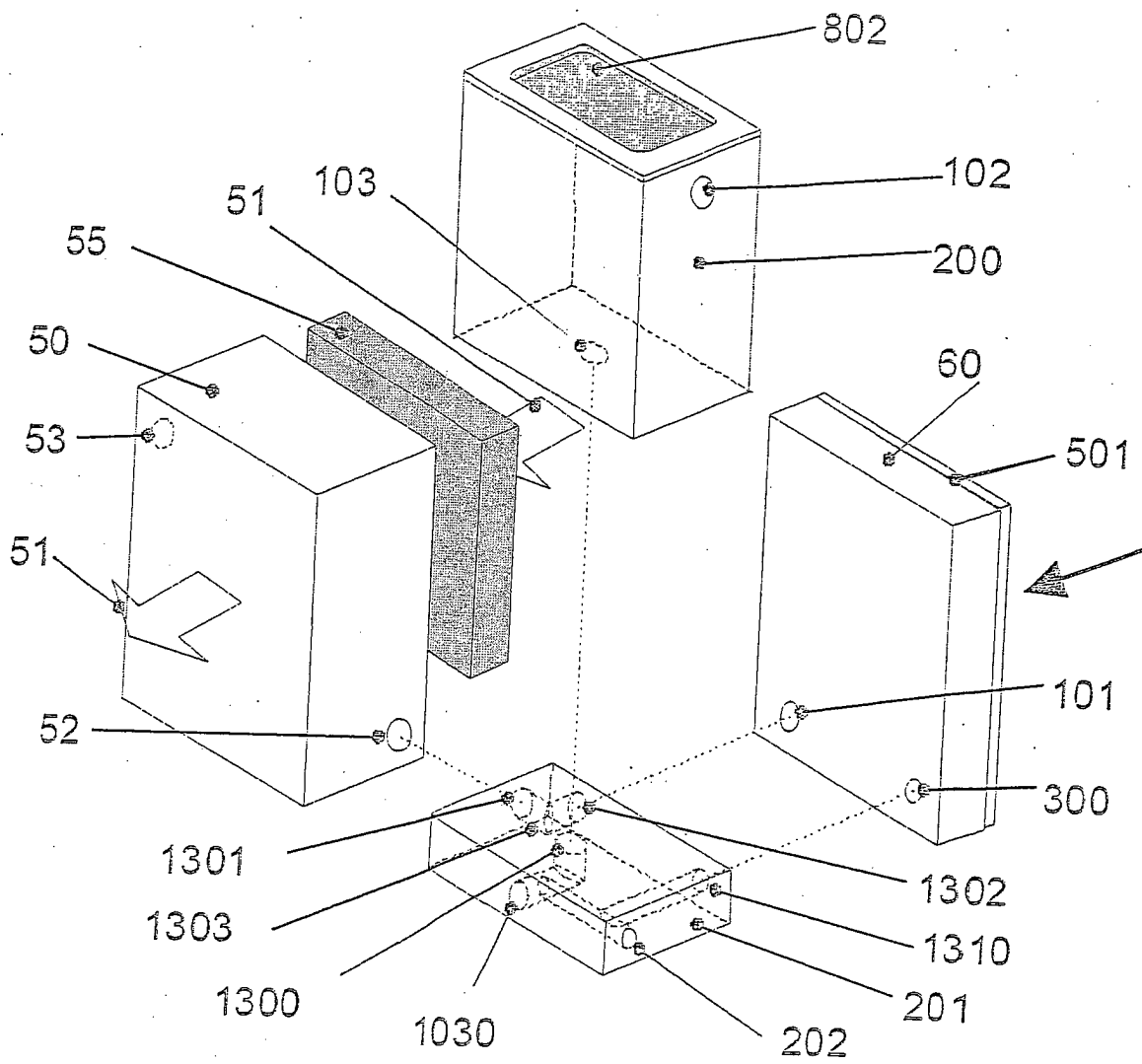


Fig. 7:

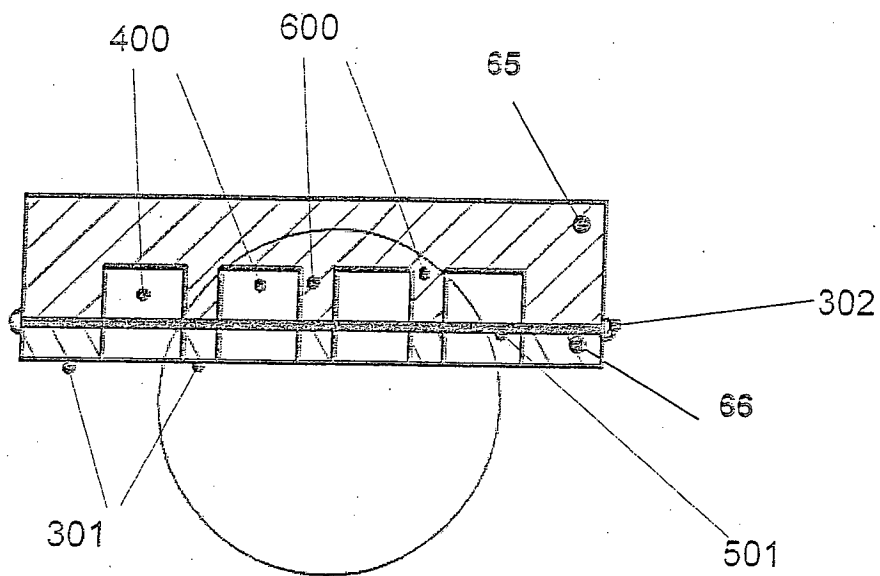


Fig. 8:

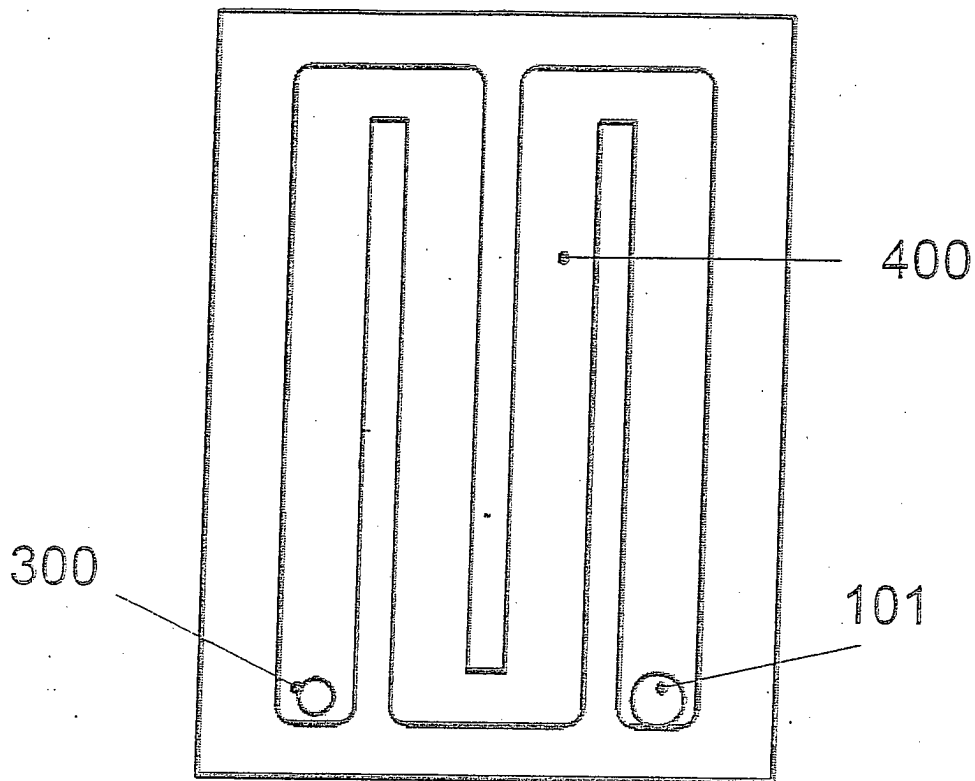


Fig. 9

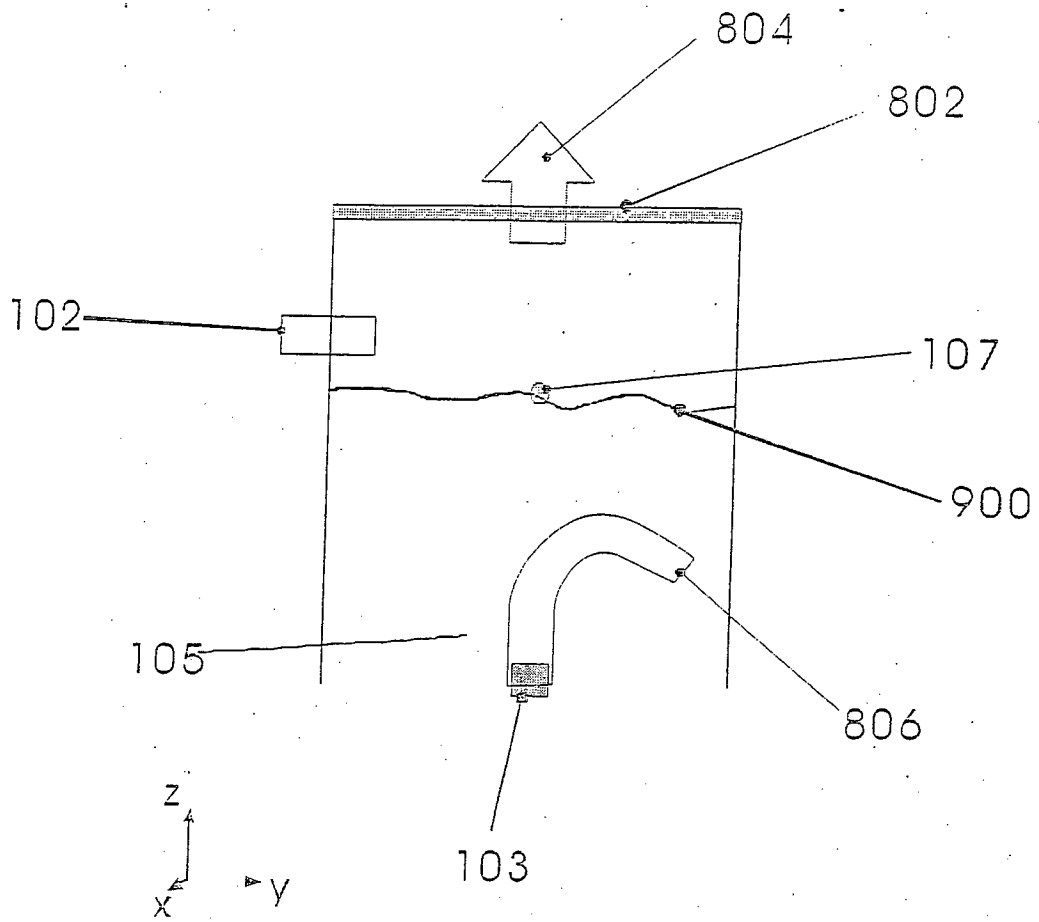


Fig. 10

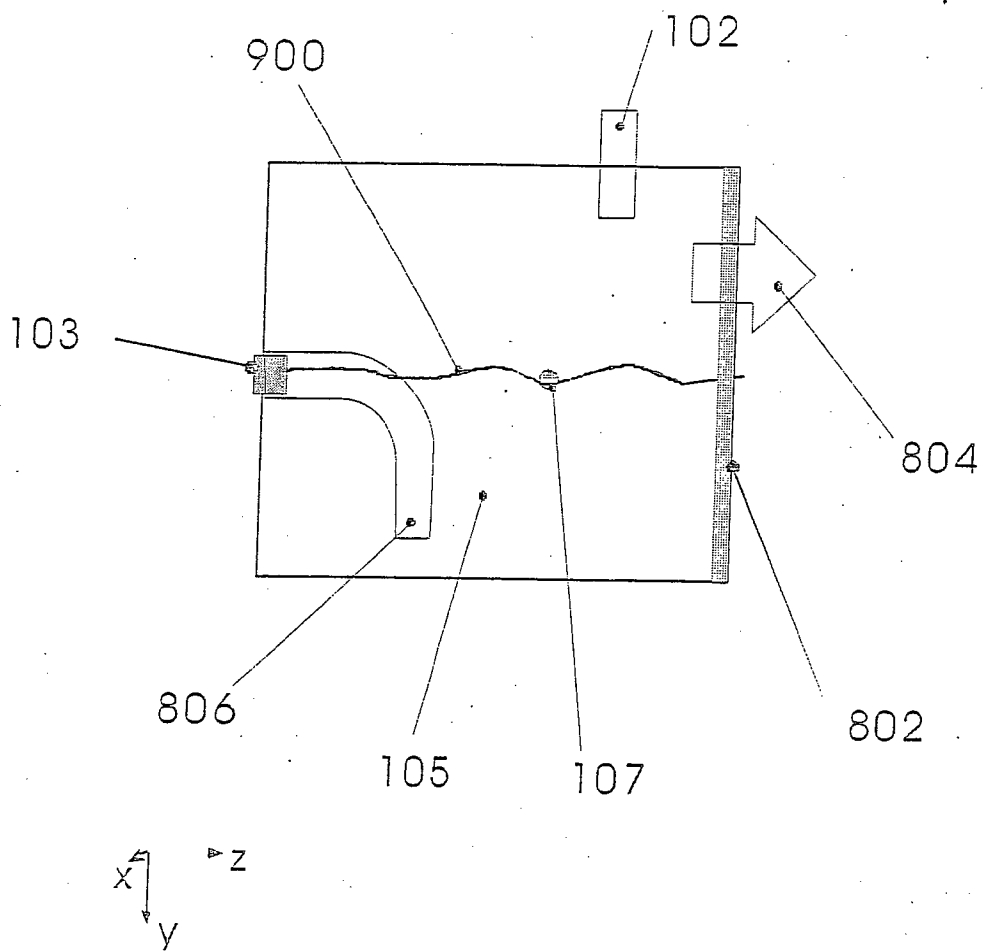


Fig. 11

