



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 035 098 A1** 2007.02.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 035 098.4**

(22) Anmeldetag: **27.07.2005**

(43) Offenlegungstag: **01.02.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H01M 8/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Blank, Felix, Dipl.-Ing. (FH), 78464 Konstanz, DE;

Kunick, Thomas, Dipl.-Ing. (FH), 89171

Illerkirchberg, DE

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

DE 103 01 052 A1

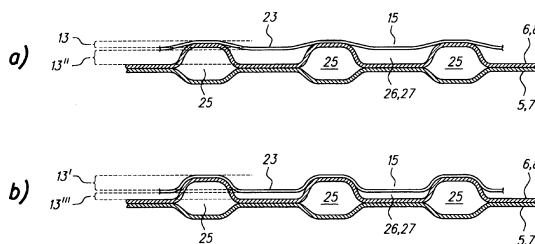
US2005/00 58 864 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **PEM-Brennstoffzelle mit Zudosierungsraum**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine PEM-Brennstoffzelle vorgeschlagen, die eine Separatorplatteneinheit mit einem durch eine Trennwand abgetrennten Zudosierungsraum aufweist, der durch Zudosierungsstellen mit einem angrenzenden Kathodenraum fluidisch verbunden ist. Die Trennwand ist so ausgebildet, dass sich die Tiefen der Zudosierungskanäle im Zudosierungsraum und der Verteilungskanäle im angrenzenden Kathodenraum so ändern, dass die Menge an Oxidationsmittel, die an einer Zudosierungsstelle vom Zudosierungsraum in den Kathodenraum zudosiert wird, vorbestimmbar festgelegt ist. Dadurch kann die Zudosierung von nicht oder wenig befeuchtetem Oxidationsmittel in den Kathodenraum mit Blick auf den Verlauf der relativen Feuchte entlang der Kathode auf einfache Weise verbessert werden. Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung einer für die PEM-Brennstoffzelle geeigneten Separatorplatteneinheit vorgeschlagen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine PEM-Brennstoffzelle mit Zudosierungsraum gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Separatorplatteneinheit zur Verwendung in einer solchen PEM-Brennstoffzelle gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 12. Die erfindungsgemäßen Gegenstände können beispielsweise im Bereich der Erzeugung von elektrischem Strom für die Traktion und/oder Bordnetzversorgung von Fahrzeugen gewerblich eingesetzt werden.

Stand der Technik

[0002] Der prinzipielle Aufbau einer Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle (kurz: PEMFC; FC für fuel cell) ist wie folgt. Die PEMFC enthält eine Membran-Elektroden-Anordnung (kurz: MEA), die aus einer Anode, einer Kathode und einer dazwischen angeordneten Polymer-Elektrolyt-Membran (kurz: PEM) aufgebaut ist. Die MEA ist ihrerseits wiederum zwischen zwei Separatorplatteneinheiten angeordnet, wobei eine über der Anode angeordnete Separatorplatteneinheit Kanäle für die Verteilung von Brennstoff aufweist und eine über der Kathode angeordnete Separatorplatteneinheit Kanäle für die Verteilung von Oxidationsmittel und wobei diese Kanäle der MEA zugewandt sind. Derartige Kanäle werden im Folgenden kurz „Verteilungskanäle“ genannt. Die Verteilungskanäle bilden den Anoden- bzw. Kathodenraum. Die Elektroden, Anode und Kathode, sind im Allgemeinen als Gasdiffusionselektroden (kurz: GDE) ausgebildet. Diese haben die Funktion, den bei der elektrochemischen Reaktion (z.B. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$) (kurz: Brennstoffzellenreaktion) erzeugten elektrischen Strom abzuleiten und die Reaktionsstoffe, Edukte und Produkte, hindurch diffundieren zu lassen. Eine GDE umfasst im Allgemeinen wenigstens eine Gasverteilungsschicht bzw. -lage, wenigstens eine Gasdiffusionsschicht bzw. -lage (kurz GDL) und eine Katalysatorschicht, die der PEM zugewandt ist und an der die elektrochemische Reaktion stattfindet.

[0003] Eine derartige Brennstoffzelle kann bei relativ geringen Betriebstemperaturen elektrischen Strom mit hoher Leistung erzeugen. Reale Brennstoffzellen sind meist zu so genannten Brennstoffzellenstapeln (kurz: Stacks) gestapelt, um eine hohe Leistungsabgabe zu erzielen, wobei anstelle der monopolaren Separatorplatten bipolare Separatorplatten (kurz: Bipolarplatten) eingesetzt werden und monopolare Separatorplatten nur als Endplatten des Stacks. Die Separatorplatten können aus zwei oder mehr Teilplatten bestehen, die eine Einheit bilden und die deswegen „Separatorplatteneinheiten“ genannt werden. Unter dem Begriff „Separatorplatteneinheit“ sollen im Folgenden alle vorgenannten Platten und Platteneinheiten verstanden werden. Eine Separatorplatteneinheit kann demnach eine einzige Platte um-

fassen oder aus zwei oder mehr Teilplatten zusammengefügt sein.

[0004] Als Reaktionsstoffe werden ein Brennstoff und ein Oxidationsmittel eingesetzt. Meist werden gasförmige Reaktionsstoffe (kurz: Reaktionsgase) eingesetzt, z.B. H_2 oder ein H_2 -haltiges Gas (z.B. Reformatgas) als Brennstoff und O_2 oder ein O_2 -haltiges Gas (z.B. Luft) als Oxidationsmittel. Unter Reaktionsstoffe werden alle an der elektrochemischen Reaktion teilnehmenden Stoffe verstanden, also auch die Reaktionsprodukte wie z.B. H_2O .

[0005] Bestimmte gängige PEMs benötigen einen gewissen Wassergehalt, um eine ausreichende Ionenleitfähigkeit aufzuweisen. Dies trifft insbesondere auf PEMs zu, die aus auf fluorierten Sulfonsäuren basierende Materialien bestehen, wie z.B. Nafion. Derartige PEMs werden daher in der Regel befeuchtet, indem die Reaktionsstoffe befeuchtet werden, bevor sie einer PEMFC zugeführt werden. Der Nachteil der Befeuchtung besteht in dem damit verbundenen Aufwand und den zusätzlich erforderlichen Einrichtungen (z.B. Befeuchter), was dem Streben nach einem möglichst einfachen Betriebsverfahren und einer möglichst kompakten Bauart für ein Brennstoffzellensystem entgegensteht.

[0006] Ein weiterer Nachteil der Befeuchtung besteht darin, dass deren Ausmaß schwierig einzustellen ist (kurz: Befeuchtungsproblem). Befeuchtet man nämlich zu wenig oder gar nicht und vertraut darauf, dass das bei der Brennstoffzellenreaktion entstehende Wasser (kurz: Produktwasser) genügt, um die PEM ausreichend zu befeuchten, so ergibt sich insbesondere auf der Seite der Kathode das Problem, dass in der Nähe des Eingangsportes für das Oxidationsmittel (vorzugsweise Luft) für Wasser die Tendenz zu verdampfen besteht, weil das Oxidationsmittel dort verhältnismäßig trocken ist, sodass die PEM besonders in diesem Bereich zur Austrocknung neigt. Beim Austrocknen kann dann nicht nur die Ionenleitfähigkeit verloren gehen, sondern die PEM kann auch mechanisch beschädigt werden, z.B. durch Risse.

[0007] Beim Strömen durch die Kanäle der Separatorplatteneinheit absorbiert das Oxidationsmittel dann Produktwasser von der MEA, wodurch dessen relative Feuchte zunimmt und sich das Befeuchtungsproblem zunehmend verringert, bis es schließlich verschwindet oder unter ungünstigen Umständen sogar in das gegenteilige Problem, einem Wasserabtransportproblem, umschlägt.

[0008] Das Wasserabtransportproblem besteht darin, dass das Oxidationsmittel auf dem weiteren Weg vom Eingangsport zum Ausgangsport infolge der Aufnahme von Produktwasser zunehmend feuchter wird und dadurch immer weniger Produktwasser auf-

nehmen und damit abtransportieren kann, sodass sich am Ausgangsport oder in dessen Nähe sogar die Situation ergeben kann, dass das Produktwasser nicht ausreichend abgeführt wird. Das Produktwasser kondensiert dann unter ungünstigen Umständen und verstopft z.B. wichtige Pfade für den An- und Abtransport der Reaktionsstoffe zu und von den reaktiven Zentren, wodurch die Brennstoffzelle Reaktion beeinträchtigt wird und die Leistung der Brennstoffzelle sinkt.

[0009] Das Wasserabtransportproblem kann insbesondere dann auftreten, wenn das Oxidationsmittel vor Eintritt in eine Brennstoffzelle befeuchtet wird. Durch die Befeuchtung ist die MEA dann im Bereich des Eingangsports zwar feucht genug, um eine Austrocknung der PEM zu verhindern, allerdings kann das Oxidationsmittel dann von Anfang an weniger Produktwasser aufnehmen, sodass die Feuchte des Oxidationsmittels schnell zu hoch ist, um Produktwasser ausreichend aufzunehmen und abzuführen. Die Brennstoffzellenreaktion kann dadurch leicht beeinträchtigt werden.

[0010] Bei herkömmlichen Brennstoffzellen mit befeuchtungsabhängigen PEMs muss daher im Allgemeinen ein Kompromiss zwischen ausreichender Befeuchtung am Kathodeneingang und ausreichendem Wasserabtransport am Kathodenausgang gefunden werden.

[0011] Zur Lösung des Befeuchtungsproblems wird in der deutschen Patentanmeldung DE 103 46 594 A1 der Anmelderin eine Brennstoffzelle beschrieben, die zwei Fluidräume aufweist (einen Anoden- und einen Kathodenraum), wobei in einem der Fluidräume durch eine Trennwand ein weiterer Fluidraum abgetrennt ist. Der Einfachheit halber und mit Blick auf das hier zu behandelnde Befeuchtungsproblem wird nachfolgend nur der Fall betrachtet, dass der weitere Raum vom Kathodenraum abgetrennt ist. Es ist jedoch ohne weiteres auch denkbar, dass der weitere Raum vom Anodenraum abgetrennt ist oder das sowohl vom Kathoden- als auch vom Anodenraum jeweils ein oder sogar mehrere Räume abgetrennt sind, wenn dafür ein technischer Bedarf besteht. Der abgetrennte weitere Raum wird nachfolgend der Griffigkeit halber der Funktion entsprechend, die ihm zugedacht ist, „Zudosierungsraum“ genannt. Die Trennwand kann dabei ein Blech sein, das ähnlich einer Separatorteilplatte ausgebildet ist und das kathodenseitig auf der Separatorplatteneinheit angeordnet ist. Das Blech weist permeable Stellen auf, beispielsweise Bohrungen, durch die hindurch der Zudosierungsraum mit dem Kathodenraum fluidisch verbunden ist, sodass ein im Zudosierungsraum strömendes Fluid (das Oxidationsmittel) durch die permeablen Stellen hindurch in den Kathodenraum gelangen und so in den Kathodenraum injiziert bzw. hinein dosiert (kurz: zudosiert) werden kann. Diese Stellen werden nach-

folgend der Griffigkeit halber „Zudosierungsstellen“ genannt. Der Zudosierungsraum kann sich dabei nur über einen Teil des Kathodenraums erstrecken, vorzugsweise nur über ein Drittel. Mit Hilfe des Zudosierungsraums kann die Zuführung des Oxidationsmittels zum Kathodenraum auf einen größeren Bereich räumlich verteilt und dadurch aufgelockert werden. Dadurch strömt nicht das komplette Volumen des für die Brennstoffzellenreaktion erforderlichen Oxidationsmittels über den besonders austrocknungsanfälligen Teil der PEM im Bereich des Kathodeneingangs (kurz: Eingangsbereich), sondern im optimalen Fall nur soviel, wie in diesem Bereich elektrochemisch umgesetzt werden kann. Da anfangs nur wenig Oxidationsmittel zudosiert wird, wird auch nur wenig Wasser zur Befeuchtung der PEM benötigt, und zwar im optimalen Fall weniger, als in diesem Bereich infolge der Brennstoffzellenreaktion entsteht. Stromabwärts, vor einer weiteren Zudosierungsstelle, ist das Oxidationsmittel dann infolge des bei der Brennstoffzellenreaktion entstehenden Wassers bereits teilweise befeuchtet, sodass die Zudosierung von trockenem Oxidationsmittel noch unschädlicher ist als bei der vorangegangenen Zudosierung. Dieser Trend setzt sich bei nachfolgenden Zudosierungen weiter fort, sodass in Summe für die Brennstoffzelle kaum oder sogar nicht befeuchtetes Oxidationsmittel eingesetzt werden kann, ohne dass deren PEM oder ihre Funktion dabei infolge Austrocknung Schaden nimmt. Dadurch kann im optimalen Fall auch auf die bislang für PEM-Brennstoffzellensysteme erforderlichen Befeuchtungs- und Wasserrückgewinnungs-Einrichtungen verzichtet werden, was eine erhebliche Vereinfachung derartiger PEM-Brennstoffzellensysteme darstellt.

[0012] Damit gibt DE 103 46 594 A1 zwar einen prinzipiellen Weg für die Lösung des Befeuchtungsproblems an, es besteht jedoch weiterer Verbesserungsbedarf, z.B. um eine exakte Zudosierung der richtigen Mengen an Oxidationsmittel an der richtigen Stelle zu bewirken ohne eine aufwendige Regelungseinrichtung dafür einsetzen zu müssen.

Aufgabenstellung

[0013] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine PEM-Brennstoffzelle der vorstehend beschriebenen Art dahingehend weiter zu entwickeln, dass die Zudosierung von nicht- oder wenig befeuchtetem Oxidationsmittel in den Kathodenraum mit Blick auf den Verlauf der relativen Feuchte entlang der Kathode auf einfache Weise weiter verbessert werden kann.

[0014] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren anzugeben, gemäß dem ein Bauteil für eine PEM-Brennstoffzelle hergestellt werden kann, mit dessen Hilfe die Zudosierung von nicht oder wenig befeuchtetem Oxidati-

onsmittel in den Kathodenraum mit Blick auf den Verlauf der relativen Feuchte entlang der Kathode auf einfache Weise verbessert werden kann.

[0015] Diese Aufgaben werden durch die in den Ansprüchen definierten Gegenstände gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen definiert.

[0016] Ein erster Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist dementsprechend eine PEM-Brennstoffzelle, mit einer Membran-Elektroden-Anordnung (kurz MEA), einem Kathodenraum, der an die Kathode der MEA angrenzt und der auf seiner der Kathode gegenüber liegenden Seite zum einen Teil von einer Separatorplatteneinheit und zum anderen Teil von einer Trennwand, die auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig angeordnet und mit dieser beispielsweise durch Schweißen zusammengefügt ist, begrenzt ist, wobei die Trennwand zumindest einen weiteren Raum (kurz: Zudosierungsraum) von dem Kathodenraum abtrennt (d.h. der Zudosierungsraum ist kathodenseitig durch die Trennwand und auf der gegenüberliegenden Seite durch die Separatorplatteneinheit begrenzt) und wobei der zumindest eine Zudosierungsraum an wenigstens einer Stelle (kurz: Zudosierungsstelle) eine fluidische Verbindung zu dem angrenzenden Kathodenraum aufweist, sodass Oxidationsmittel aus dem Zudosierungsraum durch die Zudosierungsstellen hindurch in den angrenzenden Kathodenraum zudosierbar ist.

[0017] Erfindungsgemäß ist die Trennwand so ausgebildet, dass sich die Tiefen der Zudosierungskanäle im Zudosierungsraum und der Verteilungskanäle im angrenzenden Kathodenraum so ändern, dass die Menge an Oxidationsmittel, die an einer Zudosierungsstelle vom Zudosierungsraum in den Kathodenraum zudosiert wird, vorbestimmbar festgelegt ist.

[0018] Überdeckt die Trennwand nicht das ganze kathodenseitige Kanalsystem, so bildet die Trennwand einen Teil der Verteilungskanäle, während die Separatorplatteneinheit im Bereich der Trennwand die Zudosierungskanäle bildet und außerhalb des Bereichs der Trennwand den übrigen Teil der Verteilungskanäle.

[0019] Überdeckt die Trennwand das ganze kathodenseitige Kanalsystem, so bildet die Trennwand die Verteilungskanäle, während die Separatorplatteneinheit die Zudosierungskanäle bildet.

[0020] Mit „vorbestimmbar festgelegt“ wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung verstanden, dass die Tiefe der Kanäle der Separatorplatteneinheit, im Vorhinein so ausgelegt bzw. festgelegt wird, dass im Betrieb der Brennstoffzelle beim Durchströmen der

Kathoden- und Zudosierungsräume an bestimmten Zudosierungsstellen bestimmte Drücke herrschen, die bewirken, dass bestimmte Mengen an Gas durch die Zudosierungsstellen hindurch vom Zudosierungsraum in den Kathodenraum strömen.

[0021] Die erfindungsgemäße Brennstoffzelle ist Dank der sich ändernden Tiefen der Verteilungs- und Zudosierungskanäle so ausgelegt, dass die Zudosierung von nicht oder wenig befeuchtetem Oxidationsmittel aus dem Zudosierungsraum in den Kathodenraum gezielt so erfolgt, dass auf einfache Weise ein verbesserter Verlauf der relativen Feuchte entlang der Kathode erreicht wird. Der verbesserte Verlauf zeigt sich darin, dass entlang des Bereichs, in dem die Zudosierung erfolgt (kurz: Zudosierungsbereich) an allen Stellen eine ausreichende Befeuchtung der PEM gegeben ist und sich dort außerdem kein flüssiges Wasser bildet, das die Brennstoffzellenreaktion beeinträchtigen könnte.

[0022] Die Tiefen der Verteilungskanäle sind zweckmäßigerweise komplementär zu den Tiefen der Zudosierungskanäle ausgebildet. Das bedeutet, dass an Stellen, an denen die Oxidationsmittelverteilungskanäle eine geringe Tiefe aufweisen, die Tiefen der angrenzenden Zudosierungskanäle eine entsprechend größere Tiefe aufweisen und umgekehrt. Dadurch können die Drücke der in beiden Räumen strömenden Fluide (Oxidationsmittel) gezielt so beeinflusst werden, dass ein Druckausgleich durch die Zudosierungsstellen hindurch stattfinden und vorbestimmte Mengen an Oxidationsmittel gezielt und dosiert in den Kathodenraum einströmen.

[0023] Dabei nimmt die Tiefe der Verteilungskanäle in Strömungsrichtung vom Zudosierungsbereich zum Kathodenausgang vorzugsweise zu und komplementär dazu die Tiefe der Zudosierungskanäle in Strömungsrichtung vom Oxidationsmittelport zum Ende des Zudosierungsbereichs ab. D.h., dass bei dieser Ausführungsform die Zudosierungskanäle in Strömungsrichtung des Oxidationsmittels flach zu laufen, wohingegen die Verteilungskanäle flach beginnen, in Strömungsrichtung tiefer werden und sich außerhalb des Zudosierungsbereichs z.B. mit gleich bleibender Tiefe bis zum Kathodenausgang fortsetzen. Dabei gilt zu beachten, dass der Zudosierungsbereich sich über die ganze Länge der auf der Separatorplatteneinheit ausgebildeten Kanäle erstrecken kann, so dass sich das Ende des Zudosierungsbereichs im Bereich des Kathodenausgangs befindet. Dadurch können im Zudosierungs- und angrenzenden Kathodenraum Druckverhältnisse geschaffen werden, die ein hinsichtlich des Verlaufs der relativen Feuchte in diesem Bereich (Zudosierungsbereich) vorteilhaftes Einströmen des Oxidationsmittels vom Zudosierungsraum in den Kathodenraum gewährleisten.

[0024] Bei einer Weiterbildung der erfindungsgemä-

ßen Brennstoffzelle überdeckt die Trennwand zumindest einen Teil der Länge der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle und trennt sie vom Kathodenraum ab, wodurch im Bereich der Überdeckung (kurz: Überdeckungsbereich) der Zudosierungsraum gebildet ist. Dabei gilt zu beachten, dass die im Überdeckungsbereich liegenden, auf der Separatorplatteneinheit gebildeten Kanäle Zudosierungskanäle sind, wobei ihre etwaige Fortsetzung außerhalb des Überdeckungsbereichs zu den Verteilungskanälen gehört.

[0025] Dabei ist es bevorzugt, wenn die Trennwand im Bereich des Oxidationsmittelports der Separatorplatteneinheit angeordnet ist. Dies ermöglicht es, auf einfache Weise eine fluidische Verbindung zwischen dem Oxidationsmittelport und dem Zudosierungsraum herzustellen und sie gegenüber der Umgebung auf einfache Weise abzudichten. Ferner kann eine im Portbereich vorhandene Kanalstruktur für die Oxidationsmittelzuführung in den Zudosierungsbereich genutzt werden.

[0026] Dabei ist es weiter bevorzugt, wenn sich die Trennwand vom Oxidationsmittelport höchstens bis zum Ende des ersten Drittels der Länge der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle erstreckt, vorzugsweise höchstens bis zum Ende des zweiten Drittels der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle und insbesondere höchstens bis zum Ende des dritten Drittels der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle. Je weiter sich die Trennwand erstreckt, desto größer ist zwar der konstruktive Aufwand, desto geringer wird aber der erforderliche Aufwand für die Befeuchtung des Oxidationsmittels. Beispielsweise kann eine erforderliche Befeuchtungseinrichtung kleiner dimensioniert werden oder es kann sogar völlig darauf verzichtet werden, insbesondere wenn sich die Trennwand vom Oxidationsmittelport über die gesamte Länge der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle erstreckt.

[0027] Bei einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle sind die auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle im Bereich der Überdeckung durch die Trennwand vom Oxidationsmittelport so abgetrennt sind, dass im Wesentlichen nur über die Zudosierungsstellen und den Zudosierungsraum eine fluidische Verbindung mit dem Oxidationsmittelport besteht. Dadurch ersetzt der Zudosierungsraum vollständig den Kathodeneingangsbereich herkömmlicher Brennstoffzellen. Die Zudosierung von Oxidationsmittel in den Kathodenraum kann dadurch noch exakter gesteuert bzw. festgelegt werden.

[0028] Bei einer anderen Weiterbildung der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle sind die Höhen der

Stege zwischen den Kanälen der Trennwand und Höhen der Stege zwischen den Kanälen der daran angrenzenden Separatorplatteneinheit im Überdeckungsbereich komplementär zueinander ausgebildet, sodass die Bauhöhe der Separatorplatteneinheit im Überdeckungsbereich der Bauhöhe der Separatorplatteneinheit außerhalb des Überdeckungsbereichs entspricht. Dies erleichtert die Stapelung und Verspannung der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle zu einem Stack und stellt sicher, dass die Verspannungskräfte annähernd so in den Stack eingeleitet werden, dass die Fluidräume nicht deformiert werden, wodurch Reaktanden-Strömung, Zudosierung und Verlauf der relativen Feuchte gestört werden könnten.

[0029] Dabei ist es bevorzugt, wenn die Höhe der Stege der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle im Bereich der Überdeckung durch die Trennwand um die Materialdicke der Trennwand verringert ist. Die aus Trennwand und Teilplatten zusammengefügte Separatorplatteneinheit weist damit, wenn man von der Tiefe ihrer Kanäle einmal absieht, entlang ihrer Oberfläche eine gleichmäßige Dicke auf. Auch dies trägt zu einer guten Stapel- und Verspannbarkeit der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle bei.

[0030] Bei einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle ist die Trennwand aus einer metallischen Platte, bevorzugt einem Blech, gebildet, in das bevorzugt eine Kanalstruktur eingeprägt ist, durch die die Verteilungskanäle im Bereich der Trennwand gebildet sind. Metallische Platten, insbesondere Bleche, haben den Vorteil, dass sie sehr gut und präzise bearbeitbar sind, v.a. durch Prägen, sodass sich die Kanäle und insbesondere die Tiefe der Kanäle und die Höhen der Stege dazwischen sehr exakt einarbeiten lassen.

[0031] Dabei ist es bevorzugt, wenn das geprägte Blech Bohrungen aufweist, die als Zudosierungsstellen vorgesehen sind, wobei die Bohrungen bevorzugt in den Böden der Verteilungskanäle angeordnet sind. Die Durchmesser der Bohrungen sind dabei zweckmäßig so ausgelegt, dass der Druckverlust beim Durchströmen der Bohrungen wesentlich höher ist, als der Druckverlust beim Strömen entlang des Zudosierungskanals. Im vorliegenden Fall erwiesen sich beispielsweise Bohrungen mit einem Durchmesser von 0,3 mm als geeignet. Der Durchmesser der Bohrungen ist dabei zweckmäßigerweise bei allen Bohrungen im Wesentlichen gleich. Dadurch ist das Gasvolumen, das pro Zeiteinheit eine Bohrung durchströmt, bei allen Bohrungen etwa gleich groß und man kann die zudosierende Oxidationsmittelmengen in einfacher Weise durch die Anzahl der Bohrungen festlegen. Derartige Bohrungen lassen sich sehr einfach und präzise realisieren, was zur verbesserten Präzision der Zudosierung beiträgt.

[0032] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen einer Separatorplatteneinheit zur Verwendung in einer Brennstoffzelle wie sie vorstehend beschrieben wurde, wobei die Separatorplatteneinheit eine anodenseitige Teilplatte, eine kathodenseitige Teilplatte und eine auf der kathodenseitigen Teilplatte angeordnete Trennwand umfasst. Erfindungsgemäß wird zuerst die Trennwand mit der kathodenseitigen Teilplatte zusammengefügt und danach die anodenseitige Teilplatte mit der kathodenseitigen Teilplatte.

[0033] Dadurch können fügetechnische Probleme beseitigt werden, die sich durch die dritte Teilplatte der Separatorplatteneinheit, der Trennwand, ergeben. Fügt man nämlich zuerst die anodenseitige und die kathodenseitige Teilplatte zusammen und fügt danach erst die Trennwand auf die kathodenseitige Teilplatte, so besteht die Gefahr, dass die anodenseitige Teilplatte und/oder die sich zwischen anodenseitiger und kathodenseitiger Teilplatte befindliche Kühlkanäle beim Fügevorgang beschädigt werden, weil die Fügeverbindungen für die Trennwand im Bereich der schon zusammengefügten Teilplatten gesetzt werden müssen. Diese Gefahr besteht bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht, da die Fügeverbindungen für die anodenseitige Teilplatte außerhalb des Bereichs der schon zusammengefügten Trennwand und kathodenseitige Teilplatte gesetzt werden können.

[0034] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann ein Bauteil, nämlich eine Separatorplatteneinheit für eine PEM-Brennstoffzelle hergestellt werden, mit deren Hilfe die Zudosierung von nicht oder wenig befeuchtetem Oxidationsmittel in den Kathodenraum mit Blick auf den Verlauf der relativen Feuchte entlang der Kathode auf einfache Weise verbessert werden kann.

[0035] Dabei ist es bevorzugt, wenn Teilplatten und Trennwand durch Schweißen zusammengefügt werden, da Schweißen die besonders einfache Herstellung von Fügeverbindungen selbst mit sehr komplexer Geometrie (komplexe Schweißnahtführungen) erlaubt, insbesondere bei metallischen Platten.

[0036] Bei einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden Schweißpunkte durch Zudosierungsstellen hindurch gesetzt. Durch zusätzliche Schweißpunkte außerhalb der Schweißnähte zum Zusammenfügen der anodenseitigen und kathodenseitigen Teilplatte kann die elektrische Verbindung zwischen den beiden Teilplatten verbessert werden. Im vorliegenden Fall ist allerdings ein Teil der kathodenseitigen Teilplatte durch die Trennwand verdeckt und somit für das Setzen eines Schweißpunktes zur Verbesserung des elektrischen Kontakts zwischen der anoden- und kathodenseitigen Teilplatte nicht mehr zugänglich. Eine Ausnahme bilden die Zu-

dosierungsstellen in der Trennwand, z.B. Bohrungen. Durch diese Zudosierungsstellen ist die unter der Trennwand liegende kathodenseitige Teilplatte weiterhin zugänglich, sodass dort z.B. mit Hilfe eines Lasers ein Schweißpunkt zur Verbesserung des elektrischen Kontakts zwischen den Teilplatten gesetzt werden kann.

Ausführungsbeispiel

[0037] Die Erfindung wird nachfolgend genauer erklärt. Dazu sind in den Figuren konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei zeigen

[0038] [Fig. 1](#) schematische Explosionsdarstellung einer Brennstoffzelle des Stands der Technik;

[0039] [Fig. 2](#) Detail aus [Fig. 1](#);

[0040] [Fig. 3](#) schematische Darstellung einer herkömmlichen Separatorplatteneinheit; a) Draufsicht auf die kathodenseitige Teilplatte; b) Draufsicht auf die anodenseitige Teilplatte;

[0041] [Fig. 4](#) Verlauf der relativen Feuchte in einem Kanalsystem einer Brennstoffzelle des Stands der Technik mit einer Teilplatte gemäß [Fig. 3a](#));

[0042] [Fig. 5](#) Separatorplatteneinheit mit Trennwand für eine erfindungsgemäße Brennstoffzelle;

[0043] [Fig. 6](#) zwei Schnitte durch eine Separatorplatteneinheit mit Trennwand a) im Bereich des Kathodeneingangs; b) im Bereich des Endes des Zudosierungsraums;

[0044] [Fig. 7](#) Verlauf der relativen Feuchte entlang eines Kathodenkanals bei einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

[0045] [Fig. 8](#) Verlauf der relativen Feuchte entlang eines Kathodenkanals bei einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, wobei nur die für das Verständnis der Erfindung erforderliche Merkmale näher bezeichnet sind.

[0046] [Fig. 1](#) zeigt die im Rahmen der vorliegenden Erfindung wesentlichen Bauteile einer herkömmlichen PEM-Brennstoffzelle (1) in einer Explosionsdarstellung: Die Brennstoffzelle (1) umfasst eine PEM (2), die zwischen einer Anode (3) und einer Kathode (4) angeordnet ist und mit diesen zusammengefügt eine MEA bildet. Die vorliegende Brennstoffzelle (1) ist Teil eines Stacks (nicht dargestellt), sodass anoden- und kathodenseitig bipolare Separatorplatteneinheiten (kurz: Bipolarplatten) an die MEA angrenzen, von denen jeweils nur eine von zwei Teilplatten (5, 6) dargestellt ist, und zwar die anodenseitige Teil-

platte (5) und die kathodenseitige Teilplatte (6). Handelt es sich bei der Brennstoffzelle (1) um eine einzelne Zelle, die nicht Bestandteil eines Stacks ist, so sind (5) und (6) Endplatten. Handelt es sich bei der Brennstoffzelle (1) um eine endständige Einzelzelle eines Stacks, so handelt es sich bei (5) oder (6) um eine Endplatte. Die Teilplatten (5, 6) weisen an ihren einer Elektrode zugewandten Oberfläche jeweils eine Struktur auf, und zwar jeweils ein Kanalsystem (7, 8), wobei das anodenseitige Kanalsystem (7) in einer zusammengesetzten Brennstoffzelle den Anodenraum (9) bildet und das kathodenseitige Kanalsystem (8) den Kathodenraum (10). Die Elektrodenräume (9, 10) werden durch die Dichtungsringe (11) gegen unerwünschte Lecks fluiddicht abgedichtet. Die Teilplatten (5, 6) sind in einem Stack zu einer Separatorplatteneinheit zusammengefügt. Im vorliegenden Beispiel weisen die Teilplatten (5, 6) nur an ihren einer Elektrode zugewandten Oberfläche eine Struktur bzw. ein Kanalsystem (7, 8) auf. Sie können aber auch an ihrer gegenüberliegenden Oberfläche ein Kanalsystem aufweisen, sodass zwischen ihnen nach Zusammenfügen ein weiteres Kanalsystem gebildet wird, das zum Führen eines Kühlmittels zu Kühlzwecken einsetzbar ist. Mit (12) ist ein Detail bezeichnet, das in Fig. 2 vergrößert dargestellt ist.

[0047] Eine derartige Brennstoffzelle (1) weist weitere Bauteile auf, die dem Fachmann prinzipiell bekannt sind, die an dieser Stelle der Kürze halber aber nicht dargestellt sind. Dazu gehören beispielsweise Ausgangs- und Eingangs-Ports für die Reaktionsstoffe und ggf. für das Kühlmittel, weitere Dichtungselemente, Inlays für die Zuführung der Reaktionsstoffe von den Ports zu den Kanalsystemen und dergleichen.

[0048] Fig. 2 zeigt die vergrößerte Darstellung des Details (12) aus Fig. 1. Es ist der Eingangsbereich eines Verteilungskanals (15) des Kanalsystems (8) der Separatorplatte (6) dargestellt, sowie die Tiefe (13) des Verteilungskanals (15), wobei die Tiefe (13) bei dieser herkömmlichen Brennstoffzelle entlang der kathodenseitigen Oberfläche der Separatorplatte (6) unveränderlich ist. Mit (14) ist ein Steg des Kanalsystems (8) bezeichnet.

[0049] Fig. 3a) zeigt eine kathodenseitige Teilplatte (6) einer Separatorplatteneinheit einer herkömmlichen Brennstoffzelle und Fig. 3b) eine anodenseitige Teilplatte (5). Im Folgenden wird nur auf die kathodenseitige Teilplatte (6) eingegangen. Sie weist u.a. einen Eingangsport (16) für ein Oxidationsmittel, ein mäanderförmiges Kanalsystem (8) und einen Ausgangsport (17) für das Oxidationsmittel auf. Die Verteilungskanäle (15) des Kanalsystems (8) sind entlang der gesamten Länge der Verteilungskanäle (15) gleich tief.

[0050] Fig. 4 zeigt schematisch den Verlauf der re-

lativen Feuchte φ (18) in einem Kanalsystem (8) einer herkömmlichen Brennstoffzelle (1) wie sie vorstehend in den Fig. 1 bis Fig. 3 beschrieben wurde. Dabei beschreibt L die Länge eines Verteilungskanals (15, vgl. Fig. 2). Als Oxidationsmittel wird im vorliegenden Fall teilbefeuchtete Luft eingesetzt, die mit einer relativen Feuchte φ_E von 53 % (bei ca. 75 °C und 1 barü) (kurz: Eingangsfeuchte) bei $L = 0$ in den Verteilungskanal eintritt. Die relative Feuchte φ der Luft steigt dann infolge der Brennstoffzellenreaktion entlang des Kanals zunächst an, bis der Sättigungspunkt (19) bei $\varphi = 1$ und $L \approx 1/3$ erreicht ist. Bis zum Sättigungspunkt (19) ist die Luft einphasig, ab dem Sättigungspunkt (19) ist sie zweiphasig (gasförmige Luft, flüssiges Wasser). Problematisch ist der Kathodeneingangsbereich zwischen $L = 0$ und $L \approx 1/3$, da die PEM infolge der geringen relativen Feuchte φ der Luft dort dazu neigt, von der Luft ausgetrocknet zu werden. Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, den Verlauf der relativen Feuchte φ in diesem Bereich so zu verbessern, dass die Austrocknungsgefahr verringert oder sogar beseitigt ist.

[0051] Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt aus einer Separatorplatteneinheit einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelle mit einem Oxidationsmittelport (20), einem Brennstoffport (21), einem Kühlmittelport (22) und einem kathodenseitigen Kanalsystem (8). Es ist eine perspektivische Draufsicht auf die kathodenseitige Teilplatte (6) der Separatorplatteneinheit dargestellt. Die Separatorplatteneinheit weist eine Trennwand (23) auf, die als Blech ausgebildet und auf die Separatorplatteneinheit geschweißt ist. Die Trennwand (23) trennt einen Zudosierungsraum (vgl. Fig. 6) vom Kathodenraum ab. Sie ist also zwischen der Kathode und der der Kathode gegenüber liegenden Separatorplatteneinheit angeordnet. Die Trennwand (23) weist ein Kanalsystem auf, das so ausgebildet, dass sich die Tiefen der Zudosierungskanäle im Zudosierungsraum und der Verteilungskanäle im angrenzenden Kathodenraum so ändern, dass die Menge an Oxidationsmittel, die an einer Zudosierungsstelle (24) vom Zudosierungsraum in den Kathodenraum zudosiert wird, vorbestimmbar festgelegt ist (vgl. Fig. 6). Im vorliegenden Beispiel ist die Trennwand (23) ein Blech, in das eine Kanalstruktur eingepreßt ist, durch die die Verteilungskanäle im Bereich der Trennwand (23) gebildet sind. Die Trennwand (23) ist im Bereich des Oxidationsmittelports (20) angeordnet und überdeckt etwa ein Drittel der Länge des kathodenseitigen Kanalsystems (8). Bevorzugt ist es jedoch, wenn die Trennwand (23) die ganze Länge des kathodenseitigen Kanalsystems (8) überdeckt, d.h. den kompletten an die elektrochemisch aktive Fläche der angrenzenden MEA angrenzenden Bereich der Separatorplatteneinheit (nicht dargestellt). Die Trennwand (23) weist ferner Bohrungen auf, die in den Böden der Verteilungskanäle (15) angeordnet sind und die als Zudosierungsstellen (24) für Luft aus dem Zudosierungsraum in den Kathodenraum vorgesehen

sind. Die Bohrungen weisen einen Durchmesser von 0,3 mm auf. Die auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle (15) sind im Bereich der Überdeckung durch die Trennwand (23) (kurz: Überdeckungsbereich) vom Oxidationsmittelport (20) so abgetrennt, dass im Wesentlichen nur über die Zudosierungsstellen (24) und den Zudosierungsraum eine fluidische Verbindung mit dem Oxidationsmittelport (20) besteht.

[0052] Fig. 6 zeigt die schematische Darstellung zweier Schnitte durch eine Separatorplatteneinheit mit Trennwand (23) für eine erfindungsgemäße Brennstoffzelle. Fig. 6a zeigt einen Schnitt im Kathodeneingangsbereich, Fig. 6b zeigt einen Schnitt im Bereich des Endes des Zudosierungsraums. Überdeckt die Trennwand (23) die ganze Länge der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig ausgebildeten Kanäle, so liegt das Ende des Zudosierungsraums im Bereich des Kathodenausgangs. Es ist zu erkennen, dass die Separatorplatteneinheit außer der Trennwand (23) zwei weiteren Teilplatten umfasst, und zwar jeweils eine anodenseitige Teilplatte (5) mit einem anodenseitigen Kanalsystem (7) und eine kathodenseitige Teilplatte (6) mit einem kathodenseitigen Kanalsystem (8), wobei zwischen den Teilplatten ein Kühlkanalsystem (25) gebildet ist. Die Trennwand bildet im Kathodenraum Verteilungskanäle (15) und begrenzt im Zudosierungsraum (26) die Zudosierungskanäle (27) kathodenseitig. Die Tiefen der Verteilungskanäle (15) der Trennwand (23) sind mit (13) für den Bereich des Schnitts im Kathodeneingangsbereich und mit (13') für den Bereich des Schnitts im Bereich des Endes des Zudosierungsraums bezeichnet. Die Tiefen (13, 13') nehmen vom Kathodeneingangsbereich zum Kathodenausgangsbereich bzw. zum Bereich des Endes des Zudosierungsraums hin, d.h. in Strömungsrichtung des Oxidationsmittels, zu. Da die Trennwand (23) wie in Fig. 6 dargestellt auf der Separatorplatteneinheit angeordnet ist, nehmen die Tiefen (13'', 13''') der Zudosierungskanäle (27) in derselben Richtung und in gleichem Maße ab. D.h. die Tiefen (13, 13') der Verteilungskanäle (15) sind komplementär zu den Tiefen (13'', 13''') der Zudosierungskanäle (27) ausgelegt. Durch eine entsprechende Auslegung der Tiefen (13 bis 13''') der Kanäle lassen sich im Zudosierungsraum (27) und im angrenzenden Kathodenraum Druckverhältnisse schaffen die bewirken, dass durch die Zudosierungsstellen (nicht dargestellt) hindurch ein Druckausgleich stattfindet, infolgedessen Oxidationsmittel gezielt vom Zudosierungsraum in den angrenzenden Kathodenraum zudosiert wird. So lässt sich die Zudosierung mit Hilfe der speziell ausgelegten Struktur der Trennwand gezielt vorbestimmbar festlegen.

[0053] Fig. 7 zeigt den Verlauf der relativen Feuchte φ (18, 18', 18'') entlang eines Kathodenkanals bei einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen

Brennstoffzelle. Das dargestellte Diagramm ist analog zu dem in Fig. 4 dargestellten Diagramm aufgebaut, mit dem Unterschied, dass die Kanallänge L hier nicht in Bruchteilen der Kanallänge angegeben ist, sondern in Millimetern. Der Zudosierungsbereich ist im dargestellten Fall so ausgelegt, dass an den Zudosierungsstellen (24), von denen der Übersichtlichkeit halber stellvertretend für alle nur eine mit (24) bezeichnet ist, die Sättigung ($\varphi = 1$) erreicht aber nicht überschritten wird. Unterhalb des Sättigungspunktes (19) sind zum Vergleich zwei Äste (18', 18'') des Verlaufs der relativen Feuchte φ in diesem Bereich dargestellt:

Der obere Ast (18') weist einen sägezahnartigen Verlauf auf und geht am Sättigungspunkt (19) in den Verlauf (18), der bereits aus Fig. 4 bekannt ist, über. Die Verläufe (18') und (18) bilden zusammen den Verlauf der relativen Feuchte φ (18, 18') in einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelle.

[0054] Der untere Ast (18'') zeigt zum Vergleich dazu den Verlauf der relativen Feuchte φ in diesem Bereich in einer herkömmlichen Brennstoffzelle. Der untere Ast (18'') geht am Sättigungspunkt (19) ebenfalls in den Verlauf (18), der bereits aus Fig. 4 bekannt ist, über. Die Verläufe (18'') und (18) bilden zusammen den Verlauf der relativen Feuchte φ (18, 18'') in einer herkömmlichen Brennstoffzelle.

[0055] Der sägezahnartige Verlauf des oberen Asts (18') der relativen Feuchte φ (18, 18') in der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle erklärt sich wie folgt: Das unbefeuchtete Oxidationsmittel (Umgebungsluft) tritt mit der Eintrittsfeuchte φ_E bei $L = 0$ mm in den Verteilungskanal ein. Erfindungsgemäß tritt dort allerdings nicht das ganze, für die Brennstoffzellenreaktion benötigte Volumen des Oxidationsmittels ein, sondern nur ein Teil davon. Durch das bei der Brennstoffzellenreaktion entstehende Wasser nimmt die relative Feuchte φ des Oxidationsmittels in Strömungsrichtung stark zu. Der Anstieg ist im Vergleich zu herkömmlichen Brennstoffzelle deswegen besonders stark, weil die Menge an zudosiertem Oxidationsmittel geringer ist als bei herkömmlichen Brennstoffzellen, die Entstehung von Produktwasser aber in etwa gleich groß, sodass das Verhältnis Wasserdampfpartialdruck:Oxidationsmittelpartialdruck bei der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle größer ist als bei herkömmlichen Brennstoffzellen. Bei der in Strömungsrichtung ersten Zudosierungsstelle (24) fällt dann die relative Feuchte φ abrupt ab, weil verhältnismäßig trockenes Oxidationsmittel zudosiert wird, das das Verhältnis Wasserdampfpartialdruck:Oxidationsmittelpartialdruck wieder zugunsten des Oxidationsmittels verschiebt. In Strömungsrichtung danach steigt die relative Feuchte φ von neuem stark an bis erneut Oxidationsmittel zugemischt wird usw., bis das Ende des Zudosierungsbereichs erreicht ist (etwa dort, wo der Sättigungspunkt (19) erreicht ist).

[0056] Dadurch kann die relative Feuchte φ im Bereich des Eintritts des Oxidationsmittels in den Kathodenraum einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelle im Vergleich zu einer herkömmlichen Brennstoffzelle so erhöht werden, dass die Gefahr der Austrocknung der PEM in diesem Bereich vermindert oder sogar beseitigt ist. Andererseits ist der Eingangs- bzw. Zudosierungsbereich (28) bei der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle so ausgelegt, dass die relative Feuchte φ an keiner Stelle die Sättigung ($\varphi = 1$) übersteigt. Dadurch kann sichergestellt werden, dass im Zudosierungsbereich (28) kein flüssiges Wasser entsteht, das unter ungünstigen Umständen die Zudosierungsstellen (24) verstopfen könnte. Insgesamt kann so die relative Feuchte φ im Bereich des Eintritts des Oxidationsmittels in den Kathodenraum einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelle im Vergleich zu einer herkömmlichen Brennstoffzelle erhöht werden, wobei aber keine Gefahr der Tröpfchenbildung und Verstopfung der Zudosierungsstellen (24) besteht.

[0057] Fig. 8 zeigt den Verlauf der relativen Feuchte φ (18, 18', 18'') entlang eines Kathodenkanals bei einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle. Der Zudosierungsbereich dieser Brennstoffzelle ist prinzipiell analog zu dem aus Fig. 7 ausgebildet, wobei der Zudosierungsbereich (28) zusätzlich fünf Gruppen von Zudosierungsstellen (24) aufweist (wieder ist der Übersichtlichkeit halber nur eine Zudosierungsstelle (24) stellvertretend für alle sechzehn dargestellten näher bezeichnet). Man erkennt, dass die Anzahl der Zudosierungsstellen (24) pro Gruppe in Strömungsrichtung des Oxidationsmittels (von links nach rechts) zunimmt. Dadurch kann die relative Feuchte φ im Bereich des Eintritts des Oxidationsmittels in den Kathodenraum einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelle im Vergleich zu einer herkömmlichen Brennstoffzelle weiter erhöht werden, wobei nur eine geringe Gefahr der Tröpfchenbildung und Verstopfung der Zudosierungsstellen (24) besteht.

[0058] Die hier dargestellten Verläufe der relativen Feuchte φ sind durch das vorstehend beschriebene Zudosierungskonzept verbessert. Die Verbesserung besteht darin, die lokale relative Feuchte φ an der MEA im Bereich der Trennwand anzuheben und damit eine bessere Leitfähigkeit der MEA zu erreichen. Dies wirkt sich vorteilhaft auf die Homogenisierung der Brennstoffzellenreaktion und damit der Stromdichteverteilung aus und als Folge davon auch auf die Lebensdauer der MEA bzw. ihrer PEM und damit der gesamten Brennstoffzelle.

[0059] Die Erfindung wurde anhand der Tiefen der Zudosierungskanäle und der angrenzenden Verteilungskanäle erläutert. Sie lässt sich aber prinzipiell in analoger Weise auf andere Geometriemerkmale der Kanäle als der Tiefen, wie z.B. deren Strömungs-

querschnitte, übertragen.

Bezugszeichenliste

1	PEM-Brennstoffzelle
2	PEM
3	Anode
4	Kathode
5	anodenseitige Teilplatte
6	kathodenseitige Teilplatte
7	anodenseitiges Kanalsystem
8	kathodenseitiges Kanalsystem
9	Anodenraum
10	Kathodenraum
11, 11'	Dichtungsring
12	Detail
13, 13'	Tiefe eines Kanals
14	Steg
15	Verteilungskanal
16	Eingangsport für Oxidationsmittel
17	Ausgangsport für Oxidationsmittel
18	Verlauf der relative Feuchte φ (Stand der Technik)
18'	oberer Ast des Verlaufs der relative Feuchte unterhalb des Sättigungspunkts (erfindungsgemäß)
18''	unterer Ast des Verlaufs der relative Feuchte unterhalb des Sättigungspunkts (Stand der Technik)
19	Sättigungspunkt
20	Port für Oxidationsmittel
21	Port für Brennstoff
22	Port für Kühlmittel
23	Trennwand
24	Bohrung, Zudosierungsstelle
25	Kühlkanalsystem
26	Zudosierungsraum
27	Zudosierungskanal
28	Zudosierungsbereich
φ	relative Feuchte
φ_E	Eingangsfuchte
L	Länge eines Kanals

Patentansprüche

1. PEM-Brennstoffzelle, mit einer Membran-Elektroden-Anordnung (MEA), einem Kathodenraum, der an die Kathode der MEA angrenzt und der auf seiner der Kathode gegenüber liegenden Seite zum einen Teil von einer Separatorplatteneinheit und zum anderen Teil von einer Trennwand, die auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig angeordnet und mit dieser zusammengefügt ist, begrenzt ist, wobei die Trennwand zumindest einen weiteren Raum (Zudosierungsraum) von dem Kathodenraum abtrennt und wobei der zumindest eine Zudosierungsraum an wenigstens einer Stelle (Zudosie-

rungsstelle) eine fluidische Verbindung zu dem angrenzenden Kathodenraum aufweist, sodass Oxidationsmittel aus dem Zudosierungsraum durch die Zudosierungsstellen hindurch in den angrenzenden Kathodenraum zudosierbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trennwand so ausgebildet, dass sich die Tiefen der Zudosierungskanäle im Zudosierungsraum und der Verteilungskanäle im angrenzenden Kathodenraum so ändern, dass die Menge an Oxidationsmittel, die an einer Zudosierungsstelle vom Zudosierungsraum in den Kathodenraum zudosiert wird, vorbestimmbar festgelegt ist.

2. PEM-Brennstoffzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefen der Verteilungskanäle komplementär zu den Tiefen der Zudosierungskanäle ist.

3. PEM-Brennstoffzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe der Verteilungskanäle in Strömungsrichtung vom Zudosierungsbereich zum Kathodenausgang zunimmt und komplementär dazu die Tiefe der Zudosierungskanäle in Strömungsrichtung vom Oxidationsmittelport zum Ende des Zudosierungsbereichs abnimmt.

4. PEM-Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand zumindest einen Teil der Länge der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle überdeckt und vom Kathodenraum abtrennt, bevorzugt die ganze Länge, wodurch im Bereich der Überdeckung der Zudosierungsraum gebildet ist.

5. PEM-Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand im Bereich des Oxidationsmittelports der Separatorplatteneinheit angeordnet ist.

6. PEM-Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Trennwand vom Oxidationsmittelport höchstens bis zum Ende des ersten Drittels der Länge der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle erstreckt, bevorzugt höchstens bis zum Ende des zweiten Drittels der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle und besonders bevorzugt höchstens bis zum Ende des dritten Drittels der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle.

7. PEM-Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle im Bereich der Überdeckung durch die Trennwand vom Oxidationsmittelport so abgetrennt sind, dass im Wesentlichen nur über die Zudosierungsstellen und den Zudosierungsraum eine fluidi-

sche Verbindung mit dem Oxidationsmittelport besteht.

8. PEM-Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhen der Stege zwischen den Kanälen der Trennwand und Höhen der Stege zwischen den Kanälen der daran angrenzenden Separatorplatteneinheit im Überdeckungsbereich komplementär zueinander ausgebildet sind, sodass die Bauhöhe der Separatorplatteneinheit im Überdeckungsbereich der Bauhöhe der Separatorplatteneinheit außerhalb des Überdeckungsbereichs entspricht.

9. PEM-Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der Stege der auf der Separatorplatteneinheit kathodenseitig gebildeten Kanäle im Bereich der Überdeckung durch die Trennwand um die Materialdicke der Trennwand verringert ist.

10. PEM-Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand aus einer metallischen Platte, bevorzugt einem Blech, gebildet ist, in das bevorzugt eine Kanalstruktur eingeprägt ist, durch die die Verteilungskanäle im Bereich der Trennwand gebildet sind.

11. PEM-Brennstoffzelle nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das geprägte Blech Bohrungen aufweist, die als Zudosierungsstellen vorgesehen sind, wobei die Bohrungen bevorzugt in den Böden der Verteilungskanäle angeordnet sind.

12. Verfahren zum Herstellen einer Separatorplatteneinheit zur Verwendung in einer Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Separatorplatteneinheit eine anodenseitige Teilplatte, eine kathodenseitige Teilplatte und eine auf der kathodenseitigen Teilplatte angeordnete Trennwand umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass zuerst die Trennwand mit der kathodenseitigen Teilplatte zusammengefügt wird und danach die anodenseitige Teilplatte mit der kathodenseitigen Teilplatte.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass Teilplatten und Trennwand durch Schweißen zusammengefügt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass Schweißpunkte durch Zudosierungsstellen hindurch gesetzt werden.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

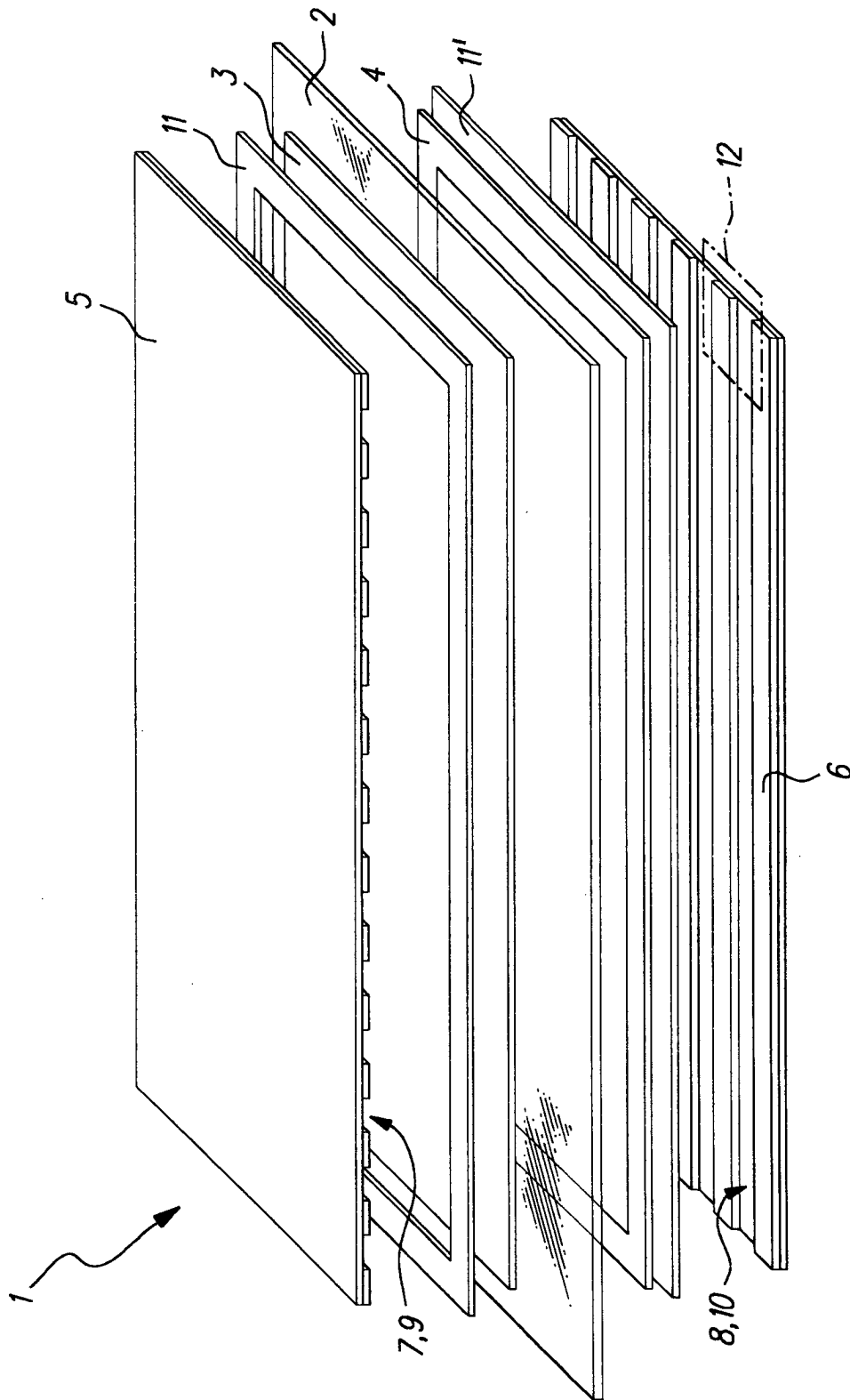


Fig. 1 – Stand der Technik

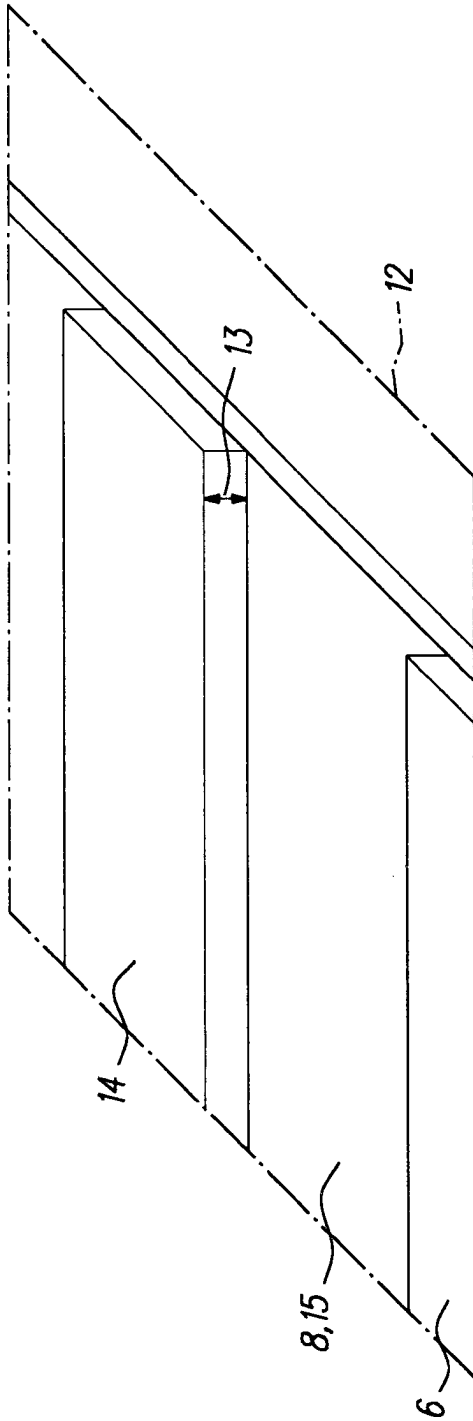


Fig. 2 – Stand der Technik

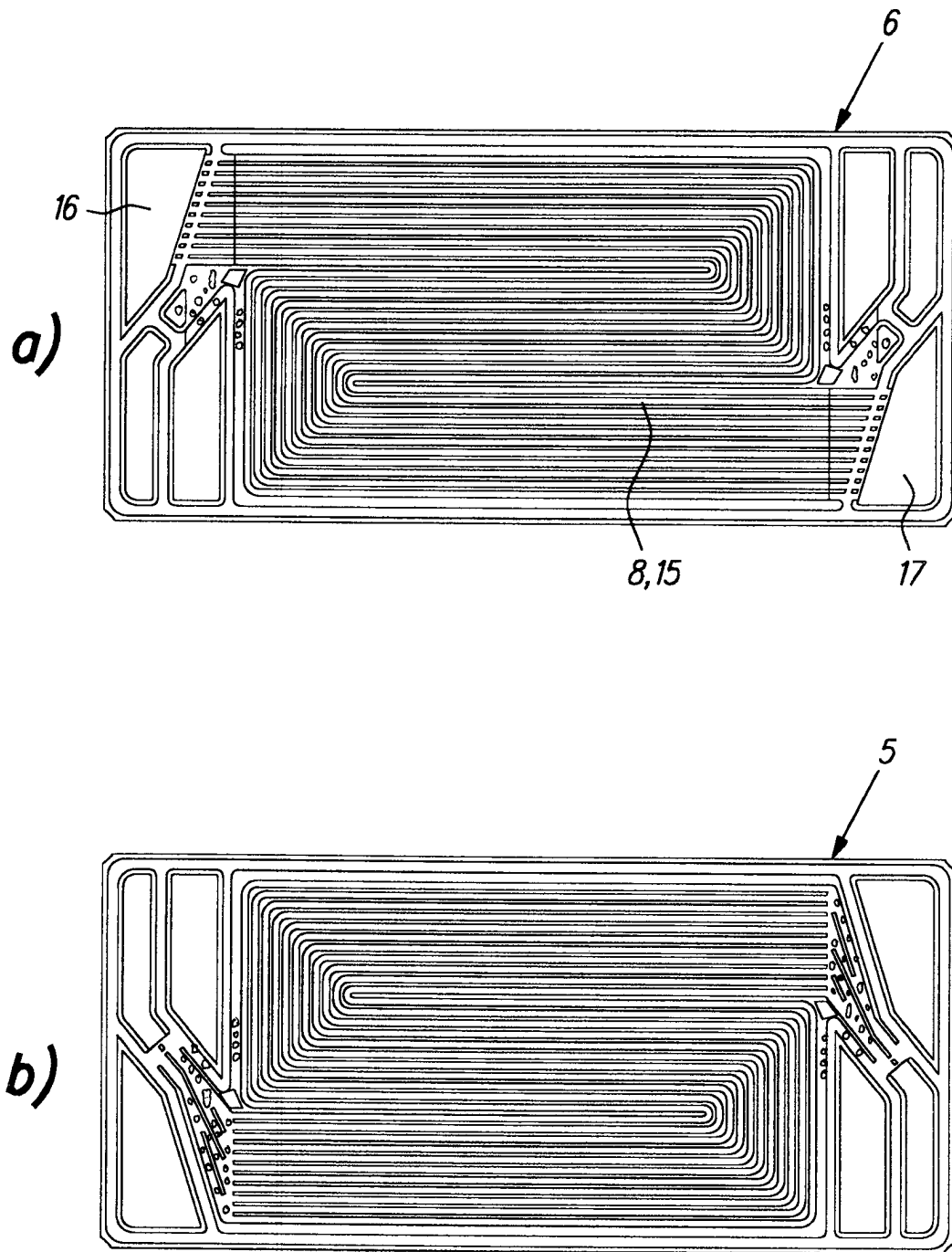


Fig. 3 – Stand der Technik

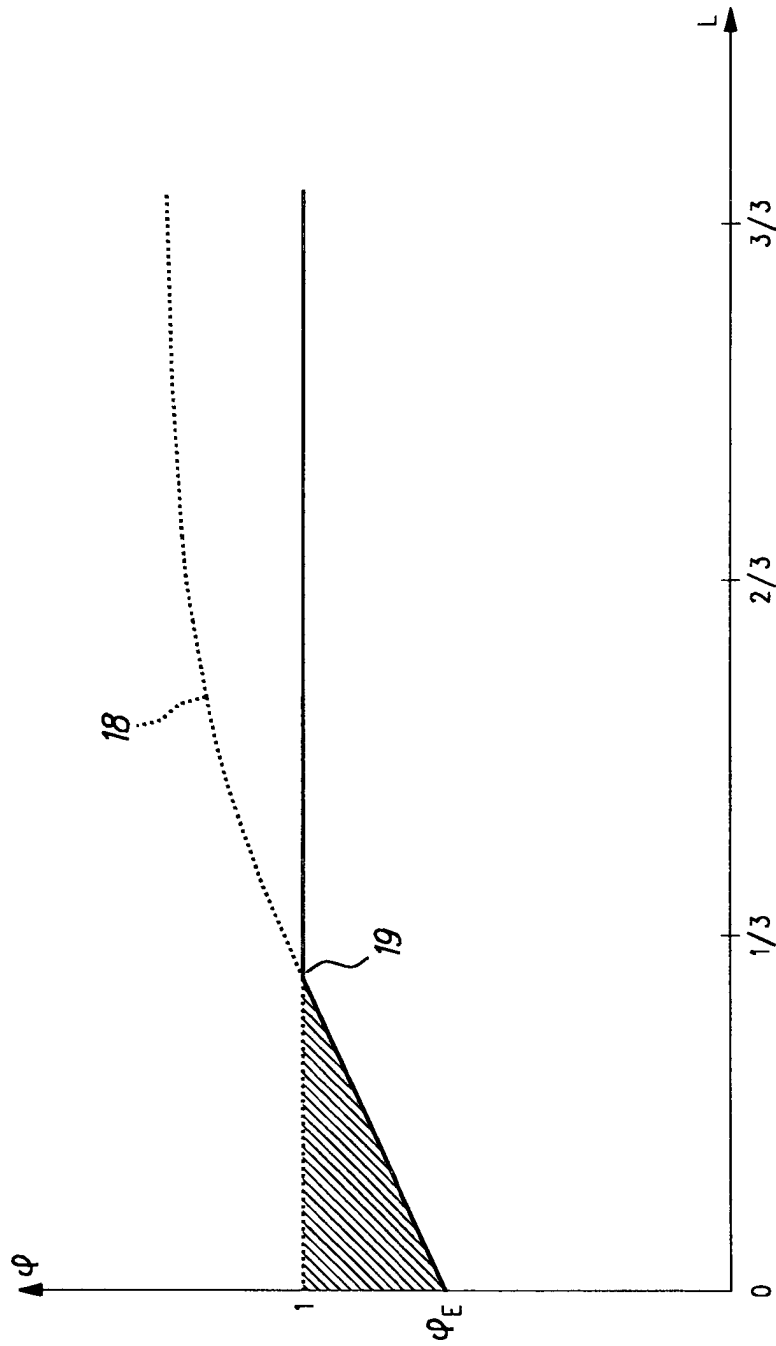


Fig. 4 – *Stand der Technik*

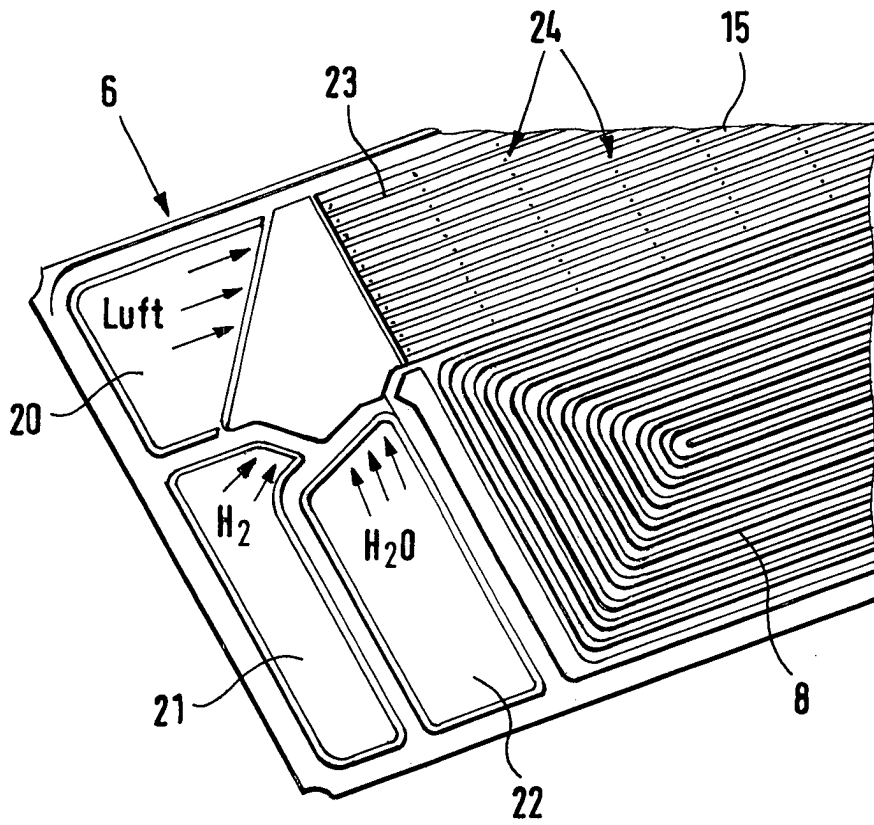


Fig. 5

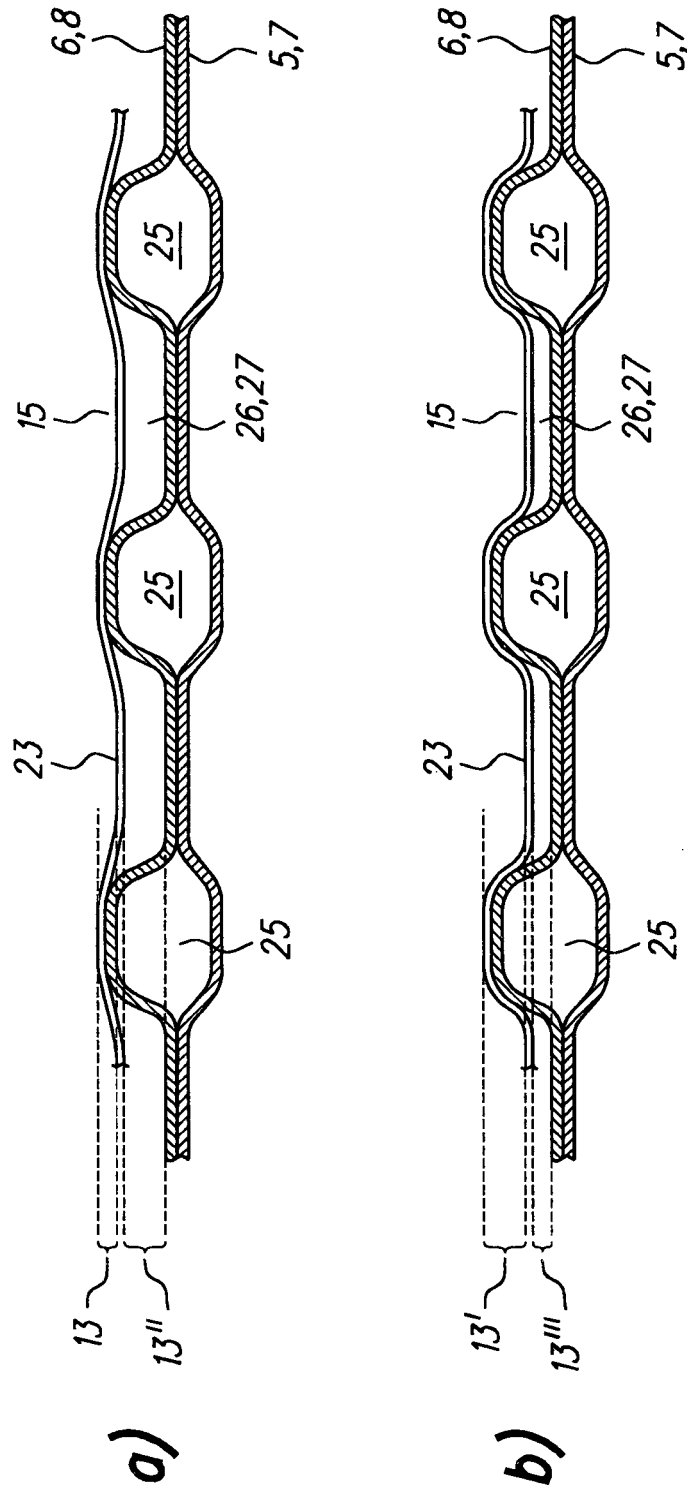


Fig. 6

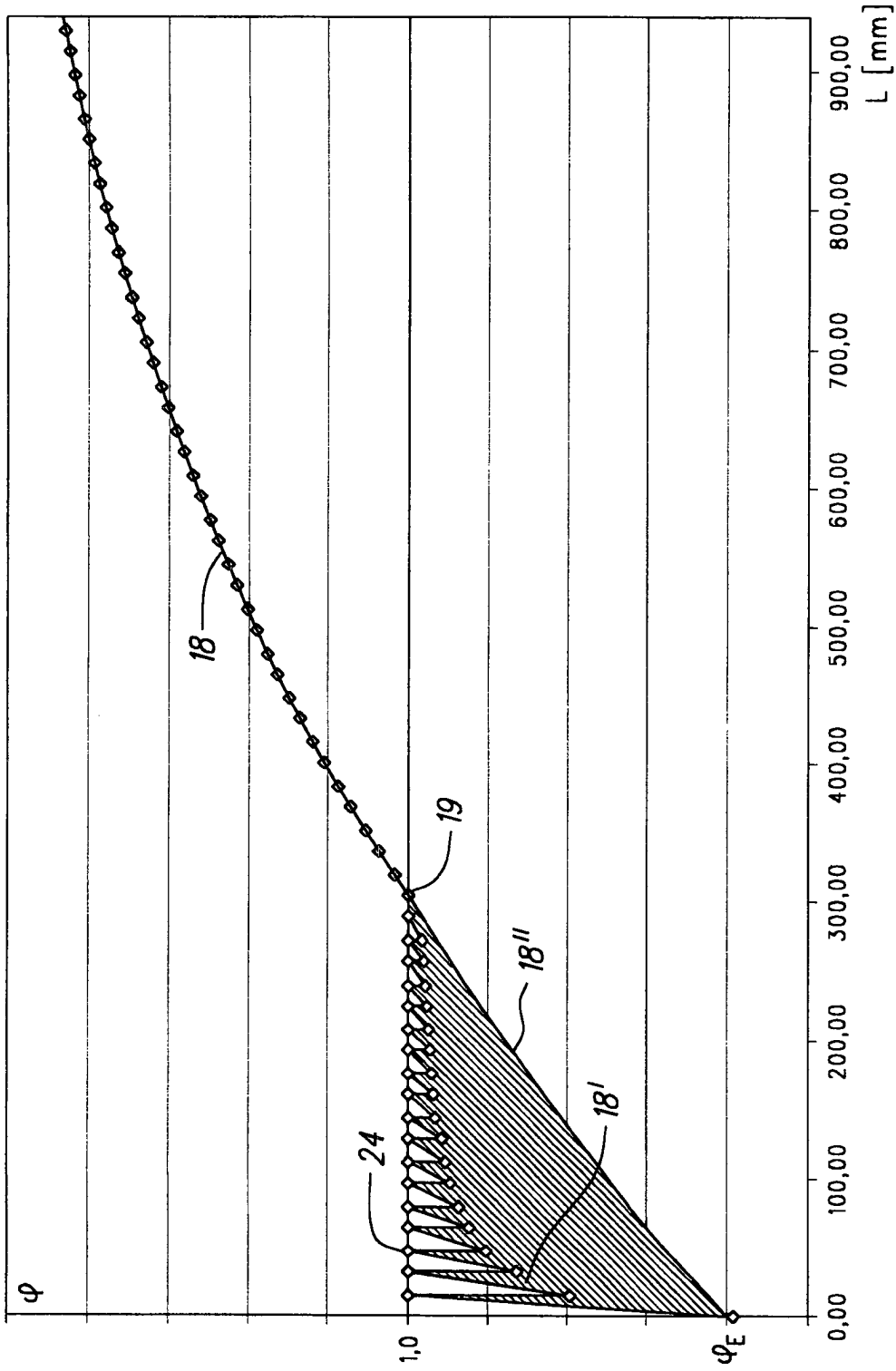


Fig. 7

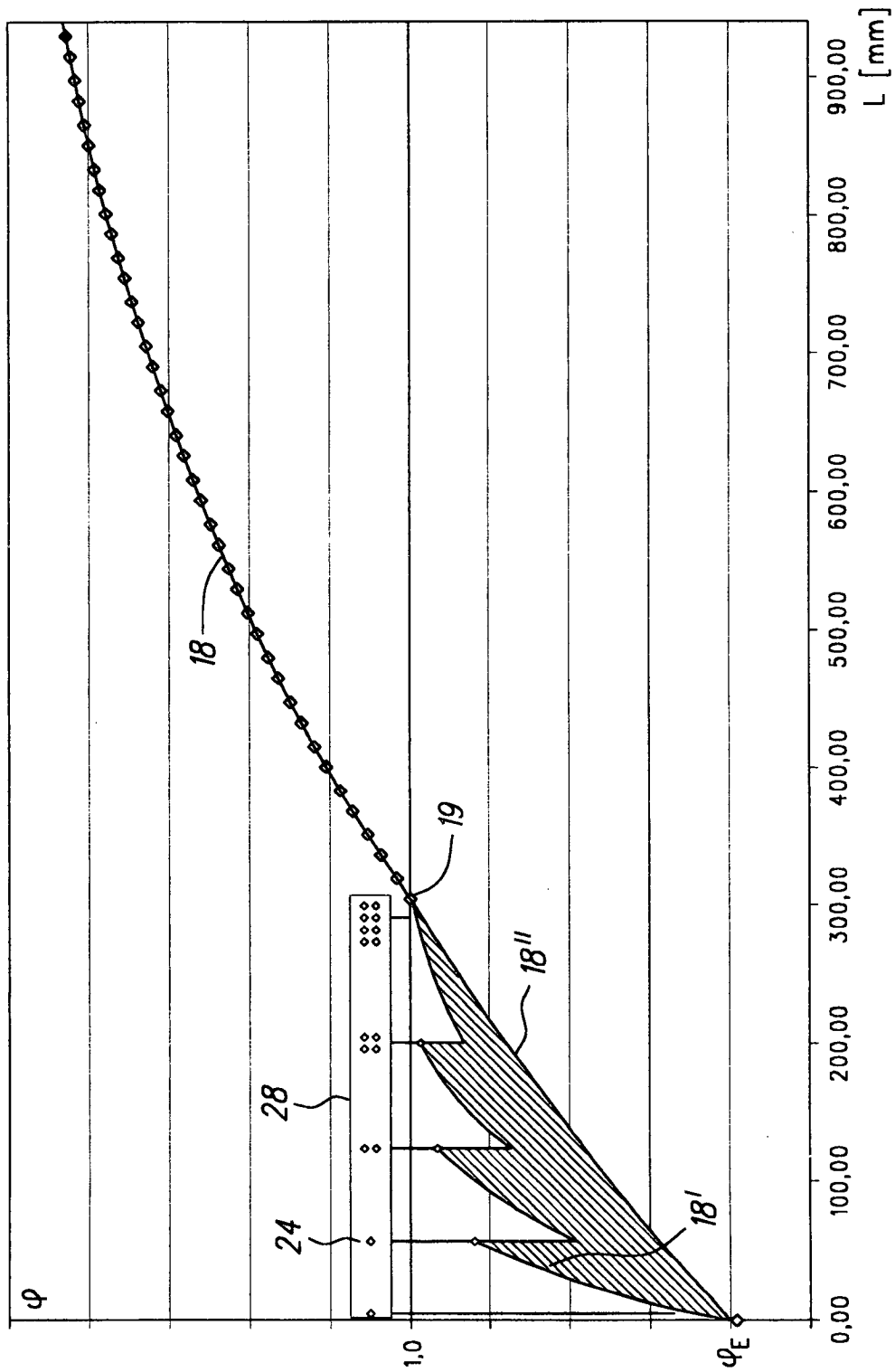


Fig. 8