

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die hier erörterten Ausführungsformen beziehen sich auf einen Kühler und eine Halbleitervorrichtung.

Technischer Hintergrund

[0002] Ein bekanntes Beispiel eines Kühlers ist in das Gehäuse eines Leistungswandlers integriert und weist Kühlmittelkanäle und vertiefte Teile auf, deren Öffnungen durch ein wärmeerzeugendes Element abgedichtet sind, das durch Verbindungsteile verbunden ist. Die Öffnungsflächen und die Formen der Verbindungsteile variieren gemäß Abständen von den Einlässen der Kühlmittelkanäle (siehe PTL1).

[0003] Ein anderer bekannter Kühler ist mit einer Vielzahl von plattenartigen Lamellen versehen, zwischen denen Fließwege für ein Kühlmittel gebildet sind, unter einer oberen Platte, auf der ein Halbleiterchip angeordnet ist. Die Vielzahl von plattenartigen Lamellen ist durch Verbindungsstangen verbunden, die mit einer Vielzahl von kammartigen Zähnen ausgestattet sind, die in die Fließwege vorstehen. Die Vielzahl von kammartigen Zähnen und die Vielzahl von plattenartigen Lamellen definieren eine Vielzahl von Öffnungen mit Größen basierend auf den Positionen von Halbleiterchips und dergleichen (siehe PTL2).

[0004] Eine andere bekannte Halbleitervorrichtung ist mit einem Lamellenabschnitt ausgestattet, der eine Vielzahl von Vorsprüngen umfasst, die mit der unteren Oberfläche einer wärmeleitenden Basisplatte verbunden sind, und ein Kühlelement, das mit einem Einlass und einem Auslass des Kühlmittels verbunden ist und den Lamellenabschnitt bedeckt. Ein Kopf, der als Reservoir dient, und eine Wasserflusssteuerplatte sind so vorgesehen, dass das Kühlmittel zwischen dem Einlass und dem Auslass und dem Lamellenabschnitt fließen kann (siehe PTL3).

[0005] Ein bekannter Halbleiterkühler ist mit einer Kühlplatte ausgestattet, die eine Vielzahl von Halbleitermodulen aufweist, die jeweils unterschiedliche Wärmemengen erzeugen, die auf einer Oberfläche angeordnet sind, und eine Vielzahl von Wärmeabfuhr lamellen aufweist, die auf der anderen Oberfläche aufgerichtet sind, und einen Gehäuseabschnitt, der der Kühlplatte zugewandt angeordnet ist. Die Höhe eines Kühlmittelfließwegs, der in Spalten zwischen benachbarten Wärmeabfuhr lamellen, der Kühlplatte und den Wänden des Gehäuseabschnitts ausgebildet ist, variiert gemäß den Bereichen gegenüber den Halbleitermodulen, die unterschiedliche Wärmemengen erzeugen (siehe PTL4).

[0006] Bei einem bekannten flüssigkeitsgekühlten Kühler, in dem Kühlmittelkanäle ausgebildet sind, ist das Innere eines Kühlerbehälters, der eine Wärmesenke mit Kühlerlamellen als eine Seitenwand aufweist, durch eine erste Trennwand in zwei Bereiche unterteilt. Ein Wärmeabfuhrbereich, in dem die Kühlerlamellen freiliegen, ist in einem Bereich ausgebildet, und ein Einlasskopfbereich und ein Auslasskopfbereich, die durch eine zweite Trennwand getrennt sind, sind in dem anderen Bereich ausgebildet. Ein einlassseitiger Verbindungsweg und ein auslassseitiger Verbindungsweg sind in der ersten Trennwand vorgesehen, so dass der einlassseitige Verbindungsweg mit dem Wärmeabfuhrbereich und dem Einlasskopfbereich in Verbindung steht und der auslassseitige Verbindungsweg mit dem Wärmeabfuhrbereich und dem Auslasskopfbereich in Verbindung steht (siehe PTL5).

[0007] Eine andere bekannte Halbleitervorrichtung weist eine Vielzahl von Kühllamellen und einen Mantel auf, der die Kühllamellen auf der unteren Oberfläche der Basisplatte umgibt, die ein Halbleiterelement aufweist, das auf ihrer oberen Oberfläche montiert ist. Eine Trennwand ist unter der Vielzahl von Kühllamellen innerhalb des Mantels vorgesehen und bewirkt, dass Kühlmittel von einem Kühlmittleinlass des Mantels durch die Vielzahl von Kühllamellen fließt und zu einem Kühlmittelauslass des Mantels herausfließt. Ein Einlassöffnungsabschnitt, der bewirkt, dass das Kühlmittel von dem Kühlmittleinlass zu der Vielzahl von Kühllamellen fließt, ist in der Trennwand an einer Position vorgesehen, die dem Halbleiterelement entspricht (siehe PTL6).

[0008] Es gibt eine bekannte elektrische Vorrichtung, die mit einer Vielzahl von stromaufwärtsseitigen Verbindungswegen in einem Verbindungsbereich zwischen einem Hauptfließweg, der ein Kühlmittelmedium führt, eines Kühlmantels und einem stromaufwärts angeordneten Einlassweg, einer Vielzahl von stromabwärtsseitigen Verbindungswegen in einem Verbindungsbereich zwischen dem Hauptfließweg und einem stromabwärts angeordneten Abfuhrweg und einem elektrischen Element an einer Deckenwand des Hauptfließwegs des Kühlmantels versehen ist (siehe PTL7).

[0009] Ein bekannter Halbleitermodulkühler umfasst: einen wannenförmigen Kühlmantel, der mit einem Kühlmittleinleitungs kanal und einem Kühlmittelabfuhrkanal versehen ist, die sich parallel zueinander erstrecken, und einem Kühlkanal dazwischen; eine Wärmesenke, die so angeordnet ist, dass Fließwege orthogonal zum Kühlmittleinleitungsfließweg und zum Kühlmittelabfuhrfließweg sind, und so, dass sich eine Flussraten-Einstellplatte, die an einer Seite befestigt ist, zu einer Position erstreckt, die an den Kühlmittelabfuhrkanal angrenzt; und eine Wärmeabfuhrplatte, die ein Halbleiterele-

ment aufweist, das an ihre Außenfläche gebondet ist und eine Öffnung im Kühlmantel bedeckt (siehe PTL8).

[0010] Ein bekannter Halbleitermodulkühler umfasst: einen ersten Fließweg, der sich vom Kühlmittleinlass erstreckt; einen zweiten Fließweg, der parallel und beabstandet zum ersten Fließweg angeordnet ist und sich zu einer Kühlmittelabfuhröffnung erstreckt; einen Wassermantel mit einem dritten Fließweg, der mit dem ersten Fließweg und dem zweiten Fließweg in Verbindung steht; und eine Wärmesenke, die innerhalb des dritten Fließwegs angeordnet ist. Eine Flussraten-Einstellplatte ist im zweiten Fließweg des Wassermantels so vorgesehen, dass sie von einer Seitenfläche der Wärmesenke beabstandet und parallel dazu ist (siehe PTL9).

Zitierliste

Patentliteratur

[PTL1] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2012-146759

[PTL2] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2019-71330

[PTL3] Internationale Offenlegungsschrift Nr. WO 2017/090106

[PTL4] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2012-69892

[PTL5] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2015-153799

[PTL6] Internationale Offenlegungsschrift Nr. WO 2019/211889

[PTL7] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2006-179771

[PTL8] Internationale Offenlegungsschrift Nr. WO 2015/079643

[PTL9] Internationale Offenlegungsschrift Nr. WO 2013/054615

Zusammenfassung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0011] Technologien, die Kühler auf der Basis von Flüssigkeitskühlung verwenden, sind als eine Möglichkeit zum Kühlen eines Halbleitermoduls bekannt, das während des Betriebs Wärme erzeugt. Als ein Beispiel wird ein Halbleitermodul gekühlt, indem ein vorgegebenes Kühlmittel, wie etwa Wasser, innerhalb des Behälters (auch durch Namen wie etwa „Wassermantel“ bezeichnet) eines Kühlers verteilt wird, so dass ein Wärmetausch zwischen dem Halbleitermodul, das auf der Außenfläche des Kühlers montiert ist, und dem verteilten Kühlmittel stattfindet.

[0012] Eine unausgeglichene Strömungsverteilung, bei der der Kühlmittelstrom innerhalb eines Kühlers ungleichmäßig ist, kann jedoch in Abhängigkeit von der inneren Struktur des Behälters auftreten, wie etwa der Anordnung und Form von Fließwegen auf der Kühlmittleinlass- und -auslassseite und den Fließwegen, die die Einlass- und Auslassseite verbinden. Eine unausgeglichene Strömungsverteilung, die in einem Kühler auftritt, kann Unterschiede in der Kühleffizienz zwischen verschiedenen Teilen des Halbleitermoduls verursachen, was zu dem Risiko führt, dass sich das Halbleitermodul aufgrund einer Überhitzung, die durch eine Verringerung der Kühleffizienz verursacht wird, in der Leistung verschlechtert oder ausfällt.

[0013] Um eine unausgeglichene Strömungsverteilung zu korrigieren, stellt eine bekannte Technologie Öffnungen oder Platten an vorgegebenen Positionen auf den Fließwegen des Kühlers bereit, um die Flussrate des Kühlmittels einzustellen. Wenn diese Technologie jedoch verwendet wird, kann es in Abhängigkeit von der vorgesehenen Ausgestaltung zum Einstellen der Flussrate des Kühlmittels einen Anstieg des Druckverlusts des Kühlmittels geben, das in den Kühler eingeleitet und aus diesem abgeführt wird, was zu dem Risiko einer erhöhten Last einer Pumpe führt, die das Kühlmittel innerhalb des Kühlers zirkuliert.

[0014] Gemäß einem Aspekt ist es eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, einen Kühler zu realisieren, der in der Lage ist, das Auftreten einer unausgeglichenen Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts zu unterdrücken.

[0015] Gemäß einem anderen Aspekt ist es eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Halbleitervorrichtung zu realisieren, die mit einem Kühler ausgestattet ist, der in der Lage ist, das Auftreten einer unausgeglichenen Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts zu unterdrücken.

Lösung der Aufgabe

[0016] Gemäß einem Aspekt wird ein Kühler bereitgestellt, der umfasst: einen Behälter, der eine erste Seitenwand und eine zweite Seitenwand umfasst, die einander zugewandt sind, und einen Einlass und einen Auslass für ein Kühlmittel aufweist; einen ersten Fließweg, der parallel zur ersten Seitenwand im Behälter angeordnet ist und mit dem Einlass in Verbindung steht; einen zweiten Fließweg, der parallel zur zweiten Seitenwand im Behälter angeordnet ist und mit dem Auslass in Verbindung steht; einen dritten Fließweg, der im Behälter angeordnet ist und mit dem ersten Fließweg und dem zweiten Fließweg in Verbindung steht; einen ersten Flussraten-Einstellabschnitt, der im Behälter zwischen dem ersten Fließweg und dem dritten Fließweg angeordnet ist;

und einen zweiten Flussraten-Einstellabschnitt, der im Behälter zwischen dem zweiten Fließweg und dem dritten Fließweg angeordnet ist, wobei der erste Flussraten-Einstellabschnitt einen ersten Bereich mit einem ersten Öffnungsverhältnis und einen zweiten Bereich mit einem zweiten Öffnungsverhältnis, das kleiner als das erste Öffnungsverhältnis ist, umfasst, und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt einen dritten Bereich mit einem dritten Öffnungsverhältnis und einen vierten Bereich mit einem vierten Öffnungsverhältnis, das größer als das dritte Öffnungsverhältnis ist, umfasst.

[0017] Gemäß einem Aspekt wird eine Halbleitervorrichtung bereitgestellt, die umfasst: einen Kühler; und ein auf dem Kühler montiertes Halbleitermodul, wobei der Kühler umfasst: einen Behälter, der eine erste Seitenwand und eine zweite Seitenwand umfasst, die einander zugewandt sind, und einen Einlass und einen Auslass für ein Kühlmittel aufweist; einen ersten Fließweg, der parallel zur ersten Seitenwand im Behälter angeordnet ist und mit dem Einlass in Verbindung steht; einen zweiten Fließweg, der parallel zur zweiten Seitenwand im Behälter angeordnet ist und mit dem Auslass in Verbindung steht; einen dritten Fließweg, der im Behälter angeordnet ist und mit dem ersten Fließweg und dem zweiten Fließweg in Verbindung steht; einen ersten Flussraten-Einstellabschnitt, der im Behälter zwischen dem ersten Fließweg und dem dritten Fließweg angeordnet ist; und einen zweiten Flussraten-Einstellabschnitt, der im Behälter zwischen dem zweiten Fließweg und dem dritten Fließweg angeordnet ist, wobei der erste Flussraten-Einstellabschnitt einen ersten Bereich mit einem ersten Öffnungsverhältnis und einen zweiten Bereich mit einem zweiten Öffnungsverhältnis, das kleiner als das erste Öffnungsverhältnis ist, umfasst, der zweite Flussraten-Einstellabschnitt einen dritten Bereich mit einem dritten Öffnungsverhältnis und einen vierten Bereich mit einem vierten Öffnungsverhältnis, das größer als das dritte Öffnungsverhältnis ist, umfasst, und das Halbleitermodul an einer Position montiert ist, die dem dritten Fließweg des Kühlers zugewandt ist.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0018] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist es möglich, einen Kühler zu realisieren, der in der Lage ist, das Auftreten einer unausgeglichenen Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts zu unterdrücken.

[0019] Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist es möglich, eine Halbleitervorrichtung zu realisieren, die mit einem Kühler ausgestattet ist, der in der Lage ist, das Auftreten einer unausgeglichenen Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts zu unterdrücken.

[0020] Diese und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Ausführungsformen sollten aus der folgenden Beschreibung und den begleitenden Zeichnungen deutlich werden, die beispielhaft und erläuternd sind.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt ein Beispiel einer Halbleitervorrichtung und eines Kühlsystems gemäß einer ersten Ausführungsform.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel der Halbleitervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 3 zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung der Kühl lamellen, die auf einer Wärmeabfuhrplatte eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform angeordnet sind.

Fig. 4 zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung des Behälters eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 5 zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung eines ersten Flussraten-Einstellabschnitts und eines zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 6 ist ein erstes Diagramm zum Erläutern einer beispielhaften Ausgestaltung eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 7 ist ein zweites Diagramm zum Erläutern einer beispielhaften Ausgestaltung eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 8 ist ein drittes Diagramm zum Erläutern einer beispielhaften Ausgestaltung eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 9 ist ein erstes Diagramm zum Erläutern einer beispielhaften Ausgestaltung eines Kühlers gemäß einem Vergleichsbeispiel.

Fig. 10 ist ein zweites Diagramm zum Erläutern einer beispielhaften Ausgestaltung eines Kühlers gemäß einem Vergleichsbeispiel.

Fig. 11 ist ein drittes Diagramm zum Erläutern einer beispielhaften Ausgestaltung eines Kühlers gemäß einem Vergleichsbeispiel.

Fig. 12 zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten an Positionen der Halbleiterelemente.

Fig. 13 zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in jeder Art von Kühler.

Fig. 14 zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperatur in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente.

Fig. 15 zeigt eine erste Abwandlung von Kühllamellen, die auf einer Wärmeabfuhrplatte eines Kühlers angeordnet sind.

Fig. 16 zeigt eine zweite Abwandlung von Kühllamellen, die auf einer Wärmeabfuhrplatte eines Kühlers angeordnet sind.

Fig. 17 zeigt eine dritte Abwandlung von Kühllamellen, die auf einer Wärmeabfuhrplatte eines Kühlers angeordnet sind.

Fig. 18 zeigt eine erste Abwandlung eines Behälters eines Kühlers gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Fig. 19 zeigt eine zweite Abwandlung eines Behälters eines Kühlers gemäß der zweiten Ausführungsform.

Fig. 20 zeigt eine dritte Abwandlung eines Behälters eines Kühlers gemäß der zweiten Ausführungsform.

Fig. 21 zeigt eine vierte Abwandlung eines Behälters eines Kühlers gemäß der zweiten Ausführungsform.

Fig. 22 zeigt eine erste Abwandlung eines ersten Flussraten-Einstellabschnitts und eines zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers gemäß einer dritten Ausführungsform.

Fig. 23 zeigt eine zweite Abwandlung eines ersten Flussraten-Einstellabschnitts und eines zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers gemäß der dritten Ausführungsform.

Fig. 24 zeigt eine dritte Abwandlung eines ersten Flussraten-Einstellabschnitts und eines zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers gemäß der dritten Ausführungsform.

Fig. 25 zeigt ein erstes Beispiel eines Kühlers gemäß einer vierten Ausführungsform.

Fig. 26 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines ersten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der prisma-tische Kühllamellen verwendet.

Fig. 27 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines ersten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der zylind-rische Kühllamellen verwendet.

Fig. 28 zeigt ein zweites Beispiel eines Kühlers gemäß der vierten Ausführungsform.

Fig. 29 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines zweiten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der prisma-tische Kühllamellen verwendet.

Fig. 30 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines zweiten bei-

spielhaften Kühlers erzeugt werden, der zylind-rische Kühllamellen verwendet.

Fig. 31 zeigt ein drittes Beispiel eines Kühlers gemäß der vierten Ausführungsform.

Fig. 32 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines dritten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der prisma-tische Kühllamellen verwendet.

Fig. 33 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines dritten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der zylind-rische Kühllamellen verwendet.

Fig. 34 zeigt ein viertes Beispiel eines Kühlers gemäß der vierten Ausführungsform.

Fig. 35 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines vierten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der prisma-tische Kühllamellen verwendet.

Fig. 36 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines vierten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der zylind-rische Kühllamellen verwendet.

Fig. 37 zeigt ein fünftes Beispiel eines Kühlers gemäß der vierten Ausführungsform.

Fig. 38 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines fünften beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der prisma-tische Kühllamellen verwendet.

Fig. 39 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines fünften beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der zylind-rische Kühllamellen verwendet.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0021] Im Folgenden werden mehrere Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben. Es sei angemerkt, dass sich in der folgenden Beschreibung der Ausdruck „nach oben“ auf eine Richtung nach oben bezieht, wenn von der Ebene der Zeichnung aus betrachtet. Die Ausdrücke „über“ und „seitliche Oberfläche“ sind lediglich zweckmäßige Ausdrücke zum Spezifizieren relativer Positionsbeziehungen und schränken den technischen Umfang der vorliegenden Ausführungsformen nicht ein. Der Ausdruck „Hauptkomponente“ in der folgenden Beschreibung gibt einen Fall an, in dem eine Komponente 80 Vol.-% oder mehr ausmacht. Der Ausdruck „dasselbe“ umfasst Werte innerhalb eines Bereichs von $\pm 10\%$. Der Ausdruck „parallel“ kann auch Richtungen umfassen, die innerhalb von $\pm 10\%$ von parallel liegen.

[Erste Ausführungsform]

[0022] Fig. 1 zeigt ein Beispiel einer Halbleitervorrichtung und eines Kühlsystems gemäß einer ersten Ausführungsform. Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines Hauptteils eines Beispiels einer Halbleitervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform, die schematisch zusammen mit einigen Elementen eines Kühlsystems dargestellt ist. Fig. 2 zeigt ein Beispiel der Halbleitervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform. Fig. 2 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Hauptteils eines Beispiels einer Halbleitervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform. Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie II-II in Fig. 1.

[0023] Die in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellte Halbleitervorrichtung 1 beinhaltet einen Kühler 10 und ein Halbleitermodul 20, das am Kühler 10 montiert ist.

[0024] Wie in Fig. 1 dargestellt, beinhaltet das Halbleitermodul 20 einen Schaltkreiselementabschnitt 21, einen Schaltkreiselementabschnitt 22 und einen Schaltkreiselementabschnitt 23, die in drei unterschiedlichen Montierflächen AR1, AR2 bzw. AR3 am Kühler 10 montiert sind. Der Schaltkreiselementabschnitt 21, der Schaltkreiselementabschnitt 22 und der Schaltkreiselementabschnitt 23 beinhalten jeweils eine isolierte Leiterplatte 24 und ein Halbleiterelement 25 (auch als „CP1“ bezeichnet) und ein Halbleiterelement 26 (auch als „CP2“ bezeichnet), die auf der isolierten Leiterplatte 24 montiert sind.

[0025] Wie in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt, beinhaltet die isolierte Leiterplatte 24 ein Isoliersubstrat 24a und eine leitfähige Schicht 24b und eine leitfähige Schicht 24c, die auf beiden Oberflächen des Isoliersubstrats 24a angeordnet sind. Als Isoliersubstrat 24a wird ein Substrat aus Aluminiumoxid, einer Verbundkeramik, die Aluminiumoxid als Hauptkomponente enthält, Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid oder dergleichen verwendet. Ein Metallmaterial, wie Kupfer oder Aluminium, wird für die leitfähige Schicht 24b und die leitfähige Schicht 24c verwendet. Als ein Beispiel wird eine Direktkupferbondierplatte (DCB-Platte) als isolierte Leiterplatte 24 verwendet. Andere Substrate, wie ein hartgelötetes Aktivmetallsubstrat (AMB-Substrat), können als isolierte Leiterplatte 24 verwendet werden.

[0026] Als ein Beispiel werden Leistungshalbleiterelemente für das Halbleiterelement 25 und das Halbleiterelement 26 verwendet. Ein Schaltelement, wie ein Bipolartransistor mit isoliertem Gatter (IGBT) oder ein Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET), wird für jedes des Halbleiterelements 25 und des Halbleiterelements 26 verwendet. Ein Diodenelement, wie eine Freilaufdiode (FWD) oder eine Schottky-Sperrdiode (SBD), kann mit den jeweiligen Schaltelementen, die in dem Halbleiterelement

25 und dem Halbleiterelement 26 verwendet werden, verbunden oder darin integriert sein. Als ein Beispiel werden rückwärtsleitende Bipolartransistoren mit isoliertem Gatter (oder „RC-IGBT“) als das Halbleiterelement 25 und das Halbleiterelement 26 verwendet.

[0027] Wie in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt, sind das Halbleiterelement 25 und das Halbleiterelement 26 auf einer Seite der leitfähigen Schicht 24b montiert, die auf einer Oberfläche der isolierten Leiterplatte 24 angeordnet ist, und sind über eine Bondierschicht 27, wie Lötmittel oder Drähte (nicht dargestellt), mit der leitfähigen Schicht 24b elektrisch verbunden. Es sei angemerkt, dass, obwohl hier nicht im Detail dargestellt, die leitfähige Schicht 24b der isolierten Leiterplatte 24 auf dem Isoliersubstrat 24a in einem vorbestimmten Muster angeordnet ist, um vorgegebene Schaltkreisfunktionen zusammen mit dem Halbleiterelement 25, dem Halbleiterelement 26 und dergleichen, die auf der leitfähigen Schicht 24b montiert sind, zu realisieren.

[0028] Als ein Beispiel sind das Halbleiterelement 25 und das Halbleiterelement 26 auf der Seite der leitfähigen Schicht 24b der isolierten Leiterplatte 24 in Reihe geschaltet und auf der Seite der leitfähigen Schicht 24b der isolierten Leiterplatte 24 montiert, um als ein Inverterschaltkreis zu fungieren. Als ein Beispiel ist das Halbleiterelement 25 montiert, um einen oberen Arm des Inverterschaltkreises zu bilden, und das Halbleiterelement 26 ist montiert, um den unteren Arm des Inverterschaltkreises zu bilden. Ein Verbindungsknoten zwischen dem Halbleiterelement 25 und dem Halbleiterelement 26, die in Reihe geschaltet sind, wird als ein Ausgang verwendet.

[0029] Die drei Schaltkreiselementabschnitte 21, 22 und 23 mit den jeweiligen oben beschriebenen Ausgestaltungen sind auf der Seite der leitfähigen Schicht 24b der isolierten Leiterplatte 24 parallel geschaltet. Als ein Beispiel entsprechen die jeweiligen Ausgänge des Schaltkreiselementabschnitts 21, des Schaltkreiselementabschnitts 22 und des Schaltkreiselementabschnitts 23 U-Phasen-, V-Phasen- und W-Phasen-Ausgängen und sind mit einem Dreiphasen-Wechselstrommotor verbunden. Durch Steuern des Schaltens der Halbleiterelemente 25 und 26 von jedem des Schaltkreiselementabschnitts 21, des Schaltkreiselementabschnitts 22 und des Schaltkreiselementabschnitts 23 wird Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt, um den Dreiphasen-Wechselstrommotor anzutreiben.

[0030] Eine Seite der leitfähigen Schicht 24c, die die entgegengesetzte Seite jeder isolierten Leiterplatte 24 zur Seite der leitfähigen Schicht 24b ist, auf der das Halbleiterelement 25 und das Halbleiterelement 26 montiert sind, von jedem des Schaltkreiselementabschnitts 21, des Schaltkreiselementabschnitts 22

und des Schaltkreiselementabschnitts 23 des Halbleitermoduls 20 ist über eine Bondierschicht 28 mit dem Kühler 10 thermisch verbunden.

[0031] Der Kühler 10, auf dem das Halbleitermodul 20 montiert ist, umfasst eine Wärmeabfuhrplatte 13 (auch einfach als „Lamellenbasis“ bezeichnet), die mit Kühllamellen 13a versehen ist, und einen Behälter 14 (auch als „Wassermantel“ bezeichnet). Der Schaltkreiselementabschnitt 21, der Schaltkreiselementabschnitt 22 und der Schaltkreiselementabschnitt 23 des Halbleitermoduls 20 sind über die Bondierschicht 28 mit der Wärmeabfuhrplatte 13 des Kühlers 10 thermisch verbunden. Die Wärmeabfuhrplatte 13, die mit den Kühllamellen 13a versehen ist, fungiert als eine Wärmesenke. Der Behälter 14 ist mit der Wärmeabfuhrplatte 13 beispielsweise durch Bolzen (nicht dargestellt) verbunden, um die Kühllamellen 13a zu bedecken, die auf der Wärmeabfuhrplatte 13 angeordnet sind. Der Behälter 14 ist mit der Wärmeabfuhrplatte 13 verbunden, so dass die Kühllamellen 13a der Wärmeabfuhrplatte 13 innerhalb des Behälters 14 untergebracht sind. Der Behälter 14 fungiert als eine Lamellenabdeckung.

[0032] Kühlmittel 30, das von außen zugeführt wird, wird zu einem Innenraum zwischen der Wärmeabfuhrplatte 13 und dem Behälter 14 innerhalb des Kühlers 10 verteilt, auf dem das Halbleitermodul 20 montiert ist, d.h. zu den Spalten zwischen dem Behälter 14 und der Wärmeabfuhrplatte 13 und den Kühllamellen 13a. Wasser, langlebiges Kühlmittel (LLC) oder dergleichen wird als Kühlmittel 30 verwendet. Der Kühler 10 ist mit einem Einlass 11 und einem Auslass 12 für das Kühlmittel 30 versehen. Das Kühlmittel 30, das aus dem Einlass 11 eingeleitet wird, fließt durch Kühlmittelfließwege (oder „dritte Fließwege“ 14g), die durch die Kühllamellen 13a definiert sind und Innenräume zwischen der Wärmeabfuhrplatte 13 und dem Behälter 14 des Kühlers 10 sind, und wird aus dem Auslass 12 abgeführt.

[0033] Wenn der Kühler 10 verwendet wird, ist der Einlass 11 über Rohrleitungen mit einer Pumpe 40 verbunden und der Auslass 12 ist über Rohrleitungen mit einem Wärmetauscher 50 verbunden. Das Kühlmittel 30 wird aus dem Einlass 11 durch die Pumpe 40 in den Behälter 14 eingeleitet, fließt durch den Behälter 14 und wird aus dem Auslass 12 abgeführt. Wärme, die an dem Schaltkreiselementabschnitt 21, dem Schaltkreiselementabschnitt 22 und dem Schaltkreiselementabschnitt 23 des Halbleitermoduls 20 erzeugt wird, wird auf die Wärmeabfuhrplatte 13 des Kühlers 10 und seine Kühllamellen 13a übertragen, und es findet ein Wärmetausch mit dem Kühlmittel 30 statt, das innerhalb des Behälters 14 fließt, der die Kühllamellen 13a bedeckt. Dies führt dazu, dass der Schaltkreiselementabschnitt 21, der Schaltkreiselementabschnitt 22 und der Schaltkreiselementabschnitt 23 gekühlt werden. Das Kühlmittel

30, dessen Temperatur durch Kühlen des Schaltkreiselementabschnitts 21, des Schaltkreiselementabschnitts 22 und des Schaltkreiselementabschnitts 23 angestiegen ist, wird aus dem Auslass 12 abgeführt. Das Kühlmittel 30, das aus dem Auslass 12 abgeführt wird, wird zu dem Wärmetauscher 50 geleitet und gekühlt. Das Kühlmittel 30, das durch den Wärmetauscher 50 gekühlt wurde, wird durch die Pumpe 40, die über Rohrleitungen mit dem Wärmetauscher 50 verbunden ist, zurück zu dem Einlass 11 geleitet und wird aus dem Einlass 11 in den Behälter 14 eingeleitet.

[0034] In einem Kühlsystem, das die Halbleitervorrichtung 1 umfasst, die mit dem Kühler 10, der Pumpe 40, dem Wärmetauscher 50 und dergleichen ausgestattet ist, ist ein Kühlmittelfließweg so ausgebildet, dass das Kühlmittel 30 in einem geschlossenen Kreislauf fließt, der den Kühler 10, die Pumpe 40 und den Wärmetauscher 50 umfasst. Das Kühlmittel 30 wird in diesem geschlossenen Kreislauf durch die Pumpe 40 zwangsweise zirkuliert. Das Halbleitermodul 20 der Halbleitervorrichtung 1 wird durch dieses zwangsweise zirkulierende Kühlmittel 30 gekühlt.

[0035] Es sei angemerkt, dass, da die Anordnung des Einlasses 11 und des Auslasses 12 des Kühlers 10 nicht nur durch die Führung der Rohrleitungen, die den Einlass 11 und den Auslass 12 mit der Pumpe 40 und dem Wärmetauscher 50 verbinden, beschränkt ist, sondern auch durch Faktoren, wie z.B. Abstände zwischen der Halbleitervorrichtung 1 und umgebenden Teilen des Kühlsystems, das die Halbleitervorrichtung 1 umfasst, verschiedene Anordnungen verwendet werden können. Die in **Fig. 1** dargestellte Anordnung des Einlasses 11 und des Auslasses 12 ist ein Beispiel für eine solche Anordnung.

[0036] Eine beispielhafte Ausgestaltung der Halbleitervorrichtung 1 wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** bis **Fig. 8** weiter beschrieben.

[0037] Zunächst werden die Wärmeabfuhrplatte 13 des Kühlers 10 und die Kühllamellen 13a, die auf der Wärmeabfuhrplatte 13 angeordnet sind, unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben.

[0038] **Fig. 3** zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung der Kühllamellen, die auf der Wärmeabfuhrplatte eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform angeordnet sind. **Fig. 3(A)** ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch einen Hauptteil von beispielhaften Kühllamellen darstellt, die auf einer Wärmeabfuhrplatte eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform angeordnet sind, und **Fig. 3(B)** ist eine Draufsicht, die schematisch einen Hauptteil von beispielhaften Kühllamellen darstellt, die auf einer Wärmeabfuhrplatte eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform angeordnet sind. **Fig. 3(B)** ist eine

vergrößerte Draufsicht eines Teils, der in **Fig. 3(A)** mit „Z0“ gekennzeichnet ist.

[0039] Wie in **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** dargestellt, sind die Kühllamellen 13a als ein Beispiel auf der Wärmeabfuhrplatte 13 des Kühlers 10 als Stifflamellen angeordnet, die stiftförmig und in einem Gitter angeordnet sind. Als ein weiteres Beispiel sind die Kühllamellen 13a prismatisch oder im Wesentlichen prismatisch mit abgeschrägten Ecken. Als ein Beispiel sind Endflächen (oder die Querschnittsformen) der Kühllamellen 13a rechteckig oder im Wesentlichen rechteckig, wobei die Länge einer Seite in einem Bereich von 1 mm bis 3 mm liegt und die Höhe von einer Montierfläche 13b der Wärmeabfuhrplatte 13 in einem Bereich von 2 mm bis 10 mm liegt. Als ein Beispiel weist die Vielzahl von Kühllamellen 13a auf der Montierfläche 13b der Wärmeabfuhrplatte 13 Seiten auf, die 3 mm lang sind und in einem Gitter angeordnet sind, so dass die Spalte zwischen benachbarten Kühllamellen 13a 1,5 mm betragen. Als ein Beispiel sind Kühllamellen 13a, wie die in **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** dargestellten, auf der Wärmeabfuhrplatte 13 eines Kühlers 10, wie der in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten, angeordnet. Es sei angemerkt, dass die Formen und Abmessungen der Kühllamellen 13a, die in **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** dargestellt sind, lediglich Beispiele sind und die optimale Form und Abmessungen in Abhängigkeit von der gewünschten Kühlleistung ausgewählt werden.

[0040] Die Kühllamellen 13a sind mit der Wärmeabfuhrplatte 13 integriert. Ein Metallmaterial, wie Aluminium, eine Aluminiumlegierung, Kupfer oder eine Kupferlegierung, wird für die Wärmeabfuhrplatte 13 und die Kühllamellen 13a verwendet. Die Kühllamellen 13a werden einstückig mit der Wärmeabfuhrplatte 13 durch Druckgießen, Hartlöten oder verschiedene Schweißtechniken hergestellt. Alternativ können die Kühllamellen 13a einstückig mit der Wärmeabfuhrplatte 13 unter Verwendung einer Bearbeitungstechnik zum Bilden vorstehender Kühllamellen 13a aus dem gleichen Material wie die Wärmeabfuhrplatte 13 durch Druckgießen, Schmieden oder Pressen oder einer Bearbeitungstechnik, die vorstehende Kühllamellen 13a aus dem gleichen Material wie die Wärmeabfuhrplatte 13 durch Schneiden oder Drahtschneiden bildet, gebildet werden.

[0041] Als Nächstes wird der Behälter 14 des Kühlers 10 unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben.

[0042] **Fig. 4** zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung des Behälters eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform. **Fig. 4(A)** ist eine schematische perspektivische Ansicht des Hauptteils eines beispielhaften Behälters eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform und **Fig. 4(B)** ist eine schematische Querschnittsansicht des Hauptteils eines beispielhaften Behälters eines Kühlers gemäß der ers-

ten Ausführungsform. **Fig. 4(B)** ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie IV-IV in **Fig. 4(A)**.

[0043] Als ein Beispiel ist die äußere Form des Behälters 14 ein rechteckiger Parallelepiped oder ein annähernd rechteckiger Parallelepiped, wie in **Fig. 4(A)** und **Fig. 4(B)** dargestellt. Der Behälter 14 umfasst eine erste Seitenwand 14a und eine zweite Seitenwand 14b, die einander zugewandt sind, und eine dritte Seitenwand 14c und eine vierte Seitenwand 14d, die einander zugewandt sind. Die erste Seitenwand 14a, die zweite Seitenwand 14b, die dritte Seitenwand 14c und die vierte Seitenwand 14d sind auf einer Oberfläche der Bodenplatte 14h aufgerichtet und erstrecken sich von dieser. Als ein Beispiel ist der Einlass 11 in einer Seitenwand aus der ersten Seitenwand 14a und der zweiten Seitenwand 14b angeordnet, die einander zugewandt sind, in diesem Beispiel ist die erste Seitenwand 14a und der Auslass 12 in der anderen Seitenwand, das heißt der zweiten Seitenwand 14b, angeordnet.

[0044] Im Behälter 14 ist ein erster Fließweg 14e parallel zur ersten Seitenwand 14a angeordnet, um mit dem Einlass 11 in Verbindung zu stehen. Der erste Fließweg 14e ist ein erster Kanal, der sich entlang der ersten Seitenwand 14a an einem Bodenabschnitt des Behälters 14 zwischen der ersten Seitenwand 14a und der zweiten Seitenwand 14b erstreckt.

[0045] Im Behälter 14 ist ein zweiter Fließweg 14f parallel zur zweiten Seitenwand 14b angeordnet, um mit dem Auslass 12 in Verbindung zu stehen. Der zweite Fließweg 14f ist ein zweiter Kanal, der sich entlang der zweiten Seitenwand 14b an einem Bodenabschnitt des Behälters 14 zwischen der ersten Seitenwand 14a und der zweiten Seitenwand 14b erstreckt. Der zweite Fließweg 14f erstreckt sich parallel zum ersten Fließweg 14e.

[0046] Ein dritter Fließweg 14g, der mit dem ersten Fließweg 14e und dem zweiten Fließweg 14f in Verbindung steht, ist ebenfalls im Behälter 14 angeordnet. Der dritte Fließweg 14g ist ein Innenraum, der sich über dem ersten Fließweg 14e (oder „erster Kanal“) und dem zweiten Fließweg 14f (oder „zweiter Kanal“) außerhalb des Innenraums des Behälters 14 befindet. Wie später beschrieben, ist ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 an der Grenze zwischen dem dritten Fließweg 14g und dem ersten Fließweg 14e angeordnet, und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist an der Grenze zwischen dem dritten Fließweg 14g und dem zweiten Fließweg 14f angeordnet. Die Kühllamellen 13a der oben beschriebenen Wärmeabfuhrplatte 13, die verbunden ist, um den Behälter 14 zu bedecken, sind im dritten Fließweg 14g angeordnet und untergebracht, der ein Innenraum über dem ersten Fließweg 14e und dem zweiten Fließweg 14f ist (siehe **Fig. 1** und **Fig. 2**).

[0047] Eine Länge w (auch als die Länge w des ersten Fließwegs 14e und des zweiten Fließwegs 14f bezeichnet) und eine Breite h_0 eines Innenraums, der von der ersten Seitenwand 14a, der zweiten Seitenwand 14b, der dritten Seitenwand 14c und der vierten Seitenwand 14d des Behälters 14 umgeben ist, eine Breite h und eine Höhe t_1 des ersten Fließwegs 14e und des zweiten Fließwegs 14f und eine Höhe t_2 des dritten Fließwegs 14g werden basierend auf den Abmessungen des Halbleitermoduls 20, den Abmessungen der Halbleitervorrichtung 1, der gewünschten Kühlleistung und dergleichen entsprechend eingestellt.

[0048] Der Behälter 14 ist aus einem Metallmaterial, wie Aluminium, einer Aluminiumlegierung, Kupfer oder einer Kupferlegierung, hergestellt. Wenn ein Metallmaterial verwendet wird, werden der erste Fließweg 14e, der zweite Fließweg 14f und der dritte Fließweg 14g im Behälter 14 beispielsweise durch Druckgießen gebildet. Der Einlass 11 und der Auslass 12 des Behälters 14 werden beispielsweise durch Schneiden gebildet. Der Behälter 14 ist nicht auf ein Metallmaterial beschränkt und andere Materialien können verwendet werden, solange sie eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit und Wärmebeständigkeit für das Kühlmittel 30 aufweisen, das innerhalb des Behälters 14 fließt. Als ein Beispiel kann der Behälter 14 aus einem Material hergestellt sein, das einen Kohlenstofffüllstoff enthält. In Abhängigkeit von der Art, der Temperatur und dergleichen des Kühlmittels 30, das durch den Behälter 14 fließt, kann auch ein Keramikmaterial, ein Harzmaterial oder dergleichen verwendet werden.

[0049] Als Nächstes werden der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die im Behälter 14 angeordnet sind, unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben.

[0050] **Fig. 5** zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung eines ersten Flussraten-Einstellabschnitts und eines zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform. **Fig. 5** ist eine schematische Draufsicht eines Hauptteils von Beispielen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts und des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts des Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform.

[0051] Ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie diejenigen, die in **Fig. 5** dargestellt sind, sind im ersten Fließweg 14e bzw. im zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 angeordnet, der in den oben beschriebenen **Fig. 4(A)** und **Fig. 4(B)** dargestellt ist.

[0052] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist beispielsweise aus einem plattenartigen Element gebildet und ist parallel zur Bodenfläche des ersten Fließwegs 14e (oder „ersten Kanals“) angeordnet

und von dieser getrennt. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist mit der ersten Seitenwand 14a verbunden und an dieser befestigt, um beispielsweise den ersten Fließweg 14e des Behälters 14 zu bedecken. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist mit einer Öffnung versehen, damit das Kühlmittel 30 vom ersten Fließweg 14e in den dritten Fließweg 14g fließen kann.

[0053] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 umfasst einen ersten Bereich 15a, in dem ein erster Schlitz 15aa mit einer ersten Breite h_2 als Öffnung vorgesehen ist, und zweite Bereiche 15b, in denen zweite Schlitze 15ba mit zweiten Breiten h_1 und h_3 als Öffnungen vorgesehen sind. Als ein Beispiel wird aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in einer Längsrichtung davon (die der Richtung entspricht, in der sich der erste Fließweg 14e entlang der ersten Seitenwand 14a erstreckt) erhalten wird, der mittlere Bereich als der erste Bereich 15a festgelegt und die verbleibenden zwei Bereiche nach außen als die zweiten Bereiche 15b festgelegt. Der in **Fig. 5** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist mit einem ersten Bereich 15a in der Mitte konfiguriert, der zwischen den zwei zweiten Bereichen 15b auf der Außenseite angeordnet ist. Der erste Bereich 15a weist eine erste Länge in der Längsrichtung von w_2 auf, und die zwei zweiten Bereiche 15b weisen zweite Längen in der Längsrichtung von w_1 und w_3 auf. Es sei angemerkt, dass die Gesamtlänge in der Längsrichtung des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 als die Länge w des Innenraums des Behälters 14 angenommen wird, der in der oben beschriebenen **Fig. 4** dargestellt ist (d.h. die Länge w des ersten Fließwegs 14e). Die erste Länge w_2 des ersten Bereichs 15a und die zweiten Längen w_1 und w_3 der zweiten Bereiche 15b sind jeweils auf ungefähr 1/3 der Länge w festgelegt, was die gesamte Länge des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 ist.

[0054] Die erste Breite h_2 des ersten Schlitzes 15aa in dem ersten Bereich 15a und die zweiten Breiten h_1 und h_3 der zweiten Schlitzes 15ba in den zweiten Bereichen 15b sind in einem Bereich von 1 mm bis 3 mm festgelegt. Die erste Breite h_2 des ersten Schlitzes 15aa in dem ersten Bereich 15a und die zweiten Breiten h_1 und h_3 der zweiten Schlitzes 15ba in den zweiten Bereichen 15b sind auf voneinander verschiedene Breiten festgelegt. Es sei angemerkt, dass, obwohl die zweiten Breiten h_1 und h_3 der zweiten Schlitzes 15ba in den zweiten Bereichen 15b in diesem Beispiel auf die gleiche Breite festgelegt sind, es auch möglich ist, dass die Schlitze jeweils unterschiedliche Breiten aufweisen. In dem Beispiel in **Fig. 5** ist die erste Breite h_2 des ersten Schlitzes 15aa in dem ersten Bereich 15a breiter als die zweiten Breiten h_1 und h_3 der zweiten

Schlitze 15ba in den zweiten Bereichen 15b festgelegt.

[0055] Der erste Bereich 15a des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, in dem der erste Schlitz 15aa vorgesehen ist, weist ein erstes Öffnungsverhältnis auf, und die zweiten Bereiche 15b, in denen die zweiten Schlitze 15ba vorgesehen sind, weisen ein zweites Öffnungsverhältnis auf, das kleiner als das erste Öffnungsverhältnis des ersten Bereichs 15a ist. Hier ist der Ausdruck „erstes Öffnungsverhältnis“ für den ersten Bereich 15a das Verhältnis der Öffnung in dem ersten Bereich 15a, die durch den ersten Schlitz 15aa pro Flächeneinheit vorgesehen ist. Ähnlich ist der Ausdruck „zweites Öffnungsverhältnis“ für den zweiten Bereich 15b das Verhältnis der Öffnung in dem zweiten Bereich 15b, die durch jeden zweiten Schlitz 15ba pro Flächeneinheit vorgesehen ist.

[0056] Der erste Schlitz 15aa und die zweiten Schlitze 15ba des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 sind an einem Endabschnitt auf einer Seite aus den zwei Endabschnitten angeordnet, die sich entlang der Längsrichtung erstrecken, d.h. dem Endabschnitt, der auf der Seite der ersten Seitenwand 14a positioniert wird, wenn der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 angeordnet wurde, um den ersten Fließweg 14e des Behälters 14 zu bedecken. Es sei angemerkt, dass, obwohl der erste Schlitz 15aa und die zweiten Schlitze 15ba kontinuierlich ausgebildet sind, der erste Schlitz 15aa und die zweiten Schlitze 15ba an Grenzteilen zwischen ihnen geteilt sein können.

[0057] Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist beispielsweise aus einem plattenartigen Element gebildet und ist parallel zur Bodenfläche des zweiten Fließwegs 14f (oder „zweiten Kanals“) angeordnet und von dieser getrennt. Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist mit der zweiten Seitenwand 14b verbunden und an dieser befestigt, um beispielsweise den zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 zu bedecken. Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist mit einer Öffnung versehen, damit das Kühlmittel 30 vom dritten Fließweg 14g in den zweiten Fließweg 14f fließen kann.

[0058] Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 umfasst einen dritten Bereich 16a, in dem ein dritter Schlitz 16aa mit einer dritten Breite h_6 als Öffnung vorgesehen ist, und vierte Bereiche 16b, in denen vierte Schlitze 16ba mit vierten Breiten h_5 und h_7 als Öffnungen vorgesehen sind. Als ein Beispiel wird aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in einer Längsrichtung davon (die der Richtung entspricht, in der sich der zweite Fließweg 14f entlang der zweiten Seitenwand 14b erstreckt) erhalten wird, der mittlere Bereich als der dritte Bereich 16a festgelegt und die verbleibenden

zwei Bereiche nach außen als die vierten Bereiche 16b festgelegt. Der in **Fig. 5** dargestellte zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist mit dem dritten Bereich 16a in der Mitte konfiguriert, der zwischen den zwei vierten Bereichen 16b auf der Außenseite angeordnet ist. Der dritte Bereich 16a weist eine dritte Länge in der Längsrichtung von w_6 auf, und die zwei vierten Bereiche 16b weisen vierte Längen in der Längsrichtung von w_5 und w_7 auf. Es sei angemerkt, dass die Gesamtlänge in der Längsrichtung des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 als die Länge w des Innenraums des Behälters 14 angenommen wird, der in der oben beschriebenen **Fig. 4** dargestellt ist (d.h. die Länge w des zweiten Fließwegs 14f). Die dritte Länge w_6 des dritten Bereichs 16a und die vierten Längen w_5 und w_7 der vierten Bereiche 16b sind jeweils auf ungefähr $1/3$ der Länge w festgelegt, was die gesamte Länge des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 ist.

[0059] Die dritte Breite h_6 des dritten Schlitzes 15aa in dem dritten Bereich 16a und die vierten Breiten h_5 und h_7 der vierten Schlitze 16ba in den vierten Bereichen 16b sind in einem Bereich von 1 mm bis 3 mm festgelegt. Die dritte Breite h_6 des dritten Schlitzes 16aa in dem dritten Bereich 16a und die vierten Breiten h_5 und h_7 der vierten Schlitze 16ba in den vierten Bereichen 16b sind auf voneinander verschiedene Breiten festgelegt. Es sei angemerkt, dass, obwohl die vierten Breiten h_5 und h_7 der vierten Schlitze 16ba in den vierten Bereichen 16b in diesem Beispiel auf die gleiche Breite festgelegt sind, es auch möglich ist, dass die Schlitze jeweils unterschiedliche Breiten aufweisen. In dem Beispiel in **Fig. 5** ist die dritte Breite h_6 des dritten Schlitzes 16aa in dem dritten Bereich 16a schmaler festgelegt als die vierten Breiten h_5 und h_7 der vierten Schlitze 16ba in den vierten Bereichen 16b.

[0060] Der dritte Bereich 16a des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, in dem der dritte Schlitz 16aa vorgesehen ist, weist ein drittes Öffnungsverhältnis auf, und die vierten Bereiche 16b, in denen die vierten Schlitze 16ba vorgesehen sind, weisen ein viertes Öffnungsverhältnis auf, das größer als das dritte Öffnungsverhältnis des dritten Bereichs 16a ist. Hier ist der Ausdruck „drittes Öffnungsverhältnis“ für den dritten Bereich 16a das Verhältnis der Öffnung in dem dritten Bereich 16a, die durch den dritten Schlitz 16aa pro Flächeneinheit vorgesehen ist. Ähnlich ist der Ausdruck „viertes Öffnungsverhältnis“ für die vierten Bereiche 16b das Verhältnis der Öffnung in dem vierten Bereich 16b, die durch jeden vierten Schlitz 16ba pro Flächeneinheit vorgesehen ist.

[0061] Der dritte Schlitz 16aa und die vierten Schlitze 16ba des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 sind an einem Endabschnitt auf einer Seite aus den zwei Endabschnitten angeordnet, die

sich entlang der Längsrichtung erstrecken, d.h. dem Endabschnitt, der auf der Seite der zweiten Seitenwand 14b positioniert wird, wenn der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 angeordnet wurde, um den zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 zu bedecken. Es sei angemerkt, dass, obwohl der dritte Schlitz 16aa und die vierten Schlitze 16ba kontinuierlich ausgebildet sind, der dritte Schlitz 16aa und die vierten Schlitze 16ba an Grenzteilen zwischen ihnen geteilt sein können.

[0062] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind in dem Behälter 14 des Kühlers 10 so angeordnet, dass der erste Bereich 15a und der dritte Bereich 16a, d.h. der erste Bereich 15a, der mit dem vergleichsweise breiten ersten Schlitz 15aa versehen ist und daher ein vergleichsweise großes Öffnungsverhältnis aufweist, und der dritte Bereich 16a, der mit dem vergleichsweise schmalen dritten Schlitz 16aa versehen ist und daher ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis aufweist, einander zugewandt sind. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind auch in dem Behälter 14 des Kühlers 10 so angeordnet, dass die zweiten Bereiche 15b und die vierten Bereiche 16b, d.h. die zweiten Bereiche 15b, die mit den vergleichsweise schmalen zweiten Schlitzen 15ba versehen sind und daher ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis aufweisen, und die vierten Bereiche 16b, die mit den vergleichsweise breiten vierten Schlitzen 16ba versehen sind und daher ein vergleichsweise großes Öffnungsverhältnis aufweisen, einander zugewandt sind.

[0063] Für den ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 werden die erste Länge w_2 des ersten Bereichs 15a, die erste Breite h_2 des ersten Schlitzes 15aa des ersten Bereichs 15a, die zweiten Längen w_1 und w_3 der zweiten Bereiche 15b, die zweiten Breiten h_1 und h_3 der zweiten Schlitze 15ba des zweiten Bereichs 15b und für den zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 die dritte Länge w_6 des dritten Bereichs 16a, die dritte Breite h_6 des dritten Schlitzes 16aa des dritten Bereichs 16a, die vierten Längen w_5 und w_7 der vierten Bereiche 16b und die vierten Breiten h_5 und h_7 der vierten Schlitze 16ba der vierten Bereiche 16b basierend auf den Abmessungen des Behälters 14 des Kühlers 10, wie z.B. den Abmessungen des ersten Fließwegs 14e und des zweiten Fließwegs 14f, und anderen Faktoren, wie z.B. der gewünschten Kühlleistung, entsprechend eingestellt.

[0064] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 werden durch Druckgießen, Pressen oder dergleichen gebildet. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist mit dem Behälter 14 integriert, um den ersten Fließweg 14e des Behälters 14 zu bedecken, indem er mit

einer Seitenwand des ersten Fließwegs 14e (d.h. mindestens einer der ersten Seitenwand 14a, der dritten Seitenwand 14c, der vierten Seitenwand 14d und einer Seitenwand auf einer der ersten Seitenwand 14a gegenüberliegenden Seite des ersten Fließwegs 14e) unter Verwendung von Hartlötungen oder verschiedenen Schweißtechniken verbunden ist. Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist mit dem Behälter 14 integriert, um den zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 zu bedecken, indem er mit einer Seitenwand des zweiten Fließwegs 14f (d.h. mindestens einer der zweiten Seitenwand 14b, der dritten Seitenwand 14c, der vierten Seitenwand 14d und einer Seitenwand auf einer der zweiten Seitenwand 14b gegenüberliegenden Seite des zweiten Fließwegs 14f) unter Verwendung von Hartlötungen oder verschiedenen Schweißtechniken verbunden ist.

[0065] Es sei angemerkt, dass abgesehen von plattenartigen Elementen der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 jeweils ein zylindrisches Element beinhalten können, das so ausgebildet ist, dass es den Kanalförmigkeiten des ersten Fließwegs 14e und des zweiten Fließwegs 14f des Behälters 14 entspricht. Der erste Schlitz 15aa und der zweite Schlitz 15ba werden durch Schneiden oder dergleichen an vorgegebenen Positionen auf einer Seitenfläche eines zylindrischen Elements gebildet, das als erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 verwendet wird. Ebenso werden der dritte Schlitz 16aa und der vierte Schlitz 16ba durch Schneiden oder dergleichen an vorgegebenen Positionen auf einer Seitenfläche eines zylindrischen Elements gebildet, das als zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16 verwendet wird. Ein Behälter 14, der mit dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 integriert wurde, kann erhalten werden, indem solche zylindrischen Elemente, die als erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 und zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16 verwendet werden, in den ersten Fließweg 14e und den zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 eingepasst werden.

[0066] Als Nächstes wird der Kühler 10, bei dem der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 mit dem Behälter 14 integriert wurden, unter Bezugnahme auf **Fig. 6** bis **Fig. 8** beschrieben.

[0067] **Fig. 6** bis **Fig. 8** sind Diagramme zum Erläutern von beispielhaften Ausgestaltungen eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform. **Fig. 6** ist eine schematische perspektivische Ansicht eines Hauptteils eines Beispiels eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform. **Fig. 7** ist eine schematische Draufsicht eines Hauptteils eines Beispiels eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform. **Fig. 8 (A)** und **Fig. 8 (B)** sind schematische Querschnittsansichten eines Hauptteils eines Beispiels

eines Kühlers gemäß der ersten Ausführungsform. **Fig. 8(A)** ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie VIIIa-VIIIa in **Fig. 7** und **Fig. 8 (B)** ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie VIIIb-VIIIb in **Fig. 7**.

[0068] Ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie sie in **Fig. 5** dargestellt sind, die oben beschrieben sind, sind im Behälter 14 (oder „Wassermantel“) angeordnet und mit diesem verbunden, wie er in **Fig. 4 (A)** und **Fig. 4(B)** dargestellt ist, die oben beschrieben sind, um einen Kühler 10 zu erzeugen, wie er in **Fig. 6**, **Fig. 7**, **Fig. 8 (A)** und **Fig. 8 (B)** dargestellt ist. Es sei angemerkt, dass der Kühler 10, der in **Fig. 6**, **Fig. 7**, **Fig. 8 (A)** und **Fig. 8 (B)** dargestellt ist, die Wärmeabfuhrplatte 13 (oder „Lamellenbasis“) weglässt, auf der die Kühllamellen 13a angeordnet sind, wie sie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt sind, die oben beschrieben sind. In **Fig. 6**, **Fig. 7**, **Fig. 8 (A)** und **Fig. 8(B)** ist der Fluss des Kühlmittels 30 schematisch unter Verwendung von gestrichelten Pfeilen angezeigt.

[0069] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist so angeordnet, dass er den ersten Fließweg 14e des Behälters 14 bedeckt, der sich entlang der ersten Seitenwand 14a erstreckt. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist so angeordnet, dass die Öffnungen, d.h. der erste Schlitz 15aa im ersten Bereich 15a und die zweiten Schlitze 15ba in den zweiten Bereichen 15b, am Endabschnitt des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 positioniert sind, der sich auf der Seite der ersten Seitenwand 14a des Behälters 14 befindet. Es kann auch gesagt werden, dass der erste Schlitz 15aa im ersten Bereich 15a und die zweiten Schlitze 15ba in den zweiten Bereichen 15b an einem Endabschnitt des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 auf der Seite der ersten Seitenwand 14a des ersten Fließwegs 14e positioniert sind. Aus einer Gruppe der Bereiche, die durch Unterteilen des ersten Fließwegs 14e in drei in einer Richtung erzeugt werden, die sich entlang der ersten Seitenwand 14a erstreckt, entspricht der mittlere Bereich dem ersten Bereich 15a des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 und die verbleibenden zwei Bereiche nach außen entsprechen den zweiten Bereichen 15b des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15. Der erste Schlitz 15aa ist im ersten Bereich 15a vorgesehen, und die zweiten Schlitze 15ba, die schmaler sind als der erste Schlitz 15aa, sind in den zweiten Bereichen 15b vorgesehen. Der erste Bereich 15a weist das erste Öffnungsverhältnis auf, und die zweiten Bereiche 15b weisen das zweite Öffnungsverhältnis auf, das kleiner als das erste Öffnungsverhältnis des ersten Bereichs 15a ist.

[0070] Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist so angeordnet, dass er den zweiten Fließweg 14f

des Behälters 14 bedeckt, der sich entlang der zweiten Seitenwand 14b erstreckt. Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist so angeordnet, dass die Öffnungen, d.h. der dritte Schlitz 16aa im dritten Bereich 16a und die vierten Schlitze 16ba in den vierten Bereichen 16b, am Endabschnitt des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 positioniert sind, der sich auf der Seite der zweiten Seitenwand 14b des Behälters 14 befindet. Es kann auch gesagt werden, dass der dritte Schlitz 16aa im dritten Bereich 16a und die vierten Schlitze 16ba in den vierten Bereichen 16b an einem Endabschnitt des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 auf der Seite der zweiten Seitenwand 14b des zweiten Fließwegs 14f positioniert sind. Aus einer Gruppe der Bereiche, die durch Unterteilen des zweiten Fließwegs 14f in drei in einer Richtung erzeugt werden, die sich entlang der zweiten Seitenwand 14b erstreckt, entspricht der mittlere Bereich dem dritten Bereich 16a des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 und die verbleibenden zwei Bereiche nach außen entsprechen den vierten Bereichen 16b des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16. Der dritte Schlitz 16aa ist im dritten Bereich 16a vorgesehen, und die vierten Schlitze 16ba, die breiter sind als der dritte Schlitz 16aa, sind in den vierten Bereichen 16b vorgesehen. Der dritte Bereich 16a weist das dritte Öffnungsverhältnis auf, und die vierten Bereiche 16b weisen das vierte Öffnungsverhältnis auf, das größer als das dritte Öffnungsverhältnis des dritten Bereichs 16a ist.

[0071] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind in dem Behälter 14 so angeordnet, dass der erste Bereich 15a, der mit dem vergleichsweise breiten ersten Schlitz 15aa versehen ist und ein vergleichsweise großes Öffnungsverhältnis aufweist, und der dritte Bereich 16a, der mit dem vergleichsweise schmalen ersten Schlitz 16aa versehen ist und ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis aufweist, einander zugewandt sind. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind auch in dem Behälter 14 so angeordnet, dass die zweiten Bereiche 15b, die mit den vergleichsweise schmalen zweiten Schlitzen 15ba versehen sind und ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis aufweisen, und die vierten Bereiche 16b, die mit den vergleichsweise großen vierten Schlitzen 16ba versehen sind und ein vergleichsweise großes Öffnungsverhältnis aufweisen, einander zugewandt sind.

[0072] In dem in **Fig. 6**, **Fig. 7**, **Fig. 8 (A)** und **Fig. 8 (B)** dargestellten Beispiel ist der erste Bereich 15a des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, der mit dem vergleichsweise breiten ersten Schlitz 15aa versehen ist und ein vergleichsweise großes Öffnungsverhältnis aufweist, an einer Position angeordnet, die näher am Einlass 11 des Kühlmittels 30 liegt, das mit dem ersten Fließweg 14e des Behälters 14 in Verbind-

dung steht, als die zweiten Bereiche 15b, die mit den vergleichsweise schmalen zweiten Schlitzen 15ba versehen sind und ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis aufweisen. In dem in **Fig. 6**, **Fig. 7**, **Fig. 8 (A)** und **Fig. 8 (B)** dargestellten Beispiel ist der dritte Bereich 16a des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, der mit dem vergleichsweise schmalen dritten Schlitz 16aa versehen ist und ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis aufweist, an einer Position angeordnet, die näher am Auslass 12 des Kühlmittels 30 liegt, das mit dem zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 in Verbindung steht, als die vierten Bereiche 16b, die mit den vergleichsweise breiten vierten Schlitzen 16ba versehen sind und ein vergleichsweise großes Öffnungsverhältnis aufweisen.

[0073] Der dritte Fließweg 14g ist in einem Innenraum ausgebildet, der sich über dem ersten Fließweg 14e und dem zweiten Fließweg 14f im Behälter 14 befindet, in dem der erste Fließweg 14e durch den ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 bedeckt ist und der zweite Fließweg 14f durch den zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 bedeckt ist. Das heißt, der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist an der Grenze zwischen dem ersten Fließweg 14e und dem dritten Fließweg 14g angeordnet, und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist an der Grenze zwischen dem zweiten Fließweg 14f und dem dritten Fließweg 14g angeordnet. Der erste Fließweg 14e und der dritte Fließweg 14g stehen über den ersten Schlitz 15aa und die zweiten Schlitze 15ba des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in Verbindung, und der zweite Fließweg 14f und der dritte Fließweg 14g stehen über den dritten Schlitz 16aa und die vierten Schlitze 16ba des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in Verbindung.

[0074] Obwohl hier nicht dargestellt, ist die Wärmeabfuhrplatte 13, auf der die Kühl lamellen 13a angeordnet sind, oder die Wärmeabfuhrplatte 13, die ein Halbleitermodul 20 aufweist, das auf der gegenüberliegenden Seite zu den Kühl lamellen 13a angeordnet ist, wie diejenigen, die in **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** dargestellt sind, angeordnet, um den Innenraum des Behälters 14 zu bedecken. Die Wärmeabfuhrplatte 13 und der Behälter 14 sind beispielsweise miteinander befestigt und unter Verwendung von Bolzen verbunden. Die Kühl lamellen 13a der Wärmeabfuhrplatte 13, die mit dem Behälter 14 verbunden wurde, sind so angeordnet, dass sie innerhalb des dritten Fließwegs 14g des Behälters 14 untergebracht sind, wie in **Fig. 2** dargestellt, die oben beschrieben ist. Es sei angemerkt, dass die Kühl lamellen 13a so angeordnet sind, dass, wenn die Wärmeabfuhrplatte 13 mit dem Behälter 14 verbunden wurde, ein gewisser Abstand c_1 (siehe **Fig. 2**) zwischen den vorderen Enden der Kühl lamellen 13a und der unteren Fläche des dritten Fließwegs 14g vorgesehen ist.

[0075] Wenn der Kühler 10 verwendet wird, fließt das Kühlmittel 30 durch den Kühler 10, wie durch die gestrichelten Pfeile in **Fig. 6**, **Fig. 7**, **Fig. 8(A)** und **Fig. 8(B)** angezeigt. Wenn dies geschieht, wird das Kühlmittel 30, das dem Kühler 10 durch die Pumpe 40 (siehe **Fig. 1**) zugeführt wird, aus dem Einlass 11 in den Kühler 10 eingeleitet. Das Kühlmittel 30, das aus dem Einlass 11 eingeleitet wird, fließt in den ersten Fließweg 14e des Behälters 14, der mit dem Einlass 11 in Verbindung steht, und fließt aus dem ersten Fließweg 14e durch den vergleichsweise breiten ersten Schlitz 15aa (siehe **Fig. 8 (A)**) und die vergleichsweise schmalen zweiten Schlitze 15ba (siehe **Fig. 8(B)**) des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in den dritten Fließweg 14g. Das Kühlmittel 30, das in den dritten Fließweg 14g geflossen ist, wird aus dem dritten Fließweg 14g durch den vergleichsweise schmalen dritten Schlitz 16aa (siehe **Fig. 8(A)**) und die vergleichsweise breiten vierten Schlitze 16ba (siehe **Fig. 8(B)**) des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 übertragen und fließt in den zweiten Fließweg 14f des Behälters 14, der mit dem Auslass 12 in Verbindung steht. Das Kühlmittel 30, das in den zweiten Fließweg 14f geflossen ist, wird aus dem Auslass 12 zur Außenseite des Kühlers 10 abgeführt.

[0076] Das Kühlmittel 30, das aus dem ersten Fließweg 14e in den dritten Fließweg 14g geflossen ist, fließt auf Kühlmittelfließwegen, die durch die Kühl lamellen 13a definiert sind, die innerhalb des dritten Fließwegs 14g untergebracht sind, d.h. in den Spalten zwischen benachbarten Kühl lamellen 13a. Während das Kühlmittel 30 durch den dritten Fließweg 14g fließt, findet ein Wärmetausch statt, so dass Wärme, die von dem Halbleitermodul 20 auf die Wärmeabfuhrplatte 13 und die Kühl lamellen 13a übertragen wurde, auf das Kühlmittel 30 übertragen wird, das durch den dritten Fließweg 14g fließt, wodurch das Halbleitermodul 20 gekühlt wird. Das Kühlmittel 30, dessen Temperatur aufgrund des Wärmetauschs mit der Wärmeabfuhrplatte 13 und den Kühl lamellen 13a angestiegen ist, fließt in den zweiten Fließweg 14f und wird aus dem Auslass 12 zur Außenseite des Kühlers 10 abgeführt. Danach wird das Kühlmittel 30, das zu dem Wärmetauscher 50 (siehe **Fig. 1**) geleitet wurde und dessen Temperatur abgefallen ist, durch die Pumpe 40 aus dem Einlass 11 zurück in den Kühler 10 eingeleitet.

[0077] Gemäß dem Kühler 10 mit der oben beschriebenen Ausgestaltung ist es möglich, das Auftreten einer unausgeglichenen Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts für das Kühlmittel 30, das durch den Kühler 10 fließt, zu unterdrücken. Es ist auch möglich, eine Halbleitervorrichtung 1 zu realisieren, die mit einem Kühler 10 ausgestattet ist, der in der Lage ist, das Auftreten einer unausgeglichenen Strömungsverteilung und

ein Ansteigen des Druckverlusts zu unterdrücken. Dies wird im Folgenden näher erläutert.

[0078] Hier wird ein Kühler, wie er in den **Fig. 9** bis **Fig. 11** dargestellt ist, und eine Halbleitervorrichtung, die mit diesem Kühler ausgestattet ist, als Vergleichsbeispiel verwendet.

[0079] Die **Fig. 9** bis **Fig. 11** sind Diagramme zum Erläutern einer beispielhaften Ausgestaltung eines Kühlers gemäß einem Vergleichsbeispiel. **Fig. 9** ist eine schematische perspektivische Ansicht eines Hauptteils eines Beispiels eines Kühlers gemäß diesem Vergleichsbeispiel. **Fig. 10** ist eine schematische Draufsicht eines Hauptteils eines ersten Flussraten-Einstellabschnitts und eines zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers gemäß einem Vergleichsbeispiel. **Fig. 11** ist eine schematische Querschnittsansicht eines Hauptteils eines Beispiels eines Kühlers gemäß einem Vergleichsbeispiel. **Fig. 11** ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XI-XI in **Fig. 9**. In **Fig. 9** und **Fig. 11** ist der Fluss des Kühlmittels 30 schematisch unter Verwendung von gestrichelten Pfeilen angezeigt.

[0080] Der in **Fig. 9** dargestellte Kühler 110 unterscheidet sich von dem Kühler 10 gemäß der oben beschriebenen ersten Ausführungsform dadurch, dass er eine Ausgestaltung aufweist, in der ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 115 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 116 wie diejenigen, die in **Fig. 9** bis **Fig. 11** dargestellt sind, angeordnet sind. Die gleichen Ausgestaltungen wie die erste Ausführungsform werden als der Behälter 14 des Kühlers 110 und, obwohl hier nicht dargestellt, als die Wärmeabfuhrplatte 13, die den Behälter 14 bedeckt, die Kühllamellen 13a der Wärmeabfuhrplatte 13 und das Halbleitermodul 20, das auf der Wärmeabfuhrplatte 13 montiert ist, verwendet.

[0081] Wie in **Fig. 10** dargestellt, ist der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 des Kühlers 110 des Vergleichsbeispiels als Öffnung mit einem siebten Schlitz 115aa mit einer Länge in der Längsrichtung von w_4 und einer konstanten Breite h_4 versehen. Wie in **Fig. 10** dargestellt, ist der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116 des Kühlers 110 des Vergleichsbeispiels als Öffnung mit einem achten Schlitz 116aa mit einer Länge in der Längsrichtung von w_8 und einer konstanten Breite h_8 versehen. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116 sind so angeordnet, dass sie den ersten Fließweg 14e bzw. den zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 bedecken. Der siebte Schlitz 115aa des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 115 ist an einem Endabschnitt auf einer Seite der ersten Seitenwand 14a des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 115 angeordnet, d.h. so, dass er am Seitenende der ersten Seitenwand 14a des ersten Fließwegs 14e positioniert ist. Der achte

Schlitz 116aa des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 116 ist an einem Endabschnitt auf einer Seite der zweiten Seitenwand 14b des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 116 angeordnet, d.h. so, dass er am Seitenende der zweiten Seitenwand 14b des zweiten Fließwegs 14f positioniert ist.

[0082] Obwohl hier nicht dargestellt, ist die Wärmeabfuhrplatte 13, auf der die Kühllamellen 13a angeordnet sind, oder die Wärmeabfuhrplatte 13, auf der das Halbleitermodul 20 auf der den Kühllamellen 13a gegenüberliegenden Seite montiert wurde, gemäß den in **Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** dargestellten Beispielen angeordnet, um den Innenraum des Behälters 14 zu bedecken. Die Wärmeabfuhrplatte 13 und der Behälter 14 sind beispielsweise miteinander befestigt und unter Verwendung von Bolzen verbunden. Die Kühllamellen 13a der Wärmeabfuhrplatte 13, die mit dem Behälter 14 verbunden wurde, sind so angeordnet, dass sie innerhalb des dritten Fließwegs 14g des Behälters 14 untergebracht sind.

[0083] Wenn der Kühler 110 verwendet wird, ist der Einlass 11 des Kühlers 110 auf die gleiche Weise wie in **Fig. 1** dargestellt, die oben beschrieben ist, über Rohrleitungen mit der Pumpe 40 verbunden und der Auslass 12 des Kühlers 110 ist über Rohrleitungen mit dem Wärmetauscher 50 verbunden. Die Pumpe 40 und der Wärmetauscher 50 sind durch Rohrleitungen verbunden. Das Kühlmittel 30 wird innerhalb des Kühlers 110 verteilt, wie durch die gestrichelten Pfeile in **Fig. 9** und **Fig. 11** angezeigt. Das heißt, das Kühlmittel 30, das dem Kühler 110 durch die Pumpe 40 zugeführt wird, wird aus dem Einlass 11 in den Kühler 110 eingeleitet. Das Kühlmittel 30, das aus dem Einlass 11 eingeleitet wird, fließt in den ersten Fließweg 14e des Behälters 14, der mit dem Einlass 11 in Verbindung steht, und fließt aus dem ersten Fließweg 14e durch den siebten Schlitz 115aa, der eine konstante Breite aufweist, des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 115 in den dritten Fließweg 14g. Das Kühlmittel 30, das in den dritten Fließweg 14g geflossen ist, fließt aus dem dritten Fließweg 14g durch den achten Schlitz 116aa, der eine konstante Breite aufweist, des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 116 in den zweiten Fließweg 14f des Behälters 14, der mit dem Auslass 12 in Verbindung steht. Das Kühlmittel 30, das in den zweiten Fließweg 14f geflossen ist, wird aus dem Auslass 12 zur Außenseite des Kühlers 110 abgeführt.

[0084] Das Kühlmittel 30, das aus dem ersten Fließweg 14e in den dritten Fließweg 14g geflossen ist, fließt auf Kühlmittelfließwegen, die durch die Kühllamellen 13a definiert sind, die innerhalb des dritten Fließwegs 14g untergebracht sind, d.h. in den Spalten zwischen benachbarten Kühllamellen 13a. Während das Kühlmittel 30 durch den dritten Fließweg 14g fließt, findet ein Wärmetausch statt, so dass Wärme, die von dem Halbleitermodul 20 auf die Wär-

meabführplatte 13 und die Kühl lamellen 13a übertragen wurde, auf das Kühlmittel 30 übertragen wird, das durch den dritten Fließweg 14g fließt, wodurch das Halbleitermodul 20 gekühlt wird. Das Kühlmittel 30, dessen Temperatur aufgrund des Wärmetauschs mit der Wärmeabführplatte 13 und den Kühl lamellen 13a angestiegen ist, fließt in den zweiten Fließweg 14f und wird aus dem Auslass 12 zur Außenseite des Kühlers 110 abgeführt. Danach wird das Kühlmittel 30, das zu dem Wärmetauscher 50 geleitet wurde und dessen Temperatur abgefallen ist, durch die Pumpe 40 aus dem Einlass 11 zurück in den Kühler 110 eingeleitet.

[0085] Hier wird der Kühler 10 gemäß der oben beschriebenen ersten Ausführungsform als „Typ A“ bezeichnet, und der Kühler 110 gemäß diesem Vergleichsbeispiel wird als „Typ B“ bezeichnet. Ein Kühler, der einen Behälter 14 verwendet, der nicht mit den oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitten 15 und 115 und den zweiten Flussraten-Einstellabschnitten 16 und 116 versehen ist, wird als „Typ C“ bezeichnet.

[0086] Die Länge w , die Breite h_0 , die Breite h , die Höhe t_1 und die Höhe t_2 des Behälters 14 des Kühlers 10 vom Typ A, des Kühlers 110 vom Typ B und des Kühlers vom Typ C sind die Abmessungen der oben beschriebenen Teile, die in **Fig. 4** angegeben sind. Die Längen w des Behälters 14 des Kühlers 10 vom Typ A, des Kühlers 110 vom Typ B und des Kühlers vom Typ C sind auf die gleiche Länge eingestellt. Die Breiten h_0 des Behälters 14 des Kühlers 10 vom Typ A, des Kühlers 110 vom Typ B und des Kühlers vom Typ C sind auf die gleiche Breite eingestellt. Die Breiten h des Behälters 14 des Kühlers 10 vom Typ A, des Kühlers 110 vom Typ B und des Kühlers vom Typ C sind auf die gleiche Breite eingestellt. Die Höhen t_1 des Behälters 14 des Kühlers 10 vom Typ A, des Kühlers 110 vom Typ B und des Kühlers vom Typ C sind auf die gleiche Höhe eingestellt. Die Höhen t_2 des Behälters 14 des Kühlers 10 vom Typ A, des Kühlers 110 vom Typ B und des Kühlers vom Typ C sind ebenfalls auf die gleiche Höhe eingestellt.

[0087] Die erste Länge w_2 , die zweiten Längen w_1 und w_3 , die erste Breite h_2 und die zweiten Breiten h_1 und h_3 des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 des Kühlers 10 vom Typ A sind die Abmessungen der oben beschriebenen Teile, die in **Fig. 5** angegeben sind. Die dritte Länge w_6 , die vierten Längen w_5 und w_7 , die dritte Breite h_6 und die vierten Breiten h_5 und h_7 des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 des Kühlers 10 vom Typ A sind die Abmessungen der oben beschriebenen Teile, die in **Fig. 5** angegeben sind. Die erste Länge w_2 und die zweiten Längen w_1 und w_3 des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 sind auf Längen eingestellt, die durch Teilen der Länge w des Behälters 14 in drei ungefähr gleiche Teile erhalten werden. Die erste Breite h_2 des ersten

Flussraten-Einstellabschnitts 15 ist beispielsweise auf 2 mm eingestellt, und die zweiten Breiten h_1 und h_3 sind beispielsweise auf 1 mm eingestellt. Die dritte Länge w_6 und die vierten Längen w_5 und w_7 des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 sind auf Längen eingestellt, die durch Teilen der Länge w des Behälters 14 in drei ungefähr gleiche Teile erhalten werden. Die dritte Breite h_6 des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 ist beispielsweise auf 1 mm eingestellt, und die vierten Breiten h_5 und h_7 sind beispielsweise auf 2 mm eingestellt.

[0088] Die Länge w_4 und die Breite h_4 des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 115 des Kühlers 110 vom Typ B sind die Abmessungen der oben beschriebenen Teile, die in **Fig. 10** angegeben sind. Die Länge w_8 und die Breite h_8 des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 116 des Kühlers 110 vom Typ B sind die Abmessungen der oben beschriebenen Teile, die in **Fig. 10** angegeben sind. Die Länge w_4 des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 115 ist gleich der Gesamtlänge der ersten Länge w_2 und der zweiten Längen w_1 und w_3 des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 des Kühlers 10 vom Typ A eingestellt. Die Breite h_4 des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 115 ist auf die gleiche Breite wie die zweiten Breiten h_1 und h_3 des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 des Kühlers 10 vom Typ A eingestellt, beispielsweise auf 1 mm. Die Länge w_8 des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 116 ist auf die gleiche Länge wie die Gesamtlänge der dritten Länge w_6 und der vierten Längen w_5 und w_7 des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 des Kühlers 10 vom Typ A eingestellt. Die Breite h_8 des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 116 ist auf die gleiche Breite wie die dritte Breite h_6 des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 des Kühlers 10 vom Typ A eingestellt, beispielsweise auf 1 mm.

[0089] **Fig. 12** bis **Fig. 14** zeigen die Ergebnisse von Thermofluidsimulationen und der Auswertung des Kühlers 10 vom Typ A, des Kühlers 110 vom Typ B und des Kühlers vom Typ C mit den oben beschriebenen Abmessungen.

[0090] **Fig. 12** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten an Positionen der Halbleiterelemente. **Fig. 13** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in jeder Art von Kühler. **Fig. 14** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperatur in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente.

[0091] In der thermischen Fluidsimulation wird die Wärmeerzeugung reproduziert, indem einem Halbleitermodul 20, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, die oben beschrieben ist, eine bestimmte Verlustmenge zugewiesen wird. Das heißt, die Wärmeerzeugung wird reproduziert, indem einem Halbleiterelement CP1 (dem Halbleiterelement 25) und einem Halbleiterele-

ment CP2 (dem Halbleiterelement 26) in jedem der drei Montierflächen, das heißt, der Montierfläche AR1 (dem Schaltkreiselementabschnitt 21), der Montierfläche AR2 (dem Schaltkreiselementabschnitt 22) und der Montierfläche AR3 (dem Schaltkreiselementabschnitt 23) des Halbleitermoduls 20, das auf der Wärmeabfuhrplatte 13 montiert ist, die den Behälter 14 bedeckt, jeweils ein konstanter Verlust zugewiesen wird.

[0092] In **Fig. 12** sind die Flussrate des Kühlmittels 30 an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR1, die Flussrate des Kühlmittels 30 an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR2 und die Flussrate des Kühlmittels 30 an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR3 angegeben.

[0093] Aus **Fig. 12** ist ersichtlich, dass in dem Typ-C-Kühler, der einen Behälter 14 ohne die ersten Flussraten-Einstellabschnitte 15 und 115 und die zweiten Flussraten-Einstellabschnitte 16 und 116, wie sie oben beschrieben sind, verwendet, eine unausgeglichene Flussverteilung auftritt, bei der die Flussrate des Kühlmittels 30 an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der mittleren Montierfläche AR2 etwa 0,65 m/s beträgt, aber die Flussrate des Kühlmittels 30 an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in jeder der Montierflächen AR1 und AR3 an beiden Enden etwa 0,40 m/s bis 0,45 m/s beträgt. Andererseits ist aus **Fig. 12** auch ersichtlich, dass bei dem Typ-A-Kühler 10, der den Behälter 14 verwendet, der mit dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 versehen ist, und dem Typ-B-Kühler 110, der den Behälter 14 verwendet, der mit dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 115 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 116 versehen ist, die Flussrate des Kühlmittels 30 an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in jeder der Montierflächen AR1, der Montierfläche AR2 und der Montierfläche AR3 etwa 0,40 m/s beträgt, so dass im Vergleich zu dem Typ-C-Kühler ein gleichmäßigerer Kühlmittelfluss erzeugt wird.

[0094] **Fig. 13** zeigt den Druckverlust zwischen dem Einlass 11 und dem Auslass 12 des Behälters 14, d.h. die Abnahme des Kühlmitteldrucks an dem Auslass 12 in Bezug auf den Druck des Kühlmittels 30 an dem Einlass 11.

[0095] Aus **Fig. 13** ist ersichtlich, dass, obwohl der Druckverlust in dem Typ-C-Kühler, der einen Behälter 14 ohne die ersten Flussraten-Einstellabschnitte 15 und 115 und die zweiten Flussraten-Einstellabschnitte 16 und 116, wie sie oben beschrieben sind, verwendet, etwa 5,0 kPa beträgt, der Druckverlust in dem Typ-B-Kühler 110, der den Behälter 14 verwendet, der mit dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt

115 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 116 versehen ist, um 80% auf 9,0 kPa ansteigt. Andererseits beträgt aus **Fig. 13** der Druckverlust für den Typ-A-Kühler 10, der den Behälter 14 verwendet, der mit dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 versehen ist, etwa 7,0 kPa, was das Ansteigen des Druckverlusts von dem Typ-C-Kühler auf 40% unterdrückt.

[0096] **Fig. 14** zeigt die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR1, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR2 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR3.

[0097] Aus **Fig. 14** sind in dem Typ-C-Kühler, der den Behälter 14 ohne die ersten Flussraten-Einstellabschnitte 15 und 115 und die zweiten Flussraten-Einstellabschnitte 16 und 116, wie sie oben beschrieben sind, verwendet, die Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der mittleren Montierfläche AR2, wo die Flussrate des Kühlmittels 30 vergleichsweise schnell ist (siehe **Fig. 12**), günstig gekühlt und die Temperatur ist bei etwa 124 °C vergleichsweise niedrig, aber die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR3 an beiden Enden, wo die Flussrate des Kühlmittels 30 vergleichsweise langsam ist (siehe **Fig. 12**), sind bei 125 °C oder höher vergleichsweise hoch. Andererseits kann aus **Fig. 14** verstanden werden, dass in dem Typ-A-Kühler 10, der den Behälter 14 verwendet, der mit dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 versehen ist, und in dem Typ-B-Kühler 110, der den Behälter 14 verwendet, der mit dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 115 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 116 versehen ist, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der gesamten Montierfläche AR1, der Montierfläche AR2 und der Montierfläche AR3 (siehe **Fig. 2**), wo die Flussrate des Kühlmittels 30 vergleichsweise gleichmäßig ist, etwa 124 °C betragen, so dass die Kühlung im Vergleich zu dem Typ-C-Kühler gleichmäßiger ist.

[0098] Aus den in **Fig. 12** bis **Fig. 14** gezeigten Ergebnissen unterdrückt der Typ-A-Kühler 10 den Druckverlust stärker als der Typ-B-Kühler 110, während er die gleichen oder nahezu die gleichen Effekte des Unterdrückens einer unausgeglichene Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie der Typ-B-Kühler 110 erhält.

[0099] Gemäß dem Typ-A-Kühler 10, das heißt dem Kühler 10 gemäß der ersten Ausführungsform, ist es möglich, eine unausgeglichene Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts für das Kühlmittel 30, das in dem Kühler 10 fließt, zu unterdrücken.

Es ist auch möglich, eine Halbleitervorrichtung 1 zu realisieren, die mit einem Kühler 10 ausgestattet ist, der in der Lage ist, das Auftreten einer unausgeglichene Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts zu unterdrücken.

[0100] Im Allgemeinen wird das Halbleitermodul 20, wie das oben beschriebene, weithin in Leistungswandlervorrichtungen verwendet, die in Steuervorrichtungen für Hybridfahrzeuge, Elektrofahrzeuge und dergleichen verwendet werden. In dem Halbleitermodul 20, das eine Steuervorrichtung zum Reduzieren des Leistungsverbrauchs wie diese bildet, werden Leistungshalbleiterelemente, die große Ströme steuern, als das Halbleiterelement 25 (CP1) und das Halbleiterelement 26 (CP2) verwendet. Ein typisches Leistungshalbleiterelement ist ein wärmeerzeugendes Element, das Wärme erzeugt, wenn es einen großen Strom steuert, und aufgrund eines Trends, dass Leistungswandlervorrichtungen miniaturisiert werden und eine zunehmend große Leistung aufweisen, steigt die erzeugte Wärmemenge. Aus diesem Grund ist die Kühlung des Halbleitermoduls 20, das mit einer Vielzahl von wärmeerzeugenden Elementen ausgestattet ist, ein wichtiges Problem.

[0101] Als ein Beispiel wurden Kühler auf der Basis von Flüssigkeitskühlung in der Vergangenheit verwendet, um das Halbleitermodul 20 zu kühlen. In einem Kühler auf der Basis von Flüssigkeitskühlung wurden, um die Kühleffizienz zu verbessern, Maßnahmen wie Erhöhen der Durchflussrate des Kühlmittels und Ändern der Form oder des Materials von Kühllamellen verwendet, um einen hohen Wärmeübertragungskoeffizienten zu erreichen. Als ein Ergebnis solcher Maßnahmen kann sich jedoch die Last der Pumpe zum Zirkulieren des Kühlmittels aus Gründen wie einem Anstieg des Druckverlusts des Kühlmittels innerhalb des Kühlers erhöhen. Um diesen Druckverlust zu reduzieren, wäre es ideal, die Kühleffizienz zu erhöhen, während eine niedrige Kühlmittelflussrate verwendet wird, und während es günstig wäre, die Flussrate des Kühlmittels zu reduzieren und die Form und das Material der Kühllamellen zu ändern, um einen höheren Wärmeübertragungskoeffizienten zu erzeugen, Kühllamellen zu verwenden, wie die eine Erhöhung der Kosten eines Kühlers und der Halbleitervorrichtung, die einen solchen Kühler verwendet, riskieren würden. Darüber hinaus tritt bei bestehenden flüssigkeitsgekühlten Kühlern eine unausgeglichene Strömungsverteilung, bei der der Kühlmittelstrom innerhalb des Kühlers unausgeglichen ist, aufgrund der Form der Wärmesenke und/oder der Kühlmittelfließwege, der Anordnung von wärmeerzeugenden Elementen, der Formen des Kühlmittelleinlasses und -auslasses und dergleichen auf. Da diese unausgeglichene Strömungsverteilung die Kühlleistung beeinflusst, war es schwierig, eine gleichmäßige und stabile Kühlleistung mit einem bestehenden Kühler zu errei-

chen. Als ein Ergebnis kann die Temperatur einiger der wärmeerzeugenden Elemente ansteigen, was eine Reduzierung der Leistung und Lebensdauer, einen Ausfall und dergleichen riskiert.

[0102] In der Vergangenheit, um eine unausgeglichene Strömungsverteilung in einem Kühler zu verbessern, gibt es eine bekannte Technologie (siehe zum Beispiel PTL1 und PTL2, die oben zitiert sind), die die Größen der Öffnungen, durch die das Kühlmittel fließt, in Abhängigkeit von den Positionen und dergleichen des Kühlmittelleinlasses und/oder der wärmeerzeugenden Elemente ändert. Mit dieser Technologie wird jedoch die Struktur des Kühlers komplex, was eine Erhöhung der Kosten riskiert. Eine Technologie, die bewirkt, dass das Kühlmittel durch einen einzelnen Schlitz einer bestimmten Breite zu der Wärmesenke fließt (siehe zum Beispiel PTL3, PTL4 und PTL5, die oben zitiert sind, oder den oben beschriebenen Typ-B-Kühler 110), und eine Technologie, die bewirkt, dass das Kühlmittel durch eine Vielzahl von Löchern oder Schlitzen der gleichen Größe fließt (siehe zum Beispiel PTL6 und PTL7, die oben zitiert sind), sind bekannt. Jedoch müssen mit dieser Art von Technologie, wenn die Form der Wärmesenke und/oder der Kühlmittelleinlass und -auslass einen großen Einfluss haben, die Breite des Schlitzes und/oder der Durchmesser des Lochs/der Löcher klein gemacht werden, um eine gleichmäßige Flussratenverteilung zu erzeugen, und dies neigt dazu, einen Anstieg des Druckverlusts zu bewirken. Eine Technologie zum Unterdrücken eines Anstiegs des Druckverlusts durch Bereitstellen von Kühlmittelfließwegen auf Seitenflächen einer Wärmesenke ist ebenfalls bekannt (siehe zum Beispiel PTL8 und PTL9, die oben zitiert sind). Jedoch werden mit einer solchen Technik die Abmessungen des Fließwegs als ein Ganzes eines Kühlers groß, und die Größe einer Halbleitervorrichtung, die diesen Kühler enthält, wird übermäßig groß. Darüber hinaus ist es schwierig, diese Technik zu verwenden, wenn Bolzenlöcher oder Dichtungsnuten zum Verbinden der Wärmesenke mit dem Kühlerbehälter in der Nähe von Seitenflächen der Wärmesenke vorgesehen sind.

[0103] Andererseits sind im Kühler 10 (Typ A) gemäß der oben beschriebenen ersten Ausführungsform der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 zwischen dem parallelen ersten Fließweg 14e und zweiten Fließweg 14f im Behälter 14 und dem dritten Fließweg 14g, der mit diesen Fließwegen in Verbindung steht, angeordnet. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 umfasst den ersten Bereich 15a mit einem ersten Öffnungsverhältnis aufgrund des vergleichsweise breiten ersten Schlitzes 15aa und den zweiten Bereich 15b mit einem zweiten Öffnungsverhältnis, das kleiner ist als das erste Öffnungsverhältnis aufgrund der vergleichsweise schmalen zweiten

Schlitze 15ba. Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 umfasst den dritten Bereich 16a mit einem dritten Öffnungsverhältnis aufgrund des vergleichsweise schmalen dritten Schlitzes 16aa und einen vierten Bereich 16b mit einem vierten Öffnungsverhältnis, das größer ist als das dritte Öffnungsverhältnis aufgrund der vergleichsweise breiten vierten Schlitzes 16ba. In diesem Kühler 10 ist es durch Ausbilden einer Vielzahl von Arten von Spalten mit geeigneten Formen und Abmessungen im ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und im zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 möglich, zu bewirken, dass das Kühlmittel 30 glatt fließt, ohne übermäßigen Druck innerhalb des ersten Fließwegs 14e und des zweiten Fließwegs auszuüben. Als ein Ergebnis ist es möglich, ein Ansteigen des Druckverlusts zu unterdrücken, während die Größe des Kühlers 10 und der Halbleitervorrichtung 1, die den Kühler enthält, unterdrückt wird und eine gleichmäßigere Flussratenverteilung für das Kühlmittel 30 beibehalten wird.

[0104] Gemäß dem Kühler 10 gemäß der ersten Ausführungsform ist es möglich, das Auftreten einer unausgeglichene Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts für das Kühlmittel 30 innerhalb des Kühlers 10 zu unterdrücken, während ein Ansteigen der Komplexität und Größe der Struktur und Beschränkungen der Verbindung des Behälters 14 und der Wärmeabfuhrplatte 13 unterdrückt werden. Es ist auch möglich, eine Halbleitervorrichtung 1, die diesen Kühler 10 enthält, zu realisieren.

[0105] Fig. 15 zeigt eine erste Abwandlung der Kühl lamellen, die auf der Wärmeabfuhrplatte des Kühlers angeordnet sind. Fig. 15(A) ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch einen Hauptteil einer ersten Abwandlung der Kühl lamellen darstellt, die auf einer Wärmeabfuhrplatte angeordnet sind, und Fig. 15(B) ist eine Draufsicht, die schematisch einen Hauptteil einer ersten Abwandlung der Kühl lamellen darstellt, die auf einer Wärmeabfuhrplatte angeordnet sind. Fig. 15(B) ist eine vergrößerte Draufsicht eines Teils, der in Fig. 15(A) mit „Z1“ gekennzeichnet ist.

[0106] Die Kühl lamellen 13a, die auf der Montierfläche 13b der Wärmeabfuhrplatte 13 angeordnet sind, die den Behälter 14 des Kühlers 10 bedeckt und mit dem Behälter 14 verbunden ist, sind nicht auf prismatische oder im Wesentlichen prismatische Kühl lamellen 13a beschränkt, wie oben beschrieben, und zylindrische Kühl lamellen 13a, wie sie in Fig. 15(A) und Fig. 15(B) dargestellt sind, können vorgesehen sein. Die Abmessungen der zylindrischen Kühl lamellen 13a werden in Abhängigkeit von der gewünschten Kühlleistung entsprechend ausgewählt. Als ein Beispiel ist eine Vielzahl von zylindrischen Kühl lamellen 13a auf der Wärmeabfuhrplatte 13 in einer

dicht gepackten Anordnung angeordnet, wie sie in Fig. 15(A) und Fig. 15(B) dargestellt ist.

[0107] Die zylindrischen Kühl lamellen 13a sind mit der Wärmeabfuhrplatte 13 integriert. Ein Metallmaterial wird für die Wärmeabfuhrplatte 13 und die zylindrischen Kühl lamellen 13a verwendet. Als Beispiele sind die zylindrischen Kühl lamellen 13a mit der Wärmeabfuhrplatte 13 durch Druckgießen, Hartlöten oder verschiedene Schweißtechniken integriert. Alternativ ist es auch möglich, zylindrische Kühl lamellen 13a, die mit der Wärmeabfuhrplatte 13 integriert sind, unter Verwendung einer Bearbeitungstechnik zum Bilden vorstehender Kühl lamellen 13a aus dem Material der Wärmeabfuhrplatte 13 durch Druckgießen, Schmieden oder Pressen oder einer Bearbeitungstechnik, die vorstehende Kühl lamellen 13a aus dem Material der Wärmeabfuhrplatte 13 durch Schneiden oder Drahtschneiden bildet, zu bilden.

[0108] Eine Wärmeabfuhrplatte 13, die mit zylindrischen Kühl lamellen 13a versehen ist, wie in Fig. 15 (A) und Fig. 15(B) dargestellt, ist auf dem Behälter 14 angeordnet, so dass die Kühl lamellen 13a im dritten Fließweg 14g untergebracht sind und mit dem Behälter 14 verbunden und an diesem befestigt sind. Aufgrund dieser zylindrischen Kühl lamellen 13a wird auch Wärme, die am Halbleitermodul 20 erzeugt wird, das auf der Wärmeabfuhrplatte 13 montiert ist, auf die Kühl lamellen 13a übertragen, und es wird ein Wärmetausch mit dem Kühlmittel 30 durchgeführt, das durch die dritten Fließwege 14g fließt, wodurch das Halbleitermodul 20 gekühlt wird.

[0109] Fig. 16 zeigt eine zweite Abwandlung der Kühl lamellen, die auf der Wärmeabfuhrplatte des Kühlers angeordnet sind. Fig. 16(A) ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch einen Hauptteil einer zweiten Abwandlung der Kühl lamellen darstellt, die auf einer Wärmeabfuhrplatte angeordnet sind, und Fig. 16(B) ist eine Draufsicht, die schematisch einen Hauptteil einer zweiten Abwandlung der Kühl lamellen darstellt, die auf einer Wärmeabfuhrplatte angeordnet sind. Fig. 16(B) ist eine vergrößerte Draufsicht eines Teils, der in Fig. 16(A) mit „Z2“ gekennzeichnet ist.

[0110] Wellenförmige Kühl lamellen 13a, d.h. gewellte Lamellen, wie diejenigen, die in Fig. 16(A) und Fig. 16(B) dargestellt sind, können auf der Wärmeabfuhrplatte 13 angeordnet sein, die den Behälter 14 des Kühlers 10 bedeckt und mit dem Behälter 14 verbunden ist. Die Abmessungen der gewellten Lamellen, die als die Kühl lamellen 13a angeordnet sind, werden in Abhängigkeit von der gewünschten Kühlleistung entsprechend ausgewählt. Als ein Beispiel sind gewellte Lamellen, wie diejenigen, die in Fig. 16(A) und Fig. 16(B) dargestellt sind, auf der

Wärmeabfuhrplatte 13 als die Kühllamellen 13a angeordnet.

[0111] Die gewellten Lamellen, die als die Kühllamellen 13a angeordnet sind, sind mit der Wärmeabfuhrplatte 13 integriert. Ein Metallmaterial wird für die Wärmeabfuhrplatte 13 und die Kühllamellen 13a verwendet. Als Beispiele sind die gewellten Lamellen, die als die Kühllamellen 13a angeordnet sind, mit der Wärmeabfuhrplatte 13 unter Verwendung von Druckgießen, Hartlöten oder verschiedenen Schweißtechniken integriert.

[0112] Eine Wärmeabfuhrplatte 13, die mit gewellten Lamellen, wie diejenigen, die in **Fig. 16(A)** und **Fig. 16(B)** dargestellt sind, als die Kühllamellen 13a versehen ist, ist auf dem Behälter 14 angeordnet, so dass die gewellten Lamellen im dritten Fließweg 14g untergebracht sind und mit dem Behälter 14 verbunden und an diesem befestigt sind. Es sei angemerkt, dass dabei die gewellten Lamellen im dritten Fließweg 14g untergebracht sind, so dass das Kühlmittel 30, das im dritten Fließweg 14g vom ersten Fließweg 14e zum zweiten Fließweg 14f fließt, in einer Richtung fließt, die parallel zur Montierfläche 13b der Wärmeabfuhrplatte 13 ist, wo die gewellten Lamellen montiert sind, entlang einer Richtung, in der sich die Spitzen oder Täler der gewellten Lamellen erstrecken. Selbst wenn solche gewellten Lamellen als die Kühllamellen 13a angeordnet sind, wird die Wärme, die vom Halbleitermodul 20 erzeugt wird, das auf der Wärmeabfuhrplatte 13 montiert ist, auf die gewellten Lamellen übertragen, und es wird ein Wärmetausch mit dem Kühlmittel 30 durchgeführt, das durch den dritten Fließweg 14g fließt, wodurch das Halbleitermodul 20 gekühlt wird.

[0113] **Fig. 17** zeigt eine dritte Abwandlung der Kühllamellen, die auf der Wärmeabfuhrplatte des Kühlers angeordnet sind. **Fig. 17(A)** ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch einen Hauptteil einer dritten Abwandlung der Kühllamellen darstellt, die auf einer Wärmeabfuhrplatte angeordnet sind, und **Fig. 17(B)** ist eine Draufsicht, die schematisch einen Hauptteil einer dritten Abwandlung der Kühllamellen darstellt, die auf einer Wärmeabfuhrplatte angeordnet sind. **Fig. 17(B)** ist eine vergrößerte Draufsicht eines Teils, der in **Fig. 17(A)** mit „Z3“ gekennzeichnet ist.

[0114] Die Wärmeabfuhrplatte 13, die den Behälter 14 des Kühlers 10 bedeckt und mit dem Behälter 14 verbunden ist, kann mit Kühllamellen 13a in Form von flachen Platten versehen sein, wie in **Fig. 17(A)** und **Fig. 17(B)** dargestellt, d.h. geraden Lamellen (oder Schaufellamellen). Die Abmessungen der geraden Lamellen, die als die Kühllamellen 13a angeordnet sind, werden in Abhängigkeit von der gewünschten Kühlleistung entsprechend ausgewählt. Als ein Beispiel sind gerade Lamellen, wie die-

jenigen, die in **Fig. 17(A)** und **Fig. 17 (B)** dargestellt sind, auf der Wärmeabfuhrplatte 13 als die Kühllamellen 13a angeordnet.

[0115] Die geraden Lamellen, die als die Kühllamellen 13a angeordnet sind, sind mit der Wärmeabfuhrplatte 13 integriert. Ein Metallmaterial wird für die Wärmeabfuhrplatte 13 und die Kühllamellen 13a verwendet. Als Beispiele sind die geraden Lamellen, die als die Kühllamellen 13a angeordnet sind, mit der Wärmeabfuhrplatte 13 unter Verwendung von Druckgießen, Hartlöten oder verschiedenen Schweißtechniken integriert. Alternativ ist es auch möglich, gerade Lamellen als die Kühllamellen 13a, die mit der Wärmeabfuhrplatte 13 integriert sind, unter Verwendung einer Bearbeitungstechnik zum Bilden vorstehender gerader Lamellen aus dem Material der Wärmeabfuhrplatte 13 durch Druckgießen, Schmieden oder Pressen oder einer Bearbeitungstechnik, die vorstehende gerade Lamellen aus dem Material der Wärmeabfuhrplatte 13 durch Schneiden oder Drahtschneiden bildet, zu bilden.

[0116] Die Wärmeabfuhrplatte 13, die mit geraden Lamellen versehen ist, wie diejenigen, die in **Fig. 17 (A)** und **Fig. 17(B)** als die Kühllamellen 13a dargestellt sind, ist auf dem Behälter 14 angeordnet, so dass die geraden Lamellen im dritten Fließweg 14g untergebracht sind und mit dem Behälter 14 verbunden und an diesem befestigt sind. Es sei angemerkt, dass dabei die geraden Lamellen im dritten Fließweg 14g untergebracht sind, so dass das Kühlmittel 30, das im dritten Fließweg 14g vom ersten Fließweg 14e zum zweiten Fließweg 14f fließt, in einer Richtung fließt, die parallel zur Montierfläche 13b der Wärmeabfuhrplatte 13 ist, wo die geraden Lamellen montiert sind, entlang einer Richtung, in der sich die Seitenwände der geraden Lamellen erstrecken. Selbst wenn solche geraden Lamellen als die Kühllamellen 13a angeordnet sind, wird die Wärme, die vom Halbleitermodul 20 erzeugt wird, das auf der Wärmeabfuhrplatte 13 montiert ist, auf die geraden Lamellen übertragen, und es wird ein Wärmetausch mit dem Kühlmittel 30 durchgeführt, das durch den dritten Fließweg 14g fließt, wodurch das Halbleitermodul 20 gekühlt werden kann.

[Zweite Ausführungsform]

[0117] Eine Abwandlung des Behälters 14 des Kühlers 10 wird nun als eine zweite Ausführungsform beschrieben.

[0118] **Fig. 18** zeigt eine erste Abwandlung des Behälters eines Kühlers gemäß der zweiten Ausführungsform. **Fig. 18** ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch den Hauptteil einer ersten Abwandlung des Behälters eines Kühlers darstellt.

[0119] Der in **Fig. 18** dargestellte Behälter 14 ist mit dem Einlass 11, der mit dem ersten Fließweg 14e in Verbindung steht, der sich entlang der ersten Seitenwand 14a erstreckt, und dem Auslass 12, der mit dem zweiten Fließweg 14f in Verbindung steht, der sich entlang der zweiten Seitenwand 14b erstreckt, in der dritten Seitenwand 14c zwischen der ersten Seitenwand 14a und der zweiten Seitenwand 14b versehen. In dem in **Fig. 18** dargestellten Behälter 14 ist ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15, wie beispielsweise der in **Fig. 5** dargestellte, der oben beschrieben ist, so angeordnet, dass er den ersten Fließweg 14e bedeckt, der mit dem Einlass 11 in Verbindung steht, der in der dritten Seitenwand 14c vorgesehen ist. Ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie beispielsweise der in **Fig. 5** dargestellte, der oben beschrieben ist, ist so angeordnet, dass er den zweiten Fließweg 14f bedeckt, der mit dem Auslass 12 in Verbindung steht, der in der dritten Seitenwand 14c vorgesehen ist.

[0120] In einem Kühler 10, der einen Behälter 14, wie den in **Fig. 18** dargestellten, verwendet, ist es durch Anordnen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 zwischen dem ersten Fließweg 14e und dem dritten Fließweg 14g und Anordnen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 zwischen dem zweiten Fließweg 14f und dem dritten Fließweg 14g möglich, das Auftreten einer unausgeglichene Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts für das Kühlmittel 30, das durch den Kühler 10 fließt, zu unterdrücken.

[0121] Es sei angemerkt, dass es auch möglich ist, das Layout der Öffnungen in dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 gemäß einer Änderung der Positionen des Einlasses 11 und des Auslasses 12, wie die in **Fig. 18** dargestellte, zu ändern.

[0122] Als ein Beispiel wird die Schlitzbreite des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis eines Bereichs, der dem Einlass 11 am nächsten liegt, aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Fließwegs 14e in drei in einer Richtung erzeugt werden, die sich entlang der ersten Seitenwand 14a erstreckt, größer ist als die Öffnungsverhältnisse der anderen zwei Bereiche. Zusätzlich wird die Schlitzbreite des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis eines Bereichs, der dem Auslass 12 am nächsten liegt, aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Fließwegs 14f in drei in einer Richtung erzeugt werden, die sich entlang der zweiten Seitenwand 14b erstreckt, kleiner ist als die Öffnungsverhältnisse der anderen zwei Bereiche. Dadurch sind ein Bereich des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, der dem Einlass 11 am nächsten liegt und ein vergleichsweise großes Öffnungsver-

hältnis aufweist, und ein Bereich des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, der dem Auslass 12 am nächsten liegt und ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis aufweist, einander zugewandt. Darüber hinaus sind Bereiche des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, die vergleichsweise weit von dem Einlass 11 entfernt sind und ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis aufweisen, und Bereiche des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, die vergleichsweise weit von dem Auslass 12 entfernt sind und ein vergleichsweise großes Öffnungsverhältnis aufweisen, einander zugewandt. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die Öffnungen in einem geänderten Layout wie dieses aufweisen, können an einem Behälter 14 angeordnet sein, wie in **Fig. 18** dargestellt.

[0123] **Fig. 19** zeigt eine zweite Abwandlung des Behälters eines Kühlers gemäß der zweiten Ausführungsform. **Fig. 19** ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch einen Hauptteil einer zweiten Abwandlung des Behälters des Kühlers darstellt.

[0124] Der in **Fig. 19** dargestellte Behälter 14 ist mit dem Einlass 11, der mit einem ersten Fließweg 14e in Verbindung steht, der sich entlang der ersten Seitenwand 14a erstreckt, in der vierten Seitenwand 14d versehen, die zwischen der ersten Seitenwand 14a und der zweiten Seitenwand 14b verbunden ist. Darüber hinaus ist der in **Fig. 19** dargestellte Behälter 14 mit dem Auslass 12 versehen, der mit einem zweiten Fließweg 14f in Verbindung steht, der sich entlang der zweiten Seitenwand 14b erstreckt, in der dritten Seitenwand 14c, die die erste Seitenwand 14a und die zweite Seitenwand 14b verbindet. In dem in **Fig. 19** dargestellten Behälter 14 ist als ein Beispiel ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15, wie der in **Fig. 5** dargestellte, der oben beschrieben ist, so angeordnet, dass er den ersten Fließweg 14e bedeckt, der mit dem Einlass 11 in Verbindung steht, der in der vierten Seitenwand 14d vorgesehen ist. Ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie der in **Fig. 5** dargestellte, der oben beschrieben ist, ist so angeordnet, dass er den zweiten Fließweg 14f bedeckt, der mit dem Auslass 12 in Verbindung steht, der in der dritten Seitenwand 14c vorgesehen ist.

[0125] In einem Kühler 10, der einen Behälter 14, wie den in **Fig. 19** dargestellten, verwendet, ist es durch Anordnen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 zwischen dem ersten Fließweg 14e und dem dritten Fließweg 14g und Anordnen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 zwischen dem zweiten Fließweg 14f und dem dritten Fließweg 14g möglich, das Auftreten einer unausgeglichene Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts für das Kühlmittel 30, das in dem Kühler 10 fließt, zu unterdrücken.

[0126] Es sei angemerkt, dass ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16 mit Öffnungen in einem Layout, das sich gemäß der Änderung der Positionen des Einlasses 11 und des Auslasses 12 geändert hat, angeordnet sein können.

[0127] Fig. 20 zeigt eine dritte Abwandlung eines Behälters eines Kühlers gemäß der zweiten Ausführungsform. Fig. 20 ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch einen Hauptteil einer dritten Abwandlung des Behälters des Kühlers darstellt.

[0128] Der in Fig. 20 dargestellte Behälter 14 ist mit dem Einlass 11, der mit dem ersten Fließweg 14e in Verbindung steht, der sich entlang der ersten Seitenwand 14a erstreckt, und dem Auslass 12, der mit dem zweiten Fließweg 14f in Verbindung steht, der sich entlang der zweiten Seitenwand 14b erstreckt, in der Bodenplatte 14h versehen. In dem in Fig. 20 dargestellten Behälter 14 ist ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15, wie beispielsweise der in Fig. 5 dargestellte, der oben beschrieben ist, so angeordnet, dass er den ersten Fließweg 14e bedeckt, der mit dem Einlass 11 in Verbindung steht, der in der Bodenplatte 14h vorgesehen ist. Als ein Beispiel ist der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie der in Fig. 5 dargestellte, so angeordnet, dass er den zweiten Fließweg 14f bedeckt, der mit dem Auslass 12 in Verbindung steht, der in der Bodenplatte 14h vorgesehen ist.

[0129] In einem Kühler 10, der einen Behälter 14, wie den in Fig. 20 dargestellten, verwendet, ist es durch Anordnen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 zwischen dem ersten Fließweg 14e und dem dritten Fließweg 14g und Anordnen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 zwischen dem zweiten Fließweg 14f und dem dritten Fließweg 14g möglich, das Auftreten einer unausgeglichenen Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts für das Kühlmittel 30, das durch den Kühler 10 fließt, zu unterdrücken.

[0130] Es sei angemerkt, dass ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16 mit Öffnungen in einem Layout, das sich gemäß der Änderung der Positionen des Einlasses 11 und des Auslasses 12, wie in Fig. 20 dargestellt, geändert hat, angeordnet sein können.

[0131] Fig. 21 zeigt eine vierte Abwandlung des Behälters eines Kühlers gemäß der zweiten Ausführungsform. Fig. 21 ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch einen Hauptteil einer vierten Abwandlung des Behälters des Kühlers darstellt.

[0132] Der in Fig. 21 dargestellte Behälter 14 ist mit einem Einlass 11, der mit einem ersten Fließweg 14e in Verbindung steht, in der Bodenplatte 14h an einem

Seitenende der vierten Seitenwand 14d des ersten Fließwegs 14e versehen, der sich entlang der ersten Seitenwand 14a erstreckt. Darüber hinaus ist der in Fig. 21 dargestellte Behälter 14 mit einem Auslass 12 versehen, der mit einem zweiten Fließweg 14f in Verbindung steht, in der Bodenplatte 14h an einem Seitenende der dritten Seitenwand 14c des zweiten Fließwegs 14f, der sich entlang der zweiten Seitenwand 14b erstreckt. In dem in Fig. 21 dargestellten Behälter 14 ist ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15, wie beispielsweise der in Fig. 5 dargestellte, der oben beschrieben ist, so angeordnet, dass er den ersten Fließweg 14e bedeckt, der mit dem Einlass 11 in Verbindung steht, der in der Bodenplatte 14h vorgesehen ist. Ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie beispielsweise der in Fig. 5 dargestellte, der oben beschrieben ist, ist so angeordnet, dass er den zweiten Fließweg 14f bedeckt, der mit dem Auslass 12 in Verbindung steht, der in der Bodenplatte 14h vorgesehen ist.

[0133] In einem Kühler 10, der einen Behälter 14, wie den in Fig. 21 dargestellten, verwendet, ist es durch Anordnen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 zwischen dem ersten Fließweg 14e und dem dritten Fließweg 14g und Anordnen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 zwischen dem zweiten Fließweg 14f und dem dritten Fließweg 14g möglich, das Auftreten einer unausgeglichenen Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts für das Kühlmittel 30, das in dem Kühler 10 fließt, zu unterdrücken.

[0134] Es sei angemerkt, dass ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16 mit Öffnungen in einem Layout, das sich gemäß einer Änderung der Positionen des Einlasses 11 und des Auslasses 12, wie die in Fig. 21 dargestellte, geändert hat, angeordnet sein können.

[Dritte Ausführungsform]

[0135] Eine Abwandlung des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 und des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 des Kühlers 10 wird nun als eine dritte Ausführungsform beschrieben.

[0136] Fig. 22 zeigt eine erste Abwandlung des ersten Flussraten-Einstellabschnitts und des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers gemäß der dritten Ausführungsform. Fig. 22 ist eine Draufsicht, die schematisch einen Hauptteil einer ersten Abwandlung des ersten Flussraten-Einstellabschnitts und des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers darstellt.

[0137] In dem in Fig. 22 dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung

erzeugt werden, der erste Schlitz 15aa des ersten Bereichs 15a in der Mitte in eine Vielzahl von Teilen unterteilt, beispielsweise zwei Teile, und jeder der zweiten Schlitze 15ba der zwei zweiten Bereiche 15b an der Außenseite ist in eine Vielzahl von Teilen unterteilt, beispielsweise zwei Teile. In dem in **Fig. 22** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, der dritte Schlitz 16aa des dritten Bereichs 16a in der Mitte in eine Vielzahl von Teilen unterteilt, beispielsweise zwei Teile, und jeder der vierten Schlitze 16ba der zwei vierten Bereiche 16b an der Außenseite ist in eine Vielzahl von Teilen unterteilt, beispielsweise zwei Teile. Ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie die in **Fig. 22** dargestellten, sind so angeordnet, dass sie den ersten Fließweg 14e bzw. den zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 bedecken. Der erste Bereich 15a des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, dessen Öffnungsverhältnis vergleichsweise hoch ist, und der dritte Bereich 16a des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, dessen Öffnungsverhältnis vergleichsweise niedrig ist, sind einander zugewandt, und die zweiten Bereiche 15b des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, dessen Öffnungsverhältnis vergleichsweise niedrig ist, und die vierten Bereiche 16b des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, dessen Öffnungsverhältnis vergleichsweise hoch ist, sind einander zugewandt.

[0138] In einem Kühler 10, der den ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und den zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie die in **Fig. 22** dargestellten, verwendet, das heißt, selbst mit dem Kühler 10, bei dem ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie die in **Fig. 22** dargestellten, auf dem ersten Fließweg 14e und dem zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 angeordnet wurden, ist es möglich, das Auftreten einer unausgeglichene Strömungsverteilung und das Ansteigen des Druckverlusts für das Kühlmittel 30, das in dem Kühler 10 fließt, zu unterdrücken.

[0139] Es sei angemerkt, dass in dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 der erste Schlitz 15aa in dem ersten Bereich 15a in drei oder mehr Teile geteilt sein kann und die zweiten Schlitze 15ba in den zweiten Bereichen 15b in drei oder mehr Teile geteilt sein können. Solange das Öffnungsverhältnis des ersten Bereichs 15a größer als das Öffnungsverhältnis der zweiten Bereiche 15b ist, können die jeweiligen Breiten der Vielzahl von Teilen, die durch Teilen des ersten Schlitzes 15aa erzeugt werden, gleich oder jeweils unterschiedlich sein, und die Breiten der Vielzahl von Teilen, die durch Teilen der zweiten Schlitze 15ba erzeugt werden, können gleich oder jeweils unterschiedlich sein.

[0140] Gleichermaßen kann in dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 der dritte Schlitz 16aa in dem dritten Bereich 16a in drei oder mehr Teile geteilt sein und die vierten Schlitze 16ba in den vierten Bereichen 16b können in drei oder mehr Teile geteilt sein. Solange das Öffnungsverhältnis des dritten Bereichs 16a kleiner als das Öffnungsverhältnis der vierten Bereiche 16b ist, können die jeweiligen Breiten der Vielzahl von Teilen, die durch Teilen des dritten Schlitzes 16aa erzeugt werden, gleich oder jeweils unterschiedlich sein, und die Breiten der Vielzahl von Teilen, die durch Teilen der vierten Schlitze 16ba erzeugt werden, können gleich oder jeweils unterschiedlich sein.

[0141] Die Breite des ersten Schlitzes 15aa des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 und die Breite des vierten Schlitzes 16ba des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 können gleich oder unterschiedlich sein, und die Breite der zweiten Schlitze 15ba des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 und die Breite des dritten Schlitzes 16aa des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 können gleich oder unterschiedlich sein.

[0142] **Fig. 23** zeigt eine zweite Abwandlung des ersten Flussraten-Einstellabschnitts und des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers gemäß der dritten Ausführungsform. **Fig. 23** ist eine Draufsicht, die schematisch einen Hauptteil einer zweiten Abwandlung des ersten Flussraten-Einstellabschnitts und des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers darstellt.

[0143] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 23** dargestellt sind, sind mit Löchern anstelle von Schlitzen als Öffnungen versehen. In dem in **Fig. 23** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 sind aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, eine Vielzahl von ersten Löchern 15ab mit einem ersten Durchmesser d_1 in einem ersten Bereich 15a in der Mitte vorgesehen, und eine Vielzahl von zweiten Löchern 15bb mit einem zweiten Durchmesser d_2 , der kleiner als der erste Durchmesser d_1 ist, sind in jedem der zwei zweiten Bereiche 15b an der Außenseite vorgesehen. In dem in **Fig. 23** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, eine Vielzahl von dritten Löchern 16ab mit einem dritten Durchmesser d_3 in einem dritten Bereich 16a in der Mitte vorgesehen, und eine Vielzahl von vierten Löchern 16bb mit einem vierten Durchmesser d_4 , der größer als der dritte Durchmesser d_3 ist, sind in jedem der zwei vierten Bereiche 16b an der Außenseite vorgesehen. Ein erster Fluss-

raten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie die in **Fig. 23** dargestellten, sind so angeordnet, dass sie den ersten Fließweg 14e bzw. den zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 bedecken. Der erste Bereich 15a des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, der ein vergleichsweise großes Öffnungsverhältnis aufweist, und ein dritter Bereich 16a des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, der ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis aufweist, sind einander zugewandt, und die zweiten Bereiche 15b des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, die ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis aufweisen, und die vierten Bereiche 16b des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, die ein vergleichsweise großes Öffnungsverhältnis aufweisen, sind einander zugewandt.

[0144] Mit einem Kühler 10, der den ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und den zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie die in **Fig. 23** dargestellten, verwendet, das heißt, selbst mit einem Kühler 10, bei dem ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie die in **Fig. 23** dargestellten, an dem ersten Fließweg 14e bzw. dem zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 angeordnet sind, ist es möglich, das Auftreten einer unausgeglichene Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts für das Kühlmittel 30, das in dem Kühler 10 fließt, zu unterdrücken.

[0145] Es sei angemerkt, dass in dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15, solange das Öffnungsverhältnis des ersten Bereichs 15a größer als das Öffnungsverhältnis der zweiten Bereiche 15b ist, die Anzahl der ersten Löcher 15ab in dem ersten Bereich 15a und die Anzahl der zweiten Löcher 15bb in den zweiten Bereichen 15b nicht auf das dargestellte Beispiel beschränkt sind. Solange das Öffnungsverhältnis des ersten Bereichs 15a größer als das Öffnungsverhältnis der zweiten Bereiche 15b ist, kann der erste Durchmesser d1 von jedem der Vielzahl von ersten Löchern 15ab gleich oder unterschiedlich sein, und der zweite Durchmesser d2 von jedem der Vielzahl von zweiten Löchern 15bb kann gleich oder unterschiedlich sein. Die Vielzahl von ersten Löchern 15ab ist nicht auf eine einzelne Reihe beschränkt und kann auch in einer Vielzahl von Reihen angeordnet sein, und die Vielzahl von zweiten Löchern 15bb ist nicht auf eine einzelne Reihe beschränkt und kann auch in einer Vielzahl von Reihen angeordnet sein.

[0146] Ebenso sind in dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, solange das Öffnungsverhältnis des dritten Bereichs 16a kleiner als das Öffnungsverhältnis der vierten Bereiche 16b ist, die Anzahl der dritten Löcher 16ab in dem dritten Bereich 16a und die Anzahl der vierten Löcher 16bb in den vierten Bereichen 16b nicht auf das dargestellte Beispiel

beschränkt. Solange das Öffnungsverhältnis des dritten Bereichs 16a kleiner als das Öffnungsverhältnis der vierten Bereiche 16b ist, kann der dritte Durchmesser d3 von jedem der Vielzahl von dritten Löchern 16ab gleich oder unterschiedlich sein, und der vierte Durchmesser d4 von jedem der Vielzahl von vierten Löchern 16bb kann gleich oder unterschiedlich sein. Die Vielzahl von dritten Löchern 16ab ist nicht auf eine einzelne Reihe beschränkt und kann auch in einer Vielzahl von Reihen angeordnet sein, und die Vielzahl von vierten Löchern 16bb ist nicht auf eine einzelne Reihe beschränkt und kann auch in einer Vielzahl von Reihen angeordnet sein.

[0147] Der erste Durchmesser d1 der ersten Löcher 15ab in dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der vierte Durchmesser d4 der vierten Löcher 16bb in dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 können gleich sein oder sich voneinander unterscheiden, und der zweite Durchmesser d2 der zweiten Löcher 15bb in dem ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der dritte Durchmesser d3 der dritten Löcher 16ab in dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 können gleich sein oder sich voneinander unterscheiden.

[0148] **Fig. 24** zeigt eine dritte Abwandlung des ersten Flussraten-Einstellabschnitts und des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers gemäß der dritten Ausführungsform. **Fig. 24** ist eine Draufsicht, die schematisch einen Hauptteil einer dritten Abwandlung des ersten Flussraten-Einstellabschnitts und des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts eines Kühlers darstellt.

[0149] Der in **Fig. 24** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist mit einem fünften Schlitz 15ac versehen, dessen Breite von einem mittleren Abschnitt 15c in der Längsrichtung zu beiden Endabschnitten 15d hin schmaler wird. Hier kann man sagen, dass der in **Fig. 24** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 einen fünften Schlitz 15ac aufweist, dessen Breite von einem ersten Bereich 15a in der Mitte aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, zu den zwei äußeren zweiten Bereichen 15b hin schmaler wird. Der in **Fig. 24** dargestellte zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist mit einem sechsten Schlitz 16ac versehen, dessen Breite von einem mittleren Abschnitt 16c in der Längsrichtung zu beiden Endabschnitten 16d hin breiter wird. Hier kann man sagen, dass der in **Fig. 24** dargestellte zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 einen sechsten Schlitz 16ac aufweist, dessen Breite von einem dritten Bereich 16a in der Mitte aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, zu den zwei äußeren vierten Bereichen 16b hin breiter wird. Ein erster Flussra-

ten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie die in **Fig. 24** dargestellten, sind so angeordnet, dass sie den ersten Fließweg 14e bzw. den zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 bedecken. Der erste Bereich 15a des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, dessen Öffnungsverhältnis vergleichsweise hoch ist, und der dritte Bereich 16a des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, dessen Öffnungsverhältnis vergleichsweise niedrig ist, sind einander zugewandt, und die zweiten Bereiche 15b des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, dessen Öffnungsverhältnis vergleichsweise niedrig ist, und die vierten Bereiche 16b des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, dessen Öffnungsverhältnis vergleichsweise hoch ist, sind einander zugewandt.

[0150] Mit einem Kühler 10, der einen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und einen zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie die in **Fig. 24** dargestellten, verwendet, das heißt, selbst mit einem Kühler 10, bei dem ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie die in **Fig. 24** dargestellten, auf dem ersten Fließweg 14e und dem zweiten Fließweg 14f des Behälters 14 angeordnet sind, ist es möglich, das Auftreten einer unausgeglichene Strömungsverteilung und ein Ansteigen des Druckverlusts für das Kühlmittel 30, das in dem Kühler 10 fließt, zu unterdrücken.

[0151] Es sei angemerkt, dass der fünfte Schlitz 15ac des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 an Grenzpositionen zwischen dem ersten Bereich 15a und den zweiten Bereichen 15b in eine Vielzahl von Schlitzen unterteilt sein kann und in der Mitte in jedem des ersten Bereichs 15a und des zweiten Bereichs 15b in eine Vielzahl von Teilen unterteilt sein kann, wie in dem oben beschriebenen Beispiel in **Fig. 22**.

[0152] Gleichermaßen kann der sechste Schlitz 16ac des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 an Grenzpositionen zwischen dem dritten Bereich 16a und den vierten Bereichen 16b in eine Vielzahl von Schlitzen unterteilt sein und kann in der Mitte in jedem des dritten Bereichs 16a und des vierten Bereichs 16b in eine Vielzahl von Teilen unterteilt sein, wie in dem oben beschriebenen Beispiel in **Fig. 22**.

[0153] Die Breite im mittleren Abschnitt 15c des fünften Schlitzes 15ac des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 und die Breite an den Endabschnitten 16d des sechsten Schlitzes 16ac des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 können gleich sein oder können unterschiedlich sein, und die Breite an den Endabschnitten 15d des fünften Schlitzes 15ac des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 und die Breite im mittleren Abschnitt 16c des sechsten Schlitzes 16ac des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts

16 können gleich sein oder können unterschiedlich sein.

[Vierte Ausführungsform]

[0154] Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen erzeugt werden, wenn Kühler verschiedener Ausgestaltungen verwendet werden, werden nun als eine vierte Ausführungsform beschrieben.

<Erstes Beispiel>

[0155] **Fig. 25** zeigt ein erstes Beispiel eines Kühlers gemäß der vierten Ausführungsform. **Fig. 25(A)** ist eine perspektivische Ansicht eines Hauptteils eines ersten Beispiels eines Kühlers und stellt schematisch das Layout von Halbleiterelement-Montierflächen dar. **Fig. 25(B)** bis **Fig. 25(F)** sind Draufsichten, die schematisch Hauptteile von Flussraten-Einstellabschnitten darstellen, die in diesem ersten Beispiel eines Kühlers verwendet werden.

[0156] In dem ersten Beispiel wird ein Behälter 14, wie der in **Fig. 25(A)** dargestellte, in dem Kühler 10 verwendet. Der in **Fig. 25(A)** dargestellte Behälter 14 entspricht einem Behälter 14, wie der in **Fig. 4** dargestellte, der oben beschrieben ist. In dem in **Fig. 25(A)** dargestellten Behälter 14 ist der Einlass 11 (IN), der mit dem ersten Fließweg 14e in Verbindung steht, in der Mitte der ersten Seitenwand 14a angeordnet, und der Auslass 12 (OUT), der mit dem zweiten Fließweg 14f in Verbindung steht, ist in der Mitte der zweiten Seitenwand 14b angeordnet. Die Kühllamellen 13a der oben beschriebenen Wärmeabfuhrplatte 13, die den Behälter 14 bedeckt, sind im dritten Fließweg 14g untergebracht, der ein Innenraum über dem ersten Fließweg 14e und dem zweiten Fließweg 14f ist. In den thermischen Fluidsimulationen werden die Kühllamellen 13a verwendet, die prismatisch sind, wie die in **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** dargestellten, die oben beschrieben sind, oder zylindrisch sind, wie die in **Fig. 15(A)** und **Fig. 15(B)** dargestellten. In einem Bereich, der dem dritten Fließweg 14g auf der Wärmeabfuhrplatte 13 entspricht (d.h. dem Bereich, der durch den gestrichelten Rahmen in **Fig. 25(A)** angezeigt wird), gemäß dem Beispiel in **Fig. 1** und dergleichen, die oben beschrieben sind, sind ein Halbleiterelement CP1 und ein Halbleiterelement CP2 in jeder der drei Montierflächen AR1, AR2 und AR3 angeordnet, wie in **Fig. 25(A)** dargestellt.

[0157] Es sei angemerkt, dass in **Fig. 25(A)** (und in **Fig. 25(B)** bis **Fig. 25(F)**, die später beschrieben werden) die Einlassseite 11 des Behälters 14 als „IN“ angezeigt wird und die Auslassseite 12 als „OUT“ angezeigt wird. Die drei Montierflächen AR1 bis AR3 und die Halbleiterelemente CP1 und CP2, die in jeder dieser Flächen vorgesehen sind, weisen eine Positionsbeziehung in Bezug auf das IN und

OUT des Behälters 14 auf, wie die in **Fig. 25(A)** dargestellt.

[0158] In den thermischen Fluidsimulationen werden in einem Kühler 10, wie dem in **Fig. 25(A)** dargestellten, ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 115 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 116, wie die in **Fig. 25(B)** dargestellten, und erste Flussraten-Einstellabschnitte 15 und zweite Flussraten-Einstellabschnitte 16, wie die in **Fig. 25(C)** bis **Fig. 25(F)** dargestellten, verwendet.

[0159] Hier sind der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 25(B)** dargestellt sind, als „SL1“ angezeigt. Diese Ausgestaltung SL1 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 115 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 10** dargestellt sind. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 25(B)** dargestellt sind, weisen jeweils einen Schlitz 115e (oder „siebter Schlitz“) und einen Schlitz 116e (oder „achter Schlitz“) mit einer konstanten Breite auf, die sich in der Längsrichtung erstrecken. Die Breite der Schlitz 115e und 116e ist auf 1 mm festgelegt.

[0160] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 25(C)** dargestellt sind, sind als „SL2“ angezeigt. Diese Ausgestaltung SL2 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 5** dargestellt sind. In dem in **Fig. 25(C)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 wird die Breite eines Schlitzes 15e so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des mittleren Bereichs (oder „erster Bereich“), der dem Einlass 11 (IN) am nächsten liegt, größer ist als das Öffnungsverhältnis der Bereiche auf beiden Seiten (oder „zweite Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 15e (oder „erster Schlitz“) in dem mittleren Bereich, der dem Einlass 11 am nächsten liegt, ist auf 2 mm festgelegt, und die Breite des Schlitzes 15e (oder „zweiter Schlitz“) in den Bereichen auf beiden Seiten ist auf 1 mm festgelegt. In dem in **Fig. 25(C)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 wird die Breite eines Schlitzes 16e so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des mittleren Bereichs (oder „dritter Bereich“), der dem Auslass 12 (OUT) am nächsten liegt, kleiner ist als das Öffnungsverhältnis der Bereiche auf beiden Seiten (oder „vierte Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 16e (oder „dritter Schlitz“) in dem mittleren Bereich, der dem Auslass 12 am nächsten liegt, ist auf 1 mm

festgelegt, und die Breite des Schlitzes 16e (oder „vierter Schlitz“) in den Bereichen auf beiden Seiten ist auf 2 mm festgelegt.

[0161] Der in **Fig. 25(D)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL3“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL3 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 22** dargestellt sind. Als die Schlitz 15f weist der in **Fig. 25(D)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 Schlitz auf, die durch Unterteilen des oben beschriebenen in **Fig. 25(C)** dargestellten Schlitzes 15e in zwei in jedem der Bereiche erzeugt werden, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erhalten werden. Als die Schlitz 16f weist der in **Fig. 25(D)** dargestellte zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 Schlitz auf, die durch Unterteilen des oben beschriebenen in **Fig. 25(C)** dargestellten Schlitzes 16e in zwei in jedem der Bereiche erzeugt werden, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erhalten werden.

[0162] Der in **Fig. 25(E)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL4“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL4 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 23** dargestellt sind. In dem in **Fig. 25(E)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 sind aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, die Durchmesser der Löcher 15g so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis des mittleren Bereichs (oder „erster Bereich“), der dem Einlass 11 (IN) am nächsten liegt, größer ist als das Öffnungsverhältnis in den Bereichen auf beiden Seiten (oder „zweiten Bereiche“). Der Durchmesser der Löcher 15g (oder „erster Löcher“) des mittleren Bereichs, der dem Einlass 11 am nächsten liegt, ist auf 2 mm festgelegt, und der Durchmesser der Löcher 15g (oder „zweiter Löcher“) des Bereichs auf beiden Seiten ist auf 1 mm festgelegt. Darüber hinaus sind in dem in **Fig. 25(E)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, die Durchmesser der Löcher 16g so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis in dem mittleren Bereich (oder „dritter Bereich“), der dem Auslass 12 (OUT) am nächsten liegt, kleiner ist als das Öffnungsverhältnis in den Bereichen auf beiden Seiten (oder „vierten Bereiche“). Der Durchmesser der Löcher 16g (oder „dritter Löcher“) des mittleren Bereichs, der dem Auslass 12 am nächsten liegt, ist auf 1 mm fest-

gelegt, und der Durchmesser der Löcher 16g (oder „vierter Löcher“) in den Bereichen auf beiden Seiten ist auf 2 mm festgelegt.

[0163] Der in **Fig. 25(F)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL5“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL5 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 24** dargestellt sind. In dem in **Fig. 25 (F)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, die Breite eines Schlitzes 15h (oder „fünfter Schlitz“) von der Mitte zu beiden Seiten hin schmaler, so dass das Öffnungsverhältnis des mittleren Bereichs (oder „erster Bereich“), der dem Einlass 11 (IN) am nächsten liegt, größer ist als das Öffnungsverhältnis der Bereiche auf beiden Seiten (oder „zweiter Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 15h in der Mitte ist auf 2 mm festgelegt, und die Breite an beiden Enden ist auf 1 mm festgelegt. In dem in **Fig. 25(F)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, die Breite eines Schlitzes 16h (oder „sechster Schlitz“) von der Mitte zu beiden Seiten hin erweitert, so dass das Öffnungsverhältnis des mittleren Bereichs (oder „dritter Bereich“), der dem Auslass 12 (OUT) am nächsten liegt, kleiner ist als das Öffnungsverhältnis der Bereiche auf beiden Seiten (oder „vierter Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 16h in der Mitte ist auf 1 mm festgelegt, und die Breite an beiden Enden ist auf 2 mm festgelegt.

[0164] In den thermischen Fluidsimulationen werden SL1 bis SL5, die in **Fig. 25(B)** bis **Fig. 25(F)** dargestellt sind, jeweils in einem Behälter 14 eines Kühlers 10 verwendet, wie er in **Fig. 25(A)** dargestellt ist. In Bezug auf jeden dieser Fälle werden der Druckverlust zwischen dem Einlass 11 und dem Auslass 12, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in dem Fall erhalten, in dem prismatische oder zylindrische Lamellen als die Kühllamellen 13a der oben beschriebenen Wärmeabfuhrplatte 13 verwendet werden. Zu Vergleichszwecken werden in Bezug auf eine Ausgestaltung, bei der die Flussraten-Einstellabschnitte (SL1 bis SL5) nicht in dem Behälter 14 des Kühlers 10 verwendet werden, wie er in **Fig. 25(A)** dargestellt ist, der Druckverlust zwischen dem Einlass 11 und dem Auslass 12, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 auf die gleiche Weise in dem Fall erhalten, in dem prismatische oder zylindrische

Kühllamellen 13a auf die gleiche Weise verwendet werden. Es sei angemerkt, dass in den thermischen Fluidsimulationen die Wärmeerzeugung reproduziert wird, indem den Halbleiterelementen CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 eine bestimmte Verlustmenge zugewiesen wird. Die Auswertungsergebnisse, die durch diese thermischen Fluidsimulationen erzeugt werden, sind in **Fig. 26** und **Fig. 27** dargestellt.

[0165] **Fig. 26** zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines ersten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der prismatische Kühllamellen verwendet. **Fig. 26(A)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in einem Kühler. **Fig. 26(B)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. **Fig. 26(C)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperaturen in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. In **Fig. 26(A)** bis **Fig. 26(C)** sind die Flussraten-Einstellabschnitte (d.h. der erste und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt), die in dem Behälter eines Kühlers verwendet werden, als „SL1“ bis „SL5“ angegeben (siehe **Fig. 25(B)** bis **Fig. 25 (F)**), wobei „KEIN“ eine Ausgestaltung „kein Flussraten-Einstellabschnitt“ angibt, bei der keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden.

[0166] Aus **Fig. 26(A)** ist ersichtlich, dass im Vergleich zu der Ausgestaltung mit keinen Flussraten-Einstellabschnitten (dem Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L1 in **Fig. 26(A)** angegeben ist) ein Anstieg des Druckverlusts des Kühlers 10 von 90,1% vorliegt, wenn SL1 verwendet wird, ein Anstieg von 44, 3% vorliegt, wenn SL2 verwendet wird, ein Anstieg von 54,2% vorliegt, wenn SL3 verwendet wird, ein Anstieg von 81,6% vorliegt, wenn SL4 verwendet wird, und ein Anstieg von 22, 9% vorliegt, wenn SL5 verwendet wird. Im Gegensatz dazu nimmt im Vergleich zu SL1, bei der die Schlitzbreite konstant ist (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L2 in **Fig. 26(A)** angegeben ist), der Druckverlust des Kühlers 10 um 24,1% ab, wenn SL2 verwendet wird, nimmt um 18,9% ab, wenn SL3 verwendet wird, nimmt um 4,5% ab, wenn SL4 verwendet wird, und nimmt um 35,4 % ab, wenn SL5 verwendet wird. Dementsprechend ist der Anstieg des Druckverlusts in Bezug darauf, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden, kleiner, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, als wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird.

[0167] Aus **Fig. 26(B)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der mittleren Montierfläche AR2 höher sind als die Kühlmittelflussraten an

den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR3 an beiden Enden, was bedeutet, dass eine unausgeglichene Strömungsverteilung auftritt. Im Gegensatz dazu werden, wenn SL1 bis SL5 verwendet werden, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte vergleichsweise konstant gehalten, was zu einer gleichmäßigeren Strömung führt.

[0168] Aus **Fig. 26(C)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der mittleren Montierfläche AR2, wo die Kühlmittelflussraten vergleichsweise hoch sind, niedriger sind und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR3 an beiden Enden, wo die Kühlmittelflussraten vergleichsweise langsam sind, höher sind. Im Gegensatz dazu werden, wenn SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 vergleichsweise konstant gehalten und gleichmäßiger gekühlt.

[0169] Aus den in **Fig. 26(A)** bis **Fig. 26(C)** dargestellten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit dem Kühler 10 in **Fig. 25 (A)**, der prismatische Kühllamellen verwendet, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, ein überlegener Effekt des Unterdrückens einer ungleichmäßigen Strömungsverteilung und ein überlegener Effekt des Kühlens der Halbleiterelemente erzielt werden kann. In dem Kühler 10 in **Fig. 25(A)**, der prismatische Kühllamellen verwendet, kann gesagt werden, dass, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, es möglich ist, das Ansteigen des Druckverlusts im Vergleich zu dem, wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, zu unterdrücken, aber immer noch gleiche oder nahezu gleiche Effekte des Unterdrückens einer unausgeglichene Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, erzielt werden.

[0170] **Fig. 27** zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines ersten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der zylindrische Kühllamellen verwendet. **Fig. 27 (A)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in einem Kühler. **Fig. 27(B)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. **Fig. 27 (C)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperaturen in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. In **Fig. 27(A)** bis

Fig. 27(C) sind die Flussraten-Einstellabschnitte (d.h. der erste und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt), die in dem Behälter eines Kühlers verwendet werden, als „SL1“ bis „SL5“ angegeben (siehe **Fig. 25(B)** bis **Fig. 25(F)**), wobei „KEIN“ eine Ausgestaltung angibt, bei der keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden.

[0171] Aus **Fig. 27(A)** ist ersichtlich, dass im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L1 in **Fig. 27 (A)** angezeigt wird) ein Anstieg des Druckverlusts des Kühlers 10 von 86,4% vorliegt, wenn SL1 verwendet wird, ein Anstieg von 42,4% vorliegt, wenn SL2 verwendet wird, ein Anstieg von 52,0% vorliegt, wenn SL3 verwendet wird, ein Anstieg von 69,6% vorliegt, wenn SL4 verwendet wird, und ein Anstieg von 20,4% vorliegt, wenn SL5 verwendet wird. Im Gegensatz dazu nimmt im Vergleich zu SL1, bei der die Schlitzbreite konstant ist (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L2 in **Fig. 27 (A)** angegeben ist), der Druckverlust des Kühlers 10 um 23,6% ab, wenn SL2 verwendet wird, nimmt um 18,5% ab, wenn SL3 verwendet wird, nimmt um 9,0% ab, wenn SL4 verwendet wird, und nimmt um 35,4 % ab, wenn SL5 verwendet wird. Dementsprechend ist der Anstieg des Druckverlusts in Bezug darauf, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden, kleiner, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, als wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird.

[0172] Aus **Fig. 27(B)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der mittleren Montierfläche AR2 höher sind als die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR3 an beiden Enden, was bedeutet, dass eine unausgeglichene Strömungsverteilung auftritt. Im Gegensatz dazu werden, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte vergleichsweise konstant gehalten, was zu einer gleichmäßigeren Strömung führt.

[0173] Aus **Fig. 27(C)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der mittleren Montierfläche AR2, wo die Kühlmittelflussraten vergleichsweise hoch sind, niedriger sind und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR3 an beiden Enden, wo die Kühlmittelflussraten vergleichsweise niedrig sind, höher sind. Im Gegensatz dazu werden, wenn SL1 bis SL5 verwendet werden, im

Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 vergleichsweise konstant gehalten und gleichmäßiger gekühlt.

[0174] Aus den in **Fig. 27 (A)** bis **Fig. 27 (C)** dargestellten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit dem Kühler 10 in **Fig. 25(A)**, der zylindrische Kühl lamellen verwendet, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitt, ein überlegener Effekt des Unterdrückens einer ungleichmäßigen Strömungsverteilung und ein überlegener Effekt des Kühlens der Halbleiterelemente erzielt werden kann. In dem Kühler 10 in **Fig. 25(A)**, der zylindrische Kühl lamellen verwendet, kann gesagt werden, dass, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, es möglich ist, das Ansteigen des Druckverlusts im Vergleich zu dem, wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, zu unterdrücken, aber immer noch gleiche oder nahezu gleiche Effekte des Unterdrückens der unausgeglichene Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, erzielt werden.

<Zweites Beispiel>

[0175] **Fig. 28** zeigt ein zweites Beispiel eines Kühlers gemäß der vierten Ausführungsform. **Fig. 28 (A)** ist eine perspektivische Ansicht eines Hauptteils eines zweiten Beispiels eines Kühlers und stellt schematisch das Layout von Halbleiterelement-Montierflächen dar. **Fig. 28(B)** bis **Fig. 28(F)** sind Draufsichten, die schematisch Hauptteile von Flussraten-Einstellabschnitten darstellen, die in diesem zweiten Beispiel eines Kühlers verwendet werden.

[0176] In dem zweiten Beispiel wird ein Behälter 14 wie der in **Fig. 28(A)** dargestellte als der Kühler 10 verwendet. Der in **Fig. 28(A)** dargestellte Behälter 14 entspricht einem Behälter 14 wie dem in **Fig. 28** dargestellten, oben beschriebenen. In dem in **Fig. 28 (A)** dargestellten Behälter 14 sind der Einlass 11 (IN), der mit dem ersten Fließweg 14e in Verbindung steht, und der Auslass 12 (OUT), der mit dem zweiten Fließweg 14f in Verbindung steht, in der dritten Seitenwand 14c angeordnet. Die Kühl lamellen 13a der Wärmeabfuhrplatte 13, die den Behälter 14 bedeckt, sind im dritten Fließweg 14g untergebracht, der ein Innenraum über dem ersten Fließweg 14e und dem zweiten Fließweg 14f ist. In den thermischen Fluidsimulationen werden die Kühl lamellen 13a verwendet, die prismatisch wie die in **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** dargestellten, oben beschriebenen sind, oder zylindrisch wie die in **Fig. 15(A)** und **Fig. 15(B)** dargestellten sind. In einem Bereich, der dem dritten Fließweg 14g auf der Wärmeabfuhrplatte 13 entspricht (d.h. dem Bereich, der durch den gestri-

chelten Rahmen in **Fig. 28(A)** angezeigt wird), gemäß dem Beispiel in **Fig. 1** und dergleichen, die oben beschrieben sind, sind ein Halbleiterelement CP1 und ein Halbleiterelement CP2 in jeder der drei Montierflächen AR1, AR2 und AR3 angeordnet, wie in **Fig. 28 (A)** dargestellt.

[0177] Es sei angemerkt, dass in **Fig. 28 (A)** (und **Fig. 28 (B)** bis **Fig. 28 (F)**, die später beschrieben werden) die Einlassseite 11 des Behälters 14 als „IN“ angezeigt wird und die Auslassseite 12 als „OUT“ angezeigt wird. Die drei Montierflächen AR1 bis AR3 und die Halbleiterelemente CP1 und CP2, die in jeder dieser Flächen vorgesehen sind, weisen eine Positionsbeziehung in Bezug auf das IN und OUT des Behälters 14 auf, wie die in **Fig. 28(A)** dargestellte.

[0178] In den thermischen Fluidsimulationen werden in einem Kühler 10, wie dem in **Fig. 28 (A)** dargestellten, ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 115 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 116, wie die in **Fig. 28(B)** dargestellten, und erste Flussraten-Einstellabschnitte 15 und zweite Flussraten-Einstellabschnitte 16, wie die in **Fig. 28(C)** bis **Fig. 28(F)** dargestellten, verwendet.

[0179] Hier sind der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 28(B)** dargestellt sind, als „SL1“ angezeigt. Diese Ausgestaltung SL1 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 115 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 10** dargestellt sind. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 28 (B)** dargestellt sind, weisen jeweils einen Schlitz 115e (oder „siebter Schlitz“) und einen Schlitz 116e (oder „achter Schlitz“) mit einer konstanten Breite auf, die sich in der Längsrichtung erstrecken. Die Breite der Schlitz 115e und 116e ist auf 1 mm festgelegt.

[0180] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 28 (C)** dargestellt sind, sind als „SL2“ angezeigt. Diese Ausgestaltung SL2 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 5** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. In dem in **Fig. 28 (C)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 wird die Breite des Schlitzes 15i so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „erster Bereich“), der dem Einlass 11 (IN) am nächsten liegt, größer ist als das Öffnungsverhältnis der verbleibenden zwei Bereiche (oder „zweiter Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 15i (oder „erster Schlitz“) in

dem Bereich, der dem Einlass 11 am nächsten liegt, ist auf 2 mm festgelegt, und die Breite des Schlitzes 15i (oder „zweiter Schlitz“) in den verbleibenden zwei Bereichen ist auf 1 mm festgelegt. In dem in **Fig. 28 (C)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 wird die Breite des Schlitzes 16i so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „dritter Bereich“), der dem Auslass 12 (OUT) am nächsten liegt, kleiner ist als das Öffnungsverhältnis der verbleibenden zwei Bereiche (oder „vierter Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 16i (oder „dritter Schlitz“) in dem Bereich, der dem Auslass 12 am nächsten liegt, ist auf 1 mm festgelegt, und die Breite des Schlitzes 16i (oder „vierter Schlitz“) in den verbleibenden Bereichen ist auf 2 mm festgelegt.

[0181] Der in **Fig. 28(D)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL3“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL3 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 22** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. Als Schlitz 15j weist der in **Fig. 28 (D)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 Schlitz auf, die durch Unterteilen des oben beschriebenen in **Fig. 28(C)** dargestellten Schlitzes 15i in zwei in jedem der drei Bereiche erzeugt werden, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erhalten werden. Als Schlitz 16j weist der in **Fig. 28(D)** dargestellte zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 Schlitz auf, die durch Unterteilen des oben beschriebenen in **Fig. 28(C)** dargestellten Schlitzes 16i in zwei in jedem der drei Bereiche erzeugt werden, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erhalten werden.

[0182] Der in **Fig. 28(E)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL4“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL4 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 23** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. In dem in **Fig. 28(E)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 sind aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, die Durchmesser der Löcher 15k so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis des Bereichs (erster Bereich), der dem Einlass 11 (IN) am nächsten liegt, größer ist als das Öffnungsverhältnis in den verbleibenden zwei Bereichen (oder „zweiten Bereichen“). Der Durchmesser der Löcher 15k (oder „erster Löcher“)

des Bereichs, der dem Einlass 11 am nächsten liegt, ist auf 2 mm festgelegt, und der Durchmesser der Löcher 15k (oder „zweiter Löcher“) der verbleibenden Bereiche ist auf 1 mm festgelegt. Darüber hinaus sind in dem in **Fig. 28(E)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, die Durchmesser der Löcher 16k so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „dritter Bereich“), der dem Auslass 12 (OUT) am nächsten liegt, kleiner ist als das Öffnungsverhältnis der verbleibenden zwei Bereiche (oder „vierter Bereiche“). Der Durchmesser der Löcher 16k (oder „dritter Löcher“) des Bereichs, der dem Auslass 12 am nächsten liegt, ist auf 1 mm festgelegt, und der Durchmesser der Löcher 16k (oder „vierter Löcher“) in den verbleibenden Bereichen ist auf 2 mm festgelegt.

[0183] Der in **Fig. 28(F)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL5“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL5 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 24** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. In dem in **Fig. 28(F)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist die Breite eines Schlitzes 15m (oder „fünfter Schlitz“) so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis eines Bereichs nahe dem Einlass 11 (IN) (oder „erster Bereich“) (zunehmend) größer ist als die Öffnungsverhältnisse von Bereichen (oder „zweiten Bereichen“), die weiter von dem Einlass 11 entfernt sind, oder mit anderen Worten, so dass sich der Schlitz 15m mit zunehmendem Abstand von dem Einlass 11 verengt. Die Breite des einlassseitigen Endes des Schlitzes 15m ist auf 2 mm festgelegt, und die Breite an dem anderen Ende ist auf 1 mm festgelegt. In dem in **Fig. 28 (F)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist die Breite eines Schlitzes 16m (oder „sechster Schlitz“) so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis eines Bereichs nahe dem Auslass 12 (OUT) (oder „dritter Bereich“) (zunehmend) kleiner ist als das Öffnungsverhältnis von Bereichen (oder „vierter Bereiche“), die weiter von dem Auslass 12 entfernt sind, oder mit anderen Worten, so dass sich der Schlitz 16m mit zunehmendem Abstand von dem Auslass 12 erweitert. Die Breite des auslassseitigen Endes des Schlitzes 16m ist auf 1 mm festgelegt, und die Breite an dem anderen Ende ist auf 2 mm festgelegt.

[0184] In den thermischen Fluidsimulationen werden die in **Fig. 28(B)** bis **Fig. 28(F)** dargestellten Ausgestaltungen SL1 bis SL5 jeweils in einem Behälter 14 eines Kühlers 10, wie dem in **Fig. 28(A)** dargestellten, verwendet. In Bezug auf jeden dieser Fälle werden der Druckverlust zwischen dem Einlass 11

und dem Auslass 12, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in dem Fall erhalten, in dem prismatische oder zylindrische Lamellen als die Kühllamellen 13a der oben beschriebenen Wärmeabfuhrplatte 13 verwendet werden. Zu Vergleichszwecken werden in Bezug auf eine Ausgestaltung, bei der die Flussraten-Einstellabschnitte (SL1 bis SL5) nicht in dem Behälter 14 eines Kühlers 10 verwendet werden, wie der in **Fig. 28(A)** dargestellte, der Druckverlust zwischen dem Einlass 11 und dem Auslass 12, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 auf die gleiche Weise in dem Fall erhalten, in dem prismatische oder zylindrische Kühllamellen 13a verwendet werden. Es sei angemerkt, dass in den thermischen Fluidsimulationen die Wärmeerzeugung reproduziert wird, indem den Halbleiterelementen CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 eine bestimmte Verlustmenge zugewiesen wird. Die Auswertungsergebnisse, die durch diese thermischen Fluidsimulationen erzeugt werden, sind in **Fig. 29** und **Fig. 30** dargestellt.

[0185] **Fig. 29** zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines zweiten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der prismatische Kühllamellen verwendet. **Fig. 29(A)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in einem Kühler. **Fig. 29(B)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. **Fig. 29(C)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperaturen in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. In **Fig. 29(A)** bis **Fig. 29(C)** sind die Flussraten-Einstellabschnitte (d.h. der erste und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt), die in dem Behälter eines Kühlers verwendet werden, als „SL1“ bis „SL5“ angegeben (siehe **Fig. 28 (B)** bis **Fig. 28 (F)**), wobei „KEIN“ eine Ausgestaltung angibt, bei der keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden.

[0186] Aus **Fig. 29(A)** ist ersichtlich, dass im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L1 in **Fig. 29 (A)** angezeigt wird) ein Anstieg des Druckverlusts des Kühlers 10 von 153,2% vorliegt, wenn SL1 verwendet wird, ein Anstieg von 96,7% vorliegt, wenn SL2 verwendet wird, ein Anstieg von 104,2% vorliegt, wenn SL3 verwendet wird, ein Anstieg von 128,2% vorliegt, wenn SL4 verwendet wird, und ein Anstieg von 42,5% vorliegt, wenn SL5 verwendet wird. Im Gegensatz dazu nimmt im Vergleich zu SL1, bei der die Schlitzbreite konstant ist (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L2 in **Fig. 29 (A)** angegeben ist), der

Druckverlust des Kühlers 10 um 22,3% ab, wenn SL2 verwendet wird, nimmt um 19,4% ab, wenn SL3 verwendet wird, nimmt um 9,9% ab, wenn SL4 verwendet wird, und nimmt um 43,7 % ab, wenn SL5 verwendet wird. Dementsprechend ist der Anstieg des Druckverlusts in Bezug darauf, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden, kleiner, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, als wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird.

[0187] Aus **Fig. 29(B)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR2 höher sind als die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR3, was bedeutet, dass eine unausgeglichene Strömungsverteilung auftritt. Im Gegensatz dazu wird, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, eine unausgeglichene Strömungsverteilung des Kühlmittels an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte unterdrückt, was bedeutet, dass eine gleichmäßigere Strömung erzeugt wird.

[0188] Aus **Fig. 29(C)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR1, wo die Kühlmittelflussrate vergleichsweise hoch ist, niedriger sind und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR2 und AR3, wo die Kühlmittelflussrate vergleichsweise niedrig ist, höher sind. Im Gegensatz dazu werden, wenn SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitt, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 vergleichsweise konstant gehalten und gleichmäßiger gekühlt.

[0189] Aus den in **Fig. 29 (A)** bis **Fig. 29(C)** dargestellten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit dem Kühler 10 in **Fig. 28 (A)**, der prismatische Kühllamellen verwendet, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, ein überlegener Effekt des Unterdrückens einer ungleichmäßigen Strömungsverteilung und ein überlegener Effekt des Kühlens der Halbleiterelemente erzielt werden kann. In dem Kühler 10 in **Fig. 28 (A)**, der prismatische Kühllamellen verwendet, kann gesagt werden, dass, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, es möglich ist, das Ansteigen des Druckverlusts im Vergleich zu dem, wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, zu unterdrücken, aber immer noch gleiche oder nahezu gleiche Effekte des Unterdrückens einer unausgegli-

chenen Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, erzielt werden.

[0190] Fig. 30 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines zweiten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der zylindrische Kühl lamellen verwendet. Fig. 30 (A) zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in einem Kühler. Fig. 30 (B) zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. Fig. 30 (C) zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperaturen in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. In Fig. 30(A) bis Fig. 30(C) sind die Flussraten-Einstellabschnitte (d.h. der erste und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt), die in dem Behälter eines Kühlers verwendet werden, als „SL1“ bis „SL5“ angegeben (siehe Fig. 28(B) bis Fig. 28 (F)), wobei „KEIN“ eine Ausgestaltung angibt, bei der keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden.

[0191] Aus Fig. 30(A) ist ersichtlich, dass im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L1 in Fig. 30(A) angezeigt wird) ein Anstieg des Druckverlusts des Kühlers 10 von 176,5% vorliegt, wenn SL1 verwendet wird, ein Anstieg von 98,5% vorliegt, wenn SL2 verwendet wird, ein Anstieg von 105,4% vorliegt, wenn SL3 verwendet wird, ein Anstieg von 114,1% vorliegt, wenn SL4 verwendet wird, und ein Anstieg von 35,1% vorliegt, wenn SL5 verwendet wird. Im Gegensatz dazu nimmt im Vergleich zu SL1, bei der die Schlitzbreite konstant ist (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L2 in Fig. 30(A) angegeben ist), der Druckverlust des Kühlers 10 um 28,2% ab, wenn SL2 verwendet wird, nimmt um 25,7% ab, wenn SL3 verwendet wird, nimmt um 22,6% ab, wenn SL4 verwendet wird, und nimmt um 51,1% ab, wenn SL5 verwendet wird. Dementsprechend ist der Anstieg des Druckverlusts in Bezug darauf, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden, kleiner, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, als wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird.

[0192] Aus Fig. 30(B) ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR3 niedriger sind als die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR2, was bedeutet, dass eine unausgeglichene Strömungsverteilung auftritt. Im Gegensatz dazu wird, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, eine ausgeglichene Strömungsverteilung des Kühlmittels an den Positionen der Halbleiterelemente CP1

und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte unterdrückt, was zu einer gleichmäßigeren Strömung führt.

[0193] Aus Fig. 30(C) ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 vergleichsweise hoch sind. Im Gegensatz dazu werden, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 vergleichsweise konstant gehalten und gleichmäßiger gekühlt.

[0194] Aus den in Fig. 30 (A) bis Fig. 30(C) dargestellten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit dem Kühler 10 in Fig. 28 (A), der zylindrische Kühl lamellen verwendet, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, ein überlegener Effekt des Unterdrückens einer ungleichmäßigen Strömungsverteilung und ein überlegener Effekt des Kühlens der Halbleiterelemente erzielt werden kann. In dem Kühler 10 in Fig. 28 (A), der zylindrische Kühl lamellen verwendet, kann gesagt werden, dass, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, es möglich ist, das Ansteigen des Druckverlusts im Vergleich zu dem, wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, zu unterdrücken, aber immer noch gleiche oder nahezu gleiche Effekte des Unterdrückens einer unausgeglichene Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, erzielt werden.

<Drittes Beispiel>

[0195] Fig. 31 zeigt ein drittes Beispiel eines Kühlers gemäß der vierten Ausführungsform. Fig. 31 (A) ist eine perspektivische Ansicht eines Hauptteils eines dritten Beispiels eines Kühlers und stellt schematisch das Layout von Halbleiterelement-Montierflächen dar. Fig. 31(B) bis Fig. 31(F) sind Draufsichten, die schematisch Hauptteile von Flussraten-Einstellabschnitten darstellen, die in diesem dritten Beispiel eines Kühlers verwendet werden.

[0196] In dem dritten Beispiel wird ein Behälter 14, wie der in Fig. 31(A) dargestellte, als der Kühler 10 verwendet. Der in Fig. 31(A) dargestellte Behälter 14 entspricht einem Behälter 14, wie dem in Fig. 19 dargestellten, der oben beschrieben ist. In dem in Fig. 31(A) dargestellten Behälter 14 ist der Einlass 11 (IN), der mit dem ersten Fließweg 14e in Verbindung steht, in der dritten Seitenwand 14c angeordnet, und der Auslass 12 (OUT), der mit dem zweiten Fließweg 14f in Verbindung steht, ist in der vierten

Seitenwand 14d angeordnet. Die Kühllamellen 13a der oben beschriebenen Wärmeabfuhrplatte 13, die den Behälter 14 bedeckt, sind im dritten Fließweg 14g untergebracht, der ein Innenraum über dem ersten Fließweg 14e und dem zweiten Fließweg 14f ist. In den thermischen Fluidsimulationen werden die Kühllamellen 13a verwendet, die prismatisch sind, wie die in **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** dargestellten, die oben beschrieben sind, oder zylindrisch sind, wie die in **Fig. 15(A)** und **Fig. 15(B)** dargestellten. In einem Bereich, der dem dritten Fließweg 14g auf der Wärmeabfuhrplatte 13 entspricht (d.h. dem Bereich, der durch den gestrichelten Rahmen in **Fig. 31(A)** angezeigt wird), gemäß dem Beispiel in **Fig. 1** und dergleichen, die oben beschrieben sind, sind ein Halbleiterelement CP1 und ein Halbleiterelement CP2 in jeder der drei Montierflächen AR1, AR2 und AR3 angeordnet, wie in **Fig. 31(A)** dargestellt.

[0197] Es sei angemerkt, dass in **Fig. 31(A)** (und **Fig. 31 (B)** bis **Fig. 31 (F)**, die später beschrieben werden) die Einlassseite 11 des Behälters 14 als „IN“ angezeigt wird und die Auslassseite 12 als „OUT“ angezeigt wird. Die drei Montierflächen AR1 bis AR3 und die Halbleiterelemente CP1 und CP2, die in jeder dieser Flächen vorgesehen sind, weisen eine Positionsbeziehung in Bezug auf das IN und OUT des Behälters 14 auf, wie die in **Fig. 31(A)** dargestellte.

[0198] In den thermischen Fluidsimulationen werden in einem Kühler 10, wie dem in **Fig. 31 (A)** dargestellten, ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 115 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 116, wie die in **Fig. 31(B)** dargestellten, und erste Flussraten-Einstellabschnitte 15 und zweite Flussraten-Einstellabschnitte 16, wie die in **Fig. 31(C)** bis **Fig. 31(F)** dargestellten, verwendet.

[0199] Hier sind der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 31(B)** dargestellt sind, als „SL1“ angezeigt. Diese Ausgestaltung SL1 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 115 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 10** dargestellt sind. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 31 (B)** dargestellt sind, weisen jeweils einen Schlitz 115e (oder „siebter Schlitz“) und einen Schlitz 116e (oder „achter Schlitz“) mit einer konstanten Breite auf, die sich in der Längsrichtung erstrecken. Die Breite der Schlitz 115e und 116e ist auf 1 mm festgelegt.

[0200] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 31 (C)** dargestellt sind, sind als „SL2“ angezeigt. Diese Ausgestaltung SL2 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt

16, die in **Fig. 5** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. In dem in **Fig. 31 (C)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 wird die Breite des Schlitzes 15n so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis eines Bereichs (oder „erster Bereich“) an einem Ende, das dem Einlass 11 (IN) am nächsten liegt, größer ist als das Öffnungsverhältnis der verbleibenden zwei Bereiche (oder „zweiter Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 15n (oder „erster Schlitz“) in dem Bereich an dem Ende, das dem Einlass 11 am nächsten liegt, weist Teile mit unterschiedlichen Breiten auf. Die Breite an dem breiteren Teil ist auf 3 mm festgelegt und die Breite an dem schmaleren Teil ist auf 2 mm festgelegt. Die Breite des Schlitzes 15n (oder „zweiter Schlitz“) in den anderen Bereichen ist auf 1 mm festgelegt. In dem in **Fig. 31(C)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 wird die Breite des Schlitzes 16n so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „vierter Bereich“), der am weitesten von dem Auslass 12 (OUT) entfernt ist, größer ist als das Öffnungsverhältnis der verbleibenden zwei Bereiche (oder „dritter Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 16n (oder „vierter Schlitz“) in dem Bereich an dem Ende, das am weitesten von dem Auslass 12 entfernt ist, weist Teile mit unterschiedlichen Breiten auf. Die Breite an dem breiteren Teil ist auf 3 mm festgelegt und die Breite an dem schmaleren Teil ist auf 2 mm festgelegt. Die Breite des Schlitzes 16n (oder „dritter Schlitz“) in den anderen Bereichen ist auf 1 mm festgelegt.

[0201] Der in **Fig. 31(D)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL3“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL3 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 22** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. Als Schlitz 15p weist der in **Fig. 31(D)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 Schlitz auf, die durch Unterteilen des oben beschriebenen in **Fig. 31(C)** dargestellten Schlitzes 15n in zwei in jedem Bereich erzeugt werden, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erhalten werden (für den Bereich an dem Ende, das dem Einlass 11 am nächsten liegt, sind die zwei Teile der breitere Teil und der schmalere Teil). Der in **Fig. 31(D)** dargestellte zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 weist Schlitz 16p auf, die durch Unterteilen des oben beschriebenen in **Fig. 31(C)** dargestellten Schlitzes 16n in zwei in jedem Bereich erzeugt werden, die durch Unterteilen

des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erhalten werden (in dem Bereich an dem Ende, das am weitesten von dem Auslass 12 entfernt ist, sind die zwei Teile der breitere Teil und der schmalere Teil).

[0202] Der in **Fig. 31(E)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL4“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL4 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 23** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. In dem in **Fig. 31(E)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 sind aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, die Durchmesser der Löcher 15q so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „erster Bereich“) an dem Ende, das dem Einlass 11 (IN) am nächsten liegt, größer ist als das Öffnungsverhältnis in den verbleibenden zwei Bereichen (oder „zweiten Bereiche“). Die Löcher 15q (oder „erste Löcher“) in dem Bereich an dem Ende, das dem Einlass 11 am nächsten liegt, weisen unterschiedliche Durchmesser auf, wobei der Durchmesser für die größeren Löcher auf 3 mm und für die kleineren Löcher auf 2 mm festgelegt ist. Der Durchmesser der Löcher 15q (oder „zweiter Löcher“) in den verbleibenden Bereichen ist auf 1 mm festgelegt. Ebenso sind in dem in **Fig. 31(E)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 die Durchmesser der Löcher 16q so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „vierter Bereich“) an dem Ende, das am weitesten von dem Auslass 12 (OUT) entfernt ist, größer ist als das Öffnungsverhältnis in den verbleibenden zwei Bereichen (oder „dritten Bereiche“). Die Löcher 16q (oder „vierte Löcher“) in dem Bereich an dem Ende, das am weitesten von dem Auslass 12 entfernt ist, weisen unterschiedliche Durchmesser auf, wobei der Durchmesser für die größeren Löcher auf 3 mm und für die kleineren Löcher auf 2 mm festgelegt ist. Der Durchmesser der Löcher 16q (oder „dritter Löcher“) in den verbleibenden Bereichen ist auf 1 mm festgelegt.

[0203] Der in **Fig. 31(F)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL5“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL5 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 24** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. In dem in **Fig. 31(F)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 wird die Breite eines Schlitzes 15r (oder „fünfter

Schlitz“) so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „erster Bereich“) an dem Ende, das dem Einlass 11 (IN) am nächsten liegt, größer ist als das Öffnungsverhältnis der verbleibenden zwei Bereiche (oder „zweiter Bereiche“). Die Breite des einlassseitigen Endes des Schlitzes 15r in dem Bereich an dem Ende, das dem Einlass 11 am nächsten liegt, ist auf 3 mm festgelegt, wobei sich die Breite mit zunehmendem Abstand von dem Einlass 11 zu 1 mm hin verengt. Die Breite des Schlitzes 15r in den verbleibenden Bereichen ist auf 1 mm festgelegt. Ebenso ist in dem in **Fig. 31(F)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 die Breite eines Schlitzes 16r (oder „sechster Schlitz“) so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „vierter Bereich“) an dem Ende, das am weitesten von dem Auslass 12 (OUT) entfernt ist, größer ist als das Öffnungsverhältnis der verbleibenden zwei Bereiche (oder „dritter Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 16r an dem Ende, das dem Ende gegenüberliegt, das dem Auslass 12 am nächsten liegt, in dem Bereich an dem Ende, das am weitesten von dem Auslass 12 entfernt ist, ist auf 3 mm festgelegt, wobei sich die Breite in diesem Bereich auf 1 mm verengt, während sie sich dem auslassseitigen Ende nähert. Die Breite des Schlitzes 15r in den verbleibenden Bereichen ist auf 1 mm festgelegt.

[0204] In den thermischen Fluidsimulationen werden die in **Fig. 31(B)** bis **Fig. 31(F)** dargestellten Ausgestaltungen SL1 bis SL5 jeweils in einem Behälter 14 eines Kühlers 10 verwendet, wie er in **Fig. 31(A)** dargestellt ist. In Bezug auf jeden dieser Fälle werden der Druckverlust zwischen dem Einlass 11 und dem Auslass 12, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in dem Fall erhalten, in dem prismatische oder zylindrische Lamellen als die Kühllamellen 13a der oben beschriebenen Wärmeabfuhrplatte 13 verwendet werden. Zu Vergleichszwecken werden in Bezug auf eine Ausgestaltung, bei der die Flussraten-Einstellabschnitte (SL1 bis SL5) nicht in dem Behälter 14 des Kühlers 10 verwendet werden, wie er in **Fig. 31(A)** dargestellt ist, der Druckverlust zwischen dem Einlass 11 und dem Auslass 12, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 auf die gleiche Weise in dem Fall erhalten, in dem prismatische oder zylindrische Kühllamellen 13a verwendet werden. Es sei angemerkt, dass in den thermischen Fluidsimulationen die Wärmeerzeu-

gung reproduziert wird, indem den Halbleiterelementen CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 eine bestimmte Verlustmenge zugewiesen wird. Die Auswertungsergebnisse, die durch diese thermischen Fluidsimulationen erzeugt werden, sind in **Fig. 32** und **Fig. 33** dargestellt.

[0205] **Fig. 32** zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines dritten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der prismatische Kühl lamellen verwendet. **Fig. 32 (A)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in einem Kühler. **Fig. 32(B)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. **Fig. 32(C)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperaturen in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. In **Fig. 32(A)** bis **Fig. 32(C)** sind die Flussraten-Einstellabschnitte (das heißt, der erste und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt), die in dem Behälter eines Kühlers verwendet werden, als „SL1“ bis „SL5“ angegeben (siehe **Fig. 31 (B)** bis **Fig. 31 (F)**), wobei „KEIN“ eine Ausgestaltung angibt, bei der keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden.

[0206] Aus **Fig. 32(A)** ist ersichtlich, dass im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L1 in **Fig. 32 (A)** angezeigt wird) ein Anstieg des Druckverlusts des Kühlers 10 von 91,2% vorliegt, wenn SL1 verwendet wird, ein Anstieg von 52,1% vorliegt, wenn SL2 verwendet wird, ein Anstieg von 56,1% vorliegt, wenn SL3 verwendet wird, ein Anstieg von 72,9% vorliegt, wenn SL4 verwendet wird, und ein Anstieg von 50,6% vorliegt, wenn SL5 verwendet wird. Im Gegensatz dazu nimmt im Vergleich zu SL1, bei der die Schlitzbreite konstant ist (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L2 in **Fig. 32 (A)** angegeben ist), der Druckverlust des Kühlers 10 um 20,4% ab, wenn SL2 verwendet wird, nimmt um 18,4% ab, wenn SL3 verwendet wird, nimmt um 9,6% ab, wenn SL4 verwendet wird, und nimmt um 21,2% ab, wenn SL5 verwendet wird. Dementsprechend ist der Anstieg des Druckverlusts in Bezug darauf, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden, kleiner, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, als wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird.

[0207] Aus **Fig. 32(B)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR1 langsamer sind und die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR3 schneller sind, was bedeutet, dass eine unausgeglichene Strömungsverteilung

auftritt. Im Gegensatz dazu wird, wenn SL1 bis SL5 verwendet werden, die unausgeglichene Strömungsverteilung des Kühlmittels an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte unterdrückt, was zu einer gleichmäßigeren Strömung führt.

[0208] Aus **Fig. 32(C)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in Richtung der Montierfläche AR1, wo die Kühlmittelflussrate langsam ist, zunehmend hoch werden. Im Gegensatz dazu werden, wenn SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 vergleichsweise konstant gehalten und gleichmäßiger gekühlt.

[0209] Aus den in **Fig. 32 (A)** bis **Fig. 32 (C)** dargestellten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit dem Kühler 10 in **Fig. 31 (A)**, der prismatische Kühl lamellen verwendet, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, ein überlegener Effekt des Unterdrückens einer ungleichmäßigen Strömungsverteilung und ein überlegener Effekt des Kühlens der Halbleiterelemente erzielt werden kann. In dem Kühler 10 in **Fig. 31 (A)**, der prismatische Kühl lamellen verwendet, kann gesagt werden, dass, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, es möglich ist, das Ansteigen des Druckverlusts im Vergleich zu dem, wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, zu unterdrücken, aber immer noch gleiche oder nahezu gleiche Effekte des Unterdrückens der unausgeglichene Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, erzielt werden.

[0210] **Fig. 33** zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines dritten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der zylindrische Kühl lamellen verwendet. **Fig. 33(A)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in einem Kühler. **Fig. 33(B)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. **Fig. 33 (C)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperatur in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. In **Fig. 33(A)** bis **Fig. 33(C)** sind die Flussraten-Einstellabschnitte (d.h. der erste und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt), die in dem Behälter eines Kühlers verwendet werden, als „SL1“ bis „SL5“ angegeben (siehe **Fig. 31(B)** bis **Fig. 31 (F)**), wobei „KEIN“ eine Ausgestaltung angibt, bei der keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden.

[0211] Aus **Fig. 33(A)** ist ersichtlich, dass im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L1 in **Fig. 33 (A)** angezeigt wird) ein Anstieg des Druckverlusts des Kühlers 10 von 106,8% vorliegt, wenn SL1 verwendet wird, ein Anstieg von 53,0% vorliegt, wenn SL2 verwendet wird, ein Anstieg von 56,9% vorliegt, wenn SL3 verwendet wird, ein Anstieg von 62,0% vorliegt, wenn SL4 verwendet wird, und ein Anstieg von 53,0% vorliegt, wenn SL5 verwendet wird. Im Gegensatz dazu nimmt im Vergleich zu SL1, bei der die Schlitzbreite konstant ist (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L2 in **Fig. 33 (A)** angegeben ist), der Druckverlust des Kühlers 10 um 26,0% ab, wenn SL2 verwendet wird, nimmt um 24,1% ab, wenn SL3 verwendet wird, nimmt um 21,6% ab, wenn SL4 verwendet wird, und nimmt um 26,0 % ab, wenn SL5 verwendet wird. Dementsprechend ist der Anstieg des Druckverlusts in Bezug darauf, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden, kleiner, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, als wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird.

[0212] Aus **Fig. 33(B)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR1 langsam sind und die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR3 hoch sind, was bedeutet, dass eine unausgeglichene Strömungsverteilung auftritt. Im Gegensatz dazu wird, wenn SL1 bis SL5 verwendet werden, eine unausgeglichene Strömungsverteilung des Kühlmittels an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte unterdrückt, was zu einer gleichmäßigeren Strömung führt.

[0213] Aus **Fig. 33(C)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in Richtung der Montierfläche AR1, wo die Kühlmittelflussrate langsam ist, ansteigen. Im Gegensatz dazu werden, wenn SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 vergleichsweise konstant gehalten und gleichmäßiger gekühlt.

[0214] Aus den in **Fig. 33 (A)** bis **Fig. 33 (C)** dargestellten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit dem Kühler 10 in **Fig. 31 (A)**, der zylindrische Kühllamellen verwendet, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, ein

überlegener Effekt des Unterdrückens einer ungleichmäßigen Strömungsverteilung und ein überlegener Effekt des Kühlens der Halbleiterelemente erzielt werden kann. In dem Kühler 10 in **Fig. 31 (A)**, der zylindrische Kühllamellen verwendet, kann gesagt werden, dass, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, es möglich ist, das Ansteigen des Druckverlusts im Vergleich zu dem, wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, zu unterdrücken, aber immer noch gleiche oder nahezu gleiche Effekte des Unterdrückens der unausgeglichene Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, erzielt werden.

<Viertes Beispiel>

[0215] **Fig. 34** zeigt ein viertes Beispiel eines Kühlers gemäß der vierten Ausführungsform. **Fig. 34 (A)** ist eine perspektivische Ansicht eines Hauptteils eines vierten Beispiels eines Kühlers und stellt schematisch das Layout von Halbleiterelement-Montierflächen dar. **Fig. 34(B)** bis **Fig. 34 (F)** sind Draufsichten, die schematisch Hauptteile von Flussraten-Einstellabschnitten darstellen, die in diesem vierten Beispiel eines Kühlers verwendet werden.

[0216] In dem vierten Beispiel wird ein Behälter 14, wie der in **Fig. 34(A)** dargestellte, als der Kühler 10 verwendet. Der in **Fig. 34(A)** dargestellte Behälter 14 entspricht einem Behälter 14, wie dem in **Fig. 20** dargestellten, der oben beschrieben ist. In dem in **Fig. 34(A)** dargestellten Behälter 14 sind der Einlass 11 (IN), der mit der Mitte des ersten Fließwegs 14e in Verbindung steht, und der Auslass 12 (OUT), der mit der Mitte des zweiten Fließwegs 14f in Verbindung steht, in der Bodenplatte 14h angeordnet. Die Kühllamellen 13a der oben beschriebenen Wärmeabfuhrplatte 13, die den Behälter 14 bedeckt, sind im dritten Fließweg 14g untergebracht, der ein Innenraum über dem ersten Fließweg 14e und dem zweiten Fließweg 14f ist. In den thermischen Fluidsimulationen werden die Kühllamellen 13a verwendet, die prismatisch sind, wie die in **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** dargestellten, die oben beschrieben sind, oder zylindrisch sind, wie die in **Fig. 15(A)** und **Fig. 15(B)** dargestellten. In einem Bereich, der dem dritten Fließweg 14g auf der Wärmeabfuhrplatte 13 entspricht (d.h. dem Bereich, der durch den gestrichelten Rahmen in **Fig. 34 (A)** angezeigt wird), gemäß dem Beispiel in **Fig. 1** und dergleichen, die oben beschrieben sind, sind ein Halbleiterelement CP1 und ein Halbleiterelement CP2 in jeder der drei Montierflächen AR1, AR2 und AR3 angeordnet, wie in **Fig. 34(A)** dargestellt.

[0217] Es sei angemerkt, dass in **Fig. 34 (A)** (und **Fig. 34 (B)** bis **Fig. 34 (F)**, die später beschrieben werden) die Einlassseite 11 des Behälters 14 als „IN“ angezeigt wird und die Auslassseite 12 als „OUT“ angezeigt wird. Die drei Montierflächen AR1

bis AR3 und die Halbleiterelemente CP1 und CP2, die in jeder dieser Flächen vorgesehen sind, weisen eine Positionsbeziehung in Bezug auf das IN und OUT des Behälters 14 auf, wie die in **Fig. 34(A)** dargestellte.

[0218] In den thermischen Fluidsimulationen werden in einem Kühler 10, wie dem in **Fig. 34 (A)** dargestellten, ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 115 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 116, wie die in **Fig. 34(B)** dargestellten, und erste Flussraten-Einstellabschnitte 15 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 16, wie die in **Fig. 34 (C)** bis **Fig. 34 (F)** dargestellten, verwendet. Es sei angemerkt, dass die Positionen des Einlasses 11 (IN) und des Auslasses 12 (OUT) in **Fig. 34(B)** bis **Fig. 34(F)** angezeigt werden.

[0219] Hier werden der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 34 (B)** dargestellt sind, als „SL1“ angezeigt. Die Ausgestaltung SL1 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 115 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 10** dargestellt sind. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 34 (B)** dargestellt sind, weisen jeweils einen Schlitz 115e (oder „siebter Schlitz“) und einen Schlitz 116e (oder „achter Schlitz“) mit einer konstanten Breite auf, die sich in der Längsrichtung erstrecken. Die Breite der Schlitze 115e und 116e ist auf 1 mm festgelegt.

[0220] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 34 (C)** dargestellt sind, sind als „SL2“ angezeigt. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15, der in **Fig. 34 (C)** dargestellt ist, umfasst als einen Schlitz 15s einen Schlitz, der dem Schlitz 15e des oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, der in **Fig. 25(C)** dargestellt ist, ähnlich ist. Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, der in **Fig. 34 (C)** dargestellt ist, umfasst als einen Schlitz 16s einen Schlitz, der dem Schlitz 16e des oben beschriebenen zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, der in **Fig. 25 (C)** dargestellt ist, ähnlich ist.

[0221] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 34 (D)** dargestellt sind, sind als „SL3“ angezeigt. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15, der in **Fig. 34 (D)** dargestellt ist, umfasst als Schlitze 15t Schlitze, die den Schlitzen 15f des oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, der in **Fig. 25 (D)** dargestellt ist, ähnlich sind. Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, der in **Fig. 34(D)** dargestellt ist, umfasst als Schlitze 16t Schlitze, die den Schlitzen 16f des oben beschriebenen zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, der in **Fig. 25(D)** dargestellt ist, ähnlich sind.

[0222] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 34 (E)** dargestellt sind, sind als „SL4“ angezeigt. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15, der in **Fig. 34 (E)** dargestellt ist, umfasst als Löcher 15u Löcher, die den Löchern 15g des oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, der in **Fig. 25 (E)** dargestellt ist, ähnlich sind. Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, der in **Fig. 34 (E)** dargestellt ist, umfasst als Löcher 16u Löcher, die den Löchern 16g des oben beschriebenen zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, der in **Fig. 25(E)** dargestellt ist, ähnlich sind.

[0223] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 34 (F)** dargestellt sind, sind als „SL5“ angezeigt. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15, der in **Fig. 34 (F)** dargestellt ist, umfasst als einen Schlitz 15v einen Schlitz, der dem Schlitz 15h des oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15, der in **Fig. 25(F)** dargestellt ist, ähnlich ist. Der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, der in **Fig. 34 (F)** dargestellt ist, umfasst als einen Schlitz 16v einen Schlitz, der dem Schlitz 16h des oben beschriebenen zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16, der in **Fig. 25 (F)** dargestellt ist, ähnlich ist.

[0224] In den thermischen Fluidsimulationen werden die Ausgestaltungen SL1 bis SL5, die in **Fig. 34 (B)** bis **Fig. 34 (F)** dargestellt sind, jeweils in dem Behälter 14 eines Kühlers 10 verwendet, wie er in **Fig. 34(A)** dargestellt ist. In Bezug auf jeden dieser Fälle werden der Druckverlust zwischen dem Einlass 11 und dem Auslass 12, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in dem Fall erhalten, in dem prismatische oder zylindrische Lamellen als die Kühllamellen 13a der oben beschriebenen Wärmeabfuhrplatte 13 verwendet werden. Zu Vergleichszwecken werden in Bezug auf eine Ausgestaltung, bei der die Flussraten-Einstellabschnitte (SL1 bis SL5) nicht in dem Behälter 14 des Kühlers 10 verwendet werden, wie er in **Fig. 34(A)** dargestellt ist, der Druckverlust zwischen dem Einlass 11 und dem Auslass 12, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 auf die gleiche Weise in dem Fall erhalten, in dem prismatische oder zylindrische Kühllamellen 13a verwendet werden. Es sei angemerkt, dass in den thermischen Fluidsimulationen die Wärmeerzeugung reproduziert wird, indem den Halbleiterelementen CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 eine bestimmte Verlustmenge zugewiesen wird. Die Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen erzeugt werden, sind in **Fig. 35** und **Fig. 36** dargestellt.

[0225] Fig. 35 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines vierten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der prismatische Kühllamellen verwendet. Fig. 35(A) zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in einem Kühler. Fig. 35(B) zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. Fig. 35(C) zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperaturen in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. In Fig. 35(A) bis Fig. 35(C) sind die Flussraten-Einstellabschnitte (d.h. der erste und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt), die in dem Behälter eines Kühlers verwendet werden, als „SL1“ bis „SL5“ angegeben (siehe Fig. 34(B) bis Fig. 34 (F)), wobei „KEIN“ eine Ausgestaltung angibt, bei der keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden.

[0226] Aus Fig. 35(A) ist ersichtlich, dass im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L1 in Fig. 35 (A) angezeigt wird) ein Anstieg des Druckverlusts des Kühlers 10 von 98,7% vorliegt, wenn SL1 verwendet wird, ein Anstieg von 58,5% vorliegt, wenn SL2 verwendet wird, ein Anstieg von 62,2% vorliegt, wenn SL3 verwendet wird, ein Anstieg von 78,3% vorliegt, wenn SL4 verwendet wird, und ein Anstieg von 38,9 % vorliegt, wenn SL5 verwendet wird. Im Gegensatz dazu nimmt im Vergleich zu SL1, bei der die Schlitzbreite konstant ist (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L2 in Fig. 35 (A) angegeben ist), der Druckverlust des Kühlers 10 um 20,2% ab, wenn SL2 verwendet wird, nimmt um 18,4% ab, wenn SL3 verwendet wird, nimmt um 10,3% ab, wenn SL4 verwendet wird, und nimmt um 30,1% ab, wenn SL5 verwendet wird. Dementsprechend ist der Anstieg des Druckverlusts in Bezug darauf, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden, kleiner, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, als wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird.

[0227] Aus Fig. 35(B) ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in der Montierfläche AR2 höher sind als die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR3, was bedeutet, dass eine unausgeglichene Strömungsverteilung auftritt. Im Gegensatz dazu wird, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, eine unausgeglichene Strömungsverteilung des Kühlmittels an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte unterdrückt, was bedeutet, dass eine gleichmäßigere Strömung erzeugt wird.

[0228] Aus Fig. 35(C) ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR3, wo die Kühlmittelflussrate langsam ist, im Vergleich zu der Montierfläche AR2 hoch sein werden. Im Gegensatz dazu werden, wenn SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 vergleichsweise konstant gehalten und gleichmäßiger gekühlt.

[0229] Aus den in Fig. 35(A) bis Fig. 35(C) dargestellten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit dem Kühler 10 in Fig. 34 (A), der prismatische Kühllamellen verwendet, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, ein überlegener Effekt des Unterdrückens einer ungleichmäßigen Strömungsverteilung und ein überlegener Effekt des Kühlens der Halbleiterelemente erzielt werden kann. In dem Kühler 10 in Fig. 34 (A), der prismatische Kühllamellen verwendet, kann gesagt werden, dass, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, es möglich ist, das Ansteigen des Druckverlusts im Vergleich zu dem, wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, zu unterdrücken, aber immer noch gleiche oder nahezu gleiche Effekte des Unterdrückens der unausgeglichene Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, erzielt werden.

[0230] Fig. 36 zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines vierten beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der zylindrische Kühllamellen verwendet. Fig. 36(A) zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in einem Kühler. Fig. 36(B) zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. Fig. 36(C) zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperaturen in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. In Fig. 36(A) bis Fig. 36(C) sind die Flussraten-Einstellabschnitte (das heißt, der erste und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt), die in dem Behälter eines Kühlers verwendet werden, als „SL1“ bis „SL5“ angegeben (siehe Fig. 34 (B) bis Fig. 34 (F)), wobei „KEIN“ eine Ausgestaltung angibt, bei der keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden.

[0231] Aus Fig. 36(A) ist ersichtlich, dass im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitt (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L1 in Fig. 36 (A) angezeigt wird) ein Anstieg des Druckverlusts des Kühlers 10 von 113,5% vorliegt, wenn SL1 verwendet wird, ein

Anstieg von 57,9% vorliegt, wenn SL2 verwendet wird, ein Anstieg von 62,1% vorliegt, wenn SL3 verwendet wird, ein Anstieg von 68,2% vorliegt, wenn SL4 verwendet wird, und ein Anstieg von 36,1% vorliegt, wenn SL5 verwendet wird. Im Gegensatz dazu nimmt im Vergleich zu SL1, bei der die Schlitzbreite konstant ist (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L2 in **Fig. 36 (A)** angegeben ist), der Druckverlust des Kühlers 10 um 26,0 % ab, wenn SL2 verwendet wird, nimmt um 24,1% ab, wenn SL3 verwendet wird, nimmt um 21,2% ab, wenn SL4 verwendet wird, und nimmt um 36,3% ab, wenn SL5 verwendet wird. Dementsprechend ist der Anstieg des Druckverlusts in Bezug darauf, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden, kleiner, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, als wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird.

[0232] Aus **Fig. 36(B)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR2 schneller sind als die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR3, was bedeutet, dass eine unausgeglichene Strömungsverteilung auftritt. Im Gegensatz dazu wird, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, eine unausgeglichene Strömungsverteilung des Kühlmittels an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte unterdrückt, was zu einer gleichmäßigeren Strömung führt.

[0233] Aus **Fig. 36(C)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 und AR3, wo die Kühlmittelflussraten langsam sind, im Vergleich zu der Montierfläche AR2 hoch sind. Im Gegensatz dazu werden, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 vergleichsweise konstant gehalten und gleichmäßiger gekühlt.

[0234] Aus den in **Fig. 36 (A)** bis **Fig. 36 (C)** dargestellten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit dem Kühler 10 in **Fig. 34 (A)**, der zylindrische Kühllamellen verwendet, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, ein überlegener Effekt des Unterdrückens einer ungleichmäßigen Strömungsverteilung und ein überlegener Effekt des Kühlens der Halbleiterelemente erzielt werden kann. In dem Kühler 10 in **Fig. 34 (A)**, der zylindrische Kühllamellen verwendet, kann

gesagt werden, dass, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, es möglich ist, das Ansteigen des Druckverlusts im Vergleich zu dem, wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, zu unterdrücken, aber immer noch gleiche oder nahezu gleiche Effekte des Unterdrückens der unausgeglichene Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, erzielt werden.

<Fünftes Beispiel>

[0235] **Fig. 37** zeigt ein fünftes Beispiel eines Kühlers gemäß der vierten Ausführungsform. **Fig. 37 (A)** ist eine perspektivische Ansicht eines Hauptteils eines fünften Beispiels eines Kühlers und stellt schematisch das Layout von Halbleiterelement-Montierflächen dar. **Fig. 37(B)** bis **Fig. 37 (F)** sind Draufsichten, die schematisch Hauptteile von Flussraten-Einstellabschnitten darstellen, die in diesem fünften Beispiel eines Kühlers verwendet werden.

[0236] In dem fünften Beispiel wird ein Behälter 14 wie der in **Fig. 37(A)** dargestellte als der Kühler 10 verwendet. Der in **Fig. 37(A)** dargestellte Behälter 14 ist eine Abwandlung eines Behälters 14 wie der in **Fig. 21** dargestellte, die oben beschrieben ist. In dem in **Fig. 37(A)** dargestellten Behälter 14 sind der Einlass 11 (IN), der mit einem Seitenende der dritten Seitenwand 14c des ersten Fließwegs 14e in Verbindung steht, und der Auslass 12 (OUT), der mit dem Seitenende der vierten Seitenwand 14d des zweiten Fließwegs 14f in Verbindung steht, in der Bodenplatte 14h angeordnet. Die Kühllamellen 13a der Wärmeabfuhrplatte 13, die den Behälter 14 bedeckt, sind im dritten Fließweg 14g untergebracht, der ein Innenraum über dem ersten Fließweg 14e und dem zweiten Fließweg 14f ist. In den thermischen Fluidsimulationen werden die Kühllamellen 13a verwendet, die prismatisch wie die in **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** dargestellten sind, die oben beschrieben sind, oder zylindrisch wie die in **Fig. 15(A)** und **Fig. 15(B)** dargestellten sind. In einem Bereich, der dem dritten Fließweg 14g auf der Wärmeabfuhrplatte 13 entspricht (d.h. dem Bereich, der durch den gestrichelten Rahmen in **Fig. 37(A)** angezeigt wird), gemäß dem Beispiel in **Fig. 1** und dergleichen, die oben beschrieben sind, sind ein Halbleiterelement CP1 und ein Halbleiterelement CP2 in jeder der drei Montierflächen AR1, AR2 und AR3 angeordnet, wie in **Fig. 37(A)** dargestellt.

[0237] Es sei angemerkt, dass in **Fig. 37 (A)** (und **Fig. 37 (B)** bis **Fig. 37 (F)**), die später beschrieben werden) die Seite des Einlasses 11 des Behälters 14 als „IN“ angezeigt wird und die Seite des Auslasses 12 als „OUT“ angezeigt wird. Die drei Montierflächen AR1 bis AR3 und die Halbleiterelemente CP1 und CP2, die in jeder dieser Flächen vorgesehen sind, weisen eine Positionsbeziehung in Bezug auf

das IN und OUT des Behälters 14 auf, wie die in **Fig. 37(A)** dargestellte.

[0238] In den thermischen Fluidsimulationen werden in einem Kühler 10, wie dem in **Fig. 37 (A)** dargestellten, ein erster Flussraten-Einstellabschnitt 115 und ein zweiter Flussraten-Einstellabschnitt 116, wie die in **Fig. 37(B)** dargestellten, und erste Flussraten-Einstellabschnitte 15 und zweite Flussraten-Einstellabschnitte 16, wie die in **Fig. 37(C)** bis **Fig. 37(F)** dargestellten, verwendet. Es sei angemerkt, dass die Positionen des Einlasses 11 (IN) und des Auslasses 12 (OUT) in **Fig. 37(B)** bis **Fig. 37(F)** dargestellt sind.

[0239] Hier sind der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 37(B)** dargestellt sind, als „SL1“ angegeben. Die Ausgestaltung SL1 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 115 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 10** dargestellt sind. Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 115 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 116, die in **Fig. 37 (B)** dargestellt sind, weisen jeweils einen Schlitz 115e (oder „siebter Schlitz“) und einen Schlitz 116e (oder „achter Schlitz“) mit einer konstanten Breite auf, die sich in der Längsrichtung erstrecken. Die Breite der Schlitze 115e und 116e ist auf 1 mm festgelegt.

[0240] Der erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 37 (C)** dargestellt sind, sind als „SL2“ angegeben. Die Ausgestaltung SL2 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 5** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. In dem in **Fig. 37 (C)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 wird die Breite eines Schlitzes 15w so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „erster Bereich“) an dem Ende, das dem Einlass 11 (IN) am nächsten liegt, größer ist als das Öffnungsverhältnis der verbleibenden zwei Bereiche (oder „zweiter Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 15w (oder „erster Schlitz“) in dem Bereich an dem Ende, das dem Einlass 11 am nächsten liegt, ist auf 2 mm festgelegt, und die Breite des Schlitzes 15w (oder „zweiter Schlitz“) in den verbleibenden Bereichen ist auf 1 mm festgelegt. In dem in **Fig. 37(C)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 wird die Breite eines Schlitzes 16w so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „vierter Bereich“) an dem Ende, das am weitesten von dem Auslass 12

(OUT) entfernt ist, größer ist als das Öffnungsverhältnis der verbleibenden zwei Bereiche (oder „dritter Bereiche“). Die Breite des Schlitzes 16w (oder „vierter Schlitz“) in dem Bereich an dem Ende, das am weitesten von dem Auslass 12 entfernt ist, ist auf 2 mm festgelegt, und die Breite des Schlitzes 16w (oder „dritter Schlitz“) in den verbleibenden Bereichen ist auf 1 mm festgelegt.

[0241] Der in **Fig. 37(D)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL3“ angegeben. Die Ausgestaltung SL3 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 22** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. Als Schlitze 15x weist der in **Fig. 37 (D)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 Schlitze auf, die durch Unterteilen des oben beschriebenen in **Fig. 37(C)** dargestellten Schlitzes 15w in zwei in jedem Bereich erzeugt werden, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erhalten werden. Als Schlitze 16x weist der in **Fig. 37 (D)** dargestellte zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 Schlitze auf, die durch Unterteilen des oben beschriebenen in **Fig. 37 (C)** dargestellten Schlitzes 16w in zwei in jedem Bereich erzeugt werden, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erhalten werden.

[0242] Der in **Fig. 37(E)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL4“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL4 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 23** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. In dem in **Fig. 37(E)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 sind die Durchmesser der Löcher 15y so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Flussraten-Einstellabschnitts 15 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öffnungsverhältnis des Bereichs (oder „erster Bereich“), der dem Einlass 11 (IN) am nächsten liegt, größer ist als das Öffnungsverhältnis in den verbleibenden zwei Bereichen (oder „zweiten Bereichen“). Der Durchmesser der Löcher 15y (oder „erster Löcher“) in dem Bereich, der dem Einlass 11 am nächsten liegt, ist auf 2 mm festgelegt, und der Durchmesser der Löcher 15y (oder „zweiter Löcher“) in den verbleibenden Bereichen ist auf 1 mm festgelegt. Darüber hinaus sind in dem in **Fig. 37(E)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 die Durchmesser der Löcher 16y so eingestellt, dass aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Flussraten-Einstellabschnitts 16 in drei in der Längsrichtung erzeugt werden, das Öff-

nungsverhältnis des Bereichs (oder „vierter Bereich“) an dem Ende, das am weitesten von dem Auslass 12 (OUT) entfernt ist, größer ist als das Öffnungsverhältnis der verbleibenden zwei Bereiche (oder „dritter Bereiche“). Der Durchmesser der Löcher 16y (oder „vierter Löcher“) in dem Bereich, der am weitesten von dem Auslass 12 entfernt ist, ist auf 2 mm festgelegt, und der Durchmesser der Löcher 16y (oder „dritter Löcher“) in den verbleibenden Bereichen ist auf 1 mm festgelegt.

[0243] Der in **Fig. 37(F)** dargestellte erste Flussraten-Einstellabschnitt 15 und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt 16 sind als „SL5“ angegeben. Diese Ausgestaltung SL5 entspricht dem oben beschriebenen ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 und dem zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16, die in **Fig. 24** dargestellt sind, jedoch mit Öffnungen in einem geänderten Layout. In dem in **Fig. 37(F)** dargestellten ersten Flussraten-Einstellabschnitt 15 ist die Breite eines Schlitzes 15z (oder „fünfter Schlitz“) so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis eines Bereichs nahe dem Einlass 11 (IN) (oder „erster Bereich“) (zunehmend) größer ist als die Öffnungsverhältnisse von Bereichen (oder „zweiten Bereichen“), die weiter von dem Einlass 11 entfernt sind, oder mit anderen Worten, so dass sich der Schlitz 15z mit zunehmendem Abstand von dem Einlass 11 verengt. Die Breite des einlassseitigen Endes des Schlitzes 15z ist auf 2 mm festgelegt, und die Breite an dem anderen Ende ist auf 1 mm festgelegt. In dem in **Fig. 37 (F)** dargestellten zweiten Flussraten-Einstellabschnitt 16 ist die Breite eines Schlitzes 16z (oder „sechster Schlitz“) so eingestellt, dass das Öffnungsverhältnis eines Bereichs nahe dem Auslass 12 (OUT) (oder „dritter Bereich“) (zunehmend) kleiner ist als das Öffnungsverhältnis von Bereichen (oder „vierter Bereiche“), die weiter von dem Auslass 12 entfernt sind, oder mit anderen Worten, so dass sich der Schlitz 16z mit zunehmendem Abstand von dem Auslass 12 erweitert. Die Breite des auslassseitigen Endes des Schlitzes 16z ist auf 1 mm festgelegt, und die Breite an dem anderen Ende ist auf 2 mm festgelegt.

[0244] In den thermischen Fluidsimulationen werden die in **Fig. 37(B)** bis **Fig. 37(F)** dargestellten Ausgestaltungen SL1 bis SL5 jeweils in dem Behälter 14 eines Kühlers 10 wie dem in **Fig. 37 (A)** dargestellten verwendet. In Bezug auf jeden dieser Fälle werden der Druckverlust zwischen dem Einlass 11 und dem Auslass 12, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in dem Fall erhalten, in dem prismatische oder zylindrische Lamellen als die Kühl lamellen 13a der oben beschriebenen Wärmeabfuhrplatte 13 verwendet werden. Zu Vergleichszwecken werden in Bezug auf eine Ausgestaltung, bei der die Flussraten-Ein-

stellabschnitte (SL1 bis SL5) nicht in dem Behälter 14 eines Kühlers 10 verwendet werden, wie er in **Fig. 37(A)** dargestellt ist, der Druckverlust zwischen dem Einlass 11 und dem Auslass 12, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 und die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 auf die gleiche Weise in dem Fall erhalten, in dem prismatische oder zylindrische Kühl lamellen 13a verwendet werden. Es sei angemerkt, dass in den thermischen Fluidsimulationen die Wärme erzeugung reproduziert wird, indem den Halbleiterelementen CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 eine bestimmte Verlustmenge zugewiesen wird. Die Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen erzeugt werden, sind in **Fig. 38** und **Fig. 39** dargestellt.

[0245] **Fig. 38** zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines fünften beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der prismatische Kühl lamellen verwendet. **Fig. 38 (A)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in einem Kühler. **Fig. 38(B)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. **Fig. 38(C)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Halbleiterelementtemperaturen in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. In **Fig. 38(A)** bis **Fig. 38(C)** sind die Flussraten-Einstellabschnitte (d.h. der erste und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt), die in dem Behälter eines Kühlers verwendet werden, als „SL1“ bis „SL5“ angegeben (siehe **Fig. 38(B)** bis **Fig. 38 (F)**), wobei „KEIN“ eine Ausgestaltung „kein Flussraten-Einstellabschnitt“ angibt, bei der keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden.

[0246] Aus **Fig. 38(A)** ist ersichtlich, dass im Vergleich zu dem Fall ohne Flussraten-Einstellabschnitte (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L1 in **Fig. 38 (A)** angezeigt wird) ein Anstieg des Druckverlusts des Kühlers 10 von 69,8% vorliegt, wenn SL1 verwendet wird, ein Anstieg von 50,7% vorliegt, wenn SL2 verwendet wird, ein Anstieg von 53,1% vorliegt, wenn SL3 verwendet wird, ein Anstieg von 61,7% vorliegt, wenn SL4 verwendet wird, und ein Anstieg von 41,7% vorliegt, wenn SL5 verwendet wird. Im Gegensatz dazu nimmt im Vergleich zu SL1, bei der die Schlitzbreite konstant ist (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L2 in **Fig. 32 (A)** angegeben ist), der Druckverlust des Kühlers 10 um 11,2% ab, wenn SL2 verwendet wird, nimmt um 9,9% ab, wenn SL3 verwendet wird, nimmt um 4,8% ab, wenn SL4 verwendet wird, und nimmt um 16,5% ab, wenn SL5 verwendet wird. Dementsprechend ist der Anstieg des Druckverlusts in Bezug darauf, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden, kleiner, wenn die Ausge-

staltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, als wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird.

[0247] Aus **Fig. 38(B)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 ungleichmäßig sind, was bedeutet, dass eine unausgeglichene Strömungsverteilung auftritt. Im Gegensatz dazu wird, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, eine unausgeglichene Strömungsverteilung des Kühlmittels an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte unterdrückt, was bedeutet, dass eine gleichmäßigere Strömung erzeugt wird.

[0248] Aus **Fig. 38(C)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 ungleichmäßig sind. Im Gegensatz dazu werden, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 vergleichsweise konstant gehalten und gleichmäßiger gekühlt.

[0249] Aus den in **Fig. 38 (A)** bis **Fig. 38 (C)** dargestellten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit dem Kühler 10 in **Fig. 37 (A)**, der prismatische Kühllamellen verwendet, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, ein überlegener Effekt des Unterdrückens einer ungleichmäßigen Strömungsverteilung und ein überlegener Effekt des Kühlens der Halbleiterelemente erzielt werden kann. In dem Kühler 10 in **Fig. 37 (A)**, der prismatische Kühllamellen verwendet, kann gesagt werden, dass, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, es möglich ist, das Ansteigen des Druckverlusts im Vergleich zu dem, wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, zu unterdrücken, aber immer noch gleiche oder nahezu gleiche Effekte des Unterdrückens einer unausgeglichene Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, erzielt werden.

[0250] **Fig. 39** zeigt Auswertungsergebnisse, die durch thermische Fluidsimulationen eines fünften beispielhaften Kühlers erzeugt werden, der zylindrische Kühllamellen verwendet. **Fig. 39(A)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse des Druckverlusts in einem Kühler. **Fig. 39(B)** zeigt beispielhafte Auswertungsergebnisse der Kühlmittelflussraten in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. **Fig. 39(C)** zeigt beispielhafte Auswertungsergeb-

nisse der Halbleiterelementtemperatur in Bezug auf die Positionen der Halbleiterelemente. In **Fig. 39(A)** bis **Fig. 39(C)** sind die Flussraten-Einstellabschnitte (das heißt, der erste und der zweite Flussraten-Einstellabschnitt), die in dem Behälter eines Kühlers verwendet werden, als „SL1“ bis „SL5“ angegeben (siehe **Fig. 37 (B)** bis **Fig. 37 (F)**), wobei „KEIN“ eine Ausgestaltung angibt, bei der keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden.

[0251] Aus **Fig. 39(A)** ist ersichtlich, dass im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L1 in **Fig. 39 (A)** angezeigt wird) ein Anstieg des Druckverlusts des Kühlers 10 von 85,8% vorliegt, wenn SL1 verwendet wird, ein Anstieg von 56,8% vorliegt, wenn SL2 verwendet wird, ein Anstieg von 60,3% vorliegt, wenn SL3 verwendet wird, ein Anstieg von 60,2% vorliegt, wenn SL4 verwendet wird, und ein Anstieg von 47,3% vorliegt, wenn SL5 verwendet wird. Im Gegensatz dazu nimmt im Vergleich zu SL1, bei der die Schlitzbreite konstant ist (der Druckverlust, der durch die gestrichelte Linie L2 in **Fig. 39 (A)** angegeben ist), der Druckverlust des Kühlers 10 um 15,6% ab, wenn SL2 verwendet wird, nimmt um 13,7% ab, wenn SL3 verwendet wird, nimmt um 13,8% ab, wenn SL4 verwendet wird, und nimmt um 20,7 % ab, wenn SL5 verwendet wird. Dementsprechend ist der Anstieg des Druckverlusts in Bezug darauf, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte verwendet werden, kleiner, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, als wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird.

[0252] Aus **Fig. 39(B)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Kühlmittelflussraten an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 ungleichmäßig sind, was bedeutet, dass eine unausgeglichene Strömungsverteilung auftritt. Im Gegensatz dazu wird, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, eine unausgeglichene Strömungsverteilung des Kühlmittels an den Positionen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte unterdrückt, was zu einer gleichmäßigeren Strömung führt.

[0253] Aus **Fig. 39(C)** ist ersichtlich, dass, wenn keine Flussraten-Einstellabschnitte vorliegen, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflächen AR1 bis AR3 ungleichmäßig sind. Im Gegensatz dazu werden, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, die Temperaturen der Halbleiterelemente CP1 und CP2 in den Montierflä-

chen AR1 bis AR3 vergleichsweise konstant gehalten und gleichmäßiger gekühlt.

[0254] Aus den in **Fig. 39 (A)** bis **Fig. 39 (C)** dargestellten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit dem Kühler 10 in **Fig. 37 (A)**, der zylindrische Kühllamellen verwendet, wenn die Ausgestaltungen SL1 bis SL5 verwendet werden, im Vergleich zu der Ausgestaltung ohne Flussraten-Einstellabschnitte, ein überlegener Effekt des Unterdrückens einer ungleichmäßigen Strömungsverteilung und ein überlegener Effekt des Kühlens der Halbleiterelemente erzielt werden kann. In dem Kühler 10 in **Fig. 37 (A)**, der zylindrische Kühllamellen verwendet, kann gesagt werden, dass, wenn die Ausgestaltungen SL2 bis SL5 verwendet werden, es möglich ist, das Ansteigen des Druckverlusts im Vergleich zu dem, wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, zu unterdrücken, aber immer noch gleiche oder nahezu gleiche Effekte des Unterdrückens der unausgeglichene Strömungsverteilung und des Kühlens der Halbleiterelemente wie wenn die Ausgestaltung SL1 verwendet wird, erzielt werden.

[0255] Die oben gegebene Erklärung beschreibt lediglich die Prinzipien der vorliegenden Ausführungsformen. Eine große Anzahl von Änderungen und Abwandlungen könnte auch von einem Fachmann vorgenommen werden, so dass die vorliegenden Ausführungsformen nicht auf die speziell angeführten Ausgestaltungen und hierin beschriebenen beispielhaften Anwendungen beschränkt sind. Alle derartigen Abwandlungen und ihre Äquivalente sind als innerhalb des Umfangs der Erfindung, wie durch die beigefügten Patentansprüche und ihre Äquivalente definiert, eingeschlossen anzusehen.

Bezugszeichenliste

1	Halbleitervorrichtung	14g	dritter Fließweg
10, 110	Kühler	14h	Bodenplatte
11	Einlass	15, 115	erster Flussraten-Einstellabschnitt
12	Auslass	15a	erster Bereich
13	Wärmeabführplatte	15aa	erster Schlitz
13a	Kühllamelle	15ab	erstes Loch
13b	Montierfläche	15ac	fünfter Schlitz
14	Behälter	15b	zweiter Bereich
14a	erste Seitenwand	15ba	zweiter Schlitz
14b	zweite Seitenwand	15bb	zweites Loch
14c	dritte Seitenwand	15c, 16c	mittlerer Abschnitt
14d	vierte Seitenwand	15d, 16d	Endabschnitt
14e	erster Fließweg	16, 116	zweiter Flussraten-Einstellabschnitt
14f	zweiter Fließweg	16a	dritter Bereich
		16aa	dritter Schlitz
		16ab	drittes Loch
		16ac	sechster Schlitz
		16b	vierter Bereich
		16ba	vierter Schlitz
		16bb	viertes Loch
		15e, 15f, 15h, 15i, 15j, 15m, 15n, 15p, 15r, 15s, 15t, 15v, 15w, 15x, 15z, 16e, 16f, 16h, 16i, 16j, 16m, 16n, 16p, 16r, 16s, 16t, 16v, 16w, 16x, 16z, 115e, 116e	Schlitz
		15g, 15k, 15q, 15u, 15y, 16g, 16k, 16q, 16u, 16y	Loch
		20	Halbleitermodul
		21, 22, 23	Schaltkreiselementabschnitt
		24	isolierte Leiterplatte
		24a	Isoliersubstrat
		24b, 24c	leitfähige Schicht
		25, 26, CP1, CP2	Halbleiterelement
		27, 28	Bondierschicht
		30	Kühlmittel
		40	Pumpe
		50	Wärmetauscher
		115aa	siebter Schlitz
		116aa	achter Schlitz

AR1, AR2, AR3

Montierfläche

SL1, SL2, SL3, SL4, SL5

Flussraten-Einstell-
abschnitt

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2012146759 [0010]
- JP 201971330 [0010]
- WO 2017090106 A [0010]
- JP 201269892 [0010]
- JP 2015153799 [0010]
- WO 2019211889 A [0010]
- JP 2006179771 [0010]
- WO 2015079643 A [0010]
- WO 2013054615 A [0010]

Patentansprüche

1. Kühler, umfassend:

einen Behälter, der eine erste Seitenwand und eine zweite Seitenwand umfasst, die einander zugewandt sind, und einen Einlass und einen Auslass für ein Kühlmittel aufweisen;
 einen ersten Fließweg, der parallel zur ersten Seitenwand im Behälter angeordnet ist und mit dem Einlass in Verbindung steht;
 einen zweiten Fließweg, der parallel zur zweiten Seitenwand im Behälter angeordnet ist und mit dem Auslass in Verbindung steht;
 einen dritten Fließweg, der im Behälter angeordnet ist und mit dem ersten Fließweg und dem zweiten Fließweg in Verbindung steht;
 einen ersten Flussraten-Einstellabschnitt, der im Behälter zwischen dem ersten Fließweg und dem dritten Fließweg angeordnet ist; und
 einen zweiten Flussraten-Einstellabschnitt, der im Behälter zwischen dem zweiten Fließweg und dem dritten Fließweg angeordnet ist,
 wobei der erste Flussraten-Einstellabschnitt einen ersten Bereich mit einem ersten Öffnungsverhältnis und einen zweiten Bereich mit einem zweiten Öffnungsverhältnis, das kleiner als das erste Öffnungsverhältnis ist, umfasst, und
 der zweite Flussraten-Einstellabschnitt einen dritten Bereich mit einem dritten Öffnungsverhältnis und einen vierten Bereich mit einem vierten Öffnungsverhältnis, das größer als das dritte Öffnungsverhältnis ist, umfasst.

2. Kühler nach Anspruch 1, wobei der erste Bereich dem dritten Bereich zugewandt angeordnet ist.

3. Kühler nach Anspruch 1, wobei der erste Bereich näher am Einlass angeordnet ist, der mit dem ersten Fließweg in Verbindung steht, als der zweite Bereich, und der dritte Bereich näher am Auslass angeordnet ist, der mit dem zweiten Fließweg in Verbindung steht, als der vierte Bereich.

4. Kühler nach Anspruch 1, wobei der erste Bereich einen ersten Schlitz mit einer ersten Breite aufweist, der zweite Bereich einen zweiten Schlitz mit einer zweiten Breite aufweist, die schmaler ist als die erste Breite, der dritte Bereich einen dritten Schlitz mit einer dritten Breite aufweist, und der vierte Bereich einen vierten Schlitz mit einer vierten Breite aufweist, die breiter ist als die dritte Breite.

5. Kühler nach Anspruch 1, wobei der erste Bereich ein erstes Loch mit einem ersten Durchmesser aufweist,

der zweite Bereich ein zweites Loch mit einem zweiten Durchmesser aufweist, der kleiner als der erste Durchmesser ist,
 der dritte Bereich ein drittes Loch mit einem dritten Durchmesser aufweist, und
 der vierte Bereich ein viertes Loch mit einem vierten Durchmesser aufweist, der größer als der dritte Durchmesser ist.

6. Kühler nach Anspruch 1, wobei der erste Bereich und der zweite Bereich einen fünften Schlitz aufweisen, der sich vom ersten Bereich zum zweiten Bereich erstreckt und eine Breite aufweist, die sich vom ersten Bereich zum zweiten Bereich hin verengt, und der dritte Bereich und der vierte Bereich einen sechsten Schlitz aufweisen, der sich vom dritten Bereich zum vierten Bereich erstreckt und eine Breite aufweist, die sich vom dritten Bereich zum vierten Bereich hin erweitert.

7. Kühler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der erste Fließweg ein erster Kanal ist, der sich entlang der ersten Seitenwand in einem Bodenabschnitt des Behälters zwischen der ersten Seitenwand und der zweiten Seitenwand erstreckt, der zweite Fließweg ein zweiter Kanal ist, der sich entlang der zweiten Seitenwand im Bodenabschnitt erstreckt, und der dritte Fließweg ein Innenraum im Behälter ist, der sich über dem ersten Kanal und dem zweiten Kanal befindet.

8. Kühler nach Anspruch 7, wobei aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Fließwegs in drei in einer Richtung erzeugt werden, in der sich der erste Kanal entlang der ersten Seitenwand erstreckt, ein Bereich, der durch das Unterteilen erzeugt wird, dem ersten Bereich entspricht und die verbleibenden zwei Bereiche, die durch das Unterteilen erzeugt werden, dem zweiten Bereich entsprechen, und aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Fließwegs in drei in einer Richtung erzeugt werden, in der sich der zweite Kanal entlang der zweiten Seitenwand erstreckt, ein Bereich, der durch das Unterteilen erzeugt wird, dem dritten Bereich entspricht und die verbleibenden zwei Bereiche, die durch das Unterteilen erzeugt werden, dem vierten Bereich entsprechen.

9. Kühler nach Anspruch 7, wobei der erste Bereich und der zweite Bereich eine Öffnung aufweisen, die an einem Endabschnitt auf einer ersten Seitenwandseite des ersten Fließwegs angeordnet ist, und der dritte Bereich und der vierte Bereich eine Öffnung aufweisen, die an einem Endabschnitt auf

einer zweiten Seitenwandseite des zweiten Fließwegs angeordnet ist.

10. Kühler nach Anspruch 7, wobei der Behälter eine Wärmeabfuhrplatte umfasst, die den dritten Fließweg bedeckt und Lamellen aufweist, die im dritten Fließweg angeordnet sind.

11. Halbleitervorrichtung, umfassend:
einen Kühler; und
ein Halbleitermodul, das am Kühler montiert ist, wobei der Kühler umfasst:
einen Behälter, der eine erste Seitenwand und eine zweite Seitenwand umfasst, die einander zugewandt sind, und einen Einlass und einen Auslass für ein Kühlmittel aufweist;
einen ersten Fließweg, der parallel zur ersten Seitenwand im Behälter angeordnet ist und mit dem Einlass in Verbindung steht;
einen zweiten Fließweg, der parallel zur zweiten Seitenwand im Behälter angeordnet ist und mit dem Auslass in Verbindung steht;
einen dritten Fließweg, der im Behälter angeordnet ist und mit dem ersten Fließweg und dem zweiten Fließweg in Verbindung steht;
einen ersten Flussraten-Einstellabschnitt, der im Behälter zwischen dem ersten Fließweg und dem dritten Fließweg angeordnet ist; und
einen zweiten Flussraten-Einstellabschnitt, der im Behälter zwischen dem zweiten Fließweg und dem dritten Fließweg angeordnet ist, wobei der erste Flussraten-Einstellabschnitt einen ersten Bereich mit einem ersten Öffnungsverhältnis und einen zweiten Bereich mit einem zweiten Öffnungsverhältnis, das kleiner als das erste Öffnungsverhältnis ist, umfasst,
der zweite Flussraten-Einstellabschnitt einen dritten Bereich mit einem dritten Öffnungsverhältnis und einen vierten Bereich mit einem vierten Öffnungsverhältnis, das größer als das dritte Öffnungsverhältnis ist, umfasst, und
das Halbleitermodul an einer Position montiert ist, die dem dritten Fließweg des Kühlers zugewandt ist.

12. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 11, wobei der erste Bereich dem dritten Bereich zugewandt angeordnet ist.

13. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 11, wobei der erste Bereich näher am Einlass angeordnet ist, der mit dem ersten Fließweg in Verbindung steht, als der zweite Bereich, und der dritte Bereich näher am Auslass angeordnet ist, der mit dem zweiten Fließweg in Verbindung steht, als der vierte Bereich.

14. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 11, wobei der erste Bereich einen ersten Schlitz mit einer ersten Breite aufweist, der zweite Bereich einen zweiten Schlitz mit einer

zweiten Breite aufweist, die schmaler ist als die erste Breite, der dritte Bereich einen dritten Schlitz mit einer dritten Breite aufweist, und der vierte Bereich einen vierten Schlitz mit einer vierten Breite aufweist, die breiter ist als die dritte Breite.

15. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 11, wobei der erste Bereich ein erstes Loch mit einem ersten Durchmesser umfasst, der zweite Bereich ein zweites Loch mit einem zweiten Durchmesser umfasst, der kleiner als der erste Durchmesser ist, der dritte Bereich ein drittes Loch mit einem dritten Durchmesser umfasst, und der vierte Bereich ein viertes Loch mit einem vierten Durchmesser umfasst, der größer als der dritte Durchmesser ist.

16. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 11, wobei der erste Bereich und der zweite Bereich einen fünften Schlitz aufweisen, der sich vom ersten Bereich zum zweiten Bereich erstreckt und eine Breite aufweist, die sich vom ersten Bereich zum zweiten Bereich hin verengt, und der dritte Bereich und der vierte Bereich einen sechsten Schlitz aufweisen, der sich vom dritten Bereich zum vierten Bereich erstreckt und eine Breite aufweist, die sich vom dritten Bereich zum vierten Bereich hin erweitert.

17. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, wobei der erste Fließweg ein erster Kanal ist, der sich entlang der ersten Seitenwand in einem Bodenabschnitt des Behälters zwischen der ersten Seitenwand und der zweiten Seitenwand erstreckt, der zweite Fließweg ein zweiter Kanal ist, der sich entlang der zweiten Seitenwand im Bodenabschnitt erstreckt, und der dritte Fließweg ein Innenraum im Behälter ist, der sich über dem ersten Kanal und dem zweiten Kanal befindet.

18. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 17, wobei aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des ersten Fließwegs in drei in einer Richtung erzeugt werden, in der sich der erste Kanal entlang der ersten Seitenwand erstreckt, ein Bereich, der durch das Unterteilen erzeugt wird, dem ersten Bereich entspricht und die verbleibenden zwei Bereiche, die durch das Unterteilen erzeugt werden, dem zweiten Bereich entsprechen, und aus einer Gruppe von Bereichen, die durch Unterteilen des zweiten Fließwegs in drei in einer Richtung erzeugt werden, in der sich der zweite Kanal entlang der zweiten Seitenwand erstreckt, ein Bereich, der durch das Unterteilen erzeugt wird,

dem dritten Bereich entspricht und die verbleibenden zwei Bereiche, die durch das Unterteilen erzeugt werden, dem vierten Bereich entsprechen.

19. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 17, wobei der erste Bereich und der zweite Bereich eine Öffnung aufweisen, die an einem Endabschnitt auf einer ersten Seitenwandseite des ersten Fließwegs angeordnet ist, der dritte Bereich und der vierte Bereich eine Öffnung aufweisen, die an einem Endabschnitt auf einer zweiten Seitenwandseite des zweiten Fließwegs angeordnet ist.

20. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 17, wobei der Behälter eine Wärmeabfuhrplatte umfasst, die den dritten Fließweg bedeckt und Lamellen aufweist, die im dritten Fließweg angeordnet sind, und die Wärmeabfuhrplatte zwischen dem Halbleitermodul und dem dritten Fließweg angeordnet ist, die einander zugewandt sind.

Es folgen 39 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

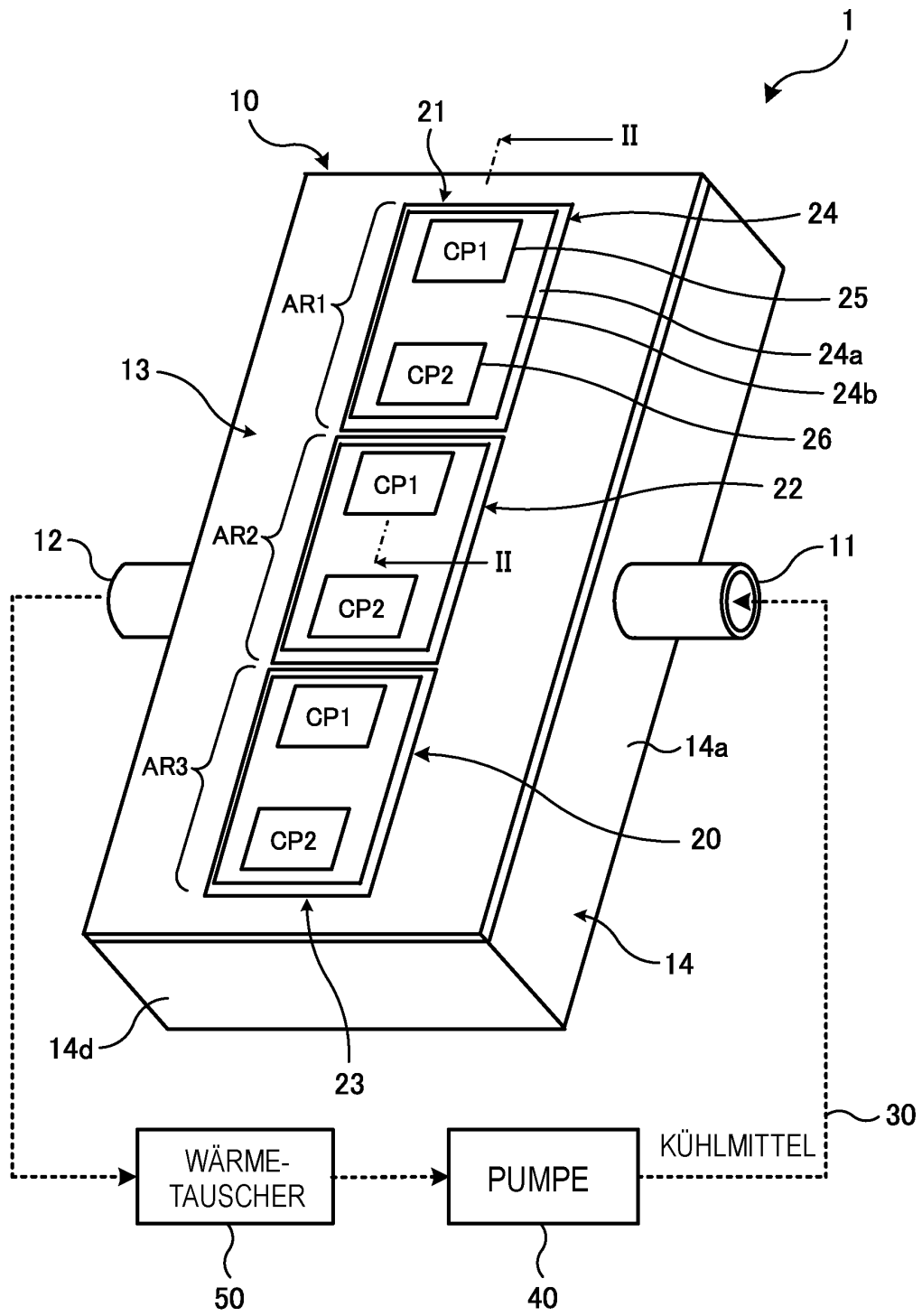


FIG. 1

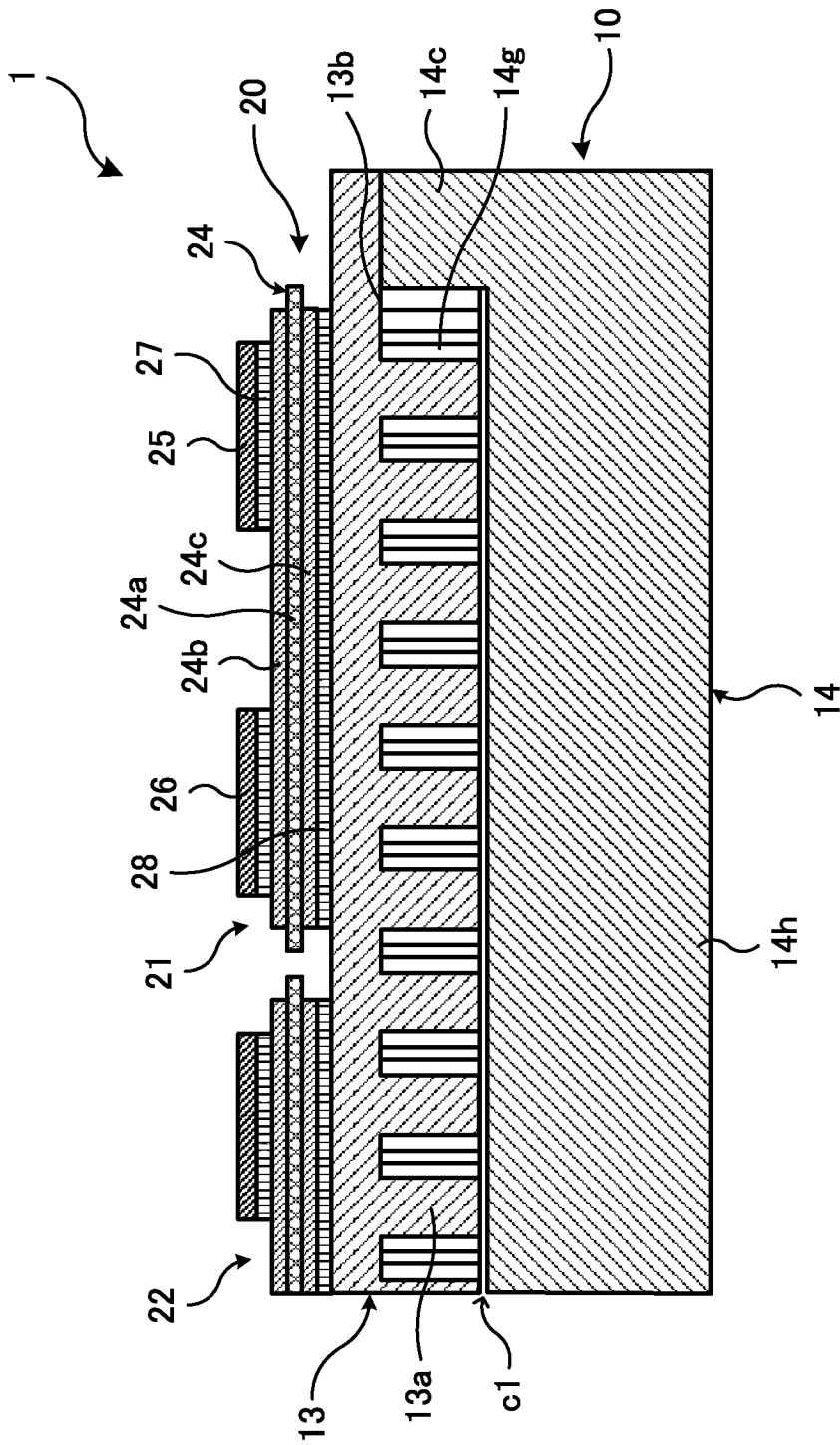


FIG. 2

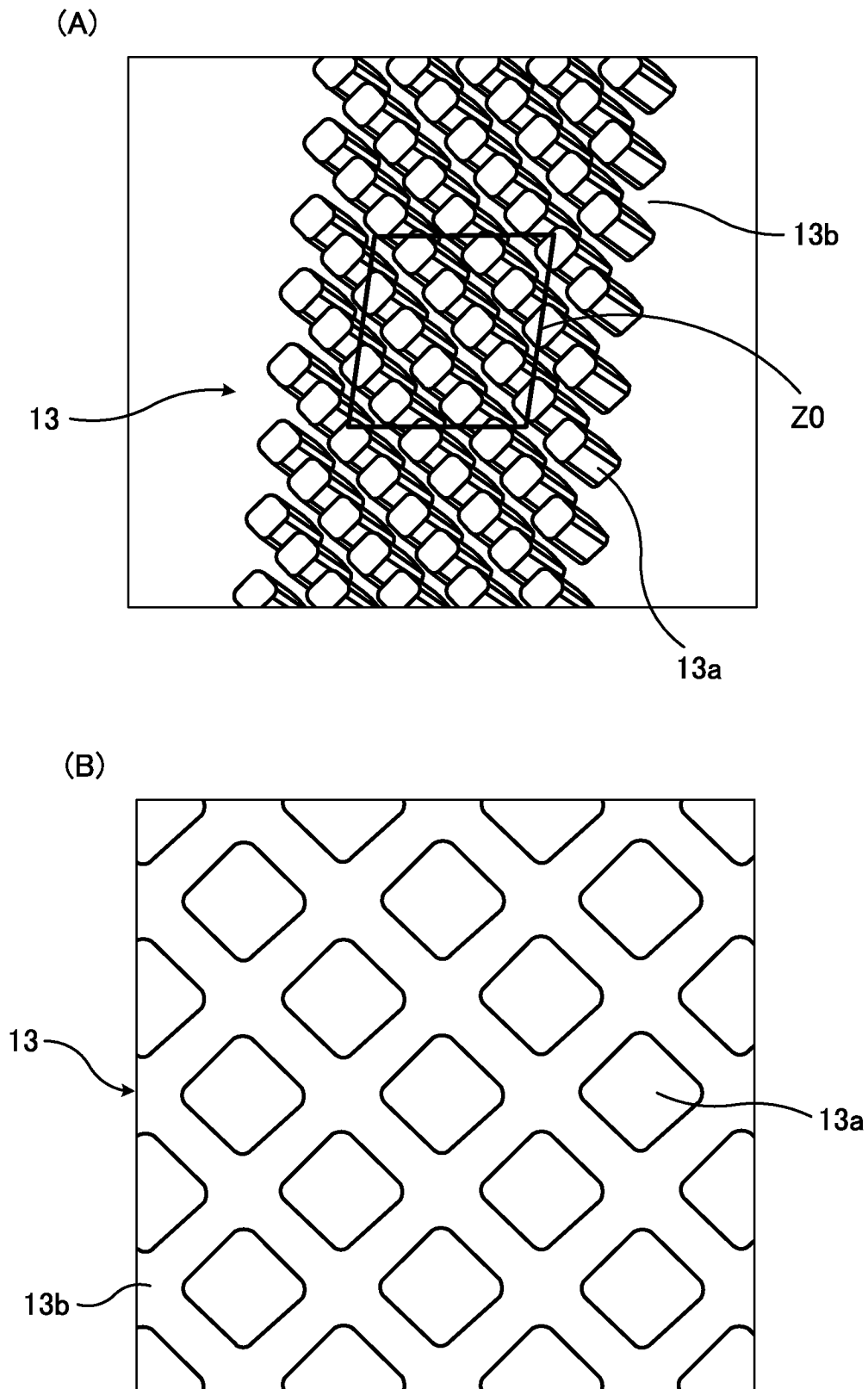


FIG. 3

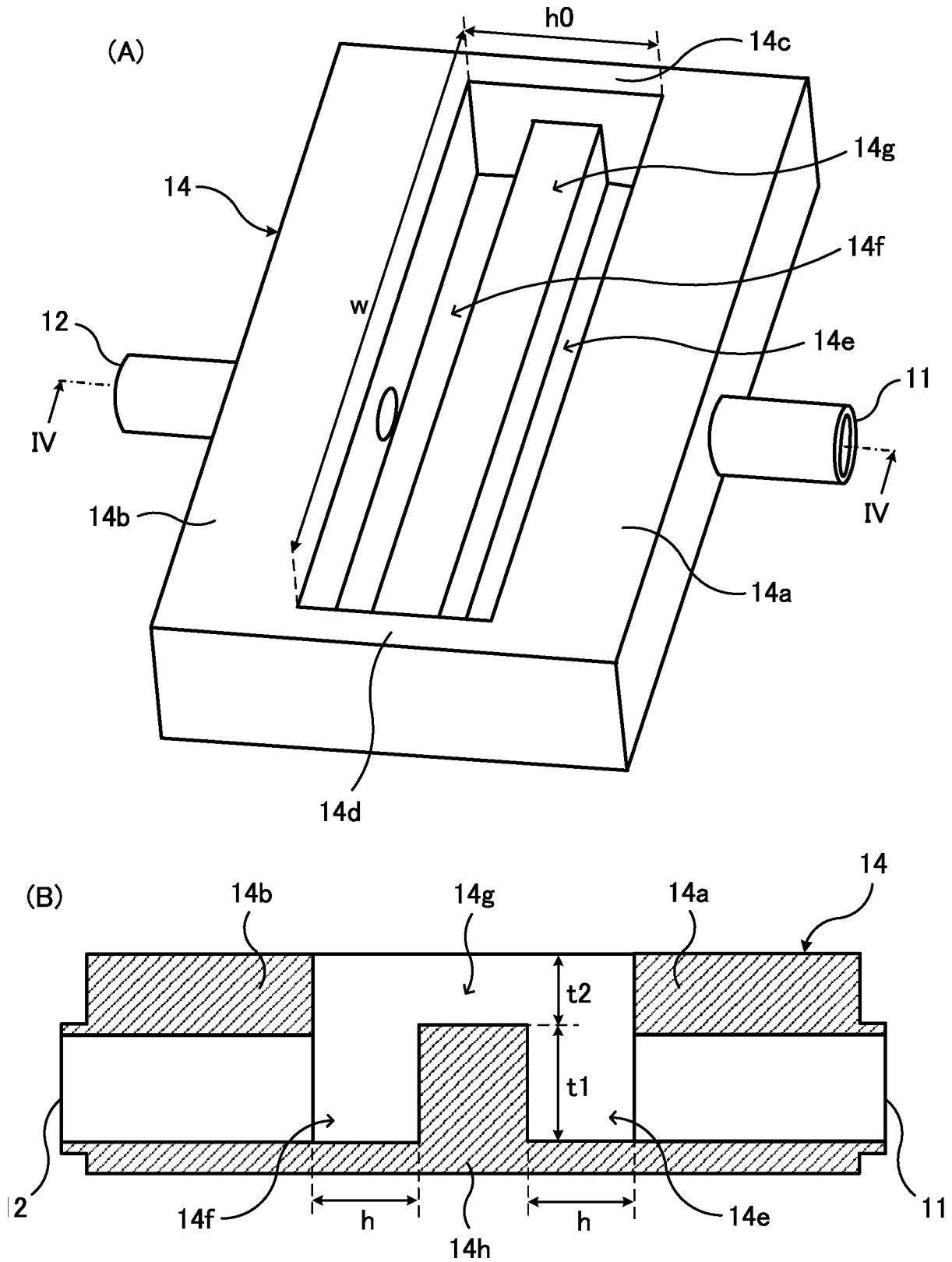


FIG. 4

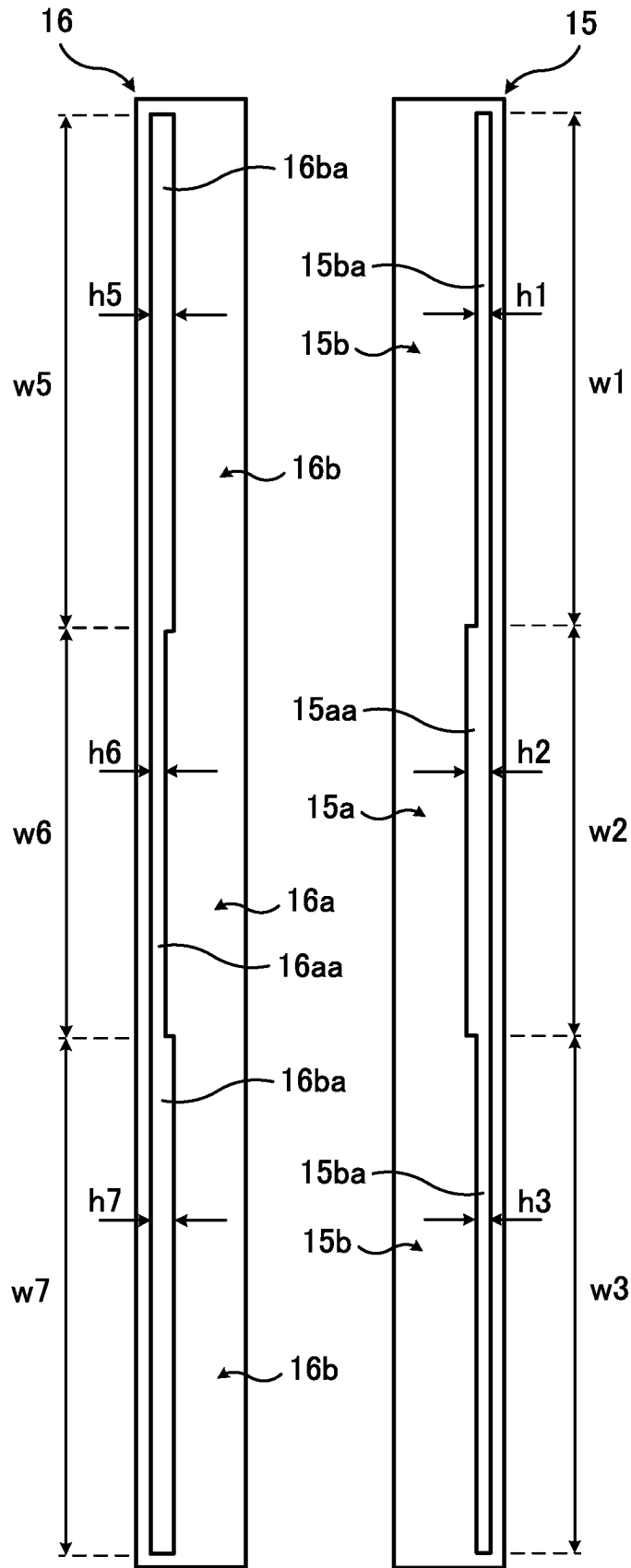


FIG. 5

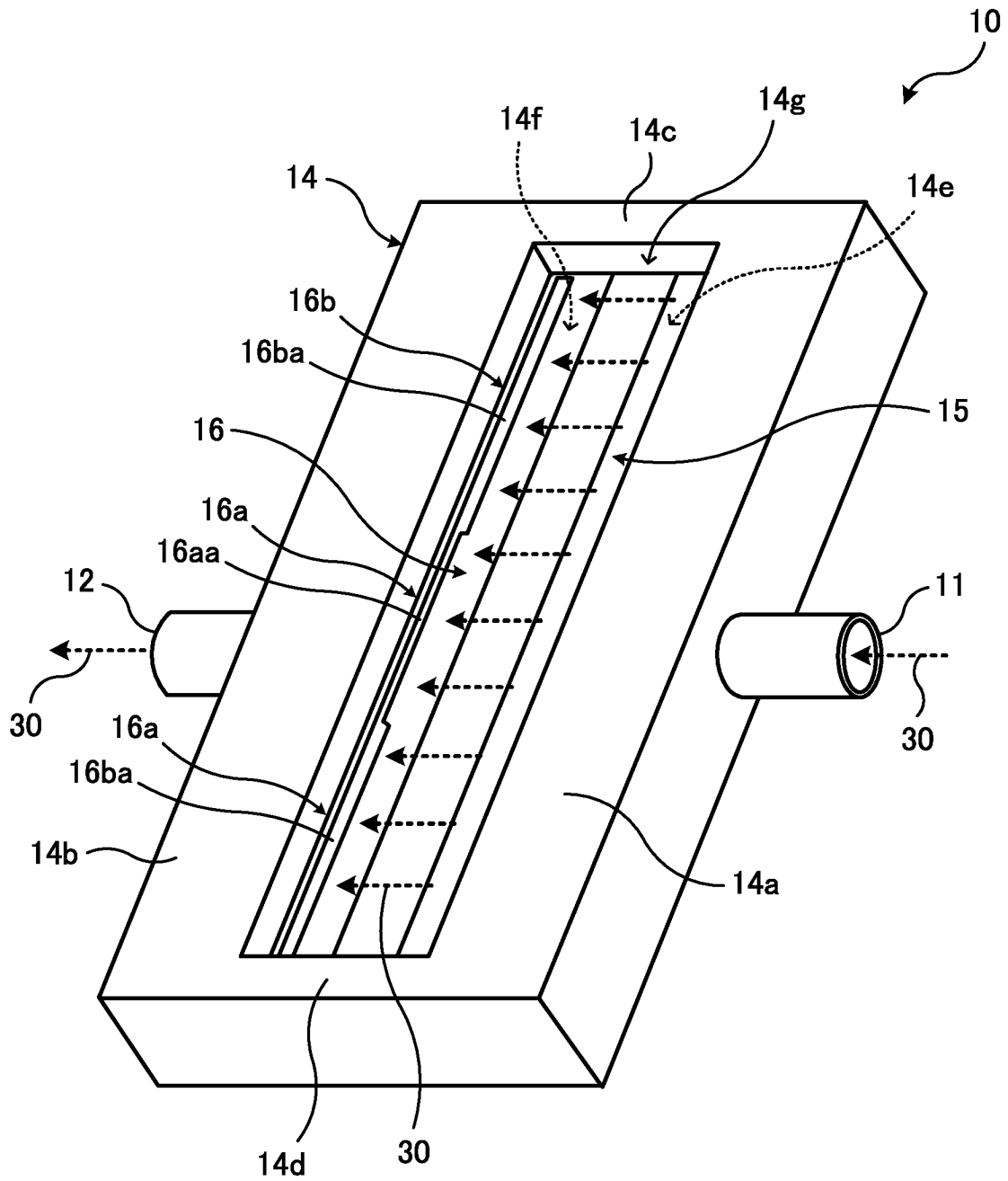


FIG. 6

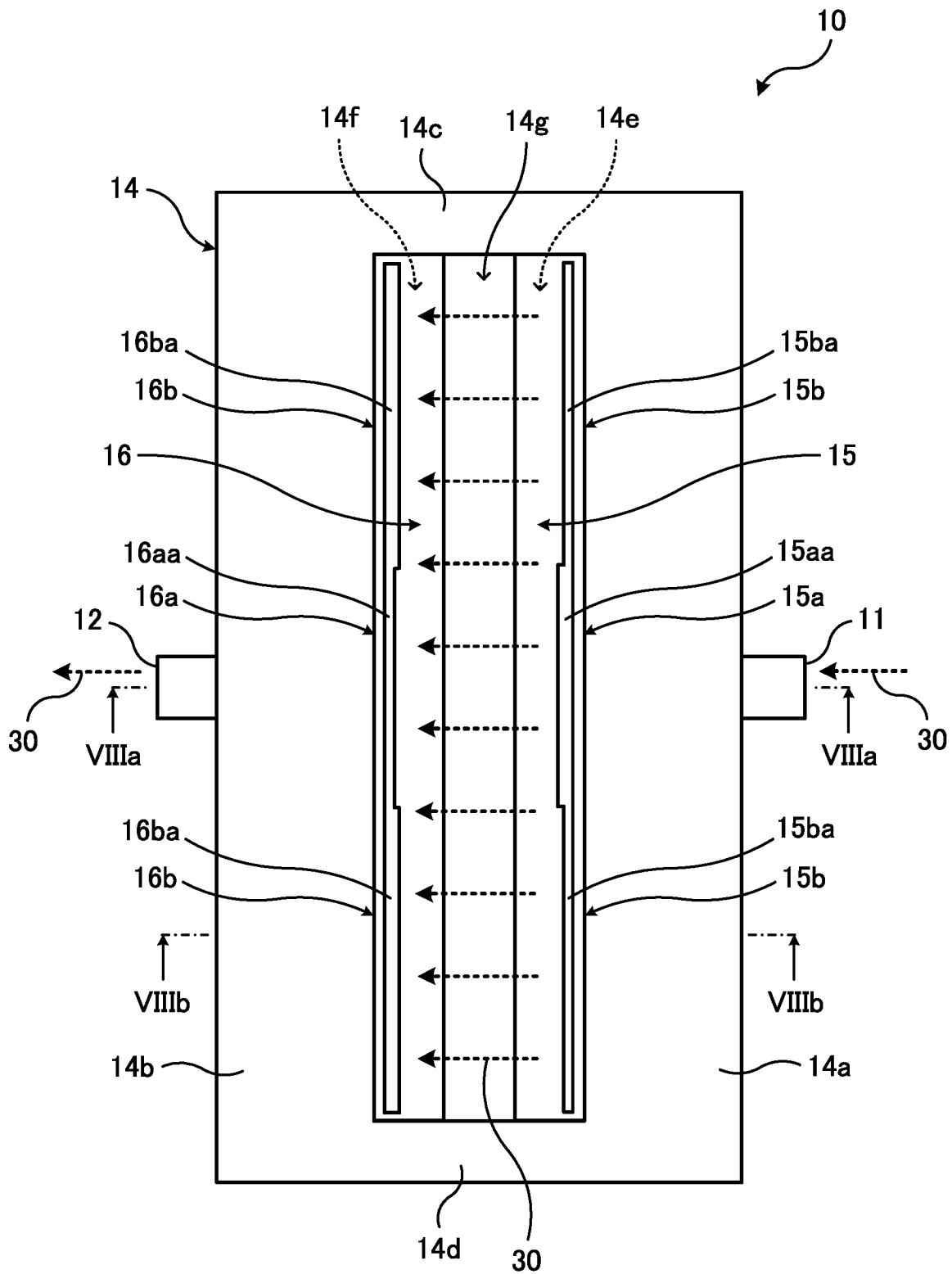


FIG. 7

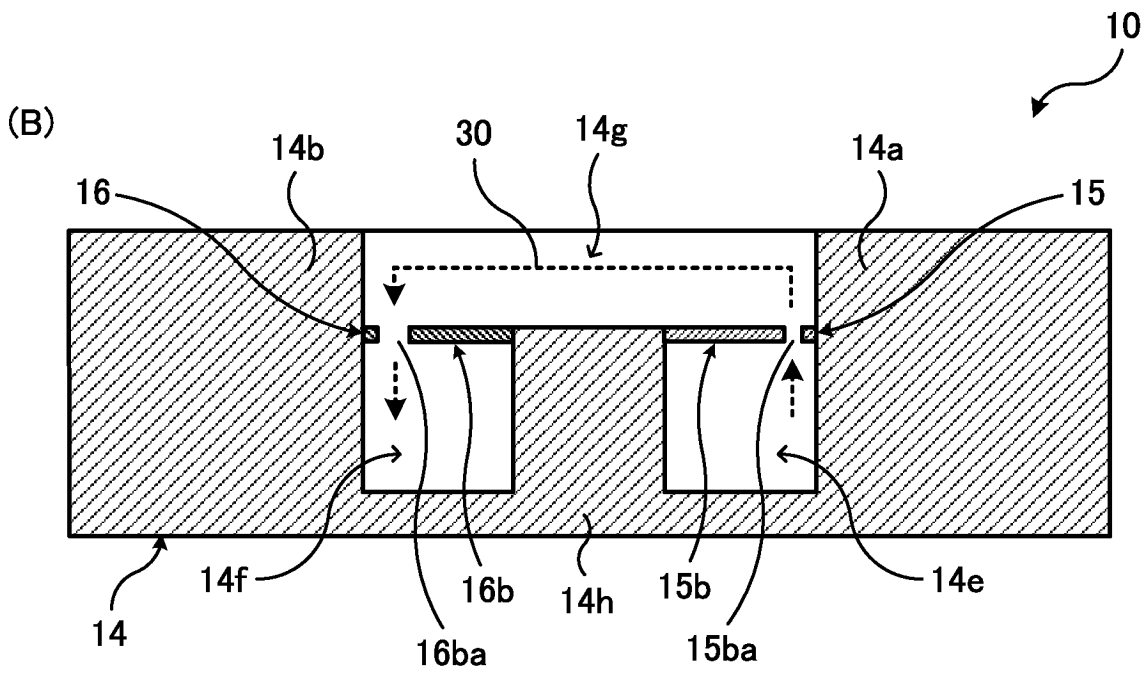
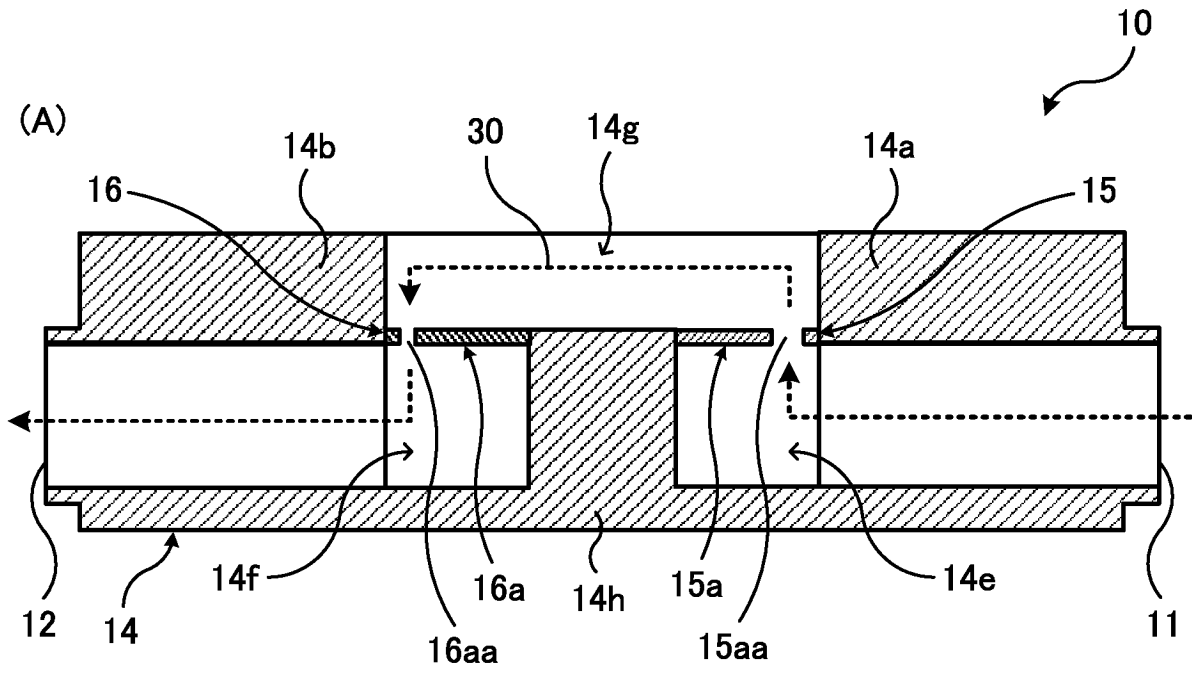


FIG. 8

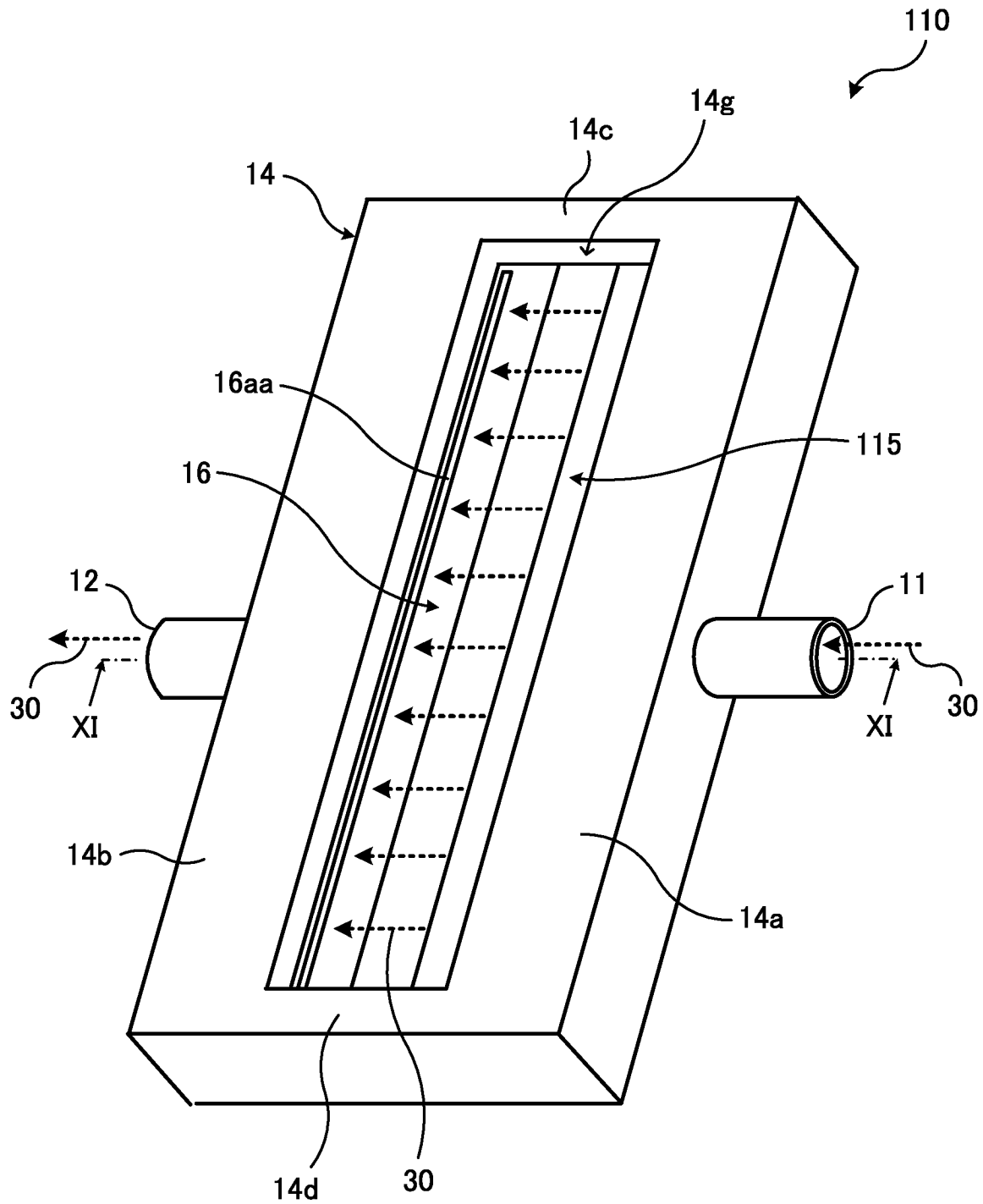


FIG. 9

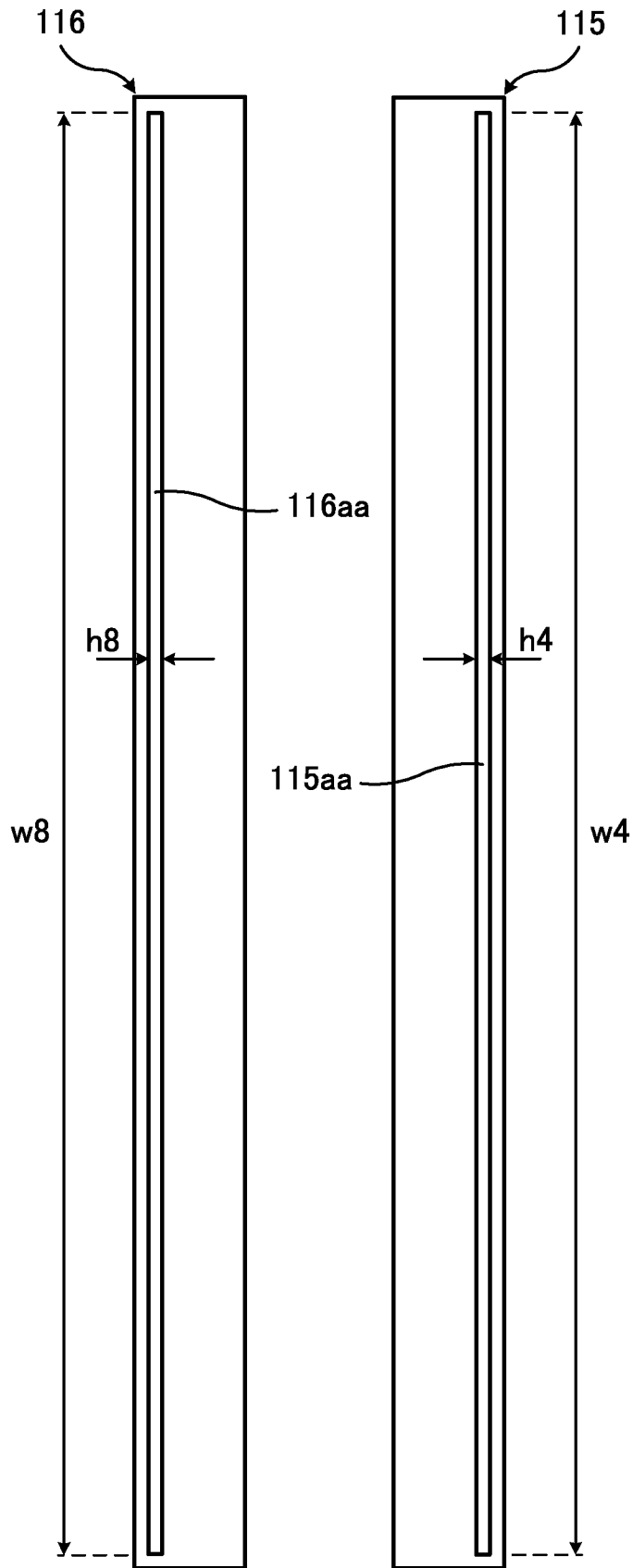


FIG. 10

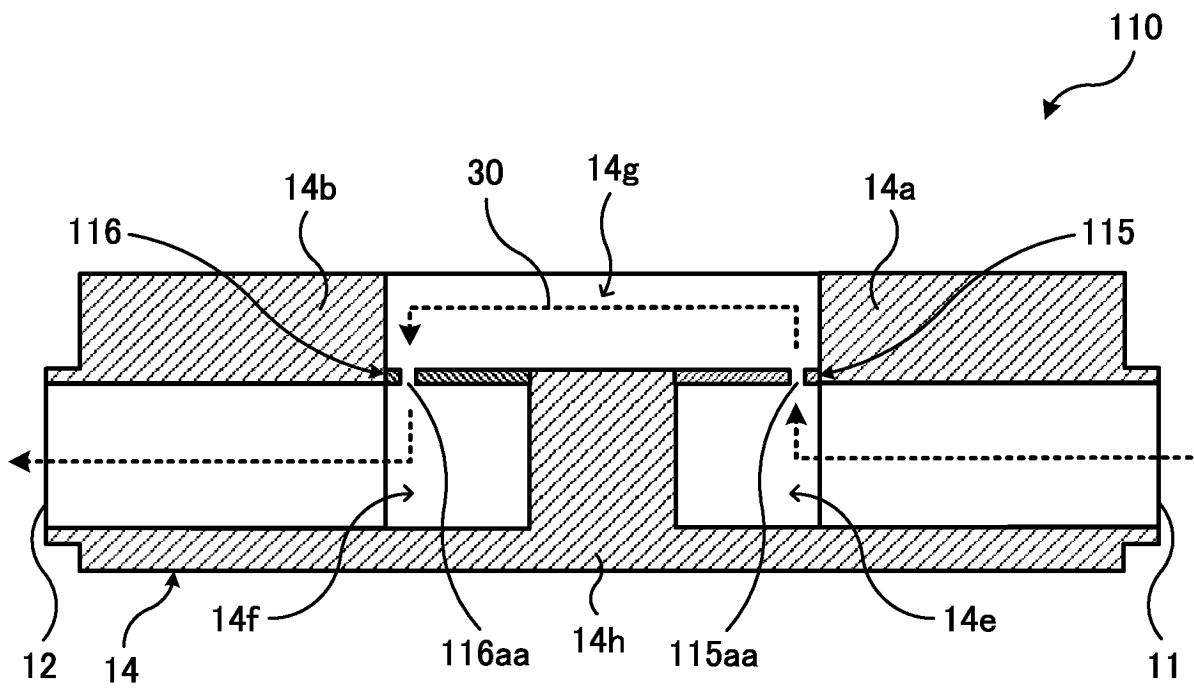


FIG. 11

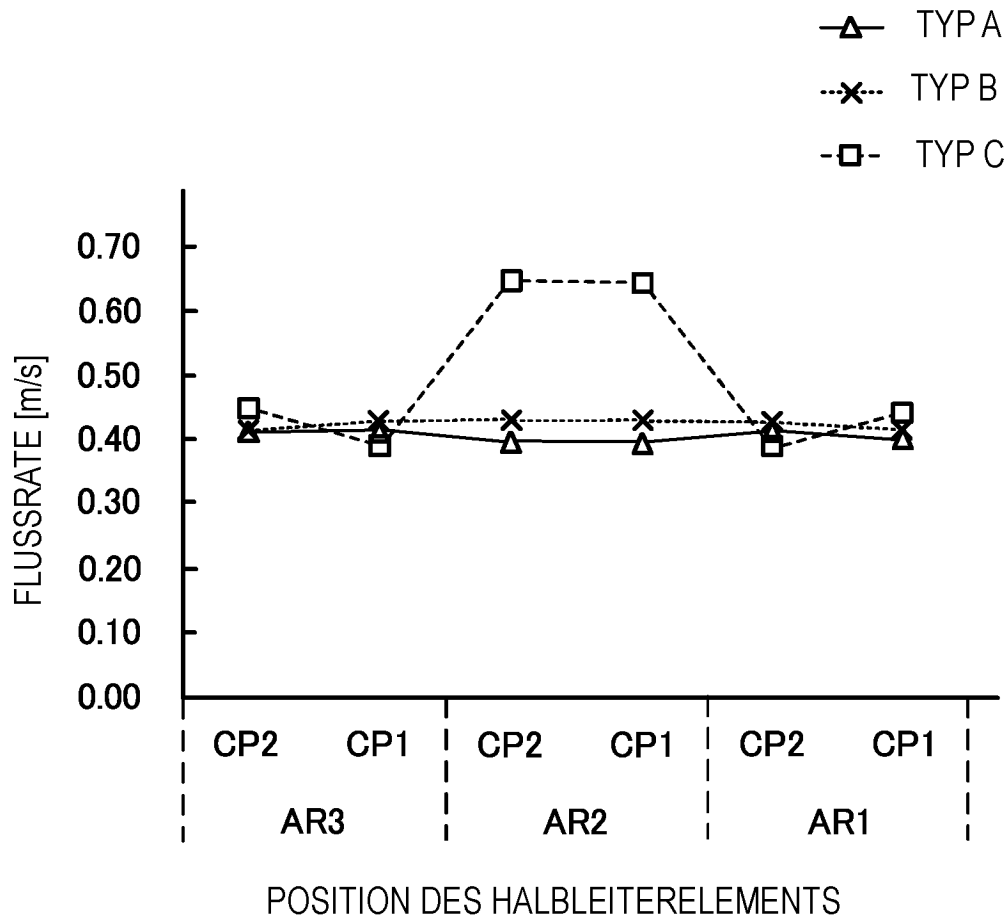


FIG. 12

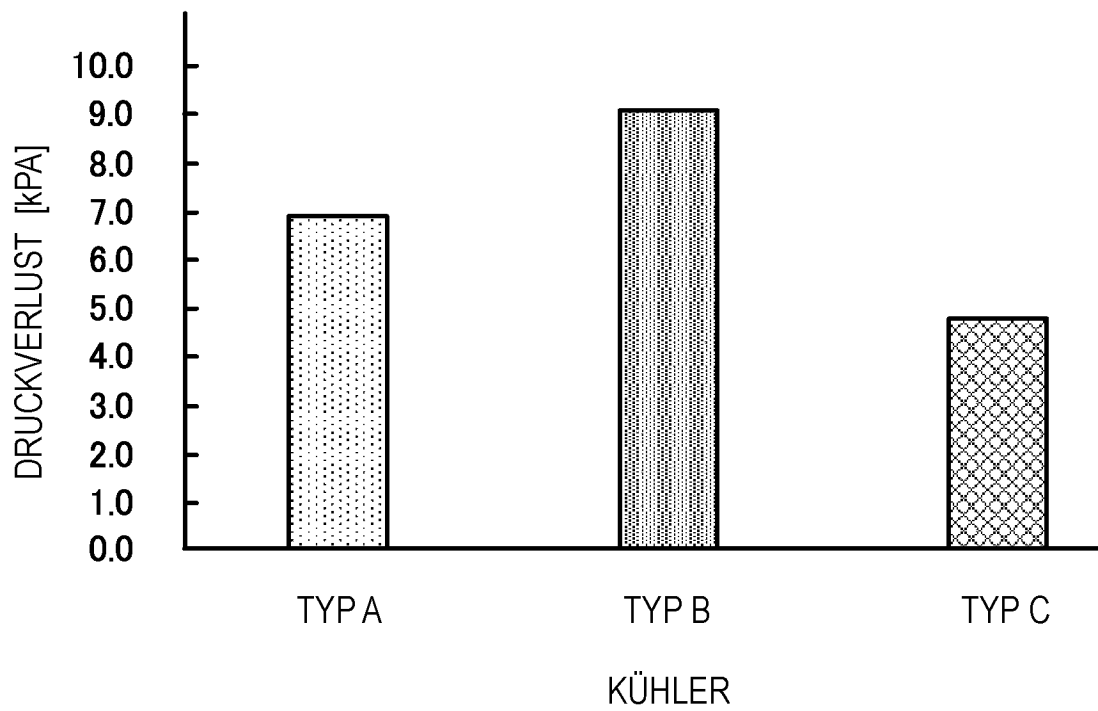


FIG. 13

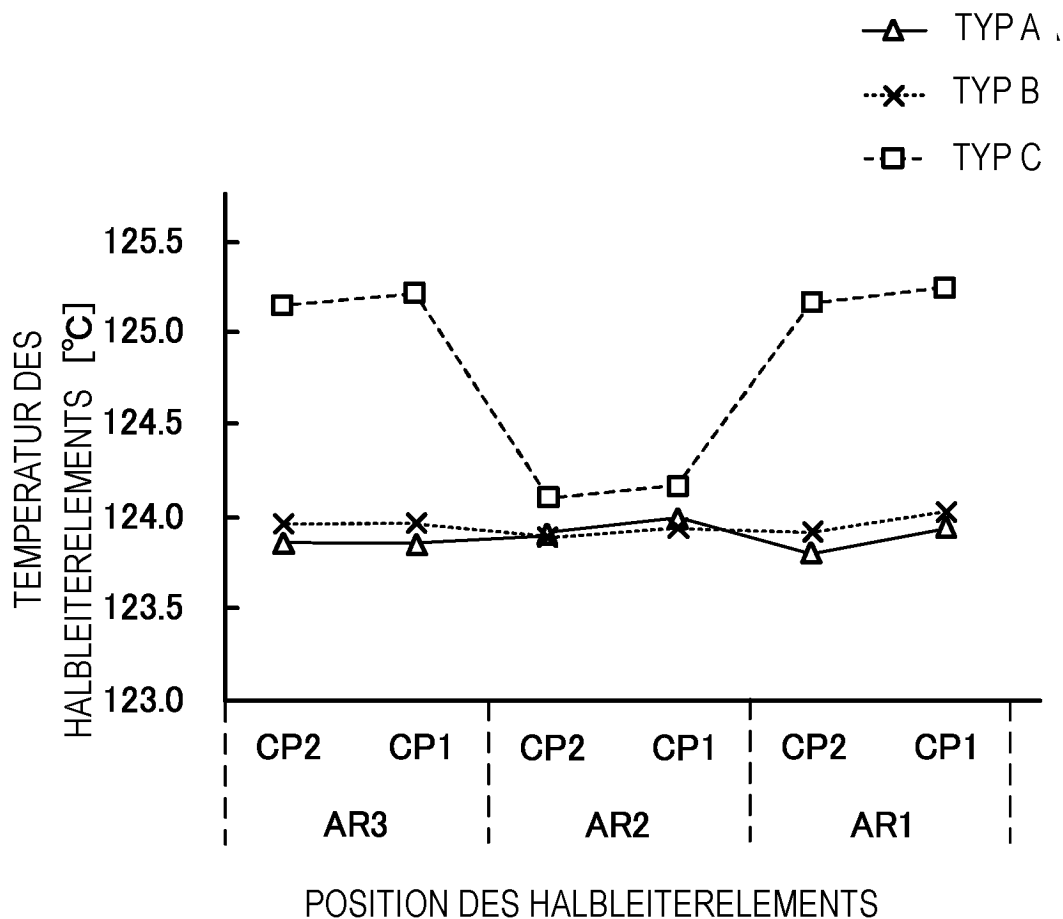


FIG. 14

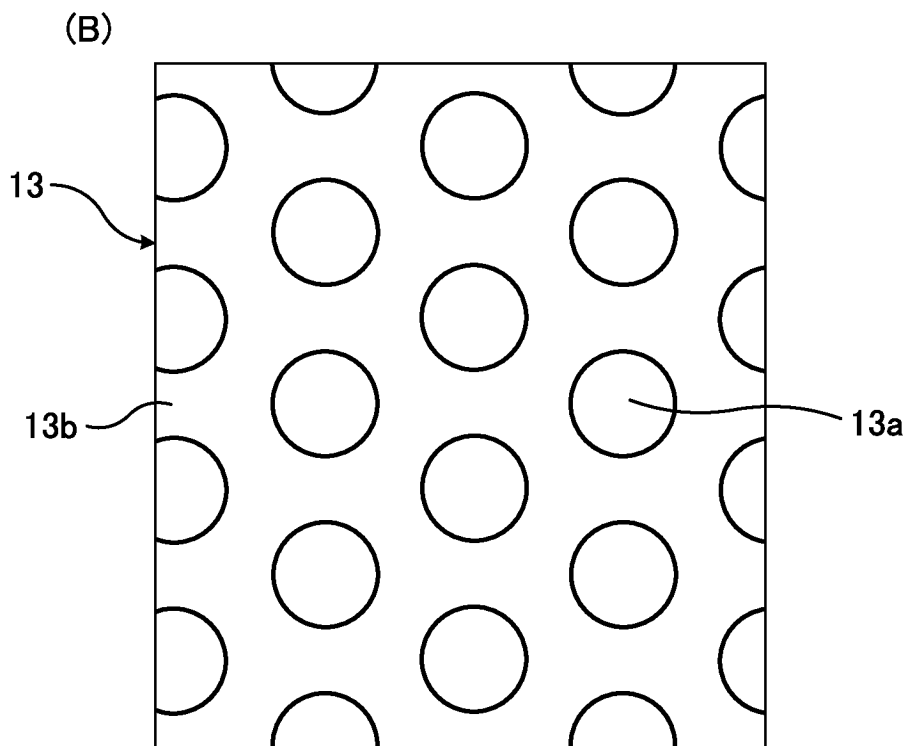
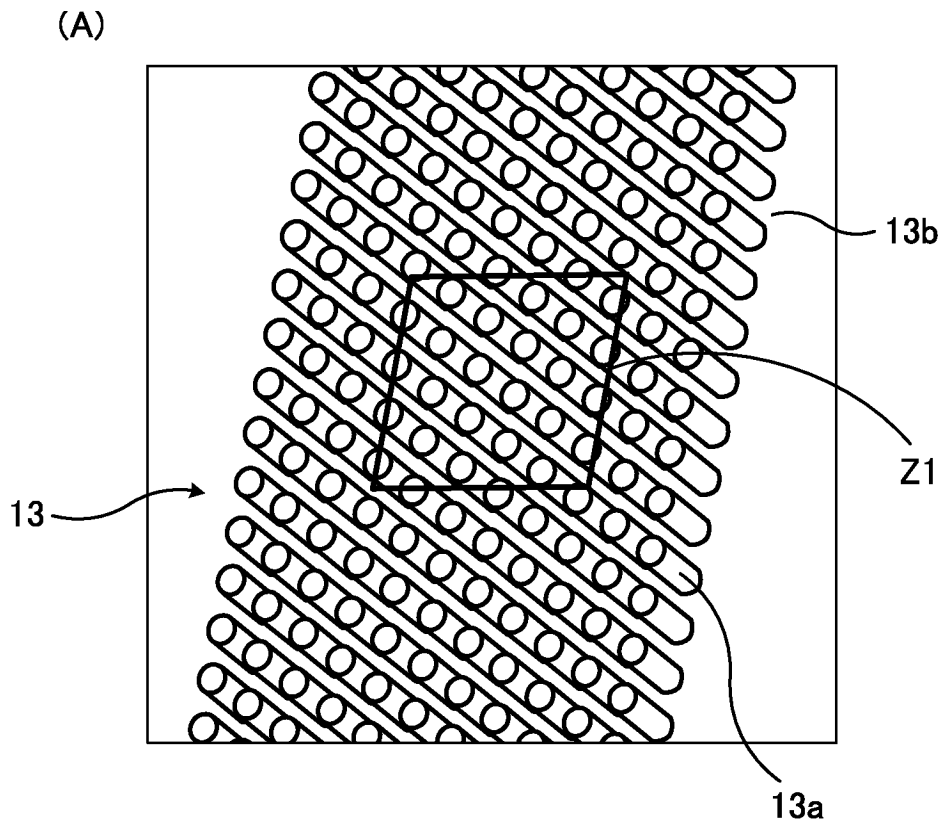


FIG. 15

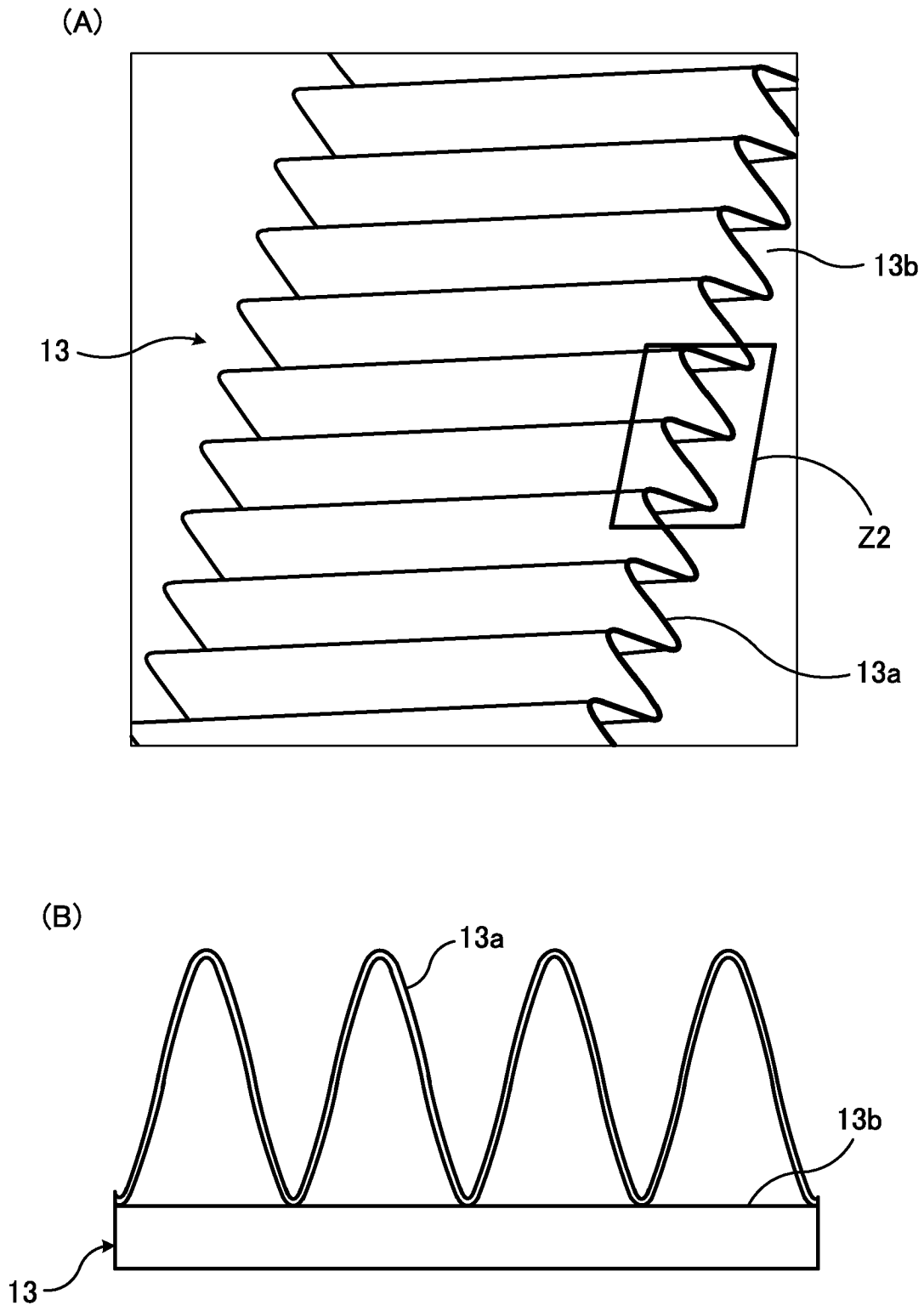


FIG. 16

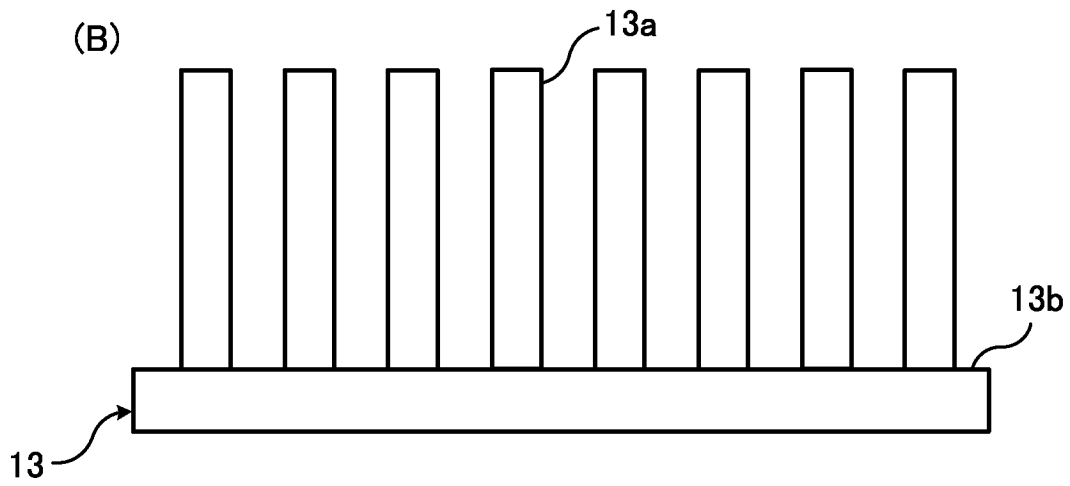
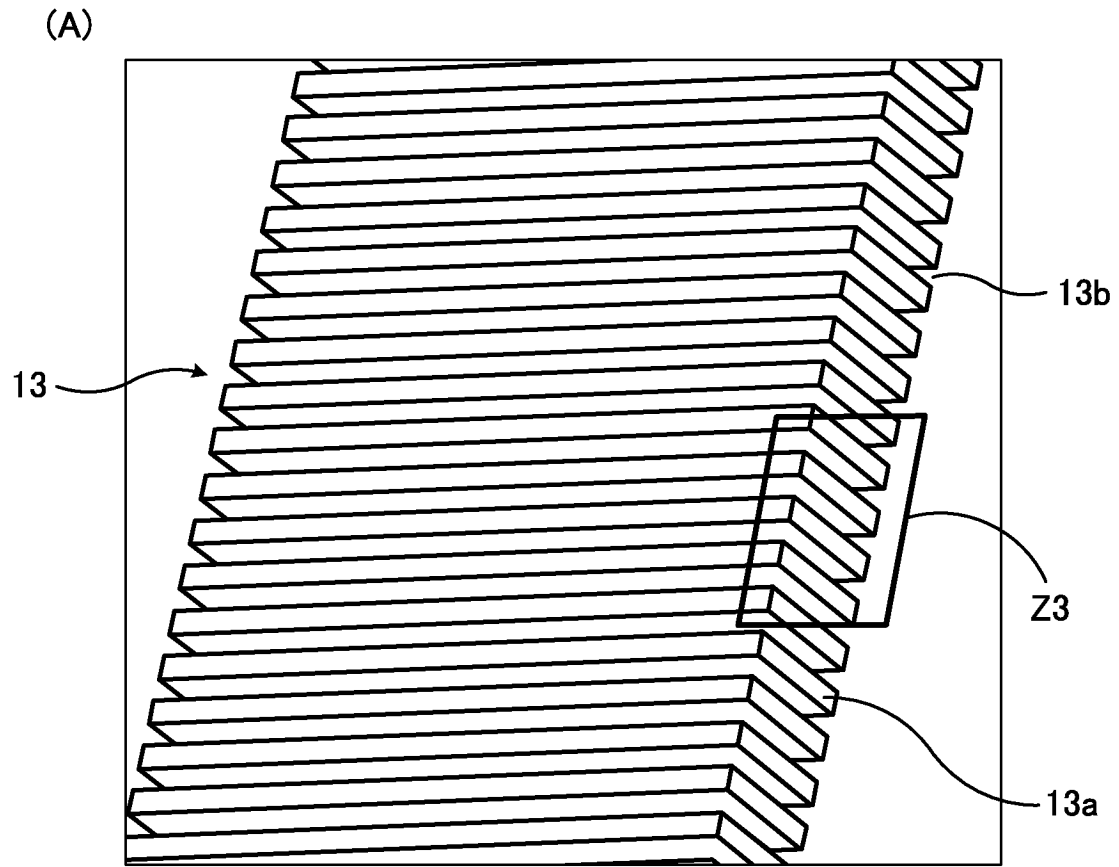


FIG. 17

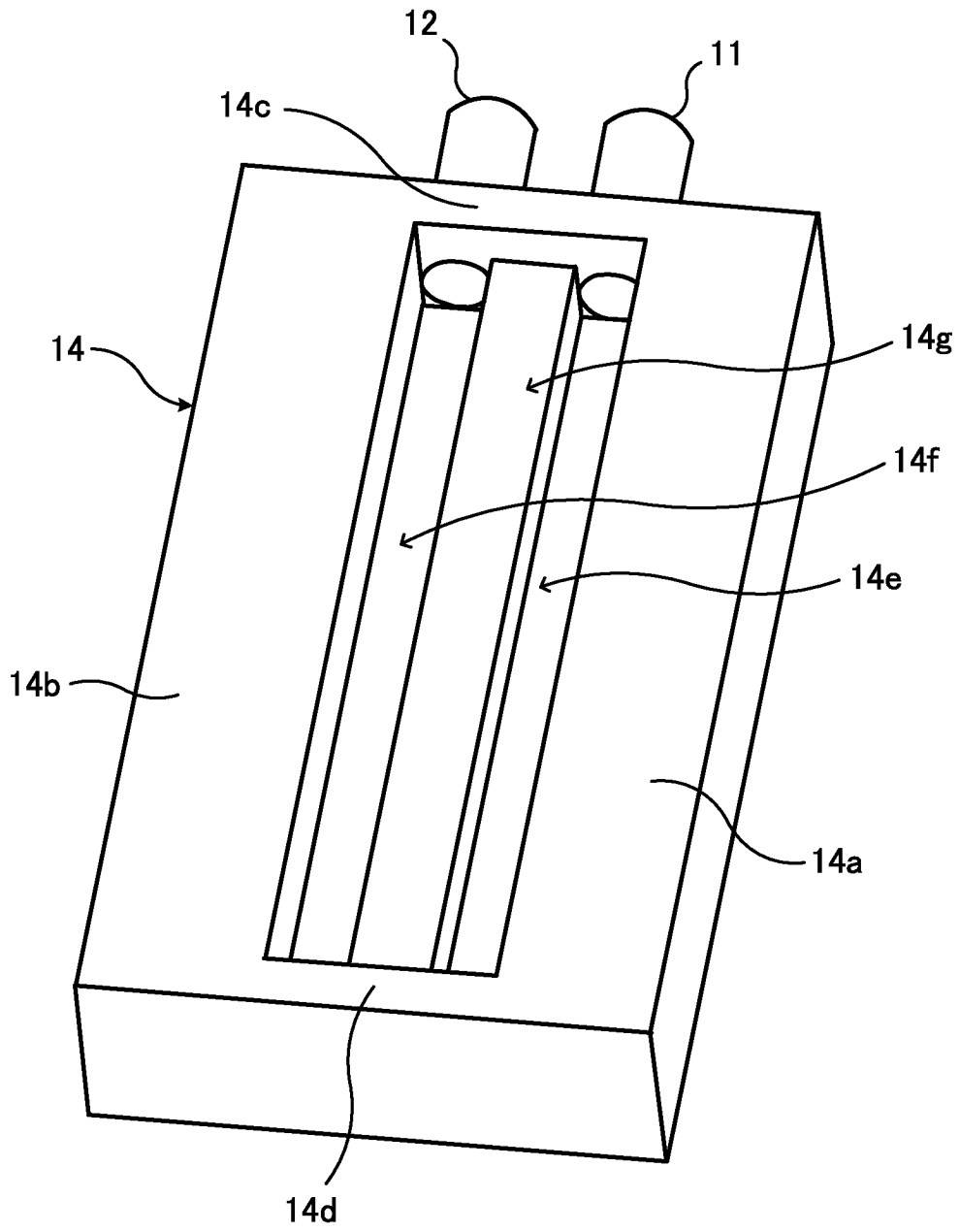


FIG. 18

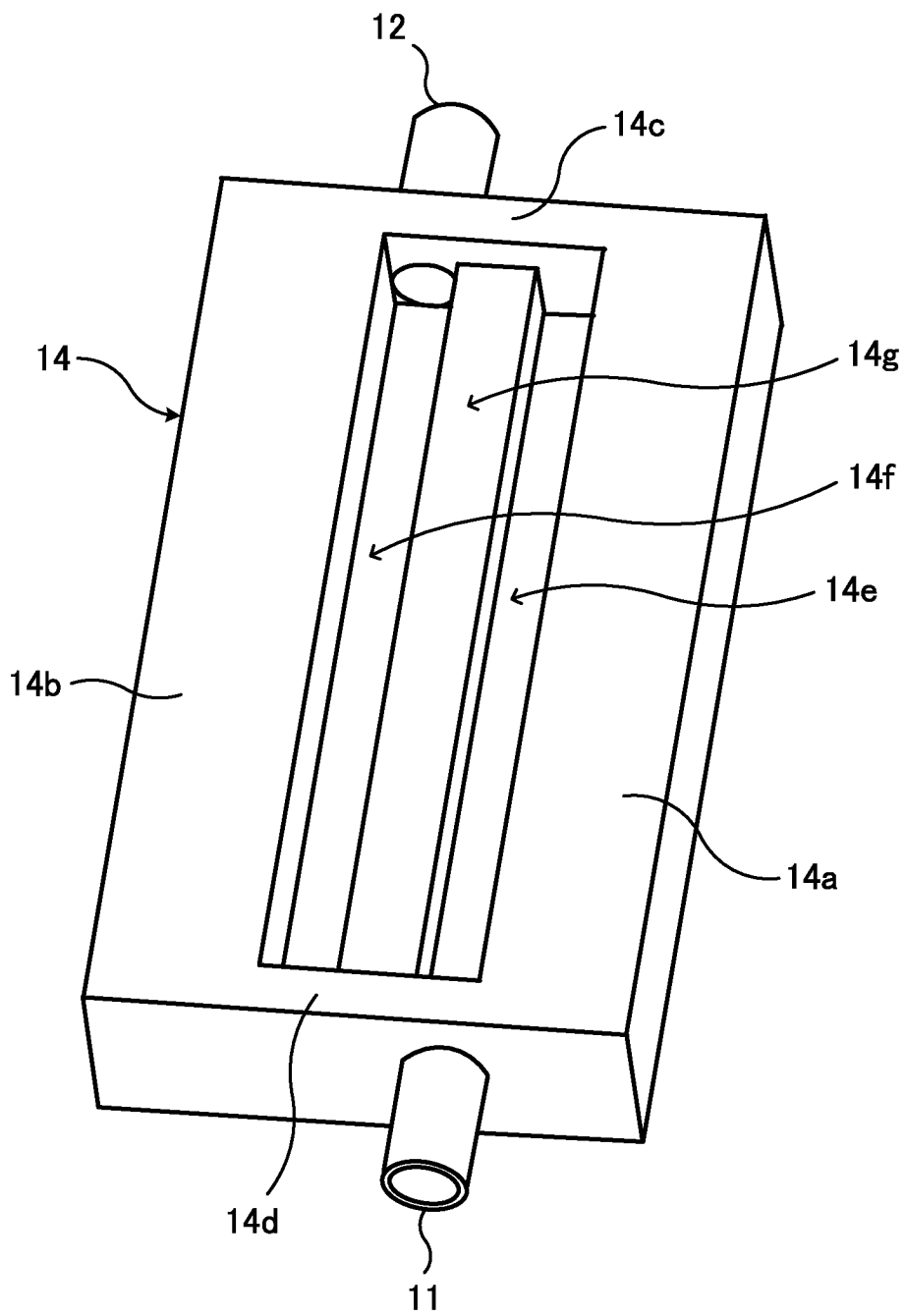


FIG. 19

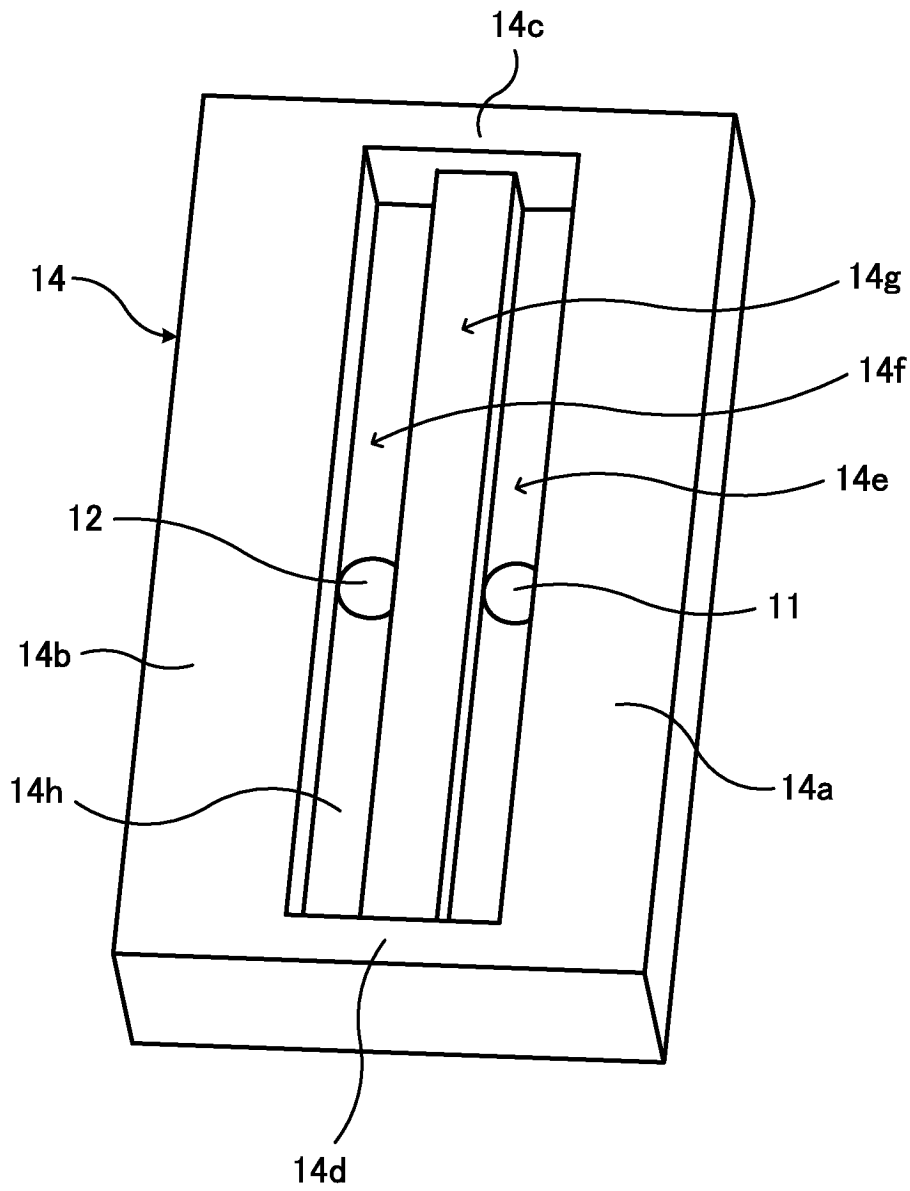


FIG. 20

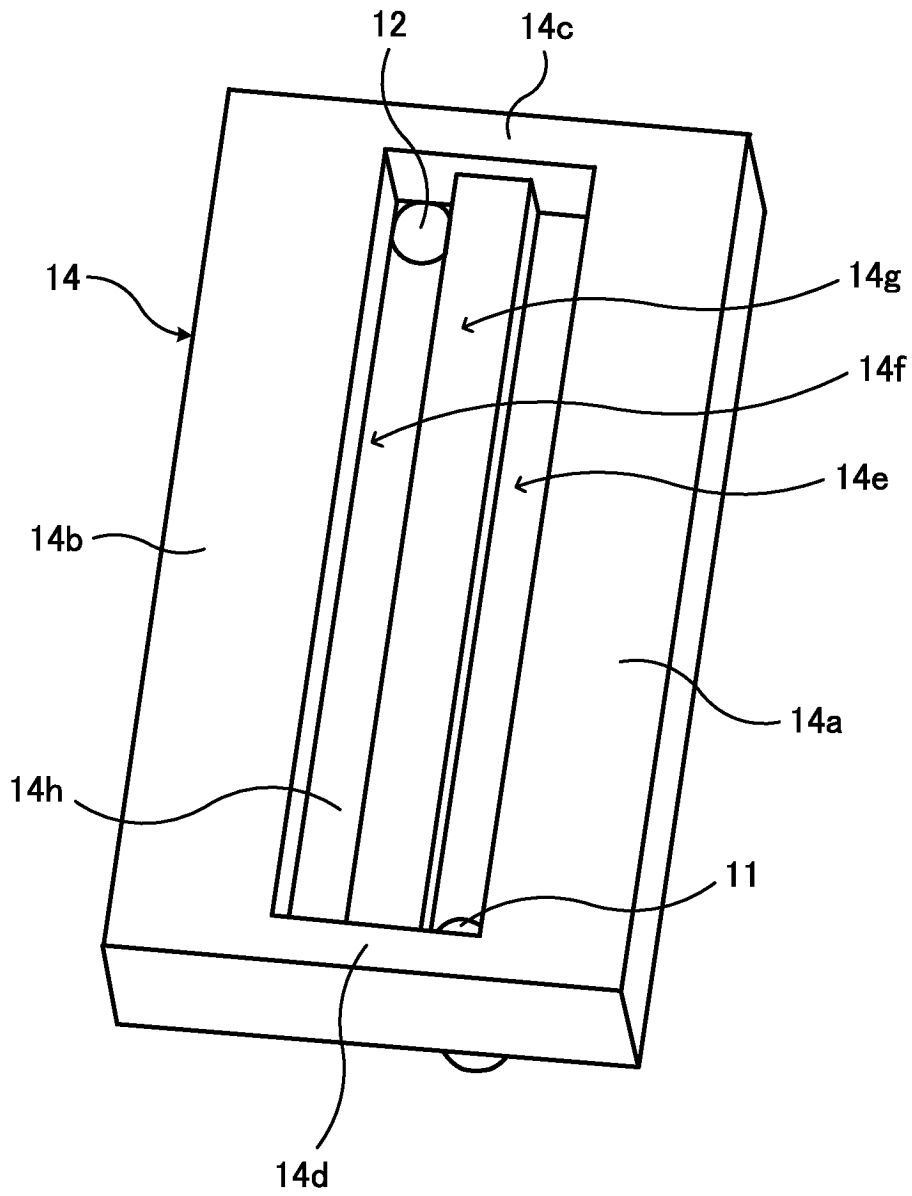


FIG. 21

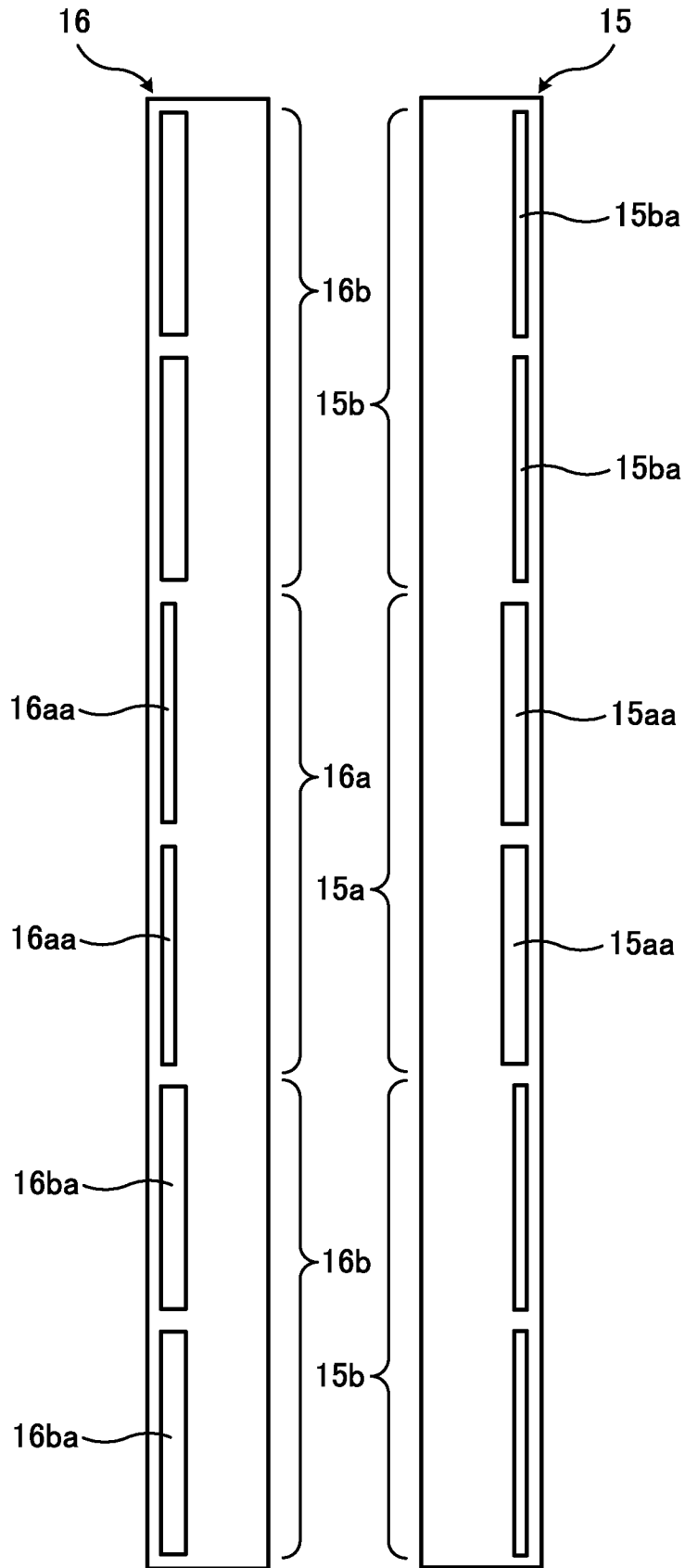


FIG. 22

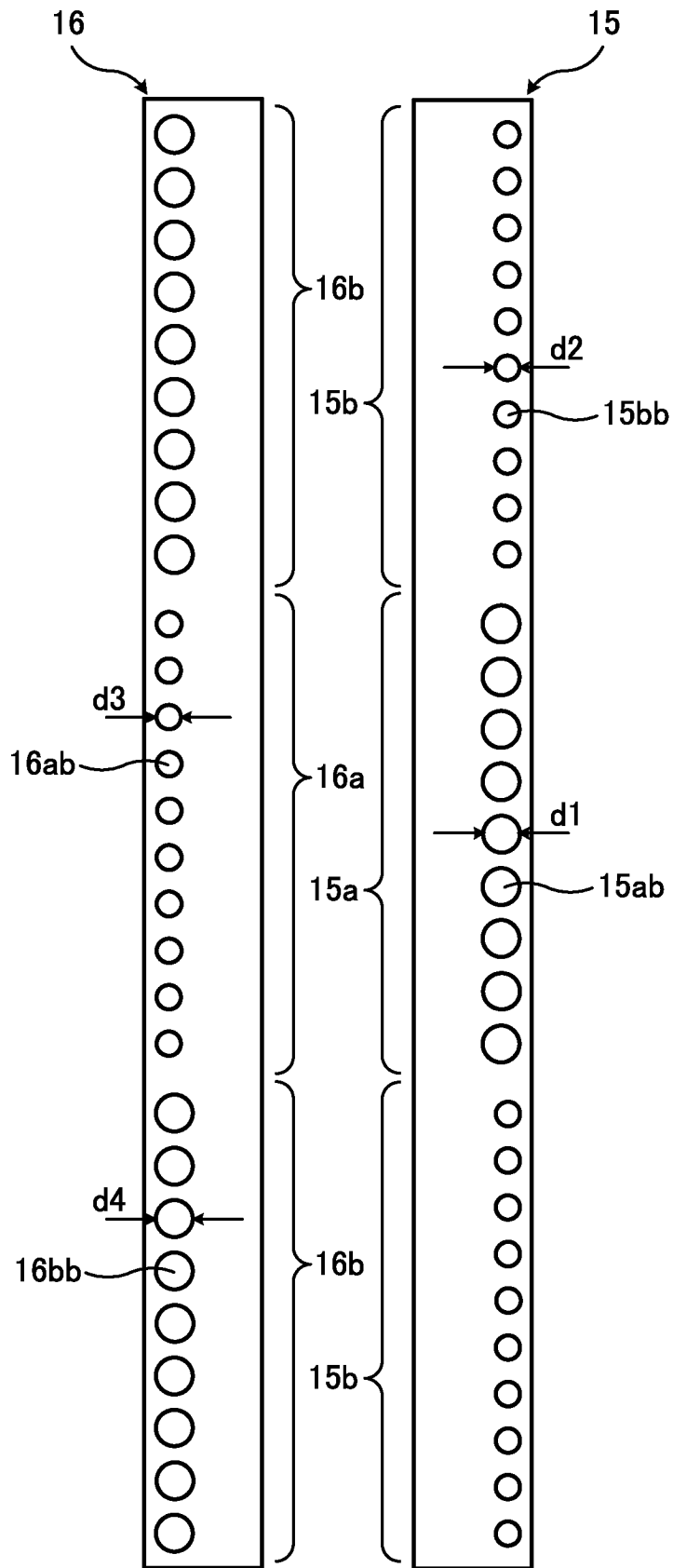


FIG. 23

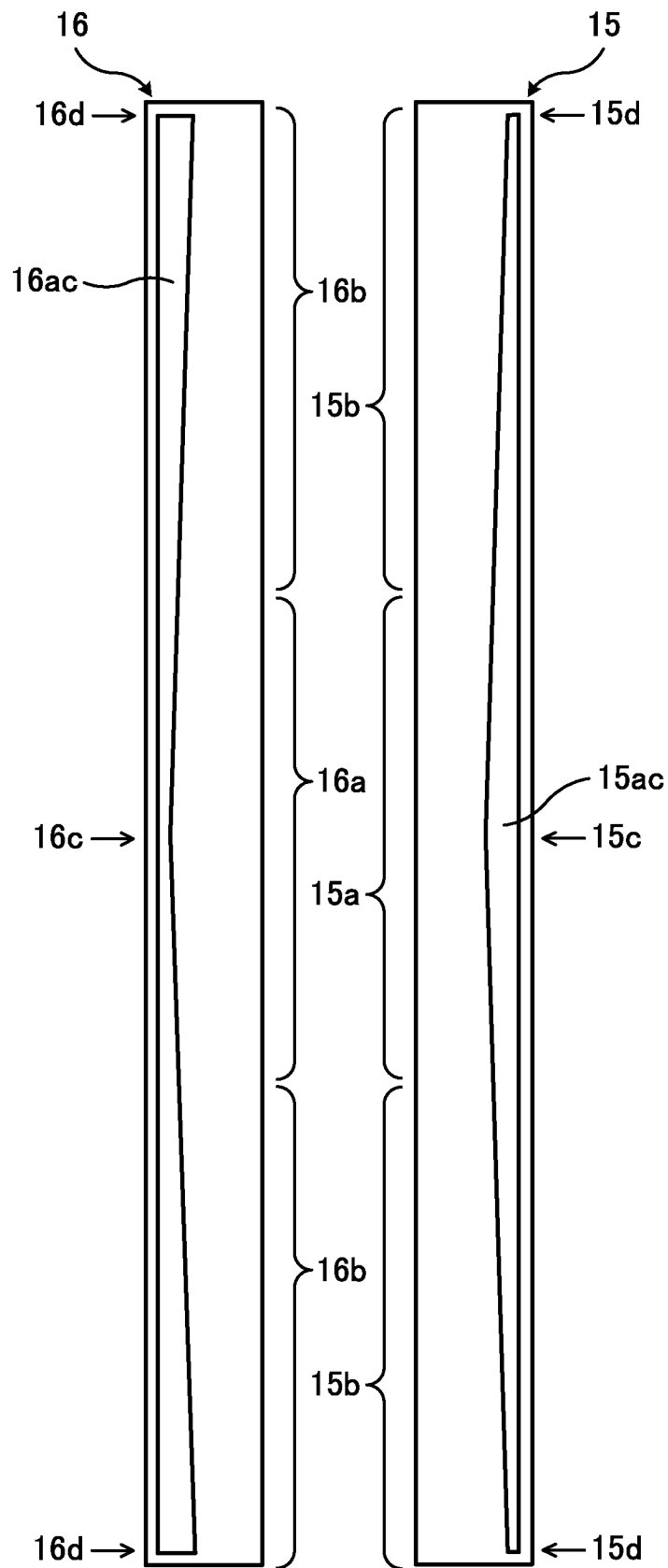


FIG. 24

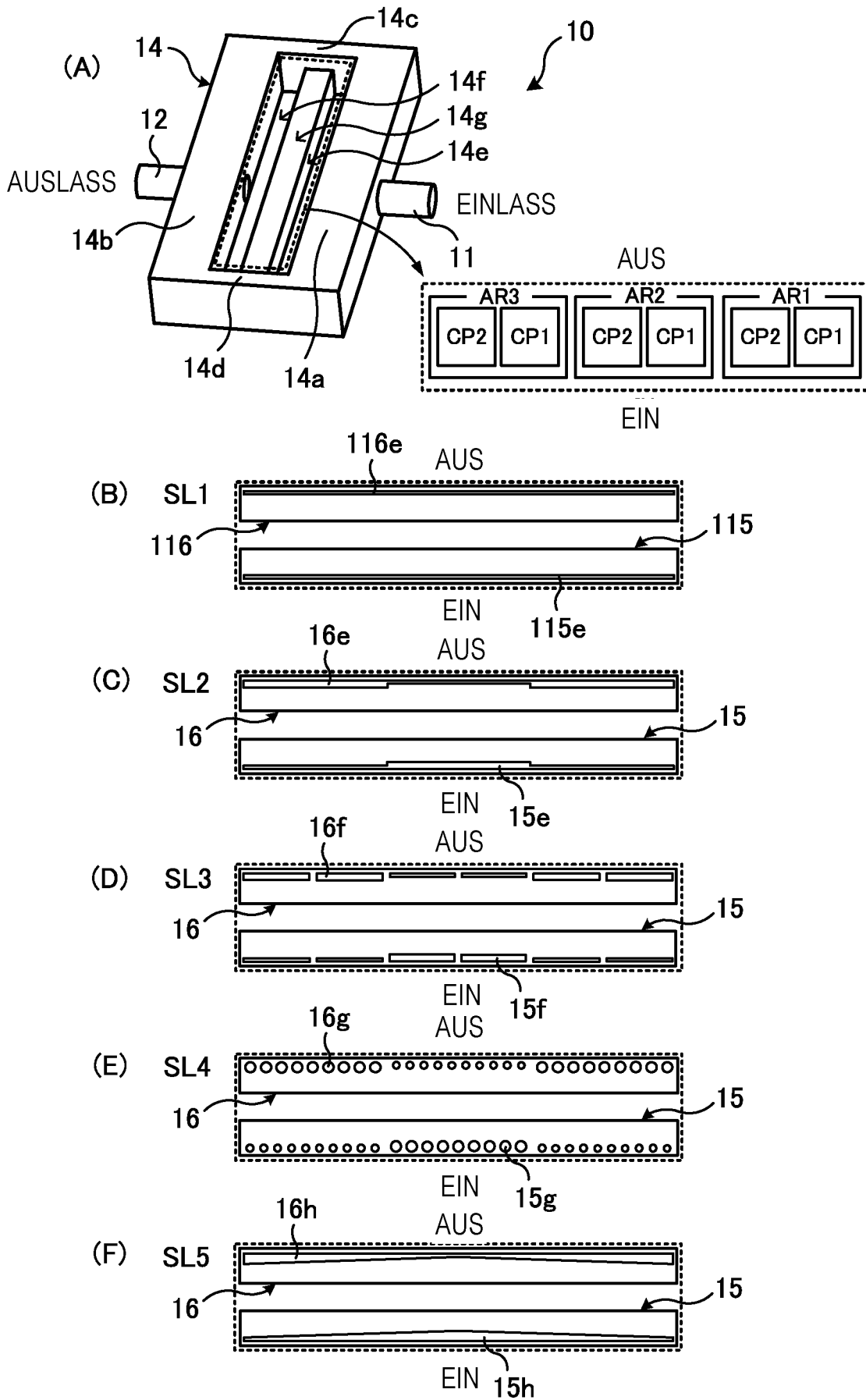


FIG. 25

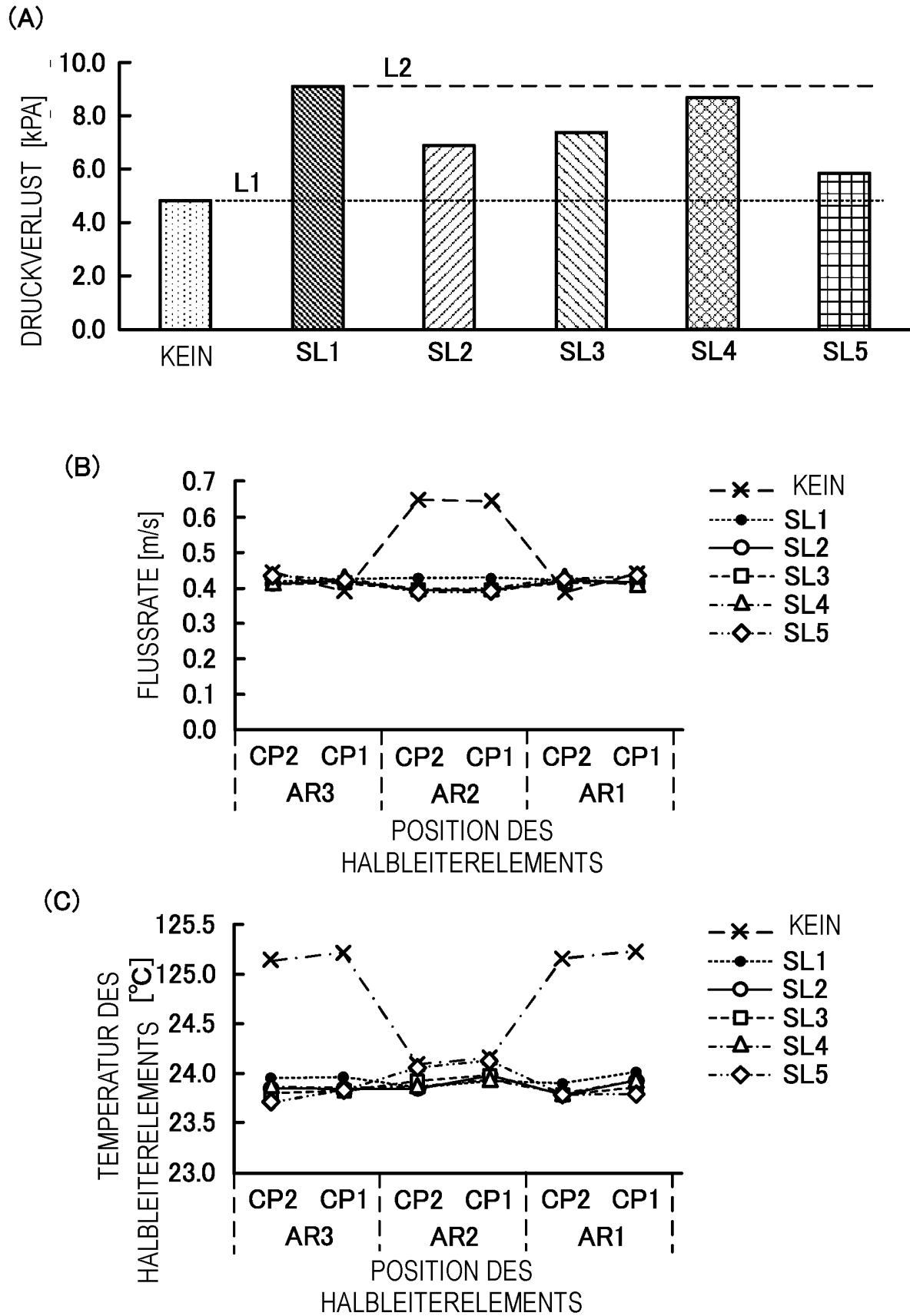


FIG. 26

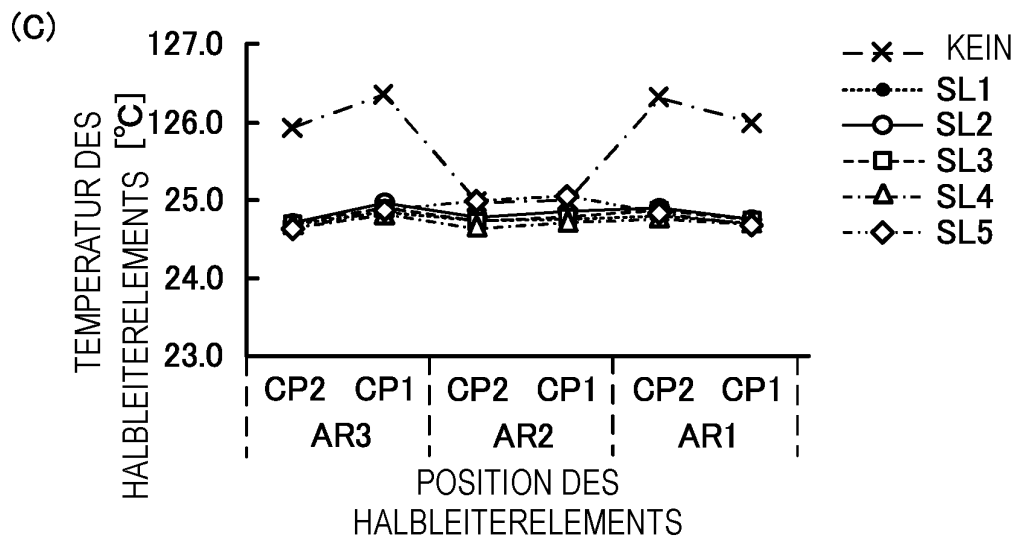
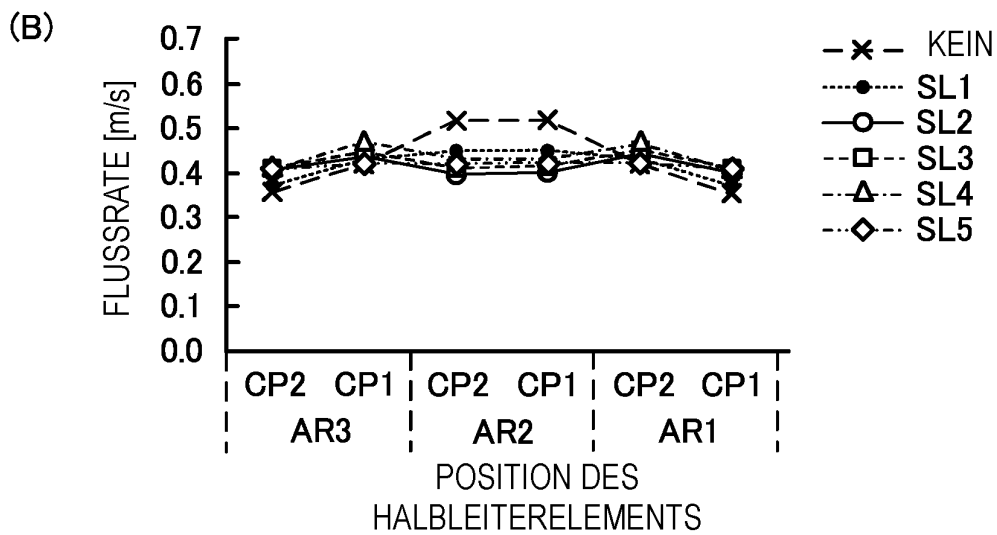
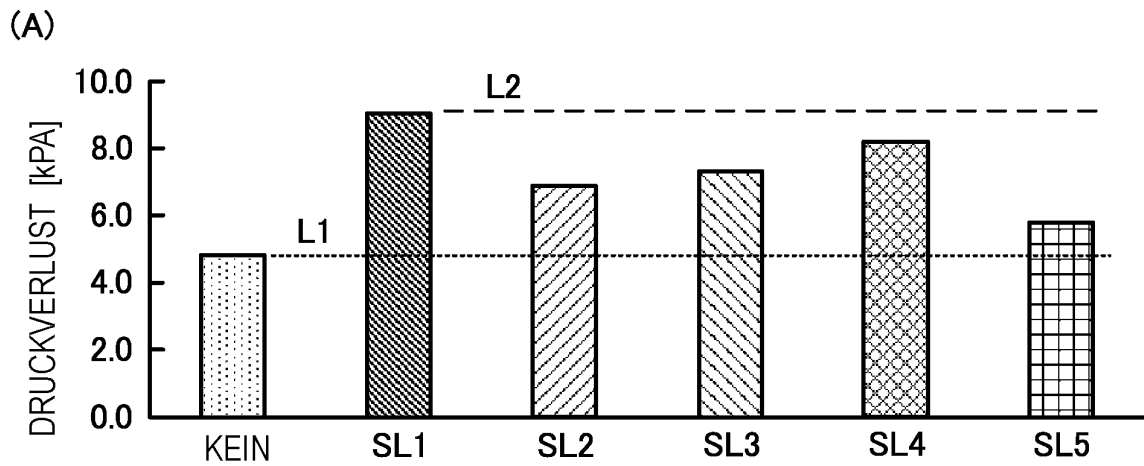


FIG. 27

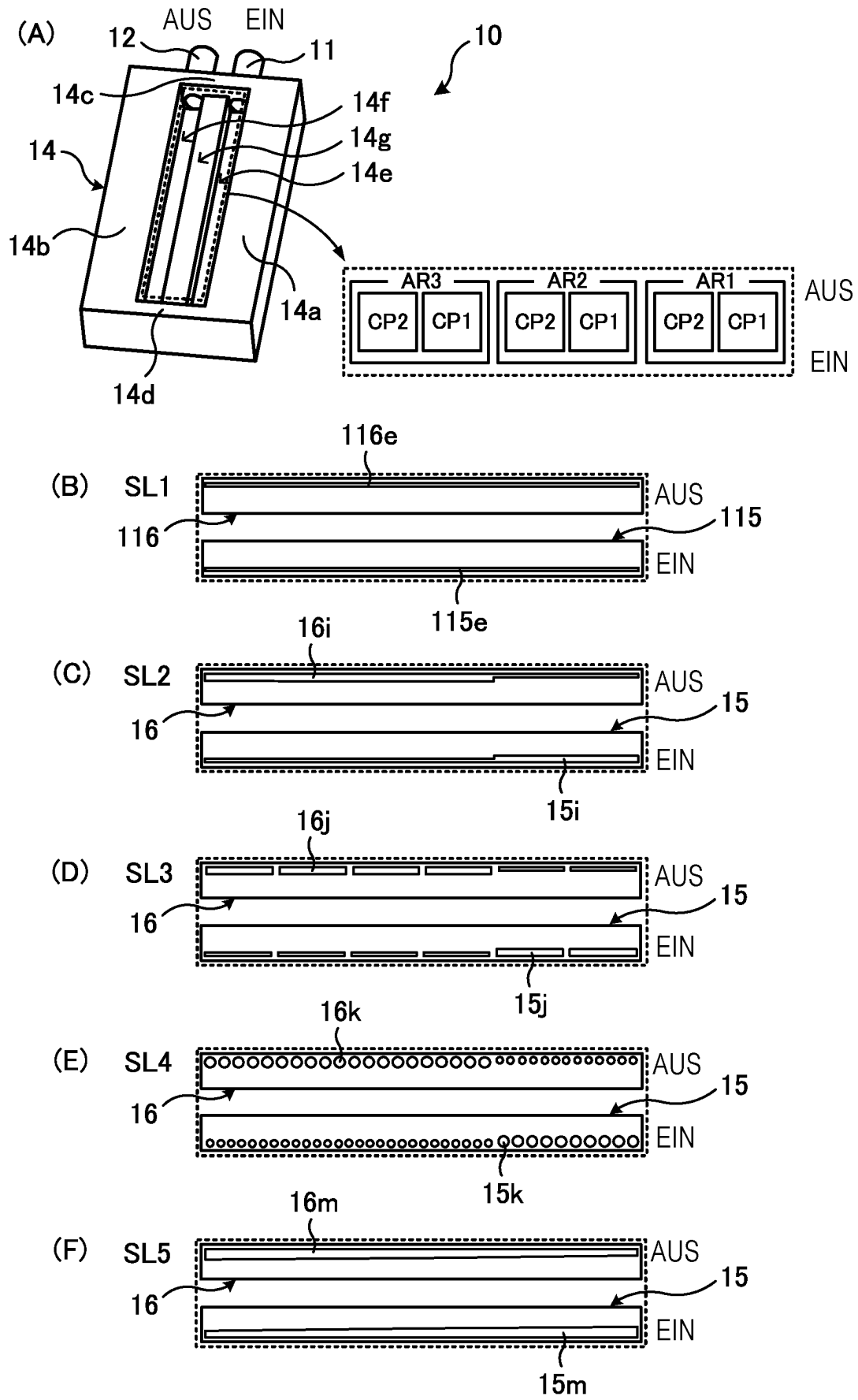


FIG. 28

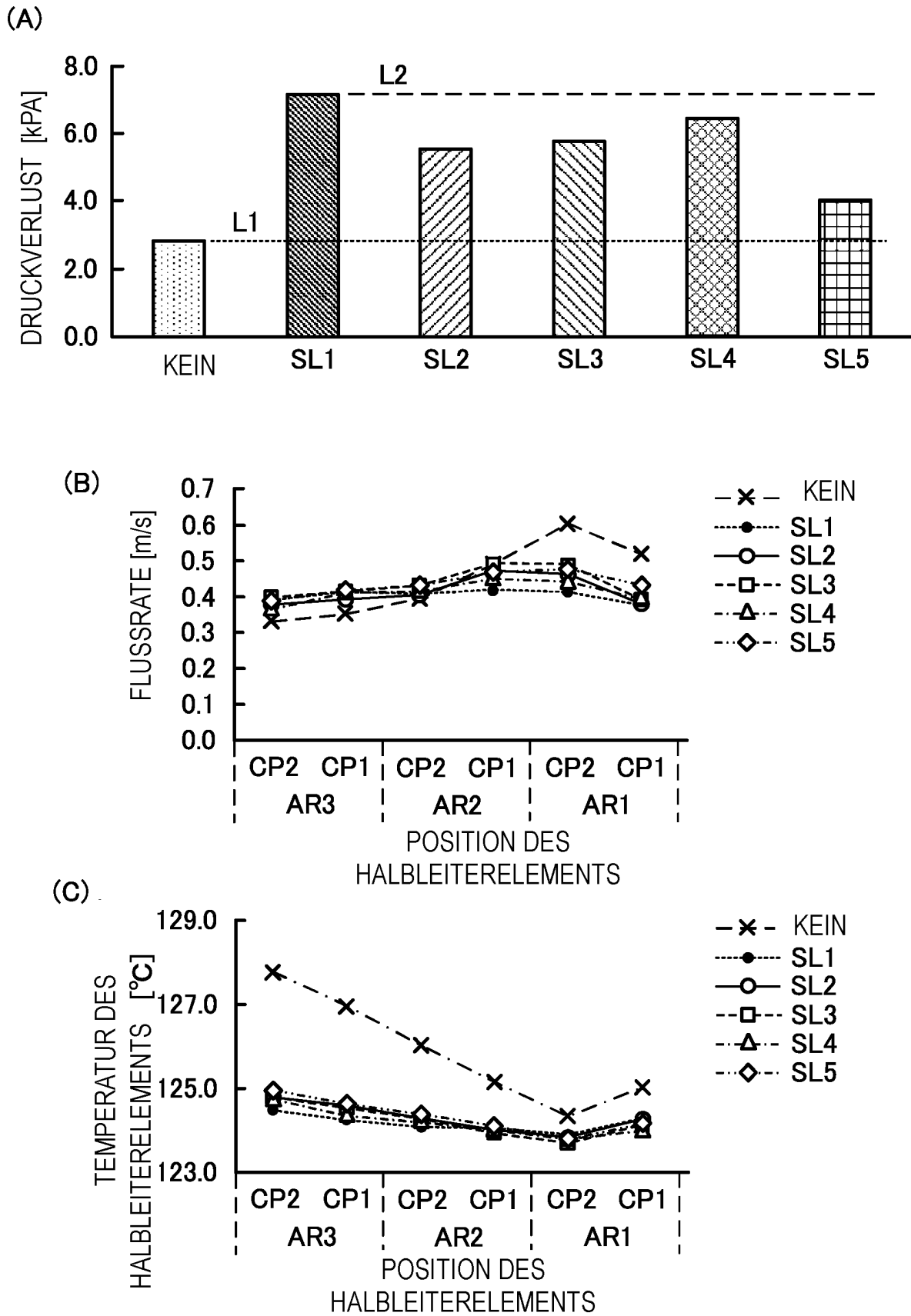
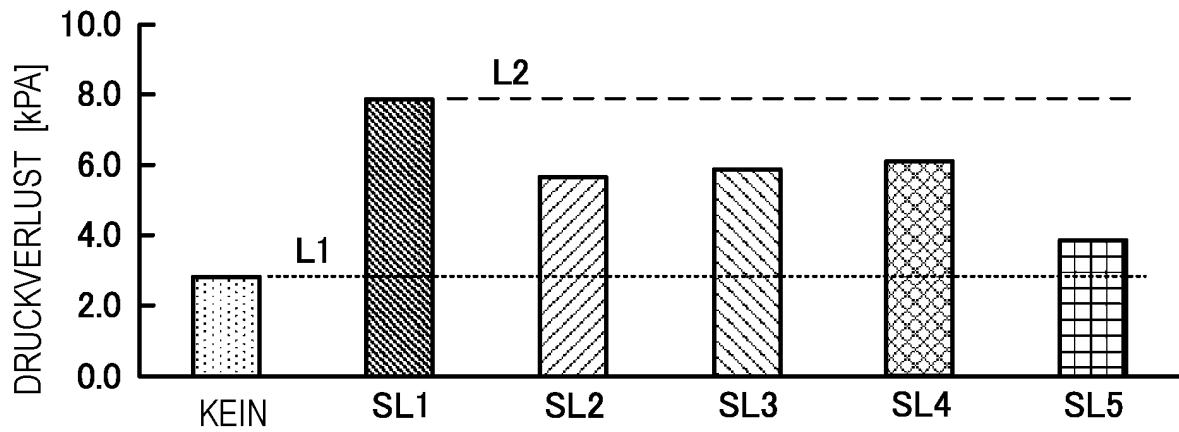
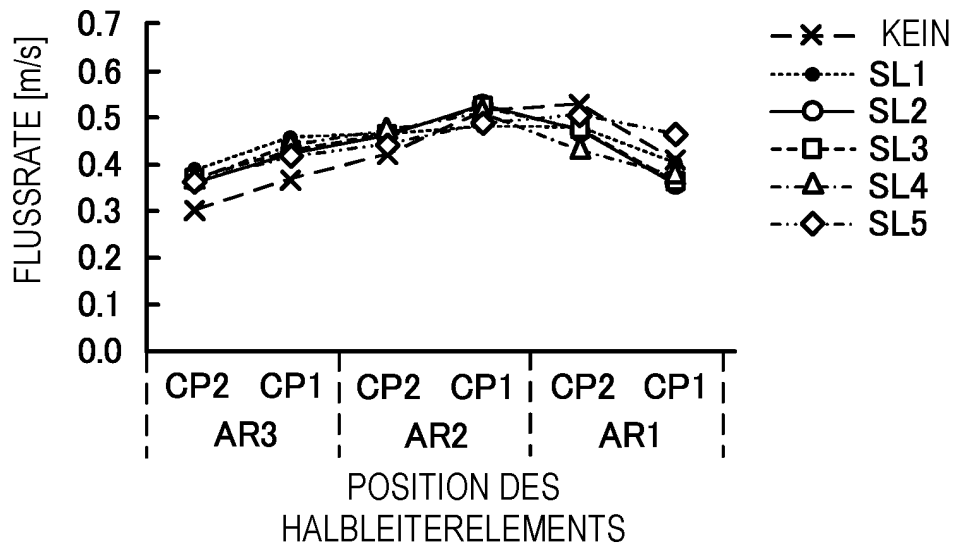


FIG. 29

(A)



(B)



(C)

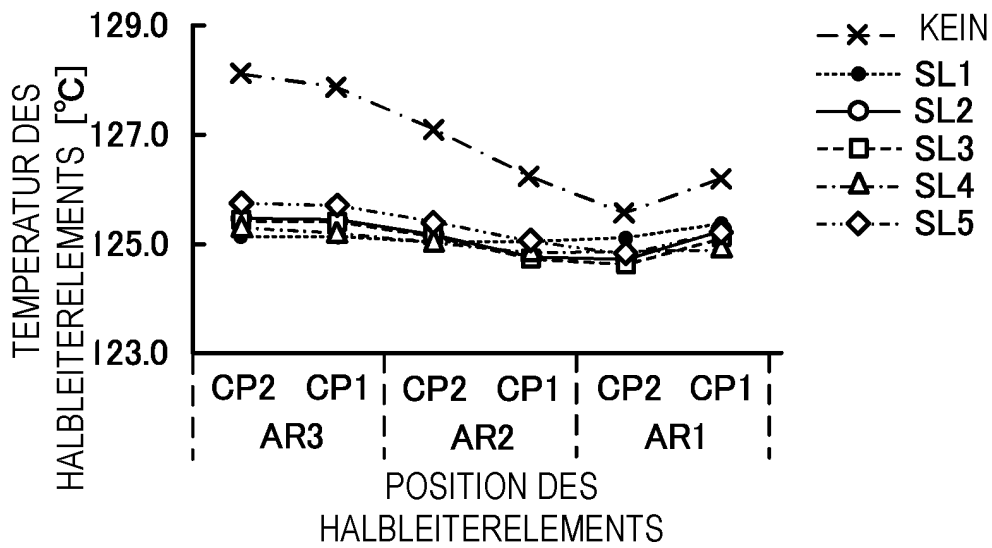


FIG. 30

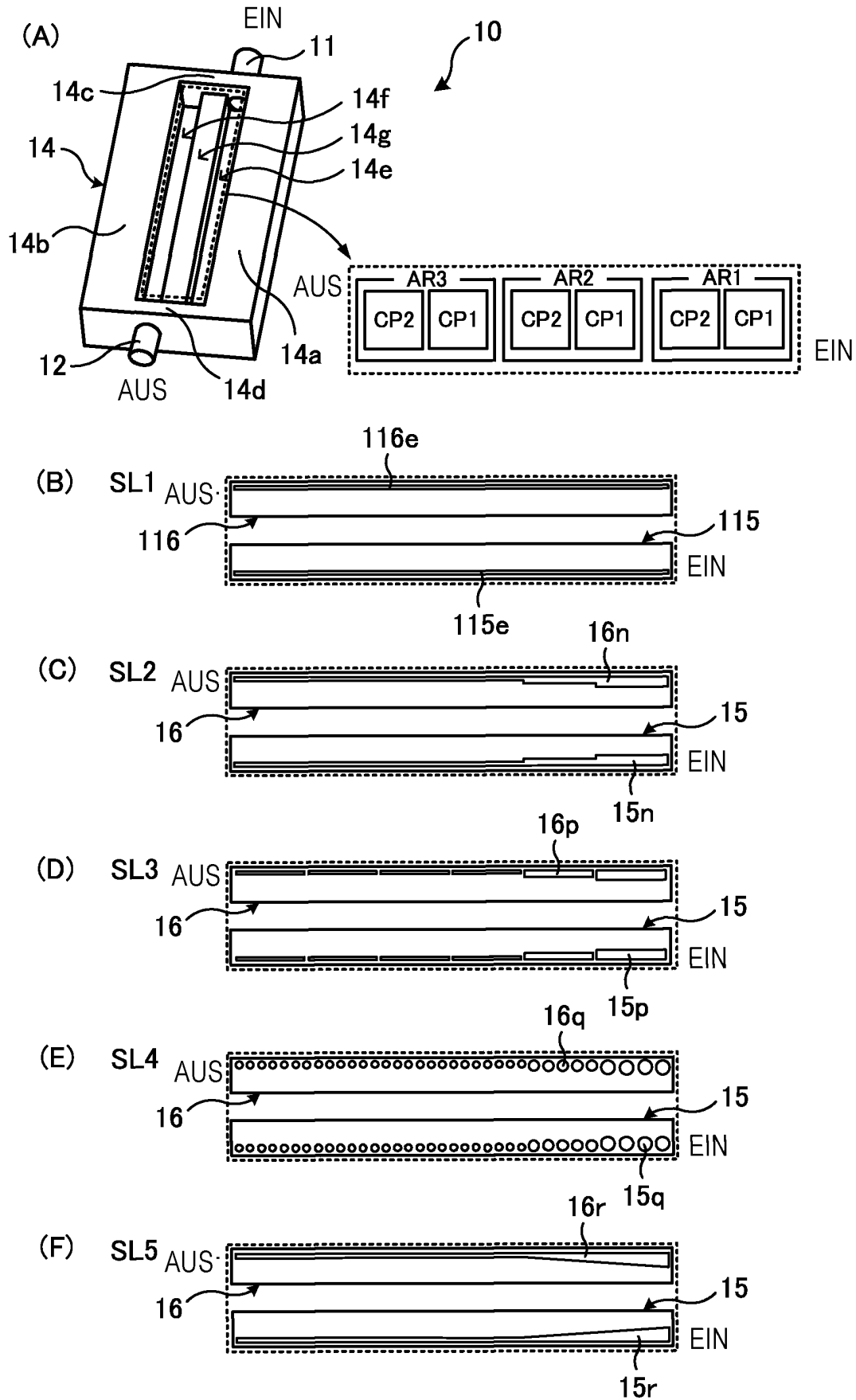


FIG. 31

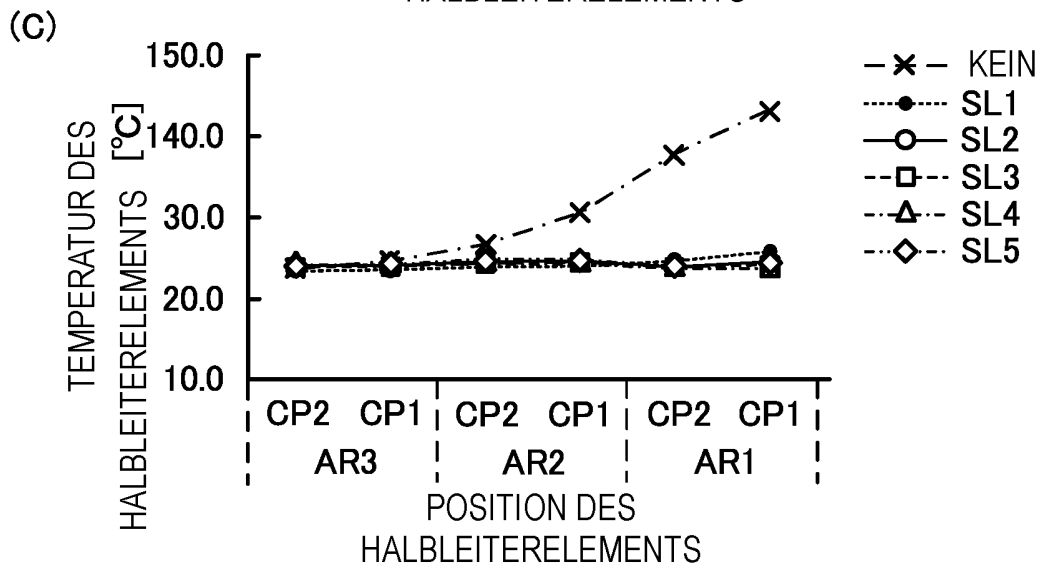
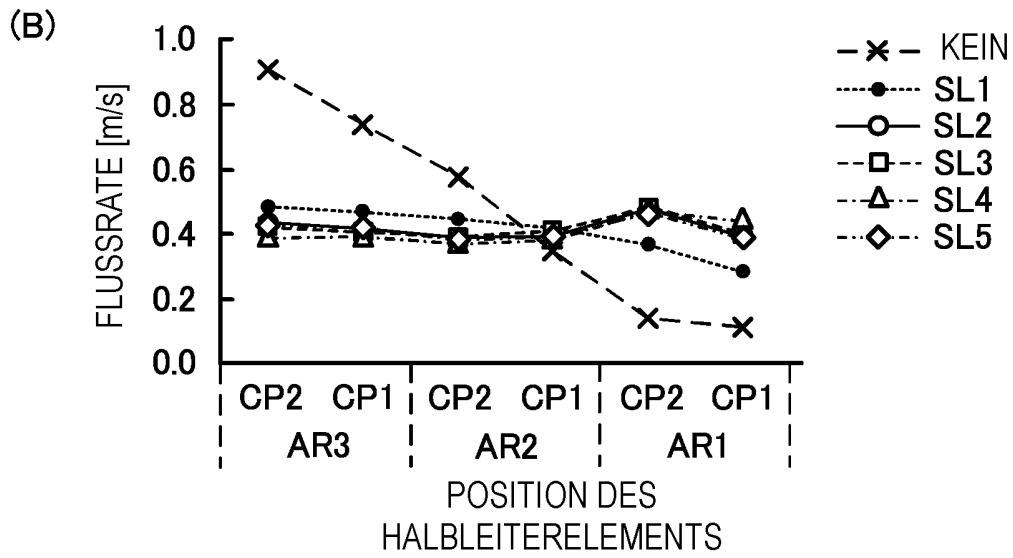
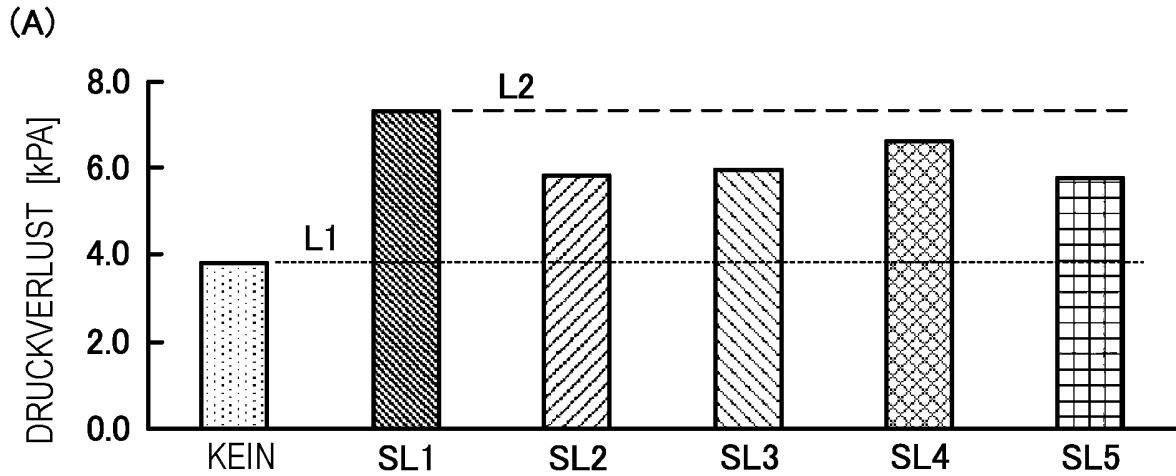
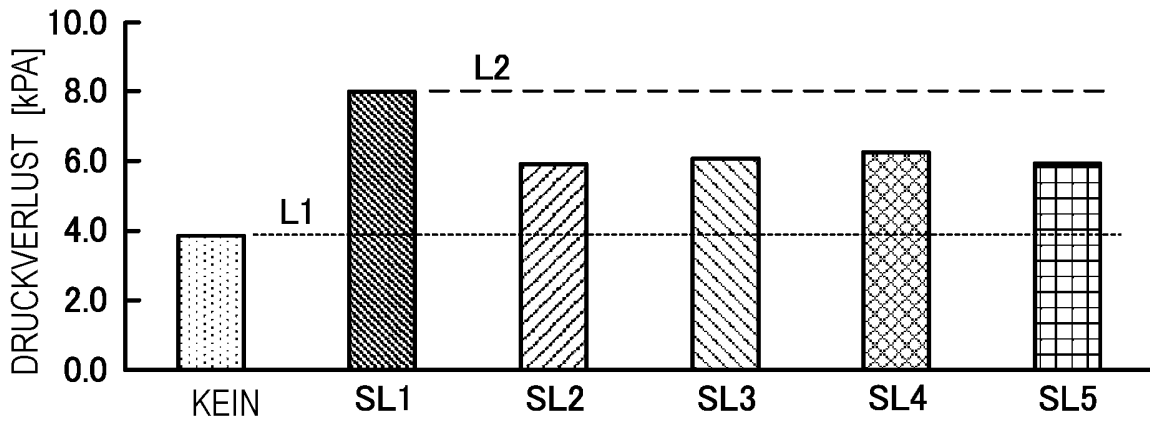
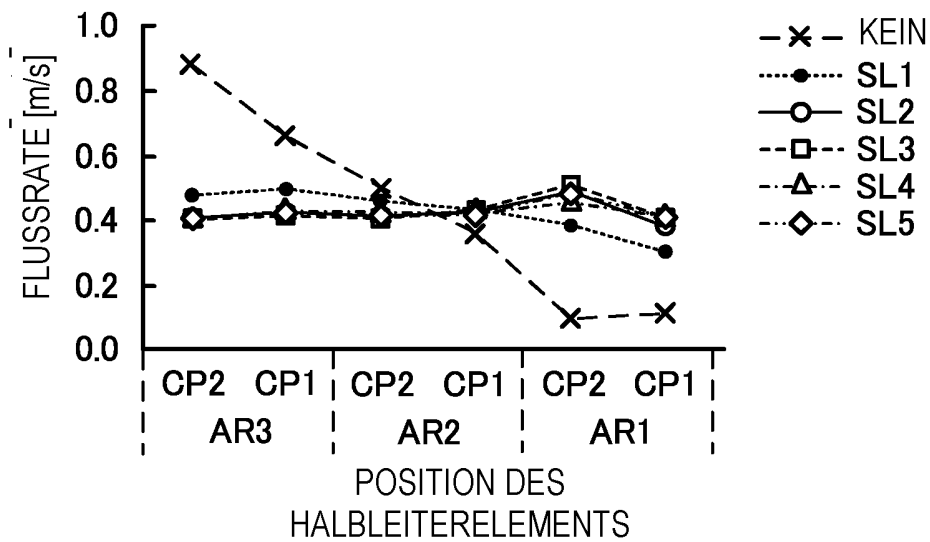


FIG. 32

(A)



(B)



(C)

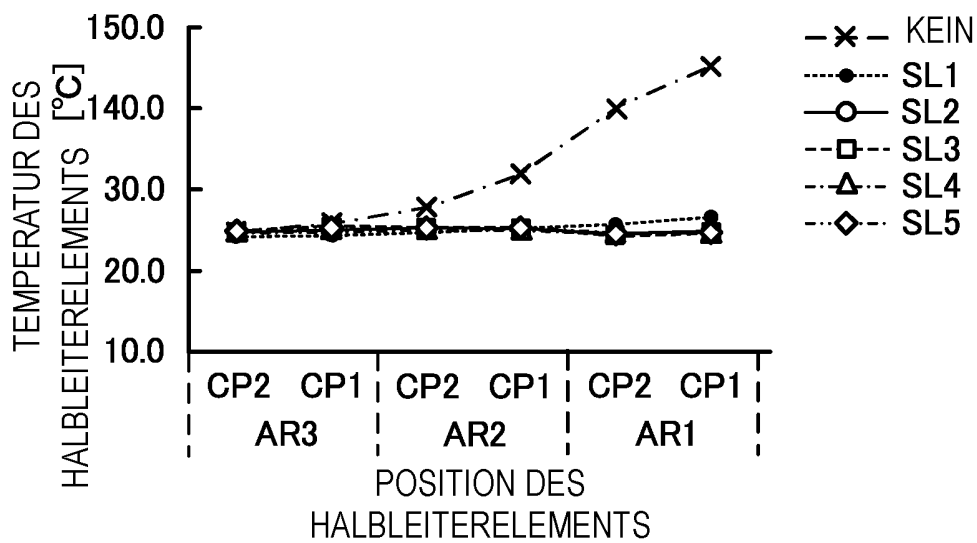


FIG. 33

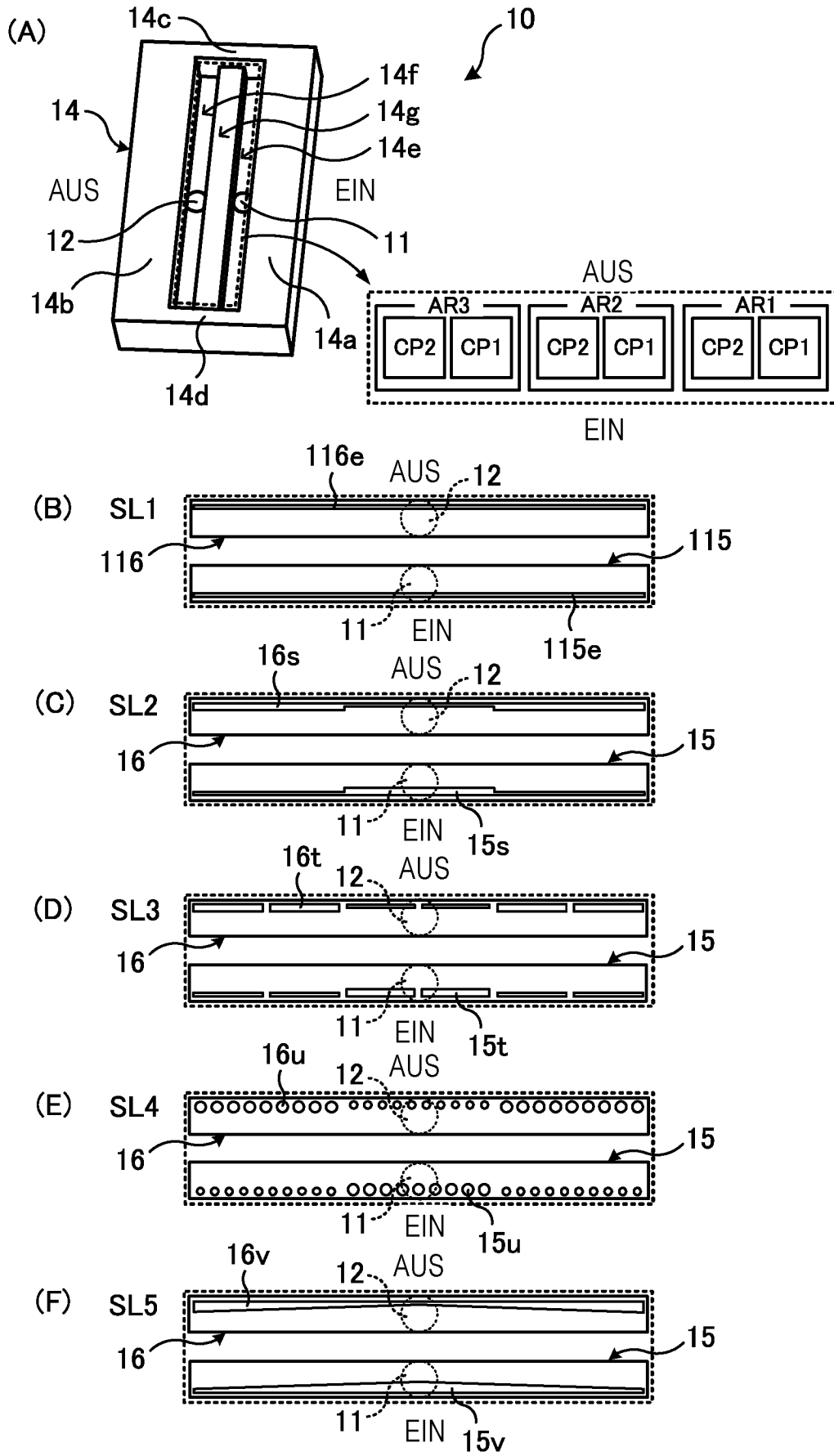
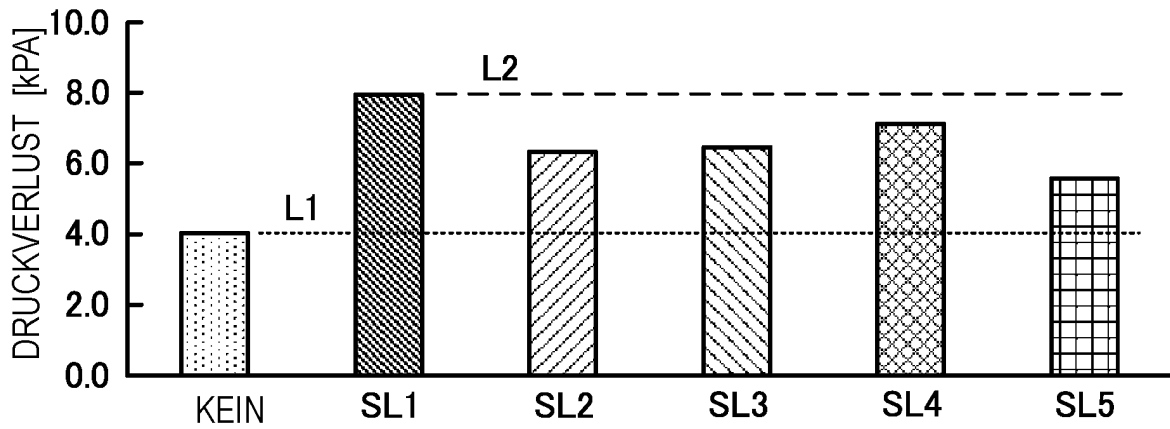
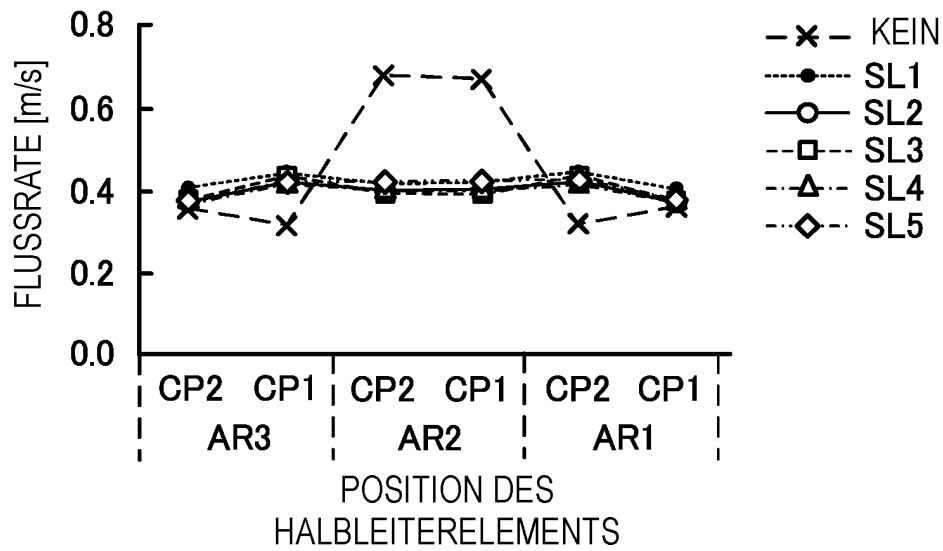


FIG. 34

(A)



(B)



(C)

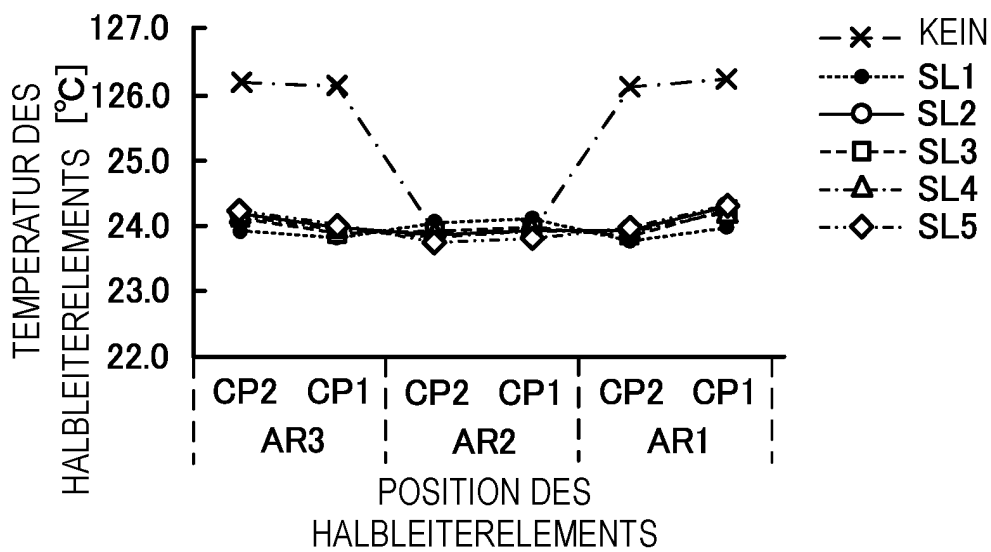
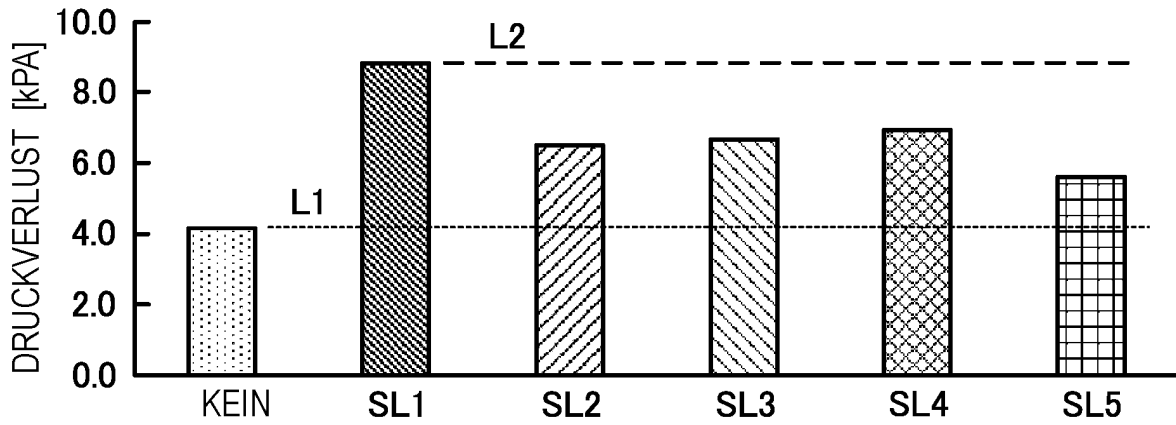
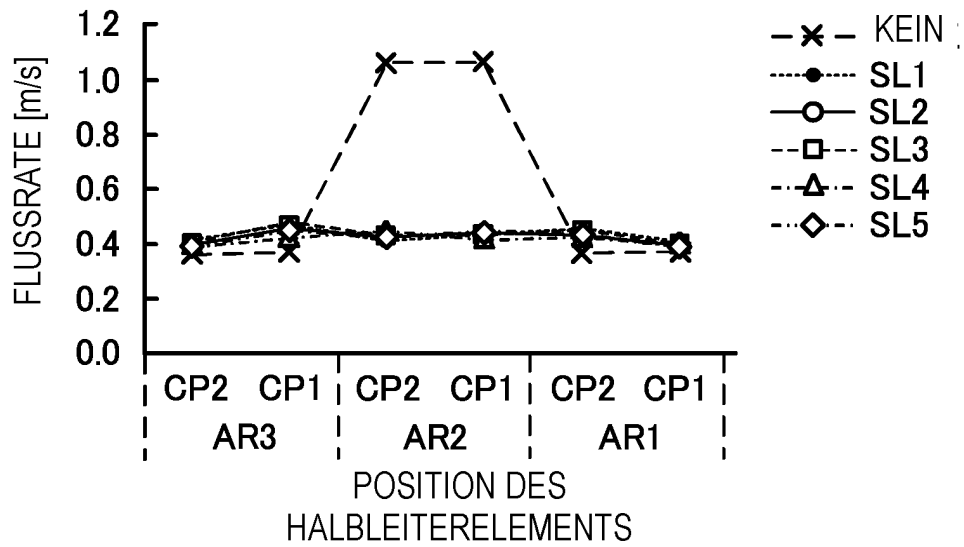


FIG. 35

(A)



(B)



(C)

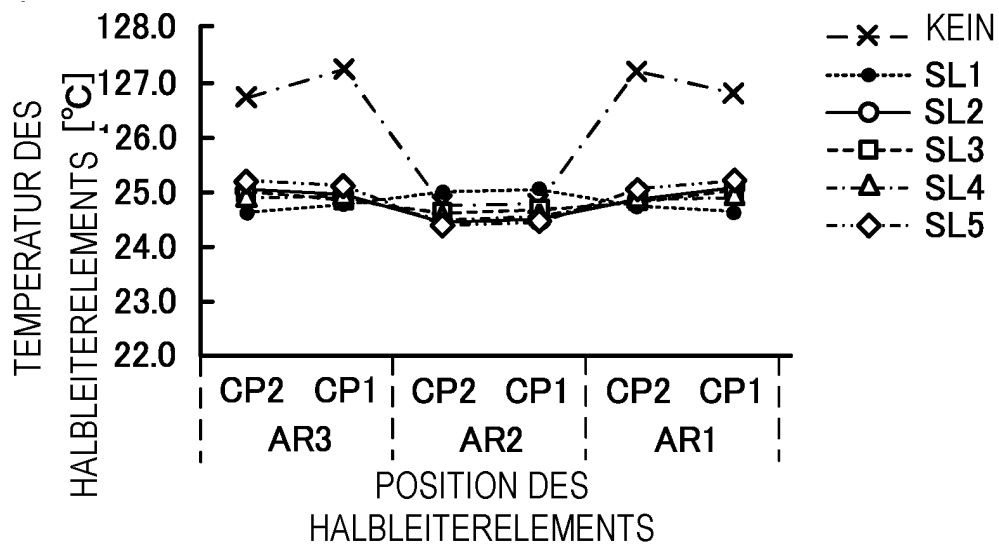


FIG. 36

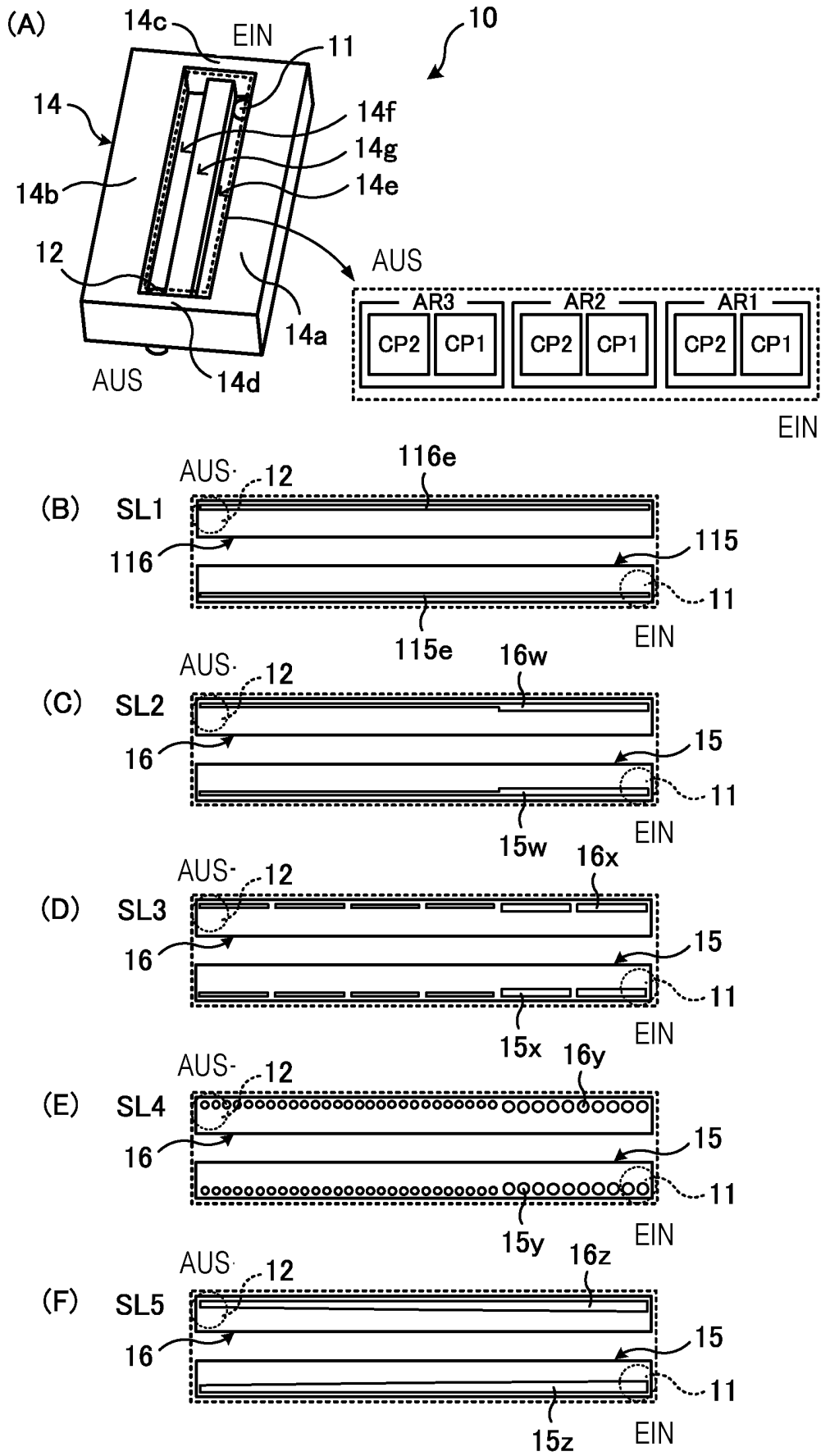
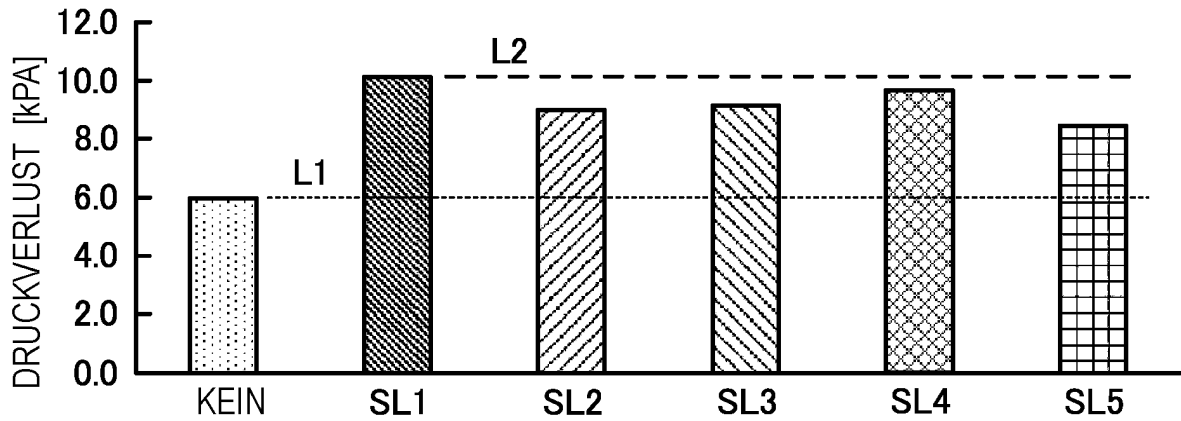
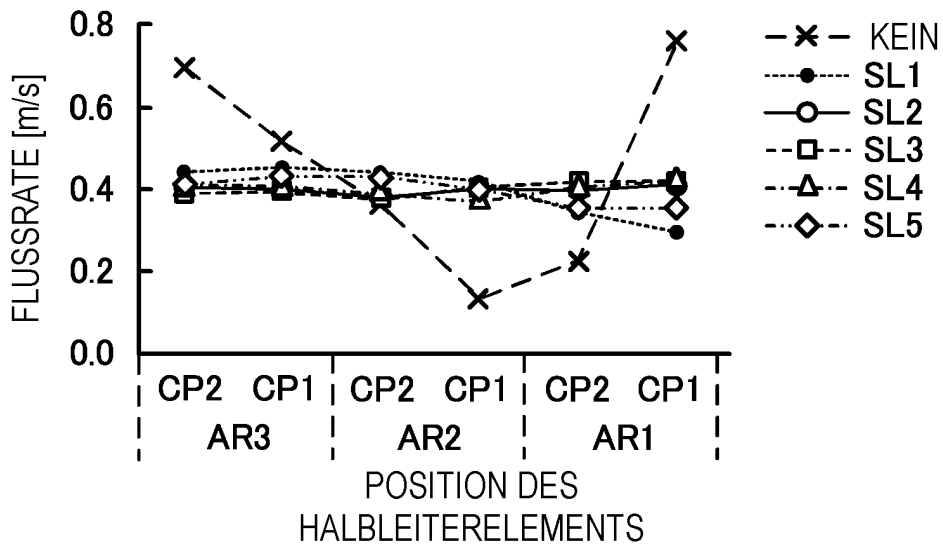


FIG. 37

(A)



(B)



(C)

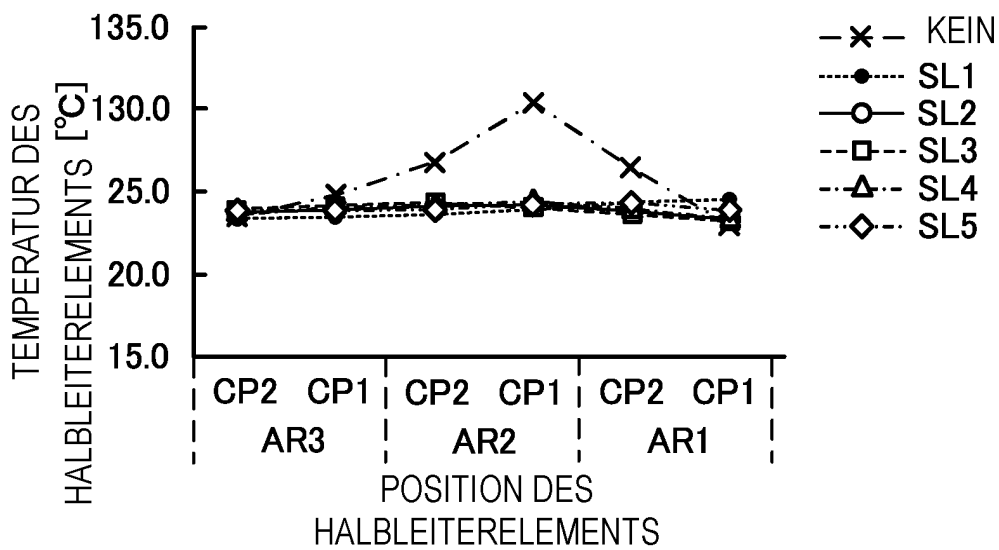
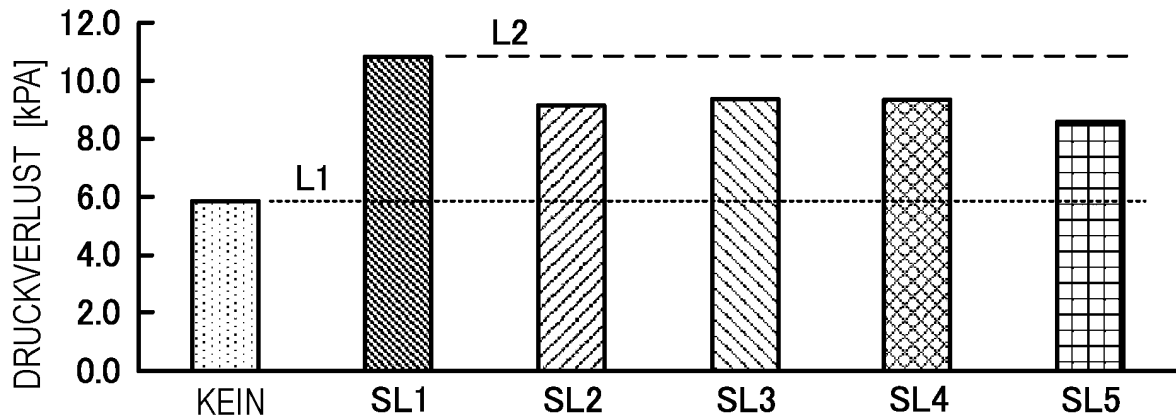
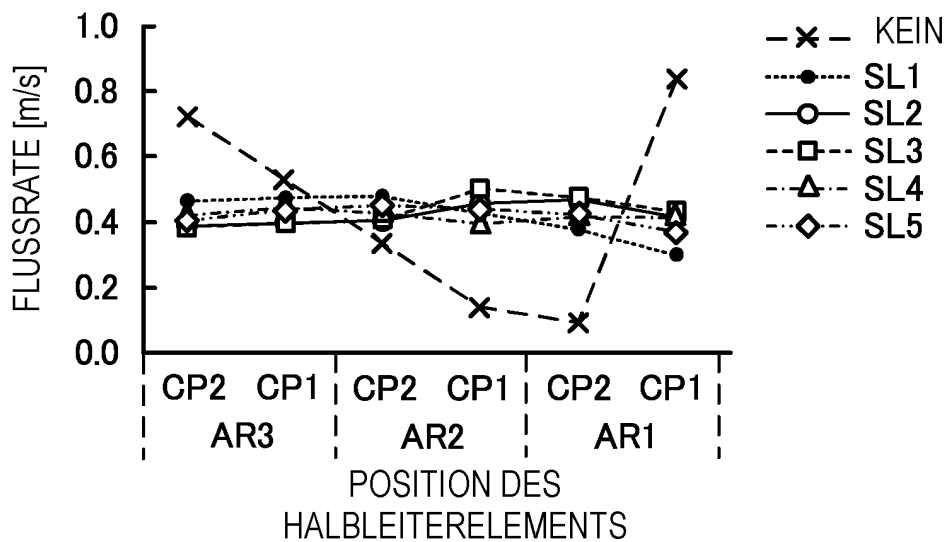


FIG. 38

(A)



(B)



(C)

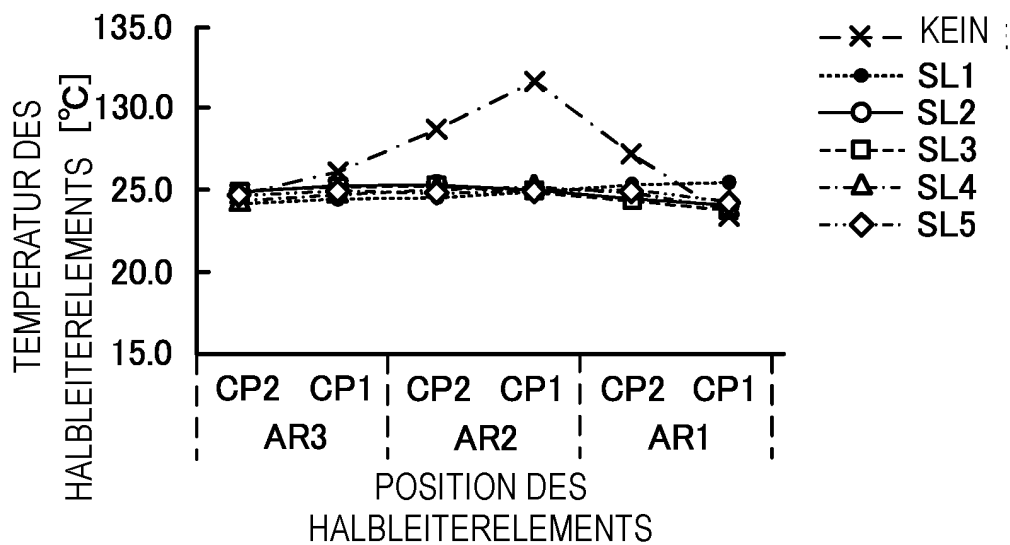


FIG. 39