



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2004 058 117 B4 2009.01.08**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 058 117.7**

(22) Anmeldetag: **02.12.2004**

(43) Offenlegungstag: **08.06.2006**

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **08.01.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01M 8/02 (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:

**Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Blank, Felix, 78464 Konstanz, DE**

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

**DE 102 48 531 A1**

**DE 33 21 984 A1**

**US2002/01 22 970 A1**

**US 63 72 373 B1**

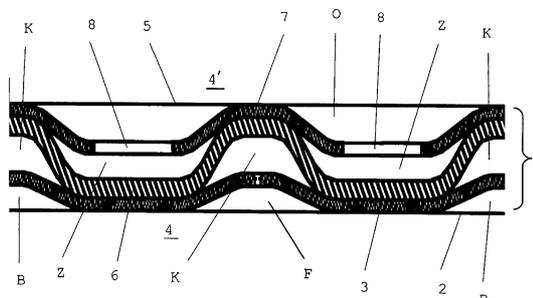
**WO 01/37 362 A2**

**DE 103 46 594 A1**

**DE 103 23 646 A1**

(54) Bezeichnung: **Dickenoptimierte Bipolarplatte für Brennstoffzellenstapel sowie Bipolarplattenanordnung in einem Brennstoffzellenstapel**

(57) Hauptanspruch: Dickenoptimierte Bipolarplatte (1, 1') zur Anordnung zwischen zwei benachbarten Membran-Elektroden-Anordnungen (MEA) (4, 4') in einem Brennstoffzellenstapel (Stack) (10), mit mindestens einem auf ihrer einen, der Kathode (5) der einen MEA (4) zugewandten Flachseite (13) ausgebildeten Kathodenkanal (O), mindestens einem auf ihrer anderen, der Anode (2) der anderen MEA (4') zugewandten Flachseite (12) ausgebildeten Anodenkanal (F), mindestens einem Kühlmittelkanal (K) sowie jeweils mindestens einem zu dem Anoden- (F) und/oder Kathodenkanal (O) benachbart angeordneten, jeweils an einer vorbestimmten Stelle mit dem Anoden- (F) und/oder Kathodenkanal (O) fluidisch verbundenen Zudosierkanal (Z), dadurch gekennzeichnet, dass die Bipolarplatte (1, 1') mindestens aus zwei planparallel zueinander angeordneten Platten, einer Anoden- (3) und einer Kathodenplatte (6) besteht, wobei der Anoden- (F) und der Kathodenkanal (O) jeweils durch auf der Anoden- (3) und der Kathodenplatte (6) angeordnete Erhöhungen und Vertiefungen ausgebildet ist und der Kühlmittelkanal (K) zwischen der Anoden- (3) und der Kathodenplatte (6) durch Ineinanderlegen der...



**Beschreibung**

Technisches Gebiet:

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine dickenoptimierte Bipolarplatte zur Anordnung zwischen zwei benachbarten Membran-Elektroden-Anordnungen in einem Brennstoffzellenstapel gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Bipolarplattenanordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

Stand der Technik:

**[0002]** Ein Brennstoffzellenstapel, kurz Stack, besteht aus mehreren, elektrisch in Serie geschalteten, planparallel übereinander gestapelt angeordneten Brennstoffzellen. Jede Brennstoffzelle weist eine Anode, eine Kathode und einen dazwischen angeordneten Elektrolyten auf, beispielsweise in Form einer Polymer-Elektrolyt-Membran, kurz PEM, die zusammen eine Membran-Elektroden-Anordnung, kurz MEA, bilden. Zwischen den im Stack benachbarten MEAs ist jeweils eine Bipolar-Separatorplatteneinheit, kurz Bipolarplatte, angeordnet. Die Bipolarplatte erfüllt dabei mehrere Aufgaben, wie etwa das Beabstanden der benachbarten MEAs gegen die Kraft, mit der der Stack zusammengehalten wird, das Verteilen der Betriebsmedien Brennstoff und Oxidator über die angrenzenden MEAs und das Abführen der Reaktionsstoffe in hierfür vorgesehenen, jeweils zu den MEAs hin offenen Kanälen, die Abfuhr der Reaktionswärme über ein in separaten Kühlmittelkanälen geführtes Kühlmittel, sowie der Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen der Anode und der Kathode der benachbarten MEAs.

**[0003]** Derartige Bipolarplatten bestehen aus zwei planparallel miteinander verbundenen Platten, einer Anodenplatte zur Verbindung mit der Anode der einen MEA, und einer Kathodenplatte zur Verbindung mit der Kathode der anderen MEA. An der der einen MEA zugewandten Oberfläche der Anodenplatte sind dabei Anodenkanäle zur Verteilung des Brennstoffs entlang der einen MEA angeordnet, wobei an der der anderen MEA zugewandten Oberfläche der Kathodenplatte Kathodenkanäle zur Verteilung des Oxidators über der anderen MEA angeordnet sind. Die Kathodenkanäle und die Anodenkanäle haben keine Verbindung zueinander.

**[0004]** Die Kathoden- und die Anodenkanäle werden dabei von durch Erhebungen voneinander getrennten Vertiefungen auf den jeweils den MEAs zugewandten Oberflächen der Anoden- und der Kathodenplatte gebildet. Die Kathoden- und die Anodenplatte sind dabei vorzugsweise hohl geprägt. Die Erhebungen und die Vertiefungen werden beispielsweise diskontinuierlich durch Formrecken, Tiefziehen oder dergleichen, oder kontinuierlich, beispielsweise durch Walzen oder Ziehen hergestellt. Durch Verbin-

dung der Anodenplatte und der Kathodenplatte Rücken an Rücken, entstehen durch die zur Erzeugung der Anoden- und der Kathodenkanäle in die Anodenplatte und die Kathodenplatte eingepprägten Erhebungen und Vertiefungen zwischen den beiden Platten die Kühlmittelkanäle zur Durchleitung des Kühlmittels.

**[0005]** Insbesondere bei mobilen Anwendungen, wie beispielsweise im Automobilbereich oder bei der Ausstattung elektrischer Kommunikations- oder Unterhaltungsgeräte, von Laptops und dergleichen, ist es erforderlich, die Leistungsdichte von Stacks sowie deren mechanische Belastbarkeit zu erhöhen. Ersteres kann durch Verringerung der Dicke der nicht direkt zur Stromerzeugung beitragenden Bipolarplatten, durch eine Erzeugung möglichst idealer Betriebsbedingungen für die MEAs in dem Stack, wie etwa einer möglichst konstanten, vor lokaler Austrocknung oder lokaler Ertränkung schützenden Feuchtigkeit der PEM über die MEA hinweg, und durch eine Verbesserung und Erhöhung des Betriebsmediendurchsatzes und/oder des Kühlmitteldurchsatzes erreicht werden.

**[0006]** Aus der WO 01/37362 A2 ist eine Bipolarplatte bekannt, bestehend aus einer ersten Platte mit einer ersten Oberfläche und einer gegenüberliegenden, zweiten Oberfläche und mehreren, auf der ersten Platte angeordneten, einen Brennstoffkanal auf deren erster Oberfläche bildenden Rippen, einer zweiten Platte mit einer ersten Oberfläche und einer gegenüberliegenden, zweiten Oberfläche und mehreren, auf der zweiten Platte angeordneten, einen Oxidatorkanal auf deren zweiter Oberfläche bildenden Rippen, wobei die Rippen der beiden Platten unterschiedliche Tiefen aufweisen und die erste und die zweite Platte aneinander grenzen und zwischen der ersten und der zweiten Platte einen Kühlmittelkanal umgrenzen. Dabei ist vorgesehen, zur Verringerung der Dicke der Bipolarplatte die beiden Platten derart aufeinander zu legen, dass die Erhebungen der beiden Platten in den Vertiefungen der jeweils anderen Platte zu liegen kommen, wobei der Brennstoff- und der Oxidatorkanal unterschiedliche Tiefen aufweisen, so dass zwischen den Platten ein Kühlmittelkanal entsteht.

**[0007]** Nachteilig an einer derartigen Bipolarplatte ist, dass sie nicht zur Verbesserung der Betriebsbedingungen der MEAs hin zu idealen Betriebsbedingungen, beispielsweise durch eine verbesserte Verteilung des Brennstoffs und des Oxidators über die MEA hinweg oder einer Verbesserung des Wasserhaushalts der MEA geeignet ist, wie sie zur Erzeugung eines kompakten Stacks mit hoher Leistungsdichte erforderlich sind.

**[0008]** In der DE 103 46 594 A1 wird eine PEM-Brennstoffzelle vorgeschlagen, welche mit we-

nig oder gar nicht befeuchteten Betriebsstoffen betrieben werden kann, ohne dass ihre PEM dabei austrocknet, umfassend zumindest eine MEA und zwei daran angrenzende Separatorplatteneinheiten, sowie wenigstens zwei Räume für die Zufuhr von Betriebsmedien, wobei ein erster Fluidraum von der Anode der MEA und einer ersten Separatorplatteneinheit gebildet wird und ein zweiter Fluidraum von der Kathode der MEA und einer zweiten Separatorplatteneinheit, wobei in mindestens einem der Fluidräume wenigstens eine Trennwand vorgesehen ist, die in dem Fluidraum mindestens einen weiteren Raum abtrennt, wobei der zumindest eine weitere, abgetrennte Raum an wenigstens einer Stelle eine fluidische Verbindung zu einem angrenzenden Anoden- oder Kathodenraum aufweist. Dieser mindestens eine abgetrennte Raum dient dabei als Zudosierkanal, mit dem gezielt ein Betriebsmedium, wie beispielsweise Brennstoff auf der Anodenseite der MEA oder Oxidator auf der Kathodenseite der MEA, einem bestimmten Bereich der MEA zugeführt werden kann, so dass mindestens in diesem Bereich ideale Betriebsbedingungen durch eine verbesserte Betriebsmedienkonzentration und eine Verbesserung des Wasserhaushalts erreicht werden können. Der Zudosierkanal überbrückt dabei einen Teil der MEA und führt einen Teil der Betriebsmedien erst an der Stelle der MEA zu, an der eine fluidische Verbindung zur MEA hin besteht, so dass eine lokale Austrocknung der PEM, beispielsweise im Portbereich, in dem die Betriebsmedien zugeführt werden und der PEM Wasser entziehen, durch die Überbrückung verhindert wird, ebenso wie ein Ertränken der PEM zum Ausgangsport hin durch das Zuführen noch trockener Betriebsmedien und der damit verbundenen Fähigkeit, Wasser aufzunehmen, in diesem Bereich verhindert wird.

**[0009]** Nachteilig an einer derartigen PEM-Brennstoffzelle ist, dass insbesondere bei einer Anordnung im Stack Bipolarplatten benötigt werden, die neben den Kathoden-, Anoden- und Kühlmittelkanälen noch mindestens einen zusätzlichen Zudosierkanal aufweisen müssen, dessen Anordnung und Erzeugung insbesondere im Hinblick auf eine möglichst dünne Bipolarplatte zur Erzeugung eines Stacks mit möglichst hoher Leistungsdichte nicht gelöst ist.

**[0010]** In der DE 103 23 646 A1 wird eine Bipolarplatte für eine Brennstoffzellenanordnung in Stapelbauweise zur Verbesserung der Versorgung des Stacks mit Betriebsmedien vorgeschlagen, welche zumindest auf einer ihrer Flachseiten Medienführungskanäle zum Führen von Betriebsmedien für eine Anode und/oder Kathode einer Einzelzelle einer Brennstoffzellenanordnung aufweist, wobei die Medienführungskanäle in einem mittleren Bereich der Bipolarplatte konzentriert sind, sowie in einem Randbereich Öffnungen für Verteilerkanäle und Sammelkanäle für Betriebsmedien vorgesehen sind, wobei vom

mittleren Bereich aus gesehen eine erste Öffnung und eine zweite Öffnung hintereinander angeordnet sind und die hintereinander liegende Öffnungen seitlich von einer dritten Öffnung liegen. Durch die Anordnung wird ein Gleichstrom von Kühlmittel und Oxidator erreicht, so dass eine Homogenisierung des Temperaturverlaufs entlang des Stacks erreicht wird und lokale Überhitzungen vermieden werden.

**[0011]** Nachteilig an einer derartigen Bipolarplatte ist, dass keine Optimierung im Hinblick auf möglichst geringe Abmessungen eines mit derartigen Bipolarplatten aufgebauten Stacks vorgenommen sind.

Technische Aufgabe der Erfindung:

**[0012]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Bipolarplatte zu entwickeln, welche zur Erzeugung möglichst kompakter Stacks mit hoher Leistungsdichte geeignet ist, sowie eine Bipolarplattenanordnung für einen Stack, welche die mechanische Belastbarkeit des Stacks verbessert und so zu einer Erhöhung der Leistungsdichte beiträgt.

Offenbarung der Erfindung und deren Vorteile:

**[0013]** Die Aufgabe wird bei einer Bipolarplatte der eingangs genannten Gattung mit mindestens einem auf ihrer einen, der Kathode der einen MEA zugewandten Flachseite ausgebildeten Kathodenkanal, mindestens einem auf ihrer anderen, der Anode der anderen MEA zugewandten Flachseite ausgebildeten Anodenkanal, mindestens einem Kühlmittelkanal sowie jeweils mindestens einem zu dem Anoden- und/oder Kathodenkanal benachbart angeordneten, jeweils an einer vorbestimmten Stelle mit dem Anoden- und/oder Kathodenkanal fluidisch verbundenen Zudosierkanal dadurch gelöst, dass die Bipolarplatte mindestens aus zwei planparallel zueinander angeordneten Platten, einer Anoden- und einer Kathodenplatte besteht, wobei der zur Verteilung von Brennstoff vorgesehene Anoden- und der zur Verteilung von Oxidator vorgesehene Kathodenkanal jeweils durch auf der Anoden- und der Kathodenplatte angeordnete, vorzugsweise hohlgeprägte Erhöhungen und Vertiefungen ausgebildet ist und der Kühlmittelkanal zwischen der Anoden- und der Kathodenplatte durch Ineinanderlegen der Erhöhungen der einen in die Vertiefungen der anderen Platte gebildet ist. Vorzugsweise sind dabei auf der Anodenplatte mehrere parallel verlaufende Anodenkanäle und auf der Kathodenplatte mehrere parallel verlaufende Kathodenkanäle ausgebildet. Die Anoden- und Kathodenkanäle verlaufen vorzugsweise um eine Kanalbreite versetzt parallel zueinander auf der Anoden- und der Kathodenplatte. Die Kühlmittelkanäle werden dabei durch Aufeinanderlegen der Kathodenplatte und der Anodenplatte erzeugt, wobei die auf den jeweils einander zugewandten Seiten angeordneten Erhebungen der einen Platte in den Vertiefun-

gen der anderen Platte zu liegen kommen.

**[0014]** Die erfindungsgemäße Bipolarplatte weist gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil auf, dass durch die jeweils ineinander liegenden Erhebungen und Vertiefungen der beiden Platten eine besonders dünne Bipolarplatte erzeugt wird. Parallel zu einem Anoden- oder Kathodenkanal sind dabei ein oder mehrere Zudosierkanäle angeordnet, die an verschiedenen Stellen in den jeweiligen Anoden- oder Kathodenkanal münden. Hierdurch können die Betriebsbedingungen entlang der MEA verbessert werden, wodurch sich in Verbindung mit dem dünnen Aufbau der Bipolarplatte Stacks mit einer hohen Leistungsdichte erzeugen lassen.

**[0015]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Zudosierkanal durch eine auf der der MEA zugewandten Seite der Anoden- und/oder Kathodenplatte angeordnete, die Erhöhungen und Vertiefungen auf der Anoden- und/oder Kathodenplatte nachzeichnende Zudosierplatte gebildet wird, wobei die Erhöhungen und Vertiefungen der Zudosierplatte auf den Erhöhungen und Vertiefungen der Anoden- und/oder Kathodenplatte angeordnet sind. Der Anoden- oder Kathodenkanal befindet sich dabei zwischen der jeweiligen Zudosierplatte und der Anode der einen oder der Kathode der anderen MEA, wohingegen sich der jeweilige Zudosierkanal zwischen der Anoden- oder der Kathodenplatte und der Zudosierplatte befindet. Dabei ist es beispielsweise denkbar, in einen Anoden- oder Kathodenkanal unter Verwendung von nur einer auf der Anoden- oder Kathodenplatte angeordneten Zudosierplatte zwei Zudosierkanäle von den gegenüberliegenden Enden der Bipolarplatte auszubilden, die dann an verschiedenen Stellen in den jeweiligen Anoden- oder Kathodenkanal münden und über die dann von zwei Seiten her, an denen jeweils ein Portbereich zur Einleitung der Betriebsmedien in die Bipolarplatte angeordnet ist, das jeweilige Betriebsmedium eingeleitet wird.

**[0016]** Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die in der Kathodenplatte angeordneten, den Kathodenkanal zur Verteilung des Oxidators bildenden Vertiefungen und Erhebungen einen größeren Querschnitt bilden, als die in der Anodenplatte angeordneten, den Anodenkanal zur Verteilung des Brennstoffs bildenden Vertiefungen und Erhebungen, beispielsweise durch eine größeren Abstand zueinander und/oder eine größere Tiefe, wobei von dem Kathodenkanal mindestens ein Zudosierkanal durch mindestens eine Trennwand oder mindestens eine Zudosierplatte abgetrennt ist.

**[0017]** Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Zudosierkanal zwischen der Anoden- und der Kathodenplatte und vorzugsweise parallel zu dem Kühlmittelkanal verlaufend angeordnet ist. Dabei besteht die Verbindung

zwischen einem Zudosierkanal und dem jeweiligen Anoden- oder Kathodenkanal aus einer durch die Anodenplatte oder die Kathodenplatte hindurchführenden Öffnung, beispielsweise einer Bohrung. Die Kühlmittelkanäle können dabei durch größere Abmessungen der Vertiefungen und Erhebungen der Anoden- und/oder der Kathodenkanäle oder durch einen größeren Abstand zwischen den Erhebungen und den Vertiefungen größer dimensioniert werden, so dass ein Kühlmittelkanal mehr Reaktionswärme abführen kann, so dass beispielsweise zwischen zwei benachbarten Kühlmittelkanälen ein ebenso durch die Vertiefungen und Erhebungen der Anoden- und der Kathodenplatte gebildeter Zudosierkanal angeordnet sein kann.

**[0018]** Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass zwischen Anoden- und Kathodenplatte eine Zudosierplatte angeordnet ist, welche den Zudosierkanal von dem Kühlmittelkanal abtrennt. Die Zudosierplatte kann dabei eben oder die Erhebungen und Vertiefungen der Anoden- und der Kathodenplatte nachbildend ausgebildet sein.

**[0019]** Eine zusätzliche vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Anoden-, Kathoden-, Kühlmittel- und Zudosierkanäle in einem mittleren Bereich der Bipolarplatte konzentriert sind und in einem Randbereich der Bipolarplatte Öffnungen für Verteilerkanäle und Sammelkanäle für die Betriebsmedien zum Betrieb des Stacks vorgesehen sind, wobei vom mittleren Bereich aus gesehen eine erste Öffnung zur Zu- oder Abführung eines ersten Betriebsmittels in die oder aus der Bipolarplatte und eine zweite Öffnung zur Zu- oder Abführung eines zweiten Betriebsmittels in die oder aus der Bipolarplatte hintereinander angeordnet sind und die hintereinander liegende Öffnungen seitlich von einer dritten Öffnung zur Zu- oder Abführung eines dritten Betriebsmittels in die oder aus der Bipolarplatte liegen. Durch die Anordnung wird ein Gleichstrom von Kühlmittel und Oxidator erreicht, so dass eine Homogenisierung des Temperaturverlaufs entlang des Stacks erreicht wird und lokale Überhitzungen vermieden werden. Diese Maßnahme dient der besseren und gleichmäßigeren Abfuhr der Reaktionswärme und damit der Optimierung des Wärmehaushalts des Stacks. Die Zudosierkanäle sind dabei vorzugsweise ebenso direkt mit der Öffnung für die Zufuhr des jeweiligen Betriebsmediums verbunden.

**[0020]** Die Aufgabe der Verbesserung der mechanischen Belastbarkeit eines Stacks wird bei einer erfindungsgemäßen Bipolarplattenanordnung in einem Brennstoffzellenstapel dadurch gelöst, dass mindestens zwei durch eine MEA voneinander getrennte, benachbarte Bipolarplatten innerhalb des Stacks so angeordnet sind, dass die Erhöhungen der der MEA zugewandten Flachseite der einen Bipolarplatte durch die MEA getrennt gegenüber den Erhöhungen

der der MEA zugewandten Flachseite der anderen Bipolarplatte angeordnet sind. Durch diese Anordnung der Bipolarplatten wird verhindert, dass eine Erhebung der einen Bipolarplatte die zwischen den benachbarten Bipolarplatten angeordnete MEA in die Vertiefungen der anderen Bipolarplatte drückt. Hierdurch wird die mechanische Belastbarkeit des Stacks verbessert.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0021]** In denen zeigen:

**[0022]** [Fig. 1](#) einen Querschnitt durch einen Teil einer dickenoptimierten Bipolarplatte mit Zudosierkanälen,

**[0023]** [Fig. 2](#) einen Ausschnitt eines Stacks der einen Querschnitt durch einen Teil einer Bipolarplattenanordnung zweier beidseitig einer Membran-Elektroden-Anordnung angeordneter, dickenoptimierter Bipolarplatten mit Zudosierkanälen zeigt,

**[0024]** [Fig. 3](#) eine schematische Anordnung der Anoden-, Kathoden-, Kühlmittel- und Zudosierkanäle einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte, wobei der Zudosierkanal von dem Kathodenkanal abgetrennt ist,

**[0025]** [Fig. 4](#) eine schematische Anordnung der Anoden-, Kathoden-, Kühlmittel- und Zudosierkanäle einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte, wobei die Zudosierkanäle zwischen den aufeinander liegenden Erhebungen und Vertiefungen der Kathoden- und Anodenplatte angeordnet sind,

**[0026]** [Fig. 5](#) eine schematische Anordnung der Anoden-, Kathoden-, Kühlmittel- und Zudosierkanäle einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte, wobei der Zudosierkanal durch eine zwischen Kathoden- und Anodenplatte angeordnete Zudosierplatte von dem Kühlmittelkanal abgetrennt ist,

**[0027]** [Fig. 6](#) eine Detailansicht der für die Zu- und Abfuhr der Betriebsmedien vorgesehenen Öffnungen im Randbereich der Bipolarplatte,

**[0028]** [Fig. 7](#) eine Draufsicht auf eine Kathodenplatte einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung:

**[0029]** Eine in [Fig. 1](#) dargestellte Bipolarplatte **1** besteht im Wesentlichen aus einer gegenüber einer Anode **2** einer ersten **4** von zwei in einem Brennstoffzellenstapel **10**, kurz Stack, benachbarten Membran-Elektroden-Anordnungen **4, 4'**, kurz MEA, angeordneten Anodenplatte **3**, einer gegenüber einer Kathode **5** einer zweiten MEA **4'** angeordneten Kathodenplatte **6**, sowie einer Zudosierplatte **7**.

**[0030]** Die Anodenplatte **3** weist Erhebungen und Vertiefungen auf, die zur ersten MEA **4** hin offene Anodenkanäle **F** bilden, über die die erste MEA **4** mit Brennstoff versorgt wird. Die Kathodenplatte **6** weist Erhebungen und Vertiefungen auf, die zur zweiten MEA **4'** hin offene Kathodenkanäle **O** bilden, über die die zweite MEA **4'** mit Oxidator versorgt wird. Die Anodenplatte **3** und die Kathodenplatte **6** sind so aufeinander gelegt, dass die Erhebungen der einen in den Vertiefungen der anderen Platte angeordnet sind. Dabei verbleiben zwischen der Anoden- **3** und der Kathodenplatte **6** Räume, die die Kühlmittelkanäle **K** bilden.

**[0031]** Auf der der Kathode **5** der MEA **4** zugewandten Seite der Kathodenplatte **6** ist die Zudosierplatte **7** angeordnet, welche die Erhebungen und Vertiefungen der Kathodenplatte **6** nachzeichnet, ohne die Kathodenkanäle **O** auszukleiden. Die Zudosierplatte **7** trennt so von den Kathodenkanälen **O** jeweils einen Zudosierkanal **Z** ab, der an einer vorbestimmten Stelle eine Öffnung **8** aufweist und in den jeweiligen Kathodenkanal **O** mündet.

**[0032]** Durch die Zudosierkanäle **Z** können die über der MEA **4, 4'** herrschenden thermodynamischen Zustände, die die Betriebsbedingungen der MEA **4, 4'** bilden, durch Zufuhr von Zusätzlichem Oxidator, durch Zufuhr von gasförmigem oder flüssigem Wasser oder durch Abfuhr von gasförmigem oder flüssigem Wasser wenigstens annähernd homogenisiert oder ausgeglichen werden. Dadurch lässt sich die Leistung eines Stacks **10** durch mit Zudosierkanälen **Z** ausgestattete Bipolarplatten **1** verbessern, da die MEAs **4, 4'** im Bereich ihres thermodynamischen Auslegungspunktes betrieben werden können. Ein weiterer Vorteil von Zudosierkanälen **Z** ist, dass die für einen zuverlässigen Betrieb unter hoher Leistungsabgabe erforderliche Be- und Entfeuchtung einer in der MEA **4, 4'** zwischen der Anode **2** und der Kathode **5** angeordneten Polymer-Elektrolyt-Membran **9**, kurz PEM, innerhalb der Bipolarplatte **1** stattfinden kann und dadurch keine zusätzlichen Einrichtungen erforderlich sind.

**[0033]** Durch die platz sparende Anordnung der Erhebungen und der Vertiefungen der Anoden- **3** und der Kathodenplatte **6** ineinander, so dass die Erhebungen der einen Platte in den Vertiefungen der anderen Platte zu liegen kommen, kann bei gleichzeitiger Ausbildung der Anoden- **F**, Kathoden- **O**, und der Kühlmittelkanäle **K** zusätzlich die Dicke der Bipolarplatte **1** minimiert werden, wodurch in Verbindung mit der durch die Zudosierkanäle **Z** verbesserten Leistungsabgabe der MEAs **4, 4'** ein Stack **10** mit besonders hoher Leistungsdichte erzeugt werden kann.

**[0034]** In [Fig. 2](#) ist zu erkennen, wie bei zwei innerhalb eines Stacks **10** angeordneten und durch eine MEA **4** voneinander getrennten, benachbarten Bipo-

larplatten **1**, **1'** die Erhöhungen der der MEA **4** zugewandten Flachseite der einen Bipolarplatte **1** durch die MEA **4** getrennt gegenüber den Erhöhungen der der MEA **4** zugewandten Flachseite der anderen Bipolarplatte **1'** angeordnet sind.

**[0035]** Hierdurch kann verhindert werden, dass die der MEA **4** zugewandten Erhebungen der einen Bipolarplatte **1** die MEA **4** in die der MEA **4** zugewandten Vertiefungen der anderen Bipolarplatte **1'** drücken. Die mechanische Belastbarkeit des Stacks **10** wird hierdurch erhöht.

**[0036]** In [Fig. 3](#) ist eine andere denkbare Anordnung der Anoden- F, Kathoden- O, Kühlmittel- K und Zudosierkanäle Z in einer dickenoptimierten Bipolarplatte **1** dargestellt. Die Anodenplatte **3** und die Kathodenplatte **6** sind dabei wie in [Fig. 1](#) so aufeinander gelegt, dass die Erhebungen der einen in den Vertiefungen der anderen Platte angeordnet sind. Die Zudosierkanäle Z sind von den Kathodenkanälen O durch von der der MEA **4** zugewandten Seite in die Kathodenkanäle O eingesetzte und mit der Kathodenplatte **6** verbundene Trennwände **11** abgetrennt. Die Zudosierkanäle Z sind jeweils an einer vorbestimmten Stelle mit dem Kathodenkanal O durch eine Öffnung **8** fluidisch verbunden.

**[0037]** In [Fig. 4](#) ist eine weitere denkbare Anordnung der Anoden- F, Kathoden- O, Kühlmittel- K und Zudosierkanäle Z in einer dickenoptimierten Bipolarplatte **1** dargestellt. Die Anodenplatte **3** und die Kathodenplatte **6** liegen dabei wiederum wie in [Fig. 1](#) so aufeinander, dass die Erhebungen der einen in den Vertiefungen der anderen Platte angeordnet sind. Die Zudosierkanäle Z sind nunmehr zwischen der Anoden- **3** und der Kathodenplatte **6** parallel zu den Kühlmittelkanälen K verlaufend angeordnet, wobei die zwischen der Anodenplatte **3** und die Kathodenplatte **6** durch das Ineinanderlegen der Erhöhungen der einen in die Vertiefungen der jeweils anderen Platte gebildeten Kanäle abwechselnd ein Zudosierkanal Z und ein Kühlmittelkanal K sind. Ein Zudosierkanal Z ist dabei an einer vorbestimmten Stelle mit den beiden angrenzenden Kathodenkanälen O über Öffnungen **8** fluidisch verbunden.

**[0038]** In [Fig. 5](#) ist eine zusätzliche denkbare Anordnung der Anoden- F, Kathoden- O, Kühlmittel- K und Zudosierkanäle Z in einer dickenoptimierten Bipolarplatte **1** dargestellt. Dabei ist die Zudosierplatte **7** zwischen der Anoden- **3** und der Kathodenplatte **6** angeordnet. Die Zudosierplatte **7** zeichnet die Erhebungen und Vertiefungen der Kathodenplatte **6** nach, ohne diese auszukleiden. Hierdurch verbleiben zwischen der Anoden- **3** und der Kathodenplatte **6** durch die Zudosierplatte **7** voneinander getrennte Kanäle, die zum einen als Kühlmittelkanäle K und zum anderen als Zudosierkanäle Z ausgebildet sind. Die Zudosierkanäle Z sind wiederum an einer vorbestimmten

Stelle mit dem Kathodenkanal O fluidisch verbunden.

**[0039]** In [Fig. 6](#) ist zu erkennen, wie die Öffnungen **20**, **21**, **22** für die Zufuhr der Betriebsmedien in einem Randbereich **16** der Bipolarplatte **1** angeordnet sind. [Fig. 6a](#) zeigt dabei, den Eintrittsbereich A der Anodenplatte **3** von deren Flachseite **12** her, [Fig. 6b](#) den Eintrittsbereich A der Kathodenplatte **6** von deren Flachseite **13** her und [Fig. 6c](#) den Eintrittsbereich A auf der Rückseite **14** der Anodenplatte **3**. Die Öffnung **20** dient dabei der Zufuhr des Kühlmittels in die Kühlmittelkanäle K, die Öffnung **21** der Zufuhr des Brennstoffs in die Anodenkanäle F und die Öffnung **22** der Zufuhr des Oxidators in die Kathodenkanäle O und die Zudosierkanäle Z. Zwischen den Öffnungen **20**, **21**, **22** und den Kanälen F, K, O, Z sind dabei jeweils voneinander unabhängige Strömungsbereiche **23**, **24** und **25** angeordnet, über die die jeweiligen Betriebsmedien im Eintrittsbereich A auf die jeweiligen Kanäle F, K, O, Z verteilt werden.

**[0040]** Zum Stack **10** gestapelt bilden die Öffnungen **20**, **21**, **22** der übereinander gestapelten Bipolarplatten **1** durchgehende Verteilerkanäle für die Betriebsmedien.

**[0041]** In [Fig. 7](#) ist zu erkennen, wie die Kathodenkanäle O auf der der MEA **4** zugewandten Flachseite **13** der Kathodenplatte **6** parallel zueinander verlaufen. Ebenso ist zu erkennen, wie der Eintrittsbereich A, an dem die Kathodenkanäle O über den Strömungsbereich **25** mit der einen Teil der Versorgungsleitung für Oxidator bildenden Öffnung **22** verbunden sind, im Randbereich **16** mit der Öffnung **22** in Verbindung steht. Im gegenüberliegenden Randbereich **17** befindet sich ein Austrittsbereich B, von dem aus der Oxidator nach dem Durchströmen der Kathodenkanäle O über einen Strömungsbereich **35** einer Öffnung **32** zugeführt wird, welche gemeinsam mit anderen Öffnungen **32** mehrerer in einem Stack **10** übereinander angeordneten Bipolarplatten **1** einen Sammelkanal für den verbrauchten Oxidator bildet. Im Austrittsbereich B befindet sich dabei ebenso eine Öffnung **30** welche einen Teil eines Sammelkanals zur Abfuhr des Kühlmittels nach dem Durchströmen der Kühlmittelkanäle K bildet, sowie eine Öffnung **31**, welche einen Teil eines Sammelkanals zur Abfuhr des Brennstoffs nach dem Durchströmen der Anodenkanäle F bildet.

**[0042]** Durch die Anordnung der Öffnungen **20**, **21**, **22** und **30**, **31**, **32** zueinander, ist ein Gleichstrom von Kühlmittel und Oxidator erreicht, wodurch eine besonders gleichmäßige Verteilung der Reaktionswärme über die MEA **4** hinweg sichergestellt wird.

**[0043]** Die Anoden- F, Kathoden- O, Kühlmittel- K und Zudosierkanäle Z sind dabei innerhalb eines als Flowfield bezeichneten, mittleren Bereichs **15** der Bipolarplatte **1** angeordnet, in dem die Anoden- F, Ka-

thoden- O, Kühlmittel- K und Zudosierkanäle Z parallel zueinander verlaufen, wohingegen die von den Öffnungen **20, 21, 22, 30, 31, 31** gebildeten Verteiler- und Sammelkanäle für die Betriebsmedien Brennstoff, Oxidator, Reaktionsprodukte und Kühlmittel senkrecht dazu in den als Port bezeichneten Randbereichen **16** und **17** der Bipolarplatte **1** angeordnet sind. Am Port sind die Kanäle F, K, O, Z der Bipolarplatte **1** mit den von den jeweiligen Öffnungen **21, 20, 22** gebildeten Verteilerkanälen und den jeweiligen Öffnungen **30, 31, 32** gebildeten Sammelkanälen, über die die Betriebsmittel in dem Stack **10** verteilt und gesammelt werden, verbunden.

Gewerbliche Anwendbarkeit:

**[0044]** Die Erfindung ist insbesondere im Bereich der Herstellung von Brennstoffzellenstapeln mit hoher Leistungsdichte gewerblich anwendbar.

#### Bezugszeichenliste

<b>1, 1'</b>	Bipolarplatte
<b>2</b>	Anode
<b>3</b>	Anodenplatte
<b>4, 4'</b>	Membran-Elektroden-Anordnung, kurz MEA
<b>5</b>	Kathode
<b>6</b>	Kathodenplatte
<b>7</b>	Zudosierplatte
<b>8</b>	Öffnung
<b>9</b>	Polymer-Elektrolyt-Membran, kurz PEM
<b>10</b>	Brennstoffzellenstapel, kurz Stack
<b>11</b>	Trennwand
<b>12</b>	Flachseite der Anodenplatte
<b>13</b>	Flachseite der Kathodenplatte
<b>14</b>	Rückseite der Anodenplatte
<b>15</b>	mittlerer Bereich
<b>16</b>	Randbereich, Portbereich der Verteilerkanäle
<b>17</b>	Randbereich, Portbereich der Sammelkanäle
<b>20</b>	Erste Öffnung, Zufuhr von Kühlmittel
<b>21</b>	Zweite Öffnung, Zufuhr von Brennstoff
<b>22</b>	Dritte Öffnung, Zufuhr von Oxidator
<b>30</b>	Erste Öffnung, Abfuhr von Kühlmittel
<b>31</b>	Zweite Öffnung, Abfuhr von Brennstoff
<b>32</b>	Dritte Öffnung, Abfuhr von Oxidator
<b>23, 33</b>	Strömungsbereich Brennstoff
<b>24, 34</b>	Strömungsbereich Kühlmittel
<b>25, 35</b>	Strömungsbereich Oxidator
<b>A</b>	Eintrittsbereich
<b>B</b>	Austrittsbereich
<b>F</b>	Anodenkanal
<b>K</b>	Kühlmittelkanal
<b>O</b>	Kathodenkanal
<b>Z</b>	Zudosierkanal

#### Patentansprüche

1. Dickenoptimierte Bipolarplatte (**1, 1'**) zur Anordnung zwischen zwei benachbarten Membran-Elektroden-Anordnungen (MEA) (**4, 4'**) in einem Brennstoffzellenstapel (Stack) (**10**), mit mindestens einem auf ihrer einen, der Kathode (**5**) der einen MEA (**4**) zugewandten Flachseite (**13**) ausgebildeten Kathodenkanal (O), mindestens einem auf ihrer anderen, der Anode (**2**) der anderen MEA (**4'**) zugewandten Flachseite (**12**) ausgebildeten Anodenkanal (F), mindestens einem Kühlmittelkanal (K) sowie jeweils mindestens einem zu dem Anoden- (F) und/oder Kathodenkanal (O) benachbart angeordneten, jeweils an einer vorbestimmten Stelle mit dem Anoden- (F) und/oder Kathodenkanal (O) fluidisch verbundenen Zudosierkanal (Z), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bipolarplatte (**1, 1'**) mindestens aus zwei planparallel zueinander angeordneten Platten, einer Anoden- (**3**) und einer Kathodenplatte (**6**) besteht, wobei der Anoden- (F) und der Kathodenkanal (O) jeweils durch auf der Anoden- (**3**) und der Kathodenplatte (**6**) angeordnete Erhöhungen und Vertiefungen ausgebildet ist und der Kühlmittelkanal (K) zwischen der Anoden- (**3**) und der Kathodenplatte (**6**) durch Ineinanderlegen der Erhöhungen der einen in die Vertiefungen der anderen Platte gebildet ist.

2. Bipolarplatte nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass der Zudosierkanal (Z) durch eine auf der der MEA (**4, 4'**) zugewandten Seite der Anoden- (**3**) und/oder Kathodenplatte (**6**) angeordnete, die Erhöhungen und Vertiefungen auf der Anoden- (**3**) und/oder Kathodenplatte (**6**) nachzeichnende Zudosierplatte (**7**) gebildet ist, wobei die Erhöhungen und Vertiefungen der Zudosierplatte (**7**) auf den Erhöhungen und Vertiefungen der Anoden- (**3**) und/oder Kathodenplatte (**6**) angeordnet sind.

3. Bipolarplatte nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass die in der Kathodenplatte (**6**) angeordneten, den Kathodenkanal (O) bildenden Vertiefungen und Erhebungen einen größeren Querschnitt bilden, als die in der Anodenplatte (**3**) angeordneten, den Anodenkanal (F) bildenden Vertiefungen und Erhebungen, wobei von dem Kathodenkanal (O) mindestens ein Zudosierkanal (Z) abgetrennt ist.

4. Bipolarplatte nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass der Zudosierkanal (Z) zwischen der Anoden- (**3**) und der Kathodenplatte (**6**) und vorzugsweise parallel zu dem Kühlmittelkanal (K) verlaufend angeordnet ist.

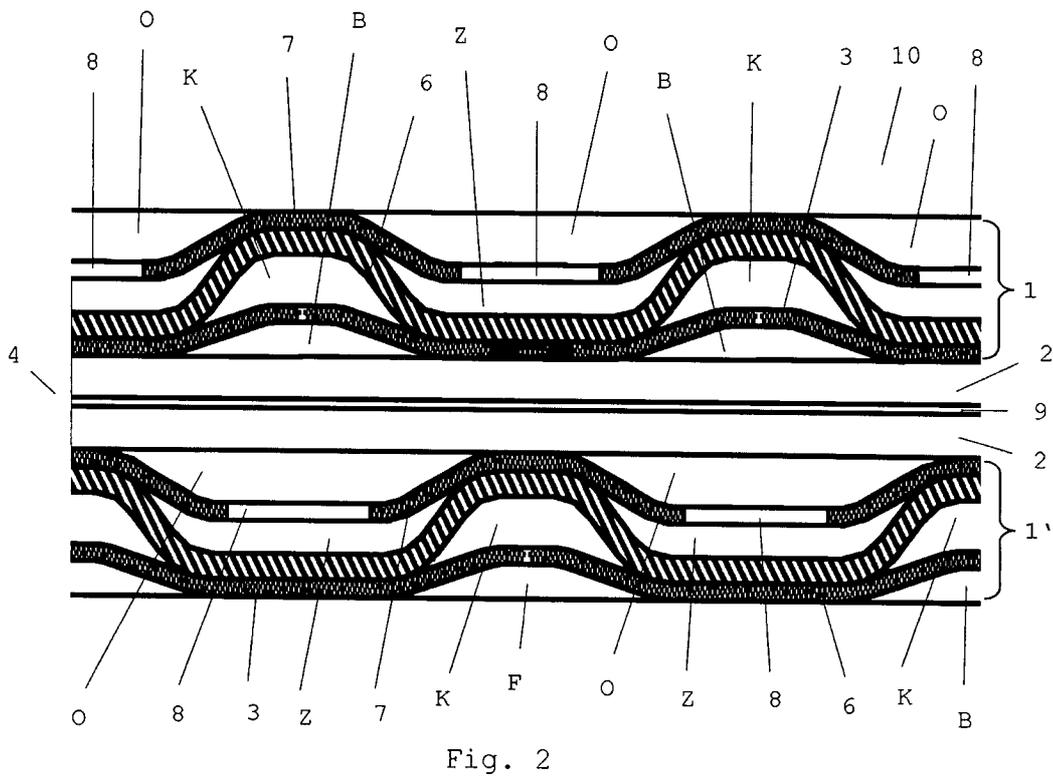
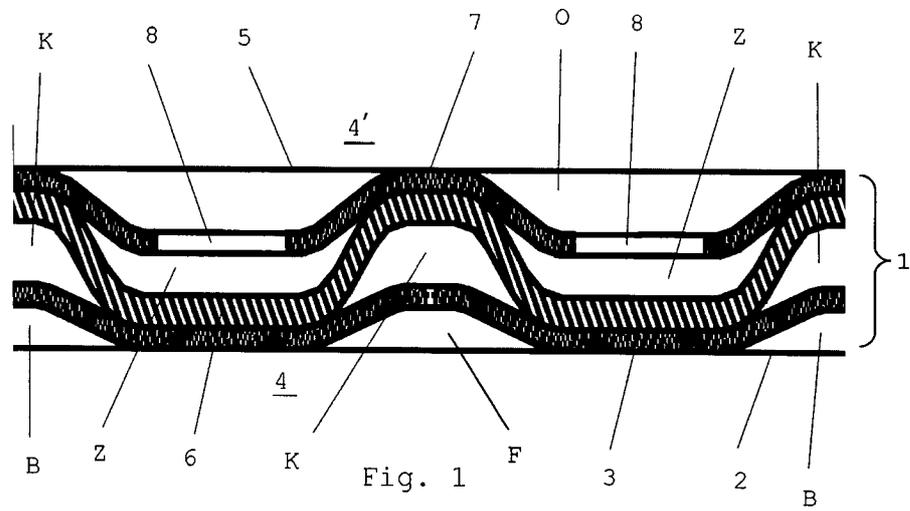
5. Bipolarplatte nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Anoden- (**3**) und Kathodenplatte (**6**) eine Zudosierplatte (**7**) angeordnet ist, welche den Zudosierkanal (Z) von dem Kühlmittelkanal (K) abtrennt.

6. Bipolarplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anoden- (F), Kathoden- (O), Kühlmittel- (K) und Zudosierkanäle (Z) in einem mittleren Bereich (**15**) der Bipolarplatte (**1**, **1'**) konzentriert sind und in einem Randbereich Öffnungen (**20**, **21**, **22**, **30**, **31**, **32**) für Verteilerkanäle und Sammelkanäle für die Betriebsmedien vorgesehen sind, wobei vom mittleren Bereich (**15**) aus gesehen eine erste Öffnung (**20**, **30**) und eine zweite Öffnung (**21**, **31**) hintereinander angeordnet sind und die hintereinander liegende Öffnungen (**20**, **30**, **21**, **31**) seitlich von einer dritten Öffnung (**22**, **32**) liegen.

7. Bipolarplattenanordnung in einem Brennstoffzellenstapel (Stack) dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei durch eine MEA (**4**, **4'**) voneinander getrennte, benachbarte Bipolarplatten (**1**, **1'**) innerhalb des Stacks (**10**) so angeordnet sind, dass die Erhöhungen der der MEA (**4**) zugewandten Flachseite (**12**, **13**) der einen Bipolarplatte (**1**) gegenüber den Erhöhungen der der MEA (**4**, **4'**) zugewandten Flachseite (**13**, **12**) der anderen Bipolarplatte (**1'**) angeordnet sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



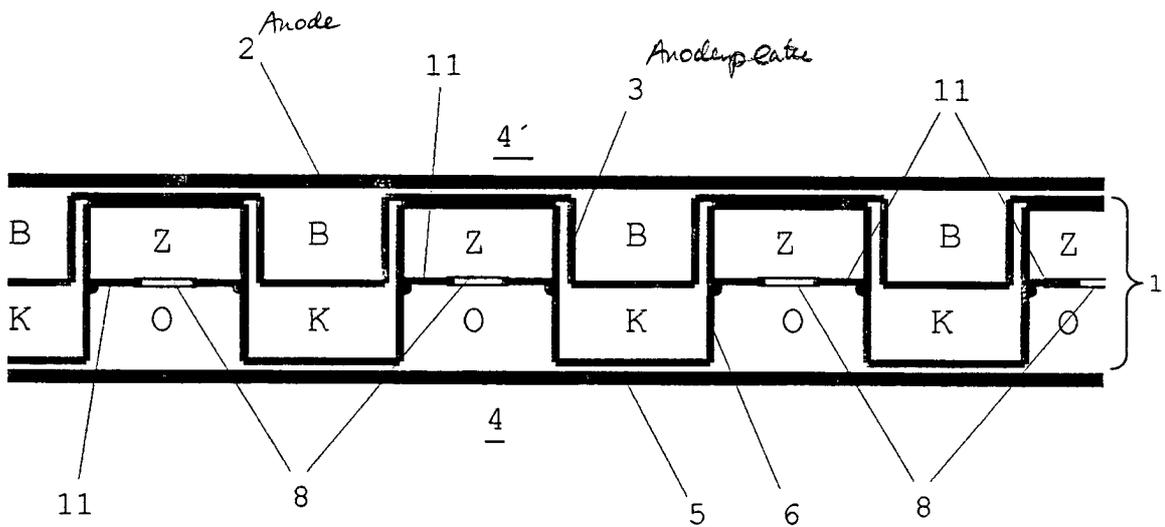


Fig. 3

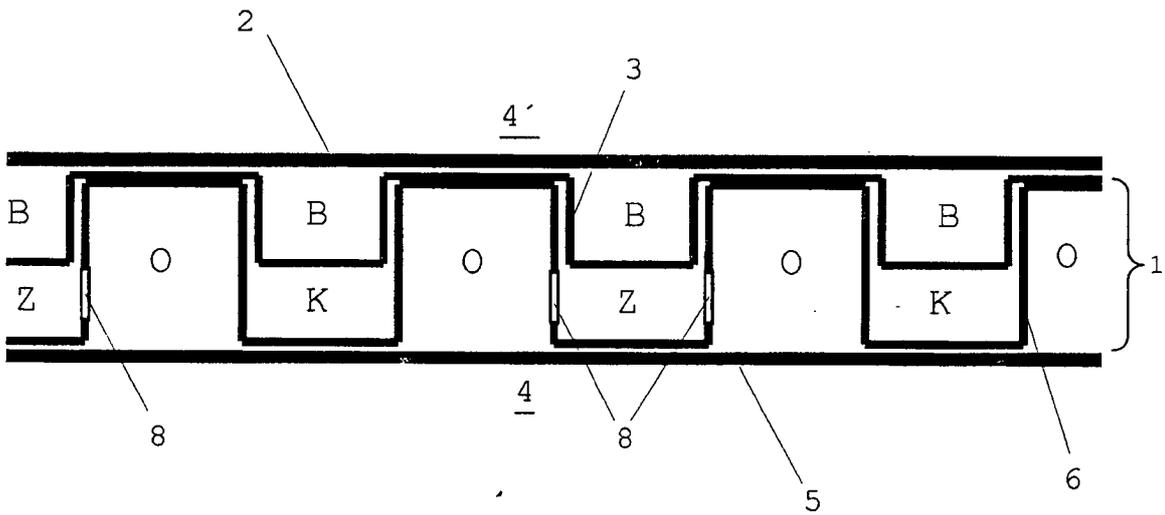


Fig. 4

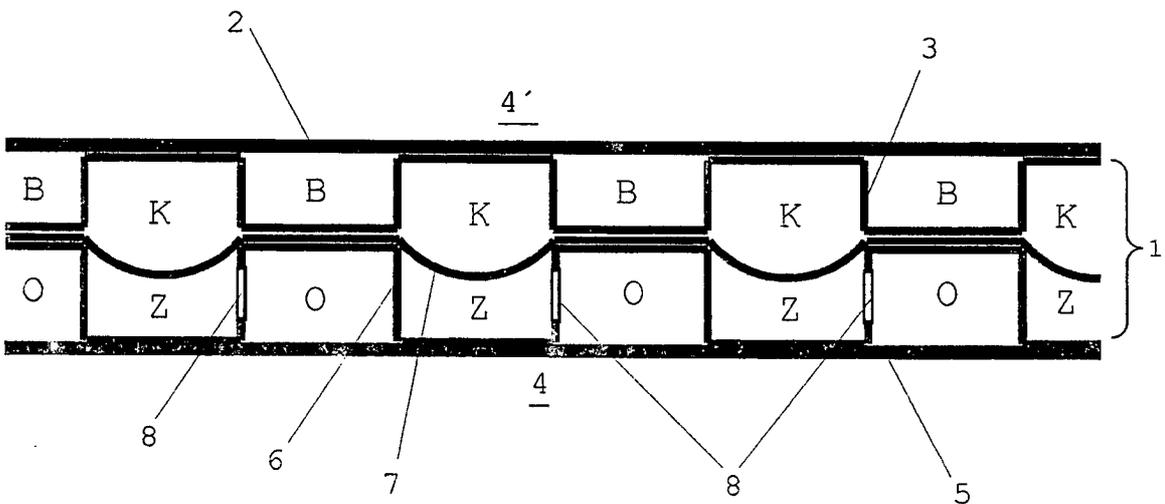


Fig. 5

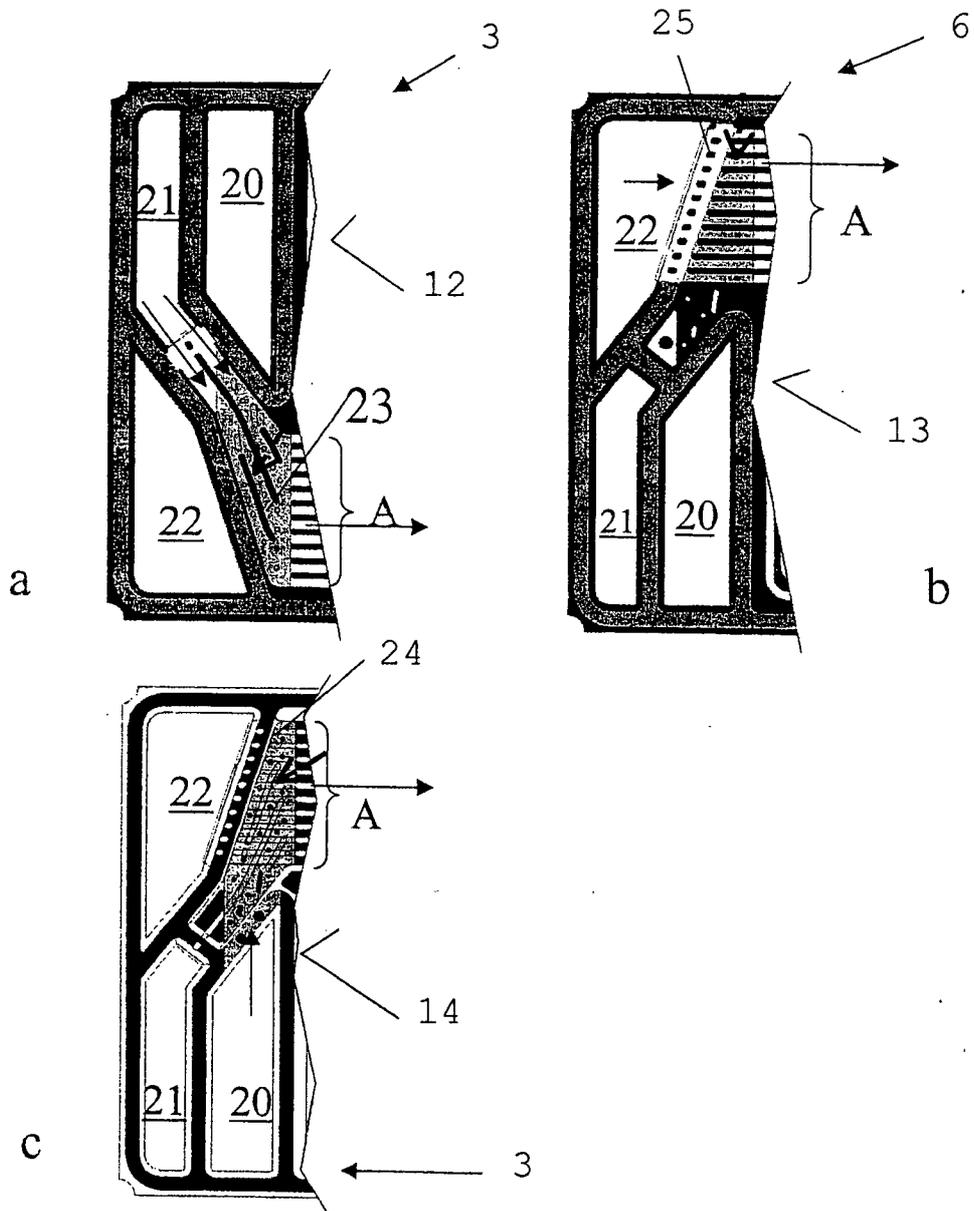


Fig. 6

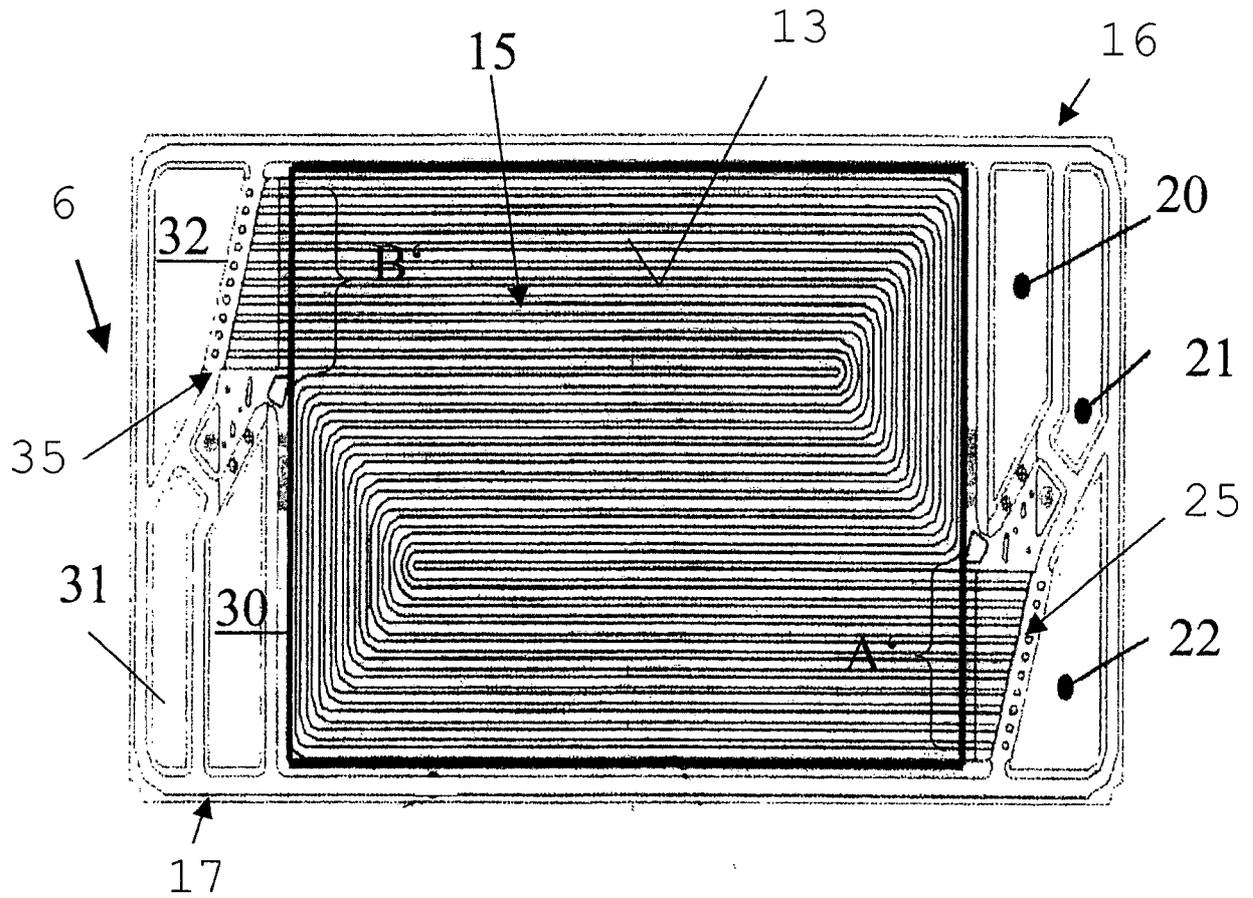


Fig. 7