



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

(10) **DE 10 2004 028 142 B4 2009.01.08**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 028 142.4**  
 (22) Anmeldetag: **10.06.2004**  
 (43) Offenlegungstag: **12.01.2006**  
 (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:  
**Sartorius Stedim Biotech GmbH, 37079 Göttingen, DE**

(74) Vertreter:  
**Fiedler, Ostermann & Schneider, 37073 Göttingen**

(72) Erfinder:  
**Haufe, Stefan, Dr., 37083 Göttingen, DE; Kiel, Suzana, Dr., 37073 Göttingen, DE; Mähr, Ulrich, Dr., 14052 Berlin, DE; Melzner, Dieter, Dr., 37075 Göttingen, DE; Reiche, Annette, Dr.habil., 37079 Göttingen, DE**

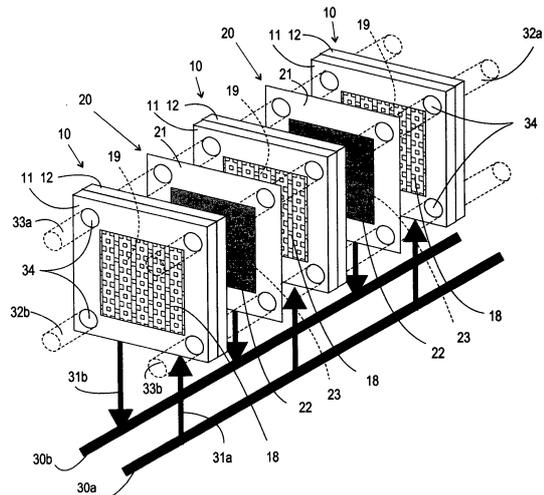
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

**DE 100 15 360 B4**  
**DE 103 92 954 A1**  
**DE 102 29 918 A1**  
**DE 100 25 207 A1**  
**DE 203 08 332 U1**  
**DE 697 05 016 T2**  
**WO 02/0 98 661 A1**  
**DE 100 39 674 A1**

(54) Bezeichnung: **Bipolareseparator**

(57) Hauptanspruch: Bipolareseparator zur elektronisch leitfähigen, gas- und flüssigkeitsdichten Trennung einer ersten Membran-Elektroden-Einheit, MEA, von einer zweiten, der ersten benachbarten MEA eines Brennstoffzellenstapels, umfassend

– eine erste Kanalplatte (11) mit einer ersten, der ersten MEA zugewandten Plattenfläche, die ein wenigstens teilweise offenes Brenngas-Kanalsystem (18) zur Versorgung der ersten MEA mit einem Brenngas aufweist, und  
 – eine zweite, der ersten Kanalplatte (11) benachbarten Kanalplatte (12) mit einer zweiten, der zweiten MEA zugewandten Plattenfläche, die ein wenigstens teilweise offenes Oxidans-Kanalsystem (19) zur Versorgung der zweiten MEA mit einem Oxidansgas aufweist, wobei die Kanalplatten (11, 12) miteinander korrespondierende Durchbrüche (34) zur Leitung eines Mediums normal zu ihrer Hauptebene aufweisen und die Öffnung eines Durchbruchs (34) in der der anderen Kanalplatte (11) zugewandten Plattenfläche einer Kanalplatte (12) von einer ringförmigen Nut (14) umgeben ist, in welche unter stoffschlüssiger Verbindung ein entsprechender, umlaufender Vorsprung (13) der anderen Kanalplatte eingreift, dadurch gekennzeichnet,...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen Bipolarseparator zur elektronisch leitfähigen, gas- und flüssigkeitsdichten Trennung einer ersten Membran-Elektroden-Einheit, MEA, von einer zweiten, der ersten benachbarten MEA eines Brennstoffzellenstapels, umfassend

- eine erste Kanalplatte mit einer ersten, der ersten MEA zugewandten Plattenfläche, die ein wenigstens teilweise offenes Brenngas-Kanalsystem; zur Versorgung der ersten MEA mit einem Brenngas aufweist, und
- eine zweite, der ersten Kanalplatte benachbarten Kanalplatte mit einer zweiten, der zweiten MEA zugewandten Plattenfläche, die ein wenigstens teilweise offenes Oxidans-Kanalsystem zur Versorgung der zweiten MEA mit einem Oxidansgas aufweist,

wobei die Kanalplatten miteinander korrespondierende Durchbrüche zur Leitung eines Mediums normal zu ihrer Hauptebene aufweisen und die Öffnung eines Durchbruchs in der der anderen Kanalplatte zugewandten Plattenfläche einer Kanalplatte von einer ringförmigen Nut umgeben ist, in welche unter stoffschlüssiger Verbindung ein entsprechender, umlaufender Vorsprung der anderen Kanalplatte eingreift.

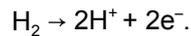
**[0002]** Ein solcher Bipolarseparatorist in der WO 02/098661 A1 offenbart.

**[0003]** Es sind unterschiedliche Typen von Brennstoffzellen bekannt. Insbesondere bei sogenannten Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen (PEMFCs Proton Elektrolyte Membrane Fuel Cells) ist eine protonenleitfähige Membran vorgesehen, die beidseitig von Elektroden kontaktiert wird. Die Elektroden umfassen üblicherweise eine katalytisch aktive Schicht, beispielsweise aus platinbeschichtetem Ruß, welche in direktem Kontakt mit dem Protonenleiter steht, sowie poröse, elektronisch leitfähige Strukturen, die dem Transport der Reaktionsgase zu der katalytisch aktiven Schicht dienen. Letztgenannte Strukturen werden üblicherweise als Gasdiffusionsstrukturen bezeichnet. Sie können beispielsweise aus porösem Kohlenstoffpapier, -gewebe oder -vlies aufgebaut sein.

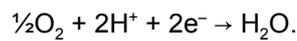
**[0004]** Zum Betrieb der Brennstoffzelle wird der als Anode wirkenden Elektrode Wasserstoffgas oder wasserstoffhaltiges Gas zugeführt. Die genaue Zusammensetzung des Gases hängt von der speziellen Beschaffenheit der übrigen Brennstoffzelle ab und soll im Folgenden allgemein als „Brenngas“ bezeichnet werden.

**[0005]** Gleichzeitig wird der zweiten, als Kathode wirkenden Elektrode Sauerstoffgas oder sauerstoffhaltiges Gas zugeführt, welches im Folgenden allge-

mein als Oxidansgas bezeichnet wird. An der Anode wird der Wasserstoff katalytisch oxidiert:



**[0006]** Die dabei freiwerdenden Elektronen werden über die Elektrode an den Verbraucher abgeführt und die entstehenden Protonen wandern durch den Elektrolyten auf die Kathodenseite, wo sie mit Sauerstoff zu Wasser umgesetzt werden. Die notwendigen Elektronen werden über die Elektrode zugeführt:



**[0007]** Der Ladungstransport durch den Elektrolyten erfolgt im Falle der PEMFC beispielsweise über Migration von  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen und/oder Hoppingprozesse von Protonen.

**[0008]** Zur praktischen Umsetzung wird eine derartige Elementarzelle üblicherweise zwischen zwei Plattenstrukturen eingebettet, die verschiedene Aufgaben übernehmen. Zum einen dienen sie der Stabilisierung der in der Regel flexiblen MEA. Zweitens dienen sie der Zu- und Abfuhr der Reaktionsgase sowie der Abfuhr des entstehenden Wassers. Drittens können sie zum Wärmemanagement, d. h. insbesondere zur Abfuhr der entstehenden Abwärme genutzt werden. Viertens dienen sie der Ableitung des erzeugten Stroms. Fünftens werden von diesen Plattenstrukturen Dichtungsaufgaben erfüllt, da eine Mischung bzw. ein Übertritt der Reaktionsgase untereinander und/oder mit Kühlmittel auf jeden Fall vermieden werden muss.

**[0009]** Im Fall von Brennstoffzellen, die aus einem Stapel von Elementarzellen aufgebaut sind, sogenannten Stacks, trennen die Plattenstrukturen jeweils die Anode einer ersten Elementarzelle von der Kathode der benachbarte Elementarzelle. Man spricht daher häufig von Bipolarplatten oder allgemeiner von Bipolarseparatoren. Diese bestehen im Allgemeinen aus Graphit, Graphit-Polymer-Kompositwerkstoffen oder aus Metallen bzw. Metalllegierungen.

**[0010]** US 2003/0194591 A1 offenbart einen Brennstoffzellen-Stack, der unter Verwendung gattungsgemäßer Bipolarseparatoren verwirklicht ist. Die Bipolarseparatoren sind aus jeweils 2 Kanalplatten aufgebaut. Beide Kanalplatten weisen in ihrer der jeweils benachbarten MEA zugewandten Plattenfläche ein Verteilersystem für das jeweilige Reaktionsgas auf. Das Verteilersystem besteht aus einer Kanalstruktur, welche die Plattenfläche grabenartig durchzieht, wobei die einzelnen Kanalabschnitte durch Stege voneinander getrennt sind. Außer den offenen Kanalabschnitten, durch welche das Reaktionsgas der jeweiligen Elektrode zugeführt wird, kann das Kanalsystem weiter geschlossene Kanalabschnitte umfassen, durch welche das jeweilige Reaktionsgas von außen

eingespeist werden kann. Außerdem können die Kanalplatten Durchbrüche aufweisen, die beispielsweise zur Führung von Medien, wie etwa Reaktionsgas oder Kühlmittel senkrecht zur Kanalplattenfläche, d. h. entlang der Brennstoffzellen-Stackachse verwendet werden können. Auf ihrer der zugeordneten MEA abgewandeten Seite weist wenigstens eine der Kanalplatten ein weiteres grabenartiges Kanalsystem auf, welches der Verteilung von Kühlmittel dient. Im zusammengebauten Zustand wird ein alternierender Stapel von MEAs und jeweils aus zwei Kanalplatten bestehenden Bipolareseparatoren durch Zuganker fest aufeinander gepresst. Auf diese Weise entsteht zwischen den Kanalplatten eines Bipolareseparators ein geschlossenes Kühlmittel-Verteilungssystem, welches von außen mit Kühlmittel beschickt werden kann.

**[0011]** Nachteilig bei der bekannten Vorrichtung ist die schwer zu realisierende Dichtung zwischen den einzelnen Kanalplatten eines Bipolareseparators. Da die Kanalplatten durch die von außen angelegten Druckkräfte, die beispielsweise durch Zuganker auf den Stack ausgeübt werden, zusammengehalten werden, müssen, um eine zuverlässige Dichtung zu gewährleisten, die einander berührenden Flächen der Kanalplatten mit höchster Genauigkeit gearbeitet sein. Eine höchst zuverlässige Dichtung ist jedoch unabdingbar, da im Bereich der Bipolareseparatoren die verschiedenen Reaktionsgase und das Kühlmittel auf engstem Raum benachbart fließen. Insbesondere bei axialer Durchleitung von Reaktionsgasen durch die Bipolareseparatoren kommt der Dichtung höchste Bedeutung zu. Auch das Anordnen der Bipolareseparatoren beim Stapeln des Brennstoffzellen-Stacks muss mit hoher Genauigkeit erfolgen, um einen dichtenden Verbund zu gewährleisten. Dies führt insgesamt zu einem erheblichen Bearbeitungs- und Produktionsaufwand und damit verbundenen Fertigungskosten.

**[0012]** Die DE 697 05 016 T2 geht dieses Problem an, indem die als Stanzteile ausgebildeten Kanalplatten im Bereich ihrer offenen Kanalsysteme als spiegelsymmetrische Wellenstrukturen mit Knoten und Bäuchen geformt sind, wobei die Bäuche die Medien leitenden Strukturen bilden und die Platten im Bereich der Knoten miteinander hartverlötet sind. Durch die Hartverlötung ist eine zuverlässige Dichtung der Kanäle gewährleistet. Die Herstellung ist jedoch aufwendig und schwierig, da es erforderlich ist, die zu verbindenden Platten sehr genau zueinander auszurichten. Bereits leichte Verschiebungen der Platten relativ zueinander können im günstigsten Fall zu einer Verringerung und Verzerrung von Kanalquerschnitten und im ungünstigsten Fall zu einer fehlerhaften Dichtung benachbarter Kanäle führen. Dies kann zur Mischung unterschiedlicher Medien mit fatalen Folgen führen.

**[0013]** Eine vergleichbare Technik ist in der DE 100 15 360 B4 offenbart.

**[0014]** Die DE 102 29 918 A1 offenbart einen Bipolareseparator aus zwei Kanalplatten, deren Brenngas- bzw. Oxidans-Kanalsysteme mit Durchbrüchen in einer Kanalplatte, in die korrespondierende Vorsprünge der anderen Kanalplatte eingreifen, wobei die Höhe der Vorsprünge geringer als die durchbrochene Plattendicke ist, gebildet werden. Abgeschrägte Flanken der Durchbrüche und korrespondierenden Vorsprünge dienen als Montagehilfe zur korrekten Ausrichtung der Platten sowie zur Abdichtung der gebildeten Kanäle. Zusätzlich sind in beiden Platten korrespondierenden, die jeweilige Platte nicht durchbrechende Nuten vorgesehen, die bei verbundenen Platten ein inneres Kühlkanalsystem bilden.

**[0015]** Die DE 100 25 207 A1 offenbart einen Bipolareseparator mit Kanalbohrungen zur Leitung von Medien normal zur Plattenhauptebene, d. h. axial zum Zellenstapel. Die Kanalbohrungen befinden sich in Kunststoffrahmen, mit denen die Membranen zur Halterung und Stabilisierung umspritzt sind. Eine Dichtung erfolgt durch großflächiges Verkleben oder Verschweißen der Kunststoffrahmen. Dies ist zwar kostengünstig, muss im Hinblick auf die typischen hohen Temperaturen in einer Brennstoffzelle, die geringe Formstabilität des Kunststoffs und die normalerweise fehlende elektrische Leitfähigkeit des Kunststoffs kritisch beurteilt werden. Zudem ergeben sich die gleichen Ausrichtungsschwierigkeiten wie beim oben diskutierten Stand der Technik.

**[0016]** Die DE 203 08 332 U1 offenbart versickte Dichtungen zwischen benachbarten Kanalplatten von Bipolareseparatoren.

**[0017]** Die gattungsbildende WO 02/098661 A1 offenbart einen Bipolareseparator, bei dem zur Medienleitung normal zur Plattenhauptebene deckungsgleiche Durchbrüche in den Kanalplatten vorgesehen sind. Jeder Durchbruch in jeweils einer Kanalplatte ist von einer ringförmigen Nut umgeben, in die ein korrespondierend geformter Vorsprung der jeweils anderen Kanalplatte formschlüssig eingreift. Durch die schrägen Flanken der Nuten und Vorsprünge ergibt sich eine Montagehilfe, die die korrekte Ausrichtung der Kanalplatten begünstigt. Zur dichtenden Verbindung werden die Platten, die aus flexiblen, vollflächig Harz-imprägnierten Graphit-Rohlingen gefertigt sind, unter Druck und Hitze ausgehärtet, sodass je zwei Kanalplatten stoffschlüssig zu einem im Wesentlichen einteiligen Bipolareseparator verschmolzen werden. Dies schränkt im Hinblick auf die erforderliche elektronische Leitfähigkeit der Bipolareseparatoren die Auswahl verwendbarer Materialien, insbesondere der Harze, stark ein.

**[0018]** Nachteilig bei dieser bekannten Anordnung

ist daher die fehlende Unabhängigkeit des Konzeptes von der Materialwahl. Zur Abkehr von der sehr speziellen Wahl Harz-imprägnierte, flexibler Graphit-Rohlinge als Ausgangsmaterial müsste zur Verbindung der Platten ein auf die Platten aufgetragenes Klebemittel dienen, das eine Schicht zwischen den Kanalplatten ausbildet. Zur Wahrung der elektronischen Leitfähigkeit müsste hier ein spezielles, leitfähiges Klebemittel gewählt werden. Eine Verklebung nur im Bereich der korrespondierenden Nuten und Vorsprünge wäre im Hinblick auf die präzise Dosierung des Klebemittels schwierig. Einerseits sollte zur Optimierung der Haltekräfte eine möglichst große Fläche, d. h. vorzugsweise die gesamte Außenfläche des Vorsprungs bzw. die gesamte Innenfläche der Ringnut, benetzt werden. Andererseits würde eine geringe Überdosierung insbesondere unter Druck zu einem Überquellen von Klebemittel aus der Nut führen. Dies würde nach dem Aushärten eine Art Abstandhalter um die Nut herum bilden. Die Kanalplatten wären geringfügig voneinander beabstandet. Dies würde zu einer erheblichen und im Hinblick auf die typischer Weise recht hohen Stromstärken in Brennstoffzellstapeln unerwünschten Erhöhung des elektrischen Widerstandes zwischen den Kanalplatten führen. Selbst bei optimal reproduzierbarer Dosierung kann eine faktische Überdosierung des Klebemittels durch Fertigungstoleranzen der Nuten und Vorsprünge verursacht werden.

**[0019]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen gattungsgemäßen Bipolareseparator, derart weiterzubilden, dass weitgehend materialunabhängig eine zuverlässige Verbindung der Kanallatten ohne Verschlechterung des Kontaktwiderstandes ermöglicht wird.

**[0020]** Diese Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes von Anspruch 1 dadurch gelöst, dass die Kanalplatten im Eingriffsbereich des Vorsprungs in die Nut miteinander verklebt sind und die Nut in ihrem Randbereich eine Erweiterung zur Aufnahme überschüssigen Klebemittels aufweist, wobei wenigstens eine der Kanalplatten in ihrer der jeweils anderen Kanalplatte zugewandten Plattenfläche ein wenigstens teilweise offenes Kühlmittel-Kanalsystem zur Leitung eines Kühlmittels aufweist.

**[0021]** Dieser Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die Kanalplatten zwar im Bereich der Nuten und korrespondierenden Vorsprünge miteinander zu verkleben, dabei aber zu verhindern, dass beim Zusammenfügen der Kanalplatten überschüssiges Klebemittel zwischen die Plattenflächen der Kanalplatten gepresst wird. Hierzu ist der erweiterte Nutrand vorgesehen, in welchem überschüssiges Klebemittel aufgenommen werden kann.

**[0022]** Günstigerweise wird ein elektronisch leitfähiges

Klebemittel verwendet, d. h. ein Klebemittel, das in der Lage ist, die bei der katalytischen Reaktion freierwerden Elektronen zu leiten. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass es, wie oben erwähnt, eine wesentliche Aufgabe der Bipolareseparatorn ist, den in den Elementarzellen erzeugten elektrischen Strom abzuleiten. Da hier große Stromstärken auftreten können, ist eine möglichst weitgehende Reduzierung des Kontaktwiderstandes zwischen den Kanalplatten, aus welchen der Bipolareseparator aufgebaut ist, wünschenswert.

**[0023]** Der Kontaktwiderstand zwischen den Kanalplatten kann reduziert werden, indem die Klebefläche, d. h. die mit Klebemittel benetzte Fläche, weitestmöglich reduziert wird. Eine untere Grenze ist dabei selbstverständlich die zur Aufbringung der erforderlichen Haftkraft notwendige Klebefläche. Die Verklebung erfolgt bevorzugt an dichtungsrelevanten Stellen. Die Verklebung erfolgt ringförmig um die Durchbrüche, die zur Leitung eines Mediums durch die Kanalplatten vorgesehen sind. Dabei ist die Öffnung eines Durchbruchs in der der anderen Kanalplatte zugewandten Plattenfläche einer Kanalplatte von einer ringförmigen Nut umgeben, in welche ein entsprechender, umlaufender Vorsprung der anderen Kanalplatte eingreift. Hierdurch wird auch die Ausrichtbarkeit der zu verbindenden Kanalplatten verbessert und gleichzeitig die Dichtung des entsprechenden Durchbruchs gewährleistet.

**[0024]** Bei einer günstigen Weiterbildung des erfindungsgemäßen Bipolareseparatorn ist vorgesehen, dass eine der Kanalplatten eine das Kühlmittel-Kanalsystem rahmenartig umgebende Nut aufweist, in welche ein umlaufender Vorsprung der anderen Nut eingreift. Diese Maßnahme dient ebenfalls der leichteren Ausrichtbarkeit der einzelnen Kanalplatten zur passgenauen Verbindung und stellt auch eine zusätzliche Dichtungsmaßnahme dar.

**[0025]** Bei allen Ausführungsformen sind die Kanalplatten jeweils im Eingriffsbereich des Vorsprungs in die Nut miteinander verklebt. Dies stellt zum einen eine zusätzliche Dichtungsmaßnahme dar; zum anderen kann die mit Klebemittel benetzte Querschnittsfläche weiter reduziert werden ohne die Haftkraft, welche die beiden Kanalplatten zusammenhält, zu reduzieren. Die Nutwände und die mit ihnen verklebten Außenflächen des korrespondierenden Vorsprungs sind nämlich im Wesentlichen normal zur Hauptebene der Kanalplatten ausgerichtet. Eine elektrische Isolierung dieser Flächen durch ein nicht leitfähiges Klebemittel trägt daher nur geringfügig zur Verringerung des insgesamt leitenden Querschnitts bei. Für die Haftkraft hingegen ist die mit Klebemittel benetzte Gesamtfläche (nicht nur parallel zur Plattenfläche) relevant. Unabhängig von der speziellen Ausgestaltung der stoffschlüssigen Verbindung der Kanalplatten kann bei einer vorteilhaften Weiterbildung

der Erfindung vorgesehen sein, dass zwischen den Kanalplatten im Bereich des Kühlmittel-Kanalsystems eine Zwischenlage eines elastischen, elektronisch leitfähigen Materials derart angeordnet ist, dass sie die beiden Kanalplatten kontaktiert.

**[0026]** Diese Maßnahme dient der weiteren Reduzierung des Kontaktwiderstandes zwischen den Kanalplatten. In denjenigen Bereichen, in welchen kein Stoffschluss zwischen den Kanalplatten erfolgt, kann es aufgrund der Rauigkeit der Kanalplatten-Oberflächen zu erheblichen Kontaktwiderständen kommen. Diese sind, wie oben erläutert, unerwünscht. Die Einlagerung einer elastischen, elektronisch leitfähigen Zwischenlage ist hingegen geeignet, diese Unebenheiten aufgrund ihrer Elastizität auszugleichen und einen optimierten Kontakt zwischen den Kanalplatten herzustellen.

**[0027]** Um zu verhindern, dass die Zwischenlage die rinnenartigen Kanalabschnitte des Kühlmittel-Kanalsystems verlegt und den Kühlmittelfluss hemmt, kann bei einer vorteilhaften Weiterbildung vorgesehen sein, dass die Form der Zwischenlage auf die Anordnung der Stege abgestimmt ist. Im Bereich der Rinnen kommt nämlich ohnehin kein Kontakt zwischen den Kanalplatten zustande. Die Zwischenlage erfüllt hier also keine leitfähigkeitsrelevante Aufgabe. Es ist daher günstig, die Zwischenlage auf die für den elektrischen Kontakt relevanten Bereich, d. h. die Stege zwischen den und/oder um die Rinnen zu beschränken.

**[0028]** Günstigerweise ist die Zwischenlage ein Gewebe oder Vlies aus Kohlenstoff. Eine solche Zwischenlage erfüllt sowohl die Anforderungen an die Leitfähigkeit wie auch an die Elastizität zur Sicherstellung des Kontaktes.

**[0029]** Da die Dicke der Zwischenlage im Allgemeinen nicht in der Größenordnung der Rauigkeit der zu verbindenden Flächen liegt, ist bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass die Stege niedriger ausgeführt sind als ein das Kühlmittel-Kanalsystem umgebender Bereich der entsprechenden Kanalplatte. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Zwischenlage als „Abstandshalter“ zwischen den Kanalplatten wirkt und einen Kontakt zwischen den Randbereichen der Kanalplatten verhindert.

**[0030]** Umgekehrt kann im Fall, dass nur eine Kanalplatte ein Kühlmittel-Kanalsystem aufweist, vorgesehen sein, dass der entsprechende Bereich der anderen Kanalplatte gegenüber ihrem Randbereich flächig vertieft ist.

**[0031]** Insbesondere im Fall einer Zwischenlage deren Form auf die Anordnung der Stege abgestimmt ist, kann es weiter vorteilhaft sein, anstelle der vorge-

nannten flächigen Vertiefung der anderen Kanalplatte vorzusehen, dass die den Stegen entsprechenden Bereich der anderen Kanalplatte vertieft sind. Dies ist auch für die Herstellung des erfindungsgemäßen Bipolareseparators vorteilhaft, da die in ihrer Form auf die Anordnung der Stege abgestimmte Zwischenlage passgenau in entsprechende Nuten der anderen Kanalplatte eingelegt werden kann. Der elektrische Kontakt erfolgt dann über die Stege, welche in die Nuten eingreifen und die Zwischenlage komprimieren.

**[0032]** Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden, speziellen Beschreibung sowie den Zeichnungen, in denen

**[0033]** [Fig. 1](#): schematisch den inneren Aufbau eines Brennstoffzellen-Stacks unter Verwendung der erfindungsgemäßen Bipolareseparatoren darstellt,

**[0034]** [Fig. 2](#): schematisch eine besonders günstige Ausführungsform der dichtenden Verklebung zweier Kanalplatten zu einer erfindungsgemäßen Bipolareplatte darstellt,

**[0035]** [Fig. 3](#): schematisch verschiedene Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Bipolareseparators mit Kontaktvlies darstellt.

**[0036]** [Fig. 1](#) zeigt schematisch und beispielhaft den inneren Aufbau eines Brennstoffzellen-Stacks unter Verwendung erfindungsgemäßer Bipolareseparatoren **10**. Jeder Bipolareseparator **10** ist aus zwei stoffschlüssig miteinander verbundenen Kanalplatten **11** und **12** aufgebaut. Zwischen zwei Bipolareseparatoren **10** ist jeweils eine MEAs **20** angeordnet. Sie bestehen im Wesentlichen aus einer Polymermembran **21**, die zumindest in ihrem inneren, aktiven Bereich innenleitfähig ist sowie aus beidseitig angebrachten Elektrodenstrukturen **22** und **23**. Der konkrete Aufbau der MEAs ist für die vorliegende Erfindung nicht von Bedeutung, weshalb auf ihn nicht näher eingegangen werden soll.

**[0037]** Im inneren Bereich ihrer Außenflächen weisen die Bipolareseparatoren **10** wenigstens teilweise offene, rinnenartige Kanalstrukturen **18** bzw. **19** auf, durch welche ein Reaktionsgas der jeweils benachbarten Elektrode zugeführt wird.

**[0038]** In [Fig. 1](#) nicht erkennbar ist ein weiteres Kanalsystem, welches im inneren jedes Bipolareseparators **10** liegt und das der Zu- und Abfuhr sowie der Verteilung von Kühlmittel dient.

**[0039]** Die Einspeisung von Reaktionsgasen und Kühlmittel von außen kann entweder für jeden Bipolareseparator **10** einzeln oder mittels eines die Bipolareseparatoren **10** und MEAs **20** durchsetzenden Leitungssystems längs der Stack-Achse erfolgen. Bei

der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform sind zur Einspeisung und Abführung von Kühlmittel externe Leitungen **30a** und **30b** vorgesehen, welche mit jedem der Bipolareseparatoren verbunden sind, wie durch die Pfeile **31a** und **31b** angedeutet. Für die Zu- und Abführung von Brenngas sind Leitungen **32a** und **32b** vorgesehen, welche die Bipolareseparatoren **10** und MEAs **20** längs der Stack-Achse durchsetzen. Die Verbindung zu den jeweiligen Kanalsystemen auf einer der Außenflächen jedes Bipolareseparators ist in [Fig. 1](#) nicht dargestellt. Auf ähnliche Weise ist die Zu- und Ableitung von Oxidansgas mittels der gestrichelt angedeuteten Kanäle **33a** und **33b** vorgesehen.

**[0040]** [Fig. 2](#) zeigt schematisch einen Ausschnitt aus zwei Kanalplatten **11** und **12**, im Bereich einer normal zur Plattenfläche ausgerichteten Kanaldurchführung **34**. Die Durchführung **34** in der Kanalplatte **11** ist von einem ringförmigen Vorsprung **13** umgeben, welcher beim Zusammenfügen der Kanalplatten **11** und **12** in eine korrespondierende Nut **14** der Kanalplatte **12** eingreift. Bei der bevorzugten Ausführungsform erfolgt eine Verklebung der Kanalplatten **11** und **12** im Bereich des Eingriffs des Vorsprungs **13** in die Nut **14**. Hierzu kann bei der Verklebung Klebemittel in die Nut **14** eingebracht werden, welches die Innenwände der Nut **14** mit den Außenflächen des Vorsprungs **13** stoffschlüssig verbindet. Auf diese Weise wird, im Fall, dass nicht-leitfähiges Klebemittel verwendet wird, nur eine relativ kleine Querschnittsfläche des gesamten Bipolareseparators **10**, nämlich nur die dem Nutboden entsprechende Fläche, elektrisch isoliert. Zur Haftkraft zwischen den beiden Kanalplatten **11** und **12** tragen hingegen auch die senkrecht zur Kanalplatten-Hauptebene ausgerichteten Flächen der Nut **14** und des Vorsprungs **13** bei.

**[0041]** Um zu verhindern, dass beim Zusammenfügen der Kanalplatten **11** und **12** überschüssiges Klebemittel zwischen die Plattenflächen der Kanalplatten **11** und **12** gepresst wird, ist bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform ein erweiterter Nutrand **15** vorgesehen, in welchem überschüssiges Klebemittel aufgenommen werden kann.

**[0042]** Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Kanalplatten **11** und **12** mit Vorsprung **13** und korrespondierender Nut **14** (ggf. mit erweitertem Nutrand **15**) ermöglicht daher auf einfache Weise eine passgenaue und kraftvolle Verbindung der Kanalplatten **11** und **12** bei gleichzeitiger, sicherer Abdichtung der Durchführung **34**. Das Nut/Vorsprung-Konzept wurde der Anschaulichkeit halber in [Fig. 2](#) lediglich am Beispiel einer Kanaldurchführung **34** umgebenden Nut **14** dargestellt. Bei anderen Ausführungsformen der Erfindung kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein, dass ein vergleichbares Nut/Vorsprung-System ein zwischen den einander zugewandten Plattenflächen der Kanalplatten **11** und **12** angeordnetes Kühlmittel-Verteilungssystem (Kanal-

system) rahmenartig umgibt, um es beispielsweise gegen außen angeordnete Kanaldurchführungen (siehe z. B. [Fig. 1](#)) sowie die Umgebung abzudichten und gleichzeitig festen, stoffschlüssigen Zusammenhalt der Kanalplatten **11** und **12** zu gewährleisten.

**[0043]** [Fig. 3](#) zeigt schematisch verschiedene Ausführungsformen einer Maßnahme zur Reduzierung der elektronischen Kontaktwiderstände zwischen den Kanalplatten **11** und **12**. Allen Ausführungsbeispielen a) bis e) liegt das Konzept zugrunde, zwischen den miteinander verbundenen Kanalplatten eine elektronisch leitfähige, elastische Zwischenlage **40** vorzusehen, die geeignet ist, Unebenheiten und/oder Rauigkeiten der einander zugewandten Plattenflächen der Kanalplatten **11** und **12** zu kompensieren und damit den Kontaktwiderstand zwischen den Kanalplatten **11** und **12** zu reduzieren. Bei allen in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsformen ist lediglich die eine Kanalplatte **11** beidseitig mit einem wenigstens teilweise offenen Kanalsystem **17a** bzw. **17b** ausgestattet. Die zweite Kanalplatte **12** weist hingegen lediglich auf der der benachbarten MEA zugewandten Fläche eine Kanalstruktur **19** zur Zuführung und Verteilung des entsprechenden Reaktionsgases auf. Selbstverständlich ist es jedoch auch möglich, dass beide Kanalplatten **11** und **12** an ihren einander zugewandten Flächen ein entsprechendes Kanalsystem aufweisen. Insbesondere könnten die Kanalplatten **11** und **12** im Wesentlichen baugleich ausgeführt werden.

**[0044]** [Fig. 3a](#) zeigt eine besonders einfache Ausführungsform, bei der die Zwischenlage **40a**, die vorzugsweise aus einem Gewebe oder Vlies aus Kohlenstoff besteht, flächig ausgeführt ist und zwischen die Kanalstruktur **17a** und die gegenüberliegende im Wesentlichen glatte Fläche **16a** der Kanalplatte **12** gepresst wird. Diese Ausführungsform ist wirksam, kann jedoch unter Umständen den Nachteil haben, dass Fasern der Zwischenlage **40a** Gräben der Kanalstruktur **17** verengen oder sogar verlegen.

**[0045]** Dem kann beispielsweise durch eine Ausführungsform gemäß **3b** entgegen gewirkt werden. Hierbei ist die Form der Zwischenlage **40b** auf die Anordnung der Stege der Kanalstruktur **17a** abgestimmt. Im Bereich der Gräben, wo ohnehin kein elektrischer Kontakt zwischen den Kanalplatten **11** und **12** zustande kommt, ist die Zwischenlage nicht erforderlich. Auf diese Weise kann vermieden werden, dass die Gräben der Kanalstruktur **17a** durch Fasern der Zwischenlage **40b** verlegt werden.

**[0046]** Zur passgenaueren Ausführung und leichteren Montage einer derartigen formabgestimmten Zwischenlage **40b** kann, wie in [Fig. 3c](#) dargestellt, vorgesehen sein, dass die Kanalplatte **12** anstelle einer glatten Innenfläche **16a** Nuten **16b** aufweist, welche den Stegen der Kanalstruktur **17a** der Kanalplat-

te **11** entsprechen. In diese Nuten kann die formabgestimmte Zwischenlage **40b** eingelegt werden. Bei der stoffschlüssigen Verbindung der Kanalplatten greifen die Stege der Kanalstruktur **17a** dann über die Zwischenlage **40b** in die Nuten **16b** ein.

**[0047]** Fig. 3d zeigt eine Ausführungsform, bei der die Kanalplatte **12** anstelle der glatten Innenfläche **16a** eine flächige Vertiefung **16c** aufweist, in welche die Zwischenlage **40a** passgenau eingelegt werden kann. Diese Ausführungsform bietet sich insbesondere bei einer flächigen Zwischenlage **40a** an, kann aber selbstverständlich auch für eine formabgestimmte Zwischenlage **40b** verwendet werden.

**[0048]** Fig. 3e zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem die Stege der Kanalstruktur **17b** in deren Innenbereich gegenüber dem Außenbereich geringfügig vertieft sind. Das Beispiel von Fig. 3e stellt damit eine Komplementärform des Beispiels von Fig. 3d dar. Die Ausführungsform von Fig. 3e bietet sich insbesondere bei Verwendung einer formabgestimmten Zwischenlage **40b** an.

**[0049]** Natürlich stellen die im Rahmen der speziellen Beschreibung und der Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen lediglich illustrative Beispiele der Erfindung dar. Insbesondere die spezielle Ausgestaltung der Kanalstrukturen, die Zu- und Ableitung von Kühlmittel und/oder Reaktionsgasen sowie der sonstige Aufbau des Brennstoffzellen-Stacks können vom Fachmann für die Bedürfnisse des Einzelfalls angepasst werden. Hinsichtlich der Materialwahl für den eingesetzten Klebstoff hat der Fachmann ein breites Spektrum zur Verfügung.

### Patentansprüche

1. Bipolareseparator zur elektronisch leitfähigen, gas- und flüssigkeitsdichten Trennung einer ersten Membran-Elektroden-Einheit, MEA, von einer zweiten, der ersten benachbarten MEA eines Brennstoffzellenstapels, umfassend

- eine erste Kanalplatte (**11**) mit einer ersten, der ersten MEA zugewandten Plattenfläche, die ein wenigstens teilweise offenes Brenngas-Kanalsystem (**18**) zur Versorgung der ersten MEA mit einem Brenngas aufweist, und
- eine zweite, der ersten Kanalplatte (**11**) benachbarten Kanalplatte (**12**) mit einer zweiten, der zweiten MEA zugewandten Plattenfläche, die ein wenigstens teilweise offenes Oxidans-Kanalsystem (**19**) zur Versorgung der zweiten MEA mit einem Oxidansgas aufweist,

wobei die Kanalplatten (**11**, **12**) miteinander korrespondierende Durchbrüche (**34**) zur Leitung eines Mediums normal zu ihrer Hauptebene aufweisen und die Öffnung eines Durchbruchs (**34**) in der der anderen Kanalplatte (**11**) zugewandten Plattenfläche einer Kanalplatte (**12**) von einer ringförmigen Nut (**14**) um-

geben ist, in welche unter stoffschlüssiger Verbindung ein entsprechender, umlaufender Vorsprung (**13**) der anderen Kanalplatte eingreift, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kanalplatten (**11**, **12**) im Eingriffsbereich des Vorsprungs (**13**) in die Nut (**14**) miteinander verklebt sind und die Nut (**14**) in ihrem Randbereich eine Erweiterung (**15**) zur Aufnahme überschüssigen Klebmittels aufweist, wobei wenigstens eine der Kanalplatten (**11**, **12**) in ihrer der jeweils anderen Kanalplatte (**12**, **11**) zugewandten Plattenfläche ein wenigstens teilweise offenes Kühlmittel-Kanalsystem (**17a**; **17b**) zur Leitung eines, Kühlmittels aufweist.

2. Bipolareseparator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Kanalplatten (**11**) eine das Kühlmittel-Kanalsystem (**17a**, **17b**) rahmenartig umgebende Nut aufweist, in welche ein umlaufender Vorsprung der anderen Kanalplatte eingreift.

3. Bipolareseparator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalplatten (**11**, **12**) mittels eines elektronisch leitfähigen Klebmittels verklebt sind.

4. Bipolareseparator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens teilweise offene Kühlmittel-Kanalsystem rinnenartige Kanalabschnitte und diese begrenzende Stege umfasst und die Kanalplatten (**11**, **12**) im Bereich der Stege verklebt sind.

5. Bipolareseparator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den stoffschlüssig miteinander verbundenen Kanalplatten (**11**, **12**) im Bereich des Kühlmittel-Kanalsystems (**17a**, **17b**) eine Zwischenlage (**40a**; **40b**) eines elastischen, elektronisch leitfähigen Materials derart angeordnet ist, dass sie beide Kanalplatten (**11**, **12**) kontaktiert.

6. Bipolareseparator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens teilweise offene Kühlmittel-Kanalsystem (**17a**; **17b**) rinnenartige Kanalabschnitte und diese begrenzende Stege umfasst und die Form der Zwischenlage (**40b**) auf die Anordnung der Stege abgestimmt ist.

7. Bipolareseparator nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenlage (**40a**; **40b**) ein Gewebe, Papier oder Vlies aus Kohlenstoff umfasst.

8. Bipolareseparator nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens teilweise offene Kühlmittel-Kanalsystem (**17b**) rinnenartige Kanalabschnitte und diese begrenzende Stege umfasst und die Stege niedriger ausgeführt sind als ein das Kühlmittel-Kanalsystem (**17b**) umge-

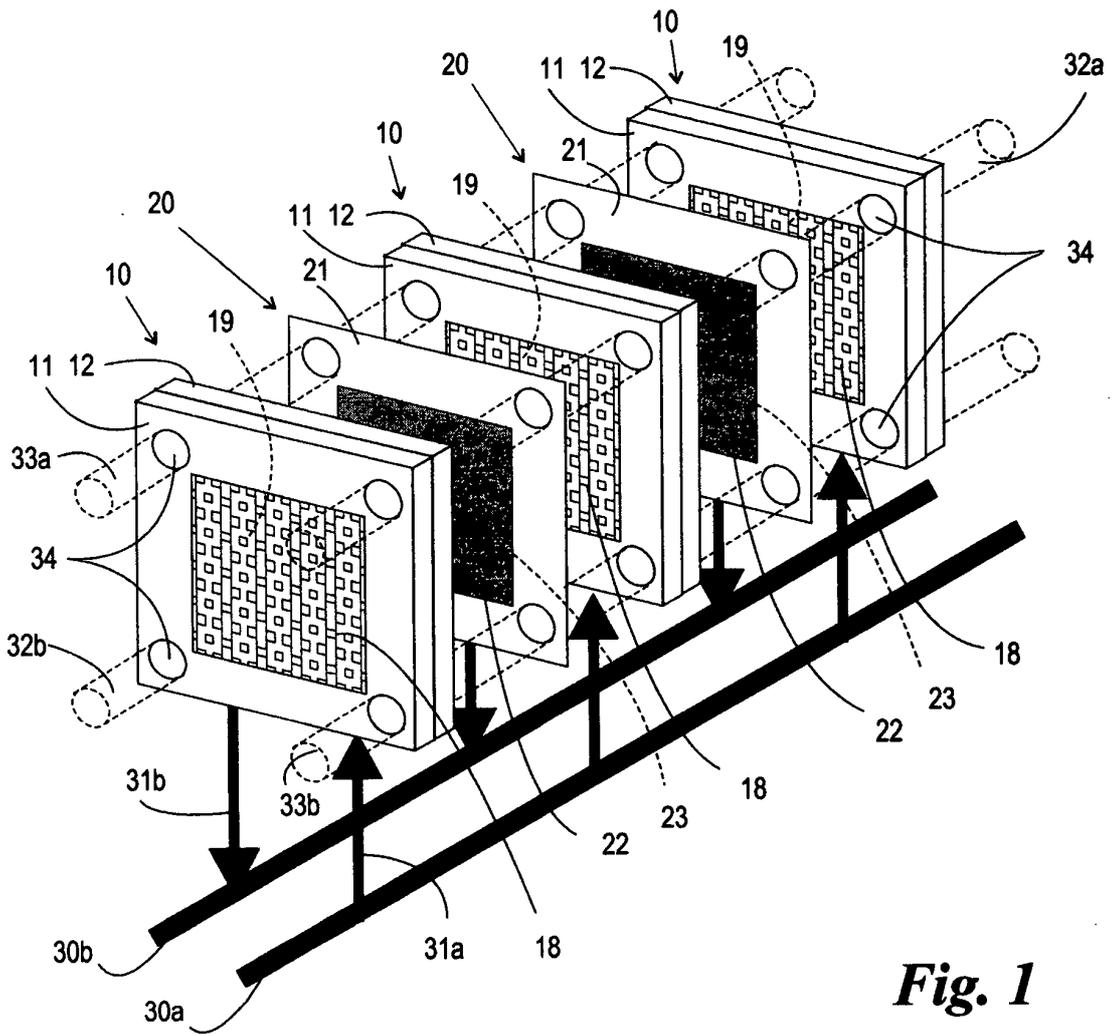
bender Bereich der entsprechenden Kanalplatte (**11**).

9. Bipolareseparator nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass nur eine Kanalplatte (**11**) ein Kühlmittel-Kanalsystem (**17a**) aufweist und der entsprechende Bereich (**16c**) der anderen Kanalplatte (**12**) gegenüber ihrem Randbereich flächig vertieft ist.

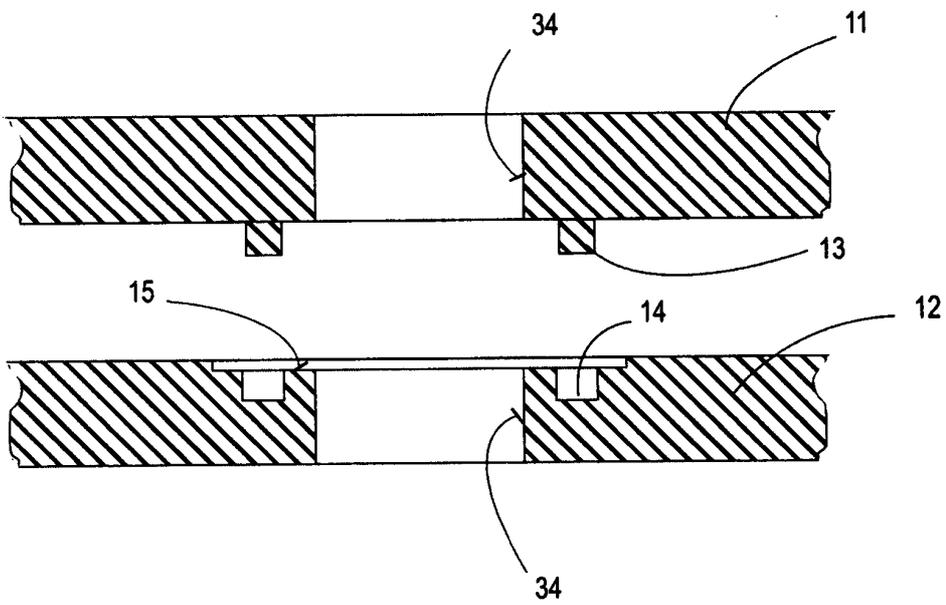
10. Bipolareseparator nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass nur eine Kanalplatte (**11**) ein Kühlmittel-Kanalsystem (**17a**), umfassend rinnenartige Kanalabschnitte und diese begrenzende Stege, aufweist und die den Stegen entsprechenden Bereiche (**16b**) der anderen Kanalplatte gegenüber ihrem Randbereich vertieft sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

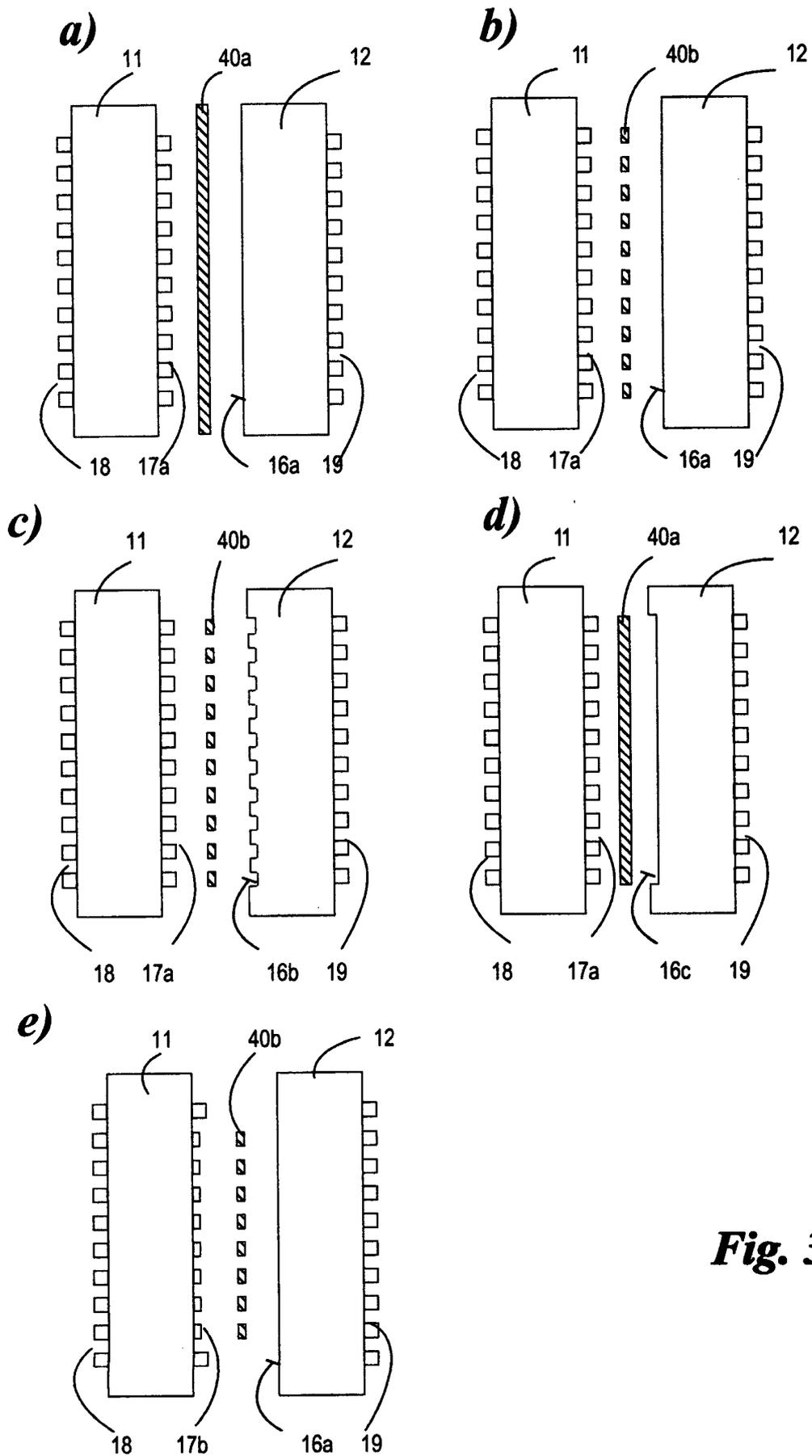
Anhängende Zeichnungen



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**