



(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2014 004 569.1  
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP2014/004992  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2015/049860  
(86) PCT-Anmelddatag: 30.09.2014  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 09.04.2015  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 07.07.2016  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 06.08.2020

(51) Int Cl.: H01M 8/0258 (2016.01)  
H01M 8/04029 (2016.01)

Innerhalb von neun 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).

(30) Unionspriorität:  
**2013-207008 02.10.2013 JP**

(73) Patentinhaber:  
**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

(74) Vertreter:  
**KUHNEN & WACKER Patent- und Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising, DE**

(72) Erfinder:  
**Konno, Norishige, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

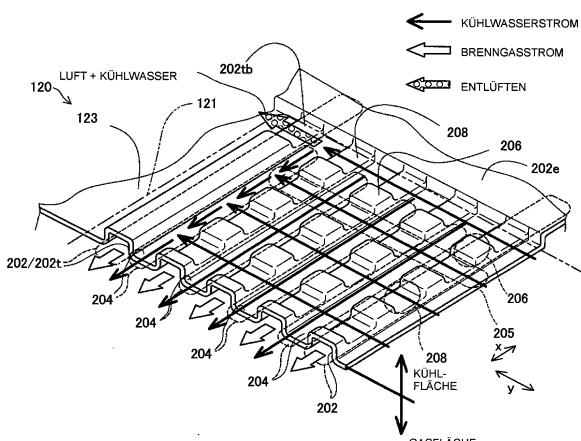
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>2004 / 0 106 028</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2007 / 0 154 758</b>	<b>A1</b>

### (54) Bezeichnung: **Brennstoffzellenseparator und Brennstoffzelle**

(57) Hauptanspruch: Brennstoffzellenseparator (120, 130), der an einer Membranelektrodenanordnung angebracht ist, wobei der Brennstoffzellenseparator (120, 130) eine erste Fläche und eine zweite Fläche als eine Rückseite der ersten Fläche aufweist, wobei der Brennstoffzellenseparator (120, 130) aufweist:  
einen Zentralbereich (121), der einem Leistungserzeugungsbereich (112) der Membranelektrodenanordnung gegenüberliegend angeordnet ist;  
einen Außenrandabschnitt (123), der sich von dem Zentralbereich (121) bis zu dem Umfangsrandabschnitt des Zentralbereichs (121) erstreckt;  
einen erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteil, der mehrere Rillen (202) enthält, die in dem Zentralbereich (121) in der ersten Fläche ausgebildet sind;  
einen zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteil, der mehrere Rillen (204) enthält, die in dem Zentralbereich (121) in der zweiten Fläche ausgebildet sind;  
einen kühlewasserzuführseitigen Verteiler, der an dem Außenrandabschnitt (123) an einer Seite des Zentralbereichs (121) in horizontaler Richtung angeordnet ist;  
einen Kühlwassereinführteil (126IN), der dazu eingerichtet ist, Kühlwasser zu verstreuern und einzuführen, das aus dem kühlewasserzuführseitigen Verteiler in die einzelnen Rillen (204) des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils fließt;

teils mit wechselnder Strömungsrichtung des Kühlwassers zugeführt wird; und einen Luftauslassteil (202tb), der an einer oberen Endseite des Zentralbereichs (121) in dem erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteil ...



**Beschreibung****GEBIET DER TECHNIK**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Brennstoffzellenseparator und eine Brennstoffzelle.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0002]** Eine Brennstoffzelle ist in einer Stapelstruktur geschaffen, bei der die die Brennstoffzelle bildenden Einheitszellen, die jede als eine Leistungserzeugungseinheit dient, in mehreren Schichten gestapelt sind. Jede der Einheitszellen weist eine Membranelektrodenanordnung auf, die von gegenüberliegenden Separatoren eingekleilt ist. In letzten Jahren wurde z.B. in der internationalen Veröffentlichungsschrift Nr. WO 2012/160607 A1 ein Verfahren zur Bildung eines Brenngas-Gasstrompfads und eines Kühlwasserstrompfads an Ober- und Unterseiten des Separators durch mehrere Streifen mit Gruben und Buckeln, die durch Pressformen oder durch mehrere hervorstehende Abschnitte hergestellt sind, in einem Separatorzentralbereich, gegenüber einem Leistungserzeugungsbereich der Membranelektrodenanordnung vorgeschlagen.

**[0003]** Der in der vorstehend zitierten Patentreferenz vorgeschlagene Kühlwasserstrompfad weist ein Kühlwasser auf, das durch die Höhenunterschiede zwischen den hervorstehenden Abschnitten und den ausgesparten-rittenartigen Unterabschnitten mit wechselnder Stromrichtung hindurchströmt. Auf diese Weise werden Streuung und Verteilung von Kühlwasser verbessert. Auf der anderen Seite, wenn das Kühlwasser durch Teile, die Höhenunterschiede aufweisen, wie z.B. die hervorstehenden Abschnitte oder die ausgesparten, rillenartigen Unterabschnitte bei wechselnder Stromrichtung hindurchströmt, kann sich der Strom des Kühlwassers stauen. Nach dem Starten eines Betriebs der Brennstoffzelle wird keine besondere Beanstandung erhoben, sogar wenn der Strom des Kühlwassers gestaut wurde, da das Kühlwasser bereits über den Kühlwasserstrompfad zugeführt wurde, so dass der Strompfad mit Kühlwasser gefüllt ist. Nachdem der Zusammenbau der Brennstoffzelle beendet wurde, wurde jedoch darauf hin gewiesen, dass die folgenden neuen Probleme auftreten könnten, da Luft in dem Kühlwasserstrompfad verbleibt.

**[0004]** Wenn das Kühlwasser nach Beendigung des Zusammenbaus der Brennstoffzelle zugeführt wird, strömt das Kühlwasser eine Stromrichtung ändernd in einem luftdurchmischten Zustand durch. Abhängig davon, wie der Strom des Kühlwassers gestaut ist, kann die Luft des Kühlwassers verbleiben, ohne durch das Kühlwasser weggeschoben zu werden, und dann kann eine solche Luft bis zu einem vertikalen oberen Ende des Separatorzentralbe-

reichs aufsteigen. Dies kann eine Luftansammlung bewirken. Obwohl solch eine Luftansammlung in einigen Fällen durch die Zuführung des Kühlwassers weggeschoben werden kann, nachdem ein Betrieb der Brennstoffzelle beginnt, wenn die Luftansammlung immer noch an dem oberen Ende des Separatorzentralbereichs verbleibt, wird die Kühlung an der Luftansammlung behindert. Da die vorstehend zitierte Patentreferenz die Möglichkeit einer Luftansammlung nicht in Erwägung zieht, gibt es einen Bedarf, die Luftansammlung an der oberen Endseite des Separatorzentralbereichs zu vermeiden. Außerdem gibt es den Bedarf, die Herstellungskosten für den Separator, der ausgesparte Rillen als einen Kühlwasserstrompfad aufweist, oder für die Brennstoffzelle zu senken.

**[0005]** Um zumindest einen Teil der vorstehend beschriebenen Probleme zu erzielen, kann die vorliegende Erfindung in den folgenden Aspekten implementiert sein.

**KURZFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0006]** In einem ersten Aspekt ist ein Brennstoffzellenseparator geschaffen. Der Brennstoffzellenseparator gemäß dem ersten Aspekt ist ein Brennstoffzellenseparator, der an einer Membranelektrodenanordnung angebracht ist, und eine erste Fläche und eine zweite Fläche als eine Rückseite der ersten Fläche aufweist. Der Brennstoffzellenseparator enthält einen Zentralbereich, der dem Leistungserzeugungsbefähigungsbereich der Membranelektrodenanordnung gegenüber angeordnet ist, einen Außenrandabschnitt, der sich von dem Zentralbereich bis zu dem Umfangsrandabschnitt des Zentralbereichs erstreckt, einen erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteil, der mehrere Rillen enthält, die in dem Zentralbereich in der ersten Fläche ausgebildet sind; einen zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteil, der mehrere Rillen enthält, die in dem Zentralbereich in der zweiten Fläche ausgebildet sind; und einen Luftpauslassteil, der an einer oberen Endseite des Zentralbereichs in dem erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteil ausgebildet ist, wobei der Luftpauslassteil zwischen dem Zentralbereich und dem Außenrandabschnitt verbindet, und Luft innerhalb der Rillen des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils aus dem Zentralbereich zu dem Außenrandabschnitt zusammen mit dem Kühlwasser auslässt. Der Luftpauslassteil ist an einer Stelle ausgebildet, wo sich Luft innerhalb der Rillen des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils an der oberen Endseite des Zentralbereichs wegen einer sich ändernden Stromrichtung des Kühlwassers, das durch den zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteil hindurchströmt, sammeln kann. Sogar wenn Luft innerhalb der Rillen des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils an der oberen Endseite des Separatorzentralbereichs gesammelt wird, ermöglicht gemäß dem Brennstoff-

zellenseparator des ersten Aspekts, der Luftauslassteil, der an der Stelle geschaffen ist, wo eine Luftansammlung auftritt, der Luft zu dem Außenrandabschnitt ausgelassen zu werden, wodurch die Luftansammlung an der oberen Endseite des Separatorzentralbereichs vermieden wird.

**[0007]** Der Brennstoffzellenseparator gemäß dem ersten Aspekt enthält ferner: einen Kühlwasserzuführseitigen Verteiler, der an dem Außenrandabschnitt, an einer Seite des Zentralbereichs in horizontaler Richtung angeordnet ist; und einen Kühlwassereinführteil, der dazu eingerichtet ist, Kühlwasser zu verstreuen und einzuführen, das aus dem Kühlwasserzuführseitigen Verteiler in die einzelnen Rillen des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils mit wechselnder Stromrichtung des Kühlwassers zugeführt wird, wobei der Luftauslassteil an einem Zentralbereichsckenabschnitt ausgebildet sein kann, der an der oberen Endseite des Zentralbereichs und an der Seite des Kühlwassereinführteils angeordnet ist. Da das Kühlwasser durch den Kühlwassereinführteil eine Stromrichtung ändernd hindurchströmt, obwohl eine Luftansammlung an der oberen Seite des Kühlwassereinführteils auftreten kann, ermöglicht der Brennstoffzellenseparator gemäß dem ersten Aspekt die Vermeidung einer weiteren Luftansammlung durch den Luftauslassteil, der an einem Eckabschnitt des Separatorzentralbereichs angeordnet ist.

**[0008]** Der Brennstoffzellenseparator gemäß dem ersten Aspekt kann ferner einen brenngaszuführseitigen Verteiler enthalten, der dazu eingerichtet ist, Brenngas in die Rillen des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils zuzuführen, wobei der brenngaszuführseitige Verteiler an der Oberseite des kühlwasserzuführseitigen Verteilers in dem Außenrandabschnitt angeordnet ist. Da das Brenngas regulär in einem unverbrauchten Zustand in die Rillen des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils an der brenngaszuführseitigen Verteilerseite zugeführt wird, ermöglicht die Brennstoffzelle, die den Brennstoffzellenseparator gemäß dem ersten Aspekt aufweist, dass eine elektrochemische Reaktion zur Leistungserzeugung beschleunigt wird, so dass Wärmeerzeugung aufgrund der elektrochemischen Reaktion stärker aktiviert wird. Gemäß dem Brennstoffzellenseparator des ersten Aspekts kann die brenngaszuführseitige Verteilerseite, die näher an dem Eckabschnitt des Separatorzentralbereichs ist, aufgrund der Vermeidung der Luftansammlung an dem Eckabschnitt des Separatorzentralbereichs, an der oberen Seite des Kühlwassereinführteils ausreichend gekühlt werden.

**[0009]** In dem Brennstoffzellenseparator gemäß dem ersten Aspekt können die Rillen des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils und die Rillen des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils al-

ternierend an der ersten Fläche und der zweiten Fläche in dem Zentralbereich durch Bildung mehrerer Streifen mit Gruben und Buckeln ausgebildet sein, die durch Pressformen des Zentralbereichs geschaffen sind, und der Luftauslassteil kann ein Unterwandaußenteil sein, wobei eine Unterwand des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils, die an der an dem oberen Ende des Zentralbereichs angeordnet ist, ausgespart ist. Da der Unterwandaußenteil als der Luftauslassteil gleichzeitig mit dem erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteil und dem zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteil durch Pressformen des Separatorzentralbereichs ausgebildet sein kann, können in diesem Fall die Herstellungskosten reduziert werden.

**[0010]** In dem Brennstoffzellenseparator gemäß dem ersten Aspekt, kann der Kühlwassereinführteil flache Rillenabschnitte enthalten, die entlang des Pfads der erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteile verstreut sind, wobei die flachen Rillenabschnitte teilweise flacher in der Tiefe in dem erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteil sind und gegenüber dem zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteil alternierend an der ersten Fläche und der zweiten Fläche angeordnet sind. Da in diesem Fall das Kühlwasser zwischen den benachbarten zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteilen neben den flachen Rillenabschnitten des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils vorbeiströmt, wird die Stromrichtung des Kühlwassers geändert, so dass dem Wasser-einführteil ermöglicht wird, das Kühlwasser in die Rillen der einzelnen zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteile hinein zu streuen und einzuführen. Da die flachen Rillenabschnitte des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils darüber hinaus gleichzeitig mit jenen des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils durch Pressformen des Separatorzentralbereichs ausgebildet sein können, können die Herstellungskosten reduziert werden.

**[0011]** In einem zweiten Aspekt ist eine Brennstoffzelle geschaffen, die mehrere gestapelte Einheitszellen aufweist. Bei der Brennstoffzelle gemäß dem zweiten Aspekt weist jede der Einheitszellen eine Membranelektrodenanordnung, die zwischen einem ersten Separator und einem zweiten Separator eingekleilt ist. Jede der Einheitszellen, die einen beliebigen der vorstehend beschriebenen Brennstoffzellenseparatoren gemäß dem ersten Aspekt als dem ersten Separator enthält, wobei bei den benachbart gestapelten Einheitszellen die Unterwand des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils, der in dem ersten Separator einer der Einheitszellen enthalten ist, mit dem zweiten Separator der anderen Einheitszelle in Verbindung ist.

**[0012]** Da gemäß der Brennstoffzelle des zweiten Aspekts der erste Separator, der die Membranelektrodenanordnung einkeilt, die Vermeidung einer Luft-

ansammlung an der oberen Endseite des Separatorenzentralkomplexes in den einzelnen Einheitszellen ermöglicht, kann Kühlfehlern aufgrund des Vorhandenseins einer Luftansammlung entgegengewirkt werden. Da gemäß der Brennstoffzelle des zweiten Aspekts der erste Separator, der den Luftauslassteil aufweist, durch einen anderen in der vorhandenen Einheitszelle ersetzt werden kann, können seine Herstellungskosten reduziert werden und darüber hinaus können Kühlfehler aufgrund des Vorhandenseins einer Luftansammlung gelöst oder auf einfache Weise unterdrückt werden. Außerdem kann bei der Brennstoffzelle gemäß dem zweiten Aspekt der erstflächenseitige ausgesparte Rillenteil in dem Separatorenzentralkomplex des ersten Separators hergestellt sein, um auch als ein Strompfad für das Gas zu dienen, das der Membranelektrodenanordnung zugeführt wird. Indem ferner die Unterwand des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils, der in dem ersten Separator einer Einheitszelle enthalten ist, außerhalb der Einheitszellen, die zueinander benachbart gestapelt sind, mit dem zweiten Separator der anderen Einheitszelle in Kontakt gebracht wird, kann der zweitflächenseitige ausgesparte Rillenteil verschlossen werden, so dass der verschlossene zweitflächenseitige ausgesparte Rillenteil hergestellt werden kann, um als ein Kühlwasserstrompfad zu dienen, der dem Kühlwasser ermöglicht, dadurch hindurchzuströmen.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung kann in verschiedenen Modi umgesetzt werden. Die Erfindung kann z.B. in solchen Modi umgesetzt werden, wie ein Herstellungsverfahren für Brennstoffzellen oder eine Einheitszelle für Brennstoffzellen.

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist eine skizzierte perspektivische Ansicht eines Aufbaus einer Brennstoffzelle **10** als eine Ausführungsform der Erfindung;

**Fig. 2** ist eine skizzierte Explosionsansicht, die einen Aufbau einer Einheitszelle **100** zeigt;

**Fig. 3** ist eine skizzierte Draufsicht, die den Aufbau eines anodenseitigen Separators **120** zeigt;

**Fig. 4** ist eine skizzierte perspektivische Ansicht, die in Vergrößerung einen Weg zeigt, wie Strompfadrillen in einem Kühlwasserzuführlochumgebungsgebiet B ausgebildet sind, der in einem in **Fig. 3** gezeigten Umkehrbereich A enthalten ist;

**Fig. 5** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Weg zeigt, wie Strompfadrillen in einem Brenngaszuführlochumgebungsgebiet D, der in einem in **Fig. 3** gezeigten Umkehrbereich A enthalten ist, ausgebildet sind, wie er in einer Draufsicht von einer Kühloberflächenseite her betrachtet wird und vergrößert ist;

**Fig. 6** ist eine erläuternde Ansicht, die schematisch einen Aspekt des Stroms des Kühlwassers an der Kühlflächenseite in dem anodenseitigen Separator **120** zeigt;

**Fig. 7** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Weg zeigt, wie Strompfadrillen in einem Eckabschnitt DC eines Separatorenzentralkomplexes **121** an einer Seite des Brenngaszuführlochs **122IN**, die in **Fig. 5** gezeigt ist, ausgebildet sind, wie sie in einer Draufsicht von der Kühlflächenseite her betrachtet wird und ferner vergrößert ist;

**Fig. 8** ist eine skizzierte perspektivische Ansicht, die einen Weg zeigt, wie Strompfadrillen in dem Eckabschnitt DC des Separatorenzentralkomplexes **121** ausgebildet sind, wie er von der Kühlflächenseite her betrachtet wird und ferner vergrößert ist;

**Fig. 9** ist eine skizzierte Querschnittsansicht der Brennstoffzelle **10**, die entlang einer Linie **9-9** in der C-Teil-Vergrößerung in **Fig. 3** dargestellt ist; und

**Fig. 10** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Weg zeigt, wie Strompfadrillen in dem Eckabschnitt DC des Separatorenzentralkomplexes **121** in einem Vergleichsbeispiel eines anodenseitigen Separators **120H** ausgebildet sind, wie er in einer Draufsicht von der Kühlflächenseite her betrachtet wird und ferner vergrößert ist.

#### BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0014]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigefügten Abbildungen beschrieben. **Fig. 1** ist eine skizzierte perspektivische Ansicht, die einen Aufbau einer Brennstoffzelle **10** als eine Ausführungsform der Erfindung zeigt. Die Brennstoffzelle **10** weist eine Stapelstruktur auf, in der Brennstoffzelleneinheitszellen **100** in mehreren Schichten in einer Z-Richtung (im Folgenden auch als „Stapelungsrichtung“ bezeichnet) gestapelt sind, wobei die Einheitszellen zwischen einem Paar Endplatten **170F**, **170E** eingekeilt sind. Die Brennstoffzelle **10** weist eine vorderendseitige Anschlussplatte **160F** auf, die mit einer vorderendseitigen Isolierplatte **165F** zwischen der vorderendseitigen Endplatte **170F** und den Einheitszellen **100** platziert ist. Die Brennstoffzelle **10** weist eine hinterendseitige Anschlussplatte **160E** auf, die mit einer hinterendseitigen Isolierplatte **165E** zwischen der hinterendseitigen Endplatte **170E** und den Einheitszellen **100** platziert ist. Die Einheitszellen **100**, die Anschlussplatten **160F** und **160E**, die Isolierplatten **165F** und **165E** und die Endplatten **170F** und **170E** weisen jeweils plattenähnliche Strukturen in einer ungefähr rechteckigen Form auf und sind so angeordnet, dass ihre längeren Seiten in einer X-Richtung (der horizontalen Richtung) und ihre kürzeren Seiten

in einer Y-Richtung (der vertikalen Richtung) verlaufen.

**[0015]** Die Endplatte **170F**, die Isolierplatte **165F** und die Abschlussplatte **160F** auf der Vorderendseite weisen jeweils ein Brenngaszuführloch **172IN**, ein Brenngasabführloch **172OT**, Oxidationsgaszuführlöcher **174IN**, mehrere Oxidationsgasabführlöcher **174OT** und mehrere Kühlwasserzuführlöcher **176IN** und mehrere Kühlwasserabführlöcher **176OT** auf. Diese Zuführlöcher und Abführlöcher sind mit (nicht dargestellten) Zuführlöchern und Abführlöchern verbunden, die an entsprechenden Positionen in den jeweiligen Einheitszellen **100** vorgesehen sind, so dass sie jeweils Zuführ-/Abführverteiler bilden. Auf der anderen Seite sind diese Zuführ-/Abführlöcher in den hinterendseitigen Endplatten **170E**, den Isolierplatten **165E** und den Anschlussplatten **160E** auf der Hinterendseite nicht vorgesehen. Dies ist so, weil die Brennstoffzelle von einem solchen Typ ist, dass, während die reaktiven Gase (Brenngas, Oxidationsgas) und Kühlwasser von der vorderendseitigen Endplatte **170F** zu den jeweiligen Einheitszellen **100** über die Zuführverteiler zugeführt werden, das Abgas und das abgeführte Wasser, die aus den einzelnen Einheitszellen **100** abgeleitet werden, aus der vorderendseitigen Endplatte **170F** über den Abführverteiler zur Außenseite abgeführt werden. Die Art der Brennstoffzelle ist jedoch nicht darauf beschränkt, und kann in verschiedenen Arten vorliegen, beispielsweise die Art, bei der die reaktiven Gase und Kühlwasser von der vorderendseitigen Endplatte **170F** zugeführt werden und die Abgase und abgeführtes Wasser durch die hinterendseitige Endplatte **170E** zur Außenseite abgeführt werden.

**[0016]** Die mehreren Oxidationsgaszuführlöcher **174IN** sind in der X-Richtung (der Längsrichtung) in einem Außenrandabschnitt an der vorderendseitigen Endplatte **170F** unten angeordnet, während die Oxidationsgasabführlöcher **174OT** in der X-Richtung in einem Außenrandabschnitt oben angeordnet sind. Das Brenngaszuführloch **172IN** ist in einem in der Y-Richtung (der Kurzseitenrichtung) oberen Endteil in einem Außenrandabschnitt der vorderendseitigen Endplatte **170F** rechts angeordnet, und das Brenngasabführloch **172OT** ist in einem in Y-Richtung unteren Endteil in einem Außenrandabschnitt links angeordnet. Die mehreren Kühlwasserzuführlöcher **176IN** sind in der Y-Richtung unterhalb des Brenngaszuführlochs **172IN** angeordnet, und die Kühlwasserabführlöcher **176OT** sind in der Y-Richtung oberhalb des Brenngasabführlochs **172OT** angeordnet. Dann sind die oberen zwei Kühlwasserzuführlöcher **176IN** aus der Anordnung der Kühlwasserzuführlöcher **176IN** angeordnet, um den unteren zwei Kühlwasserzuführlöchern **176OT** aus der Anordnung der Kühlwasserabführlöcher **176OT** gegenüberliegend zu sein, so dass sich die Kühlwasserzuführlöcher **176IN** und die Kühlwasserzuführlöcher **176OT** in der Y-Richtung (Rich-

tung nach oben/nach unten) mit dem dazwischen eingefügten Separatorzentralbereich **121** teilweise überlappen.

**[0017]** Die vorderendseitige Anschlussplatte **160F** und die hinterendseitige Anschlussplatte **160E** sind Stromabnehmerplatten zur Abnahme elektrischer Leistung von den jeweiligen Einheitszellen **100** und zur Abgabe abgenommener elektrischer Leistung zur Außenseite von nicht gezeigten Anschlüssen.

**[0018]** Fig. 2 ist eine skizzierte perspektivische Explosionsansicht, die einen Aufbau einer Einheitszelle **100** zeigt. Wie in der Abbildung gezeigt, enthält die Einheitszelle **100** eine Membranelektroden- und Gasdiffusionsschicht-Anordnung (MEA) **110**, einen anodenseitigen Separator **120**, einen kathodenseitigen Separator **130**, eine adhäsive Abdichtung **140**, und ein Gasstrompfadelement **150**, wo die Separatoren **120, 130**, die Abdichtung **140** und das Element **150** angeordnet sind, um die MEA **110** an beiden Seiten einzukieilen.

**[0019]** Die MEA **110** ist ein Leistungserzeugungskörper, der eine Membran-Elektroden-Anordnung (MEA) mit einem Paar von Katalysatorelektroden-Schichten enthält, die an beiden Seiten einer Elektrolytmembran ausgebildet sind, und wobei die MEA von Gasdiffusionsschichten (GDL) eingekeilt ist, die für eine Gasdiffusionsdurchlässigkeit vorgesehen sind. Man beachte, dass der Begriff MEA in einigen Fällen hier als MEA bezeichnet werden kann.

**[0020]** Der anodenseitige Separator **120** und der kathodenseitige Separator **130**, sind aus einem Material mit einer Gasundurchlässigkeitseigenschaft und Elektronenleitfähigkeit ausgebildet, beispielsweise aus einem Kohlenstoffmaterial, wie z.B. einem gasundurchlässigen, dichten Kohlenstoff, der durch Verdichten von Kohlenstoffpartikeln ausgebildet ist, um ihm eine Gasundurchlässigkeit zu verleihen, oder aus einem druckgeformten Metallmaterial, wie z.B. Edelstahl oder Titan. In dieser Ausführungsform wird der anodenseitige Separator **120** durch Druckformen von Edelstahl erzeugt.

**[0021]** Der anodenseitige Separator **120** weist mehrere gerillte Brenngasstrompfade auf der MEGA **110**-seitigen Oberfläche als auch mehrere gerillte Kühlwasserstrompfade auf gegenseitiger Oberfläche, wobei beide Arten von Strompfaden auf der ober- und unterseitigen Oberfläche des Separators alternierend angeordnet sind. Diese Strompfade werden später beschrieben. Der anodenseitige Separator **120** enthält, als die vorstehend beschriebenen Zuführ-/Abführlöcher, die den Verteiler ausbilden, ein Brenngaszuführloch **122IN** und ein Brenngasabführloch **122OT**, mehrere Oxidationsgaszuführlöcher **124IN** und mehrere Oxidationsgasabführlöcher **124OT**, und mehrere Kühlwasserzuführlöcher **126IN** und mehrere

Kühlwasserabföhrlöcher **126OT**. In ähnlicher Weise enthält der kathodenseitige Separator **130** ein Brenngaszuführloch **132IN** und ein Brenngasabföhrloch **132OT**, mehrere Oxidationsgaszuföhrlöcher **134IN** und mehrere Oxidationsgasabföhrlöcher **134OT** und mehrere Kühlwasserzuföhrlöcher **136IN** und mehrere Kühlwasserabföhrlöcher **136OT**. Ferner enthält auch die adhäsive Abdichtung **140** in ähnlicher Weise, in Entsprechung zu den Zuführ-/Abföhrlöchern des anodenseitigen Separators **120**, ein Brenngaszuführloch **142IN** und ein Brenngasabföhrloch **142OT**, mehrere Oxidationsgaszuföhrlöcher **144IN** und mehrere Oxidationsgasabföhrlöcher **144OT** und mehrere Kühlwasserzuföhrlöcher **146IN** und mehrere Kühlwasserabföhrlöcher **146OT**.

**[0022]** Die adhäsive Abdichtung **140**, die aus einem Harz oder aus einem Gummi oder dergleichen mit Dichtungseigenschaften und Isolationseigenschaften ausgebildet ist, weist ein in ihrer Mitte ausgebildetes (nicht dargestelltes) Leistungserzeugungsbereichsfenster **141** auf, das der rechteckigen Form der MEGA **110** entspricht. Ein Umfangsrand des Leistungserzeugungsbereichsfensters **141** ist in einer Stufenspaltform ausgebildet, so dass die MEGA **110** zu der Stufenspaltform angepasst und an dieser befestigt werden muss. Die MEGA **110**, die an dem Leistungserzeugungsbereichsfenster **141** befestigt ist, überlappt auf diese Weise mit der adhäsiven Abdichtung **140** an dem Stufenspaltabschnitt der adhäsiven Abdichtung **140**, wo ein in dem Leistungserzeugungsbereichsfenster **141** freigelegter Bereich als ein Leistungserzeugungsbefähigungsbereich (nachstehend als „Leistungserzeugungsbereich“) **112** definiert ist, der eine Zufuhr von Brenngas aus dem später beschriebenen anodenseitigen Separator **120** aufnimmt, so dass zumindest ein Teil des Bereichs in die Lage versetzt wird, durch elektrochemische Reaktion eine Leistungserzeugung zu gewährleisten. Die adhäsive Abdichtung **140** weist die bereits beschriebenen Zuführ-/Abföhrlöcher in Bereichen um das Leistungserzeugungsbereichsfenster **141** herum, an das die MEGA **110** befestigt ist. Dadurch, dass die MEGA **110** an das Leistungserzeugungsbereichsfenster **141** befestigt ist, dichtet die adhäsive Abdichtung **140** den anodenseitigen Separator **120** und den kathodenseitigen Separator **130** mit deren enthaltenen Zuführ-/Abföhrlöchern ab. D.h. die adhäsive Abdichtung **140** dichtet nicht nur die MEGA **110** an dem Stufenspaltabschnitt in Abdeckung zu den Außenbereichen des Leistungserzeugungsbereichs **112** ab, sondern dichtet auch die äußere Umfangsfläche der rechteckigen Form der MEGA **110** zwischen dem anodenseitigen Separator **120** und dem kathodenseitigen Separator **130** ab. Außerdem enthält jeder der beiden, der anodenseitige und der separatorseitige Separator Brenngasabdichtungsmaterialien **300**, Oxidationsgasabdichtungsmaterialien **301** und Kühlwasserabdichtungsmaterialien **302**, wie in später beschriebener **Fig. 3** gezeigt, um die Abdichtbarkeit der

Zuführ-/Abföhrlöcher für das Brenngas, das Oxidationsgas bzw. das Kühlwasser an den Kreuzungsflächen zwischen den Separatoren sicherzustellen, wenn die Einheitszellen **100** gestapelt werden.

**[0023]** Das Gasstrompfadelement **150**, das zwischen der MEGA **110** und dem kathodenseitigen Separator **130** mit der dazwischen angebrachten adhäsiven Abdichtung **140** angeordnet ist, bildet Oxidationsgasstrompfade, die von den Oxidationsgaszuföhrlöchern **134IN** zu den Oxidationsgasabföhrlöchern **134OT** reichen. Dann weist das Gasstrompfadelement **150** obere und untere Enden des Materials, die sich erstrecken, um sich mit den oberen Enden der Oxidationsgaszuföhrlöcher **134IN** und den unteren Enden der Oxidationsgasabföhrlöcher **134OT** zu überlappen. Das Gasstrompfadelement **150** ermöglicht deshalb dem Oxidationsgas, das durch die Oxidationsgaszuföhrlöcher **134IN** des kathodenseitigen Separators **130** zugeführt wird, aus dem unteren Ende des Materials hineingelassen zu werden, und lässt dann das hineingelassene Oxidationsgas entlang einer ebenen Richtung (Richtung der XY-Ebene) der MEGA **110** strömen. Das Gasstrompfadelement **150** führt überschüssiges Oxidationsgas aus dem oberen Ende des Materials zu den Oxidationsgasabföhrlöchern **134OT** ab. Das Gasstrompfadelement **150**, wie dieses, ist durch die Verwendung poröser Materialien ausgebildet, die eine hohe Gasdiffusionsdurchlässigkeit und elektrische Leitfähigkeit aufweisen, wie z.B. ein poröses Metall (z.B. ein Streckmetall). Das Gasstrompfadelement **150** enthält an ihren oberen und unteren Enden, wie in **Fig. 2**, auch eine gasundurchlässige dünne Dichtungsblätter **151**, wobei die Blätter mit oberen und unteren Endbereichen der MEGA **110** verbunden sind.

**[0024]** Der kathodenseitige Separator **130** ist in einer im Allgemeinen ebenen Form ausgebildet, einschließlich der Bereiche für die Ausbildung der bereits beschriebenen Zuführ-/Abföhrlöcher, und die Glieder **131** stehen aus der Rückseite der Abbildung der **Fig. 2** in der Nähe der oberen und unteren Enden des Gasstrompfadelements **150** in **Fig. 2** hervor. Diese Glieder **131** werden mit einem später beschriebenen Außenrandabschnitt **123** des anodenseitigen Separators **120** einer benachbarten Einheitszelle **100** in Kontakt gebracht, wenn die Einheitszellen **100** gestapelt sind. Dieser Aspekt wird später beschrieben.

**[0025]** **Fig. 3** ist eine skizzierte Draufsicht eines Aufbaus des anodenseitigen Separators **120**. Diese **Fig. 3** zeigt einen Zustand, wie er von einer Seite einer Oberfläche (nachstehend als „Kühlfläche“ bezeichnet) gesehen wird, die einer weiteren Einheitszelle **100** zugewandt ist, die dem anodenseitigen Separator **120** benachbart ist. Eine dieser Kühlfläche gegenüberliegende Fläche, die der MEGA **110** zugewandt ist, wird als „Gasfläche“ bezeichnet. Der anodenseitige Separator **120**, der durch Pressformen

von Edelstahl oder dergleichen ausgebildet ist, keilt in Zusammenarbeit mit dem kathodenseitigen Separator **130** die MEGA **110**, mit, wie in **Fig. 2** gezeigt, dazwischen angeordneter adhäsiver Abdichtung **140** und dem Gasstrompfadelement **150** ein. In diesem anodenseitigen Separator **120**, sind mehrere erste Rillen **202** und mehrere zweite Rillen **204**, die später beschrieben werden, alternierend und aufeinanderfolgend in dem Separatorzentralbereich **121** entgegengesetzt zu dem bereits beschriebenen Leistungserzeugungsbereich **112** der MEGA **110** neben-einandergestellt. Der anodenseitige Separator **120** enthält in einem ebenen Außenrandabschnitt **123**, der sich von dem Separatorzentralbereich **121** nach außen erstreckt, um den Zentralbereich zu umgeben, als die bereits beschriebenen Zuführ-/Abführlöcher für das reaktive Gas und Kühlwasser ein Brenngaszuführloch **122IN** und ein Brenngasabführloch **122OT**, mehrere Oxidationsgaszuführlöcher **124IN** und mehrere Oxidationsgasabführlöcher **124OT** und mehrere Kühlwasserzuführlöcher **126IN** und mehrere Kühlwasserabführlöcher **126OT**. Aus diesen Zuführ-/Abführlöchern werden das Brenngaszuführloch **122IN** und das Brenngasabführloch **122OT** durch die Brenngasabdichtungsmaterialien **300** einzeln abgedichtet, während die mehreren Oxidationsgaszuführlöcher **124IN** und die mehreren Oxidationsgasabführlöcher **124OT** auf der Basis der Lochanordnung durch die Oxidationsgasabdichtungsmaterialien **301** jeweils abgedichtet werden. Das Kühlwasserabdichtungsmaterial **302** umgibt auch einen Kühlwasserstrombereich, der mehrere Kühlwasserzuführlöcher **126IN** und mehrere Kühlwasserabführlöcher **126OT** enthält, als auch den kühlfächenseitigen Separatorzentralbereich **121**, um den Kühlwasserstrombereich abzudichten. Solch eine Zuführ-/Abführloch-Abdichtung wird auch auf den kathodenseitigen Separator **130** angewendet.

**[0026]** Die ersten Rillen **202** sind ausgesparte Rillen, die an der bereits beschriebenen Gasflächenseite (ersten Fläche) des anodenseitigen Separators **120** ausgespart sind, d.h. an der Rückseite des Abbildungsblatts der **Fig. 3**, wobei sich die Rillen auf der Gasfläche erstrecken. Die zweiten Rillen **204** sind ausgesparte Rillen, die an der bereits beschriebenen Kühlfächenseite (zweite Fläche) des anodenseitigen Separators **120** ausgespart sind, d.h. an der Vorderseite des Abbildungsblatts der **Fig. 3**, wobei sich die Rillen auf der Kühlfäche erstrecken. Dann werden die ersten Rillen **202** und die zweiten Rillen **204** in mehreren Streifen mit Gruben und Buckeln durch Pressformen ausgebildet, bei dem eine den Gruben und Buckeln nachgebildete Metallform, die den zwei Rillenarten angepasst ist, gegen den Separatorzentralbereich **121** gepresst wird, so dass die zwei Arten von Rillen an der vorderen und hinteren Fläche (erste und zweite Fläche) des anodenseitigen Separators **120** in dem Separatorzentralbereich **121** alternierend und aufeinanderfolgend nebeneinander-

gestellt sind. D.h. der anodenseitige Separator **120** ist im Querschnitt zu einer Form mit Gruben und Buckeln ausgebildet (im Querschnitt gewellt), wobei die ersten Rillen **202** und die zweiten Rillen **204**, wie in der länglichen Querschnittsansicht der **Fig. 3** ersichtlich, alternierend und aufeinanderfolgend nebeneinandergestellt sind.

**[0027]** Die ersten Rillen **202**, die an der Gasflächenseite ausgespart sind, bilden Brenngasstrompfadriilen (nachstehend als „Brenngasstrompfadriilen **202**“ bezeichnet) für die Zuführung des Brenngases zu der MEGA **110**, die in dem Leistungserzeugungsbereichsfenster **141** der adhäsiven Abdichtung **140** freigelegt sind. Außerdem bilden die mehreren ersten Rillen **202** einen erstfächenseitigen ausgesparten Rillenteil aus. Die zweiten Rillen **204**, die an der Kühlfächenseite ausgespart werden, bilden Rippen zur Aufteilung der Brenngasstrompfadriilen **202** aus und bilden darüber hinaus Kühlwasserstrompfadriilen (nachstehend als „Kühlwasserstrompfadriilen **204**“ bezeichnet) aus, um aufgrund des Kontakts des anodenseitigen Separators **120** mit dem später beschriebenen kathodenseitigen Separator **130** dem Kühlwasser zu ermöglichen, durch sie hindurchzuströmen. Außerdem bilden die mehreren zweiten Rillen **204** einen zweitfächenseitigen ausgesparten Rillenteil aus. Dann wird an der bereits beschriebenen Gasflächenseite, an der Rückseite des Abbildungsblatts der **Fig. 3** in einer serpentinenartigen Form ein aus den mehreren Brenngasstrompfadriilen **202** ausgebildeter Brenngasstrompfad **200** ausgebildet, der von dem Brenngaszuführloch **122IN** bis zu dem Brenngasabführloch **122OT** reicht. In den Einheitszellen **100** dieser Ausführungsform erstrecken sich in dem serpentinenartig ausgebildeten Brenngasstrompfad **200** die Brenngasstrompfadriilen **202**, die an den oberen und unteren Endseiten des in **Fig. 3** gezeigten Separatorzentralbereichs **121** angeordnet sind, entlang der linken/rechten Richtung des Separatorzentralbereichs **121**, d.h. der x-Richtung in **Fig. 3**, an der Seite des Außenrandabschnitts **123**. In diesem Fall, wenn der Separatorzentralbereich **121** dem Leistungserzeugungsbereich **112** der MEGA **110** gegenüberliegt, kann das Brenngas auch zu den an Außenumfangskanten des Leistungserzeugungsbereichs **112** aus den Brenngasstrompfadriilen **202** zugeführt werden, die sich in die linke/rechte Richtung des Separatorzentralbereichs **121** an der Seite des Außenrandabschnitts **123** erstrecken. Man beachte, dass, wie in der C-Teil-Vergrößerung der **Fig. 3** gezeigt, auf die ersten Rillen **202**, die an den oberen und unteren Anschlussendseiten des Separatorzentralbereichs **121** angeordnet sind und die sich in die linke/rechte Richtung des Separatorzentralbereichs **121** an der Seite des Außenrandabschnitts **123** erstrecken, als erste Anschlussrillen **202t** Bezug genommen wird, um sie von den ersten Rillen **202** zu unterscheiden, die innerhalb des Separatorzentralbereichs **121** angeordnet sind.

**[0028]** Die Brenngasstrompfadrillen **202**, die in die serpentinienartig ausgebildete Rillenpfade geformt sind, werden in dem rechten und linken horizontalen Endseitenumkehrbereich A des Separatorzentralbereichs **121**, der in **Fig. 3** gezeigt ist, in der Rillenpfadrichtung von der x-Richtung zu der y-Richtung oder umgekehrt von der x-Richtung zu der y-Richtung geändert und darüber hinaus in den Umgebungen des Brenngaszuführlochs **122IN** und des Brenngasabführlochs **122OT** in der Rillenpfadrichtung zu den geneigten Umgebungen geändert. Dann fungieren die ersten Rillen **202**, die die Umkehrbereiche A enthalten, als Rippen zur Aufteilung der Kühlwasserstrompfadrillen **204** an der Kühlflächenseite in dem geradlinigen Strompfadbereich, der sich in die x-Richtung erstreckt. Obwohl die Brenngasstrompfadrillen **202** als Rippen zur Aufteilung der Kühlwasserstrompfadrillen **204** an der Kühlflächenseite in dem geradlinigen Strompfadbereich, der sich in die x-Richtung erstreckt, fungieren, behindern sie nicht den Kühlwasserstrom an den zweiten Rillen **204**, der in Richtung der Kühlwasserabföhrlöcher **126OT** gerichtet ist. In den Umkehrbereichen A, in denen die Rillenpfadrichtung geändert wird, dienen die Brenngasstrompfadrillen **202** als Wände, die den Kühlwasserstrom behindern können, der aus den Kühlwasserzuführlöchern **126IN** in Richtung der Kühlwasserabföhrlöcher **126OT** gerichtet ist. Deshalb sind zur Vorbeugung der Behinderung, die Brenngasstrompfadrillen **202** in jenen Bereichen mit einem vorstehend beschriebenen Aufbau versehen.

**[0029]** **Fig. 4** ist eine skizzierte perspektivische Ansicht, die in Vergrößerung einen Weg zeigt, wie Strompfadrillen in einem Kühlwasserzuführlochumgebungsbereich B ausgebildet sind, der in einem in **Fig. 3** gezeigten Umkehrbereich A enthalten ist. In **Fig. 4** ist die Vorderseite des Abbildungsblatts die Kühlflächenseite, während die Rückseite des Abbildungsblatts die Gasflächenseite ist. In den Brenngasstrompfadrillen **202**, die entlang der y-Richtung ausgebildet sind, sind flache Rillenabschnitte **208** verstreut ausgebildet. Die flachen Rillenabschnitte **208** sind in der Tiefe flachere Abschnitte als die anderen Abschnitte (auf die als die tiefen Rillenabschnitte **206** Bezug genommen wird). Man beachte, dass der Begriff Tiefe einer Brenngasstrompfadrille **202** sich hier auf eine Distanz bezieht, die von einer Position ihres Kontakts mit der MEGA **110** in der Gasfläche des anodenseitigen Separators **120** bis zu einer Unterseite der Brenngasstrompfadrille **202** reicht. Obwohl die Tiefe der Brenngasstrompfadrillen **202** in Abschnitten der tiefen Rillenabschnitte **206** tiefer und an Abschnitten der flachen Rillenabschnitte **208** flacher ist, sind dementsprechend die tiefen Rillenabschnitte **206** und die flachen Rillenabschnitte **208**, die entlang der Rillenfade der Brenngasstrompfadrillen **202** in der Umkehrbereiche A der **Fig. 3** alternierend und aufeinanderfolgen nebeneinandergestellt sind, dennoch beide ohne Kontakt mit der MEGA **110**. Somit ermöglichen die Brenngasstrompfadrillen **202** dem Brenngas entlang der Strompfadrillenverläufe sogar in den Umkehrbereichen A der **Fig. 3** dadurch hindurchzuströmen. In diesem Fall sind die tiefen Rillenabschnitte **206** in den Strompfadrillenverläufen (Brenngasstrompfad **200**; siehe **Fig. 3**) bis auf in den Umkehrbereichen A in ihrer Tiefe den Brenngasstrompfadrillen **202** gleich eingestellt.

Ebenso ist in der Brennstoffzelle **10**, bei der mehrere Einheitszellen **100** gestapelt sind (siehe **Fig. 1** und **Fig. 2**), der anodenseitige Separator **120** so angeordnet, dass die Außenumfangsflächen, d.h. die Abdichtungsflächen in **Fig. 4** der Unterwände **202s** der einzelnen tiefen Rillenabschnitte **206** mit der Fläche des kathodenseitigen Separators **130** einer benachbarten Einheitszelle **100** in Kontakt gesetzt werden, aber ohne Kontakt mit dem kathoden-seitigen Separator **130** an den Positionen des flachen Rillenabschnitts **208** gehalten werden. Infolgedessen sind an der Kühlflächenseite, an den Positionen der flachen Rillenabschnitte **208** in dem anodenseitigen Separator **120** mehrere verbindende Strompfadrillen **205** gegen die Fläche des kathodenseitigen Separators **130** ausgebildet, so dass zwei Kühlwasserstrompfadrillen **204**, die mit den flachen Rillenabschnitten **208** benachbart sind, die dazwischen eingefügt sind, in Verbindung sind. Diese verbindenden Strompfadrillen **205** kreuzen die Kühlwasserstrompfadrillen **204**, die sich in die y-Richtung von der Seite der Kühlwasserzuführlocher **126IN** erstrecken. Mit diesem Aufbau wird dem Kühlwasser ermöglicht, nicht nur in die y-Richtung entlang der Kühlwasserstrompfadrillen **204** sondern auch in die x-Richtung über die verbindenden Strompfadrillen **205** zu strömen. D.h., da die verbindenden Strompfadrillen **205** dem Kühlwasser ermöglichen, in ihren benachbarten Kühlwasserstrompfadrillen **204** hindurchzuströmen, findet eine Zirkulation des Kühlwassers zwischen den benachbarten Kühlwasserstrompfadrillen **204** statt. Infolgedessen strömt Kühlwasser, das durch die Kühlwasserstrompfadrillen **204** strömt, die sich entlang der x-Richtung in den Umkehrbereiche A erstrecken, entlang der Kühlwasserstrompfadrillen **204** oder über die benachbarten Kühlwasserstrompfadrillen **204**, ohne das es durch die Brenngasstrompfadrillen **202**, die sich entlang der y-Richtung erstrecken, unterbrochen wird. Die Kühlwasserstrompfadrillen **204**, die sich in die y-Richtung in dem Kühlwasserzuführlochumgebungsbereich B erstrecken, der in **Fig. 4** gezeigt ist, kehren dann um, um sich in die x-Richtung zu erstrecken, wie in **Fig. 3** gezeigt, wodurch sie dem Kühlwasser ermöglichen, entlang der Rillenfade in dem Ausdehnungsbereich in die x-Richtung zu strömen.

**[0031]** Obwohl sie nicht gezeigt sind, sind die flachen Rillenabschnitte **208** in den Brenngasstrompfadrillen **202**, die sich in den in **Fig. 3** gezeigten Umkehrbereichen A in die x-Richtung erstrecken, in ähnlicher Weise verstreut ausgebildet. Infolgedessen

wird der Kühlwasserstrom, der in den Kühlwasserstrompfadrillen **204** parallel zu den Brenngasstrompfadrillen **202** strömt, die sich entlang der y-Richtung erstrecken, nicht durch die Brenngasstrompfadrillen **202** unterbrochen, die sich entlang der x-Richtung erstrecken. Darüber hinaus werden die flachen Rillenabschnitte **208** nicht nur in den Brenngasstrompfadrillen **202**, die sich entlang der x-Richtung und der y-Richtung erstrecken, in ähnlicher Weise verstreut ausgebildet, sondern auch in den Brenngasstrompfadrillen **202**, die umkehren, um in die Rillenpfadrichtung bezüglich der x-Richtung und der y-Richtung in den Umkehrbereichen A schräg zu sein. Infolgedessen wird der Kühlwasserstrom, der in den Kühlwasserstrompfadrillen **204** parallel zu den Brenngasstrompfadrillen **202** strömt, deren Rillenpfadrichtungen sich schräg zu der x-Richtung und der y-Richtung erstrecken, durch die Brenngasstrompfadrillen **202** nicht unterbrochen, die sich schräg in beidseitigen Nachbarbereichen der Kühlwasserstrompfadrillen **204** erstrecken. Der anodenseitige Separator **120** ermöglicht somit dem Kühlwasser, das aus den Kühlwasserzuführlöchern **126IN** zugeführt wird, in Richtung der Kühlwasserabführlöcher **126OT** zu strömen, ohne durch die Brenngasstrompfadrillen **202** unterbrochen zu werden, die sich entlang der x-Richtung oder der y-Richtung erstrecken. D.h. das Kühlwasser strömt als Folge des Zusammenfließens des Kühlwassers, das durch die Kühlwasserstrompfadrillen **204** strömt, und des Kühlwassers, das durch die Brenngasstrompfadrillen **202** strömt, nicht nur über den Kühlwasserzuführlochumgebungsbereich B, sondern auch über die gesamten Umkehrbereiche A, während die Stromrichtung des Kühlwassers geändert wird.

**[0032]** Der anodenseitige Separator **120** weist die Brenngasstrompfadrillen **202** auf, in denen die tiefen Rillenabschnitte **206** und die flachen Rillenabschnitte **208** entlang der Rillenpfade in den Umkehrbereichen A der **Fig. 3** alternierend und aufeinanderfolgend nebeneinandergestellt sind. Unterdessen werden in den geradlinigen Pfadverläufen der serpentinenförmigen Rillenpfade in der x-Richtung der **Fig. 3** andere Brenngasstrompfadrillen **202**, einschließlich der ersten Anschlussrillen **202t** an der Gasflächenseite, als auch der Kühlwasserstrompfadrillen **204** an der Kühlwasserveite in dem anodenseitigen Separator **120**, in einfache ausgesparte Rillenformen ausgebildet.

**[0033]** Wie in **Fig. 4** gezeigt, enthält der anodenseitige Separator **120** auch hervorstehende Leitabschnitte **127** und einen hervorstehenden Zwischenzuführlochabschnitt **128**. Jeder hervorstehende Leitabschnitt **127** ist bezüglich dem Separatorzentralbereich **121** geneigt, um in Richtung der Kühlflächenseite hervorzustehen, und weist eine eben geformte Oberfläche zwischen den Kühlwasserzuführlöchern **126IN** und dem Separatorzentralbereich **121** (siehe **Fig. 3**) auf. Der hervorstehende Zwischenzuführlochabschnitt **128** steht dergestalt hervor, um sich von den hervorstehenden Leitabschnitten **127** bis zu zwischen den Zuführlöchern zu erstrecken, wobei er eine eben geformte Oberseite aufweist. Diese hervorstehenden Leitabschnitte **127** und der hervorstehende Zwischenzuführlochabschnitt **128** stehen in Richtung der Kühlflächenseite hervor, so dass ihre Oberseiten in der Höhe mit den Unterwänden **202s** der tiefen Rillenabschnitte **206** gleich werden. Durch den Kontakt des anodenseitigen Separators **120** mit dem später beschriebenen kathodenseitigen Separator **130**, sind die Oberseiten der hervorstehenden Leitabschnitte **127** und des hervorstehenden Zwischenzuführlochabschnitts **128** im engen Kontakt mit dem kathodenseitigen Separator **130**, um einen Kühlwasserströmungsbereich zwischen den zwei Separatoren auszubilden, wobei sie dessen Strömungsregulierungsfunktion erfüllen, während sie das Kühlwasser leiten, das aus den Kühlwasserzuführlöchern **126IN** abgeleitet wird, und sie das Kühlwasser in den Kühlwasserstrompfadrillen **204** und den verbindenden Strompfadrillen **205** leiten.

he **Fig. 3**) auf. Der hervorstehende Zwischenzuführlochabschnitt **128** steht dergestalt hervor, um sich von den hervorstehenden Leitabschnitten **127** bis zu zwischen den Zuführlöchern zu erstrecken, wobei er eine eben geformte Oberseite aufweist. Diese hervorstehenden Leitabschnitte **127** und der hervorstehende Zwischenzuführlochabschnitt **128** stehen in Richtung der Kühlflächenseite hervor, so dass ihre Oberseiten in der Höhe mit den Unterwänden **202s** der tiefen Rillenabschnitte **206** gleich werden. Durch den Kontakt des anodenseitigen Separators **120** mit dem später beschriebenen kathodenseitigen Separator **130**, sind die Oberseiten der hervorstehenden Leitabschnitte **127** und des hervorstehenden Zwischenzuführlochabschnitts **128** im engen Kontakt mit dem kathodenseitigen Separator **130**, um einen Kühlwasserströmungsbereich zwischen den zwei Separatoren auszubilden, wobei sie dessen Strömungsregulierungsfunktion erfüllen, während sie das Kühlwasser leiten, das aus den Kühlwasserzuführlöchern **126IN** abgeleitet wird, und sie das Kühlwasser in den Kühlwasserstrompfadrillen **204** und den verbindenden Strompfadrillen **205** leiten.

**[0034]** **Fig. 5** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Weg zeigt, wie Strompfadrillen in einem Brenngaszuführlochumgebungsbereich D, der in einem in **Fig. 3** gezeigten Umkehrbereich A enthalten ist, ausgebildet sind, wie er in einer Draufsicht von einer Kühloberflächenseite her betrachtet wird und vergrößert ist. Auch in dieser **Fig. 5**, ist die dem Abbildungsblatt zugewandte Seite die Kühlflächenseite während die dem Abbildungsblatt abgewandte Seite die Gasflächenseite ist.

**[0035]** Wie in **Fig. 5** gezeigt, sind in einem Brenngaseinlassseitenbereich, der sich mit dem Brenngaszuführloch **122IN** verbindet, die Brenngasstrompfadrillen **202** in dem Separatorzentralbereich **121** (siehe **Fig. 3**) aus einem internen Strompfadteil **210**, der sich horizontal (in die x-Richtung) erstreckt, einem verbindenden Strompfadteil **220** und einem einführenden Strompfadteil **230** zusammengesetzt. Der einführende Strompfadteil **230** ist ein Strompfadbereich, der sich mit dem Brenngaszuführloch **122IN** verbindet. Der verbindende Strompfadteil **220** ist ein Strompfadbereich für die Zuführung von Brenngas, das von dem Brenngaszuführloch **122IN** über den einführenden Strompfadteil **230** zu den jeweiligen Gasströmungspfaden des internen Strompfadteils **210** heraufströmte, wobei der verbindende Strompfadteil **220** ein Strompfadbereich ist, der sich, wie in der Abbildung gezeigt, in die x-Richtung erstreckt, dann geneigt ist und sich wieder in die x-Richtung erstreckt. D.h. der verbindende Strompfadteil **220** besteht aus einem ersten verbindenden Strompfadteil **200b**, der sich in die x-Richtung erstreckt, um sich mit einem Brenngasstrompfadteil **200a** zu verbinden, der aus den Brenngasstrompfadrillen **202** gebildet ist, die zu dem internen Strompfadteil **210** gehören; einem geneig-

ten zweiten verbindenden Strompfadteil **200c**, der sich mit dem ersten verbindenden Strompfadteil **200b** verbindet; einem dritten verbindenden Strompfadteil **200d**, der sich in die x-Richtung erstreckt, um sich mit dem zweiten verbindenden Strompfadteil **200c** zu verbinden; und aus Grenzstrompfadrillen **202e** für die Verbindung des dritten verbindenden Strompfadteils **200d** mit dem einführenden Strompfadteil **230**.

**[0036]** Der erste verbindende Strompfadteil **200b** ist aus mehreren ersten verbindenden Strompfadrillen **202b** gebildet, die sich mit mehreren Brenngasstrompfadrillen **202a** des Brenngasstrompfadteils **200a** verbinden und sich in die x-Richtung erstrecken. Der zweite verbindende Strompfadteil **200c** ist aus mehreren zweiten verbindenden Strompfadrillen **202c** gebildet (nachstehend auch als geneigter Gasstrompfadrillenteil **202c** genannt), die sich entlang einer Richtung nach unten erstrecken, die von den ersten verbindenden Strompfadrillen **202b** in Richtung der Gravitationsrichtung geneigt sind. Diese zweiten verbindenden Strompfadrillen **202c** erstrecken sich vorzugsweise entlang einer Richtung nach unten, die bezüglich der Gravitationsrichtung geneigt ist (z.B. einer schrägen Richtung nach unten), aber können sich in die Gravitationsrichtung erstrecken. Der dritte verbindende Strompfadteil **200d** wird aus mehreren dritten verbindenden Strompfadrillen **202d** gebildet, die sich mit den Grenzstrompfadrillen **202e** und den zweiten verbindenden Strompfadrillen **202c** verbinden, und die sich in die x-Richtung erstrecken. Die Grenzstrompfadrillen **202e** sind aus Rillen ausgebildet, die sich entlang der y-Richtung an einem Grenzbereich zwischen dem dritten verbindenden Strompfadteil **200d** und dem einführenden Strompfadteil **230** erstrecken. Außerdem enthalten die einzelnen verbindenden Strompfadrillen **202b**, **202c**, **202d**, die den verbindenden Strompfadteil **220** bilden, jede tiefe Rillenabschnitte **206** und flache Rillenabschnitte **208**, die, wie bei den in **Fig. 4** gezeigten Brenngasstrompfadrillen, verstreut und alternierend entlang ihrer jeweiligen Rillenpfade geschaffen sind, und verbindende Strompfadrillen, die zu den verbindenden Strompfadrillen **205** aus **Fig. 4** äquivalent sind, um dem Kühlwasser zu ermöglichen, an der Kühlflächenseite zu strömen, sind aus benachbarten Kühlwasserstrompfadrillen **204** gebildet.

**[0037]** Der einführende Strompfadteil **230** besteht aus einem ersten einführenden Strompfadteil **230A**, der sich mit den Grenzstrompfadrillen **202e** verbindet, und einem zweiten einführenden Strompfadteil **230B**, der sich mit dem ersten einführenden Strompfadteil **230A** verbindet, und aus dem Brenngaszuführloch **122IN**. Diese einführenden Strompfadteile **230A**, **230B** sind zwischen einer Dichtungsplatte **129**, die gegen die Gasfläche des anodenseitigen Separators **120** platziert ist, und dem anodenseitigen Separator **120** ausgebildet. Der erste einführende Strompfadteil **230A** ist aus mehreren ersten Ableitungs-

strompfadrillen **232A** gebildet, die die Grenzstrompfadrillen **202e** verbinden und die im Allgemeinen kammzahnartige Strompfade ausbilden. Ebenso ist der zweite einführende Strompfadteil **230B** aus im Allgemeinen kammzahnartigen hervorstehenden Abschnitten **234B** gebildet, die in der Dichtungsplatte **129** ausgebildet sind, um im Allgemeinen kammzahnartige Strompfade auszubilden.

**[0038]** Obwohl ihre Darstellung und Beschreibung ausgelassen sind, ist ein auslassseitiger Bereich, der sich mit dem Brenngasabführloch **122OT** aus dem Brenngasstrompfad **200** verbindet, auch aus einem einführenden Strompfadteil, das sich mit dem Brenngasabführloch **122OT** verbindet, und einem verbindenden Strompfadteil zwischen dem einführenden Strompfadteil und dem internen Strompfadteil, wie im Falle des einlassseitigen Bereichs, gebildet.

**[0039]** Die Kühlwasserstrompfadrillen **204** sind zwischen den vorstehend beschriebenen Brenngasstrompfadteilen **200a** bis **202d** ausgebildet, und die scheinbar geschlossenen Kühlwasserstrompfadrillen **204** sind entlang der Rillenpfadrichtung in dem Bereich zur Bildung der zweiten verbindenden Strompfadrillen **202c** ausgebildet. Da jedoch zahlreiche verbindende Strompfadrillen **205**, die den Durchfluss von Kühlwasser erlauben, aus tiefen Rillenabschnitten **206** und flachen Rillenabschnitten **208** in den jeweiligen Brenngasstrompfadrillen **202**, wie in **Fig. 4** beschrieben, in benachbarten Kühlwasserstrompfadrillen **204** ausgebildet sind, strömt das Kühlwasser und strömt in die Kühlwasserstrompfadrillen **204** ein, die in der Rillenpfadrichtung durch den Durchgang zwischen benachbarten Kühlwasserstrompfadrillen **204** geschlossen sind, wodurch es entlang der Kühlwasserstrompfadrillen strömt.

**[0040]** Da der anodenseitige Separator **120** dieser Ausführungsform in den beiden linken/rechten Anschlussumkehrbereichen A des Separatorzentralbereichs **121**, der in **Fig. 3** gezeigt ist, einen gerillten Aufbau aufweist, der unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben ist, strömt das Kühlwasser wie folgt über den Bereich von den Kühlwasserzuführlöchern **126IN** zu den Kühlwasserabführlöchern **126OT**. **Fig. 6** ist eine erläuternde Ansicht, die schematisch einen Aspekt des Stroms des Kühlwassers an der Kühlfläche in dem anodenseitigen Separator **120** zeigt. Wie in der Abbildung gezeigt, strömt das Kühlwasser, das aus den einzelnen Zuführlöchern der Kühlwasserzuführlöcher **126IN** zugeführt wird, über die verbindenden Strompfadrillen **205** in die Kühlwasserstrompfadrillen **204** des zuführlochseitigen Umkehrbereichs A ein. Der Strom des Kühlwassers wird in diesem Fall der Stromregelung an den hervorstehenden Leitabschnitten **127** und dem hervorstehenden Zwischenzuführlochabschnitt **128** (siehe **Fig. 4**) ausgesetzt, um einen Strom zu bilden, der von den Kühlwasserzuführlöchern **126IN**, die, wie

in der Abbildung ersichtlich, an der rechten unteren Endseite des anodenseitigen Separators **120** angeordnet sind, im Allgemeinen schräg nach oben gerichtet ist.

**[0041]** Da die verbindenden Strompfadrillen **205** in den Umkehrbereichen A (siehe **Fig. 4**) ausgebildet sind, um dem Kühlwasser zu gewähren, zwischen benachbarten Kühlwasserstrompfadrillen **204** hindurchzuströmen, kehrt der Strom des Kühlwassers als Ganzes in die horizontale Richtung um, die in dem Umkehrbereich A in Richtung der Kühlwasserabführlöcher **126OT** gerichtet ist. D.h. der anodenseitige Separator **120** ruft aufgrund der verbindenden Strompfadrillen **205** als Folge einer verstreuten Anordnung der tiefen Rillenabschnitte **206** und der flachen Rillenabschnitte **208** den vorstehend beschriebenen Kühlwasserstrom hervor. Für die Einführung von Kühlwasser aus den Kühlwasserzuführlöchern **126IN** in die einzelnen Kühlwasserstrompfadrillen **204** hinein, die sich horizontal über eine auf- und absteigende Weite des Separatorzentralbereichs **121** (siehe **Fig. 3**) erstreckt, verstreut und führt der anodenseitige Separator **120** darüber hinaus in dem Umkehrbereich A an der Seite der Brenngaszuführlöcher **122IN** das Kühlwasser, das aus den Kühlwasserzuführlöchern **126IN** des Außenrandabschnitts **123** zugeführt wird, in die einzelnen Rillen der Kühlwasserstrompfadrillen **204**, während das Kühlwasser, durch die hervorstehenden Leitabschnitte **127** und den hervorstehenden Zwischenzuführlochabschnitt **128** in ihrer Stromrichtung geändert wird, wobei die tiefen Rillenabschnitte **206** und die flachen Rillenabschnitte **208** in den Brenngasstrompfadrillen **202** verstreut angeordnet sind. In diesem Fall finden Ströme von Kühlwasser, die in Richtung des oberen Endes des Separatorzentralbereichs **121** gerichtet sind, in Umgebung des Eckabschnitts des Separatorzentralbereichs **121** auf der Seite des Brenngaszuführlochs **122IN** statt, d.h. an dem Eckabschnitt des Separatorzentralbereichs an der oberen Endseite des Separatorzentralbereichs **121** und darüber hinaus an der Seite der Kühlwasserzuführlöcher **126IN**.

**[0042]** In dem Brenngasstrompfad **200**, der dem Umkehrbereich A auf der Seite der Kühlwasserzuführlöcher **126IN** folgt, erstrecken sich die einzelnen Brenngasstrompfadrillen **202**, die den Strompfad bilden, wie in der Abbildung, entlang der horizontalen Richtung (x-Richtung). Folglich strömt das Kühlwasser, das in dem Umkehrbereich A in die horizontale Richtung umgekehrt ist, horizontal entlang der Brenngasstrompfadrillen **202**. Dann wird in dem Umkehrbereich A an der Seite der Kühlwasserabführlöcher **126OT** die Stromrichtung des Kühlwassers als Ganzes durch die bereits beschriebenen verbindenden Strompfadrillen **205** von der horizontalen Richtung in die Richtungen der einzelnen Kühlwasserabführlöcher **126OT** umgekehrt. Der anodenseitige Separator **120** leitet das Kühlwasser aus dem Inneren der Rillen

der Kühlwasserstrompfadrillen **204** zu dem Brenngasabführloch **122OT**, während er das Kühlwasser einer Regulierung durch die hervorstehenden Leitabschnitte **127** und den hervorstehenden Zwischenzuführlochabschnitt **128** (siehe **Fig. 4**) aussetzt.

**[0043]** Als Nächstes wird ein Strompfadaufbau in dem Eckabschnitt des Separatorzentralbereichs **121** an der Seite der Brenngaszuführlöcher **122IN** im Einzelnen beschrieben. **Fig. 7** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Weg zeigt, wie Strompfadrillen in dem Eckabschnitt DC des Separatorzentralbereichs **121** an einer Seite des Brenngaszuführlochs **122IN**, die in **Fig. 5** gezeigt ist, ausgebildet sind, wie sie in einer Draufsicht von der Kühlflächenseite her betrachtet wird und ferner vergrößert ist. **Fig. 8** ist eine skizzierte perspektivische Ansicht, die einen Weg zeigt, wie Strompfadrillen in dem Eckabschnitt DC des Separatorzentralbereichs **121** ausgebildet sind, wie er von der Kühlflächenseite her betrachtet wird und ferner vergrößert ist.

**[0044]** Wie in den Abbildungen gezeigt, weist der anodenseitige Separator **120** eine eingedrückte Eckenaußensparung **202tb** in den ersten Anschlussrillen **202t**, die sich an dem oberen Ende des Separatorzentralbereichs **121** in die horizontale Richtung (x-Richtung) erstrecken. Diese eingedrückte Eckenaußensparung **202tb** ist, wie in den Brenngasstrompfadrillen **202** geschaffenen flachen Rillenabschnitten **208**, in der Tiefe flacher als andere Abschnitte der ersten Anschlussrillen **202t** eingestellt. Die in der Tiefe flachen Rillenabschnitte **208** in der **Fig. 7** und die eingedrückte Eckenaußensparung **202tb** sind mit ihren schraffierten Positionen gezeigt. Da die eingedrückte Eckenaußensparung **202tb**, wie bei den flachen Rillenabschnitten **208**, von einem Kontakt mit der MEGA **110** abgehalten wird, ermöglichen die gasflächenseitigen ersten Anschlussrillen **202t** dann dem Brenngas dadurch in die x-Richtung entlang der Strompfadrillenverläufe hindurchzuströmen. Der anodenseitige Separator **120** hält auch die Außenumfangsfläche, d.h. die Abdichtungsfläche in dem Fall der **Fig. 8** der eingedrückten Eckenaußensparung **202tb**, wie bei den flachen Rillenabschnitten **208**, von einem Kontakt mit dem kathodenseitigen Separator **130** ab. Dementsprechend stellt die eingedrückte Eckenaußensparung **202tb** Verbindungen zwischen den Kühlwasserstrompfadrillen **204**, die sich in die x-Richtung unter den ersten Anschlussrillen **202t** in **Fig. 7** erstrecken, und dem Außenrandabschnitt **123**, der von den ersten Anschlussrillen **202t** nach oben gerichtet angeordnet ist. Infolgedessen wird dem Kühlwasser, das in die Kühlwasserstrompfadrillen **204** hineingeströmt ist, die unterhalb der ersten Anschlussrillen **202t** angeordnet sind, nachdem es durch die eingedrückte Eckenaußensparung **202tb** hindurchgeströmt ist, zu der Seite des Außenrandabschnitts **123** des Außenrands des Separatorzentralbereichs **121** hindurchzuströmen.

**[0045]** Als Nächstes wird beschrieben, auf welche Weise die Einheitszellen **100** in der Brennstoffzelle **10** gestapelt sind. **Fig. 9** ist eine skizzierte Querschnittsansicht der Brennstoffzelle **10**, die entlang einer Linie 9-9 in der C-Teil-Vergrößerung in **Fig. 3** dargestellt ist. Wie in der Abbildung gezeigt, wird die Brennstoffzelle **10** durch Stapeln mehrerer Einheitszellen **100** hergestellt, bei denen jede Einheitszelle **100** die MEGA **110** aufweist, die durch den anodenseitigen Separator **120** und den kathodenseitigen Separator **130** eingekeilt ist. In dieser **Fig. 9** ist die MEGA **110** in einem Aspekt gezeigt, bei dem eine MEA **110D**, die katalytische Elektrodenschichten aufweist, die an beiden Membranflächen einer Elektrolytmembran verbunden sind, durch eine anodenseitige Gasdiffusionsschicht **110A** und eine kathodenseitige Gasdiffusionsschicht **110C** eingekeilt ist. Dann ist bei jeder Einheitszelle **100** der Außenrandabschnitt **123** (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**), der in dem anodenseitigen Separator **120** enthalten ist, um sich von dem Separatorenzentralbereich **121** nach außen zu erstrecken, an Außenumfangskanten des Leistungserzeugungsbereichs **112** (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**) der MEGA **110** mit der MEGA **110** verbunden. Ebenfalls in jeder Einheitszelle **100** ist der Separatorenzentralbereich **121** mit den ersten Rillen **202** und den zweiten Rillen **204**, die bereits darin ausgebildet sind, dem Leistungserzeugungsbereich **112** der MEGA **110** gegenüberliegend angeordnet und mit ihm verbunden. Infolgedessen sind die ersten Anschlussrillen **202t** und die ersten Rillen **202** anderer Stellen an ihren ausgesparten Rillenöffnungsenden durch die MEGA **110** verschlossen, wodurch sie, wie die Kühlwasserstrompfaddrillen **202** funktionieren, die sich, wie bereits beschrieben, erstrecken.

**[0046]** Im Hinblick auf die Einheitszellen **100**, die gestapelt sind, um zueinander benachbart zu sein, werden die Unterwände **202s** der ersten Rillen **202** des anodenseitigen Separators **120** in einer Einheitszelle **100** mit dem kathodenseitigen Separator **130** in der anderen Einheitszelle **100** in Kontakt gebracht. Infolgedessen sind die zweiten Rillen **204** an ihren ausgesparten Rillenöffnungsenden verschlossen, wodurch sie, wie die Kühlwasserstrompfaddrillen **204** funktionieren, die sich, wie bereits beschrieben, erstrecken. Ebenso im Hinblick auf Einheitszellen **100**, die gestapelt sind, um zueinander benachbart zu sein, werden die Glieder **131** des kathodenseitigen Separators **130** in einer Einheitszelle **100** mit dem Außenrandabschnitt **123** des anodenseitigen Separators **120** in der anderen Einheitszelle **100** in Kontakt gebracht. Infolgedessen funktionieren die Glieder **131** als Stütze der einzelnen Einheitszellen **100** an dem Außenrandabschnitt **123** des anodenseitigen Separators **120**. Darüber hinaus im Hinblick auf Einheitszellen **100**, die gestapelt sind, um zueinander benachbart zu sein, sind das Kühlwasserabdichtungsmaterial **302** (siehe **Fig. 3**), das den Kühlwasserstrombereich einschließlich des Separatorenzentralbe-

reichs **121** und des Brenngasabführlochs **122OT** an der Kühlflächenseite umgibt, d.h. an der Seite, an der das Brenngaszuführloch **122IN** und die Kühlwasserstrompfaddrillen **204** geöffnet sind, als auch die Oxidationsgasabdichtungsmaterialien **301**, die die Oxidationsgasabführlöcher **124OT** umgeben, zwischen dem anodenseitigen Separator **120** einer Einheitszelle **100** und dem kathodenseitigen Separator **130** der anderen Einheitszelle **100** an der oberen Endseite des Separators eingekeilt. Außerdem sind die Kühlwasserabdichtungsmaterialien **302** und die Oxidationsgasabdichtungsmaterialien **301**, die die Oxidationsgaszuführlöcher **124IN** an der unteren Endseite des Separators umgeben, als auch die Kühlwasserabdichtungsmaterialien **302**, die Brenngasabdichtungsmaterialien **300**, die das Brenngaszuführloch **122IN** umgeben, und die Brenngasabdichtungsmaterialien **300**, die das Brenngasabführloch **122OT** an linken/rechten beiden Enden des Separators umgeben, durch den anodenseitigen Separator **120** einer Einheitszelle **100** und den kathodenseitigen Separator **130** der anderen Einheitszelle **100** eingekeilt. Die Brennstoffzelle **10**, bei der die Einheitszellen **100**, wie vorstehend beschrieben, gestapelt sind, ist in der Zellstapelrichtung mithilfe eines nicht gezeigten verengenden Schafts oder dergleichen verengt.

**[0047]** Die Brennstoffzelle **10** in dieser Ausführungsform ist einem Luftauslassprozess aus den Kühlwasserstrompfaddrillen **204** des anodenseitigen Separators **120** in einzelnen Einheitszellen **100** zu einem Zeitpunkt ausgesetzt, wenn das in **Fig. 9** gezeigte Mehrschichten und Stapeln als auch das Verengen abgeschlossen sind. D.h. für den anodenseitigen Separator **120** wird das Kühlwasser aus den Kühlwasserzuführlöchern **126IN** zugeführt. Das auf diese Weise zugeführte Kühlwasser wird zwischen benachbarten Kühlwasserstrompfaddrillen **204** durch die verbindenden Strompfaddrillen **205** in dem Bereich hindurch gestromt, nachdem es den Umkehrbereich A erreicht hat, der an der Seite der Kühlwasserzuführlöcher **126IN** in dem Separatorenzentralbereich **121** angeordnet ist, und strömt somit verstreut durch die Kühlwasserzuführlöcher **126IN** in die jeweiligen Kühlwasserstrompfaddrillen **204** ein. Als Ergebnis verbreitet sich das Kühlwasser an der Seite der Brenngaszuführlöcher **122IN** über den gesamten Umkehrbereich A. Gemäß der Brennstoffzelle **10** dieser Ausführungsform kann der Umgebungsbereich des Brenngaszuführlochs **122IN**, den das Brenngas, das nach dem Leistungserzeugungsbetrieb zugeführt wird, so wie es ist, unverbraucht zuerst erreicht, mit hoher Effizienz gekühlt werden, wodurch es den Umgebungsbereich aktiver bei der Leistungserzeugungsreaktion macht.

**[0048]** Das Kühlwasser, das auf diese Weise in die Kühlwasserstrompfaddrillen **204** hineingestromt ist, schiebt die Luft weg, wenn die Luft in den Rillen verbleibt, wenn sie durch die Kühlwasserstrom-

pfadrillen **204** entlang der Rillenpfade strömt. Dann wird der Strom des Kühlwassers in dem Umkehrbereich A, wie in **Fig. 6** beschrieben, von einer schrägen nach oben gerichteten Stromrichtung umgekehrt, die eine Stromrichtung von den Kühlwasserzuführlöchern **126IN** zu einer horizontalen Richtung ist, die in Richtung der Kühlwasserabföhrlöcher **126OT** gerichtet ist. Während das Kühlwasser durch die Kühlwasserstrompfadrillen **204** und die verbindenden Strompfadrillen **205** in dem Umkehrbereich A hindurch strömt, wird sogar Luft in diesen Rillen durch den Strom des Kühlwassers weggeschoben, während das Kühlwasser mit ihrer Stromrichtung, die, wie bereits beschrieben, geändert ist, dadurch hindurchströmt, wodurch eine Möglichkeit entsteht, dass der Strom des Kühlwassers gestaut wird. Wenn Luft in den Kühlwasserstrompfadrillen **204** verbleibt, kann die Luft dementsprechend in den Kühlwasserstrompfadrillen **204** verbleiben, ohne in Abhängigkeit von dem Zustand, wie der Strom des Kühlwassers gestaut ist, weggeschoben zu werden. Dann kann, wie in **Fig. 4** und **Fig. 8** gezeigt, in dem Umkehrbereich A an der Seite der Brenngaszuföhrlöcher **122IN**, wo sich die Kühlwasserstrompfadrillen **204** in die Richtung nach oben/unten (y-Richtung) erstrecken, und die verbindenden Strompfadrillen **205**, die sich damit verbinden, geschaffen sind, die Luft in den Rillen in Richtung der ersten Anschlussrillen **202t** ansteigen. **Fig. 10** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Weg zeigt, wie Strompfadrillen in dem Eckabschnitt DC des Separatorzentralbereichs **121** in einem Vergleichsbeispiel eines anodenseitigen Separators **120H** ausgebildet sind, wie er in einer Draufsicht von der Kühlflächenseite her betrachtet wird und ferner vergrößert ist.

**[0049]** In dem anodenseitigen Separator **120H** des in der Abbildung gezeigten vergleichenden Beispiels sind die ersten Anschlussrillen **202t** an dem oberen Ende des Separatorzentralbereichs **121** zu einer einfachen ausgesparte Rillenform ausgebildet, die keine eingedrückte Eckenaussparung **202tb** aufweist. Dann werden die Kühlwasserstrompfadrillen **204**, die sich unterhalb der ersten Anschlussrillen **202t** erstrecken, durch einen Kontakt mit dem kathodenseitigen Separator **130** in einen geschlossen Zustand versetzt, so dass die Luft in den Rillen, die in Richtung der ersten Anschlussrillen **202t** aufgestiegen ist, durch die ersten Anschlussrillen **202t** daran gehindert wird, weiter zu steigen, was vermuten lässt, dass die Luft eine Luftansammlung an der Anschlussendseite der ersten Anschlussrillen **202t** bildet. Die resultierende Luftansammlung bedeckt dann den Umgebungsbereich des Brenngaszuführlochs **122 IN**, den das Brenngas so wie es ist, unverbraucht zuerst erreicht, um den Umgebungsbereich bei der Leistungs erzeugungsreaktion aktiver zu machen.

**[0050]** Im Gegensatz dazu weist der anodenseitige Separator **120** dieser Ausführungsform, wie in

**Fig. 7** und **Fig. 8** gezeigt, die eingedrückte Eckenaussparung **202tb** in den ersten Anschlussrillen **202t** auf. Diese eingedrückte Eckenaussparung **202tb** ermöglicht Verbindungen zwischen den Kühlwasserstrompfadrillen **204**, die sich unterhalb der ersten Anschlussrillen **202t** in die x-Richtung erstrecken, und dem Außenrandabschnitt **123**, der von den ersten Anschlussrillen **202t** nach oben gerichtet angeordnet ist, so dass die Luft in den Rillen, die in Richtung der ersten Anschlussrillen **202t** angestiegen ist, durch die eingedrückte Eckenaussparung **202tb** zusammen mit dem Kühlwasser hindurchströmt, das in Richtung der ersten Anschlussrillen **202t** angestiegen ist, wodurch die Luft aus dem Separatorzentralbereich **121** zu dem Außenrandabschnitt **123** seines Außenrands ausgestoßen wird. Gemäß der Brennstoffzelle **10** dieser Ausführungsform kann deshalb ein Zustand erhalten werden, bei dem keine Luft über dem gesamten Separatorzentralbereich **121**, einschließlich der Umgebungen des Brenngaszuführlochs **122IN**, verbleibt, so dass die einzelnen Einheitszellen **100** mit hoher Kühleffizienz abgekühlt werden können. Die Luft, die, wie vorstehend gezeigt, zu dem Außenrandabschnitt **123** ausgestoßen wird, wobei sie zwischen dem Außenrandabschnitt **123** und dem kathodenseitigen Separator **130** (siehe **Fig. 9**) hindurchströmt, wird außerdem aus den Kühlwasserabföhrlöchern **126OT** aus der Einheitszelle ausgestoßen.

**[0051]** Die Brennstoffzelle **10** dieser Ausführungsform wird daran gehindert, dass sich Luft in den Kühlwasserstrompfadrillen **204** in Umgebungsbereichen des Brenngaszuführlochs **122IN** ansammelt, die das Brenngas so wie es ist, unverbraucht zuerst erreicht, wodurch die Umgebungsbereiche aktiver bei der Leistungserzeugungsreaktion gemacht werden, so dass die Kühlwirkung beibehalten oder verbessert werden kann.

**[0052]** Gemäß dem anodenseitigen Separator **120** dieser Ausführungsform kann die eingedrückte Eckenaussparung **202tb**, wo die Unterwand eingedrückt ist, an einem Abschnitt, der näher an dem Anschlussende als die Seite des Brenngaszuführlochs **122IN** der ersten Anschlussrillen **202t** ist, ausgebildet sein, so dass der Aufbau zur Verhinderung der Luftansammlung vereinfacht werden kann und darüber hinaus die Luftansammlung bequem verhindert werden kann. Da die Bildung der eingedrückten Eckenaussparung **202tb** in den ersten Anschlussrillen **202t** durch Pressformen der anderen zweiten Rillen **204**, einschließlich der ersten Anschlussrillen **202t** und der Brenngasstrompfadrillen **202**, erfüllt ist, können die Herstellungskosten für den Separator dennoch reduziert werden. Da die eingedrückte Eckenaussparung **202tb** in der Rillentiefe flacher als andere Rillenpfadstellen der ersten Anschlussrillen **202t** ist, ist es ausreichend, unter Verwendung einer Präzisions schleifsteinausrüstung den Scheitelpunkt des her-

vorstehenden Streifens eines Druckpositivformwerkzeugs zu schleifen, das für das Formen der ersten Anschlussrillen **202t** verwendet wird, die eine einheitliche Rillenform aufweisen. Unter diesem Gesichtspunkt, können gemäß dem anodenseitigen Separator **120** dieser Ausführungsform, die Separatorherstellungskosten reduziert werden und darüber hinaus das Problem mit der Luftansammlungsverhinderung mit einem einfachen Schleifverfahren des Scheitelpunkts des hervorstehenden Streifens des Druckpositivformwerkzeugs gelöst oder diesem entgegengewirkt werden. Da ferner das Schleifen des Scheitelpunkts des hervorstehenden Streifens eines Druckpositivformwerkzeugs ausreichend sein wird, wird eine wirkungsvolle Verwendung vorhandener Ausrüstung ermöglicht, und darüber hinaus können die Separatorherstellungskosten durch die Reduzierung der Formwerkzeugkosten weiter reduziert werden.

**[0053]** Bei dem anodenseitigen Separator **120** dieser Ausführungsform für eine zerstreuende Einführung von Kühlwasser zu den Kühlwasserstrompfadrillen **204**, während die Stromrichtung des Kühlwassers in den Umkehrbereichen A geändert wird, sind die tiefen Rillenabschnitte **206** und die flachen Rillenabschnitte **208** in den Rillenpfadverläufen der Brenngasstrompfadrillen **202** verstreut ausgebildet. Die flachen Rillenabschnitte **208** müssen lediglich flacher gemacht werden als die tiefen Rillenabschnitte **206** und können, wie in der bereits beschriebenen eingedrückten Eckenaussparung **202tb**, durch Pressformen ausgebildet sein. Ebenso in dieser Hinsicht, können deshalb gemäß dem anodenseitigen Separator **120** dieser Ausführungsform die Herstellungskosten reduziert werden.

**[0054]** Die Brennstoffzelle **10** dieser Ausführungsform verwendet den anodenseitigen Separator **120**, der die Verhinderung einer Luftansammlung an der eingedrückten Eckenaussparung **202tb** des Eckabschnitts DC (siehe **Fig. 5**) des Separatorzentralbereichs **121** erzielt. Deshalb kann gemäß der Brennstoffzelle **10** dieser Ausführungsform die Zellenleistung beibehalten oder verbessert werden, da während ihres Leistungserzeugungsbetriebs keine Kühlunzulänglichkeit auftritt.

**[0055]** Für die Brennstoffzelle **10** dieser Ausführungsform kann der anodenseitige Separator **120**, der die eingedrückte Eckenaussparung **202tb** in den ersten Anschlussrillen **202t** aufweist, die sich an dem oberen Ende des Separatorzentralbereichs **121** erstrecken, durch einen weiteren in der vorhandenen Einheitszelle **100** ersetzt werden. Gemäß der Brennstoffzelle **10** dieser Ausführungsform kann deshalb eine Reduzierung der Zellenherstellungskosten erzielt werden und darüber hinaus können solche Störungen, wie eine Kühlunzulänglichkeit oder dergleichen, die aufgrund einer Luftansammlung auftreten

können, auf eine einfache Weise gelöst oder unterdrückt werden.

**[0056]** In der Brennstoffzelle **10** dieser Ausführungsform weist jede Einheitszelle **100** lediglich eine eingedrückte Eckenaussparung **202tb** in dem Eckabschnitt DC an der Seite der Brenngaszuführlöcher **122IN** des Separatorzentralbereichs **121** auf. Da das Kühlwasser daran gehindert wird, unerwarteterweise aus dem Separatorzentralbereich **121** zu seinem Außenrandabschnitt **123** über die eingedrückte Eckenaussparung **202tb** herauszuströmen, tritt deshalb nie eine Kühlunzulänglichkeit in dem Separatorzentralbereich **121** auf.

**[0057]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform beschränkt, sondern kann durch eine Vielfalt anderer Gestaltungen implementiert werden, ohne vom Bereich der Erfindung abzuweichen. Zum Beispiel können die technischen Merkmale der obigen Ausführungsform, die den technischen Merkmalen der jeweiligen Aspekte entsprechen, die in der Kurzfassung beschrieben sind, auf eine geeignete Weise ersetzt oder kombiniert werden, um die oben beschriebenen Probleme zum Teil oder vollständig zu lösen oder um die oben beschriebenen Vorteile zum Teil oder vollständig zu erreichen. Jedes der technischen Merkmale kann darüber hinaus gegebenenfalls weggelassen werden, wenn es in dieser Beschreibung nicht als unverzichtbar beschrieben ist.

**[0058]** In dem anodenseitigen Separator **120** der vorstehend beschriebenen Ausführungsform, ist die eingedrückte Eckenaussparung **202tb** in den ersten Anschlussrillen **202t** an dem Eckabschnitt DC (siehe **Fig. 5**) des Separatorzentralbereichs **121** geschaffen. In den Fällen, bei denen eine Luftansammlung, abhängig von den Rillenpfadverläufen der Brenngasstrompfadrillen **202** oder der Kühlwasserstrompfadrillen **204**, an anderen Stellen auftreten kann, kann jedoch die eingedrückte Eckenaussparung **202tb** an solchen Stellen geschaffen sein. Stellen, an denen die Luftansammlung auftreten kann, können insbesondere durch empirische Methoden unter Verwendung der Einheitszelle **100** selbst als auch durch Simulationen, die Computer verwenden, bestimmt werden. Ansonsten kann eine eingedrückte Eckenaussparung **202tb**, die derjenigen an der Seite der Brenngaszuführlöcher **122IN** ähnlich ist, an einem Eckabschnitt des Separatorzentralbereichs **121**, an der Seite der Kühlwasserabföhrlöcher **126OT** geschaffen sein. Eingedrückte Eckaußsparungen **202tb** können an mehreren Stellen der ersten Anschlussrillen **202t** geschaffen sein, die sich an dem oberen Ende des Separatorzentralbereichs **121** erstrecken.

**[0059]** In dieser Ausführungsform wird, wie in **Fig. 6** gezeigt, ein Kühlwasserstrom aus den Kühlwasserzuföhrlöchern **126IN** an der rechten Seite in der Ab-

bildung des anodenseitigen Separators **120** in Richtung der gegenüberliegenden Kühlwasserabführlöcher **126OT** gerichtet, wobei der Separatorzentralbereich **121** dazwischen eingefügt ist. Umgekehrt können die Kühlwasserabführlöcher **126OT** der **Fig. 6** jedoch durch die Kühlwasserzuführlöcher **126IN** ersetzt werden und die Kühlwasserzuführlöcher **126OT** der **Fig. 6** können durch die Kühlwasserzuführlöcher **126IN** ersetzt werden. Sogar in einem solchen Fall kann die eingedrückte Eckenaussparung **202tb** in den ersten Anschlussrillen **202t** an einem Eckabschnitt des Separatorzentralbereichs **121** an der linken Endseite der **Fig. 6** geschaffen sein, und die eingedrückte Eckenaussparung **202tb** kann auch an dem rechtsseitigen Eckabschnitt geschaffen sein.

**[0060]** In dieser Ausführungsform werden die Brenngasstrompfadrillen **202** und die Kühlwasserstrompfadrillen **204** durch Pressformen ausgebildet. Die Brenngasstrompfadrillen **202** und die Kühlwasserstrompfadrillen **204** können jedoch an der Vorder- und Rückseite des Separators durch einen zerspanenden Prozess oder dergleichen geschaffen werden.

### Patentansprüche

1. Brennstoffzellenseparator (120, 130), der an einer Membranelektrodenanordnung angebracht ist, wobei der Brennstoffzellenseparator (120, 130) eine erste Fläche und eine zweite Fläche als eine Rückseite der ersten Fläche aufweist, wobei der Brennstoffzellenseparator (120, 130) aufweist:  
einen Zentralbereich (121), der einem Leistungserzeugungsbereich (112) der Membranelektrodenanordnung gegenüberliegend angeordnet ist;  
einen Außenrandabschnitt (123), der sich von dem Zentralbereich (121) bis zu dem Umfangsrandabschnitt des Zentralbereichs (121) erstreckt;  
einen erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteil, der mehrere Rillen (202) enthält, die in dem Zentralbereich (121) in der ersten Fläche ausgebildet sind;  
einen zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteil, der mehrere Rillen (204) enthält, die in dem Zentralbereich (121) in der zweiten Fläche ausgebildet sind;  
einen kühlwasserzuführseitigen Verteiler, der an dem Außenrandabschnitt (123) an einer Seite des Zentralbereichs (121) in horizontaler Richtung angeordnet ist;  
einen Kühlwassereinführteil (126IN), der dazu eingerichtet ist, Kühlwasser zu verstreuen und einzuführen, das aus dem kühlwasserzuführseitigen Verteiler in die einzelnen Rillen (204) des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils mit wechselnder Strömungsrichtung des Kühlwassers zugeführt wird; und  
einen Luftauslassteil (202tb), der an einer oberen Endseite des Zentralbereichs (121) in dem erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteil ausgebildet ist, wobei der Luftauslassteil (202tb) zwischen dem Zentralbereich (121) und dem Außenrandab-

schnitt (123) verbindet, und Luft innerhalb der Rillen (204) des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils aus dem Zentralbereich (121) zu dem Außenrandabschnitt (123) zusammen mit dem Kühlwasser auslässt,

wobei der Luftauslassteil (202tb) an einer Stelle ausgebildet ist, wo sich Luft innerhalb der Rillen (204) des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils an der oberen Endseite des Zentralbereichs (121) wegen einer sich ändernden Strömungsrichtung des Kühlwassers, das durch den zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteil hindurchströmt, sammeln kann, wobei der Luftauslassteil (202tb) an einem Zentralbereichs-eckenabschnitt ausgebildet ist, der an der oberen Endseite des Zentralbereichs (121) und an der Seite des Kühlwassereinführteils (126IN) angeordnet ist.

2. Brennstoffzellenseparator (120, 130) gemäß Anspruch 1, der ferner aufweist einen brenngaszuführseitigen Verteiler, der dazu eingerichtet ist, Brenngas in die Rillen (202) des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils zuzuführen, wobei der brenngaszuführseitige Verteiler an der Oberseite des kühlwasserzuführseitigen Verteilers in dem Außenrandabschnitt (123) angeordnet ist.

3. Brennstoffzellenseparator (120, 130) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Rillen (202) des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils und die Rillen (204) des zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteils alternierend an der ersten Fläche und der zweiten Fläche in dem Zentralbereich (121) durch Bildung mehrerer Streifen mit Gruben und Buckeln ausgebildet sind, die durch Pressformen des Zentralbereichs (121) geschaffen sind, und der Luftauslassteil (202tb) ein Unterwandaussparteil ist, wobei eine Unterwand (202s) des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils, die an dem oberen Ende des Zentralbereichs (121) angeordnet ist, ausgespart ist.

4. Brennstoffzellenseparator (120, 130) gemäß Anspruch 3, wobei der Kühlwassereinführteil (126IN) flache Rillenabschnitte (208) enthält, die entlang des Pfads der erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils verstreut sind, wobei die flachen Rillenabschnitte (208) teilweise flacher in der Tiefe in dem erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteil sind und gegenüber dem zweitflächenseitigen ausgesparten Rillenteil alternierend an der ersten Fläche und der zweiten Fläche angeordnet sind.

5. Brennstoffzelle (10), die mehrere gestapelte Einheitszellen (100) aufweist, wobei jede der Einheitszellen (100) eine Membranelektrodenanordnung aufweist, die zwischen einem ersten Separator (120) und einem zweiten Separator (130) eingekeilt ist, wobei jede der Einheitszellen (100) enthält:

den Brennstoffzellenseparator (120, 130) gemäß jedem der Ansprüche 1 bis 4 als den ersten Separator (120), wobei bei den benachbart gestapelten Einheitszellen (100) die Unterwand (202s) des erstflächenseitigen ausgesparten Rillenteils, der in dem ersten Separator (120) einer der Einheitszellen (100) enthalten ist, mit dem zweiten Separator (130) der anderen Einheitszelle (100) in Kontakt ist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

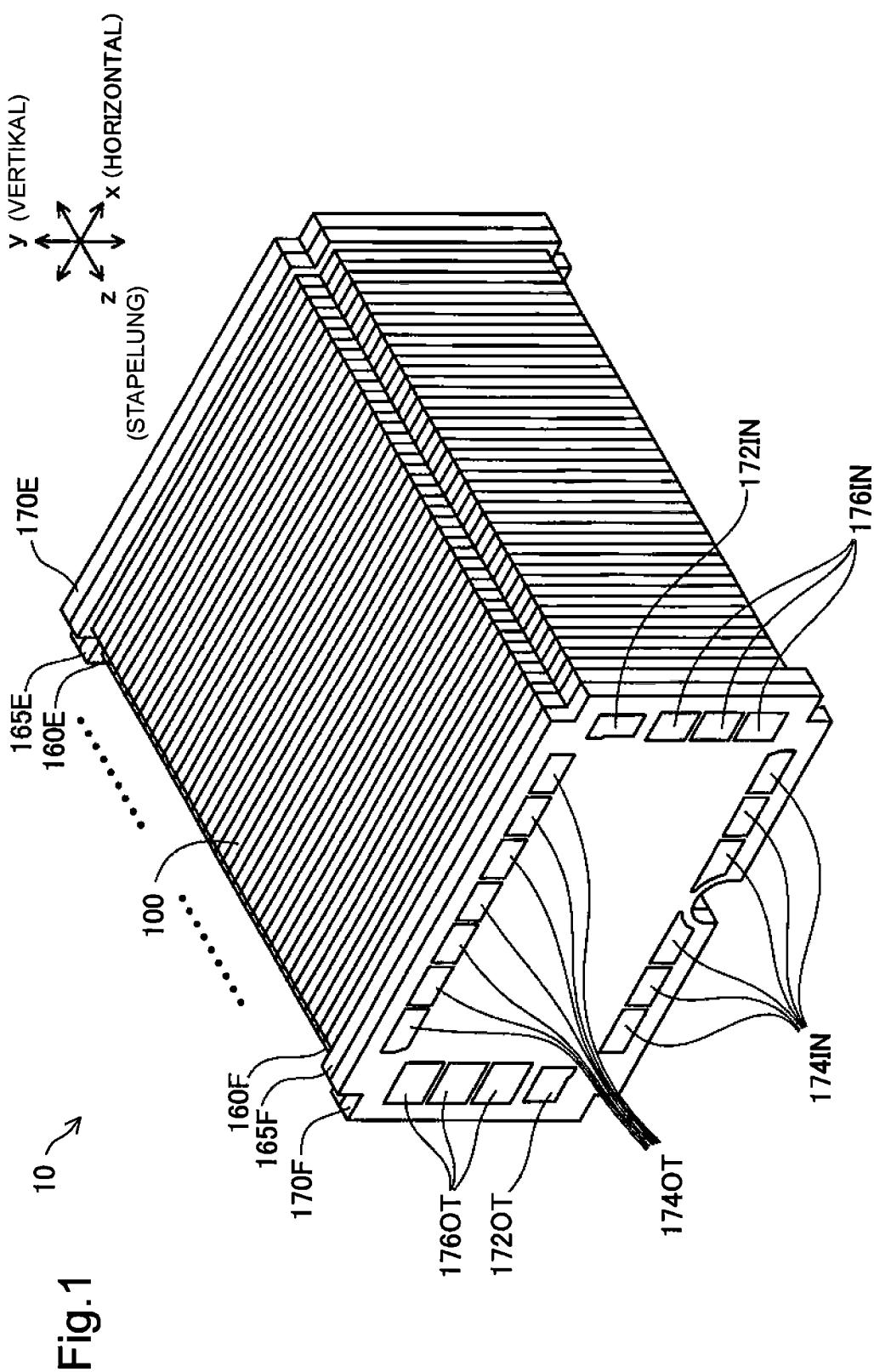


Fig. 1

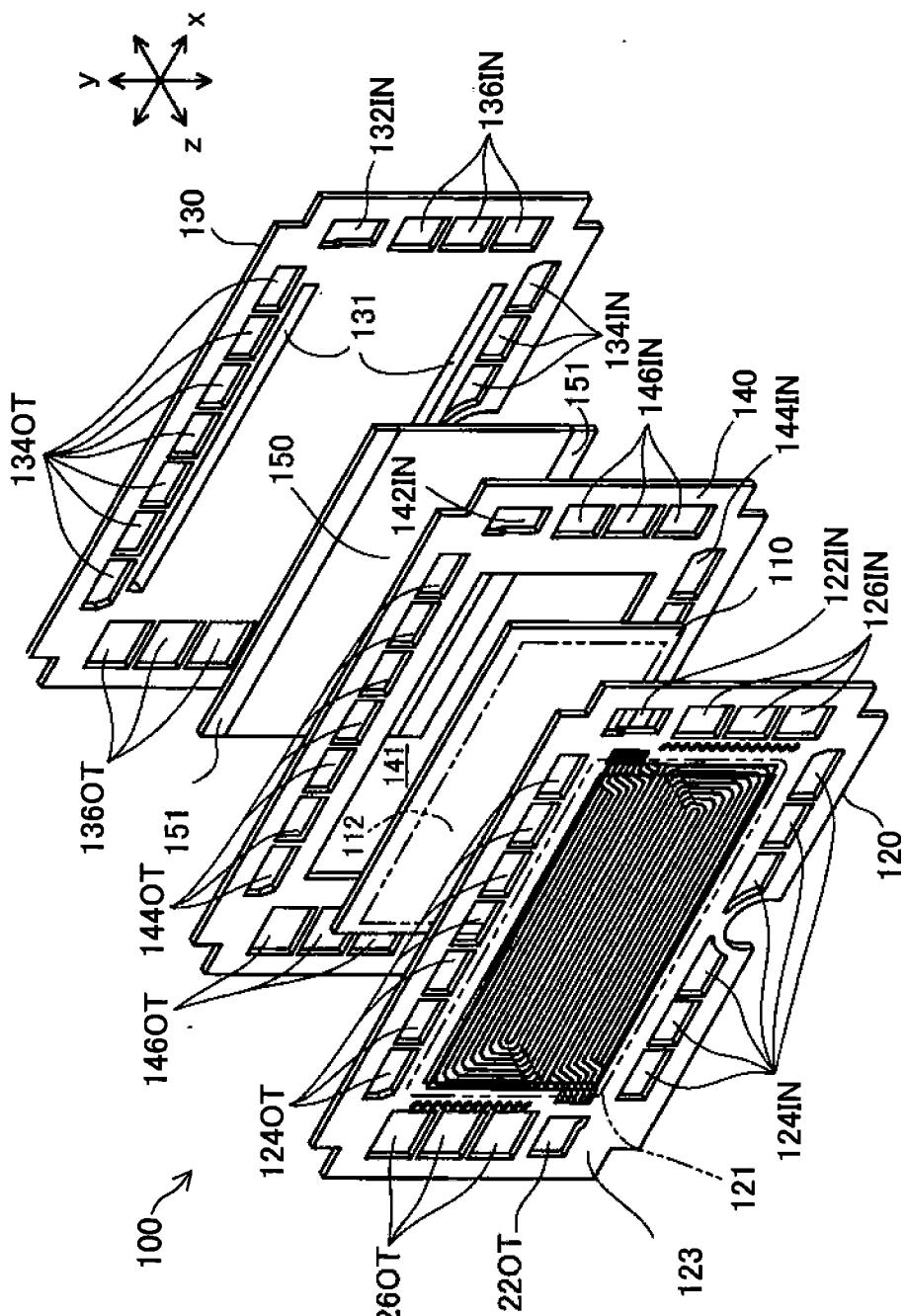
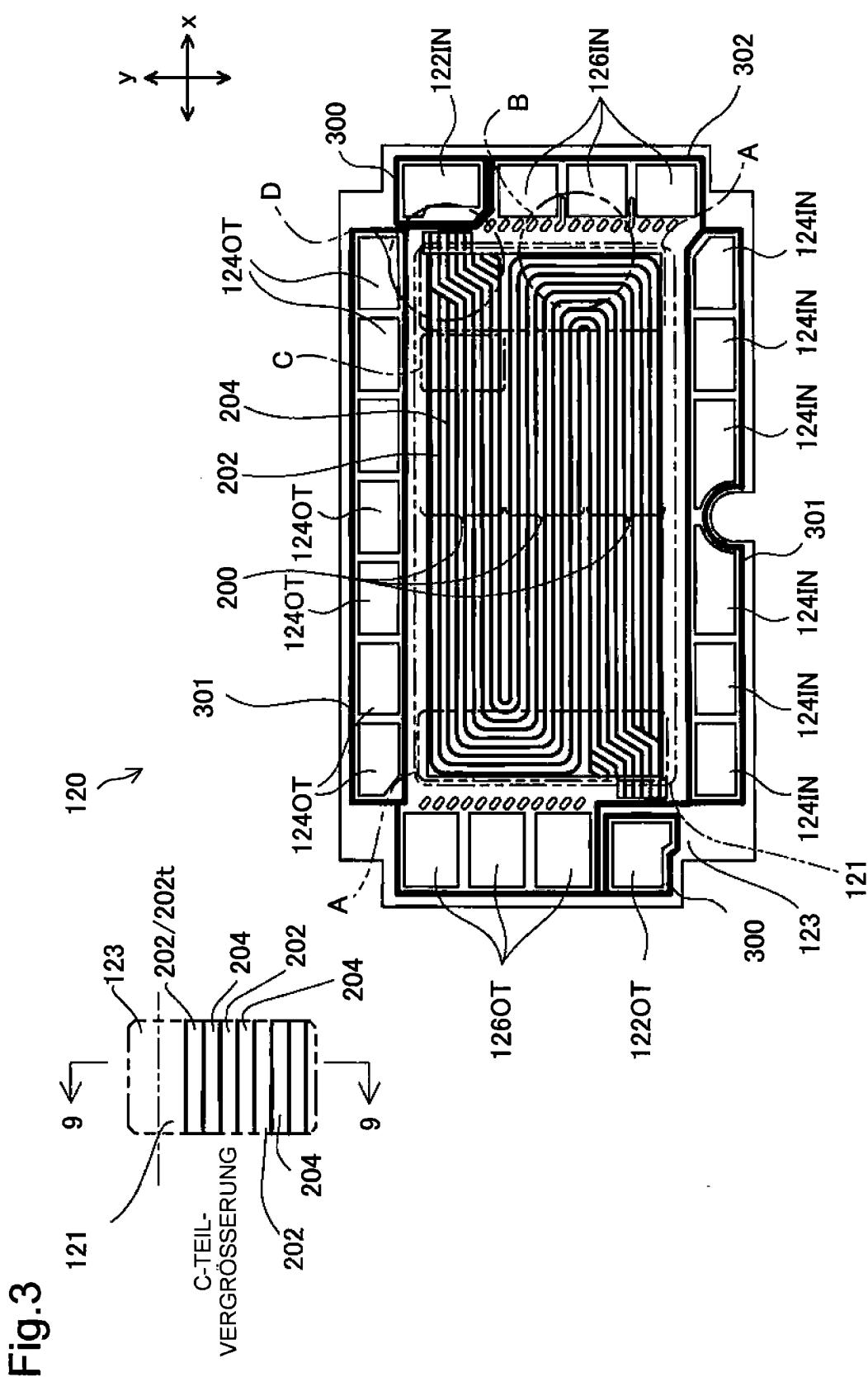


Fig.2



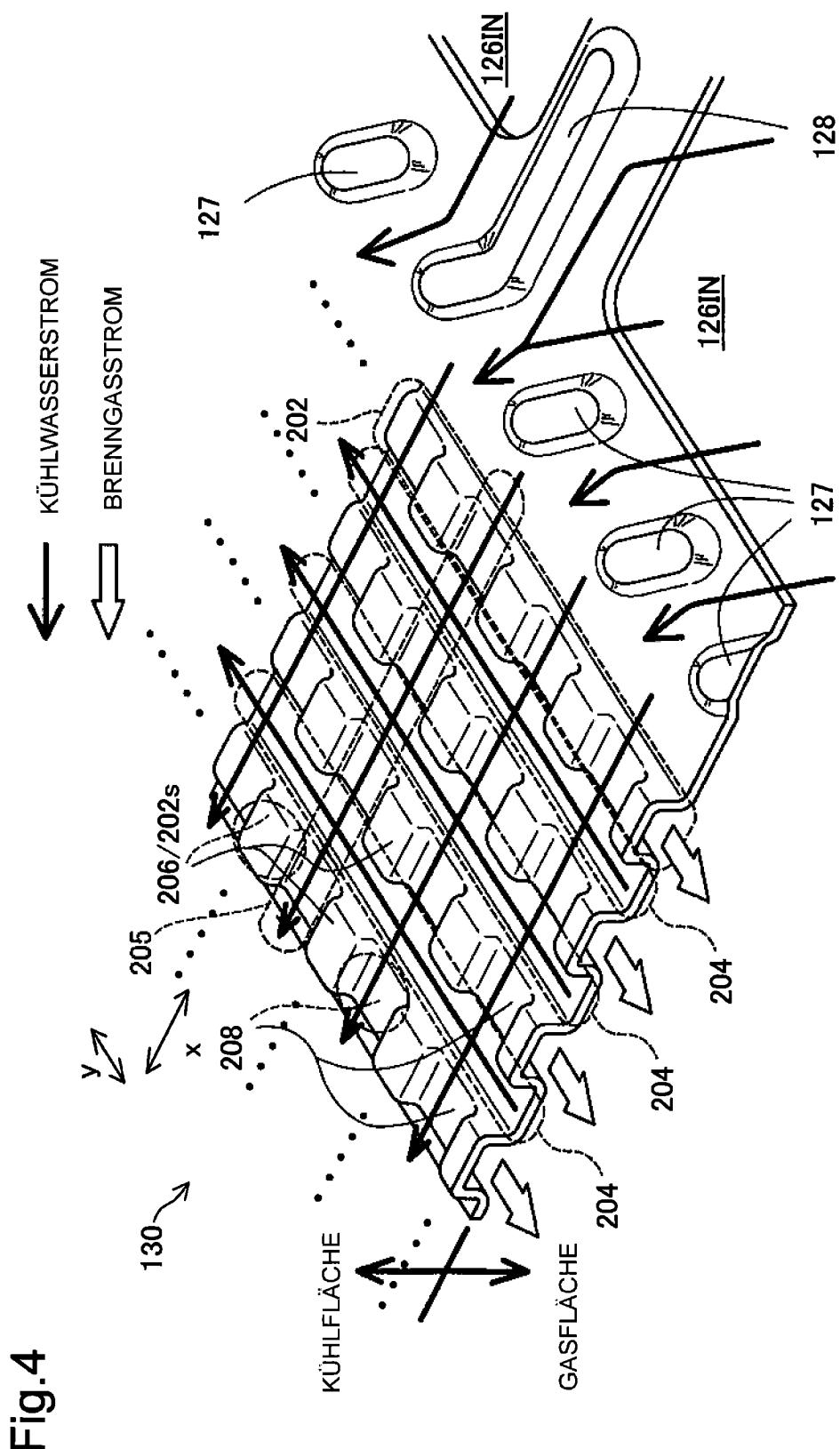


Fig.5

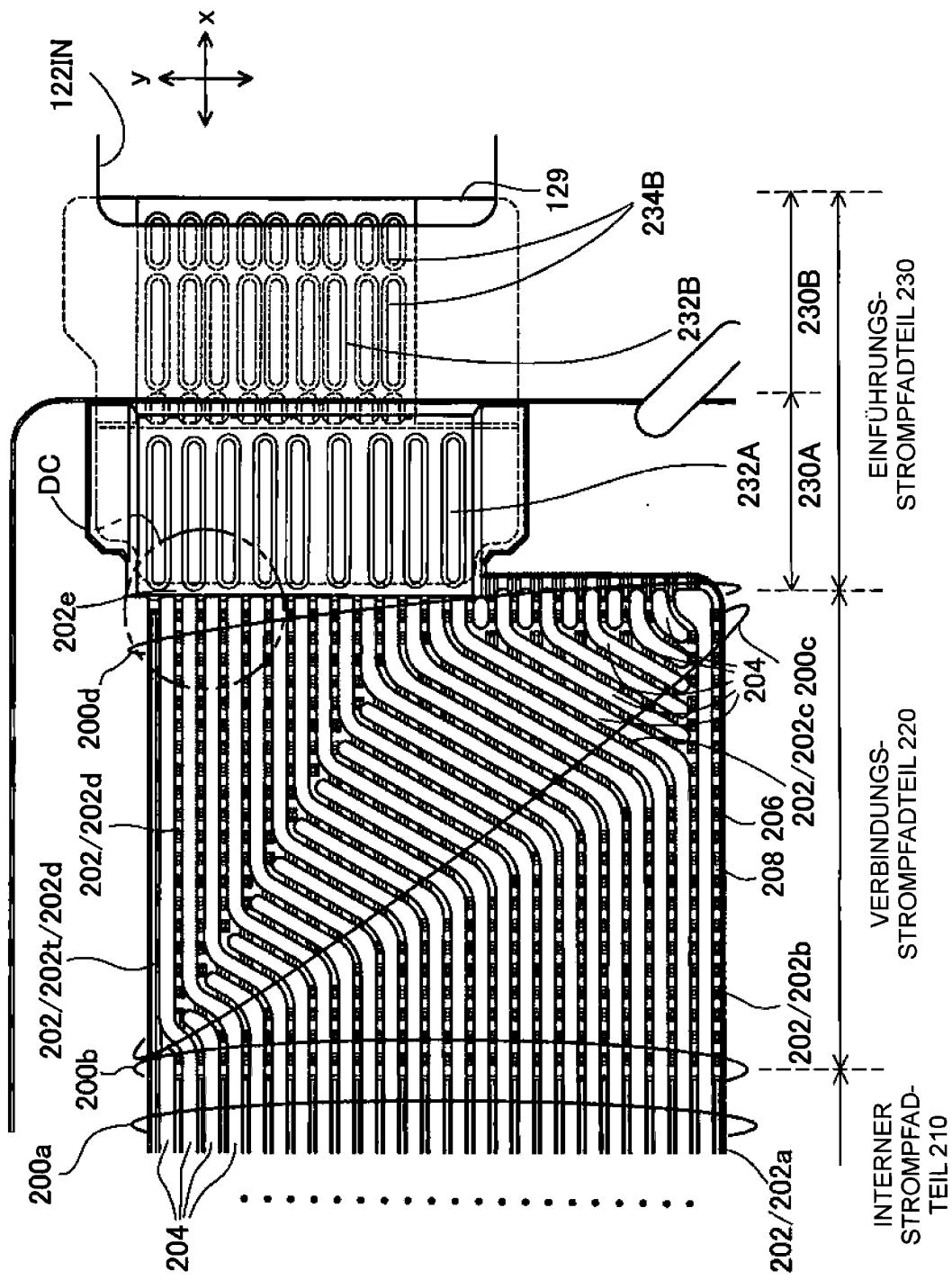


Fig.6

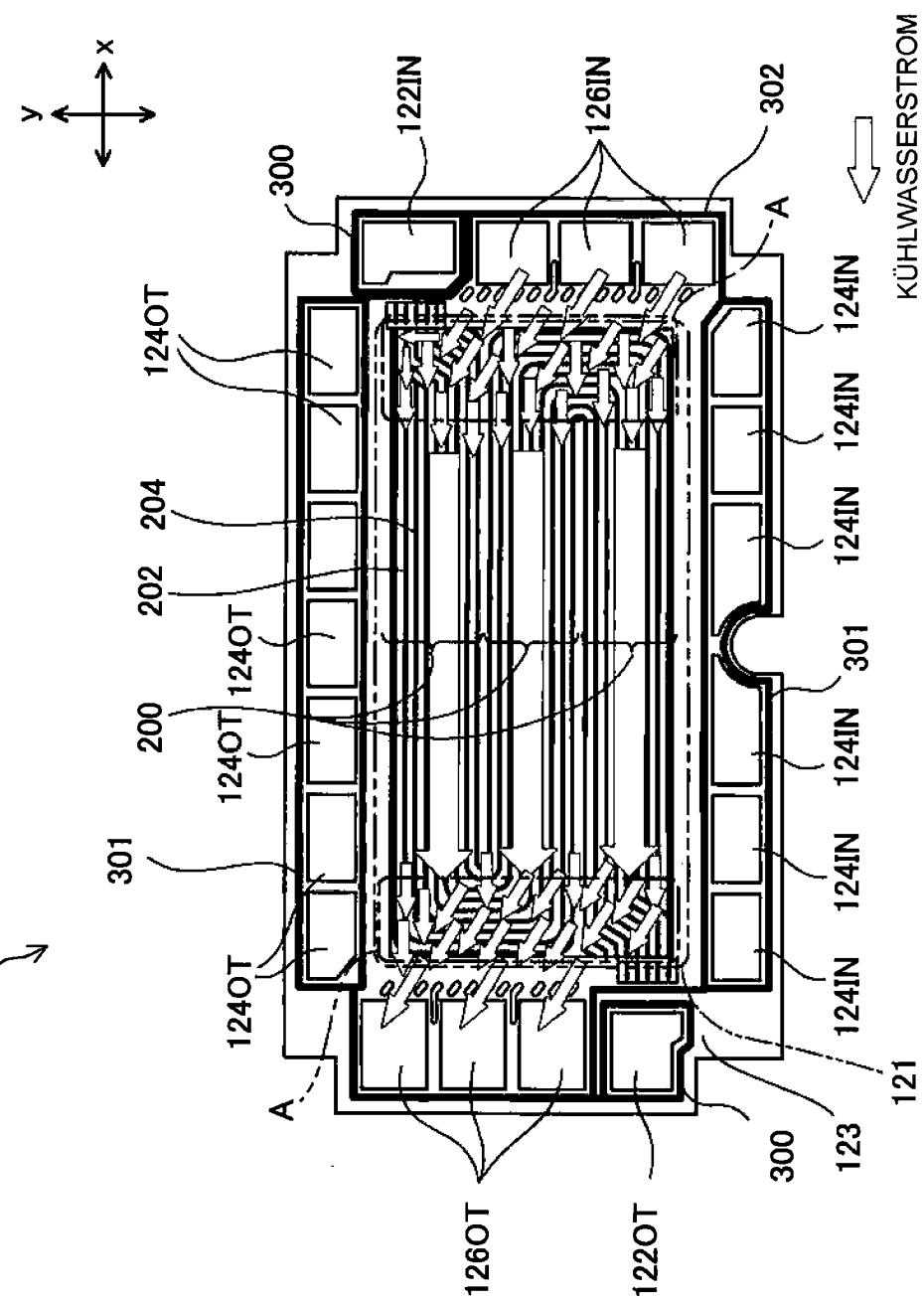
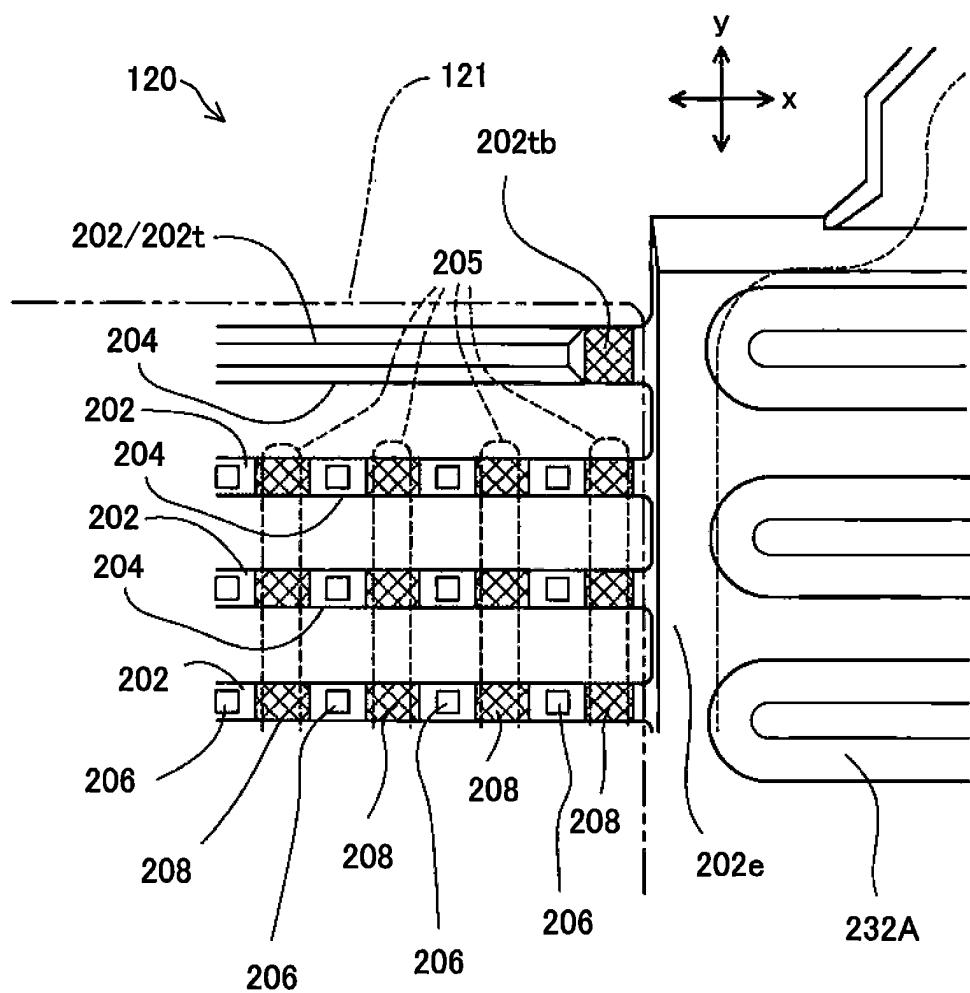


Fig.7



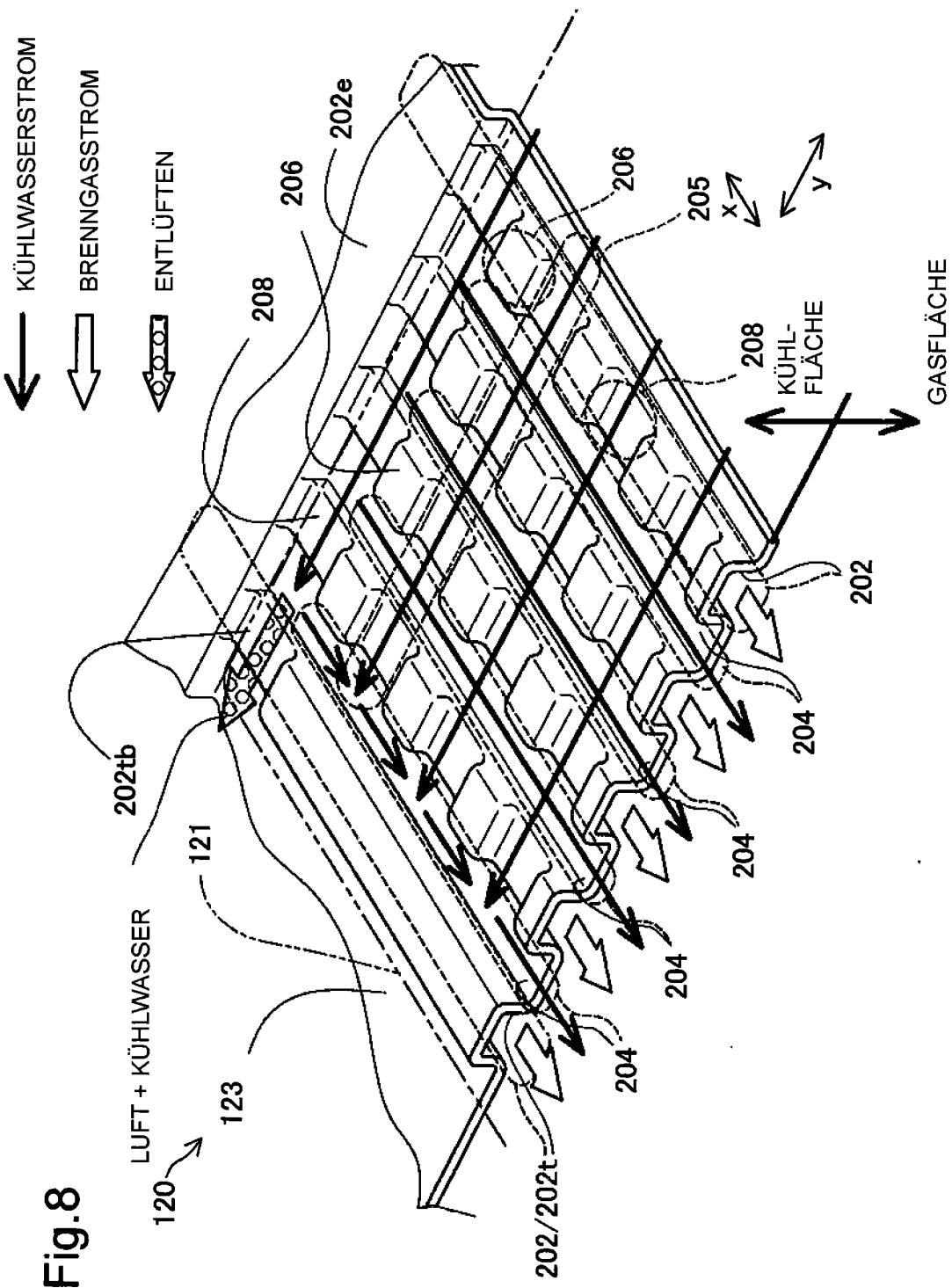
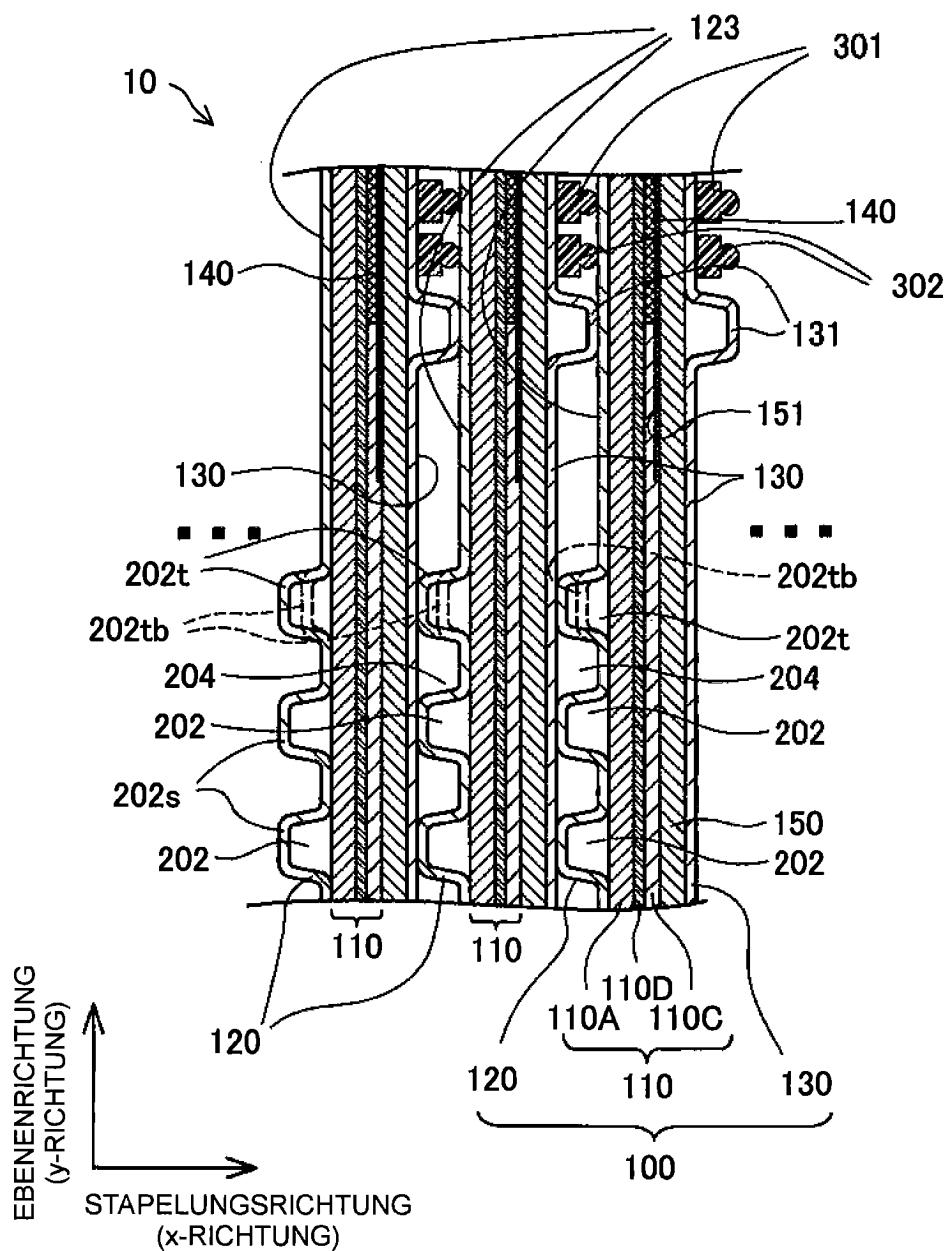


Fig.9



**Fig.10**

