



(10) **DE 10 2015 119 236 B4** 2023.12.07

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 119 236.5**
(22) Anmeldetag: **09.11.2015**
(43) Offenlegungstag: **19.05.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **07.12.2023**

(51) Int Cl.: **H01M 8/0258** (2016.01)
H01M 8/0267 (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:
2014-231398 **14.11.2014** **JP**

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

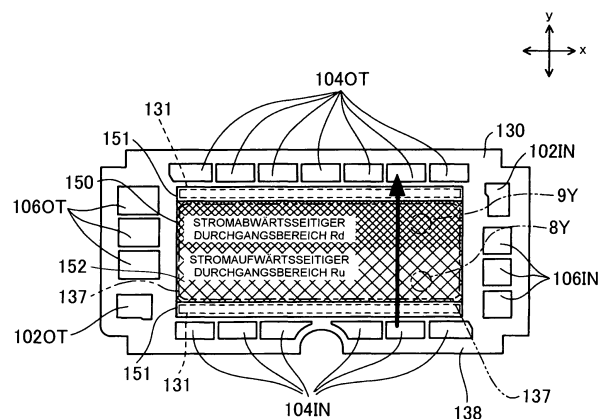
(74) Vertreter:
**KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE**

(72) Erfinder:
**Nakaji, Hiroya, Toyota-shi, Aichi-ken, JP;
Takeshita, Naohiro, Toyota-shi, Aichi-ken, JP;
Kubo, Hideki, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Kondo,
Takashi, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Mizuno, Seiji,
Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Konno, Norishige,
Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

(54) Bezeichnung: **Brennstoffzelle mit gitterförmigem Kathodendurchgang**

(57) Hauptanspruch: Brennstoffzelle, die dadurch charakterisiert ist, das sie aufweist:
eine Membran-Elektroden-Anordnung (110D), die eine Elektrolytmembran und Elektroden enthält, die mit den Membranflächen der Elektrolytmembran verbunden sind;
ein anodenseitiger Durchgangsaufbauabschnitt (120), der ein Brenngaszuführloch (102IN) und ein Brenngasauslassloch (102OT) aufweist, und der einen Anodendurchgang (200) bildet, der ein Brenngas zu einer der Elektroden der Membran-Elektroden-Anordnung (110D) als ein Serpentinendurchgang zuführt, in dem eine Strömungsrichtung des Brenngases mehrere Male umgekehrt wird, wobei sich der Anodendurchgang (200) von dem Brenngaszuführloch (102IN) bis zu dem Brenngasauslassloch (102OT) erstreckt; und
ein kathodenseitiger Durchgangsaufbauabschnitt (130), der ein Oxidationsgaszuführloch (104IN) und ein Oxidationsgasauslassloch (104OT) aufweist, und der einen Kathodendurchgang (152) bildet, der als ein gitterförmiger Durchgang das Oxidationsgas zerstreut und der das Oxidationsgas zu einer weiteren Elektrode der Membran-Elektroden-Anordnung (110D) zuführt, wobei sich der Kathodendurchgang (152) von dem Oxidationsgaszuführloch (104IN) bis zu dem Oxidationsgasauslassloch (104OT) erstreckt, wobei:
der kathodenseitige Durchgangsaufbauabschnitt (130) mehrere einen Durchgang ausbildende Elementreihen (40) enthält, die nacheinander von dem Oxidationsgaszuführloch (104IN) bis zu dem Oxidationsgasauslassloch (104OT) entlang einer ersten Richtung geschaffen sind,

die sich von dem Oxidationsgaszuführloch (104IN) bis zu dem Oxidationsgasauslassloch (104OT) erstreckt;
eine jede der einen Durchgang ausbildenden Elementreihen (40) wird durch aufeinanderfolgendes Schaffen mehrerer Durchgänge ausgebildet, die Elemente (Em) entlang einer zweiten Richtung, die mit der ersten Richtung kreuzt, ausbilden;
die mehreren einen Durchgang ausbildenden Elementreihen (40) werden nacheinander geschaffen, so dass sich eine Strömungsrichtung des Oxidationsgases, das in dem Kathodendurchgang (152) strömt, der als gitterförmiger Durchgang dient, sich in eine erste Neigungsrichtung und eine zweite ...



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

1. Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle.

2. Stand der Technik

[0002] Eine Brennstoffzelle enthält eine Membran-Elektroden-Anordnung (nachstehend als MEA bezeichnet), in der Elektroden mit den Membranoberflächen der Elektrolytmembran verbunden sind, einen Anodendurchgang und einen Kathodendurchgang, und empfängt eine Zufuhr von Brenngas und Oxidationsgas, die aus den Durchgängen zugeführt werden, um elektrische Leistung zu erzeugen. In den letzten Jahren wird häufig ein Streckmetall verwendet, das durch die Durchführung eines Druckformens an einer dünnen Metallplatte ausgebildet wird. In dem Streckmetall ist ein gestreckter Durchgang in Form eines Gitters geschaffen, um mit der Strömungsrichtung des Gases zu kreuzen, das von einer Gaszufuhrseite bis zu einer Gasauslassseite strömt, und sich windend verbindet der gestreckte Durchgang die Gaszufuhrseite mit der Gasauslassseite. Wenn das Gas durch den gitterförmigen Durchgang hindurchströmt, tritt ein Druckverlust auf, wenn das Gas durch einen gebogenen Abschnitt des Durchgangs hindurchströmt, und der Druckverlust neigt dazu, eine Reduktion der Leistungserzeugungsfähigkeit der Brennstoffzelle zu bewirken. Um dem zu begegnen, wird ein Verfahren zur Unterdrückung des Druckverlusts auf der Gaszufuhrseite vorgeschlagen.

[0003] In der JP 2009-26472 A ist in einer Brennstoffbatterie, die ein Streckmetall enthält, das Streckmetall so ausgebildet wird, dass der Druckverlust des Gases an der gasstromabwärtigen Seite erhöht wird, um höher als der Druckverlust des Gases an der gasstromaufwärtigen Seite zu sein, und eine Ungleichheit in der Menge des Gases, das einem stromerzeugenden Element zugeführt wird, wird reduziert, ohne den Druckverlust des Gases in dem gesamten Streckmetall übermäßig zu erhöhen. Außerdem wird in der JP 2010-170984 A in der Brennstoffbatterie, in der ein Gasdurchgang aus dem Streckmetall der Brennstoffbatterie ausgebildet wird, der Gasdurchgang so ausgebildet, dass das Gas, ohne eine kleine Wendung zu wiederholen, strömt und der Druckverlust des Gases dadurch reduziert wird. An einer Wendestelle einer Strömungsrichtung des Gases ändert sich die Strömungsrichtung des Gases, das an der Drehstelle ankommt, und dadurch wird das Gas lokal zu einer Elektrodenfläche der MEA hin gerichtet oder zu einer Seite weg von der Elektrodenfläche geleitet. Als Ergebnis findet ein Verdunsten von Wasser aus der

MEA oder ein Eindringen von Wasser in die MEA statt, wobei eine Verschlechterung der Feuchtigkeit der MEA auftreten kann, wenn die Wasserverdunstung übermäßig stattfindet, und es kann ein Überfluten der MEA auftreten, wenn die Wassereindringung übermäßig stattfindet. In den vorstehend erwähnten JP 2009-26472 A und JP 2010-170984 A werden diese Punkte jedoch nicht betrachtet. Außerdem ist in dem Fall, bei dem der gestreckte Durchgang der Durchgang an einer Kathodenseite ist, ein Anodendurchgang, der ein Wasserstoffgas zuführt, an einer Anodenseite gegenüber der MEA vorhanden, aber das Verhältnis zu dem Anodendurchgang wird in vorstehend erwähnten JP 2009-26472 A und JP 2010-170984 A nicht betrachtet. Somit ist es wünschenswert, sowohl den Druckverlust des Gases an der Gaszufuhrseite als auch das Überfluten zu unterdrücken.

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Die Erfindung schafft eine Brennstoffzelle, bei der ein Druckverlust an einer Oxidationsgaszufuhrseite und ein Überfluten unterdrückt werden.

[0005] Ein Aspekt der Erfindung schafft eine Brennstoffzelle. Die Brennstoffzelle enthält eine Membran-Elektroden-Anordnung, die eine Elektrolytmembran und Elektroden enthält, die mit den Membranflächen der Elektrolytmembran verbunden sind; einen anodenseitigen Durchgangsaufbauabschnitt, der ein Brenngaszuführloch und ein Brenngasauslassloch aufweist, und der einen Anodendurchgang bildet, der ein Brenngas zu einer der Elektroden der Membran-Elektroden-Anordnung als ein Serpentinendurchgang zuführt, in dem eine Strömungsrichtung des Brenngases mehrere Male umgekehrt wird, wobei sich der Anodendurchgang von dem Brenngaszuführloch bis zu dem Brenngasauslassloch erstreckt; und einen kathodenseitigen Durchgangsaufbauabschnitt, der ein Oxidationsgaszuführloch und ein Oxidationsgasauslassloch aufweist, und der einen Kathodendurchgang bildet, der als ein gitterförmiger Durchgang ein Oxidationsgas zerstreut und der das Oxidationsgas zu einer weiteren Elektrode der Membran-Elektroden-Anordnung zuführt, wobei sich der Kathodendurchgang von dem Oxidationsgaszuführloch bis zu dem Oxidationsgasauslassloch erstreckt. Der kathodenseitige Durchgangsaufbauabschnitt enthält mehrere einen Durchgang ausbildende Elementreihen, die nacheinander von dem Oxidationsgaszuführloch bis zu dem Oxidationsgasauslassloch entlang einer ersten Richtung geschaffen sind, die sich von dem Oxidationsgaszuführloch bis zu dem Oxidationsgasauslassloch erstreckt; jede der einen Durchgang ausbildenden Elementreihen wird durch aufeinanderfolgendes Schaffen mehrerer einen Durchgang ausbildender Elemente entlang einer zweiten Richtung ausgebildet, die mit der ersten Richtung kreuzt; die mehreren

einen Durchgang ausbildenden Elementreihen werden nacheinander geschaffen, so dass sich eine Strömungsrichtung des Oxidationsgases, das in dem Kathodendurchgang der als gitterförmiger Durchgang dient, strömt, sich in eine erste Neigungsrichtung und eine zweite Neigungsrichtung in jeder vorbestimmten Anzahl von den einen Durchgang ausbildenden Elementreihen erstreckt, wobei die vorbestimmte Anzahl eine ganze Zahl von 2 oder mehr ist; die erste Neigungsrichtung ist bezüglich der ersten Richtung zu einer Seite geneigt, die zweite Neigungsrichtung ist bezüglich der ersten Richtung zu einer weiteren Seite geneigt, und die erste Neigungsrichtung und die zweite Neigungsrichtung sind bezüglich der ersten Richtung symmetrisch; ein Wendebereich, an dem die Strömungsrichtung des Oxidationsgases zu einer ursprünglichen Richtung in einem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich an einer Seite des Oxidationsgaszuführlochs zurückkehrt, ist anders als der Wendebereich in einem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich an einer Seite des Oxidationsgasauslasslochs gemacht, indem die vorbestimmte Anzahl in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich verschieden von der vorbestimmten Anzahl in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich gemacht ist; ein Verhältnis zwischen dem Wendebereich in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich und dem Wendebereich in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich wird auf 1,1 : 1 bis 3 : 1 eingestellt; und der stromaufwärtsseitige Durchgangsbereich überlappt mit dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt des Anodendurchgangs, wodurch er als Serpentinendurchgang dient, der durch den anodenseitigen Durchgangsaufbauabschnitt ausgebildet wird, wobei die Membran-Elektroden-Anordnung zwischen dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich und dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt eingefügt ist.

[0006] In der Brennstoffzelle mit dem vorstehenden Aufbau, wird in dem Gitterkathodendurchgang für die Zuführung des Oxidationsgases der Wendebereich, an dem die Strömungsrichtung des Oxidationsgases zu einer ursprünglichen Richtung in jedem, dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich und dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich, zurückkehrt, so eingestellt, dass der Wendebereich T_u in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich größer als der Wendebereich T_d in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich ist. Mit diesem Aufbau in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich als der Oxidationsgaszuführseite ist es möglich, die Anzahl von Wendestellen zu reduzieren, an denen sich die Strömungsrichtung des Oxidationsgases ändert, und es ist somit möglich, den Druckverlust des Gases zu unterdrücken. Außerdem wird in der Brennstoffzelle mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau durch die Einstellung des Verhältnisses T_u : T_d zwischen dem Wendebereich T_u in dem stromauf-

wärtsseitigen Durchgangsbereich und dem Wendebereich T_d in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich auf 1,1 : 1 bis 3 : 1, die Anzahl der Wendestellen in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich im Vergleich mit der Anzahl von Wendestellen in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich nicht übermäßig reduziert oder die Anzahl von Wendestellen in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich wird im Vergleich mit der Anzahl der Wendestellen in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich nicht übermäßig erhöht, und die Wendestellen sind in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich und dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich in einer ausgewogenen Weise geschaffen. Mit diesem Aufbau ist es möglich, das Eindringen von Wasser, das üblicherweise in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich vorkommt, in dem viele Wendestellen geschaffen sind, in die Membran-Elektroden-Anordnung zu unterdrücken. Als Ergebnis ist es in der Brennstoffzelle mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau möglich, sowohl den Druckverlust des Oxidationsgases in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich als der Oxidationsgaszuführseite als auch ein Überfluten zu unterdrücken. Darüber hinaus ist es in der Brennstoffzelle mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau möglich, die relative Feuchtigkeit des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts des Anodendurchgangs, der als Serpentinendurchgang dient, zu erhöhen, der in der folgenden Weise durch den anodenseitigen Durchgangsaufbauabschnitt ausgebildet wird. Da der am weitesten stromabwärtsseitige Durchgangsabschnitt des Anodendurchgangs, der als Serpentinendurchgang dient, mit dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich des Kathodendurchgangs überlappt, wobei die Elektrolytmembran zwischen dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt und dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich eingefügt ist, wird die relative Feuchtigkeit aufgrund der Entfernung von Wasser durch das Oxidationsgas oder die Zuführung von trockenem Oxidationsgas üblicherweise reduziert. In der Brennstoffzelle mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau wird jedoch das Verdampfen von Wasser aus der Membran-Elektroden-Anordnung durch Reduzieren der Anzahl von Wendestellen in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich unterdrückt, und somit ist es möglich, Wasser, das in der Membran-Elektroden-Anordnung enthalten ist, zu dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt des Anodendurchgangs zu schicken. Deshalb ist in der Brennstoffzelle mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau möglich, die relative Feuchtigkeit des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts des Anodendurchgangs, der als Serpentinendurchgang dient, zu erhöhen.

[0007] In der Brennstoffzelle gemäß dem vorstehend beschriebenen Aspekt kann eine Durchgangs-

breite des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs entlang der ersten Richtung mit einer Durchgangsbreite des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts des Anodendurchgangs, der als Serpentinendurchgang dient, gleich sein. Bei diesem Aufbau ist es möglich, die relative Feuchtigkeit des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts des Anodendurchgangs, der als Serpentinendurchgang dient, zuverlässiger zu erhöhen.

[0008] In der Brennstoffzelle gemäß dem vorstehend beschriebenen Aspekt kann eine Durchgangsbreite des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs entlang der ersten Richtung auf 50% oder weniger einer gesamten Durchgangsbreite des Kathodendurchgangs entlang der ersten Richtung eingestellt sein. Mit diesem Aufbau ist es möglich, den stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich, in welchem die Anzahl von Wendestellen reduziert ist, zu sichern, so dass das Verdunsten von Wasser aus der Membran-Elektroden-Anordnung unterdrückt wird, und Wasser, das in der Membran-Elektroden-Anordnung enthalten ist, kann zu dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt des Anodendurchgangs geschickt werden. Es ist somit möglich, noch zuverlässiger die relative Feuchtigkeit des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts des Anodendurchgangs, der als Serpentinendurchgang dient, zu erhöhen.

[0009] In der Brennstoffzelle gemäß dem vorstehend beschriebenen Aspekt kann der Anodendurchgang an einer der Oberflächen des anodenseitigen Durchgangsaufbauabschnitts als Serpentinendurchgang ausgebildet sein, wobei der Anodendurchgang durch eine Nut ausgebildet wird, die an einer Seite einer der Elektroden geöffnet ist; der anodenseitige Durchgangsaufbauabschnitt kann ein Kühlmittelzuführloch und ein Kühlmittelauslassloch aufweisen, und kann mehrere Kühlmitteldurchgänge, in denen ein Kühlmittel von dem Kühlmittelzuführloch zu dem Kühlmittelauslassloch strömt, enthalten, wobei die mehreren Kühlmitteldurchgänge an einer Oberfläche gegenüber dem Anodendurchgang ausgebildet sind; und die mehreren Kühlmitteldurchgänge können so ausgebildet sein, dass eine Strömungsrate des Kühlmittels, das in dem Kühlmitteldurchgang strömt, der sich von dem Kühlmittelzuführloch zu dem Kühlmittelauslassloch erstreckt, über eine Rückseite des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts des Anodendurchgangs strömt, der als Serpentinendurchgang dient, größer als eine Strömungsrate des Kühlmittels ist, das in dem Kühlmitteldurchgang, der sich von dem Kühlmittelzuführloch zu dem Kühlmittelauslassloch erstreckt, über eine Rückseite eines Abschnitts stromaufwärts von dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts des Anodendurchgangs strömt, der als Serpentinendurchgang dient. Mit diesem Aufbau

ist es möglich, das Verdunsten von Wasser durch effizientes Kühlen des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts, der aufgrund einer Reduktion der relativen Feuchtigkeit üblicherweise austrocknet, zu unterdrücken, und es ist somit möglich die Austrocknung zu unterdrücken.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Merkmale, Vorteile und technische und industrielle Bedeutung der beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen gleiche Bezeichner gleiche Bauteile bezeichnen, und worin:

Fig. 1 eine schematische perspektivische Ansicht ist, die den Aufbau einer Brennstoffbatterie 10 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt;

Fig. 2 eine erläuternde Ansicht ist, die den Zustand der Anordnung einer Anschlussplatte 160F, einer Brennstoffzelle 100 und einer Anschlussplatte 160E schematisch zeigt;

Fig. 3 eine schematische perspektivische Ansicht ist, die den Aufbau der Brennstoffzelle 100 in einer Explosionsweise zeigt;

Fig. 4 eine schematische Draufsicht ist, die den Aufbau eines anodenseitigen Separators 120 zeigt;

Fig. 5 eine erläuternde Ansicht ist, in der ein Brenngasdurchgang 200 und ein Kühlmitteldurchgang 204, der an der Vorderseite und Rückseite des anodenseitigen Separators 120 ausgebildet ist, einander überlagern und gezeigt sind;

Fig. 6 einen schematischen Abschnitt der Brennstoffbatterie 10 zeigt, die entlang der Linie VI-VI in dem vergrößerten Teil C der Fig. 4 geschnitten ist;

Fig. 7 eine erläuternde Ansicht ist, die schematisch den Zustand von Teilbereichen eines Durchgangsbereichs in einem Gasdurchgangsteil 150 zeigt, wenn ein kathodenseitiger Separator 130 in einer Draufsicht betrachtet wird;

Fig. 8 eine erläuternde Ansicht ist, die schematisch einen Durchgangsaufbau zeigt, wenn ein Teil eines stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru von der Gasstromaufwärtseite an der Seite des Oxidationsgaszuführlochs 104IN betrachtet wird;

Fig. 9 eine erläuternde Ansicht ist, die schematisch einen Durchgangsaufbau zeigt, wenn ein Teil eines stromabwärtsseitigen Durchgangsbereichs Rd von der Gasstromaufwärtseite an der Seite des Oxidationsgaszuführlochs 104IN betrachtet wird;

Fig. 10 ein Graph ist, der eine Beziehung zwischen einem Wendeintervall und der Ausgangsleistung der Brennstoffzelle zeigt;

Fig. 11 eine erläuternde Ansicht ist, die den Belegzustand des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru in einem Separatormittelbereich 137 und den Überlappungszustand zwischen dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru und dem Brenngasdurchgang 200 zeigt;

Fig. 12 ein Graph ist, der eine Beziehung zwischen einer Belegrate des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru in dem Separatormittelbereich 137 des Gasdurchgangsteils 150 und der Ausgangsleistung der Brennstoffzelle zeigt;

Fig. 13 eine erläuternde Ansicht ist, die ein tatsächliches Messergebnis einer relativen Feuchtigkeit jedes Durchgangsbereichs des Brenngasdurchgangs 200 in einer Testbrennstoffzelle TP5 zeigt;

Fig. 14A und **Fig. 14B** erläuternde Ansichten sind, die jede einen Leistungsvergleich zwischen der Testbrennstoffzelle TP5 und einer Testbrennstoffzelle TP6 zeigt, die der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform entspricht; und

Fig. 15 eine erläuternde Ansicht ist, in der der schematische Querschnitt des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru und der schematische Querschnitt des stromabwärtsseitigen Durchgangsbereichs Rd in dem Fall miteinander verglichen werden, bei dem die Brennstoffbatterie 10 in einer Schnittansicht, wie in dem Fall der **Fig. 6**, betrachtet wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0011] Nachstehend wird eine Ausführungsform der Erfindung basierend auf den Zeichnungen beschrieben. **Fig. 1** ist eine schematische perspektivische Ansicht, die den Aufbau einer Brennstoffbatterie 10 der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Die Brennstoffbatterie 10 weist einen Stapelaufbau auf, bei dem mehrere Brennstoffzellen 100 in eine Z-Richtung (die auch als „Stapelrichtung“ genannt wird) gestapelt werden und die zwischen einem Paar von Endplatten 170F und 170E gehalten werden. Die Brennstoffbatterie 10 enthält eine Anschlussplatte 160F, die zwischen der Endplatte 170F an einer ihrer Endseiten und der Brennstoffzelle 100 angeordnet ist, so dass eine Isolierplatte 165F zwischen der Anschlussplatte 160F und der Endplatte 170F angeordnet ist. Nachstehend wird eine Endseite der Brennstoffbatterie 10, die mit der Endplatte 170F geschaffen ist, zur Vereinfachung der Beschreibung als eine Vorderendseite genannt, und die andere

Endseite in der Zeichnung an einer entfernten Seite des Papierblatts wird als eine Hinterendseite genannt.

[0012] Ebenso enthält die Brennstoffbatterie 10 eine Anschlussplatte 160E an der Hinterendseite, die zwischen der Endplatte 170E an der Hinterendseite und der Brennstoffzelle 100 angeordnet ist, so dass eine Isolierplatte 165E an der Hinterendseite zwischen der Anschlussplatte 160E und der Endplatte 170E angeordnet ist. Eine jede von der Brennstoffzelle 100, den Anschlussplatten 160F und 160E, den Isolierplatten 165F und 165E und den Endplatten 170F und 170E weisen eine Plattenstruktur auf, die eine im Wesentlichen rechteckige Außenform aufweist und so angeordnet ist, dass sich die lange Seite entlang einer X-Richtung (horizontale Richtung) erstreckt und sich die kurze Seite entlang einer Y-Richtung (vertikale Richtung, senkrechte Richtung) erstreckt.

[0013] Eine jede von der Endplatte 170F, der Isolierplatte 165F und der Anschlussplatte 160F weist an der Vorderendseite ein Brenngaszuführloch und ein Brenngasauslassloch, ein Oxidationsgaszuführloch und ein Oxidationsgasauslassloch und ein Kühlmittelzuführloch und ein Kühlmittelauslassloch auf. Diese Zuführ-/Auslasslöcher stehen mit den Zuführ-/Auslasslöchern in Verbindung, die an entsprechenden Stellen jeder Brennstoffzelle 100 geschaffen sind, und bilden entsprechende Zuführ-/Auslass-Verteiler für das Gas und das Kühlmittel aus. Auf der anderen Seite sind die Endplatte 170E, die Isolierplatte 165E und die Anschlussplatte 160E an der Hinterendseite nicht mit den Zuführ-/Auslasslöchern versehen. Dies ist so, weil die Brennstoffbatterie der vorliegenden Ausführungsform eine Brennstoffbatterie einer Art ist, bei der ein reaktives Gas (Brenngas, Oxidationsgas) und das Kühlmittel von der Endplatte 170F an der Vorderendseite über die Zufuhrverteiler zu den einzelnen Brennstoffzellen 100 zugeführt werden und das ausgelassene Gas aus den jeweiligen Brennstoffzellen 100 durch die Auslassverteiler an der Vorderendseite zur Außenseite von der Endplatte 170F ausgelassen werden. Die Art der Brennstoffbatterie ist jedoch nicht auf diese Gestaltung beschränkt, sondern kann irgendeine von verschiedenen anderen Arten von Brennstoffbatterien verwenden, beispielsweise die Art, in der die reaktiven Gase und das Kühlmittel von der Endplatte 170F an der Vorderendseite zugeführt werden und in der das ausgelassene Gas und ausgelassene Wasser an der Hinterendseite zur Außenseite von der Endplatte 170E ausgelassen werden.

[0014] In der Endplatte 170F sind an der Vorderendseite Oxidationsgaszuführlöcher 174IN in einem Außenrandabschnitt eines unteren Endes der Endplatte 170F an der Vorderendseite angeordnet, um sich entlang der X-Richtung (Längsseitenrichtung) zu erstrecken, und ein Oxidationsgasauslassloch

174OT ist in dem Außenrandabschnitt seines oberen Endes angeordnet, um sich entlang der X-Richtung zu erstrecken. Das Brenngaszuführloch 172IN ist in einem oberen Endabschnitt, in die Y-Richtung (Kurzseitenrichtung) des Außenrandabschnitts eines rechten Endes der Endplatte 170F an der Vorderendseite angeordnet und ein Brenngasauslassloch 172OT ist in die Y-Richtung in einem unteren Endabschnitt des linken Endes des Außenrandabschnitts angeordnet. Ein Kühlmittelzuführloch 176IN ist unterhalb des Brenngaszuführlochs 172IN angeordnet, um sich entlang der Y-Richtung zu erstrecken und ein Kühlmittelauslassloch 176OT ist oberhalb des Brenngasauslasslochs 172OT angeordnet, um sich entlang der Y-Richtung zu erstrecken. Man beachte, dass die vorstehend beschriebenen einzelnen Zuführ-/Auslasslöcher in eine Mehrzahl von Zuführ-/Auslasslöchern in der Brennstoffzelle 100 aufgeteilt sind, wie nachstehend beschrieben wird.

[0015] Eine jede von der vorderendseitigen Anschlussplatte 160F und der hinterendseitigen Anschlussplatte 160E, ist eine Stromabnehmerplatte für die erzeugte elektrische Leistung von jeder Brennstoffzelle 100 und gibt elektrische Leistung, die von einem Stromabnehmeranschluss 161 abgenommen wird, nach außen aus. Die Anschlussplatte 160F an der Vorderendseite unterscheidet sich von der Anschlussplatte 160E an der Hinterendseite in der Anwesenheit oder der Abwesenheit von Zuführ-/Auslasslöchern, und der Aufbau der Anschlussplatte 160F ist ansonsten derselbe wie jener der Anschlussplatte 160E.

[0016] Fig. 2 ist eine erläuternde Ansicht, die den Zustand der Anordnung der Anschlussplatte 160F, der Brennstoffzelle 100 und der Anschlussplatte 160E schematisch zeigt und Fig. 3 ist eine schematische perspektivische Ansicht, die den Aufbau der Brennstoffzelle 100 in einer Explosionsweise zeigt. Wie in Fig. 2 gezeigt, enthält die Brennstoffzelle 100 einen anodenseitigen Separator 120, einen kathodenseitigen Separator 130 und eine adhäsive Dichtung 140, und die adhäsive Dichtung 140 hält eine Membran-Elektroden-und-Gasdiffusionsschicht-Anordnung (MEGA) 110 um den Separatormittelbereich 101, der in der Zeichnung gezeigt ist, und dichtet einen Außenrand der MEGA 110 ab. In der Brennstoffzelle 100 wird die adhäsive Dichtung 140, die die MEGA 110 hält, zwischen dem anodenseitigen Separator 120 und dem kathodenseitigen Separator 130 gehalten, so dass die MEGA 110 in dem Separatormittelbereich 101 gehalten wird, und ein Raum zwischen den Separatoren wird unter Verwendung der adhäsiven Dichtung 140 in einem Außenrandabschnitt 103 um den Separatormittelbereich 101 herum abgedichtet.

[0017] Die MEGA 110 enthält eine Membran-Elektroden-Anordnung (MEA), in der zwei Katalysatore-

lektrodenschichten jeweils auf beiden Oberflächen einer Elektrolytmembran ausgebildet sind, und ist als ein Leistungserzeugungselement gestaltet, indem die MEA zwischen Gasdiffusionsschichten (GDL) gehalten wird, die das Gas zerstreuen und übertragen. Man beachte, dass die MEGA in einigen Fällen als MEA bezeichnet wird.

[0018] Ein jeder von dem anodenseitigen Separator 120 und dem kathodenseitigen Separator 130, ist aus einem Teil mit einer Gasbarriereeigenschaft und elektrischer Leitfähigkeit aufgebaut, und ist beispielsweise aus einem Kohlenstoffteil, wie dichtem Kohlenstoff, aufgebaut, bei dem Kohlenpartikel verdichtet werden und dadurch das Durchdringen von Gas verhindert wird, oder aus einem Metallteil, wie z.B. einem druckgeformten Edelstahl oder Titanium. In dieser Ausführungsform wird der anodenseitige Separator 120 durch Druckformen von Edelstahl erzeugt.

[0019] Der anodenseitige Separator 120 enthält einen Brenngasdurchgang in Form mehrerer Rillen auf MEGA 110-seitigen Oberfläche und einen Kühlmitteldurchgang in Form mehrerer Rillen auf der gegenüber liegenden Oberfläche, und der Brenngasdurchgang und der Kühlmitteldurchgang sind abwechselnd auf der Vorderseite und der Rückseite des Separators angeordnet (der Brenngasdurchgang auf der MEGA 110-seitigen Oberfläche und der Kühlmitteldurchgang auf der gegenüber liegenden Oberfläche sind abwechselnd angeordnet). Diese Durchgänge werden später beschrieben. Der anodenseitige Separator 120 enthält ein Brenngaszuführloch 102IN und ein Brenngasauslassloch 102OT, mehrere Oxidationsgaszuführlöcher 104IN und mehrere Oxidationsgasauslasslöcher 104OT und mehrere Kühlmittelzuführlöcher 106IN und mehrere Kühlmittelauslasslöcher 106OT, die wie die vorstehend beschriebenen Zuführ-/Auslasslöcher die Verteiler ausbilden. Ebenso enthält der kathodenseitige Separator 130 das Brenngaszuführloch 102IN und das Brenngasauslassloch 102OT, mehrere Oxidationsgaszuführlöcher 104IN und mehrere Oxidationsgasauslasslöcher 104OT und mehrere Kühlmittelzuführlöcher 106IN und mehrere Kühlmittelauslasslöcher 106OT. Außerdem enthält die adhäsive Dichtung 140 ebenso das Brenngaszuführloch 102IN und das Brenngasauslassloch 102OT, mehrere Oxidationsgaszuführlöcher 104IN und mehrere Oxidationsgasauslasslöcher 104OT und mehrere Kühlmittelzuführlöcher 106IN und mehrere Kühlmittelauslasslöcher 106OT, die den Zuführ-/Auslasslöchern des anodenseitigen Separators 120 entsprechen.

[0020] Die adhäsive Dichtung 140 besteht aus einem Gummi mit einer Dichtungseigenschaft, einer Isoliereigenschaft und Elastizität, beispielsweise aus Ethylen-Polyethylen-Dien-Gummi (EPDM), Nitril-

gummi (NBR) oder Fluorgummi (FKM) und weist ein Leistungserzeugungsbereichsfenster 141 auf, das an die rechteckige Form der MEGA 110 anpassbar ist. Ein gestufter Abschnitt ist am Außenrand des Leistungserzeugungsbereichsfensters 141 geschaffen und die MEGA 110 ist in dem gestuften Abschnitt platziert. Die in dem Leistungserzeugungsbereichsfenster 141 platzierte MEGA 110 überlappt mit der adhäsiven Dichtung 140 an dem gestuften Abschnitt der adhäsiven Dichtung 140, und ein an dem Leistungserzeugungsbereichsfenster 141 exponierter Bereich wird als Leistungserzeugungsbereich 112 verwendet, der die Zufuhr von Brenngas aus dem anodenseitigen Separator 120 empfängt, der später beschrieben wird. Die adhäsive Dichtung 140 enthält die vorstehend beschriebenen Zuführ-/Auslasslöcher in dem umgebenden Bereich um das Leistungserzeugungsbereichsfenster 141 herum, und dichtet den anodenseitigen Separator 120 und den kathodenseitigen Separator 130 einschließlich der Bereiche um ihre Zuführ-/Auslasslöcher in einem Zustand ab, bei dem die MEGA 110 in dem Leistungserzeugungsbereichsfenster 141 platziert ist. D.h. der gestufte Abschnitt der adhäsiven Dichtung 140 dichtet einen Bereich außerhalb des Leistungserzeugungsbereichs 112 in der MEGA 110 ab. Die adhäsive Dichtung 140 dichtet auch einen rechteckigen Außenbereich in der MEGA 110 ab, während sie zwischen dem anodenseitigen Separator 120 und dem kathodenseitigen Separator 130 eingefügt ist. **Fig. 2** zeigt, dass die adhäsive Dichtung 140 selbst eine Rechteckform aufweist, aber nachdem das vorstehend beschriebene Gummimaterial zwischen den Separatoren angeordnet wird und eine Wärmeverschweißung und Abkühlung durchgeführt werden, ist die adhäsive Dichtung 140 eigentlich gemäß der in **Fig. 2** gezeigten Form ausgebildet. Man beachte, dass, wie in **Fig. 2** gezeigt, die anodenseitigen und kathodenseitigen Separatoren 120 und 130 Brenngasabdichtungsmaterialien 300, Oxidationsgasabdichtungsmaterialien 301 und Kühlmittelabdichtungsmaterialien 302 enthalten, um die Abdichtungseigenschaften der Zuführ-/Auslasslöcher für das Brenngas, das Oxidationsgas und das Kühlmittel an der Verbindungsfläche zwischen den Separatoren abzusichern, wenn die Brennstoffzellen 100 gestapelt werden.

[0021] Der kathodenseitige Separator 130 enthält ein Gasdurchgangsteil 150 und das Gasdurchgangsteil 150 ist mit der MEGA 110 mit der adhäsiven Dichtung 140, die zwischen dem Gasdurchgangsteil 150 und der MEGA 110 eingefügt ist, aneinander gefügt. Das Gasdurchgangsteil 150 bildet den Durchgang für das Oxidationsgas von den Oxidationsgaszuführlöchern 104IN bis zu den Oxidationsgasauslasslöchern 104OT aus, d.h. einen Kathodendurchgang 152. Obere und untere Enden des Gasdurchgangsteils 150 sind so erweitert, dass sie mit den oberen Enden der Oxidationsgaszuführlöcher 104IN und

den unteren Enden der Oxidationsgasauslasslöcher 104OT überlappen. Dementsprechend führt das Gasdurchgangsteil 150 das Oxidationsgas aus den Oxidationsgaszuführlöchern 104IN des kathodenseitigen Separators 130 von dem unteren Ende ein und zerstreut und führt das Oxidationsgas auf der Kathodenebene (XY-Ebene) der MEGA 110 ein. Das Gasdurchgangsteil 150 lässt das redundante Oxidationsgas zu den Oxidationsgasauslasslöchern 104OT des kathodenseitigen Separators 130 von dem oberen Ende aus. Das Gasdurchgangsteil 150 ist als ein Streckmetall ausgebildet, indem Druckformen an einer Metallstahlplatte mit leitenden Eigenschaften, wie z.B. einer Edelstahlplatte, durchgeführt wird. Außerdem enthält das Gasdurchgangsteil 150 dünne Dichtungsbahnen 151, die das Gas an dem oberen und unteren Ende in **Fig. 2** nicht übertragen, und die Dichtungsbahnen 151 sind an den oberen und unteren Endbereichen der MEGA 110 verbunden.

[0022] **Fig. 4** ist eine schematische Draufsicht, die den Aufbau des anodenseitigen Separators 120 zeigt und **Fig. 5** ist eine erläuternde Ansicht, in der ein Brenngasdurchgang 200 und ein Kühlmittel-durchgang 204, der an der Vorderseite und Rückseite des anodenseitigen Separators 120 ausgebildet ist, einander überlagern und gezeigt sind. Eine jede der **Fig. 4** und **Fig. 5** zeigt den Zustand, der von der Seite einer Oberfläche (nachstehend „Kühloberfläche“ genannt) betrachtet wird, die einer weiteren Brennstoffzelle 100 neben dem anodenseitigen Separator 120 zugewandt ist. Eine Oberfläche, die die Rückseite der Kühloberfläche ist, d.h. eine Oberfläche, die der MEGA 110 zugewandt ist, wird „Gasoberfläche“ genannt. Der anodenseitige Separator 120 wird durch die Durchführung von Druckformen an einem Edelstahl oder dergleichen ausgebildet, und hält, wie in **Fig. 2** gezeigt, die MEGA 110 zwischen dem anodenseitigen Separator 120 und dem kathodenseitigen Separator 130, wobei das Gasdurchgangsteil 150 mit der adhäsiven Dichtung 140 zwischen dem anodenseitigen Separator 120 und dem kathodenseitigen Separator 130 eingefügt ist. Der anodenseitige Separator 120 enthält mehrere erste Rillen 202 und mehrere zweite Rillen 204, die in einem Separatormittelbereich 121, der dem vorstehend beschriebenen Leistungserzeugungsbereich 112 der MEGA 110 zugewandt ist, abwechselnd angeordnet sind, und enthält das Brenngaszufuhrloch 102IN und das Brenngasauslassloch 102OT, mehrere Oxidationsgaszuführlöcher 104IN und mehrere Oxidationsgasauslasslöcher 104OT, und mehrere Kühlmittelzuführlöcher 106IN und mehrere Kühlmittelauslasslöcher 106OT als die Zuführ-/Auslasslöcher für das reaktive Gas und das vorstehend beschriebene Kühlmittel in einem Außenrandabschnitt 123, der sich von dem Separatormittelbereich 121 nach außen hin erstreckt und der den Separatormittelbereich 121 umgibt. Unter

den Zuführ-/Auslasslöchern sind das Brenngaszuführloch 102IN und das Brenngasauslassloch 102OT einzeln durch das Brenngasabdichtungsmaterial 300 abgedichtet, und eine Reihe von mehreren Oxidationsgaszuführlöchern 104IN und eine Reihe von mehreren Oxidationsgasauslasslöchern 104OT sind durch die entsprechenden Oxidationsgasabdichtungsmaterialien 301 abgedichtet. Das Kühlmittelabdichtungsmaterial 302 umgibt einen Kühlmittelzirkulationsbereich, der die mehreren Kühlmittelzuführlöcher 106IN und die mehreren Kühlmittelauslasslöcher 106OT enthält, und den Separatormittelbereich 121 an der Kühlflächen-seite, und dichtet den Kühlmittelzirkulationsbereich ab. In dem kathodenseitigen Separator 130 sind die Zuführ-/Auslasslöcher auch auf eine ähnliche Weise abgedichtet.

[0023] Jede erste Rille 202 ist eine vertiefte Rille, die an der Seite der vorstehend beschriebenen Gasoberfläche des anodenseitigen Separators 120, d.h. an der Seite der MEGA 110, geöffnet ist, und sich an der Gasoberfläche erstreckt. Jede zweite Rille 204 ist eine vertiefte Rille, die an der Seite der vorstehend beschriebenen Kühlmitteloberfläche des anodenseitigen Separators 120, mit anderen Worten, an der Seite der Oberfläche in **Fig. 4**, geöffnet ist, und erstreckt sich an der Kühlmitteloberfläche. Die ersten Rillen 202 und die zweiten Rillen 204 sind durch Druckformen ausgebildet, bei dem eine unebene Form, die den Formverläufen der Rillen angepasst ist, an den Separatormittelbereich 121 gedrückt wird. Die ersten Rillen 202 und die zweiten Rillen 204 werden als mehrere unebene Streifen ausgebildet. In dem Separatormittelbereich 121 sind die ersten Rillen 202 und die zweiten Rillen 204 an der vorderen Oberfläche und der rückseitigen Oberfläche des anodenseitigen Separators 120 abwechselnd angeordnet. D.h. in einer länglichen Querschnittsansicht in **Fig. 6** wird der anodenseitige Separator 120 ausgebildet, um eine unebene Form (gewellte Querschnittsform) aufzuweisen, in der die ersten Rillen 202 und die zweiten Rillen 204 abwechselnd und wiederholt angeordnet sind.

[0024] Jede erste Rille 202, die an der Seite der Gasoberfläche eingedrückt ist, bildet eine Brenngasdurchgangsrille (nachstehend als „Brenngasdurchgangsrille 202“ genannt), die der MEGA 110, die an dem Leistungserzeugungsbereichsfenster 141 der adhäsiven Dichtung 140 exponiert ist, das Brenngas zuführt. Jede zweite Rille 204, die an der Seite der Kühlmitteloberfläche eingedrückt ist, bildet eine Rippe aus, die die Brenngasdurchgangsrillen 202 trennt, und bildet auch eine Kühlmitteldurchgangsrille (nachstehend „Kühlmitteldurchgang 204“ genannt) aus, durch die das Kühlmittel hindurchströmt, wenn der anodenseitige Separator 120 mit dem später beschriebenen kathodenseitigen Separator 130 in Verbindung ist. Der Gasdurchgang 200

ist durch mehrere Brenngasdurchgangsrillen 202 aufgebaut und der Brenngasdurchgang 200 und der Kühlmitteldurchgang 204 sind an den vorderen und rückseitigen Oberflächen des anodenseitigen Separators 120 ausgebildet. Der Brenngasdurchgang 200 erstreckt sich, während er sich faltet, von dem Brenngaszuführloch 102IN bis zu dem Brenngasauslassloch 102OT. Der Brenngasdurchgang 200 ist an der Seite der vorstehend beschriebenen Gasoberfläche an der entfernten Seite in jeder der **Fig. 4** und **Fig. 5** als ein Serpentinendurchgang ausgebildet, in dem die Strömungsrichtung des Gases mehrere Male umgekehrt wird. In der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform erstrecken sich in dem Brenngasdurchgang 200, der als der Serpentinendurchgang dient, die Brenngasdurchgangsrillen 202, die an den Seiten des oberen und unteren Endes des in **Fig. 4** gezeigten Separatormittelbereichs 121 angeordnet sind, in eine rechte und linke Richtung des Separatormittelbereichs 121, d.h. in die X-Richtung in **Fig. 4**, an der Seite des Außenrandabschnitts 123. Bei diesem Aufbau, ist es in dem Fall möglich, wenn der Separatormittelbereich 121 dem Leistungserzeugungsbereich 112 der MEGA 110 zugewandt ist, das Brenngas dem Außenrand des Leistungserzeugungsbereichs 112 aus den Brenngasdurchgangsrillen 202 zuzuführen, die sich in die rechte und linke Richtung des Separatormittelbereichs 121 an der Seite des Außenrandabschnitts 123 erstrecken. Man beachte, dass, wie in einem vergrößerten Teil C in **Fig. 4** gezeigt, die erste Rille 202, die an der Seite jedes oberen und unteren Endes des Separatormittelbereichs 121 angeordnet ist, und die sich in die rechte und linke Richtung des Separatormittelbereichs 121 an der Seite des Außenrandabschnitts 123 erstreckt, als eine Endabschnitt-Erstriele 202t genannt wird, um die vorstehend beschriebene erste Rille 202 von der ersten Rille 202, die innerhalb des Separatormittelbereichs 121 angeordnet ist, zu unterscheiden.

[0025] Da der Brenngasdurchgang 200 als der Serpentinendurchgang ausgebildet ist, wird in jedem der horizontal endseitigen Bereiche (nachstehend als Durchgangshorizontalendbereiche genannt) in den rechten und linken Seiten des in **Fig. 4** gezeigten Separatormittelbereichs 121 die Richtung des Durchgangs von der X-Richtung zu der Y-Richtung oder umgekehrt von der Y-Richtung zu der X-Richtung geändert. Jede Brenngasdurchgangsrille 202, die den Brenngasdurchgang 200 ausbildet, funktioniert als eine Rippe, die die Kühlmitteldurchgänge 204 an der Seite der Kühlflächen in einem geraden Abschnittsbereich trennt, der sich in die X-Richtung erstreckt, die die vorstehend beschriebenen Horizontalendbereiche enthält. Die Brenngasdurchgangsrillen 202 behindern nicht die Strömung des Kühlmittels in den zweiten Rillen 204, das zu den Kühlmittelauslasslöchern 106OT strömt. In dem Durchgangshorizontalendbereich, in dem die Rich-

tung des Durchgangs umgekehrt wird, agieren die Brenngasdurchgangsrillen 202 jedoch als Wände, und es gibt eine Möglichkeit, dass die Strömung des Kühlmittels, das von den Kühlmittelzuführlöchern 106IN zu den Kühlmittelauslasslöchern 106OT strömt, behindert werden kann. Um dem zu begegnen, werden Abschnitte, jedes mit einer geringen Tiefe, entlang des Durchgangs in jeder Brenngasdurchgangsrille 202 in dem Durchgangshorizontalebenebereich geschaffen, und dadurch wird die Strömung des Kühlmittels zwischen benachbarten zweiten Rillen 204 ermöglicht. Bei diesem Aufbau wird die Strömung des Kühlmittels nicht länger in den Horizontalalebenebereichen in der linken und rechten Seite des Separatormittelbereichs 121 behindert. Somit werden mehrere Kühlmitteldurchgänge 204 an der rückseitigen Oberfläche des Brenngasdurchgangs 200 ausgebildet, die als Serpentinendurchgang dienen (mit anderen Worten, die mehreren Kühlmitteldurchgänge 204 sind an einer gegenüber dem Brenngasdurchgang 200 liegenden Oberfläche ausgebildet) und das Kühlmittel strömt von den Kühlmittelzuführlöchern 106IN zu den Kühlmittelauslasslöchern 106OT entlang der Kühlmitteldurchgänge 204.

[0026] Außerdem enthält der anodenseitige Separator 120 einen Schneidabschnitt 120c und einen Verbindermontageabschnitt 125 an dem Außenrandabschnitt 123 in einem Separatoreckabschnitt an der Seite des Brenngasauslasslochs 102OT. Der Schneidabschnitt 120c dient als ein Montageabschnitt, in welchem ein Zellenüberwachungsverbinde montiert wird und für mögliche Messungen jeder Brennstoffzelle 100 verwendet wird.

[0027] Wie in **Fig. 3** gezeigt, wird der kathodenseitige Separator 130 in eine im Wesentlichen flache Form ausgebildet. In dem kathodenseitigen Separator 130 ragen die Beine 131 zur entfernten Seite in der Nähe des oberen und unteren Endes des Separatormittelbereichs 137 über, der dem vorstehend beschriebenen Leistungserzeugungsbereich 112 der MEGA 110 zugewandt ist, d.h. in der Nähe des oberen und unteren Endes des Gasdurchgangsteils 150. Jedes Bein 131 kommt mit dem Außenrandabschnitt 123 des anodenseitigen Separators 120 der benachbarten, später beschriebenen, Brennstoffzelle 100 in Verbindung, wenn die Brennstoffzellen 100 gestapelt werden. Der Zustand der Verbindung wird später beschrieben. Der kathodenseitige Separator 130 enthält als vorstehend beschriebene Zuführ-/Auslasslöcher für das reaktive Gas und das Kühlmittel das Brenngaszuführloch 102IN und das Brenngasauslassloch 102OT, mehrere Oxidationsgaszuführlöcher 104IN und mehrere Oxidationsgasauslasslöcher 104OT und mehrere Kühlmittelzuführlöcher 106IN und mehrere Kühlmittelauslasslöcher 106OT in einem Außenrandabschnitt 138, der sich von dem Separatormittel-

bereich 137 aus nach außen erstreckt und den Separatormittelbereich 137 umgibt.

[0028] Als Nächstes wird eine Beschreibung des Zustands des Stapels der Brennstoffzellen 100 in der Brennstoffbatterie 10 erfolgen. **Fig. 6** zeigt einen schematischen Abschnitt der Brennstoffbatterie 10, die entlang der Linie VI-VI in dem vergrößerten Teil C der **Fig. 4** geschnitten ist. Wie in der Zeichnung gezeigt, ist die Brennstoffbatterie 10 durch Stapeln mehrerer Brennstoffzellen 100 aufgebaut. In der Brennstoffzelle 100 wird die MEGA 110 zwischen dem anodenseitigen Separator 120 und dem kathodenseitigen Separator 130 gehalten. Man beachte, dass in **Fig. 6** die MEGA 110 in einem Zustand gezeigt ist, bei dem eine MEA 110D, in der die Katalysatorelektrodenschichten jeweils an beiden Membranoberflächen der Elektrolytmembran verbunden sind, zwischen einer anodenseitigen Gasdiffusionsschicht 110A und einer kathodenseitigen Gasdiffusionsschicht 110C gehalten wird. In jeder Brennstoffzelle 100 wird der Außenrandabschnitt 123 (siehe **Fig. 3** und **Fig. 4**), der sich von dem Separatormittelbereich 121 in dem anodenseitigen Separator 120 entfernt, mit der MEGA 110 an dem Außenrand des Leistungserzeugungsbereichs 112 (siehe **Fig. 3** und **Fig. 4**) der MEGA 110 verbunden. Außerdem wird in jeder Brennstoffzelle 100 der Separatormittelbereich 121, der mit den ersten Rillen 202 und den zweiten Rillen 204 geschaffen ist, veranlasst, dem Leistungserzeugungsbereich 112 der MEGA 110 zugewandt und mit diesem in Verbindung zu sein. Bei diesem Aufbau werden Öffnungsenden der Erstrille 202t des Endabschnitts und die ersten Rillen 202 der anderen Abschnitte durch die MEGA 110 und die Erstrille 202t geschlossen, und die ersten Rillen 202 funktionieren als Brenngasdurchgangsrillen 202. In dem kathodenseitigen Separator 130 wird der Separatormittelbereich 137 (siehe **Fig. 3**) veranlasst, dem Leistungserzeugungsbereich 112 der MEGA 110 zugewandt zu sein, wobei das Gasdurchgangsteil 150 dazwischen eingefügt ist.

[0029] Außerdem werden in jeder Brennstoffzelle 100 der Außenrandabschnitt 123 des anodenseitigen Separators 120 und der Außenrandabschnitt 138 des kathodenseitigen Separators 130 veranlasst, über eine adhäsive Dichtung 140, die als eine Abdichtung an der Seite des Außenrands der MEGA 110 funktioniert, einander zugewandt zu sein. Wie in **Fig. 6** gezeigt, enthält der Außenrandabschnitt 123 des anodenseitigen Separators 120 überstehende Abschnitte 123t, die an der Seite des Oxidationsgasauslasslochs 104OT von der Zelle nach außen überstehen, und die adhäsive Dichtung 140 dichtet einen Abschnitt zwischen dem Außenrandabschnitt 138 des kathodenseitigen Separators 130 und dem Außenrandabschnitt 123 und den überstehenden Abschnitten 123t ohne einen Spalt ab.

[0030] In den gestapelten Brennstoffzellen 100, die nebeneinander angeordnet sind, wird eine untere Wand 202s jeder der ersten Rillen 202 des anodenseitigen Separators 120 einer der Brennstoffzellen 100 mit dem kathodenseitigen Separator 130 der anderen Brennstoffzelle 100 in Verbindung gebracht. Bei diesem Aufbau wird das Öffnungsende der zweiten Rille 204 geschlossen, und die zweite Rille 204 funktioniert als die Kühlturchgangsrille 204. Außerdem wird bei den gestapelten Brennstoffzellen 100, die nebeneinander angeordnet sind, jedes Bein 131 des kathodenseitigen Separators 130 einer der Brennstoffzellen 100 mit dem anderen Außenrandabschnitt 123 des anodenseitigen Separators 120 der anderen Brennstoffzelle 100 in Verbindung gebracht. Bei diesem Aufbau funktioniert jedes Bein 131 als eine Stütze jeder Brennstoffzelle 100 an dem Außenrandabschnitt 123 des anodenseitigen Separators 120. In den gestapelten Brennstoffzellen 100, die nebeneinander angeordnet sind, wird jeder überstehende Abschnitt 123t an dem Außenrandabschnitt 123 des anodenseitigen Separators 120 einer der Brennstoffzellen 100 mit dem Außenrandabschnitt 138 des kathodenseitigen Separators 130 der anderen Brennstoffzelle 100 in Verbindung gebracht. Bei diesem Aufbau wird ein ausgesparter Abschnitt zwischen den überstehenden Abschnitten 123t außerhalb des Oxidationsgasauslasslochs 104OT ausgebildet und das Oxidationsgasabdichtungsmaterial 301 ist in dem ausgesparten Abschnitt angeordnet.

[0031] In den gestapelten Brennstoffzellen 100, die nebeneinander angeordnet sind, werden das Kühlmittelabdichtungsmaterial 302 (siehe **Fig. 4**) und das Oxidationsgasabdichtungsmaterial 301, das die Oxidationsgasauslasslöcher 104OT umgibt, zwischen dem anodenseitigen Separator 120 einer der Brennstoffzellen 100 und dem kathodenseitigen Separator 130 der anderen Brennstoffzelle 100 an der oberen Endseite des Separators gehalten. Das Kühlmittelabdichtungsmaterial 302 umgibt den Kühlmittelzirkulationsbereich, der das Brenngaszuführloch 102IN, den Separatormittelbereich 121 an der Seite der Kühloberfläche, als der Seite, an der der Kühlmitteldurchgang 204 geöffnet ist, und das Brenngasauslassloch 102OT enthält. Man beachte, dass das Kühlmittelabdichtungsmaterial 302 und das Oxidationsgasabdichtungsmaterial 301, das die Oxidationsgaszuführlöcher 104IN umgibt, zwischen dem anodenseitigen Separator 120 einer der Brennstoffzellen 100 und dem kathodenseitigen Separator 130 der anderen Brennstoffzelle 100 an der unteren Endseite der Separatoren gehalten werden. Außerdem werden am rechten und linken Ende der Separatoren das Kühlmittelabdichtungsmaterial 302, das Brenngasabdichtungsmaterial 300, das das Brenngaszuführloch 102IN umgibt, und das Brenngasabdichtungsmaterial 300, das das Brenngasauslassloch 102OT umgibt, zwischen dem anodenseitigen

Separator 120 einer der Brennstoffzellen 100 und dem kathodenseitigen Separator 130 der anderen Brennstoffzelle 100 gehalten.

[0032] Auf diese Weise wird die Brennstoffbatterie 10, in der die Brennstoffzellen 100 gestapelt sind, in die Zellstapelrichtung unter Verwendung mehrerer Befestigungsbolzen, die nicht gezeigt sind, befestigt. In der Brennstoffbatterie 10, die die Befestigungsstruktur aufweist, kommt der anodenseitige Separator 120 einer der gestapelten Brennstoffzellen 100, die nebeneinander angeordnet sind, mit dem kathodenseitigen Separator 130 der anderen Brennstoffzelle 100 in Verbindung.

[0033] Als Nächstes wird eine Beschreibung des Aufbaus des Gasdurchgangsteils 150 in dem kathodenseitigen Separator 130 erfolgen. **Fig. 7** ist eine erläuternde Ansicht, die schematisch Teilbereiche eines Durchgangsbereichs in dem Gasdurchgangsteil 150 zeigt, wenn ein kathodenseitiger Separator 130 in einer Draufsicht betrachtet wird; **Fig. 8** ist eine erläuternde Ansicht, die schematisch einen Durchgangsaufbau zeigt, wenn ein Teil eines stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru von der Gasstromaufwärtsseite an der Seite des Oxidationsgaszuführlochs 104IN betrachtet wird, und **Fig. 9** ist eine erläuternde Ansicht, die schematisch einen Durchgangsaufbau zeigt, wenn ein Teil eines stromabwärtsseitigen Durchgangsbereichs Rd von der Gasstromaufwärtsseite an der Seite des Oxidationsgaszuführlochs 104IN betrachtet wird.

[0034] Wie in **Fig. 7** gezeigt, teilt das Gasdurchgangsteil 150 den Separatormittelbereich 137 des kathodenseitigen Separators 130 in den stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru an der Seite des Oxidationsgaszuführlochs 104IN und den stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd an der Seite des Oxidationsgasauslasslochs 104OT. In jedem Durchgangsbereich wird das Oxidationsgas zerstreut und der kathodenseitigen Gasdiffusionschicht 110C (siehe **Fig. 6**) der MEGA 110 unter Verwendung eines gitterförmigen Durchgangs zugeführt. In dem Gasdurchgangsteil 150 wird ein gestreckter Durchgang, der als der gitterförmige Durchgang dient, unter Verwendung eines Streckmetalls, das durch Druckformen ausgebildet wird, ausgebildet. Wie in **Fig. 8** und **Fig. 9** gezeigt, wird das Gasdurchgangsteil 150 durch mehrere einen Durchgang ausbildende Elementreihen 40 aufgebaut. In jeder einen Durchgang ausbildenden Elementreihe 40 sind Durchgangselemente Em, die den gitterförmigen Durchgang ausbilden, nacheinander entlang einer zweiten Richtung (X-Richtung) geschaffen, die mit einer ersten Richtung (Y-Richtung) kreuzt, die sich von dem Oxidationsgaszuführloch 104IN bis zum dem Oxidationsgasauslassloch 104OT erstreckt. Genauer gesagt, wird das Durchgangselement Em durch einen ausgesparten

Abschnitt und einen überstehenden Abschnitt aufgebaut, die miteinander in X-Richtung verbunden sind, und die den Durchgang ausbildende Elementreihe 40 wird durch aufeinanderfolgendes, wiederholtes Schaffen der Durchgangselemente Em entlang der X-Richtung aufgebaut. In **Fig. 8** und **Fig. 9** sind die den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 durch Indizes 1 bis 19 (n) gekennzeichnet und der Index T kennzeichnet eine später beschriebene Wendereihe des Durchgangs. Die den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 bilden den gitterförmigen gestreckten Durchgang über dem Separatormittelbereich 137 und die Bereiche unter den Dichtungsbahnen 151 oberhalb und unterhalb des Separatormittelbereichs 137 aus. Außerdem werden in dem Gasdurchgangsteil 150 die mehreren den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 von dem Oxidationsgaszuführloch 104IN bis zu dem Oxidationsgasauslassloch 104OT entlang der Y-Richtung, senkrecht zu der X-Richtung, d.h. der Y-Richtung als der Strömungsrichtung des Gases (der Luft), die in der Zeichnung als eine Richtung nach oben und unten gezeigt ist, nacheinander geschaffen. Man beachte, dass in dem gitterförmigen Durchgang, der durch die Durchgangselemente Em ausgebildet ist, eine Aufbauwand, die jeden der ausgesparten Abschnitte und der überstehenden Abschnitte ausbildet, eine vordefinierte Neigung bezüglich der XY-Ebene aufweist, und die Aufbauwände werden nacheinander geschaffen.

[0035] In der den Durchgang ausbildenden Elementreihe 40, werden die Durchgangselemente Em in einem Wiederholungsabstand τ in eine +X-Richtung oder eine -X-Richtung nacheinander angeordnet. Die Anzahl der den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 entlang der Y-Richtung, d.h. die Anzahl von Reihen, die mit dem Index der den Durchgang ausbildenden Elementreihe 40 gekennzeichnet sind, in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru unterscheidet sich in der folgenden Weise von jener in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd. In dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru werden 19 den Durchgang ausbildende Elementreihen 40, die mit den Indizes 1 bis 19 gekennzeichnet sind, als eine in die Y-Richtung aufeinanderfolgende Bereitstellungseinheit festgelegt und auf diese Weise werden die den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 wiederholt nacheinander in die Y-Richtung geschaffen. Auf der anderen Seite werden in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd 9 den Durchgang ausbildende Elementreihen 40, die mit den Indizes 1 bis 9 gekennzeichnet sind, als eine in die Y-Richtung aufeinanderfolgende Bereitstellungseinheit festgelegt und auf diese Weise werden die den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 wiederholt nacheinander in die Y-Richtung geschaffen. In einem jeden von dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru und dem stromabwärtsseitigen Durch-

gangsbereich Rd, sind die den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 so geschaffen, dass sich die Strömungsrichtung des Oxidationsgases (mit anderen Worten, die Strömungsrichtung des Oxidationsgases wird geleitet) in eine erste Neigungsrichtung erstreckt, in der die Strömungsrichtung des Oxidationsgases (in der Zeichnung) nach links geneigt ist und sich in eine zweite Neigungsrichtung erstreckt, in der die Strömungsrichtung des Oxidationsgases (in der Zeichnung) nach rechts geneigt ist. Die erste Neigungsrichtung und die zweite Neigungsrichtung sind hierin bezüglich der Y-Richtung symmetrisch. D.h. bei der Brennstoffbatterie 10 der vorliegenden Ausführungsform ist in dem Gasdurchgangsteil 150 des kathodenseitigen Separators 130 ein Wendeeintervall, an dem die Strömungsrichtung des Oxidationsgases zu der ursprünglichen Strömungsrichtung (der ersten Neigungsrichtung oder der zweiten Neigungsrichtung) zurückkehrt, nachdem sie nach links (d.h. sich in die erste Neigungsrichtung erstreckend) gewendet hat und nach rechts (d.h. sich in die zweite mit der ersten Neigungsrichtung bezüglich der Y-Achse symmetrischen Neigungsrichtung erstreckend) gewendet hat, in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru von dem Wendeeintervall in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd verschieden gemacht, indem die Anzahl der Reihen, die die in die Y-Richtung aufeinanderfolgende Bereitstellungseinheit in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru von der Anzahl der Reihen, die die in die Y-Richtung aufeinanderfolgende Bereitstellungseinheit definieren, in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd verschieden gemacht wird.

[0036] Da die Dicke eines bestehenden Streckdruckblatts (eines streckverarbeitbaren Blatts) in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform ungefähr 0,6 mm beträgt, wird ein Wendeeintervall Tu in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru auf 11 mm eingestellt, und ein Wendeeintervall Td in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd wird auf 5,5 mm eingestellt. Das Verhältnis Tu : Td zwischen dem Wendeeintervall Tu und dem Wendeeintervall Td ist deshalb 2,1 : 1. Das Verhältnis Tu : Td kann geeignet eingestellt werden, indem die Anzahl der Reihen „n“, die die vorstehend beschriebene aufeinanderfolgende Bereitstellungseinheit in Y-Richtung definiert, zwischen dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru und dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd geeignet geändert wird, und das Verhältnis Tu : Td soll 1,1 : 1 bis 3 : 1 betragen. Dieser Punkt wird später beschrieben. Man beachte, dass in einem jeden von dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru und dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd, wie sie in **Fig. 6** gezeigt sind, sogar in dem Bereich der mit der Dichtungsbahn 151 abgedeckt ist, die den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 in die Y-Richtung nacheinander geschaffen

sind. Ein Druckform-Verfahren zum aufeinanderfolgendem Ausbilden der den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 in dem Gasdurchgangsteil 150 unterscheidet sich nicht von einem bestehenden Streckmetallherstellungsverfahren, und das Drucken kann durchgeführt werden, während ein (nicht gezeigtes) Schneidblatt in einem Wiederholungsabstand τ in die -X-Richtung zurückkehrt, nachdem das Schneidblatt in einem Wiederholungsabstand τ in die +X-Richtung geschickt wurde.

[0037] Als Nächstes wird eine Beschreibung des Verhältnisses zwischen dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru und dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd erfolgen. **Fig. 10** ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einem Wendebereich T und der Ausgangsleistung der Brennstoffzelle zeigt. Der Graph in **Fig. 10** wurde auf folgende Weise bestimmt.

[0038] Eine Testbrennstoffzelle, die bei Ausgangsleistungsmessungen verwendet wird, weist dieselben Spezifikationen, einschließlich der Form und des Leistungserzeugungsbereichs 112, wie jene der Brennstoffzelle 100 der in **Fig. 2** gezeigten vorliegenden Ausführungsform, und die den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 werden mit demselben Wendebereich T in die Y-Richtung über den gesamten Bereich in dem Gasdurchgangsteil 150 nacheinander geschaffen. Die Wendebereiche T der Testbrennstoffzellen TP1, TP2, TP3 und TP4 unterscheiden sich voneinander. Das Wendebereich T der Testbrennstoffzelle TP1 beträgt 5,5 mm. Das Wendebereich T der Testbrennstoffzelle TP1 ist dasselbe wie das Wendebereich Td des stromabwärtsseitigen Durchgangsbereichs Rd in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform. Das Wendebereich T der Testbrennstoffzelle TP2 beträgt 7,7 mm. Das Wendebereich T der Testbrennstoffzelle TP2 ist im Wesentlichen ein Zwischenwert zwischen dem Wendebereich Td des stromabwärtsseitigen Durchgangsbereichs Rd und dem Wendebereich Tu des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform. Das Wendebereich T der Testbrennstoffzelle TP3 beträgt 11 mm. Das Wendebereich T der Brennstoffzelle TP3 ist dasselbe wie das Wendebereich Tu des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform. Das Wendebereich T der Testbrennstoffzelle TP4 beträgt 16,5 mm, das ist das Dreifache des Wendebereichs Td. Die vorstehend beschriebenen Testbrennstoffzellen TP1 bis TP4 wurden betrieben, während das Gas in derselben Weise zugeführt wurde, es wurden elektrische Ausgangsleistungen der Brennstoffzelle bei einer normalerweise erwarteten Temperatur (60°C) bestimmt, und der Graph in **Fig. 10** wurde erlangt. Aus diesem Graph kann ersehen werden, dass es möglich ist, eine vorteilhafte Leistungserzeugungsfähigkeit zu

erlangen, indem das Wendebereich T auf einen Wert, der kleiner als 16,5 mm beträgt, reduziert wird, und das Wendebereich T auf einen Wert der gleich 5,5 mm oder größer ist, eingestellt wird. Auf dieser Basis wird in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform das Verhältnis zwischen dem Wendebereich Tu des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru und dem Wendebereich Td des stromabwärtsseitigen Durchgangsbereichs Rd auf 1,1 : 1 bis 3 : 1 eingestellt.

[0039] Als Nächstes wird eine Beschreibung einer Durchgangsbreite Rw des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru in dem Separatormittelbereich 137 erfolgen. **Fig. 11** ist eine erläuternde Ansicht, die den Belegzustand des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru in einem Separatormittelbereich 137 und den Überlappungszustand zwischen dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru und dem Brenngasdurchgang 200 zeigt. Wie in **Fig. 11** gezeigt, erstreckt sich der stromaufwärtsseitige Durchgangsbereich Ru in die Y-Richtung von der Seite des Oxidationsgaszuführlochs 104IN bis zu der Seite der Oxidationsgasauslasslöcher 104OT in dem Separatormittelbereich 137, der dem Leistungserzeugungsbereich 112 (siehe **Fig. 3**) zugewandt ist. Außerdem überlappt der stromaufwärtsseitige Durchgangsbereich Ru mit einem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd in dem Brenngasdurchgang 200, der als der Serpentinendurchgang des anodenseitigen Separators 120 (siehe **Fig. 3**) dient, wobei die MEGA 110 zwischen dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru und dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd eingefügt ist. Man beachte, dass in **Fig. 11** unter der Annahme, dass der anodenseitige Separator 120 oberhalb des kathodenseitigen Separators 130 angeordnet ist, der in der Zeichnung gezeigt ist, der Brenngasdurchgang 200 transparent gezeigt wird.

[0040] **Fig. 12** ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einer Belegrate des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru in dem Separatormittelbereich 137 des Gasdurchgangsteils 150 und der Ausgangsleistung der Brennstoffzelle zeigt. Der Graph in **Fig. 12** wurde auf die folgende Weise bestimmt.

[0041] Wie in **Fig. 11** gezeigt, wurden zuerst die Testbrennstoffzellen TP5 bis TP8 vorbereitet, die verschiedene Durchgangsbreiten Rw des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru in die Y-Richtung aufweisen. Die Durchgangsbreite Rw ist die Breite von dem unteren Ende des Separatormittelbereichs 137 an der Seite des Oxidationsgaszuführlochs 104IN bis zum oberen Ende des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru. Die Spezifikationen jeder der Brennstoffzellen TP5 bis TP8 sind dieselben wie jene der Brennstoffzelle 100 der in **Fig. 2** gezeigten vorliegenden Ausführungs-

form, wie sie vorstehend beschrieben wird. Die Testbrennstoffzelle TP5 enthält nicht den stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru, der das in **Fig. 8** gezeigte Wendeintervall Tu aufweist, und der gesamte Bereich des Separatormittelbereichs 137 wird durch den stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd besetzt, der das in **Fig. 9** gezeigte Wendeintervall Td aufweist. In der Testbrennstoffzelle TP6 ist 33% des Separatormittelbereichs 137 durch den stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru besetzt, der das Wendeintervall Tu aufweist. In der Testbrennstoffzelle TP7 ist 50% des Separatormittelbereichs 137 durch den stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru besetzt, der das Wendeintervall Tu aufweist. In der Testbrennstoffzelle TP8 ist 66% des Separatormittelbereichs 137 durch den stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru besetzt, der das Wendeintervall Tu aufweist. Die vorstehend beschriebenen Testbrennstoffzellen TP5 bis TP8 wurden betrieben, während das Gas in derselben Weise zugeführt wurde, es wurden elektrische Ausgangsleistungen der Brennstoffzelle bei einer normalerweise erwarteten Temperatur (60°C) bestimmt, und der Graph in **Fig. 12** wurde erlangt. Aus diesem Graphen kann ersehen werden, dass es möglich ist, eine vorteilhafte Leistungserzeugungsfähigkeit zu erlangen, indem die Durchgangsbreite Rw des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru auf 50% oder weniger der Breite des Separatormittelbereichs 137 des Gasdurchgangsteils 150 in die Y-Richtung in dem kathodenseitigen Separator 130, d.h. auf die gesamte Durchgangsbreite des gestreckten Durchgangs des kathodenseitigen Separators 130, eingestellt wird. Auf dieser Basis wird in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Erfindung die Durchgangsbreite Rw des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru auf 50% oder weniger der gesamten Durchgangsbreite des gestreckten Durchgangs des kathodenseitigen Separators 130 eingestellt. Im Falle der **Fig. 12** entspricht eine jede von der Testbrennstoffzelle TP6 und der Testbrennstoffzelle TP7 der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform.

[0042] Wie in **Fig. 11** gezeigt, ist die Durchgangsbreite des Brenngasdurchgangs 200, der als der Serpentinendurchgang dient, durch die Umkehrung (Falten) des Durchgangs von dem Brenngaszuführloch 102IN bis zum Brenngasauslassloch 102OT in drei gleiche Breiten aufgeteilt und in die Y-Richtung des Separatormittelbereichs 137 weisen ein stromaufwärtsseitiger Durchgangsabschnitt, ein mittelstromseitiger Durchgangsabschnitt und der am weitesten stromabwärtsseitige Durchgangsabschnitt Srd die drei vorstehend beschriebenen gleichen Breiten auf. In der Testbrennstoffzelle TP6 ist 33% des Separatormittelbereichs 137 durch den stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru mit dem Wendeintervall Tu besetzt. Dementsprechend wird die Durchgangsbreite Rw des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbe-

reichs Ru in der Testbrennstoffzelle TP6 mit der Durchgangsbreite des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts Srd des Brenngasdurchgangs 200 gleich, der als Serpentinendurchgang dient, wobei der stromaufwärtsseitige Durchgangsbereich Ru mit dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd überlappt, wobei die MEGA 110 dazwischen eingefügt ist, und, wie in **Fig. 12** gezeigt, die Testbrennstoffzelle TP6 eine hohe Leistungserzeugungsfähigkeit aufweist.

[0043] Als Nächstes wird eine Beschreibung der relativen Feuchtigkeit des Durchgangs entlang des Brenngasdurchgangs 200 erfolgen. Wenn die relative Feuchtigkeit des Brenngasdurchgangs 200 niedrig ist, kann eine Bewegung des von der MEGA 110 (siehe **Fig. 6**) erzeugten Wassers auftreten und eine Feuchtigkeit der Elektrolytmembran kann sich verschlechtern. Es ist dementsprechend wünschenswert, dass jeder Durchgangsbereich des Brenngasdurchgangs 200 eine hohe relative Feuchtigkeit aufweist. **Fig. 13** ist eine erläuternde Ansicht, die ein tatsächliches Messergebnis einer relativen Feuchtigkeit jedes Durchgangsbereichs des Brenngasdurchgangs 200 in einer Testbrennstoffzelle TP5 zeigt und **Fig. 14A** und **Fig. 14B** sind erläuternde Ansichten, die jede einen Leistungsvergleich zwischen der Testbrennstoffzelle TP5 und der Testbrennstoffzelle TP6 zeigen, die der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform entsprechen. Die Testbrennstoffzelle TP5 ist eine Vergleichsbeispielzelle und, und enthält, wie vorstehend beschrieben, nicht den stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru, der das Wendeintervall Tu (siehe **Fig. 8**) aufweist, und somit kann eine Verbesserung der relativen Feuchtigkeit, die sich aufgrund die Einführung des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru ergibt, nicht stattfinden. Im Gegensatz dazu ist in der Testbrennstoffzelle TP6 33% der Durchgangsbreite des Separatormittelbereichs 137 durch den stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru besetzt, so dass der stromaufwärtsseitige Durchgangsbereich Ru, der das Wendeintervall Tu (siehe **Fig. 8**) aufweist, mit dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd des Brenngasdurchgangs 200 überlappt, wobei die MEGA 110 dazwischen eingefügt ist. Auf dieser Basis ist es bei der Testbrennstoffzelle TP6, die der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform entspricht, möglich, die Wirkung der Verbesserung der relativen Feuchtigkeit dadurch zu erlangen, dass der stromaufwärtsseitige Durchgangsbereich Ru enthalten wird. **Fig. 14A** zeigt die relative Feuchtigkeit in jeder der Brennstoffzellen TP5 und TP6. In der Testbrennstoffzelle TP6, die der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform entspricht, wurde im Vergleich mit der Vergleichsbeispielzelle die relative Feuchtigkeit an dem Anschlussende des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts Srd des Brenngasdurchgangs 200, der in

Fig. 13 gezeigt ist, von 16% auf 43% verbessert. Außerdem wurde herausgefunden, dass die Verbesserung der relativen Feuchtigkeit weiter befördert wird, wenn der Zufuhrdruck des Oxidationsgases aus den Oxidationsgaszuführlöchern 104IN erhöht wird.

[0044] Zusätzlich dazu wurde, wie in **Fig. 14B** gezeigt, in der Testbrennstoffzelle TP6, die der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform entspricht, aufgrund der vorstehend beschriebenen Verbesserung der relativen Feuchtigkeit als einem Faktor, im Vergleich mit der Testbrennstoffzelle TP5 als der Vergleichsbeispielzelle der Stapelwiderstand reduziert und es wurde eine Verbesserung der Leistungserzeugungsfähigkeit erlangt.

[0045] Als Nächstes wird eine Beschreibung des Aufbaus des Kühlmitteldurchgangs in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Ru und in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Rd erfolgen. **Fig. 15** ist eine erläuternde Ansicht, in der der schematische Querschnitt des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru und der schematische Querschnitt des stromabwärtsseitigen Durchgangsbereichs Rd im dem Fall miteinander verglichen werden, bei dem die Brennstoffbatterie 10 in einer Schnittansicht, wie in **Fig. 6**, betrachtet wird.

[0046] Wie in der Zeichnung gezeigt, wird in der Brennstoffzelle 100 angenommen, dass die Durchgangsformen der Brenngasdurchgangsrillen 202, die an der Seite der anodenseitigen Gasdiffusionsschicht 110A geöffnet sind, in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru und dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd einander identisch sind. Bezüglich der Kühlmitteldurchgänge 204, die durch den kathodenseitigen Separator 130 geschlossen sind, weist auf der anderen Seite der Kühlmitteldurchgang 204, der in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru enthalten ist, eine Durchgangsbreite, die größer als jene des Kühlmitteldurchgangs 204 ist, der in dem Durchgangsbereich Rd enthalten ist. In der Brennstoffzelle 100, überlappt, wie vorstehend beschrieben, der stromaufwärtsseitige Durchgangsbereich Ru, der mit dem Kühlmitteldurchgang 204 geschaffen ist, der die größere Durchgangsbreite aufweist, mit dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd des Brenngasdurchgangs 200. Dementsprechend wird in der Brennstoffzelle 100, wie in **Fig. 15** gezeigt, die Strömungsrate des Kühlmittels erhöht, das in dem Kühlmitteldurchgang 204, der sich von dem Kühlmittelzuführloch 106IN bis zu dem Kühlmittelauslassloch 106OT erstreckt, über die Rückseite des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd des Brenngasdurchgangs 200 strömt, der als der Serpentinendurchgang dient, um größer als die Strömungsrate des Kühlmittels zu sein, das in dem Kühlmitteldurchgang 204, der sich

von dem Kühlmittelzuführloch 106IN bis zu dem Kühlmittelauslassloch 106OT erstreckt, über die Rückseite eines Abschnitts stromaufwärts von dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd in dem Brenngasdurchgang 200 strömt, der als der Serpentinendurchgang dient, und die Wirkung der Kühlung des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd wird dadurch verstärkt.

[0047] Wie bisher beschrieben, wird in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform in dem Gasdurchgangsteil 150 des kathodenseitigen Separators 130, der Kathodendurchgang 152 für das Oxidationsgas, der sich von dem Oxidationsgaszuführloch 104IN bis zu den Oxidationsgasauslasslöchern 104OT erstreckt, als der gestreckte Durchgang (**Fig. 8**, **Fig. 9**) ausgebildet, und das Wendepunkt T, bei dem die Strömungsrichtung des Oxidationsgases zu der ursprünglichen Richtung in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru an der Seite der Oxidationsgaszuführlöcher 104IN zurückkehrt und das Wendepunkt T in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd an der Seite der Oxidationsgasauslasslöcher 104OT werden so eingestellt, dass das Wendepunkt Tu in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru größer als das Wendepunkt Td in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd ist. Bei diesem Aufbau ist es in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru, als der Oxidationsgaszuführseite, möglich, die Anzahl der Wendestellen zu reduzieren, an denen sich die Strömungsrichtung des Oxidationsgases ändert, um den Druckverlust des Gases zu unterdrücken. Ferner wird basierend auf dem in **Fig. 10** erlangten Leistungsvergleich in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform durch die Einstellung des Verhältnisses $Tu : Td$ zwischen dem Wendepunkt Tu in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich und dem Wendepunkt Td in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd auf 1,1 : 1 bis 3 : 1, die Anzahl der Wendestellen in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru im Vergleich mit der Anzahl von Wendestellen in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd nicht übermäßig reduziert oder die Anzahl von Wendestellen in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd wird im Vergleich mit der Anzahl der Wendestellen in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru nicht übermäßig erhöht, und die Wendestellen sind in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru und dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd in einer ausgewogenen Weise geschaffen. Mit diesem Aufbau ist es möglich, das Eindringen von Wasser in die MEGA 110 zu unterdrücken, das üblicherweise in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich Rd vorkommt, in dem viele Wendestellen geschaffen sind. Als Ergebnis ist es in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform möglich, den Druckverlust des Oxi-

dationsgases in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru als der Oxidationsgaszuführseite zu unterdrücken und ein Überfluten zu unterdrücken.

[0048] Zusätzlich dazu wird in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform möglich, die relative Feuchtigkeit des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts Srd des Brenngasdurchgangs 200, der als der Serpentinendurchgang dient, der durch den anodenseitigen Separator 120 ausgebildet wird, in der folgenden Weise erhöht. Der am weitesten stromabwärtsseitige Durchgangsabschnitt Srd des Brenngasdurchgangs 200, der als der Serpentinendurchgang dient, überlappt mit dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru des Gasdurchgangsteils 150, wobei die MEGA 110 dazwischen eingefügt ist, und somit wird die relative Feuchtigkeit aufgrund der Wasserentfernung durch das Oxidationsgas oder die Zuführung von trockenem Oxidationsgas (siehe **Fig. 13**) üblicherweise reduziert. In der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform wird jedoch das Verdampfen von Wasser aus der MEGA 110 durch Reduzieren der Anzahl von Wendestellen in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru (siehe **Fig. 8**) unterdrückt, und somit ist es möglich, Wasser, das in der MEGA 110 enthalten ist, zu dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd des Brenngasdurchgangs 200 zu schicken. Auf dieser Basis ist in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform möglich, wie in **Fig. 14A** gezeigt, die relative Feuchtigkeit des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts Srd des Brenngasdurchgangs 200, der als Serpentinendurchgang dient, zu erhöhen.

[0049] In der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform wird die Durchgangsbreite Rw des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru entlang der Y-Richtung, die sich von dem Oxidationsgaszuführloch 104IN bis zu den Oxidationsgasauslasslöchern 104OT erstreckt, mit einer Durchgangsbreite des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts Srd des Brenngasdurchgangs 200, der als Serpentinendurchgang dient (**Fig. 11, Fig. 12**: siehe die Testbrennstoffzelle TP6), gleich gemacht. Deshalb ist in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform durch Veranlassen, dass sich der stromaufwärtsseitige Durchgangsbereich Ru, der in der Lage ist, die Verdunstung von Wasser zu unterdrücken, mit dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd, der dieselbe Durchgangsbreite aufweist, überlappt, möglich, die relative Feuchtigkeit des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts Srd zuverlässiger zu erhöhen.

[0050] In der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform wird die Durchgangsbreite Rw des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru

entlang der Y-Richtung, die sich von den Oxidationsgaszuführlöchern 104IN bis zu den Oxidationsgasauslasslöchern 104OT erstreckt, auf 50% oder weniger der gesamten Durchgangsbreite des Gasdurchgangsteils 150 entlang der Y-Richtung eingestellt (**Fig. 11, Fig. 12**: siehe die Testbrennstoffzellen TP6 bis TP7). Mit diesem Aufbau in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform ist es möglich, den stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich Ru, in welchem die Anzahl von Wendestellen reduziert ist, zu sichern, so dass das Verdunsten von Wasser aus der MEGA 110 unterdrückt wird, und Wasser aus der MEGA 110 kann zu dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd des Brenngasdurchgangs 200 geschickt werden. Es ist somit möglich, noch zuverlässiger die relative Feuchtigkeit des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts Srd des Brenngasdurchgangs 200 in Form des Serpentinendurchgangs zu erhöhen.

[0051] In der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform wird die Kühlwirkung durch das Kühlmittel des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts Srd verstärkt, indem die Durchgangsbreite des Kühlmitteldurchgangs 204 in dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd des Brenngasdurchgangs 200, der als Serpentinendurchgang dient, größer als die Durchgangsbreite des Kühlmitteldurchgangs 204 in einem stromaufwärts von dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd in dem Brenngasdurchgang 200 gemacht wird (siehe **Fig. 15**). Deshalb ist es in der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform möglich, das Verdunsten von Wasser durch effizientes Kühlen des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts Srd des Brenngasdurchgangs 200, der aufgrund einer Reduktion der relativen Feuchtigkeit üblicherweise austrocknet, zu unterdrücken, und es ist somit möglich, die Austrocknung zu unterdrücken.

[0052] Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, und die Erfindung kann in verschiedenen Aufbauten umgesetzt werden, ohne von dem Umfang der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise können die technischen Merkmale in den Ausführungsformen geeignet ersetzt oder kombiniert werden, um einen Teil der vorstehend beschriebenen Probleme oder sie alle zu lösen oder um einen Teil der vorstehenden Wirkungen oder sie alle zu erzielen.

[0053] In der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform wird die Anzahl der den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40, die das Wendesintervall Tu in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Ru definieren, auf 19 eingestellt, und die Anzahl der den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40, die das Wendesintervall Td in dem strom-

abwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Rd definieren, wird auf 9 eingestellt, aber die den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 können in die Y-Richtung nacheinander geschaffen sein, so dass die Anzahlen der den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Ru und in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Rd andere Anzahlen als die oben beschriebenen Anzahlen sind. Außerdem ist es möglich, die Anzahlen der den Durchgang ausbildenden Elementreihen 40 in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Ru und in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Rd auf gerade Anzahlen einzustellen.

[0054] In der Brennstoffzelle 100 der vorliegenden Ausführungsform überlappt der stromaufwärtsseitige Durchgangsbereich Ru entlang der Y-Richtung, die sich von den Oxidationsgaszuführlöchern 104IN bis zu den Oxidationsgasauslasslöchern 104OT erstreckt, mit dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt Srd des Brenngasdurchgangs 200, wobei die MEGA 110 dazwischen eingefügt ist, und die Durchgangsbreite Rw des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru wird auf 50% oder weniger der gesamten Durchgangsbreite des Gasdurchgangsteils 150 entlang der Y-Richtung eingestellt. Sogar bei dem Aufbau, bei dem die Durchgangsbreite Rw des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru, der, wie in **Fig. 8** gezeigt, das große Wendeeintervall T aufweist, auf 50% oder weniger der gesamten Durchgangsbreite des Gasdurchgangsteils 150 entlang der Y-Richtung eingestellt wird, ist es möglich, die Wirkung, die durch Einstellen des Wendeeintervalls T des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs Ru auf das große Wendeeintervall erlangt wird, zu erzielen.

Patentansprüche

1. Brennstoffzelle, die dadurch charakterisiert ist, dass sie aufweist:
eine Membran-Elektroden-Anordnung (110D), die eine Elektrolytmembran und Elektroden enthält, die mit den Membranflächen der Elektrolytmembran verbunden sind;
ein anodenseitiger Durchgangsaufbauabschnitt (120), der ein Brenngaszuführloch (102IN) und ein Brenngasauslassloch (102OT) aufweist, und der einen Anodendurchgang (200) bildet, der ein Brenngas zu einer der Elektroden der Membran-Elektroden-Anordnung (110D) als ein Serpentinendurchgang zuführt, in dem eine Strömungsrichtung des Brenngases mehrere Male umgekehrt wird, wobei sich der Anodendurchgang (200) von dem Brenngaszuführloch (102IN) bis zu dem Brenngasauslassloch (102OT) erstreckt; und
ein kathodenseitiger Durchgangsaufbauabschnitt (130), der ein Oxidationsgaszuführloch (104IN) und ein Oxidationsgasauslassloch (104OT) aufweist,

und der einen Kathodendurchgang (152) bildet, der als ein gitterförmiger Durchgang das Oxidationsgas zerstreut und der das Oxidationsgas zu einer weiteren Elektrode der Membran-Elektroden-Anordnung (110D) zuführt, wobei sich der Kathodendurchgang (152) von dem Oxidationsgaszuführloch (104IN) bis zu dem Oxidationsgasauslassloch (104OT) erstreckt, wobei:

der kathodenseitige Durchgangsaufbauabschnitt (130) mehrere einen Durchgang ausbildende Elementreihen (40) enthält, die nacheinander von dem Oxidationsgaszuführloch (104IN) bis zu dem Oxidationsgasauslassloch (104OT) entlang einer ersten Richtung geschaffen sind, die sich von dem Oxidationsgaszuführloch (104IN) bis zu dem Oxidationsgasauslassloch (104OT) erstreckt;

eine jede der einen Durchgang ausbildenden Elementreihen (40) wird durch aufeinanderfolgendes Schaffen mehrerer Durchgänge ausgebildet, die Elemente (Em) entlang einer zweiten Richtung, die mit der ersten Richtung kreuzt, ausbilden;

die mehreren einen Durchgang ausbildenden Elementreihen (40) werden nacheinander geschaffen, so dass sich eine Strömungsrichtung des Oxidationsgases, das in dem Kathodendurchgang (152) strömt, der als gitterförmiger Durchgang dient, sich in eine erste Neigungsrichtung und eine zweite Neigungsrichtung in jeder vorbestimmten Anzahl der den Durchgang ausbildenden Elementreihen (40) erstreckt, wobei die vorbestimmte Anzahl eine ganze Zahl von 2 oder mehr ist;

die erste Neigungsrichtung ist bezüglich der ersten Richtung zu einer Seite geneigt, die zweite Neigungsrichtung ist bezüglich der ersten Richtung zu einer weiteren Seite geneigt, und die erste Neigungsrichtung und die zweite Neigungsrichtung sind bezüglich der ersten Richtung symmetrisch;
ein Wendeeintervall, an dem die Strömungsrichtung des Oxidationsgases zu einer ursprünglichen Richtung in einem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich (Ru) an einer Seite des Oxidationsgaszuführlochs (104IN) zurückkehrt, ist anders als das Wendeeintervall in einem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich (Rd) an einer Seite des Oxidationsgasauslasslochs gemacht, indem die vorbestimmte Anzahl in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich (Ru) verschieden von der vorbestimmten Anzahl in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich (Rd) gemacht ist;

ein Verhältnis zwischen dem Wendeeintervall (Tu) in dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich (Ru) und dem Wendeeintervall (Td) in dem stromabwärtsseitigen Durchgangsbereich (Rd) wird auf 1,1 : 1 bis 3 : 1 eingestellt; und

der stromaufwärtsseitige Durchgangsbereich (Ru) überlappt mit dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt (Srd) des Anodendurchgangs (200), wodurch er als Serpentinendurchgang dient, der durch den anodenseitigen Durchgangsaufbauabschnitt (120) ausgebildet wird, wobei die

Membran-Elektroden-Anordnung (110D) zwischen dem stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereich (Ru) und dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitt (Srd) eingefügt ist.

2. Brennstoffzelle gemäß Anspruch 1, wobei eine Durchgangsbreite (Rw) des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs (Ru) entlang der ersten Richtung mit einer Durchgangsbreite des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts (Srd) des Anodendurchgangs (200), der als Serpentinendurchgang dient, gleich ist.

3. Brennstoffzelle gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei eine Durchgangsbreite (Rw) des stromaufwärtsseitigen Durchgangsbereichs (Ru) entlang der ersten Richtung auf 50% oder weniger einer gesamten Durchgangsbreite des Kathodendurchgangs (152) entlang der ersten Richtung eingestellt ist.

4. Brennstoffzelle gemäß einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 3, wobei:
 der Anodendurchgang (200) an einer der Oberflächen des anodenseitigen Durchgangsaufbauabschnitts (120) als der Serpentinendurchgang ausgebildet wird, wobei der Anodendurchgang (200) durch eine Rille (202) ausgebildet wird, die an einer Seite einer der Elektroden geöffnet ist;
 anodenseitiger Durchgangsaufbauabschnitt (120) weist ein Kühlmittelzuführloch (106IN) und ein Kühlmittelauslassloch (106OT) auf, und enthält mehrere Kühlmitteldurchgänge (204), in denen ein Kühlmittel von dem Kühlmittelzuführloch (106IN) zu dem Kühlmittelauslassloch (106OT) strömt, wobei die mehreren Kühlmitteldurchgänge (204) an einer Oberfläche gegenüber dem Anodendurchgang (200) ausgebildet sind; und
 mehrere Kühlmitteldurchgänge (204) so ausgebildet sind, dass eine Strömungsrate des Kühlmittels, das in dem Kühlmitteldurchgang, der sich von dem Kühlmittelzuführloch (106IN) zu dem Kühlmittelauslassloch (106OT) erstreckt, über eine Rückseite des am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts (Srd) des Anodendurchgangs (200) strömt, der als Serpentinendurchgang dient, größer als eine Strömungsrate des Kühlmittels ist, das in dem Kühlmitteldurchgang, der sich von dem Kühlmittelzuführloch (106IN) zu dem Kühlmittelauslassloch (106OT) erstreckt, über eine Rückseite eines Abschnitts stromaufwärts von dem am weitesten stromabwärtsseitigen Durchgangsabschnitts (Srd) des Anodendurchgangs (200) strömt, der als Serpentinendurchgang dient.

Es folgen 16 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

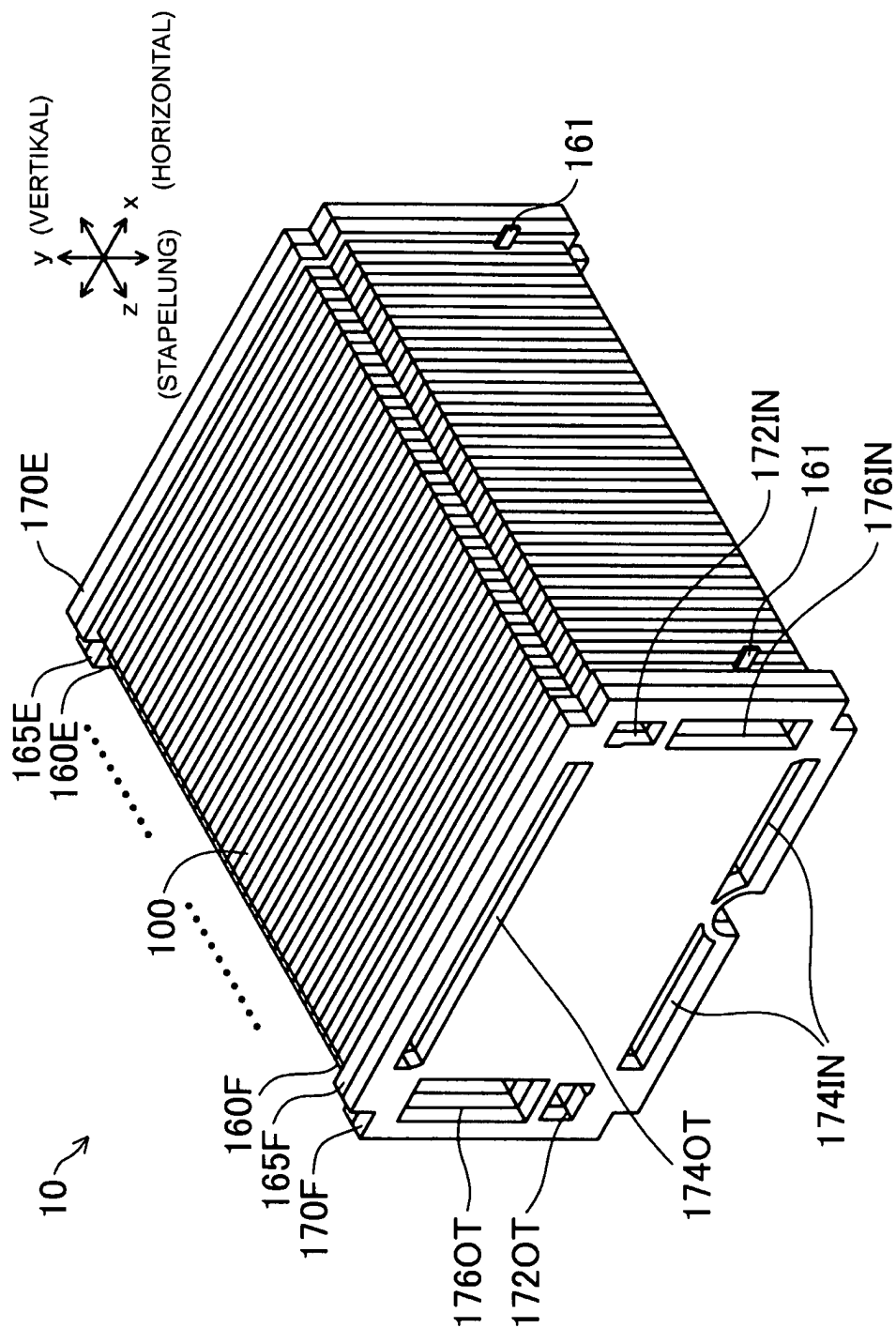


FIG. 2

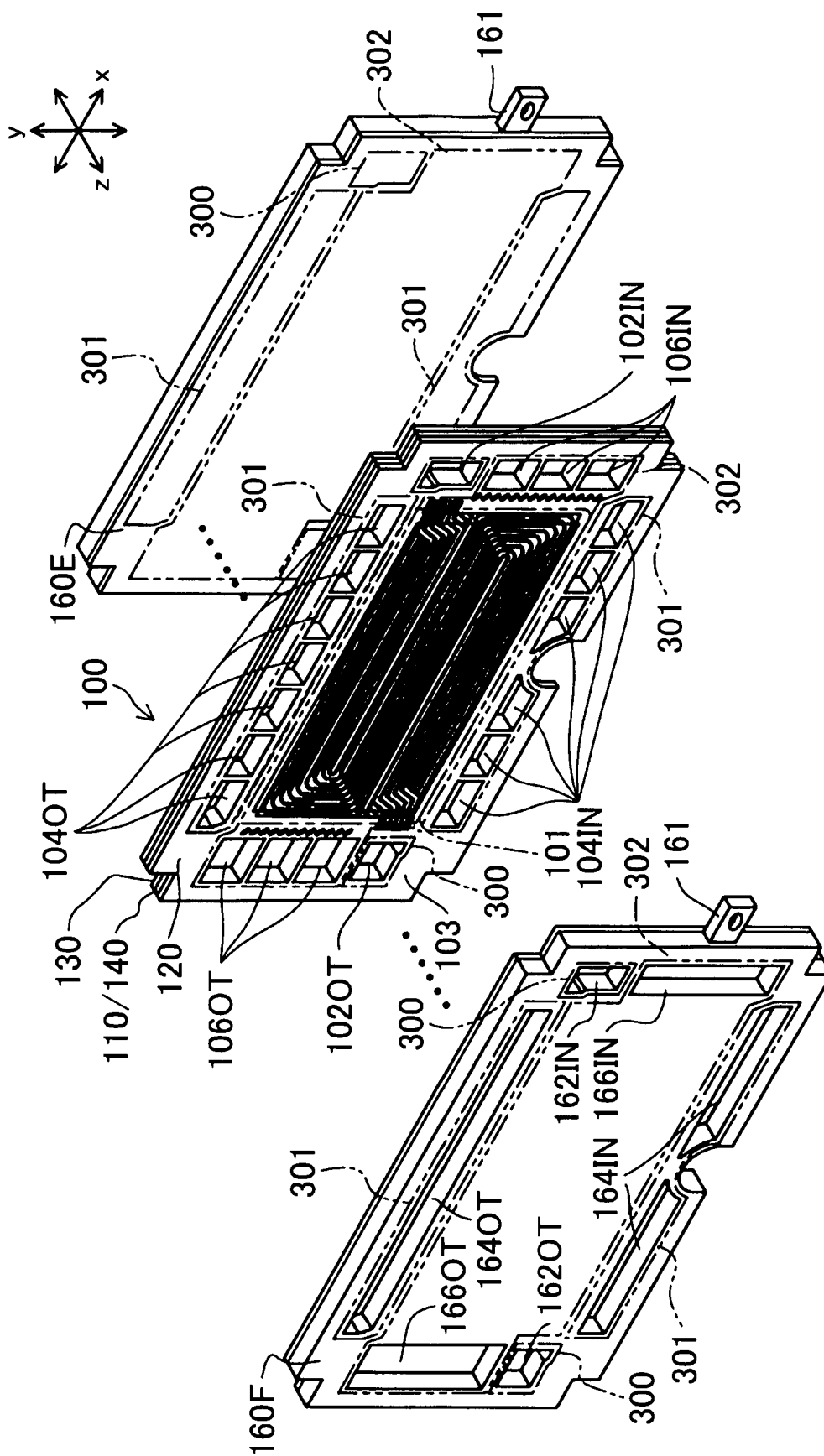


FIG. 3

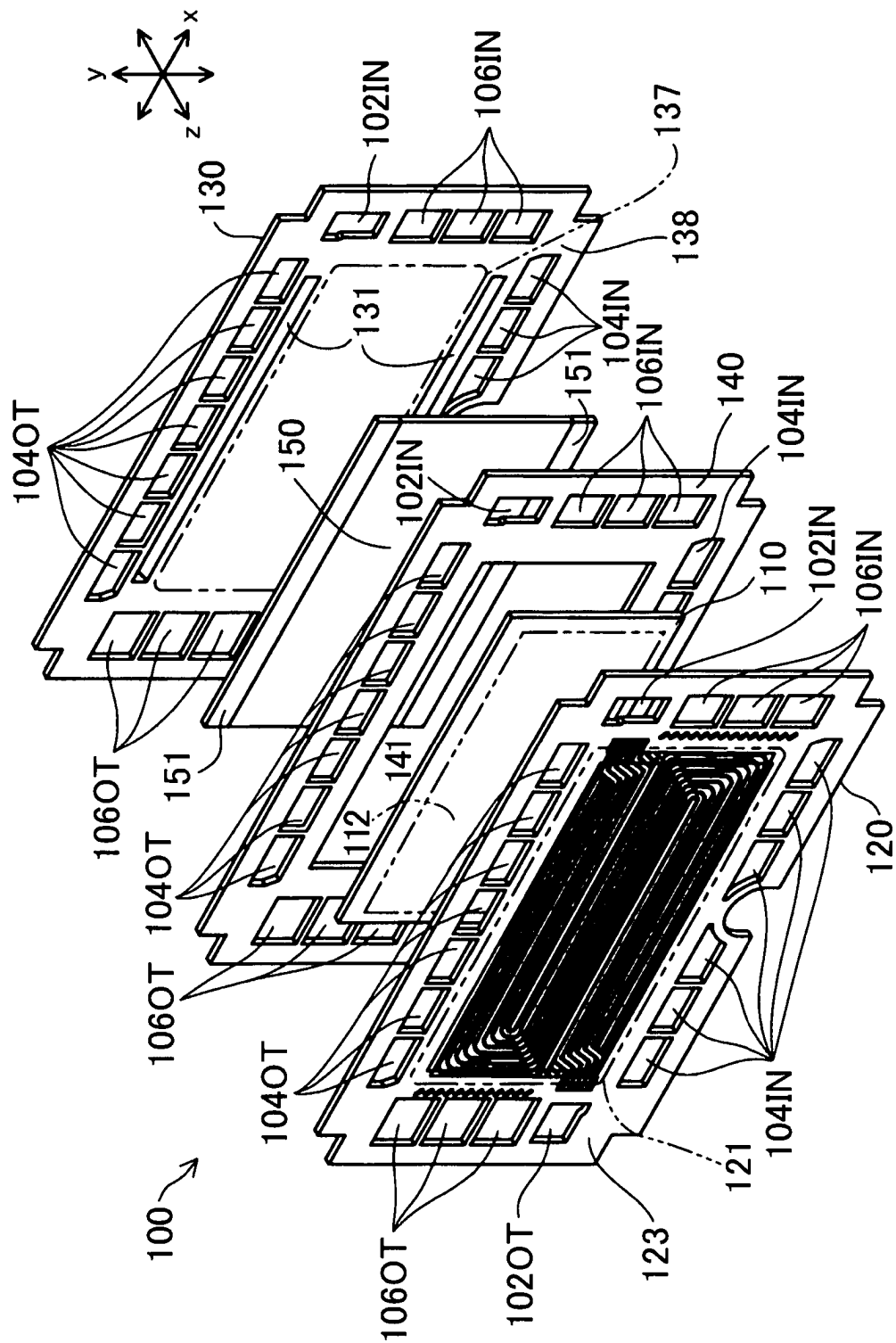


FIG. 4

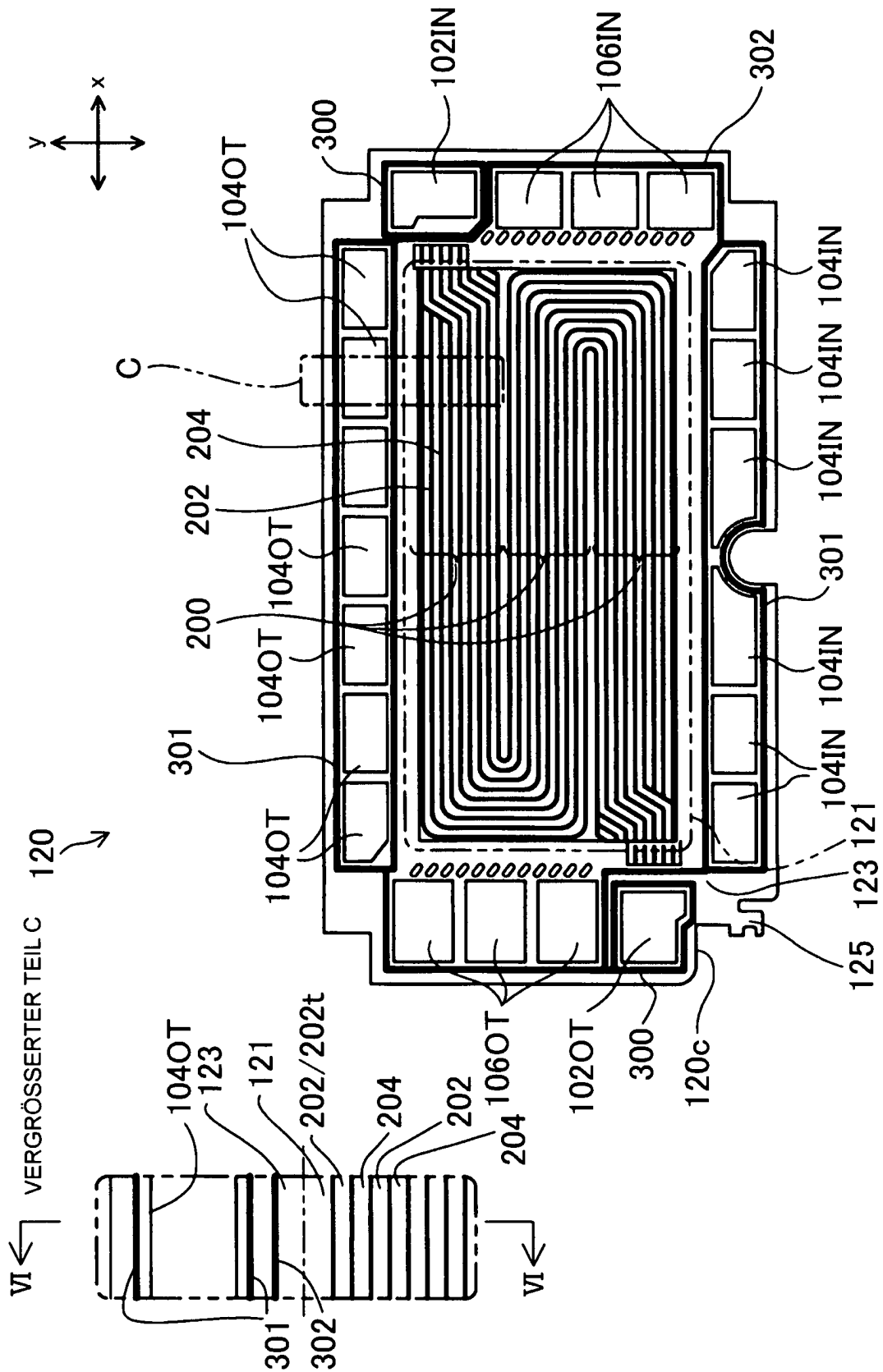


FIG. 5.

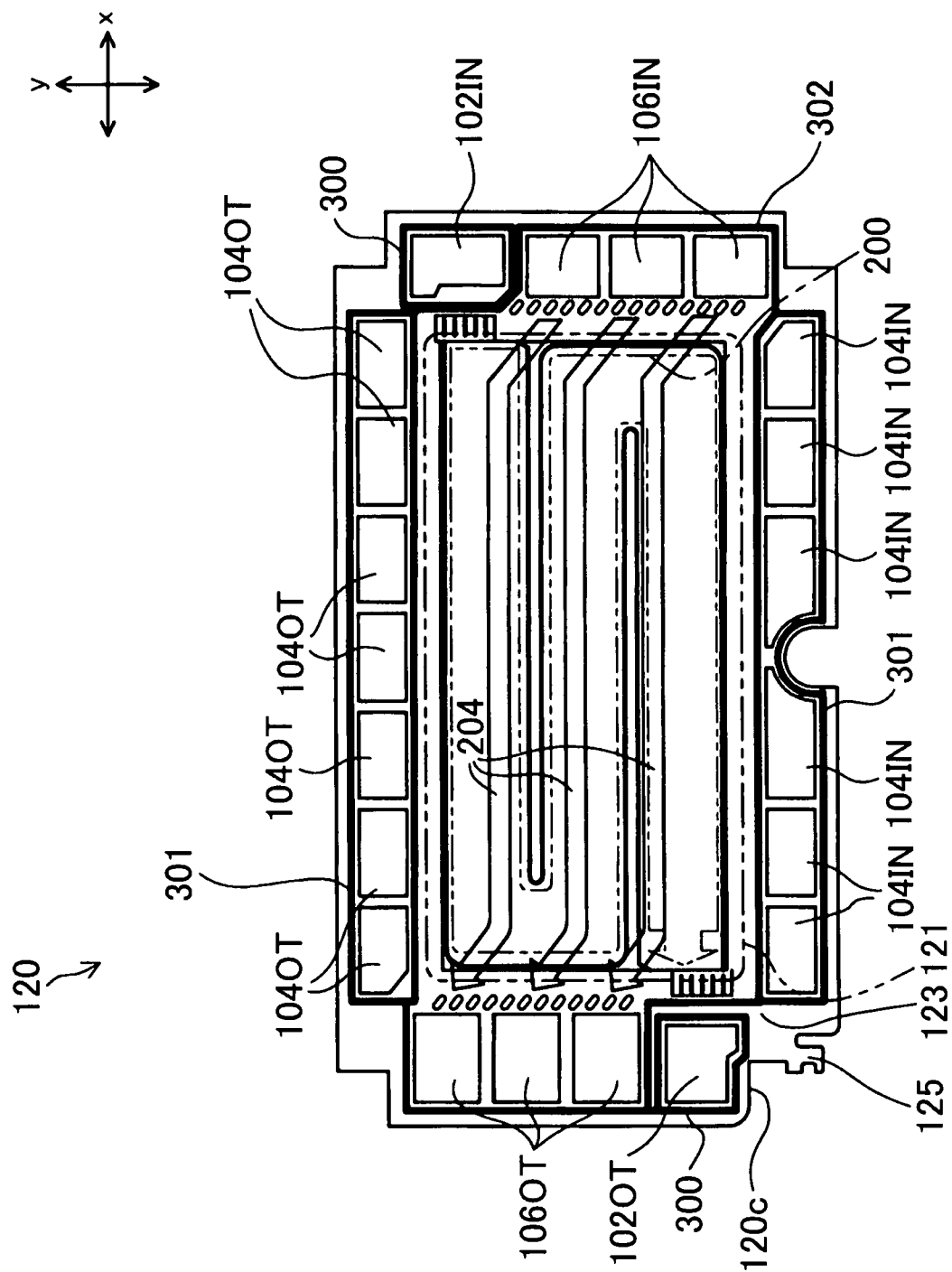


FIG. 6

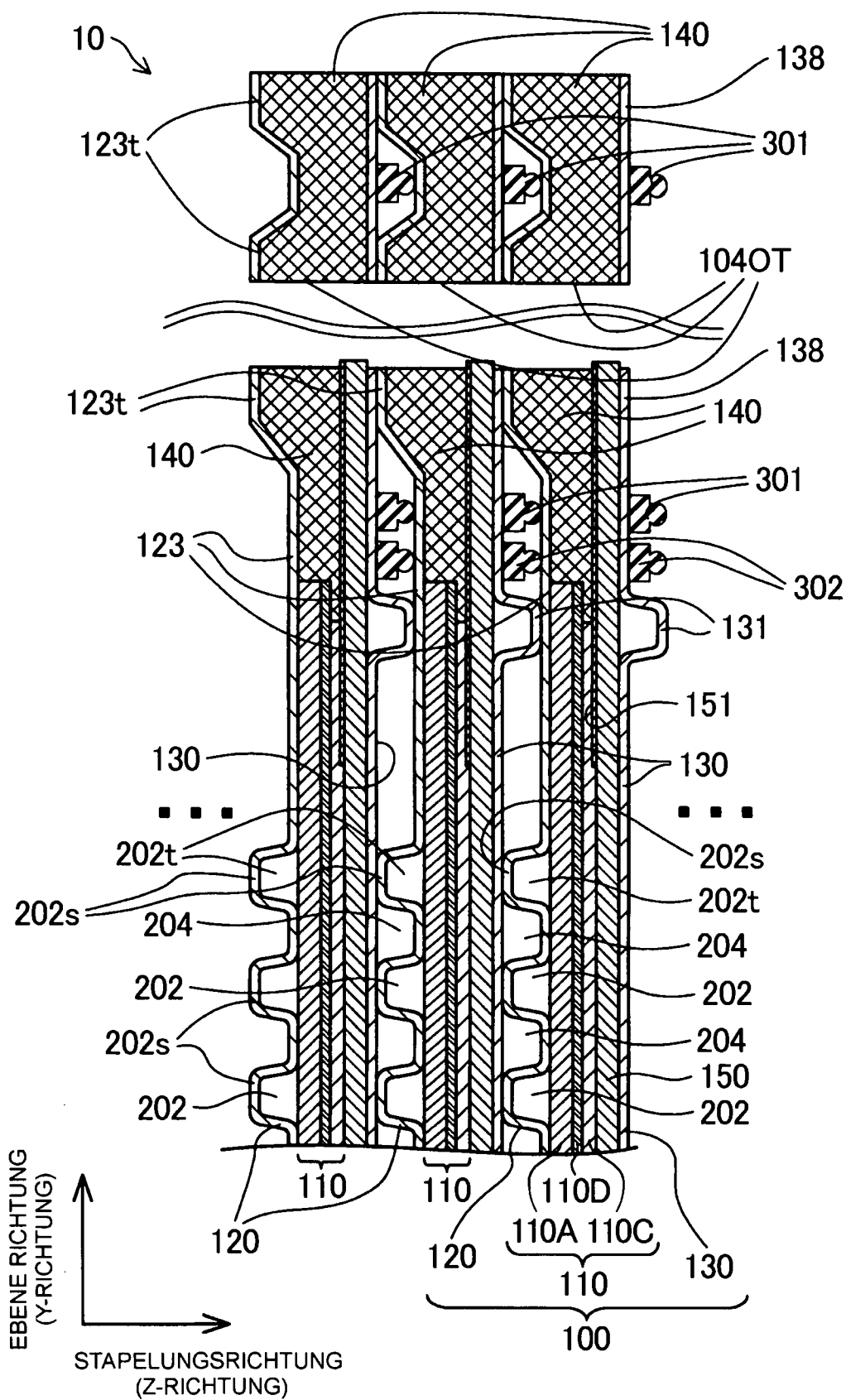


FIG. 7

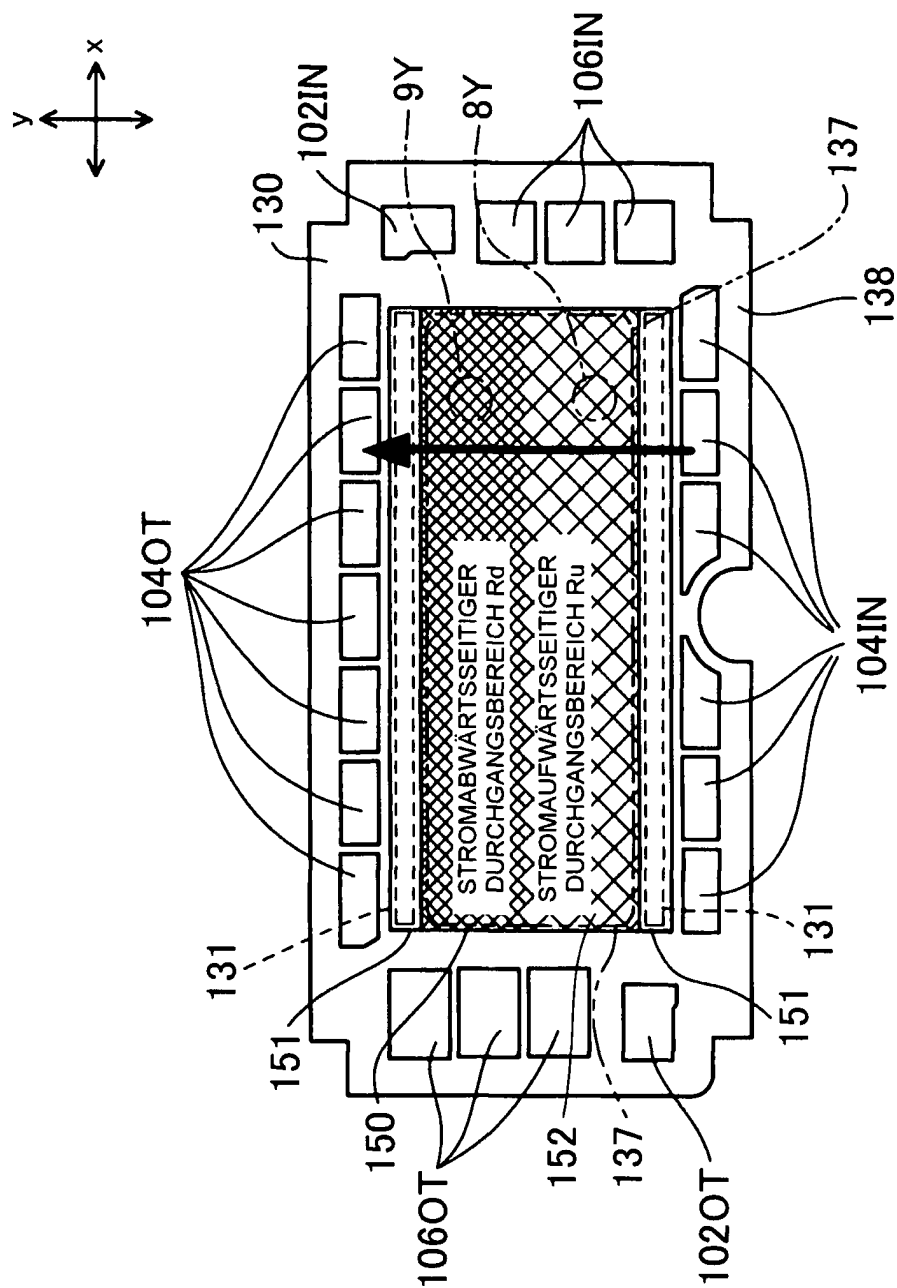


FIG. 8

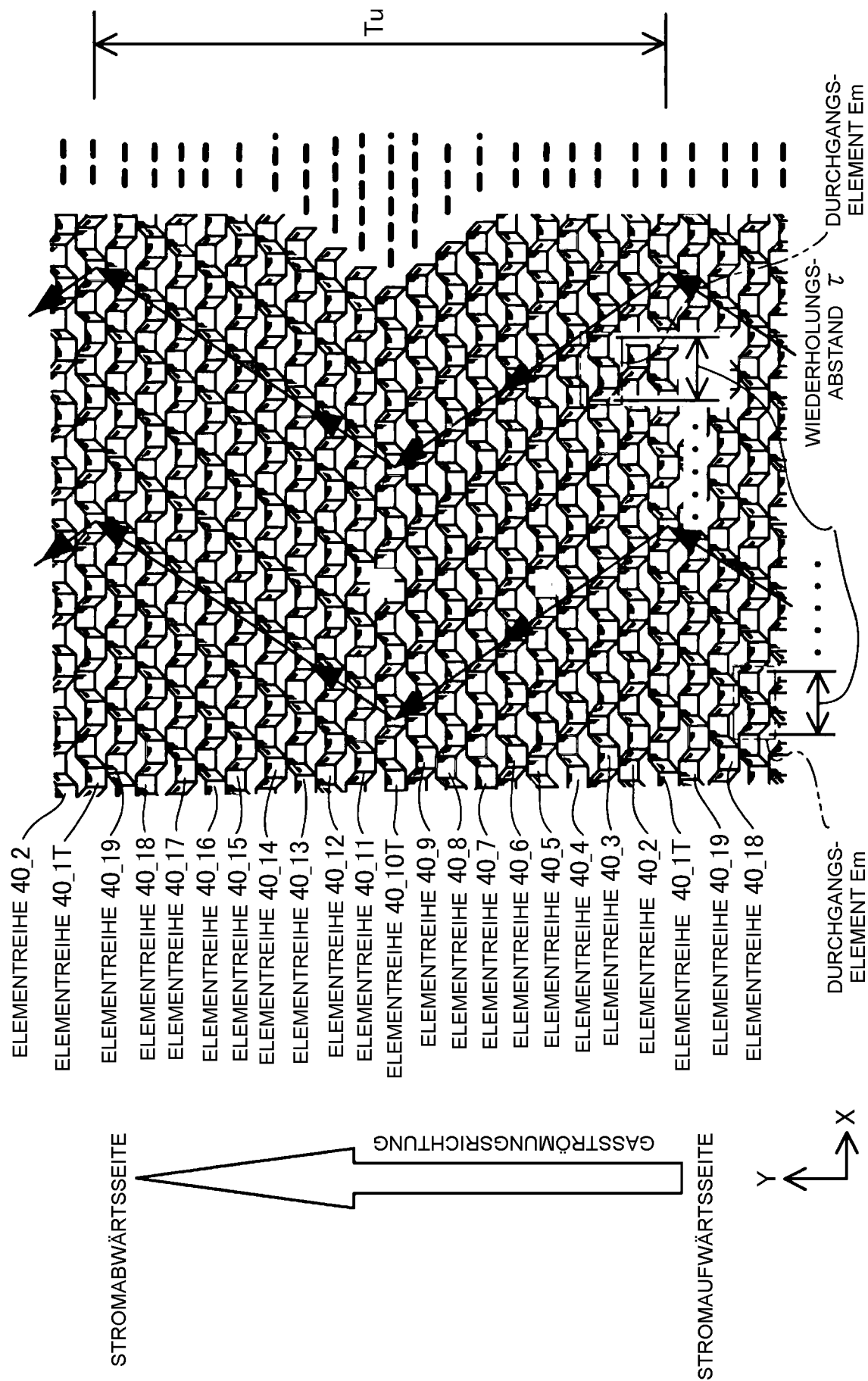
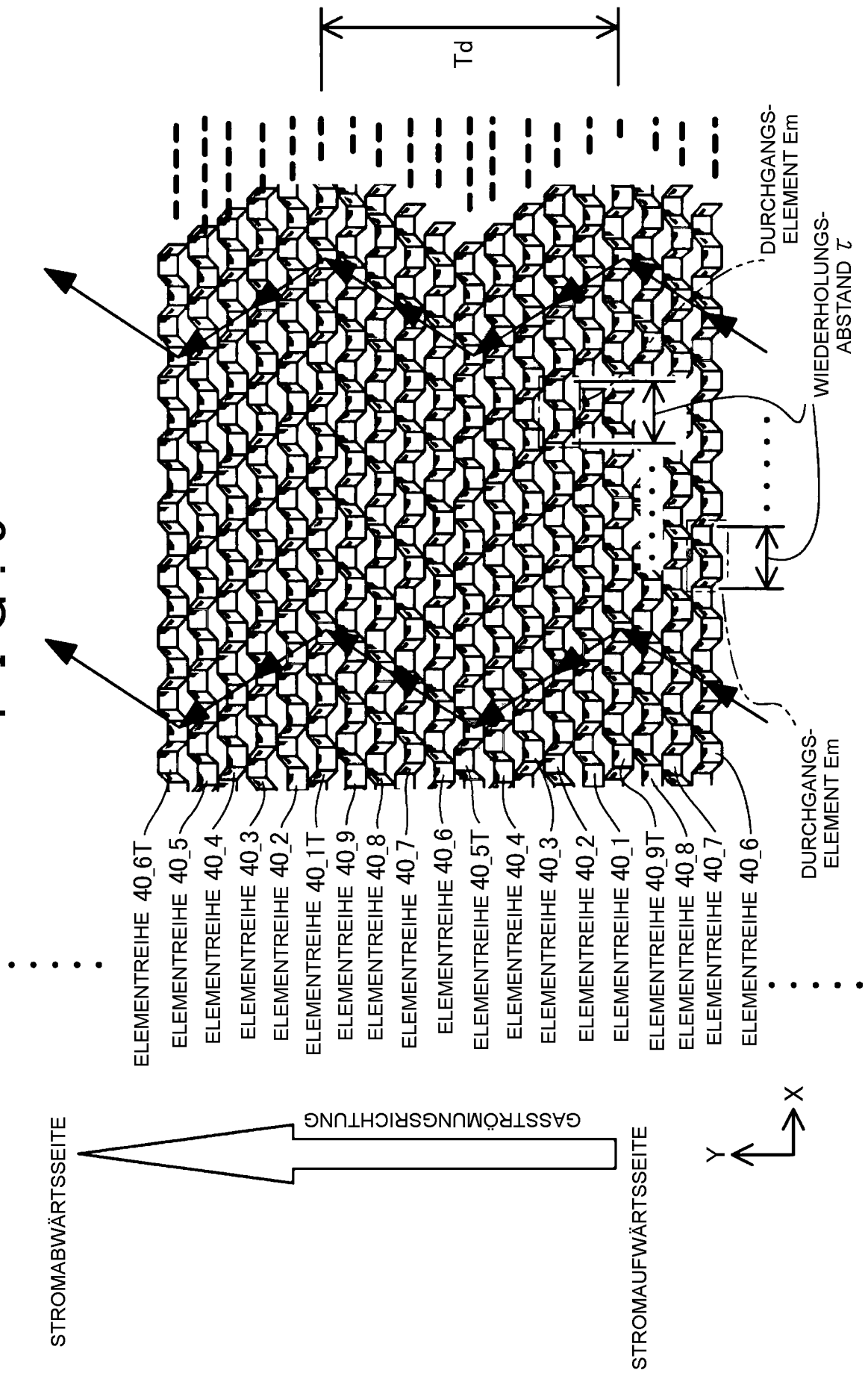


FIG. 9



F I G . 10

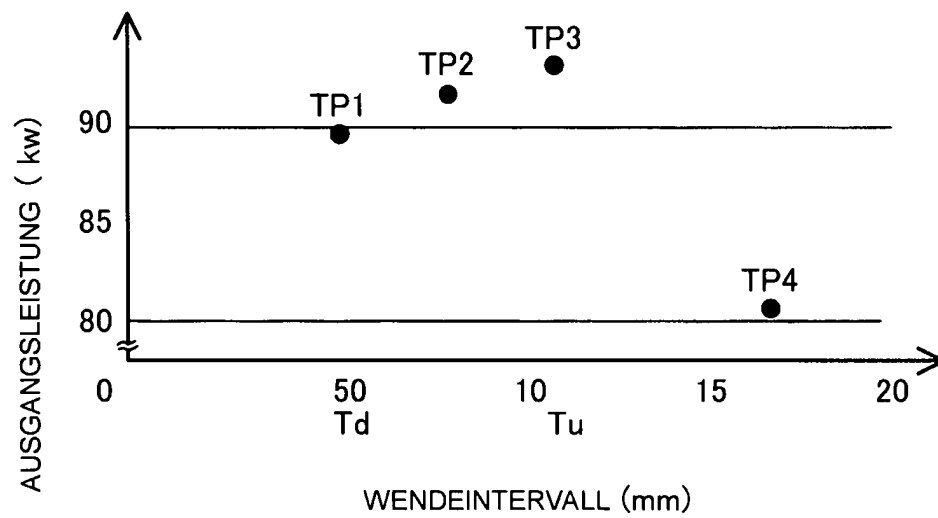


FIG. 11

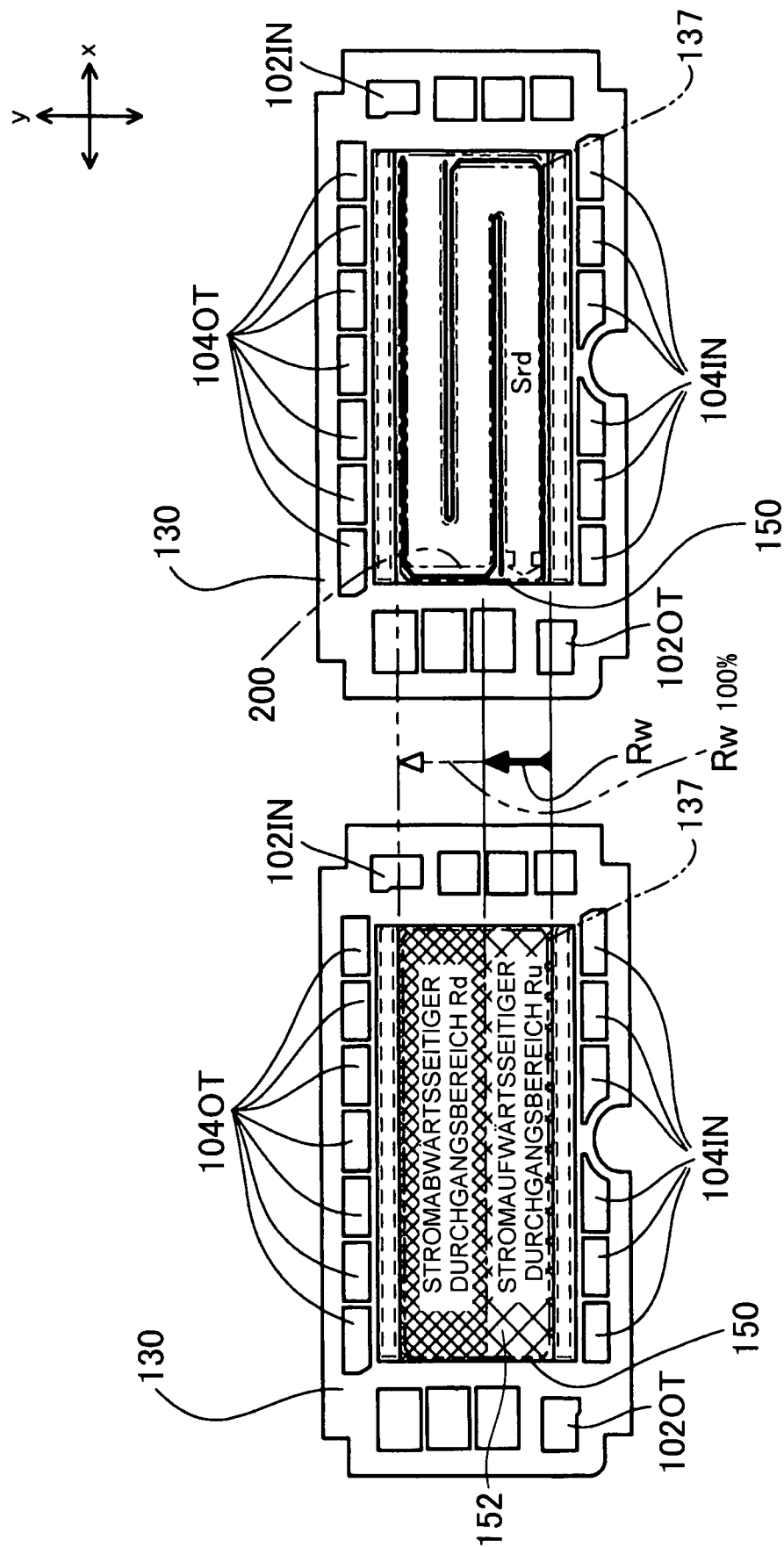


FIG. 12

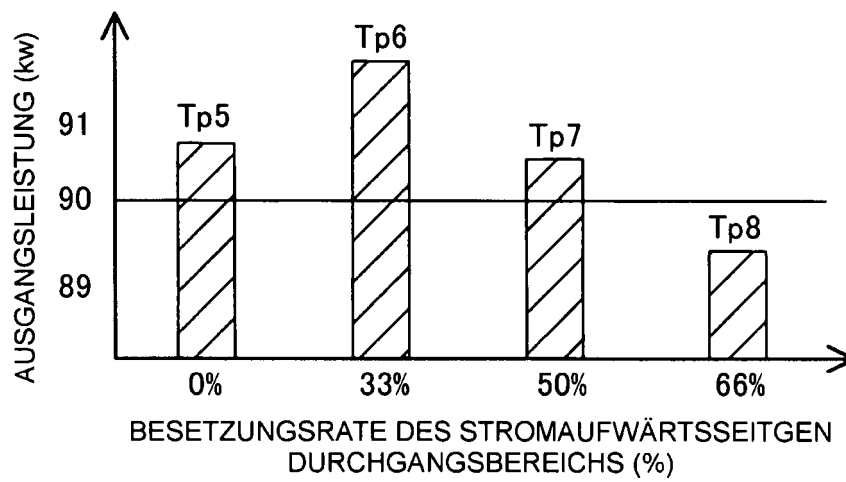


FIG. 13

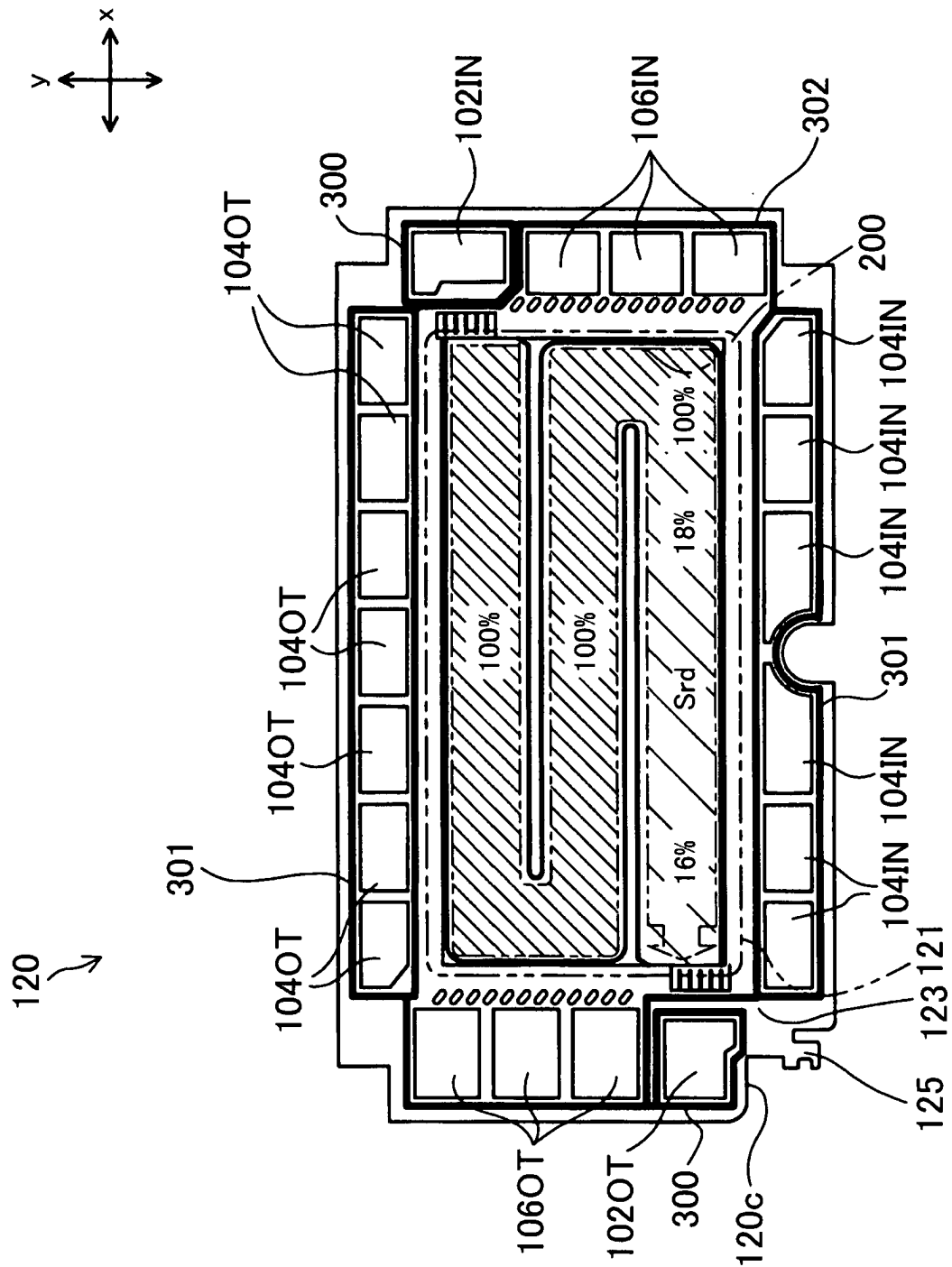


FIG. 14A

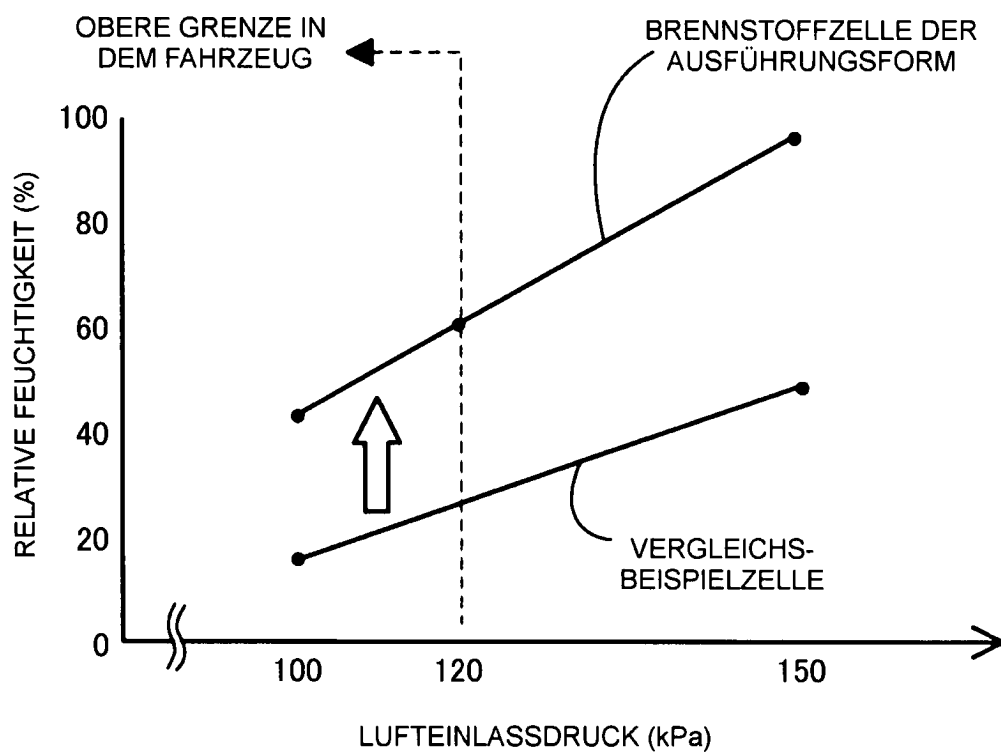


FIG. 14B

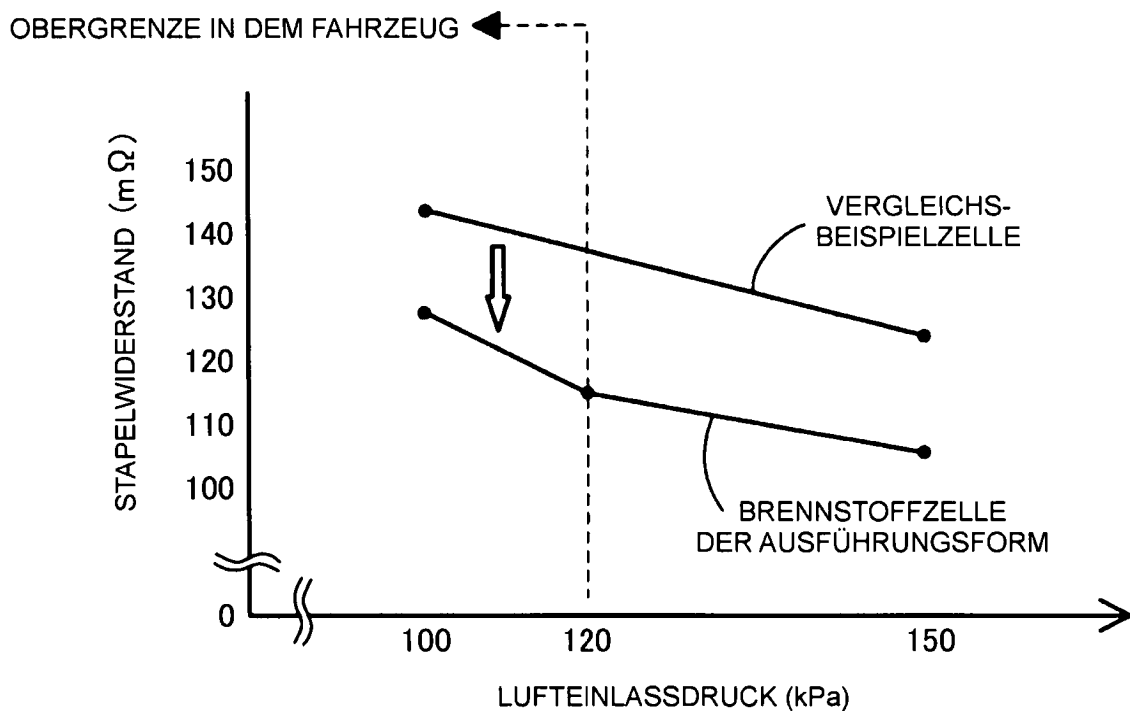


FIG. 15

