



(10) **DE 11 2007 000 829 B4** 2012.07.19

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2007 000 829.6**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2007/057522**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/116894**  
(86) PCT-Anmeldetag: **28.03.2007**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **18.10.2007**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **12.02.2009**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **19.07.2012**

(51) Int Cl.: **H01L 23/473** (2006.01)  
**H01L 25/07** (2006.01)  
**H01L 25/18** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2006-105056 06.04.2006 JP**

(73) Patentinhaber:  
**Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha, Aichi, JP**

(74) Vertreter:  
**TBK, 80336, München, DE**

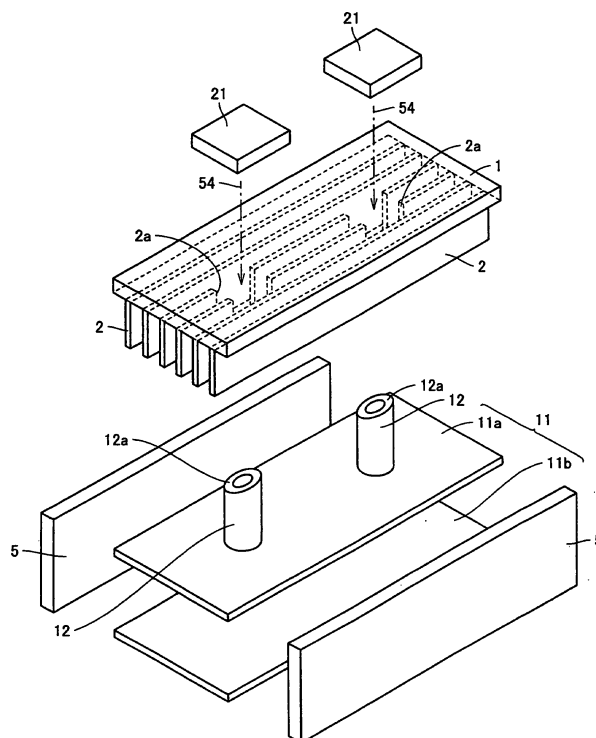
(72) Erfinder:  
**Yoshida, Tadafumi, Aichi, JP; Yokoi, Yutaka, Aichi, JP; Osada, Hiroshi, Aichi, JP**

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

JP	2 100 350	A
JP	2004 064 050	A
JP	5 003 274	A
JP	6 112 385	A
JP	5 190 716	A
JP	2005 045 027	A
JP	2005 079 337	A

(54) Bezeichnung: **Anordnung aus Wechselrichter und Kühler und ihre Verwendung**

(57) Hauptanspruch: Anordnung aus einem Wechselrichter (21) und einem Kühler zum Kühlen des Wechselrichters (21), wobei der Kühler Folgendes umfasst:  
ein Substrat (1), das eine Oberfläche hat, auf der der Wechselrichter (21) angeordnet ist;  
Wärmeabgabebauteile (2, 3, 4, 7), die an einer anderen, gegenüberliegenden Oberfläche des Substrats (1) befestigt sind und einen Bereich umgeben, der einem Bereich gegenüberliegt, in dem auf der einen Oberfläche des Substrats (1) der Wechselrichter (21) angeordnet ist;  
ein Hauptrohr (11, 11a, 11b), das von der anderen Oberfläche des Substrats (1) entfernt liegt und einen Raum begrenzt, der zwischen dem Hauptrohr (11, 11a, 11b) und dem Substrat (1) liegt und der so ausgebildet ist, dass ihm ein Kühlmittel zugeleitet werden kann und er dem Kühlmittel ermöglicht, mit den Wärmeabgabebauteilen (2, 3, 4, 7) in Kontakt zu treten; und  
ein Nebenrohr (12-14), das von dem Hauptrohr (11, 11a, 11b) zum Substrat (1) hin vorsteht und...



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung aus einem Wechselrichter und einem Kühler zum Kühlen des Wechselrichters und ihre Verwendung.

## Stand der Technik

**[0002]** In den letzten Jahren haben Hybridfahrzeuge, Elektrofahrzeuge, Brennstoffzellenfahrzeuge mit eingebauter Brennstoffzelle und andere ähnliche Fahrzeuge, die Elektroenergie als Antriebsenergiequelle einsetzen, verstärkt Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Ein Hybridfahrzeug ist ein Fahrzeug, das als Antriebsenergie eine herkömmliche Kraftmaschine und zusätzlich dazu einen Elektromotor einsetzt. Das Hybridfahrzeug treibt die Kraftmaschine an, um Antriebsenergie zu gewinnen, und wandelt außerdem Gleichspannung, die von einer Gleichstrom-Energieversorgung aufgenommen wird, in Wechselspannung um, die wiederum dazu genutzt wird, den Elektromotor anzutreiben, um Antriebsenergie zu erzielen. Ein Elektrofahrzeug ist ein Fahrzeug, das Gleichspannung, die von einer Gleichstrom-Energieversorgung aufgenommen wird, in Wechselspannung umwandelt, die wiederum dazu genutzt wird, den Elektromotor anzutreiben, um Antriebsenergie zu erzielen.

**[0003]** In solchen Fahrzeugen, die elektrischen Strom als Antriebsenergiequelle einsetzen, ist z. B. ein Wechselrichter bzw. Inverter und/oder ein ähnliches Leistungshalbleiterbauelement eingebaut. Das Leistungshalbleiterbauelement schließt z. B. einen Leistungs-MOSFET (Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor), einen IGBT (Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode) und dergleichen ein.

**[0004]** Ein in einem Fahrzeug eingebauter Wechselrichter oder dergleichen kann eine hohe elektrische Leistung benötigen, um das Fahrzeug mit einer hohen Antriebsleistung auszustatten. Ein Wechselrichter oder dergleichen mit hoher elektrischer Leistung erzeugt eine große Wärmemenge. Dementsprechend wird ein Kühler eingebaut, um den Wechselrichter zu kühlen.

**[0005]** Um einen Wechselrichter oder dergleichen mit hoher elektrischer Leistung oder ein ähnliches Wärme erzeugendes Element zu kühlen, ist es nützlich, eine Kühlplatte (oder Rippe) mit einem Bauelement zu verbinden, das direkt neben dem Wechselrichter oder dergleichen liegt, um die Wärme über eine größere Fläche zu übertragen, damit das Bauelement effizienter gekühlt wird, oder einen Kühlwasserstrahl auf einen Bereich treffen zu lassen, der in sich den Wechselrichter hat, damit er gekühlt wird. Dar-

über hinaus ist es wirkungsvoll, diese Techniken miteinander zu verbinden.

**[0006]** Die JP 2-100350 A offenbart einen Aufbau mit einer Kühlplatte, die eine Rippe hat, um eine integrierte Schaltung zu kühlen. Der offenbarte Aufbau enthält: eine integrierte Schaltung mit einer Vielzahl von integrierten Schaltungselementen, die auf einem Substrat montiert sind; einen Substratrahmen, der das Substrat hält; eine Kühlplatte, die an einer den integrierten Schaltungselementen gegenüberliegenden Oberfläche des Substrats eine Schulterbohrung aufweist und außerdem eine Rippe in Form eines Kreissektors hat, die sich an einer Bodenfläche der Schulterbohrung befindet; und eine Düse, die auf die Mitte der Rippe in der Form des Kreissektors ein Kühlmittel ausstößt. Die Druckschrift offenbart, dass der Aufbau den Wärmewiderstand zwischen den integrierten Schaltungselementen und dem Kühlmittel verringern und den Durchsatz des Kühlmittels verringern kann, so dass effizient Wärme zur Außenseite der technischen Einrichtung abgeführt wird.

**[0007]** Die JP 5-3274 A offenbart eine Halbleiterkühlvorrichtung mit: einer Vielzahl von auf einem Substrat axial ausgerichteten Halbleiterbauelementen; einem Kühlmedium-Zuführungskopf, der dem Substrat mit einem entsprechendem Halbleiterbauelement dazwischen gegenüberliegt; einem rohrförmigen Kühlmedium-Zuführungsbauteil, das mit dem Kühlmedium-Zuführungskopf in Verbindung steht; einem Kühlmedium-Ausstoßauslass, der an einem Ende des Kühlmedium-Zuführungsbauteils vorgesehen ist, um ein Kühlmedium, das von dem Kühlmedium-Zuführungskopf aufgenommen wird, zu einem entsprechenden Halbleiterbauelement auszustoßen; und einem Kühlmedium-Rückführkopf. In dieser Halbleiterkühlvorrichtung ist das Substrat senkrecht angeordnet und ist ein Kühlmedium-Rückführrohr so vorgesehen, dass es mit dem Kühlmedium-Rückführkopf in Verbindung steht, und ist außerdem ein Zwischenwandbauteil vorgesehen, um für eine Zwischenwand zwischen den Halbleiterbauelementen zu sorgen. Die Druckschrift offenbart, dass diese Halbleiterkühlvorrichtung Blasen im Kühlmedium verhindern kann, die an jedem Bauelement durch das Fließen zum anderen Bauelement erzeugt werden, und jedes Bauelement unabhängig kühlen und somit die Temperaturdifferenz zwischen den Bauelementen verringern kann.

**[0008]** Die JP 6-112385 A offenbart einen Aufbau, bei dem ein Kühler und eine Düse miteinander kombiniert sind, um ein Halbleiterbauelement zu kühlen. Bei diesem Aufbau hat der Kühler eine Bodenwärmesenke und erste und zweite senkrechte Wärmesenken und ist die Bodenwärmesenke an einer Wärmeabgabefläche eines Gehäuses vorgesehen, das an einem Verbindungssubstrat montiert ist und in dem ein Halbleiterbauelement montiert ist. Die erste

senkrechte Wärmesenke ist aus einer Vielzahl von gekrümmten Wärmeabgabeplatten ausgebildet. Ihre gekrümmten vorstehenden Flächen sind einander zugewandt und zwischen ihnen ist ein Strömungsweg für einen Düsenstrahl ausgebildet. Die zweite senkrechte Wärmesenke ist an einem Düsenstrahlauslass eines Wegs vorgesehen, der von der ersten senkrechten Wärmesenke gebildet wird, und die Düse stößt durch den von der ersten senkrechten Wärmesenke ausgebildeten Weg ein Kühlmittel aus, um das Kühlmittel auf die Bodenwärmesenke treffen zu lassen. Die Druckschrift offenbart, dass der Aufbau es dem Kühlmittel, das einmal als Düsenstrahl aufgetroffen ist, ermöglicht, erneut als Düsenstrahl auf eine Wärmesenke zu treffen, so dass das Bauelement effizienter gekühlt wird, ohne die Strömungsgeschwindigkeit, den Durchsatz oder dergleichen des Kühlmittels zu erhöhen.

**[0009]** Die JP 5-190716 A offenbart eine Anordnung, die auf einem mehrlagigen Keramiksubstrat eine große Anzahl integrierter Schaltungsbaugruppen hat, an denen jeweils ein Kühlmantel angebracht ist. Mit jedem Kühlmantel ist ein flexibles Rohr verbunden. Innen ist ein flexibler Strömungsweg mit einer Düse vorgesehen, um in dem Kühlmantel ein Kühlmittelfluid als Düsenstrahl in Form eines Schlitzes strömen zu lassen. Der Kühlmantel ist innen mit einer Rippe und einem Raum zum Zurückführen des Kühlmittelfluids versehen. Die Druckschrift offenbart, dass die Anordnung als Kühlmittelmedium Wasser nutzen kann, das eine hohe Leistungsfähigkeit als Kühlmittel hat, dass sie eine Rippe in Form einer flachen Platte verwenden kann, die dabei hilft, für eine größere Wärmeübertragungsfläche zu sorgen, und dass sie einen Düsenstrahl in Form eines Schlitzes vorsehen kann, der es jeder Rippe ermöglicht, das Kühlmittelfluid gleichmäßig aufzunehmen, so dass für eine Anordnung mit einem hervorragenden Kühlaufbau gesorgt werden kann.

**[0010]** Die JP 2005-045027 A und die JP 2004-064050 A offenbaren jeweils eine Anordnung aus einem auf einer Kühlplatte aufgebrachten Halbleiterbauelement und einem Kühler, bei dem ein Kühlmittel über einen Kühlmittelzulauf, der von der Kühlplatte beabstandet ist, einer Düse zugeführt wird. Das Kühlmittel wird aus der Düse ausgestoßen und trifft auf der von dem Halbleiterbauelement abgewandten Seite der Kühlplatte in einem Bereich auf, der dem Halbleiterbauelement entspricht, um dann über einen von dem Kühlmittelzulauf getrennten Strömungsweg, der entlang der Kühlplatte verläuft, aus dem Kühler abgeführt zu werden. Die Kühlplatte weist Erhebungen auf, die die Wärmeabgabe erhöhen.

**[0011]** Die JP 2005-079337 A offenbart schließlich eine Anordnung aus Leistungshalbleiterbauelementen, die von einem Substrat getragen werden, und einem Kühlrohr, das mit dem Substrat verbunden

ist und mit einem langsam fließenden Kühlmittel gespeist wird. Das Kühlrohr enthält eine längs verlaufene Trennwand, die das Innere des Rohrs in einen Hauptströmungsweg nahe am Substrat und einen vom Hauptströmungsweg getrennten Nebenströmungsweg trennt. Die Trennwand hat Löcher, durch die das Kühlmittel im Nebenströmungsweg in den Hauptströmungsweg austritt. Dadurch wird die Dicke der thermischen Grenzschicht in der langsam fließenden Kühlmittelströmung nahe am Substrat reduziert.

**[0012]** Wenn die Temperatur eines Wechselrichters ansteigt, kann sein Wirkungsgrad beeinträchtigt werden oder kann ein in dem Wechselrichter enthaltenes Halbleiterbauelement beschädigt werden. Demzufolge kann, wie oben beschrieben worden ist, ein Kühler montiert werden, um den Wechselrichter zu kühlen, wobei es insbesondere ein wichtiges Thema ist, den Wechselrichter oder ein ähnliches Wärme erzeugendes Element zu kühlen, das eine hohe elektrische Leistung aufnimmt.

#### Kurzdarstellung der Erfindung

**[0013]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Anordnung aus einem Wechselrichter und einem Kühler mit hervorragender Leistung zum Kühlen des Wechselrichters zur Verfügung zu stellen.

**[0014]** Diese Aufgabe wird durch eine Anordnung gelöst, wie sie in Anspruch 1 definiert ist.

**[0015]** Die Unteransprüche 2 bis 6 befassen sich mit Weiterbildungen der Anordnung und die Ansprüche 7 bis 10 mit verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten der Anordnung.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0016]** [Fig. 1](#) ist eine allgemeine auseinander gezogene Perspektivansicht eines ersten Ausführungsbeispiels.

**[0017]** [Fig. 2](#) ist ein erster allgemeiner Schnitt des ersten Ausführungsbeispiels.

**[0018]** [Fig. 3](#) ist ein zweiter allgemeiner Schnitt des ersten Ausführungsbeispiels.

**[0019]** [Fig. 4](#) ist ein dritter allgemeiner Schnitt des ersten Ausführungsbeispiels.

**[0020]** [Fig. 5](#) ist eine allgemeine auseinander gezogene Perspektivansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels.

**[0021]** [Fig. 6](#) ist ein erster allgemeiner Schnitt des zweiten Ausführungsbeispiels.

**[0022]** [Fig. 7](#) ist eine zweite allgemein Schnitt des zweiten Ausführungsbeispiels.

**[0023]** [Fig. 8](#) ist ein allgemeiner Schnitt eines dritten Ausführungsbeispiels.

**[0024]** [Fig. 9](#) ist ein erster allgemeiner Schnitt eines vierten Ausführungsbeispiels.

**[0025]** [Fig. 10](#) ist ein zweiter allgemeiner Schnitt des vierten Ausführungsbeispiels.

Beste Ausführungsformen für die Erfindung

– Erstes Ausführungsbeispiel –

**[0026]** Wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) erläutert wird, sieht die Erfindung in einem ersten Ausführungsbeispiel eine Anordnung vor, wie sie im Folgenden beschrieben wird. Der Kühler der Anordnung ist ein Kühler zum Kühlen eines Wechselrichters.

**[0027]** Der Wechselrichter umfasst einen Wechselrichter bzw. Inverter zum Umwandeln von Gleichstrom-Elektroenergie in Wechselstrom-Elektroenergie und andere ähnliche Komponenten. Der Wechselrichter umfasst z. B. einen Leistungs-MOSFET, einen IGBT oder andere ähnliche Leistungshalbleiterbauelemente.

**[0028]** [Fig. 1](#) ist eine allgemeine auseinander gezogene Perspektivansicht dieses Ausführungsbeispiels. Die Anordnung weist einen Wechselrichter, der als Elektronik dient, und einen Kühler zum Kühlen des Wechselrichters auf.

**[0029]** Die Anordnung weist erfindungsgemäß den Wechselrichter auf, der z. B. als ein Halbleiterbauelement **21** ausgeführt ist. Das Halbleiterbauelement **21** ist so ausgebildet, dass es in einer Ebene gesehen rechteckig ist. Das Halbleiterbauelement **21** ist mit einer (nicht gezeigten) externen elektrischen Schaltung verbunden. Das Halbleiterbauelement **21** ist ein Wärme erzeugendes Element, das Wärme erzeugt, wenn es betrieben wird. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Halbleiterbauelement **21** ein zu kühlendes Objekt.

**[0030]** Der Kühler weist ein Substrat **1** mit einer Oberfläche auf, auf der das Halbleiterbauelement **21** angeordnet ist. Das Substrat liegt in Form einer Platte vor. Das Substrat **1** hat in diesem Ausführungsbeispiel eine vordere Fläche mit einer Vielzahl von darauf montierten Halbleiterbauelementen **21**. Jedes Halbleiterbauelement **21** ist so angeordnet, dass, wie durch den Pfeil **54** angegeben ist, eine Hauptfläche mit dem Substrat **1** verbunden ist. In diesem Ausführungsbeispiel umfasst das Substrat **1** eine Metallplatte und eine auf einer Oberfläche der Metallplatte ab-

geschiedene Isolationsschicht. Die Halbleiterbauelemente **21** sind auf einer Oberfläche der Isolationsschicht befestigt.

**[0031]** Der Kühler weist Wärmeabgabebauteile auf, die an einer Oberfläche des Substrats **1** befestigt sind, die der Oberfläche gegenüberliegt, auf der das Halbleiterbauelement **21** angeordnet ist. Die Wärmeabgabebauteile umfassen in diesem Ausführungsbeispiel Plattenbauteile **2**. Die Plattenbauteile **2** sind zum Beispiel gerade Rippen. Die Plattenbauteile **2** sind an einem Bereich, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem das Halbleiterbauelement **21** angeordnet ist, und/oder einem Bereich, der den Bereich umgibt, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem das Halbleiterbauelement **21** angeordnet ist, vorgesehen. Die Plattenbauteile **2** sind an einer hinteren Fläche des Substrats **1** vorgesehen. Die Plattenbauteile **2** sind so angeordnet, dass sie eine Hauptfläche haben, die im Wesentlichen senkrecht zu einer Hauptfläche des Substrats **1** ist.

**[0032]** [Fig. 2](#) ist ein erster allgemeiner Schnitt dieses Ausführungsbeispiels. [Fig. 2](#) ist ein allgemeiner Schnitt von ihm, der an einer Ebene parallel zur Hauptfläche des Substrats schneidet. Der Kühler weist eine Vielzahl von Plattenbauteilen **2** auf, die in Gleichrichtung angeordnet sind. Die Plattenbauteile **2** sind so angeordnet, dass ihre jeweiligen Hauptflächen zueinander im Wesentlichen parallel sind. Die Plattenbauteile **2** sind voneinander beabstandet. Die Plattenbauteile **2** weisen einen Ausschnitt **2a** auf, der in einem Bereich ausgebildet ist, der ein Nebenrohr **12** aufweist, das später beschrieben wird.

**[0033]** [Fig. 3](#) ist ein zweiter allgemeiner Schnitt dieses Ausführungsbeispiels. [Fig. 4](#) ist ein dritter allgemeiner Schnitt dieses Ausführungsbeispiels. [Fig. 3](#) ist ein Schnitt entlang der Linie III-III in [Fig. 2](#), und [Fig. 4](#) ist ein Schnitt entlang der Linie IV-IV in [Fig. 2](#).

**[0034]** In diesem Ausführungsbeispiel sind die Plattenbauteile **2** so ausgebildet, dass sie in einer Ebene gesehen rechteckig sind. Der Ausschnitt **2a** ist so ausgebildet, dass er für einen Spalt zwischen dem Nebenrohr **12** und einem Ende des Plattenbauteils **2** sorgt. Der Pfeil **51** gibt die Richtung an, in der ein Kühlmittelmedium strömt. Die Plattenbauteile **2** sind so angeordnet, dass die Hauptfläche im Wesentlichen parallel zu der Richtung verläuft, in der das Kühlmittel strömt. Die Plattenbauteile **2** sind so ausgebildet, dass sie im Wesentlichen die gleiche Höhe wie ein später beschriebener erster Strömungsweg haben.

**[0035]** Wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) erläutert wird, weist der Kühler in diesem Ausführungsbeispiel erste Strömungsweg-Gestaltungsmittel auf, die so ausgebildet sind, dass sie einem Kühlmittel ermöglichen, mit Wärmeabgabebauteilen

in Kontakt zu treten. Die ersten Strömungsweg-Gestaltungsmittel sind so ausgebildet, dass sie den ersten Strömungsweg für das Kühlmittel gestalten. Die ersten Strömungsweg-Gestaltungsmittel umfassen in diesem Ausführungsbeispiel das Substrat **1** und ein Hauptrohr **11**, das derjenigen Seite des Substrats **1** zugewandt ist, die die Plattenbauteile **2** aufweist. Ein erstes Strömungsweg-Gestaltungsbauteil umfasst ein Wandbauteil **5**, das seitlich von dem Substrat **1** und dem Hauptrohr **11** vorgesehen ist. Der erste Strömungsweg wird durch einen Raum definiert, der von dem Substrat **1**, dem Hauptrohr **11** und dem Wandbauteil **5** umgeben ist.

**[0036]** Der Kühler ist so ausgebildet, dass er durch den ersten Strömungsweg, der zwischen dem Substrat **1** und dem Hauptrohr **11** liegt, ein erstes Kühlmittel führt. In diesem Ausführungsbeispiel ist eine (nicht gezeigte) Kühlmittel-Versorgungseinrichtung vorgesehen, um den ersten Strömungsweg des Kühlers mit einem Kühlmittel zu versorgen.

**[0037]** Der Kühler weist zweite Strömungsweg-Gestaltungsmittel auf, die so ausgebildet sind, dass sie auf der hinteren Fläche des Substrats **1** an einem Bereich, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem der Wechselrichter angeordnet ist, ein zweites Kühlmittel auftreffen lassen. Die zweiten Strömungsweg-Gestaltungsmittel sind so ausgebildet, dass sie das zweite Kühlmittel direkt auf den Abschnitt ausstoßen, der dem Bereich gegenüberliegt, auf dem der Wechselrichter angeordnet ist.

**[0038]** Die zweiten Strömungsweg-Gestaltungsmittel sind so ausgebildet, dass sie einen zweiten Strömungsweg für ein Kühlmittel gestalten. Das zweite Strömungsweg-Gestaltungsbauteil umfasst das Hauptrohr **11**, das von der hinteren Fläche des Substrats **1** beabstandet ist. Das Hauptrohr **11** umfasst eine Strömungsweg-Gestaltungsplatte **11a** und eine Strömungsweg-Gestaltungsplatte **11b**, die voneinander beabstandet sind und deren jeweilige Hauptflächen parallel zueinander sind. Seitlich von den Strömungsweg-Gestaltungsplatten **11a** und **11b** ist das Wandbauteil **5** vorgesehen. Ein Raum, der von den Strömungsweg-Gestaltungsplatten **11a**, **11b** und dem Wandbauteil **5** umgeben ist, definiert einen Abschnitt des zweiten Strömungswegs.

**[0039]** Die zweiten Strömungsweg-Gestaltungsmittel umfassen außerdem ein Nebenrohr **12**, das von dem Hauptrohr **11** zu dem Substrat **1** hin vorsteht. Das Nebenrohr **12** liegt dem Bereich des Substrats gegenüber, in dem das Halbleiterbauelement **21** angeordnet ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Nebenrohr **12** so ausgebildet, dass es zylinderförmig ist. Das Nebenrohr **12** ist so ausgebildet, dass es von der Strömungsweg-Gestaltungsplatte **11a** vorsteht. Das Nebenrohr **12** ist so ausgebildet, dass es mit dem Hauptrohr **11** in Verbindung steht. Das Ne-

benrohr **12** und das Hauptrohr **11** gestalten den zweiten Strömungsweg. In diesem Ausführungsbeispiel ist eine (nicht gezeigte) Kühlmittel-Versorgungseinrichtung vorgesehen, um den zweiten Strömungsweg mit einem zweiten Kühlmittel zu versorgen.

**[0040]** Der erste und zweite Strömungsweg führen jeweils das in diesem Ausführungsbeispiel aus Wasser bestehende erste und zweite Kühlmittel. Der erste und zweite Strömungsweg werden mit dem Kühlmittelwasser durch eine gemeinsame Kühlmittel-Versorgungseinrichtung versorgt.

**[0041]** Wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 3](#) erläutert wird, hat das Nebenrohr **12** in diesem Ausführungsbeispiel eine dem Substrat **1** gegenüberliegende Endfläche **12a**. Die Endfläche **12a** ist geneigt, um für einen größeren Strömungsweg in der Richtung zu sorgen, in der, wie durch den Pfeil **51** angegeben ist, der erste Strömungsweg das erste Kühlmittel führt. Genauer gesagt ist die Endfläche **12a** so ausgebildet, dass sie in der Richtung, in der das erste Kühlmittel strömt, einen größeren Abstand vom Substrat **1** hat. Die Endfläche **12a** ist so ausgebildet, dass die geneigte Oberfläche stromabwärts vom ersten Kühlmittel weist.

**[0042]** Wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) erläutert wird, erzeugt das Halbleiterbauelement **21** Wärme, die zum Substrat **1** und den Plattenbauteilen **2** übertragen wird. Eine Kühlmittel-Versorgungseinrichtung führt das erste Kühlmittel zu, das in den ersten Strömungsweg eingeleitet wird. Das erste Kühlmittel strömt, wie durch den Pfeil **51** angegeben ist, durch einen Raum zwischen dem Substrat **1** und dem Hauptrohr **11**. Das erste Kühlmittel strömt durch den ersten Strömungsweg zwischen den Plattenbauteilen **2**. Das erste Kühlmittel strömt im Kontakt mit den Plattenbauteilen **2** und dem Substrat **1**. Wenn das erste Kühlmittel die Plattenbauteile **2** und das Substrat **1** berührt, werden die Plattenbauteile **2** und das Substrat **1** gekühlt. Anschließend wird das erste Kühlmittel abgelassen.

**[0043]** Das Halbleiterbauelement **21** wird über das Substrat **1** und die Plattenbauteile **2** gekühlt. Die Wärme des Halbleiterbauelements **21** wird zu dem Substrat **1** und den Plattenbauteilen **2** übertragen und von dem Substrat **1** und den Plattenbauteilen **2** zum ersten Kühlmittel abgestrahlt.

**[0044]** Die Kühlmittel-Versorgungseinrichtung führt das zweite Kühlmittel zu, das in den zweiten Strömungsweg eingeleitet wird, der von dem zweiten Kühlmittelgestaltungsbauteil gestaltet wird. Das zweite Kühlmittel wird, wie durch den Pfeil **52** angegeben ist, in das Hauptrohr **11** eingeleitet. Ein Teil des durch das Hauptrohr **11** strömenden zweiten Kühlmittels strömt, wie durch den Pfeil **53** angegeben ist, in das Nebenrohr **12**.



**[0045]** Das im Nebenrohr **12** strömende zweite Kühlmittel wird, wie durch den Pfeil **53** angegeben ist, durch das Nebenrohr **12** hindurch an der Endfläche **12a** abgegeben. Das zweite Kühlmittel, das durch den zweiten Strömungsweg zugeführt wird und daher vom ersten Kühlmittel getrennt ist, trägt bevor es aus dem Nebenrohr **12** ausgestoßen wird, nicht zum Kühlen des Halbleiterbauelements **21** bei. Bevor das zweite Kühlmittel aus dem Nebenrohr **12** ausgestoßen wird, berührt es die am zweiten Strömungsweg vorgesehenen Plattenbauteile **2** nicht und wird daher nicht in seiner Eigenschaft als Kühlmittel beeinträchtigt. Das aus dem Nebenrohr **12** ausgestoßene zweite Kühlmittel trifft auf die hintere Fläche des Substrats **1** an dem Bereich, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem das Halbleiterbauelement **21** angeordnet ist. Genauer gesagt kühlt das zweite Kühlmittel den Bereich des Substrats **1**, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem das Halbleiterbauelement **21** angeordnet ist, durch einen auftreffenden Düsenstrahl. Das zweite Kühlmittel, das auf das Substrat **1** trifft, ermöglicht es, dass das Halbleiterbauelement **21** wirksam gekühlt wird.

**[0046]** Das auf das Substrat **1** treffende zweite Kühlmittel strömt zusammen mit dem ersten Kühlmittel durch den ersten Strömungsweg, wenn das zweite Kühlmittel in Ausführung seiner Funktion das Substrat **1** und die Plattenbauteile **2** berührt und dadurch kühlt. Anschließend wird das zweite Kühlmittel zusammen mit dem ersten Kühlmittel abgelassen.

**[0047]** Das erste Ausführungsbeispiel weist erste Strömungsweg-Gestaltungsmittel, die so ausgebildet sind, dass sie einem Kühlmittel ermöglichen, mit Wärmeabgabebauteilen in Kontakt zu treten, und zweite Strömungsweg-Gestaltungsmittel auf, um auf einen Bereich, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem ein Halbleiterbauelement angeordnet ist, einen auftreffenden Düsenstrahl auftreffen zu lassen, wobei ein erster Strömungsweg und ein zweiter Strömungsweg getrennt sind. In dem ersten Strömungsweg können die Wärmeabgabebauteile so angeordnet sein, dass Wärme über eine größere Fläche abgestrahlt wird, um effizient Wärme zu entfernen. In dem zweiten Strömungsweg wird ein zweites Kühlmittel derart zugeführt, dass das zweite Kühlmittel, bis es aus einem Nebenrohr ausgestoßen wird, vom ersten Kühlmittel getrennt ist. Die Temperatur des ersten Kühlmittels, das durch den ersten Strömungsweg strömt, erhöht sich allmählich, während sich das erste Kühlmittel seinem stromabwärtigen Ende nähert. Im Gegensatz dazu ist die Temperatur des stromabwärtigen zweiten Kühlmittels im Wesentlichen die gleiche wie die des stromaufwärtigen. Das zweite Kühlmittel kann daher mit niedriger Temperatur auf das Halbleiterbauelement **21** treffen und das Halbleiterbauelement **21** somit effizient kühlen. Darüber hinaus kann verhindert werden, dass das Kühlmittel in seiner Fähigkeit als Kühlmittel beeinträchtigt wird, während es

durch einen Strömungsweg läuft und sich stromabwärts nähert. Das Halbleiterbauelement **21** kann im Wesentlichen gleichmäßig gekühlt werden.

**[0048]** Somit können ein auftreffender Düsenstrahl und das Kühlen durch Konvektion von Wärmeübertragungsbauteilen im Wesentlichen getrennt voneinander vorgesehen werden, und das zu kühlende Objekt kann wirksam gekühlt werden.

**[0049]** Die zweiten Strömungsweg-Gestaltungsmittel umfassen ein Hauptrohr und ein Nebenrohr. Ein erster Strömungsweg umfasst einen Raum zwischen dem Hauptrohr und einem Substrat. Plattenbauteile sind so angeordnet, dass sie einen Bereich umgeben, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem ein Halbleiterbauelement angeordnet ist. Diese Gestaltung erleichtert das Ausbilden der ersten Strömungsweg-Gestaltungsmittel und der zweiten Strömungsweg-Gestaltungsmittel. Darüber hinaus kann ein Kühler mit vereinfachter Gestaltung vorgesehen werden.

**[0050]** Wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 3](#) erläutert wird, hat das Nebenrohr **12** in diesem Ausführungsbeispiel eine Endfläche **12a**, die geneigt ist, um in einer Richtung, in der das erste Kühlmittel strömt, für einen größeren Weg zu sorgen. Diese Gestaltung ermöglicht es, einen vom Nebenrohr **12** ausgestoßenen auftreffenden Düsenstrahl stromabwärts vom ersten Kühlmittel zu führen.

**[0051]** Der Kühler weist in diesem Ausführungsbeispiel ein Substrat auf, das eine Oberfläche mit einem darauf angeordneten Halbleiterbauelement hat, die in Lotrichtung nach oben weist. Alternativ kann der Kühler ein Substrat aufweisen, das eine Oberfläche mit einem darauf angeordneten Halbleiterbauelement hat, die in Lotrichtung nach unten weist. Diese Gestaltung ermöglicht es, dass Blasen, die in dem ersten Strömungsweg oder dem zweiten Strömungsweg erzeugt werden, zu einer Seite geführt werden, die entgegengesetzt zu der Seite ist, die das Substrat aufweist, und sie kann somit verhindern, dass die Blasen an der hinteren Fläche des Substrats zurückbleiben und eine Flüssigkeitsschicht auf der hinteren Fläche des Substrats entfernen und somit zu einer ineffizienten Wärmeübertragung beitragen.

**[0052]** Alternativ kann beim Kühler das Substrat derart angeordnet sein, dass die Oberfläche des Substrats, auf der ein Halbleiterbauelement angeordnet ist, in Lotrichtung oder in einer gegenüber der Lotrichtung geneigten Richtung verläuft. Diese Gestaltung ermöglicht es, dass sich Blasen, die in dem ersten Strömungsweg oder dem zweiten Strömungsweg hervorgerufen werden, in Lotrichtung nach oben bewegen. Dies kann verhindern, dass die Blasen an der hinteren Fläche des Substrats zurückbleiben. Falls in dem ersten Strömungsweg oder dem zweiten Strömungsweg Blasen erzeugt werden, kann an der hin-

tern Fläche des Substrats eine Flüssigkeitsschicht sichergestellt werden.

**[0053]** Insbesondere dann, wenn das Kühlmittel flüchtig ist und für einen großen Wärmefluss gesorgt wird, können im Kühlmittel Dämpfe erzeugt werden. Jede der obigen Gestaltungen kann solche Dämpfe aus dem Kühler hinaustreiben oder die Dämpfe zu einem Rand des Kühlers bewegen. Dies kann verhindern, dass ein zu kühlendes Objekt ineffizient gekühlt wird, wenn Blasen erzeugt werden.

**[0054]** In diesem Ausführungsbeispiel sind als Wärmeabgabebauteile dienende Plattenbauteile so ausgebildet, dass sie im Wesentlichen die gleiche Höhe wie der erste Strömungsweg haben. Diese Gestaltung ermöglicht es, dass die Plattenbauteile entlang der gesamten Höhe des ersten Strömungswegs vorgesehen sind, so dass über eine größere Fläche Wärme übertragen wird. Dies ermöglicht es, dass das erste Kühlmittel ein zu kühlendes Objekt effektiv kühlt.

**[0055]** In diesem Ausführungsbeispiel ist eine Vielzahl von Halbleiterbauelementen in einer Richtung angeordnet, in der ein Kühlmittel strömt, und sind für die Halbleiterbauelemente Nebenrohre mit gleicher Geometrie vorgesehen. Allerdings sind die Nebenrohre nicht darauf beschränkt und können sich voneinander in Größe und Geometrie unterscheiden. Darüber hinaus ist zwar das Nebenrohr in diesem Ausführungsbeispiel zylinderförmig, doch ist es nicht darauf beschränkt und kann eine beliebige Form haben.

**[0056]** Falls zum Beispiel verschiedene Objektarten zu kühlen sind, dann kann für ein Objekt, das eine große Wärmemenge erzeugt, ein Nebenrohr mit einem großen Durchmesser vorgesehen werden und kann für ein Objekt, das eine geringe Wärmemenge erzeugt, ein Nebenrohr mit kleinem Durchmesser vorgesehen werden. Somit kann der Kühler es in diesem Ausführungsbeispiel erleichtern, die Wärmemenge einzustellen, die entsprechend jedem zu kühlendem Objekt entfernt werden soll.

**[0057]** Darüber hinaus kann das Nebenrohr oder das Hauptrohr mit einem Ventil, das den Durchsatz eines Kühlmittels einstellt, das durch ein bestimmtes Nebenrohr ausgestoßen wird, einem Ventil, das einen Strom durch ein bestimmtes Nebenrohr unterbricht, und dergleichen ausgestattet werden. Diese Gestaltung ermöglicht es, dass der Durchsatz eines auftreffenden Düsenstrahl so eingestellt wird, dass er der Wärmemenge entspricht, die von einem zu kühlenden Objekt erzeugt wird, und dass ein auftreffender Düsenstrahl ein zu kühlendes Objekt periodisch kühlt. Falls ein zu kühlendes Objekt Wärme in einer Menge erzeugt, die sich in einer Zeitreihe ändert, dann kann außerdem ein auftreffender Düsenstrahl

vorgesehen werden, dessen Durchsatz in Übereinstimmung mit einer solchen Änderung der erzeugten Wärmemenge geändert wird, um das Objekt optimal zu kühlen.

**[0058]** Darüber hinaus haben in diesem Ausführungsbeispiel die als Wärmeabgabebauteile dienenden Plattenbauteile einen Ausschnitt. Allerdings sind die Plattenbauteile nicht darauf beschränkt und können auch keinen Ausschnitt haben. Zum Beispiel können die Plattenbauteile das Nebenrohr durchdringen. Darüber hinaus sind die Plattenbauteile nicht darauf beschränkt, eine flache Oberfläche zu haben. Sie können auch mit einer gekrümmten Oberfläche ausgebildet sein.

**[0059]** In dem ersten Ausführungsbeispiel sind das erste Kühlmittel und das zweite Kühlmittel gleich. Alternativ können sie verschiedene Kühlmittel sein. Darüber hinaus sind sie nicht auf eine Flüssigkeit beschränkt und können Gas enthalten.

**[0060]** Darüber hinaus ist in diesem Ausführungsbeispiel der Kühler so ausgebildet, dass der erste Strömungsweg und der zweite Strömungsweg das erste Kühlmittel und das zweite Kühlmittel jeweils in einer einzigen Richtung führen. Allerdings ist er nicht darauf beschränkt und kann auch so ausgebildet sein, dass der erste Strömungsweg und der zweite Strömungsweg das erste Kühlmittel und das zweite Kühlmittel jeweils in verschiedenen Richtungen führen.

**[0061]** Darüber hinaus kann die Kühlmittel-Versorgungseinrichtung eine Kühlmittel-Versorgungseinrichtung zum Zuführen des ersten Kühlmittels und eine zum Zuführen des zweiten Kühlmittels sein. Alternativ kann sie eine Umwälzeinrichtung umfassen, die ein Kühlmittel umwälzt, während es gekühlt wird.

**[0062]** In diesem Ausführungsbeispiel ist das zu kühlende Objekt als Beispiel ein Wechselrichter mit hoher elektrischer Leistung. Allerdings ist es nicht darauf beschränkt und ist die Erfindung auch bei Kühlern für einen Wechselrichter mit geringer elektrischer Leistung einsetzbar.

– Zweites Ausführungsbeispiel –

**[0063]** Wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) erläutert wird, sieht die Erfindung in einem zweiten Ausführungsbeispiel einen Kühler vor, wie er im Folgenden beschrieben wird. Der Kühler ist ein Kühler zum Kühlen eines Wechselrichters. Der Kühler weist ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel erste Strömungsweg-Gestaltungsmittel und zweite Strömungsweg-Gestaltungsmittel auf. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel durch die Wärmeabgabebauteile zum Abgeben der Wärme des zu kühlenden Objekts.

## – Drittes Ausführungsbeispiel –

**[0064]** [Fig. 5](#) ist eine allgemeine auseinander gezogene Perspektivansicht dieses Ausführungsbeispiels. Die Wärmeabgabebauteile umfassen in diesem Ausführungsbeispiel Stabbauteile **3**, die an der hinteren Fläche des Substrats **1** befestigt sind und von ihr vorstehen. In diesem Ausführungsbeispiel haben die Stabbauteile **3** eine Längsrichtung, die im Wesentlichen senkrecht zur hinteren Fläche des Substrats **1** ist.

**[0065]** [Fig. 6](#) ist ein erster allgemeiner Schnitt dieses Ausführungsbeispiels. [Fig. 6](#) ist ein allgemeiner Schnitt, der an einer Ebene parallel zur Hauptfläche des Substrats schneidet. Die Stabbauteile **3** umgeben das Nebenrohr **12**. Die Stabbauteile **3** umgeben einen Bereich, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem das Halbleiterbauelement **21** angeordnet ist. Die Stabbauteile **3** sind in der Umgebung des Bereichs angeordnet, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem das Halbleiterbauelement **21** angeordnet ist. In diesem Ausführungsbeispiel sind für ein einzelnes Halbleiterbauelement **21** vier Stabbauteile **3** vorgesehen. Das erste Kühlmittel strömt in die Richtung **51**.

**[0066]** [Fig. 7](#) ist ein zweiter allgemeiner Schnitt dieses Ausführungsbeispiels. [Fig. 7](#) ist ein Schnitt entlang der Linie VII-VII in [Fig. 6](#). Die Stabbauteile **3** sind so ausgebildet, dass sie eine Länge haben, die im Wesentlichen gleich der Höhe des zwischen dem Hauptrohr **11** und dem Substrat **1** liegenden ersten Strömungswegs ist.

**[0067]** Die Wärmeabgabebauteile umfassen in diesem Ausführungsbeispiel Stabbauteile. Die Position, Länge, Anzahl und dergleichen der Stabbauteile können geändert werden, um dem Wärmeabgabebauteil zu ermöglichen, die Wärme an verschiedenen Positionen zu entfernen und ein Kühlmittel über eine andere Fläche zu berühren.

**[0068]** Die Stabbauteile umgeben einen Bereich, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem der Wechselrichter angeordnet ist.

**[0069]** Die Stabbauteile haben in diesem Ausführungsbeispiel im Wesentlichen die gleiche Höhe wie der erste Strömungsweg, der das erste Kühlmittel führt. Diese Gestaltung ermöglicht es, die Stabbauteile entlang im Wesentlichen der gesamten Höhe des ersten Strömungswegs anzuordnen, um dem ersten Kühlmittel zu ermöglichen, es wirksam zu kühlen.

**[0070]** Die übrige Gestaltung sowie Funktionsweise und Wirkung ähneln denen des ersten Ausführungsbeispiels. Daher werden sie nicht erneut beschrieben.

**[0071]** Wie unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) erläutert wird, sieht die Erfindung in einem dritten Ausführungsbeispiel einen Kühler vor, wie er im Folgenden beschrieben wird. Der Kühler weist ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel erste Strömungsweg-Gestaltungsmittel und zweite Strömungsweg-Gestaltungsmittel auf. Der Kühler dieses Ausführungsbeispiels unterscheidet sich von dem des ersten Ausführungsbeispiels in der Geometrie der Wärmeabgabebauteile und der des Nebenrohrs der zweiten Strömungsweg-Gestaltungsmittel.

**[0072]** [Fig. 8](#) ist ein allgemeiner Schnitt des Kühlers in diesem Ausführungsbeispiel. [Fig. 8](#) ist ein allgemeiner Schnitt, der an einer Ebene senkrecht zur Hauptfläche des Substrats schneidet. Der Kühler weist ein Nebenrohr **13** auf, das so ausgebildet ist, dass es von einer Oberfläche des Hauptrohrs **11** vorsteht. Das Nebenrohr **13** ist in diesem Ausführungsbeispiel so ausgebildet, dass es einen Querschnitt in der Form eines Berges hat. Das Nebenrohr **13** ist verjüngt, so dass es zum Substrat **1** hin für einen engeren Strömungsweg sorgt. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Nebenrohr **13** so ausgebildet, dass es eine Endfläche hat, die im Wesentlichen parallel zum Substrat **1** verläuft.

**[0073]** Der Kühler weist in diesem Ausführungsbeispiel Plattenbauteile **4** auf. Die Plattenbauteile **4** haben einen Ausschnitt **4a**. Der Ausschnitt **4a** ist so ausgebildet, dass er entlang der Geometrie des Nebenrohrs **13** geneigt ist. Der Ausschnitt **4a** ist so geneigt, dass er zum Substrat **1** hin einen engeren Querschnitt hat. Der Ausschnitt **4a** ist so ausgebildet, dass die Plattenbauteile **4** vom Nebenrohr **13** beabstandet sind.

**[0074]** Das zweite Kühlmittel, das wie durch den Pfeil **52** angegeben einströmt, wird in diesem Ausführungsbeispiel, wie durch den Pfeil **55** angegeben ist, vom Nebenrohr **13** abgegeben. Das Nebenrohr **13**, das verjüngt ist, ermöglicht es einem auftreffenden Düsenstrahl des zweiten Kühlmittels, sich problemlos mit dem ersten Kühlmittel zu vereinigen. Darüber hinaus kann das Nebenrohr auf verschiedene Weise verjüngt sein, um es zu erleichtern, den Druck und den Durchsatz des auftreffenden Düsenstrahls einzustellen.

**[0075]** Darüber hinaus kann das den zweiten Strömungsweg gestaltende Nebenrohr **13**, das im Querschnitt gesehen verjüngt ist, dem ersten Kühlmittel des ersten Strömungswegs helfen, sich dem Substrat **1** zu nähern, und das zweite Kühlmittel, das auf das Substrat **1** getroffen ist, kann am Substrat **1** gesammelt werden. Dies ermöglicht es, dass das zweite Kühlmittel das Substrat **1** wirksamer kühlt. Darüber hinaus können das erste Kühlmittel und das zweite



Kühlmittel in dem ersten Strömungsweg in verschiedenen Schichten strömen und somit drin gehindert werden, sich miteinander zu mischen. Es kann somit ein geringer Druckverlust erreicht werden.

**[0076]** Die übrige Gestaltung sowie Funktionsweise und Wirkung ähneln denen des ersten Ausführungsbeispiels. Daher werden sie nicht erneut beschrieben.

– Viertes Ausführungsbeispiel –

**[0077]** Wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) erläutert wird, sieht die Erfindung in einem vierten Ausführungsbeispiel einen Kühler vor, wie er im Folgenden beschrieben wird. Der Kühler weist in diesem Ausführungsbeispiel die ersten Strömungsweg-Gestaltungsmittel und die zweiten Strömungsweg-Gestaltungsmittel und zusätzlich dritte Strömungsweg-Gestaltungsmittel auf. Genauer gesagt weist der Kühler in diesem Ausführungsbeispiel den ersten Strömungsweg und den zweiten Strömungsweg und zusätzlich einen dritten Strömungsweg auf. Der dritte Strömungsweg ist so ausgebildet, dass er mit dem zweiten Strömungsweg in Verbindung steht.

**[0078]** [Fig. 9](#) ist ein erster allgemeiner Schnitt des Kühlers in diesem Ausführungsbeispiel. [Fig. 9](#) ist ein allgemeiner Schnitt, der an einer Ebene parallel zur Hauptfläche des Substrats schneidet. [Fig. 10](#) ist ein zweiter allgemeiner Schnitt des Kühlers in diesem Ausführungsbeispiel. [Fig. 10](#) ist ein Schnitt entlang der Linie X-X in [Fig. 9](#).

**[0079]** Wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) erläutert wird, weist der Kühler in diesem Ausführungsbeispiel dritte Strömungsweg-Gestaltungsmittel auf, um einen dritten Strömungsweg zum Abgeben eines durch den zweiten Strömungsweg strömenden Kühlmittels zu gestalten. Die dritten Strömungsweg-Gestaltungsmittel umfassen eine Trennwand 6. Die Trennwand 6 ist zwischen dem Hauptrohr 11 und dem Substrat 1 angeordnet. Die Trennwand liegt in der Form einer flachen Platte vor. Die Trennwand 6 ist so angeordnet, dass sie eine Hauptfläche hat, die im Wesentlichen parallel zu der hinteren Fläche des Substrats 1 verläuft. Die Trennwand 6 ist so angeordnet, dass sie den ersten Strömungsweg in zwei Strömungswege unterteilt.

**[0080]** Das zweite Strömungsweg-Gestaltungsbau teil umfasst ein Nebenrohr 14. Das Nebenrohr 14 durchdringt die Trennwand 6. Das Nebenrohr 14 hat in einem zwischen dem Substrat 1 und der Trennwand 6 liegenden Raum einen Düsenauslass. Das Nebenrohr 14 ist an der Trennwand 6 ohne einen Spalt befestigt. Genauer gesagt gibt es keinen Spalt zwischen dem Nebenrohr 14 und der Trennwand 6.

**[0081]** Der Kühler weist die Wärmeabgabebauteile auf, die in diesem Ausführungsbeispiel durch Plattenbauteile 7 ausgeführt sind. Die Plattenbauteile 7 sind so ausgebildet, dass sie die Trennwand 6 durchdringen. Die Plattenbauteile 7 haben einen Ausschnitt 7a. Der Ausschnitt 7a ist so ausgebildet, dass er in einer Ebene gesehen kreisförmig ist. Der Ausschnitt 7a ist entlang der Geometrie des Nebenrohrs 14 ausgebildet.

**[0082]** In diesem Ausführungsbeispiel wird der erste Strömungsweg durch einen Raum definiert, der zwischen dem Hauptrohr 11 und der Trennwand 6 liegt. Darüber hinaus wird der dritte Strömungsweg durch einen Raum definiert, der zwischen dem Substrat 1 und der Trennwand 6 liegt. Das Hauptrohr 11 und das Nebenrohr 14 definieren den zweiten Strömungsweg.

**[0083]** Die Kühlmittel-Versorgungseinrichtung ist in diesem Ausführungsbeispiel so ausgebildet, dass es ein Kühlmittel direkt dem ersten Strömungsweg und dem zweiten Strömungsweg zuführt und es vermeidet, ein Kühlmittel direkt dem dritten Strömungsweg zuzuführen.

**[0084]** Der erste Strömungsweg und der zweite Strömungsweg sind voneinander isoliert. Das erste Kühlmittel kühlt die Plattenbauteile 7, während es, wie durch den Pfeil 51 angegeben ist, durch den ersten Strömungsweg weiterläuft. Das zweite Kühlmittel strömt durch den zweiten Strömungsweg und wird, wie durch den Pfeil 53 angegeben ist, aus dem Nebenrohr 14 ausgestoßen. Das zweite Kühlmittel bildet einen auftreffenden Düsenstrahl und kühlt dadurch die hintere Fläche des Substrats 1.

**[0085]** Nachdem das zweite Kühlmittel auf das Substrat 1 getroffen ist, strömt das zweite Kühlmittel durch den dritten Strömungsweg. In dem dritten Strömungsweg strömt das Kühlmittel, wie durch den Pfeil 56 angegeben ist, zu einer Ablassöffnung. Das zweite Kühlmittel kühlt in dem dritten Strömungsweg, während es weiterläuft, das Substrat 1 und die Plattenbauteile 7. Der erste Weg ist vollständig vom zweiten und dritten Weg getrennt.

**[0086]** Der Kühler weist in diesem Ausführungsbeispiel einen Weg, der einen Wechselrichter durch einen auftreffenden Düsenstrahl kühlt, und einen Weg, der die Wärmeabgabebauteile kühlt, auf, die voneinander getrennt sind. Der Kühler ist so ausgebildet, dass er verhindert, dass sich das zweite Kühlmittel, das einen auftreffenden Düsenstrahl bildet, und das erste Kühlmittel, das die Wärmeabgabebauteile kühlt, miteinander mischen. Dies kann das Zusammentreffen des ersten Kühlmittels, das die Wärmeabgabebauteile kühlt, mit dem zweiten Kühlmittel, das den auftreffenden Düsenstrahl bildet, verringern oder verhindern, so dass dem auftreffenden Düsenstrahl ermöglicht wird, das Objekt wirksamer zu kühlen.

**[0087]** Alternativ kann der Kühler in diesem Ausführungsbeispiel vermeiden, dass sich das erste Kühlmittel und das zweite Kühlmittel miteinander mischen. Zum Beispiel können das erste Kühlmittel und das zweite Kühlmittel jeweils verschiedene Kühlmittel sein. In diesem Fall kann die Kühlmittel-Versorgungseinrichtung eine Kühlmittel-Versorgungseinrichtung sein, die eine Umwälzeinrichtung für das erste Kühlmittel und eine für das zweite Kühlmittel, das sich vom ersten Kühlmittel unterscheidet, umfasst.

**[0088]** Darüber hinaus haben die Plattenbauteile in diesem Ausführungsbeispiel einen Ausschnitt, wobei der Ausschnitt entlang der Geometrie eines Nebenrohrs ausgebildet ist. Das Nebenrohr stößt das zweite Kühlmittel aus, das sich radial entlang der Geometrie des Nebenrohrs ausbreitet. Diese Gestaltung kann verhindern, dass die Plattenbauteile das zweite Kühlmittel maßgeblich am Ausbreiten hindert.

**[0089]** Die übrige Gestaltung sowie Funktionsweise und Wirkung ähneln denen des ersten Ausführungsbeispiels. Daher werden sie nicht erneut beschrieben.

**[0090]** Die Erfindung kann also einen Kühler zur Verfügung stellen, der für eine hervorragende Leistung sorgt, um einen Wechselrichter zu kühlen.

**[0091]** In den oben beschriebenen Figuren sind gleiche oder ähnliche Abschnitte gleich bezeichnet.

#### Gewerbliche Anwendbarkeit

**[0092]** Die Erfindung lässt sich bei einer Anordnung aus einem Wechselrichter und einem Kühler einsetzen.

#### Patentansprüche

1. Anordnung aus einem Wechselrichter (21) und einem Kühler zum Kühlen des Wechselrichters (21), wobei der Kühler Folgendes umfasst:  
ein Substrat (1), das eine Oberfläche hat, auf der der Wechselrichter (21) angeordnet ist;  
Wärmeabgabebauteile (2, 3, 4, 7), die an einer anderen, gegenüberliegenden Oberfläche des Substrats (1) befestigt sind und einen Bereich umgeben, der einem Bereich gegenüberliegt, in dem auf der einen Oberfläche des Substrats (1) der Wechselrichter (21) angeordnet ist;  
ein Hauptrohr (11, 11a, 11b), das von der anderen Oberfläche des Substrats (1) entfernt liegt und einen Raum begrenzt, der zwischen dem Hauptrohr (11, 11a, 11b) und dem Substrat (1) liegt und der so ausgebildet ist, dass ihm ein Kühlmittel zugeleitet werden kann und er dem Kühlmittel ermöglicht, mit den Wärmeabgabebauteilen (2, 3, 4, 7) in Kontakt zu treten; und

ein Nebenrohr (12–14), das von dem Hauptrohr (11, 11a, 11b) zum Substrat (1) hin vorsteht und das dem Bereich des Substrats (1) gegenüberliegt, in dem der Wechselrichter (21) angeordnet ist, sodass es auf der anderen Oberfläche des Substrats (1) an dem Bereich, der dem Bereich gegenüberliegt, in dem der Wechselrichter (21) angeordnet ist, ein dem Hauptrohr (11, 11a, 11b) zugeführtes Kühlmittel auftritt lässt, wobei das dem Hauptrohr (11, 11a, 11b) zugeführte Kühlmittel von dem dem Raum zugeführten Kühlmittel getrennt ist, bis es aus dem Nebenrohr (12–14) ausgestoßen wird.

2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Wärmeabgabebauteile (2, 3, 4, 7) ein Plattenbauteil (2, 4, 7) und/oder ein Stabbauteil (3) umfassen.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei:  
das Nebenrohr (12) eine Endfläche (12a) hat, die dem Substrat (1) gegenüberliegt; und  
die Endfläche (12a) geneigt ist, um in einer Richtung, in der das Kühlmittel entlang des Raums strömt, für einen größeren Strömungsweg zu sorgen.

4. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Nebenrohr (13) verjüngt ist, so dass es zum Substrat (1) hin enger wird.

5. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, mit außerdem einer Trennwand (6) zwischen dem Hauptrohr (11, 11a, 11b) und dem Substrat (1), wobei das Nebenrohr (14) die Trennwand (6) durchdringt und an der Trennwand (6) ohne einen Spalt befestigt ist; und  
der Raum zwischen dem Hauptrohr (11, 11a, 11b) und der Trennwand (6) liegt.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Wechselrichter (21) einen MOSFET oder einen IGBT umfasst.

7. Verwendung der Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 in einer solchen Orientierung, dass die eine Oberfläche des Substrats (1) in entweder der Lotrichtung oder einer gegenüber der Lotrichtung geneigten Richtung verläuft.

8. Verwendung der Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 in einer solchen Orientierung, dass die eine Oberfläche des Substrats (1) in Lotrichtung nach unten weist.

9. Verwendung der Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 derart, dass der Raum und das Hauptrohr (11, 11a, 11b) von einer gemeinsamen Kühlmittel-Versorgungseinrichtung mit dem jeweiligen Kühlmittel versorgt werden.

10. Verwendung nach Anspruch 9, wobei das Kühlmittel, mit dem der Raum versorgt wird, und das Kühlmittel, mit dem das Hauptrohr (**11**, **11a**, **11b**) versorgt wird, gleich sind.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

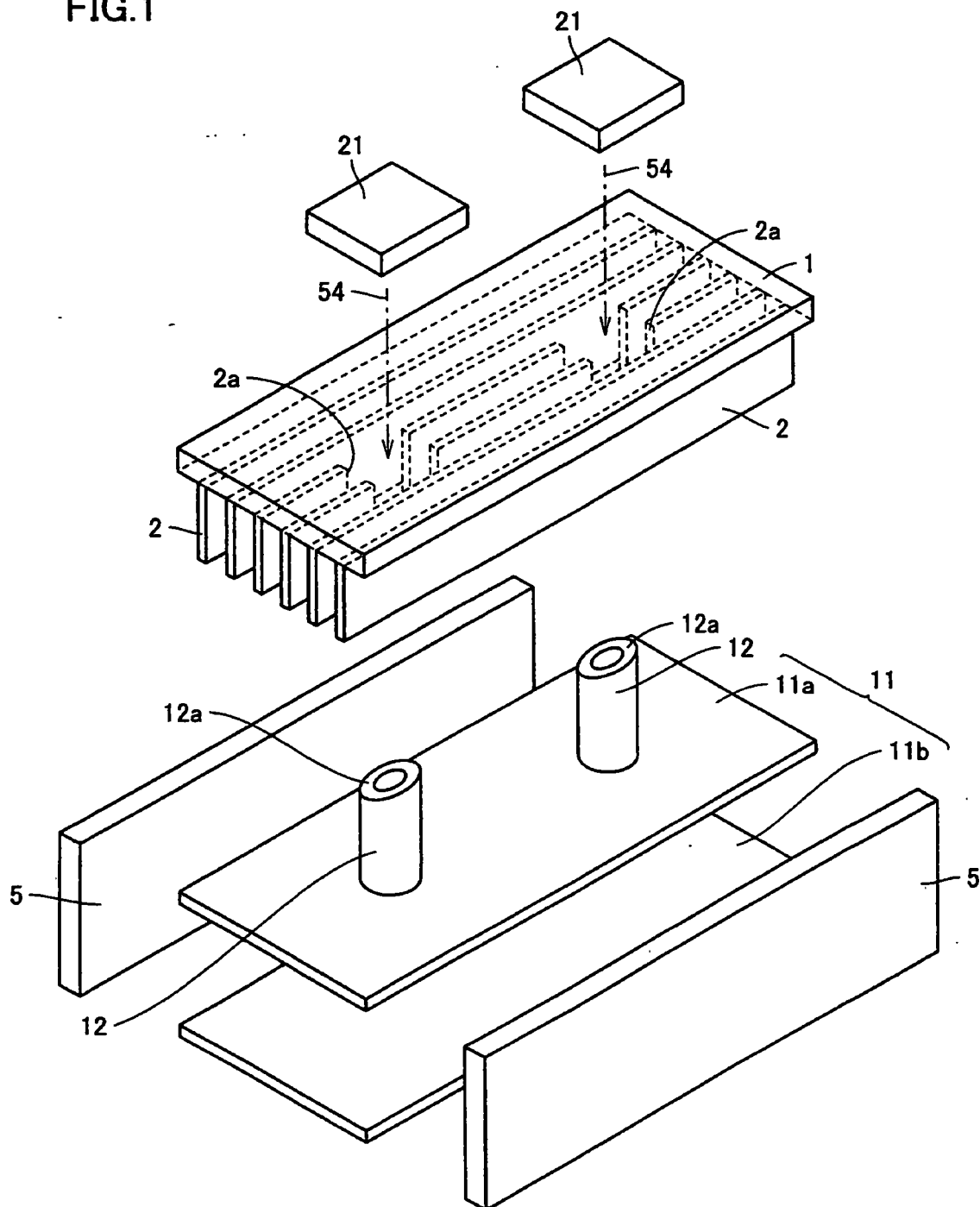


FIG.2

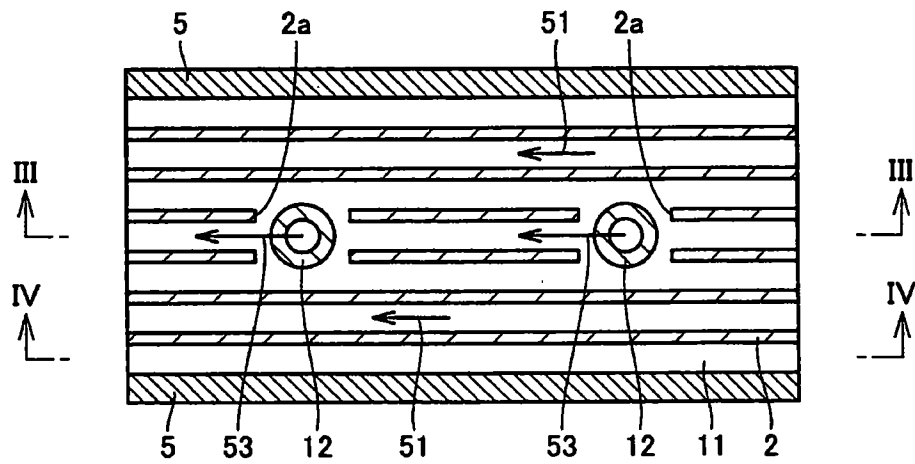


FIG.3

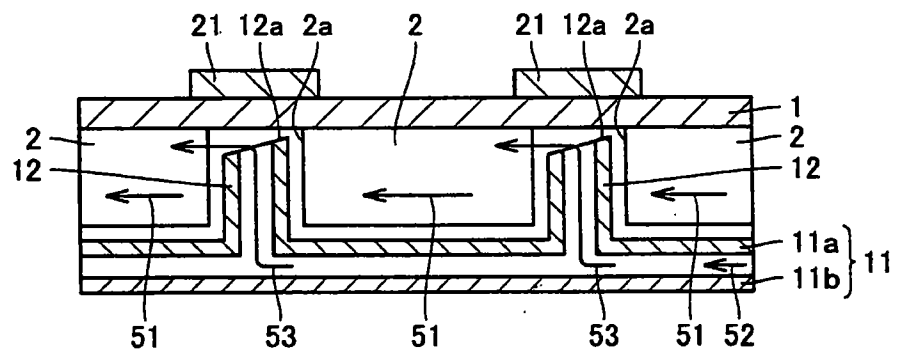


FIG.4

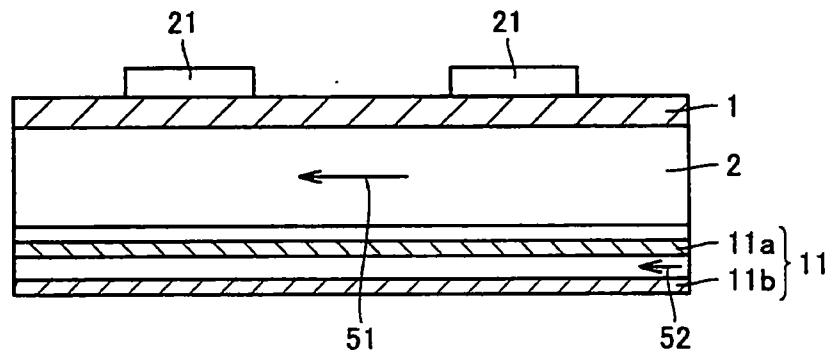




FIG.5

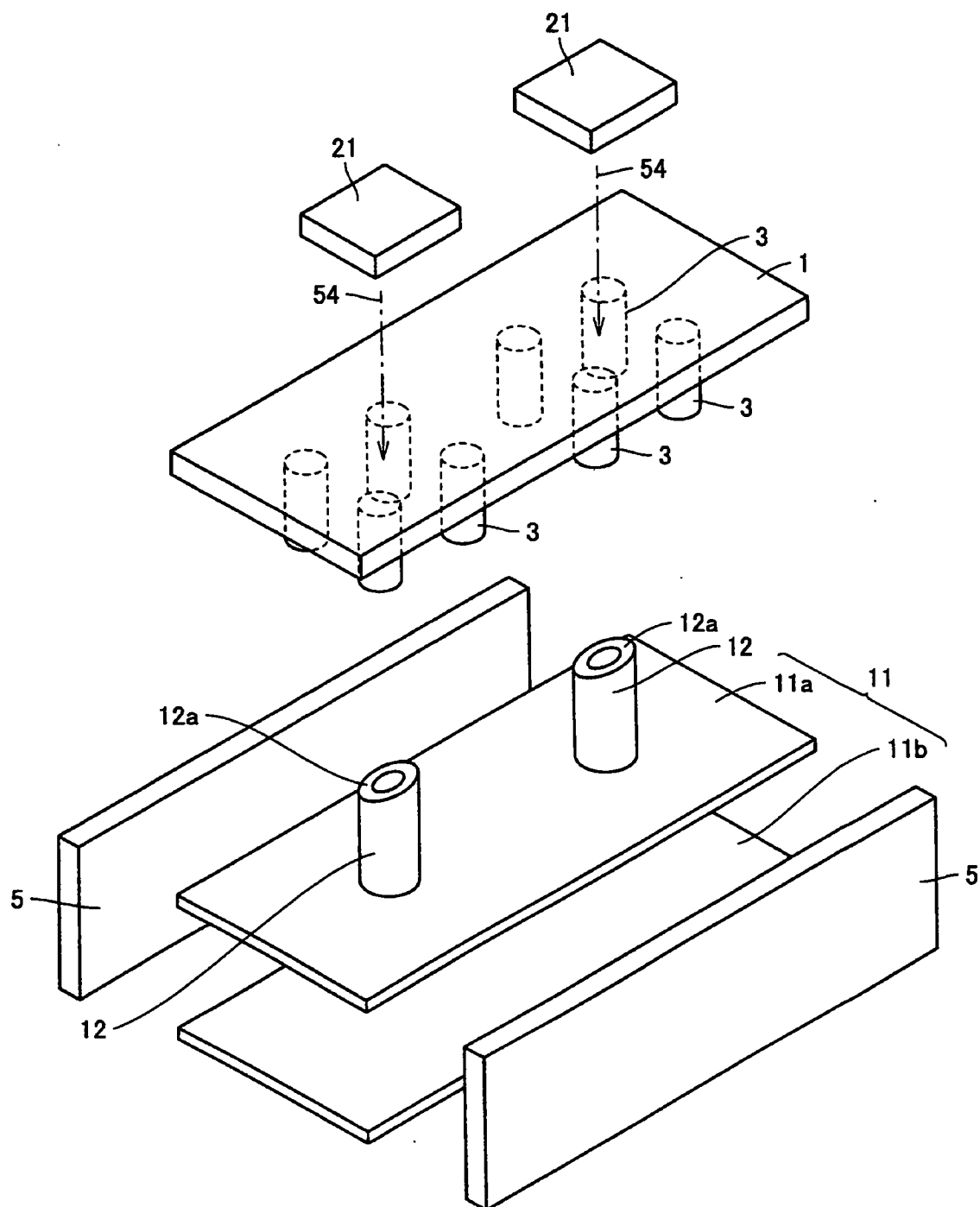


FIG.6

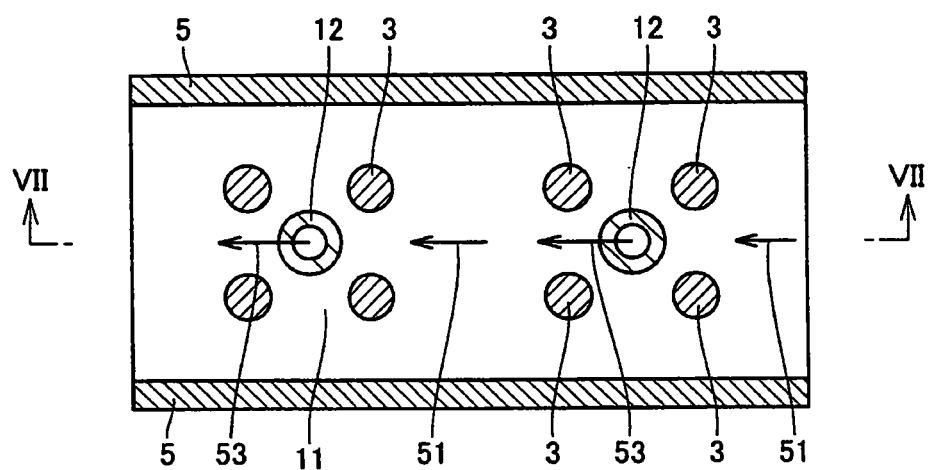


FIG.7

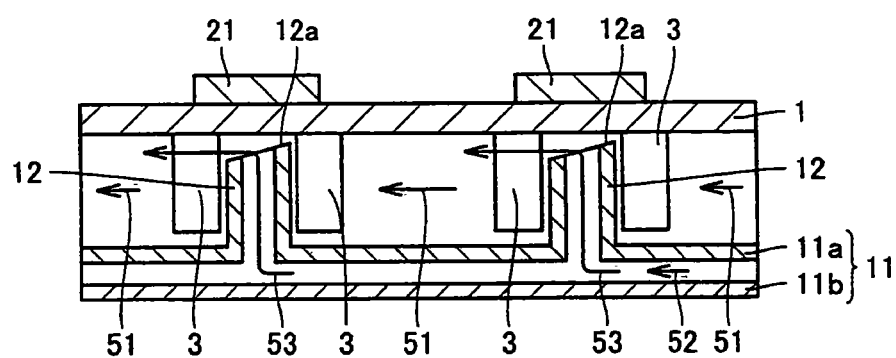


FIG.8

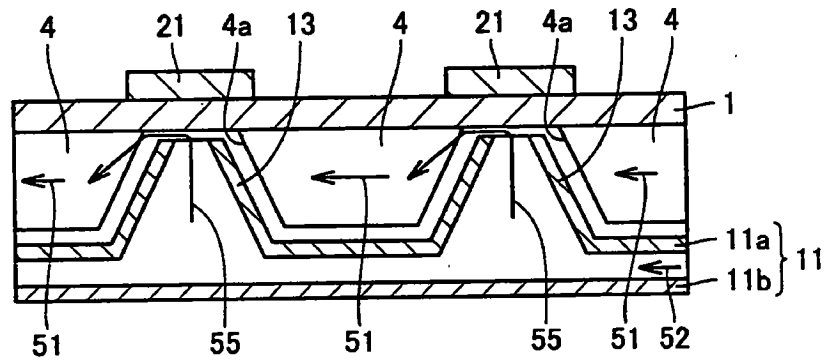


FIG.9

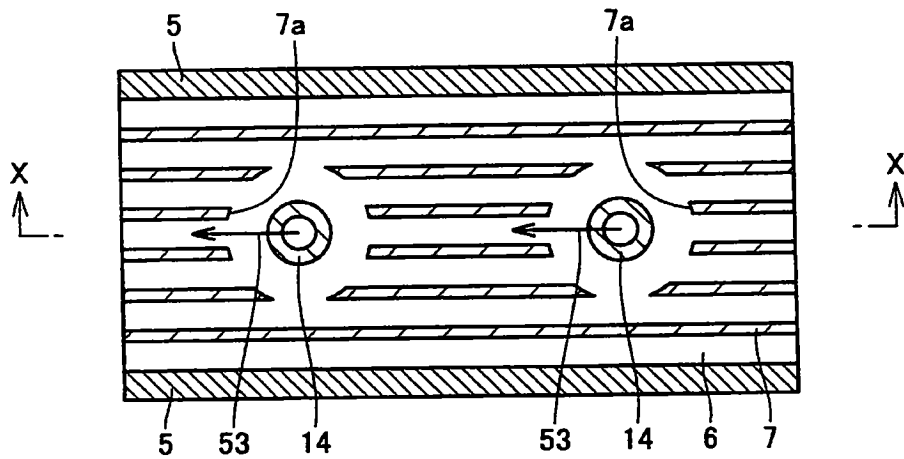


FIG.10

