(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2020 000 282 T5** 2021.10.07

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/162549**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 000 282.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/004585**
(86) PCT-Anmeldetag: **06.02.2020**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **13.08.2020**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **07.10.2021**

(51) Int Cl.: ***H01L 23/473*** (2006.01)
H01L 23/367 (2006.01)
F28F 3/02 (2006.01)
F28F 13/08 (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2019-021316 **08.02.2019** **JP**

(71) Anmelder:
UACJ Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Kramer Barske Schmidtchen Patentanwälte PartG mbB, 80687 München, DE

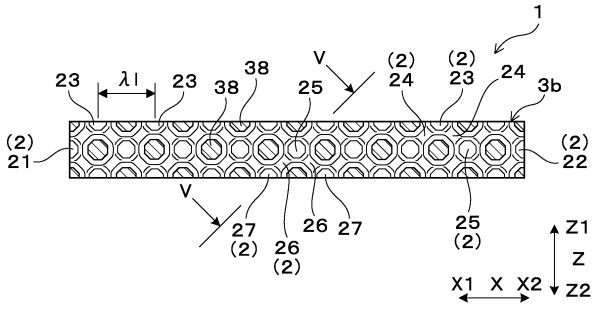
(72) Erfinder:
Sakai, Yoshiharu, Tokyo, JP; Hata, Tetsuro, Tokyo, JP; Torikai, Gaku, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Wärmesenke und Wärmetauscher**

(57) Zusammenfassung: Ein Kühlmitteldurchlass (2) einer Wärmesenke (1) weist einen Kühlmitteleinführteil (21), einen Kühlmittelausführteil (22), Kühlmittelkontaktteile (23), Kühlmitteldurchgangsteile (25) und Verbindungsteile (24) auf. Die Kühlmittelkontaktteile (23) sind voneinander beabstandet entlang eines Kühlmittelwegs, der von dem Kühlmitteleinführteil (21) zu dem Kühlmittelausführteil (22) führt, angeordnet und sind so ausgebildet, dass sie das Kühlmittel mit einem Kühlwandungsteil in Kontakt bringen. Die Kühlmitteldurchgangsteile (25) sind zwischen angrenzenden Kühlmittelkontaktteilen (23) angeordnet und sind so ausgebildet, dass das Kühlmittel von stromaufwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteilen (23) zu stromabwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteilen (23) in den Kühlmittelwegen passieren kann. Die Verbindungsteile (24) sind zwischen den Kühlmitteldurchgangsteilen (25) und den Kühlmittelkontaktteilen (23) eingefügt und weisen eine Durchlassquerschnittsfläche auf, die kleiner als jene der Kühlmittelkontaktteile (23) und der Kühlmitteldurchgangsteile (25) ist.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wärmesenke und einen Wärmetauscher.

HINTERGRUND

[0002] Ein Wärmetauscher, der einen Kühlwandungsteil, auf dem ein wärmeerzeugender Körper platziert wird, aufweist, wird zum Kühlen des wärmeerzeugenden Körpers, wie beispielsweise einer Halbleitervorrichtung, verwendet. Zu dem Zweck effizienteren Kühlens des wärmeerzeugenden Körpers sind beispielsweise Lamellen, wie beispielsweise Plattenlamellen, Stiftlamellen oder Welllamellen, auf diesem Typ von Kühlwandungsteil montiert.

[0003] Beispielsweise wird in Patentdokument 1 ein Kern einer gestapelten Wärmesenke beschrieben, die derart ausgebildet ist, dass Metallplatten, die jeweils zahlreiche Schlitze aufweisen, gestapelt sind und dass Kühlwasser durch diese Schlitze strömt. Die Metallplatten, die den Kern darstellen, weisen jeweils auf: zahlreiche Längsrippen, die lang und dünn sind und parallel zueinander sind; und Querrippen, von denen jede angrenzende Längsrippen koppelt. Zudem sind hinsichtlich der Mehrzahl von Metallplatten die Längsrippen zueinander ausgerichtet, und sind die Positionen der Querrippen voneinander versetzt gestapelt.

STAND DER TECHNIK

Patentdokument

[0004] Patentdokument 1 Japanische offengelegte Patentveröffentlichung 2014-33063

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

VON DER ERFINDUNG
ZU LÖSENDE PROBLEME

[0005] Wenn das Kühlmittel durch die Wärmesenke strömen gelassen wird, wird aufgrund von Wärmeaustausch mit der Wärmesenke die Temperatur des Kühlmittels, das durch einen Abschnitt der Wärmesenke strömt, der nahe an der inneren Oberfläche ist, höher als die Temperatur des Kühlmittels, das durch einen Abschnitt der Wärmesenke strömt, der von der inneren Oberfläche beabstandet ist. Da die Schlitze in dem Kern von Patentdokument 1 jeweils eine längliche Form aufweisen, die entlang der Strömungsrichtung des Kühlwassers ausgedehnt ist, tritt tendenziell ein Gradient in der Temperaturverteilung des oben beschriebenen Kühlwassers innerhalb der Schlitze auf. Wenn ein derartiger Gradient in der Temperaturverteilung des Kühlwassers auftritt, wird die Temperaturdifferenz zwischen dem Kern und dem Kühlwasser, das den Kern kontaktiert, klein, und folglich besteht ein Risiko, dass dies zu einer Abnahme einer Wärmeaustauscheffizienz und im Gegenzug zu einer Abnahme einer Kühlleistung führen wird.

[0006] Die vorliegende Erfindung wurde unter Berücksichtigung dieses Hintergrunds erdacht, und ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, eine Wärmesenke, die die Kühlleistung eines Wärmetauschers verbessern kann, und einen Wärmetauscher, der die Wärmesenke aufweist, vorzusehen.

MITTEL ZUM LÖSEN DER PROBLEME

[0007] Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Wärmesenke, die derart ausgebildet ist, dass sie auf einem Kühlwandungsteil, der einen wärmeerzeugenden Körper kühlt, in einem Wärmetauscher montierbar ist, und die einen Kühlmitteldurchlass aufweist, der derart ausgebildet ist, dass Kühlmittel dadurch strömen gelassen werden kann, bei der:

der Kühlmitteldurchlass aufweist:

einen Kühlmitteleinführteil, durch den das Kühlmittel eingebracht wird;

einen Kühlmittelausführteil, aus dem das Kühlmittel ausgeführt wird;

eine Mehrzahl von Kühlmittelkontaktteilen, die voneinander beabstandet entlang eines Kühlmittelwegs, der von dem Kühlmitteleinführteil zu dem Kühlmittelausführteil führt, angeordnet sind und die das Kühlmittel mit dem Kühlwandungsteil in Kontakt bringen;

einen Kühlmitteldurchgangsteil, der zwischen angrenzenden Kühlmittelkontaktteilen angeordnet ist und durch den das Kühlmittel von einem stromaufwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteil zu einem stromabwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteil in dem Kühlmittelweg passiert; und

Verbindungsteile, die zwischen dem Kühlmitteldurchgangsteil und den Kühlmittelkontaktteilen eingefügt sind und deren Durchlassquerschnittsfläche kleiner als jene der Kühlmittelkontaktteile und des Kühlmitteldurchgangsteils ist.

WIRKUNGEN DER ERFINDUNG

[0008] Die Wärmesenke weist den Kühlmitteldurchlass auf, der aufweist: die Mehrzahl von Kühlmittelkontaktteilen, die zwischen dem Kühlmitteleinführteil und dem Kühlmittelausführteil angeordnet sind; den Kühlmitteldurchgangsteil, durch den das Kühlmittel von dem stromaufwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteil zu dem stromabwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteil in dem Kühlmittelweg passiert; und die Verbindungsteile, die zwischen dem Kühlmitteldurchgangsteil und den Kühlmittelkontaktteilen eingefügt sind.

Zudem weisen die Verbindungsteile eine Durchlassquerschnittsfläche auf, die kleiner als jene der Kühlmittelkontaktteile und des Kühlmitteldurchgangsteils ist.

[0009] In dem Kühlmitteldurchlass verläuft, wenn das Kühlmittel von dem Kühlmitteldurchgangsteil in den Kühlmittelkontaktteil strömt, das Kühlmittel durch den Verbindungsteil, dessen Durchlassquerschnittsfläche kleiner als jene des Kühlmitteldurchgangsteils und des Kühlmittelkontaktteils ist. Der Kühlmitteldurchlass kann aufgrund der Zunahme/Abnahme der Größe des Durchlasses mit guter Effizienz das Kühlmittel, das in den Kühlmittelkontaktteil geströmt ist, durchmischen. Zudem kann aufgrund der Zunahme/Abnahme der Größe des Durchlasses der Kühlmitteldurchlass auch mit guter Effizienz das Kühlmittel, das von dem Kühlmittelkontaktteil in den Kühlmitteldurchgangsteil geströmt ist, durchmischen, gleichermaßen wie das Kühlmittel, das in den Kühlmittelkontaktteil strömt.

[0010] Somit kann, da der Kühlmitteldurchlass so ausgebildet ist, dass er hinsichtlich Größe entlang des Kühlmittelwegs wiederholt zunimmt/abnimmt, das Kühlmittel, das in dem Kühlmitteldurchlass strömt, mit guter Effizienz durchmischt werden, und ein Gradient in der Temperatur des Kühlmittels kann reduziert werden. Infolgedessen kann die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmesenke und dem Kühlmittel, das die Wärmesenke kontaktiert, weiter erhöht werden, und dadurch kann eine Kühlleistung weiter verbessert werden.

[0011] Daher kann gemäß der oben genannten Wärmesenke die Kühlleistung eines Wärmetauschers verbessert werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine schräge Ansicht einer Wärmesenke gemäß einer ersten Ausführungsform.

Fig. 2 ist eine Ansicht der Wärmesenke gemäß der ersten Ausführungsform von oben.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht entlang Linie III-III in **Fig. 2**.

Fig. 4 ist eine Teilquerschnittsansicht entlang Linie IV-IV in **Fig. 2**.

Fig. 5 ist eine Teilquerschnittsansicht entlang Linie V-V in **Fig. 3**.

Fig. 6 ist eine Draufsicht, aus einer zweiten Richtung betrachtet, einer ersten Lamellenplatte gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 7 ist eine Draufsicht, aus der zweiten Richtung betrachtet, einer zweiten Lamellenplatte gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 8 ist eine Draufsicht, aus der zweiten Richtung betrachtet, der ersten Lamellenplatte, der Vertiefungen und Vorsprünge an einem Abschnitt in einer Längsrichtung verliehen worden sind, gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Fig. 9 ist eine Draufsicht, aus der zweiten Richtung betrachtet, der ersten Lamellenplatte, der Vertiefungen und Vorsprünge an einem Abschnitt in einer Querrichtung verliehen worden sind, gemäß einer dritten Ausführungsform.

Fig. 10 ist eine schräge Ansicht eines Wärmetauschers gemäß einer vierten Ausführungsform.

Fig. 11 ist eine Ansicht des Wärmetauschers gemäß der vierten Ausführungsform von oben.

Fig. 12 ist eine Querschnittsansicht entlang Linie XII-XII in **Fig. 11**.

Fig. 13 ist eine schräge Explosionsansicht einer Wärmesenke, in der eine Mehrzahl von Platten, die Schlitze aufweisen, gestapelt ist, gemäß einer ersten Vergleichsausführungsform.

Fig. 14 ist eine Ansicht der Wärmesenke gemäß der ersten Vergleichsausführungsform von oben.

Fig. 15 ist eine Querschnittsansicht entlang Linie XV-XV in **Fig. 14**.

Fig. 16 ist ein Diagramm, in dem die Kühlleistung der Wärmesenke gemäß der ersten Ausführungsform und die Kühlleistung der Wärmesenke gemäß der ersten Vergleichsausführungsform verglichen werden.

WEISEN ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0012] Die oben genannte Wärmesenke kann einen Kühlmitteldurchlass aufweisen oder kann eine Mehrzahl von Kühlmitteldurchlässen aufweisen. In dem Fall des Letzteren können der Kühlmitteleinführteil und der Kühlmittelausführteil jedes Kühlmitteldurchlasses derart vorgesehen sein, dass sie von dem/den Kühlmitteleinführteil(-en) und dem/den Kühlmittelausführteil(-en) eines anderen Kühlmitteldurchlasses/anderer Kühlmitteldurchlässe getrennt sind. Zudem kann die Mehrzahl von Kühlmitteldurchlässen einen gemeinsamen Kühlmitteleinführteil und einen gemeinsamen Kühlmittelausführteil aufweisen, und die Mehrzahl von Kühlmitteldurchlässen kann parallel zwischen dem Kühlmitteleinführteil und dem Kühlmittelausführteil verbunden sein.

[0013] Die Kühlmittelkontaktteile können derart angeordnet sein, dass sie den Kühlwandungsteil kontaktieren, oder können derart angeordnet sein, dass sie von dem Kühlwandungsteil beabstandet sind. Unter dem Gesichtspunkt weiteren Verbesserns einer Kühlleistung sind die Kühlmittelkontaktteile bevorzugt

derart angeordnet, dass sie den Kühlwandungsteil kontaktieren.

[0014] Der Kühlmitteldurchgangsteil ist entlang des Kühlmittelwegs innerhalb des Kühlmitteldurchlasses zwischen angrenzenden Kühlmittelkontaktteilen angeordnet. Der Kühlmitteldurchgangsteil ist bevorzugt derart angeordnet, dass er weiter von dem Kühlwandungsteil beabstandet ist als die Kühlmittelkontaktteile. In dieser Situation kann die Anzahl der Kühlmittelkontaktteile, die in jedem der Kühlmitteldurchlässe angeordnet sind, durch weiteres Verschmälern des Raums zwischen angrenzenden Kühlmittelkontaktteilen weiter erhöht werden.

[0015] Zudem kann durch Anordnen des Kühlmitteldurchgangsteils an einer Stelle, die weiter von dem Kühlwandungsteil beabstandet ist als die Kühlmittelkontaktteile, das Kühlmittel in dem Kühlmitteldurchgangsteil und den Kühlmittelkontaktteilen effizienter durchmischt werden. Es besteht eine Tendenz für die Temperatur der Wärmesenke, niedriger zu werden, je größer der Abstand von dem Kühlwandungsteil wird. Folglich wird die Temperatur des Kühlmittels, das innerhalb der Kühlmittelkontaktteile durch einen Abschnitt verlaufen ist, der vergleichsweise nahe an dem Kühlwandungsteil ist, aufgrund des Austauschs von Wärme mit dem Kühlwandungsteil und dergleichen tendenziell vergleichsweise hoch. Andererseits wird die Temperatur des Kühlmittels, das innerhalb der Kühlmittelkontaktteile durch einen Abschnitt verlaufen ist, der vergleichsweise weit von dem Kühlwandungsteil entfernt ist, im Vergleich zu der Temperatur des Kühlmittels, das durch den Abschnitt verlaufen ist, der vergleichsweise nahe an dem Kühlwandungsteil ist, tendenziell niedrig. Dementsprechend tritt ein Gradient in der Temperaturverteilung des Kühlmittels, das aus den Kühlmittelkontaktteilen herausströmt, auf.

[0016] Somit kann selbst in der Situation, in der es einen Gradienten in der Temperaturverteilung des Kühlmittels, das aus den Kühlmittelkontaktteilen herausströmt, gibt, durch Anordnen des Kühlmitteldurchgangsteils an einer Stelle, die weiter von dem Kühlwandungsteil beabstandet ist als die Kühlmittelkontaktteile, das Kühlmittel effizienter durchmischt werden, und dadurch kann ein Gradient in der Temperaturverteilung verringert werden. Infolgedessen kann die Temperatur des Kühlmittels, das dem stromabwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteil zugeführt wird, niedriger als bei dem Kühlmittel mit vergleichsweise hoher Temperatur, das oben beschrieben wurde, gemacht werden.

[0017] Infolgedessen kann durch Anordnen des Kühlmitteldurchgangsteils an einer Stelle, die weiter von dem Kühlwandungsteil beabstandet ist als die Kühlmittelkontaktteile, die Kühlleistung eines Wärmetauschers weiter verbessert werden.

[0018] Die Kühlmittelkontaktteile und der Kühlmitteldurchgangsteil sind über Verbindungsteile verbunden. Die Verbindungsteile weisen eine Durchlassquerschnittsfläche auf, die kleiner als jene der Kühlmittelkontaktteile und des Kühlmitteldurchgangsteils ist. D.h., der Kühlmitteldurchlass weist einen Abschnitt auf, an dem die Durchlassquerschnittsfläche entlang des Kühlmittelwegs, der von dem Kühlmittelkontaktteil zu dem Kühlmitteldurchgangsteil führt, am kleinsten ist, und dieser Abschnitt, an dem die Durchlassquerschnittsfläche am kleinsten ist, wird als ein Verbindungsteil bezeichnet. Es wird angemerkt, dass die Durchlassquerschnittsfläche, die oben beschrieben wurde, die Querschnittsfläche eines Querschnitts, der orthogonal zu der Strömung des Kühlmittels ist, innerhalb des Kühlmitteldurchlasses bezeichnet.

[0019] Die Verbindungsteile sind bevorzugt derart angeordnet, dass die Kühlmittelkontaktteile und der Kühlmitteldurchgangsteil über die kürzeste Strecke verbunden sind. In dieser Situation kann aufgrund der Verbindungsteile eine Zunahme eines Druckverlusts, die die Reduzierung der Durchlassquerschnittsfläche begleitet, weiter gemindert werden, während die Kühlleistungsverbesserungswirkung sichergestellt wird.

[0020] Der Kühlmitteldurchlass kann aufweisen: einen zweiten Kühlmitteldurchgangsteil, der zwischen angrenzenden Kühlmitteldurchgangsteilen angeordnet ist und durch den das Kühlmittel von einem stromaufwärtsseitigen Kühlmitteldurchgangsteil zu einem stromabwärtsseitigen Kühlmitteldurchgangsteil in dem Kühlmittelweg passiert; und einen zweiten Verbindungsteil, der zwischen dem zweiten Kühlmitteldurchgangsteil und dem Kühlmitteldurchgangsteil angeordnet ist und dessen Durchlassquerschnittsfläche kleiner als jene des Kühlmitteldurchgangsteils und des zweiten Kühlmitteldurchgangsteils ist. In dieser Situation kann das Kühlmittel in dem zweiten Kühlmitteldurchgangsteil durchmischt werden, gleichermaßen wie in den Kühlmitteldurchgangsteilen.

[0021] Zudem wird, wie oben beschrieben wurde, da es eine Tendenz für die Temperatur der Wärmesenke gibt, niedriger zu werden, je größer der Abstand von dem Kühlwandungsteil wird, die Temperatur des Kühlmittels, das durch den zweiten Kühlmitteldurchgangsteil verlaufen ist, tendenziell niedriger als die Temperatur des Kühlmittels, das durch den Kühlmittelkontaktteil verläuft. Aus diesem Grund wird durch Vorsehen des zweiten Kühlmitteldurchgangsteils bewirkt, dass das Kühlmittel mit vergleichsweise hoher Temperatur, das von den Kühlmittelkontaktteilen über die Verbindungsteile einströmt, sich an dem Kühlmitteldurchgangsteil mit dem Kühlmittel mit vergleichsweise niedriger Temperatur, das von dem zweiten Kühlmitteldurchgangsteil über den zweiten Verbindungsteil einströmt, verbindet, und dadurch

vermischen sich diese Kühlmittel effizienter und kann die Temperatur des Kühlmittels weiter gesenkt werden. Infolgedessen kann die Kühlleistung des Wärmetauschers weiter verbessert werden.

[0022] Es wird angemerkt, dass der zweite Verbindungsteil ein Abschnitt ist, an dem die Durchlassquerschnittsfläche entlang des Kühlmittelwegs, der von dem Kühlmitteldurchgangsteil zu dem zweiten Kühlmitteldurchgangsteil führt, am kleinsten ist. Zudem bezeichnet die Durchlassquerschnittsfläche, die oben beschrieben wurde, die Querschnittsfläche eines Querschnitts, der orthogonal zu der Strömung des Kühlmittels ist, innerhalb des Kühlmitteldurchlasses.

[0023] Der zweite Verbindungsteil ist bevorzugt derart angeordnet, dass er den Kühlmitteldurchgangsteil und den zweiten Kühlmitteldurchgangsteil über den kürzesten Abstand verbindet, gleichermaßen wie es die Verbindungsteile sind. In dieser Situation kann aufgrund des zweiten Verbindungsteils eine Zunahme eines Druckverlusts, die die Reduzierung der Durchlassquerschnittsfläche begleitet, weiter gemindert werden, während die Kühlleistungsverbesserungswirkung sichergestellt wird.

[0024] Der zweite Kühlmitteldurchgangsteil ist bevorzugt derart angeordnet, dass er weiter von dem Kühlwandungsteil beabstandet ist als die Kühlmitteldurchgangsteile. In dieser Situation kann aus denselben Gründen wie jenen in der Situation, in der der Kühlmitteldurchgangsteil derart angeordnet ist, dass er weiter von dem Kühlwandungsteil beabstandet ist als die Kühlmittelkontaktteile, wie oben beschrieben wurde, die Kühlleistung des Wärmetauschers weiter verbessert werden.

[0025] Die oben genannte Wärmesenke kann eine Mehrzahl von Lamellenplatten, die übereinander gestapelt sind, aufweisen, und der Kühlmitteldurchlass/die Kühlmitteldurchlässe kann/können zwischen angrenzenden Lamellenplatten ausgebildet sein. In dieser Situation kann/können der Kühlmitteldurchlass/die Kühlmitteldurchlässe durch Durchführen der einfachen Arbeit eines Stapelns der Mehrzahl von Lamellenplatten ausgebildet werden. Aus diesem Grund können die Herstellungskosten der Wärmesenke weiter reduziert werden.

[0026] Hinsichtlich der Wärmesenke, die die Mehrzahl von Lamellenplatten aufweist, ist der Planaritätsgrad der Randoberfläche der Wärmesenke auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile aufweist, bevorzugt 0,2 mm oder weniger. D.h., wenn die Randoberflächen der Lamellenplatten auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile aufweist, alle sandwichartig zwischen zwei Ebenen, die parallel zueinander sind, eingefügt sind, wäre der Abstand zwischen den zwei Ebenen bevorzugt 0,2 mm oder weniger. In dieser Situation kann, wenn der Kühlwandungsteil und die Wärmesenke hartgelötet werden sollen, leichter bewirkt werden, dass Zusatzmaterial zwischen dem Kühlwandungsteil und der Wärmesenke eindringt, und dadurch kann das Auftreten von Verbindungsdefekten, wie beispielsweise Leerstellen, effektiver gemindert werden.

[0027] Der Planaritätsgrad der Randoberfläche der Wärmesenke auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile aufweist, kann insbesondere durch das folgende Verfahren gemessen werden. Zuerst wird die Wärmesenke auf einer Basisplatte platziert, und die Randoberfläche, des Paares von Randoberflächen in der Querrichtung der Lamellenplatten, auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile nicht aufweist, wird mit der Basisplatte in Kontakt gebracht. Als Nächstes wird die Höhe der Randoberflächen der Lamellenplatten auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile aufweist, unter Verwendung einer Höhenmessvorrichtung an verschiedenen Stellen gemessen. Außerdem wird die Differenz zwischen der maximalen Höhe und der minimalen Höhe der Messergebnisse als der Planaritätsgrad der Randoberfläche der Wärmesenke auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile aufweist, genommen.

[0028] Die Wärmesenke kann beispielsweise erste Lamellenplatten und zweite Lamellenplatten, die als die Lamellenplatten dienen, aufweisen und kann eine Schichtstruktur aufweisen, in der die ersten Lamellenplatten und die zweiten Lamellenplatten in einer alternierenden Weise gestapelt sind. Bei einer derartigen Wärmesenke kann als jede der ersten Lamellenplatten eine Lamellenplatte verwendet werden, die erste Referenzoberflächenteile, erste vertiefte Teile, die in einer ersten Richtung der Stapelrichtung relativ zu den ersten Referenzoberflächenteilen vertieft sind, und erste vorstehende Teile, die von den ersten Referenzoberflächenteilen in einer zweiten Richtung, die eine Richtung entgegengesetzt zu jener der ersten Richtung ist, vorstehen, aufweist, bei denen die ersten vertieften Teile und die ersten vorstehenden Teile in einer alternierenden Weise in der Querrichtung und der Längsrichtung der ersten Lamellenplatte angeordnet sind. Zudem kann als jede der zweiten Lamellenplatten eine Lamellenplatte verwendet werden, die zweite Referenzoberflächenteile, zweite vertiefte Teile, die in der oben genannten ersten Richtung relativ zu den zweiten Referenzoberflächenteilen vertieft sind, und zweite vorstehende Teile, die von den zweiten Referenzoberflächenteilen in der oben genannten zweiten Richtung vorstehen, aufweist, bei denen die zweiten vertieften Teile und die zweiten vorstehenden Teile in einer alternierende Weise in der Querrichtung und der Längsrichtung der zweiten Lamellenplatte angeordnet sind.

[0029] Es wird angemerkt, dass die „Längsrichtung der Lamellenplatte“, die oben beschrieben wurde, die

Aufreihungsrichtung der Kühlmitteleinführteile und der Kühlmittelausführteile bezeichnet, und die „Querrichtung der Lamellenplatte“ eine Richtung, die orthogonal zu sowohl der Stapelrichtung als auch der Längsrichtung ist, bezeichnet.

[0030] Wenn derartige ersten Lamellenplatten und die zweiten Lamellenplatten derart gestapelt werden, dass die ersten vertieften Teile und die zweiten vorstehenden Teile einander gegenüberliegen und die zweiten vertieften Teile und die ersten vorstehenden Teile einander gegenüberliegen, werden Kühlmitteldurchlässe, die die Räume zwischen den ersten vertieften Teilen und den zweiten vorstehenden Teilen umfassen, auf den Seiten der ersten Lamellenplatten, auf denen die ersten vorstehenden Teile vorstehen, ausgebildet. Außerdem können Kühlmitteldurchlässe, die die Räume zwischen den zweiten vertieften Teilen und den ersten vorstehenden Teilen umfassen, auf den Seiten der ersten Lamellenplatten, auf denen die ersten vertieften Teile vertieft sind, ausgebildet werden.

[0031] Dementsprechend können hinsichtlich einer Wärmesenke, die die oben genannte spezifische Struktur aufweist, die Räume, die zwischen angrenzenden Lamellenplatten ausgebildet sind, zuverlässig als die Kühlmitteldurchlässe verwendet werden. Infolgedessen kann die Oberflächenfläche, in der die Wärmesenke und das Kühlmittel in Kontakt sind, weiter vergrößert werden, und dadurch kann eine Kühlleistung weiter verbessert werden.

[0032] Bei der oben genannten Wärmesenke können Lücken zwischen den ersten vorstehenden Teilen und den zweiten vertieften Teilen angrenzend an die ersten vorstehenden Teile in der zweiten Richtung ausgebildet werden, oder können die ersten vorstehenden Teile und die zweiten vertieften Teile miteinander in Kontakt sein. Zudem können die ersten vertieften Teile und die zweiten vorstehenden Teile über Verbindungen, wie beispielsweise hartgelötete Verbindungen, verbunden sein. Unter dem Gesichtspunkt eines Minderns der Ausbildung unbeabsichtigter Kühlmittelwege zwischen den ersten Lamellenplatten und den zweiten Lamellenplatten sind die ersten vorstehenden Teile und die zweiten vertieften Teile angrenzend an die ersten vorstehenden Teile in der zweiten Richtung bevorzugt in Kontakt und sind bevorzugter über Verbindungen, wie beispielsweise hartgelötete Verbindungen, verbunden.

[0033] Gleichermaßen können Lücken zwischen den zweiten vorstehenden Teilen und den ersten vertieften Teilen, die auf der Seite der ersten Richtung der zweiten vorstehenden Teile angeordnet sind, ausgebildet sein, oder die zweiten vorstehenden Teile und die ersten vertieften Teile können in Kontakt miteinander sein. Zudem können die zweiten vorstehenden Teile und die ersten vertieften Teile über Verbindungen, wie beispielsweise hartgelötete Verbindungen, verbunden sein. Unter dem Gesichtspunkt eines Minderns der Ausbildung unbeabsichtigter Kühlmittelwege zwischen den ersten Lamellenplatten und den zweiten Lamellenplatten sind die zweiten vorstehenden Teile und die ersten vertieften Teile, die auf der Seite der ersten Richtung der zweiten vorstehenden Teile angeordnet sind, bevorzugt miteinander in Kontakt und sind bevorzugter über Verbindungen, wie beispielsweise hartgelötete Verbindungen, verbunden.

[0034] Bei einer Wärmesenke, die die oben genannte spezifische Struktur aufweist, sind die ersten Referenzoberflächenteile bevorzugt an Abschnitten, die durch die ersten vorstehenden Teile und die ersten vertieften Teile umgeben sind, angeordnet, und sind die zweiten Referenzoberflächenteile bevorzugt an Abschnitten, die durch die zweiten vorstehenden Teile und die zweiten vertieften Teile umgeben sind, angeordnet. In dieser Situation können die Kühlmittelkontaktteile und die Kühlmitteldurchgangsteile, die oben beschrieben wurden, in den Räumen zwischen den ersten vertieften Teilen und den zweiten vorstehenden Teilen und zwischen den zweiten vertieften Teilen und den ersten vorstehenden Teilen ausgebildet sein, und können die Verbindungsteile zwischen den ersten Referenzoberflächenteilen und den zweiten Referenzoberflächenteilen ausgebildet sein. Infolgedessen können die oben genannten Kühlmitteldurchlässe zuverlässiger ausgebildet werden.

[0035] Die oben genannte Wärmesenke kann auf dem Kühlwandungsteil des Wärmetauschers montiert werden. Beispielsweise kann der Wärmetauscher einen Kühlmantel aufweisen, der aufweist: einen Außenwandteil, der den Kühlwandungsteil, der einen wärmeerzeugenden Körper kühlt, aufweist; einen Innenraum, der durch den Außenwandteil umgeben ist; einen Kühlmitteleinlass, der durch den Außenwandteil verläuft und durch den das Kühlmittel von einem Äußeren dem Innenraum zugeführt wird; und einen Kühlmittelauslass, der das Kühlmittel von dem Innenraum an das Äußere abgibt. Durch Unterbringen der oben genannten Wärmesenke in dem Innenraum des Kühlmantels kann die Kühlleistung des Wärmetauschers verbessert werden.

Arbeitsbeispiele

(Erste Ausführungsform)

[0036] Ausführungsformen der oben genannten Wärmesenke werden nun in Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 7** erläutert. Eine Wärmesenke **1** (siehe **Fig. 1**) der vorliegenden Ausführungsform wird in dem Zustand, in dem sie auf dem Kühlwandungsteil des Wärmetauschers, der den wärmeerzeugenden Körper kühlt, montiert ist, verwendet. Wie in **Fig. 1** und **Fig. 3** gezeigt ist, weist die Wärmesenke **1** Kühlmit-

teldurchlässe **2**, durch die das Kühlmittel strömt, auf. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, weisen die Kühlmitteldurchlässe **2** Kühlmitteleinführteile **21**, in die das Kühlmittel eingebracht wird, und Kühlmittelausführteile **22**, aus denen das Kühlmittel herausgeführt wird, auf. Zudem sind eine Mehrzahl von Kühlmittelkontaktteilen **23**, eine Mehrzahl von Kühlmitteldurchgangsteilen **25** und eine Mehrzahl von Verbindungsteilen **24** entlang der Kühlmittelwege, die von den Kühlmitteleinführteilen **21** zu den Kühlmittelausführteilen **22** führen, vorgesehen.

[0037] Die Kühlmittelkontaktteile **23** sind voneinander beabstandet entlang der Kühlmittelwege, die von den Kühlmitteleinführteilen **21** zu den Kühlmittelausführteilen **22** führen, angeordnet und sind derart ausgebildet, dass sie das Kühlmittel mit der Kühlwandung in Kontakt bringen können. Die Kühlmitteldurchgangsteile **25** sind zwischen angrenzenden Kühlmittelkontaktteilen **23** angeordnet und sind derart ausgebildet, dass das Kühlmittel von einem stromaufwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteil **23** zu einem stromabwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteil **23** in dem Kühlmittelweg passieren kann. Wie in **Fig. 3** und **Fig. 5** gezeigt ist, sind die Verbindungsteile **24** zwischen den Kühlmitteldurchgangsteilen **25** und den Kühlmittelkontaktteilen **23** eingefügt und weisen eine Durchlassquerschnittsfläche auf, die kleiner als jene des Kühlmittelkontaktteils **23** und des Kühlmitteldurchgangsteils **25** ist.

[0038] Die bestimmte Ausgestaltung der Wärmesenke **1** der vorliegenden Ausführungsform wird nun weiter im Detail erläutert. Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt ist, weist die Wärmesenke **1** der vorliegenden Ausführungsform eine Mehrzahl von Lamellenplatten **3** (3a, 3b), die gestapelt sind, auf, und sind die Kühlmitteldurchlässe **2** zwischen angrenzenden Lamellenplatten **3** ausgebildet. Die äußere Abmessung der Wärmesenke **1** in der Stapelrichtung der Lamellenplatten **3** ist 54,4 mm.

[0039] Ein Metall, das eine hohe thermische Leitfähigkeit aufweist, wie beispielsweise Aluminium, eine Aluminiumlegierung, Kupfer, eine Kupferlegierung oder dergleichen, kann als das Material der Lamellenplatten **3** verwendet werden. Insbesondere besteht jede der Lamellenplatten **3** der vorliegenden Ausführungsform aus einem sogenannten zweiseitigen Hartlötblech, in dem ein Füllmaterial, das aus einer Al-Si(Aluminium-Silizium)-Serienlegierung besteht, auf beiden Oberflächen eines Kernmaterials, das aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht, geschichtet ist.

[0040] Wie in **Fig. 6** und **Fig. 7** gezeigt ist, weisen die Lamellenplatten **3** eine längliche Blechform auf. Zudem sind Vertiefungen und Vorsprünge über die Gesamtheit der Lamellenplatten **3** der vorliegenden Ausführungsform in einer Längsrichtung X, d.h. in der Aufreihungsrichtung der Kühlmitteleinführteile und der Kühlmittelausführteile, und in der Querrichtung Z, das heißt in der Richtung orthogonal zu sowohl einer Stapelrichtung Y als auch der Längsrichtung X der Lamellenplatte **3**, eingeprägt. Die Länge und die Breite der Lamellenplatten **3** sind nicht insbesondere beschränkt. Beispielsweise ist die Länge der Lamellenplatten **3** der vorliegenden Ausführungsform 64 mm, und ist die Breite 8 mm.

[0041] Die Dicke der Lamellenplatten **3** ist bevorzugt 0,6-1,5 mm. In dieser Situation können eine Abnahme eines Druckverlusts und eine Verbesserung einer Kühlleistung koexistieren, und kann die Vertiefungs-Vorsprungs-Form den Lamellenplatten **3** leichter verliehen werden. Insbesondere ist die Dicke der Lamellenplatten **3** der vorliegenden Ausführungsform 0,8 mm.

[0042] Es wird angemerkt, dass unten die Kühlmitteleinführteile-21-Seite der Lamellenplatten **3** in der Längsrichtung X als „vorwärts XI“ bezeichnet wird, und die Kühlmittelausführteile-22-Seite als „rückwärts X2“ bezeichnet wird. Zudem wird die Seite der Lamellenplatten **3**, die dem Kühlwandungsteil in der Querrichtung Z zugewandt ist, als „aufwärts Z 1“ bezeichnet, und wird die entgegengesetzte Seite davon als „abwärts Z2“ bezeichnet. Es wird angemerkt, dass der Einfachheit halber die Ausdrücke in Bezug auf die Richtungen, die oben beschrieben wurden, keine Beziehung jeglicher Art zu der Orientierung, wenn die Wärmesenke **1** tatsächlich angeordnet wird, aufweisen.

[0043] Genauer gesagt weist die Wärmesenke **1** der vorliegenden Ausführungsform erste Lamellenplatten **3a** und zweite Lamellenplatten **3b** als die Lamellenplatten **3** auf. Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt ist, sind die ersten Lamellenplatten **3a** und die zweiten Lamellenplatten **3b** bei der Wärmesenke **1** der vorliegenden Ausführungsform in einer alternierenden Weise gestapelt.

[0044] Wie in **Fig. 5** und **Fig. 6** gezeigt ist, weist jede der ersten Lamellenplatten **3a** auf: erste Referenzoberflächenteile **31a**, die eine Flachblechform aufweisen; erste vertiefte Teile **32a**, die in einer ersten Richtung **Y1** der Stapelrichtung Y relativ zu den ersten Referenzoberflächenteilen **31a** vertieft sind; und erste vorstehende Teile **33a**, die von den ersten Referenzoberflächenteilen **31a** in einer zweiten Richtung **Y2**, die die Richtung entgegengesetzt zu jener der ersten Richtung **Y1** ist, vorstehen. Wie in **Fig. 6** gezeigt ist, sind die ersten vertieften Teile **32a** und die ersten vorstehenden Teile **33a** in einer alternierenden Weise in der Längsrichtung X und der Querrichtung Z der ersten Lamellenplatte **3a** angeordnet.

[0045] Genauer gesagt weisen die ersten Lamellenplatten **3a** der vorliegenden Ausführungsform drei

Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihen auf: eine obere Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **34a**, in der die ersten vertieften Teile **32a** und die ersten vorstehenden Teile **33a** in einer alternierenden Weise entlang der Aufwärts-Z1-Seite der Querrichtung Z vorgesehen sind; eine untere Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **36a**, in der sie entlang der Abwärts-Z2-Seite vorgesehen sind; und eine mittlere Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **35a**, in der sie zwischen der oberen Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **34a** und der unteren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **36a** vorgesehen sind. Am weitesten vorwärts X1 der oberen Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **34a** und der unteren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **36a** sind die ersten vertieften Teile **32a** angeordnet, und am weitesten vorwärts X1 der mittleren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **35a** sind die ersten vorstehenden Teile **33a** angeordnet.

[0046] In Draufsicht aus der Stapelrichtung Y betrachtet sind die ersten Referenzoberflächenteile **31a** an Abschnitten, die durch die ersten vertieften Teile **32a** und die ersten vorstehenden Teile **33a** umgeben sind, angeordnet. Obwohl es in den Zeichnungen nicht gezeigt ist, weisen in Draufsicht aus der Stapelrichtung Y betrachtet die ersten Referenzoberflächenteile **31a** eine längliche Form auf, die sich in einer Richtung, die 45° relativ zu der Längsrichtung X geneigt ist, erstreckt.

[0047] Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, ist, wenn die Dicke der ersten Lamellenplatten **3a** als t [mm] dargestellt wird, die äußere Abmessung H [mm] der ersten Lamellenplatte **3a** in der Stapelrichtung Y bevorzugt $1{,}0 \leq H/t \leq 7{,}0$. In dieser Situation können Ausbildungsdefekte gemindert werden, können die Tiefe der ersten vertieften Teile **32a** und die Höhe der ersten vorstehenden Teile **33a** ausreichend groß gemacht werden, und kann die Wärmeübertragungsoberflächenfläche weiter vergrößert werden. Infolgedessen kann eine Kühlleistung weiter verbessert werden. Insbesondere ist die äußere Abmessung H der ersten Lamellenplatten **3a** der vorliegenden Ausführungsform in der Stapelrichtung Y 1,7 mm.

[0048] Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, ist ein Bodenteil **321a** der ersten vertieften Teile **32a** ein Abschnitt, der am meisten auf der Seite der ersten Richtung **Y1** vertieft ist und eine Flachblechform aufweist, die parallel zu den ersten Referenzoberflächenteilen **31a** ist. Zudem weist, wie in **Fig. 6** gezeigt ist, der Bodenteil **321a** des ersten vertieften Teils **32a** aus der Mehrzahl erster vertiefter Teile **32a**, der entlang der Seite der ersten Lamellenplatten **3a** vorgesehen ist, eine Form auf, die in Draufsicht aus der Stapelrichtung Y betrachtet einen Teil einer oktagonalen Form ausbildet, und der Bodenteil **321a** des ersten vertieften Teils **32a**, der einwärts der Seite der ersten Lamellenplatten **3a** vorgesehen ist, weist eine vollständige oktagonale Form auf.

[0049] Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, weist ein Umfangsrandabschnitt **322a** der Bodenteile **321a** eine glatte gekrümmte Oberflächenform auf und ist mit einem Umfangsrandabschnitt **332a** (der unten beschrieben wird) eines Spitzenteils **331a** des ersten vorstehenden Teils **33a** verbunden. Ein außenseitiger Biegeradius R des Umfangsrandabschnitts **322a** der Bodenteile **321a**, die in **Fig. 4** gezeigt sind, ist bevorzugt 1,0-3,0 mm. In dieser Situation können Ausbildungsdefekte gemindert werden, und können eine Abnahme eines Druckverlusts und eine Verbesserung einer Kühlleistung koexistieren. Insbesondere ist der außenseitige Biegeradius R des Umfangsrandabschnitts **322a** der Bodenteile **321a** der ersten Lamellenplatten **3a** bei der vorliegenden Ausführungsform 1,3 mm.

[0050] Die ersten vorstehenden Teile **33a** weisen eine Form auf, die das Inverse der vertieften Form des ersten vertieften Teils **32a** ist. Obwohl es in den Zeichnungen nicht gezeigt ist, weist der Spitzenteil **331a** der ersten vorstehenden Teile **33a**, das heißt der Abschnitt, der am meisten auf der Seite der zweiten Richtung **Y2** vorsteht, eine Flachblechform auf, die parallel zu den ersten Referenzoberflächenteilen **33a** ist, gleichermaßen wie jene des Bodenteils **321a** der ersten vertieften Teile **32a**. Zudem weist, wie in **Fig. 6** gezeigt ist, der Spitzenteil **331a** der ersten vorstehenden Teile **33a**, unter der Mehrzahl erster vorstehende Teile **33a**, der entlang der Seite der ersten Lamellenplatten **3a** vorgesehen ist, eine Form auf, die in Draufsicht aus der Stapelrichtung Y betrachtet einen Teil einer oktagonalen Form ausbildet, und der Spitzenteil **331a** der ersten vorstehenden Teile **33a**, die einwärts der Seite der ersten Lamellenplatten **3a** vorgesehen sind, weist eine vollständige oktagonale Form auf.

[0051] Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, weist der Umfangsrandabschnitt **332a** der Spitzenteile **331a** eine glatte gekrümmte Oberflächenform auf und ist mit dem Umfangsrandabschnitt **322a** des Bodenteils **321a** der ersten vertieften Teile **32a** verbunden. Obwohl es in den Zeichnungen nicht gezeigt ist, ist der außenseitige Biegeradius des Umfangsrandabschnitts **332a** der Spitzenteile **331a** bevorzugt 1,0-3,0 mm, gleichermaßen wie jener des Bodenteils **321a** der ersten vertieften Teile **32a**. Insbesondere ist der außenseitige Biegeradius des Umfangsrandabschnitts **332a** der Spitzenteile **331a** der ersten Lamellenplatten **3a** der vorliegenden Ausführungsform 1,3 mm.

[0052] Der Formwinkel θ der ersten Lamellenplatten **3a**, der in **Fig. 4** gezeigt ist, ist bevorzugt 30°-60°. In dieser Situation können Ausbildungsdefekte gemindert werden, und können eine Abnahme eines Druckverlusts und eine Verbesserung einer Kühlleistung koexistieren. Es wird angemerkt, dass der Formwinkel θ, der oben beschrieben wurde, insbesondere wie in **Fig. 4** gezeigt ist, ein Winkel ist, der in einem

Querschnitt in der Querrichtung Z, der durch das Zentrum der ersten vertieften Teile **32a** verläuft, durch eine Oberfläche **333a** des Spitzenteils **331a** des ersten vorstehenden Teils **33a** in der zweiten Richtung **Y2** und eine Tangente **334a**, die durch die Grenze der Oberfläche der ersten Lamellenplatte **3a** in der ersten Richtung **Y1** zwischen dem Umfangsrandabschnitt **322a** des ersten vertieften Teils **32a** und dem Umfangsrandabschnitt **332a** des ersten vorstehenden Teils **33a** verläuft, ausgebildet ist.

[0053] Zudem kann anstelle des Winkels, der durch die Oberfläche **333a** und die Tangente **334a**, die oben beschrieben wurden, ausgebildet ist, ein Winkel - der in einem Querschnitt in der Querrichtung Z, der durch das Zentrum der ersten vertieften Teile **32a** verläuft, durch die Oberfläche des Bodenteils **321a** des ersten vertieften Teils **32a** in der ersten Richtung **Y1** und eine Tangente, die durch die Grenze, auf der Oberfläche der ersten Lamellenplatte **3a** in der zweiten Richtung **Y2**, zwischen dem Umfangsrandabschnitt **322a** des ersten vertieften Teils **32a** und dem Umfangsrandabschnitt **332a** des ersten vorstehenden Teils **33a** verläuft, ausgebildet ist - ebenfalls als der Formwinkel θ genommen werden. Insbesondere ist der Formwinkel θ der ersten Lamellenplatten **3a** der vorliegenden Ausführungsform 60°.

[0054] Wie in **Fig. 5** und **Fig. 7** gezeigt ist, weisen die zweiten Lamellenplatten **3b** auf: zweite Referenzoberflächenteile **31b**, die eine Flachblechform aufweisen; zweite vertiefte Teile **32b**, die in der ersten Richtung **Y1** relativ zu den zweiten Referenzoberflächenteilen **31b** vertieft sind; und zweite vorstehende Teile **33b**, die in der zweiten Richtung **Y2** von den zweiten Referenzoberflächenteilen **31b** vorstehen. Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, sind die zweiten vertieften Teile **32b** und die zweiten vorstehenden Teile **33b** in einer alternierenden Weise in der Längsrichtung X und der Querrichtung Z der zweiten Lamellenplatten **3b** angeordnet.

[0055] Genauer gesagt weisen die zweiten Lamellenplatten **3b** der vorliegenden Ausführungsform eine Form auf, die das Inverse der Vertiefungen und Vorsprünge der ersten Lamellenplatten **3a** ist. D.h., die zweiten Lamellenplatten **3b** weisen drei Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihen auf: eine obere Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **34b**, in der die zweiten vertieften Teile **32b** und die zweiten vorstehenden Teile **33b** in einer alternierenden Weise entlang der Aufwärts-Z1-Seite der Querrichtung Z vorgesehen sind; eine untere Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **36b**, die entlang der Abwärts-Z2-Seite vorgesehen ist; und eine mittlere Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **35b**, die zwischen der oberen Vorsprünge-und-Vertiefungen-Reihe **34b** und der unteren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **36b** vorgesehen ist. Am weitesten vorwärts X1 der oberen Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **34b** und der unteren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **36b** sind die zweiten vorstehenden Teile **33b** angeordnet, und am weitesten vorwärts X1 der mittleren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **35b** ist der zweite vertiefte Teil **32b** angeordnet.

[0056] In Draufsicht aus der Stapelrichtung Y betrachtet sind die zweiten Referenzoberflächenteile **31b** an Abschnitten, die durch die zweiten vertieften Teile **32b** und die zweiten vorstehenden Teile **33b** umgeben sind, angeordnet. Obwohl es in den Zeichnungen nicht gezeigt ist, weisen in Draufsicht aus der Stapelrichtung Y betrachtet die zweiten Referenzoberflächenteile **3 1b** eine längliche Form auf, die sich in einer Richtung, die um 45° relativ zu der Längsrichtung X geneigt ist, erstreckt.

[0057] Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, ist, wenn die Dicke der zweiten Lamellenplatten **3b** als t [mm] dargestellt wird, die äußere Abmessung H [mm] der zweiten Lamellenplatten **3b** in der Stapelrichtung Y bevorzugt $1{,}0 \leq H/t \leq 7{,}0$, gleichermaßen wie jene der ersten Lamellenplatten **3a**. In dieser Situation können Ausbildungsdefekte gemindert werden, und können die Tiefe der zweiten vertieften Teile **32b** und die Höhe der zweiten vorstehenden Teile **33b** ausreichend groß gemacht werden, und dadurch kann die Wärmeübertragungsoberflächenfläche weiter vergrößert werden. Infolgedessen kann eine Kühlleistung weiter verbessert werden. Insbesondere ist die äußere Abmessung H der zweiten Lamellenplatten **3b** der vorliegenden Ausführungsform in der Stapelrichtung Y 1,7 mm.

[0058] Obwohl es in den Zeichnungen nicht gezeigt ist, weist ein Bodenteil **321b** (siehe **Fig. 4**) der zweiten vertieften Teile **32b**, d.h. ein Abschnitt, der am weitesten auf der Seite der ersten Richtung **Y1** vertieft ist, eine Flachblechform auf, die parallel zu den zweiten Referenzoberflächenteilen **31b** ist. Zudem weist, wie in **Fig. 7** gezeigt ist, in Draufsicht aus der Stapelrichtung Y betrachtet der Bodenteil **321b** der zweiten vertieften Teile **32b** eine Form auf, die eine vollständige oktagonale Form oder einen Teil einer oktagonalen Form ausbildet. Ein Spitzenteil **331b** der zweiten vorstehenden Teile **33b**, d.h. ein Abschnitt, der am weitesten auf der Seite der zweiten Richtung **Y2** vorsteht, weist eine Flachblechform auf, die parallel zu den zweiten Referenzoberflächenteilen **31b** ist, gleichermaßen wie jene des Bodenteils **321b** der zweiten vertieften Teile **32b**, und weist in Draufsicht aus der Stapelrichtung Y betrachtet eine Form auf, die eine vollständige oktagonale Form oder einen Teil einer oktagonalen Form ausbildet.

[0059] Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, weisen ein Umfangsrandabschnitt **322b** des Bodenteils **321b** der zweiten vertieften Teile **32b** und ein Umfangsrandabschnitt **332b** des Spitzenteils **331b** der zweiten vorstehenden Teile **33b** eine glatte gekrümmte Ober-

flächenform auf, und sind der Umfangsrandabschnitt **322b** des Bodenteils **321b** und der Umfangsrandabschnitt **332b** des Spitzenteils **331b** angrenzend daran verbunden. Der außenseitige Biegeradius R des Umfangsrandabschnitts **322b** der Bodenteile **321b** und des Umfangsrandabschnitts **332b** der Spitzenteile **331b** ist bevorzugt 1,0-3,0 mm. In dieser Situation können Ausbildungsdefekte gemindert werden, und können eine Abnahme eines Druckverlusts und eine Verbesserung einer Kühlleistung koexistieren. Insbesondere ist bei den zweiten Lamellenplatten **3b** der vorliegenden Ausführungsform der außenseitige Biegeradius R des Umfangsrandabschnitts **322b** der Bodenteile **321b** und des Umfangsrandabschnitts **322b** der Spitzenteile **331b** 1,3 mm.

[0060] Zudem ist der Formwinkel θ der Vertiefungen-und-Vorsprünge-Form der zweiten Lamellenplatten **3b** bevorzugt 30°-60°, gleichermaßen wie jener der ersten Lamellenplatten **3a**. In dieser Situation können Ausbildungsdefekte gemindert werden, und können eine Abnahme eines Druckverlusts und eine Verbesserung einer Kühlleistung koexistieren. Es wird angemerkt, dass der Formwinkel θ, der oben beschrieben wurde, insbesondere wie in **Fig. 4** gezeigt ist, ein Winkel ist, der in einem Querschnitt in der Querrichtung Z, der durch das Zentrum der zweiten vertieften Teile **32b** verläuft, durch eine Oberfläche **323b** des Bodenteils **321b** des zweiten vertieften Teils **32b** in der ersten Richtung **Y1** und eine Tangente **324b**, die durch die Grenze der Oberfläche der zweiten Lamellenplatten **3b** in der zweiten Richtung **Y2** zwischen dem Umfangsrandabschnitt **322b** des zweiten vertieften Teils **32b** und dem Umfangsrandabschnitt **332b** des zweiten vorstehenden Teils **33b** verläuft, ausgebildet ist.

[0061] Zudem kann anstelle des Winkels, der durch die Oberfläche **323b** und die Tangente **324b**, die oben beschrieben wurden, ausgebildet ist, ein Winkel - der in einem Querschnitt in der Querrichtung Z, der durch das Zentrum der zweiten vertieften Teile **32b** verläuft, durch die Oberfläche des Spitzenteils **331b** der zweiten vorstehenden Teile **33b** in der zweiten Richtung **Y2** und die Tangente, die durch die Grenze, auf der Oberfläche der zweiten Lamellenplatte **3b** in der ersten Richtung **Y1**, zwischen dem Umfangsrandabschnitt **322b** des zweiten vertieften Teils **32b** und dem Umfangsrandabschnitt **332b** des zweiten vorstehenden Teils **33b** verläuft, ausgebildet ist - auch als der Formwinkel θ genommen werden. Insbesondere ist der Formwinkel θ jeder der zweiten Lamellenplatten **3b** der vorliegenden Ausführungsform 60°.

[0062] Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, liegen bei der Wärmesenke **1** der vorliegenden Ausführungsform die ersten vertieften Teile **32a** der ersten Lamellenplatten **3a** und die zweiten vorstehenden Teile **33b** der zweiten Lamellenplatten **3b** angrenzend an die ersten Lamellenplatten **3a** einander gegenüber, und liegen die zweiten vertieften Teile **32b** der zweiten Lamellenplatten **3b** und die ersten vorstehenden Teile **33a** der ersten Lamellenplatten **3a** angrenzend an die zweiten Lamellenplatten **3b** einander gegenüber. Zudem sind, wie in **Fig. 4** gezeigt ist, die Bodenteile **321a** der ersten vertieften Teile **32a** und die Spitzenteile **331b** der zweiten vorstehenden Teile **33b** angrenzend an die Bodenteile **321a** in der ersten Richtung **Y1** über hartgelötete Verbindungen **37** verbunden, und sind die Spitzenteile **331a** der ersten vorstehenden Teile **33a** und die Bodenteile **321b** der zweiten vertieften Teile **32b** angrenzend an die Spitzenteile **331a** in der zweiten Richtung **Y2** über hartgelötete Verbindungen **38** verbunden.

[0063] Dadurch sind, wie in **Fig. 3** und **Fig. 5** gezeigt ist, Kühlmitteldurchlässe **2**, die die Räume zwischen den ersten vertieften Teilen **32a** und den zweiten vorstehenden Teilen **33b** und die Räume zwischen den ersten Referenzoberflächenteilen **31a** und den zweiten Referenzoberflächenteilen **31b** umfassen, zwischen den ersten Lamellenplatten **3a** und den zweiten Lamellenplatten **3b**, die an die ersten Lamellenplatten **3a** in der zweiten Richtung **Y2** angrenzen, ausgebildet. Zudem sind, obwohl es in den Zeichnungen nicht gezeigt ist, Kühlmitteldurchlässe **2**, die die Räume zwischen den zweiten vertieften Teilen **32b** und den ersten vorstehenden Teilen **33a** und die Räume zwischen den ersten Referenzoberflächenteilen **31a** und den zweiten Referenzoberflächenteilen **31b** umfassen, zwischen den ersten Lamellenplatten **3a** und den zweiten Lamellenplatten **3b**, die an die ersten Lamellenplatten **3a** in der ersten Richtung **Y1** angrenzen, ausgebildet.

[0064] Wie oben beschrieben wurde, sind die Kühlmitteldurchlässe **2** der vorliegenden Ausführungsform zwischen angrenzenden Lamellenplatten **3** ausgebildet. Insbesondere bestehen, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, die Kühlmitteleinführteile **21** der Kühlmitteldurchlässe **2** der vorliegenden Ausführungsform aus den Räumen zwischen den ersten vertieften Teilen **32a**, die entlang der Vorwärts-X1-Seite der ersten Lamellenplatte **3a** vorgesehen sind, und den zweiten vorstehenden Teilen **33b** angrenzend an die ersten vertieften Teile **32a** in der zweiten Richtung **Y2** und den Räumen zwischen den ersten vorstehenden Teilen **33a**, die entlang der Vorwärts-X1-Seite der ersten Lamellenplatte **3a** vorgesehen sind, und den zweiten vertieften Teilen **32b** angrenzend an die ersten vorstehenden Teile **33a** in der ersten Richtung **Y1**.

[0065] Insbesondere bestehen die Kühlmittelausführteile **22** der vorliegenden Ausführungsform aus den Räumen zwischen den ersten vertieften Teilen **32a**, die entlang der Rückwärts-X2-Seite der ersten Lamellenplatte **3a** vorgesehen sind, und den zweiten vorstehenden Teilen **33b** angrenzenden an die ersten vertieften Teile **32a** in der zweiten Richtung **Y2** und den Räumen zwischen den ersten vorstehenden Teilen **33a**, die entlang der Rückwärts-X2-Seite der

ersten Lamellenplatte **3a** vorgesehen sind, und den zweiten vertieften Teilen **32b** angrenzend an die ersten vorstehenden Teile **33a** in der ersten Richtung **Y1**.

[0066] Insbesondere bestehen die Kühlmittelkontaktteile **23** der vorliegenden Ausführungsform aus den Räumen zwischen der oberen Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **34a** der ersten Lamellenplatte **3a** und der oberen Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **34b** der zweiten Lamellenplatte **3b**. Zudem sind die Kühlmittelkontaktteile **23** auf der Aufwärts-Z1-Stirnfläche der Wärmesenke **1** angeordnet und sind derart ausgebildet, dass das Kühlmittel direkt dem Kühlwandungsteil zugeführt werden kann.

[0067] Die Kühlmittelkontaktteile **23** in den Kühlmitteldurchlässen **2** können derart angeordnet sein, dass sie beispielsweise Gleichung (1) unten erfüllen. Dabei ist λ_1 in Gleichung (1) unten der Abstand (siehe **Fig. 3**) zwischen den Kühlmittelkontaktteilen **23** in der Längsrichtung X; ist L die Abmessung der Wärmesenke **1** in der Längsrichtung X; und ist n eine natürliche Zahl.

$$n\lambda_1 / 2 = L \qquad (1)$$

[0068] Insbesondere ist der Abstand λ_1 zwischen den Kühlmittelkontaktteilen **23** der vorliegenden Ausführungsform 8,0 mm. Die Kühlmittelkontaktteile **23** der vorliegenden Ausführungsform sind derart angeordnet, dass sie die oben genannte Gleichung (1) erfüllen, wenn der Wert von n 16 ist.

[0069] Die Kühlmitteldurchgangsteile **25** der vorliegenden Ausführungsform sind derart angeordnet, dass sie weiter, abwärts Z2, von dem Kühlwandungsteil beabstandet sind als die Kühlmittelkontaktteile **23**. Insbesondere sind, wie in **Fig. 5** gezeigt ist, die Kühlmitteldurchgangsteile **25** Räume zwischen der mittleren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **35a** der ersten Lamellenplatte **3a** und der mittleren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **35b** der zweiten Lamellenplatte **3b**.

[0070] Insbesondere umfassen, wie in **Fig. 5** gezeigt ist, die Verbindungsteile **24** der vorliegenden Ausführungsform die Räume zwischen den ersten Referenzoberflächenteilen **31a**, die zwischen der oberen Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **34a** und der mittleren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **35a** der ersten Lamellenplatte **3a** existieren, und den zweiten Referenzoberflächenteilen **31b**, die zwischen der oberen Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **34b** und der mittleren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **35b** der zweiten Lamellenplatte **3b** existieren. Die Verbindungsteile **24** der vorliegenden Ausführungsform sehen geradlinige Verbindungen, d.h. durch die kürzeste Strecke, zwischen den Kühlmittelkontaktteilen **23** und den Kühlmitteldurchgangsteilen **25** vor.

[0071] Die Verbindungsteile **24** erstrecken sich bevorzugt in einer Richtung, die relativ zu der Längsrichtung X der Lamellenplatten **3** geneigt ist. In dieser Situation kann ein Druckverlust, wenn das Kühlmittel strömt, weiter reduziert werden, während eine Kühlleistung aufrechterhalten wird. Unter dem Gesichtspunkt, zu ermöglichen, dass hohe Kühlleistung und geringer Druckverlust koexistieren, ist die Neigung der Erstreckungsrichtung der Verbindungsteile **24** relativ zu der Längsrichtung X bevorzugt 20°-70°, bevorzugter 30°-60°, und noch bevorzugter 40°-50°. Insbesondere erstrecken sich die Verbindungsteile **24** der vorliegenden Ausführungsform in einer Richtung, die um 45° relativ zu der Längsrichtung X der entsprechenden Lamellenplatten **3** geneigt ist.

[0072] Zudem weisen die Kühlmitteldurchlässe **2** der vorliegenden Ausführungsform ferner auf: zweite Kühlmitteldurchgangsteile **27**, die zwischen angrenzenden Kühlmitteldurchgangsteilen **25** angeordnet sind und durch die das Kühlmittel von stromaufwärtsseitigen Kühlmitteldurchgangsteilen **25** zu stromabwärtsseitigen Kühlmitteldurchgangsteilen **25** in dem Kühlmittelweg passiert; und zweite Verbindungsteile **26**, die zwischen den zweiten Kühlmitteldurchgangsteilen **27** und den Kühlmitteldurchgangsteilen **25** eingefügt sind und deren Durchlassquerschnittsflächen kleiner als jene der Kühlmitteldurchgangsteile **25** und der zweiten Kühlmitteldurchgangsteile **27** sind.

[0073] Insbesondere sind, wie in **Fig. 5** gezeigt ist, die zweiten Kühlmitteldurchgangsteile **27** der vorliegenden Ausführungsform die Räume zwischen der unteren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **36a** der ersten Lamellenplatten **3a** und der unteren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **36b** der zweiten Lamellenplatte **3b**.

[0074] Insbesondere umfassen die zweiten Verbindungsteile **26** der vorliegenden Ausführungsform die Räume zwischen den ersten Referenzoberflächenteilen **31a**, die zwischen der mittleren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **35a** und der unteren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **36a** der ersten Lamellenplatten **3a** existieren, und den zweiten Referenzoberflächenteilen **31b**, die zwischen der oberen Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **34b** und der mittleren Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe **35b** der zweiten Lamellenplatten **3b** existieren. Die zweiten Verbindungsteile **26** der vorliegenden Ausführungsform sehen geradlinige Verbindungen, d.h. durch die kürzeste Strecke, zwischen den Kühlmitteldurchgangsteilen **25** und den zweiten Kühlmitteldurchgangsteilen **27** vor.

[0075] Gleichermaßen wie die Verbindungsteile **24** erstrecken sich die zweiten Verbindungsteile **26** bevorzugt in einer Richtung, die relativ zu der Längsrichtung X der Lamellenplatten **3** geneigt ist. In dieser Situation kann ein Druckverlust, wenn das Kühlmittel

strömt, weiter reduziert werden, während eine Kühlleistung aufrechterhalten wird. Unter dem Gesichtspunkt, zu ermöglichen, dass hohe Kühlleistung und geringer Druckverlust koexistieren, ist die Neigung der Erstreckungsrichtung jedes der zweiten Verbindungsteile **26** relativ zu der Längsrichtung X bevorzugt 20°-70°, bevorzugter 30°-60°, und noch bevorzugter 40°-50°. Insbesondere erstrecken sich die zweiten Verbindungsteile **26** der vorliegenden Ausführungsform in einer Richtung, die um 45° relativ zu der Längsrichtung X der Lamellenplatten **3** geneigt ist.

[0076] Die Wärmesenke **1** der vorliegenden Ausführungsform weist die Kühlmitteldurchlässe **2** auf, die aufweisen: die Mehrzahl von Kühlmittelkontaktteilen **23**, die zwischen den Kühlmitteleinführteilen **21** und den Kühlmittelausführteilen **22** angeordnet sind; die Kühlmitteldurchgangsteile **25**, durch die das Kühlmittel von stromaufwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteilen **23** zu stromabwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteilen **23** in den Kühlmittelwegen passiert; und die Verbindungsteile **24**, die zwischen den Kühlmitteldurchgangsteilen **25** und den Kühlmittelkontaktteilen **23** eingefügt sind. Zudem weisen die Verbindungsteile **24** eine Durchlassquerschnittsfläche auf, die kleiner als jene der Kühlmittelkontaktteile **23** und der Kühlmitteldurchgangsteile **25** ist.

[0077] Die Strömung des Kühlmittels innerhalb der Kühlmitteldurchlässe **2** der Wärmesenke **1** der vorliegenden Ausführungsform ist beispielsweise wie unten. Das Kühlmittel, das in die Durchlässe von den Kühlmitteleinführteilen **21** strömt, wird von den Kühlmitteleinführteilen **21** zu den Kühlmittelkontaktteilen **23** geführt. Dann strömt das Kühlmittel, das einem Wärmeaustausch mit dem Kühlwandungsteil oder dergleichen des Wärmetauschers in den Kühlmittelkontaktteilen **23** unterzogen worden ist, durch das Innere der Verbindungsteile **24** in die Kühlmitteldurchgangsteile **25**. Da die Durchlassquerschnittsfläche der Verbindungsteile **24** kleiner als jene der Kühlmittelkontaktteile **23** und der Kühlmitteldurchgangsteile **25** ist, wird das Kühlmittel, das in das Innere der Kühlmitteldurchgangsteile **25** strömt, aufgrund der Zunahme/Abnahme der Größe der Durchlässe durchmischt. Zudem wird das Kühlmittel, das von den Kühlmitteldurchgangsteilen **25** über die Verbindungsteile **24** in die Kühlmittelkontaktteile **23** strömt, aufgrund der Differenz der Durchlassquerschnittsflächen inzwischen den Verbindungsteilen **24** auf der einen Seite und den Kühlmittelkontaktteilen **23** und den Kühlmitteldurchgangsteilen **25** auf der anderen Seite ebenso durchmischt, gleichermaßen wie es oben erwähnt wurde.

[0078] Dementsprechend wird hinsichtlich der Wärmesenke **1** aufgrund dessen, dass die Verbindungsteile **24** zwischen den Kühlmittelkontaktteilen **23** und den Kühlmitteldurchgangsteilen **25** vorgesehen sind, das Kühlmittel, das durch das Innere der Kühlmitteldurchlässe **2** strömt, mit guter Effizienz durchmischt, und dadurch kann ein Gradient in der Temperatur des Kühlmittels in dem Inneren der Kühlmitteldurchlässe **2** reduziert werden. Dadurch kann die Temperaturdifferenz zwischen dem Kühlmittel, das die Wärmesenke **1** kontaktiert, und der Wärmesenke **1** größer gemacht werden. Infolgedessen kann die Kühlleistung des Wärmetauschers verbessert werden.

[0079] Zudem weisen die Kühlmitteldurchlässe **2** auf: die zweiten Kühlmitteldurchgangsteile **27**, die zwischen angrenzenden Kühlmitteldurchgangsteilen **25** angeordnet sind und durch die das Kühlmittel von stromaufwärtsseitigen Kühlmitteldurchgangsteilen **25** zu stromabwärtsseitigen Kühlmitteldurchgangsteilen **25** in den Kühlmittelwegen passiert; und die zweiten Verbindungsteile **26**, die zwischen den zweiten Kühlmitteldurchgangsteilen **27** und den Kühlmitteldurchgangsteilen **25** angeordnet sind und deren Durchlassquerschnittsfläche kleiner als jene der Kühlmitteldurchgangsteile **25** und der zweiten Kühlmitteldurchgangsteile **27** sind. Folglich kann das Kühlmittel in den zweiten Kühlmitteldurchgangsteilen **27** durchmischt werden, gleichermaßen wie in den Kühlmittelkontaktteilen **23**. Außerdem wird bewirkt, dass sich die Strömung des Kühlmittels, das von den Kühlmittelkontaktteilen **23** über die Verbindungsteile **24** einströmt, und die Strömung des Kühlmittels, das von den zweiten Kühlmitteldurchgangsteilen **27** über die zweiten Verbindungsteile **26** einströmt, in den Kühlmitteldurchgangsteilen **25** verbinden, und dadurch kann das Kühlmittel effektiver durchmischt werden. Infolgedessen kann die Kühlleistung des Wärmetauschers weiter verbessert werden.

[0080] Zudem sind bei der vorliegenden Ausführungsform der Umfangsrandabschnitt **322a** der ersten vertieften Teile **32a**, der Umfangsrandabschnitt **332a** der ersten vorstehenden Teile **33a**, der Umfangsrandabschnitt **322b** der zweiten vertieften Teile **32b** und der 332b der zweiten vorstehende Teile **33b** alle als glatte gekrümmte Oberflächen ausgebildet. Dadurch sind an jeder Stelle der Kühlmitteldurchlässe **2** die inneren Oberflächen der Wärmesenke **1** relativ zu einer Ebene, die orthogonal zu der Strömungsrichtung des Kühlmittels ist, geneigt. D.h., die inneren Oberflächen der Wärmesenke **1** weisen keine Ebene auf, die orthogonal zu der Strömungsrichtung des Kühlmittels ist.

[0081] Somit kann, aufgrund dessen, dass die Wärmesenke **1** derart ausgebildet ist, dass die inneren Oberflächen davon keine Ebene aufweisen, die orthogonal zu der Strömungsrichtung des Kühlmittels ist, der Strömungswiderstand des Kühlmittels weiter reduziert werden. Infolgedessen kann ein Druckverlust weiter reduziert werden.

(Zweite Ausführungsform)

[0082] Bei der zweiten Ausführungsform wird eine Lamellenplatte **302** erläutert, bei der der Bereich, über den die Vertiefungen-und-Vorsprünge-Form verliehen ist, abgewandelt worden ist. Es wird angemerkt, dass unter den Symbolen, die bei Ausführungsformen anschließend an die vorliegende Ausführungsform verwendet werden, Symbole, die identisch zu jenen bei den vorhergehenden Ausführungsformen sind, soweit es nicht anders angegeben ist, strukturelle Elemente angeben, die dieselben wie jene bei den vorhergehenden Ausführungsformen sind.

[0083] Bei der ersten Ausführungsform wurden die ersten Lamellenplatten **3a** und die zweiten Lamellenplatten **3b** beschrieben, bei denen vertiefte Teile **32** (die ersten vertieften Teile **32a** und die zweiten vertieften Teile **32b)** und vorstehende Teile **33** (die ersten vorstehenden Teile **33a** und die zweiten vorstehenden Teile **33b)** über die Gesamtheit in der Längsrichtung X und der Querrichtung Z vorgesehen sind; jedoch können die vertieften Teile **32** und die vorstehenden Teile **33** auf einem Abschnitt der Lamellenplatten **3** vorgesehen sein.

[0084] Beispielsweise können, wie in **Fig. 8** gezeigt ist, die vertieften Teile **32** und die vorstehenden Teile **33** auf einem Abschnitt der Lamellenplatte **302** in der Längsrichtung X vorgesehen sein. Beispielsweise kann durch Vorsehen der vertieften Teile **32** und der vorstehenden Teile **33** direkt unter der Stelle, an der der wärmeerzeugende Körper erwartungsgemäß platziert wird, eine Zunahme eines Druckverlusts aufgrund der Vertiefungen-und-Vorsprünge-Form gemindert werden, während ausreichende Kühlleistung sichergestellt wird.

(Dritte Ausführungsform)

[0085] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird noch eine andere Ausführungsform einer Lamellenplatte **303** erläutert, bei der der Bereich, über den die Vertiefungen-und-Vorsprünge-Form verliehen ist, abgewandelt worden ist. Beispielsweise können, wie in **Fig. 9** gezeigt ist, die vertieften Teile **32** und die vorstehenden Teile **33** auf einem Abschnitt der Lamellenplatte **303** in der Querrichtung Z vorgesehen sein. Auch in dieser Situation kann die Kühlleistung aufgrund der Vertiefungen-und-Vorsprünge-Form erhöht werden, und kann eine Erhöhung des Druckverlusts aufgrund der Vertiefungen-und-Vorsprünge-Form gemindert werden.

(Vierte Ausführungsform)

[0086] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird ein Wärmetauscher **4**, der die Wärmesenke **1** aufweist, erläutert. Wie in **Fig. 10** bis **Fig. 12** gezeigt ist, weist der Wärmetauscher **4** die Wärmesenke **1** und einen Kühlmantel **5** auf. Wie in **Fig. 10** und **Fig. 12** gezeigt ist, weist der Kühlmantel **5** auf: einen Außenwandteil **52**, der einen Kühlwandungsteil **51**, der den wärmeerzeugenden Körper kühlt, aufweist; einen Innenraum **53**, der durch den Außenwandteil **52** umgeben ist; einen Kühlmitteleinlass **54**, der durch den Außenwandteil **52** verläuft und durch den das Kühlmittel von dem Äußeren des Wärmetauschers **4** dem Innenraum **53** zugeführt wird; und einen Kühlmittelauslass **55**, von dem das Kühlmittel von dem Innenraum **53** an das Äußere des Wärmetauschers **4** abgegeben wird. Die Wärmesenke **1** ist in dem Innenraum **53** des Kühlmantels **5** untergebracht.

[0087] Wie in **Fig. 10** und **Fig. 11** gezeigt ist, weist der Außenwandteil **52** des Kühlmantels **5** einen Deckelteil **56**, der im Wesentlichen eine längliche Form aufweist, und einen Kappenteil **57**, der auf dem Deckelteil **56** installiert ist, auf. Wie in **Fig. 10** und **Fig. 12** gezeigt ist, weist der Kappenteil **57** auf: den Kühlwandungsteil **51**, der dem Deckelteil **56** gegenüberliegend angeordnet ist und eine im Wesentlichen längliche Form aufweist; einen Seitenwandteil **571**, der sich von einem Außenumfangsendrand des Kühlwandungsteils **51** in Richtung der Deckelteil-56-Seite erstreckt; und einen Flanschteil **572**, der auf der Spitze des Seitenwandteils **571** ausgebildet ist und mit dem Deckelteil **56** verbunden ist. Es wird angemerkt, dass das Verbinden des Deckelteils **56** und des Flanschteils **572** durch ein Verfahren, wie beispielsweise Hartlöten, Schweißen und Rührreibschweißen, durchgeführt werden kann.

[0088] Der Kühlmitteleinlass **54** und der Kühlmittelauslass **55** sind an zentralen Abschnitten der zwei kurzen Seiten des Außenumfangsrandteils des Kühlwandungsteils **51** vorgesehen.

[0089] Wie in **Fig. 12** gezeigt ist, ist die Wärmesenke **1** in dem Innenraum **53** des Kühlwandungsteils **51**, der durch den Deckelteil **56** und den Kappenteil **57** umgeben ist, angeordnet. Die Wärmesenke **1** ist derart angeordnet, dass die Kühlmitteleinführteile **21** der Kühlmitteldurchlässe **2** der Kühlmitteleinlass-54-Seite des Kühlmantels **5** zugewandt sind, und die Kühlmittelausführteile **22** der Kühlmitteldurchlässe **2** der Kühlmittelauslass-55-Seite des Kühlmantels **5** zugewandt sind.

[0090] Wie in **Fig. 12** gezeigt ist, sind bei der vorliegenden Ausführungsform beide Randoberflächen **34** (341, 342) der Lamellenplatten **3** in der Querrichtung Z über hartgelötete Verbindungen mit der inneren Oberfläche des Kühlwandungsteils **51** oder der inneren Oberfläche des Deckelteils **56** verbunden.

[0091] In der Situation, in der die Wärmesenke **1**, die die Mehrzahl von Lamellenplatten **3** aufweist, wie bei der vorliegenden Ausführungsform, an den Kühlmantel **5** hartgelötet wird, ist es bevorzugt, den Planari-

tätsgrad der Randoberfläche der Wärmesenke **1** auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile **23** aufweist, und der Randoberfläche der Wärmesenke **1** auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile **23** nicht aufweist, 0,2 mm oder weniger sein zu lassen. In dieser Situation kann, wenn der Kühlmantel **5** und die Wärmesenke **1** hartgelötet werden sollen, leichter bewirkt werden, dass Füllmaterial in die Räume zwischen dem Kühlmantel **5** und der Wärmesenke **1** eindringt, und dadurch kann das Auftreten von Verbindungsdefekten, wie beispielsweise Leerstellen, effektiver gemindert werden.

[0092] Es wird angemerkt, dass der Planaritätsgrad der Randoberfläche der Wärmesenke **1** auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile **23** nicht aufweist, durch dasselbe Verfahren zum Messen des Planaritätsgrads der Randoberfläche der Wärmesenke **1** auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile **23** aufweist, wie es oben beschrieben wurde, gemessen werden kann. D.h., die Wärmesenke **1** wird auf der Basisplatte platziert, und die Randoberfläche **341**, aus den zwei Randoberflächen **34** der Lamellenplatte **3** in der Querrichtung Z, auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile **23** aufweist, wird mit der Basisplatte in Kontakt gebracht. Dann wird die Höhe der Randoberfläche **342** auf der Seite der Wärmesenke **1**, die die Kühlmittelkontaktteile **23** nicht aufweist, an verschiedenen Stellen unter Verwendung einer Höhenmessvorrichtung gemessen. Außerdem wird die Differenz zwischen der maximalen Höhe und der minimalen Höhe aus den Messergebnissen als der Planaritätsgrad der Randoberfläche der Wärmesenke **1** auf der Seite, die die Kühlmittelkontaktteile **23** nicht aufweist, genommen.

[0093] Da der Wärmetauscher **4** der vorliegenden Ausführungsform die oben genannte Ausgestaltung aufweist, kann das Kühlmittel, das von dem Kühlmitteleinlass **54** in den Innenraum **53** strömt, über die Kühlmitteleinführteile **21** der Wärmesenke **1** in die Kühlmitteldurchlässe **2** geführt werden. Zudem kann, wie oben beschrieben wurde, das Kühlmittel innerhalb der Kühlmitteldurchlässe **2** in den Kühlmittelkontaktteilen **23** einem Wärmeaustausch mit dem Kühlwandungsteil **51** unterzogen werden, während das Kühlmittel durch die Verbindungsteile **24**, die Kühlmitteldurchgangsteile **25**, die zweiten Verbindungsteile **26** und die zweiten Kühlmitteldurchgangsteile **27** durchmischt wird. Dann wird das Kühlmittel, das die Kühlmittelausführteile **22** erreicht, über den Kühlmittelauslass **55** abgegeben. Dadurch kann der wärmeerzeugende Körper, der auf der äußeren Oberfläche des Kühlwandungsteils **51** platziert ist, mit guter Effizienz gekühlt werden.

(Erste Vergleichsausführungsform)

[0094] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird eine Wärmesenke **9** erläutert, bei der eine Mehrzahl gitterförmiger Platten **91** (91a, 91b), die eine Mehrzahl von Längsrippen **911** (911a, 911b), die sich in der Längsrichtung erstrecken, eine Mehrzahl von Querrippen **912** (912a, 912b) orthogonal zu den Längsrippen **911** und eine Mehrzahl von Schlitzen **913**, die durch die Längsrippen **911** und die Querrippen **912** aufgeteilt sind, aufweisen, gestapelt ist. Wie in **Fig. 13** bis **Fig. 15** gezeigt ist, weist die Wärmesenke **9** der vorliegenden Ausführungsform die ersten Platten **91a**, die zahlreiche Schlitze **913a**, die sich in der Längsrichtung erstrecken, aufweisen, und die zweiten Platten **91b** auf, bei denen die Stellen der Schlitze **913b** in der Längsrichtung relativ zu den Schlitzen **913a** der ersten Platten **91a** um den halben Abstand zwischen den Schlitzen **913** verschoben sind, und die ersten Platten **91a** und die zweiten Platten **91b** in einer alternierenden Weise gestapelt sind. Wie in **Fig. 15** gezeigt ist, bestehen die Kühlmitteldurchlässe der Wärmesenken **9** der vorliegenden Ausführungsform aus den Schlitzen **913a** der ersten Platten **91a** und den Schlitzen **913b** der zweiten Platten **91b**.

[0095] Insbesondere weist die Wärmesenke **9** der vorliegenden Ausführungsform eine Längsaußenabmessung von 64 mm, eine Queraußenabmessung von 54,2 mm und eine Dickenaußenabmessung von 8 mm auf. Die Dicke der Platten **91** ist 1,0 mm. Zudem ist die Breite der Längsrippen **911** der Platten **91** 1,0 mm, und ist der Abstand zwischen den Längsrippen **911** (d.h. die Breite jedes der Schlitze **913**) 0,90 mm. Zudem ist die Breite der Querrippen **912** der Platten **91** 2,0 mm, und ist der Abstand zwischen den Querrippen **912** (d.h. die Länge jedes der Schlitze **913**) 5, 75 mm.

[0096] Die Kühlleistung und der Druckverlust der Wärmesenke der ersten Ausführungsform und der Wärmesenke **9** der ersten Vergleichsausführungsform können beispielsweise durch die Thermofluidsimulation unten verglichen werden.

[0097] Zuerst wurde ein Strukturmodell vorbereitet, bei dem ein Aluminiumblech, das als der Kühlwandungsteil **51** diente, auf jeder der Wärmesenken **1**, **9** platziert wurde. Ein wärmeerzeugender Körper, der 1.650 W an Wärme erzeugte, wurde auf dem Kühlwandungsteil **51** angeordnet. Außerdem wurde ein langlebiges Kühlmittel, das als das Kühlmittel diente, mit verschiedenen Strömungsraten den Kühlmitteldurchlässen der Wärmesenken **1**, **9** zugeführt, und an dem Zeitpunkt, wenn die Temperatur des wärmeerzeugenden Körpers einen dauerhaften Zustand erreichte, wurden der Wärmewiderstand zwischen dem wärmeerzeugenden Körper und dem Kühlmittel sowie der Druckverlust (d.h. die Differenz zwischen dem Druck des Kühlmittels an den Einlässen der Kühlmitteldurchlässe und dem Druck des Kühlmittels an den Auslässen der Kühlmitteldurchlässe) berechnet.

[0098] In **Fig. 16** ist ein Diagramm gezeigt, das die Beziehung zwischen dem Wärmewiderstand und dem Druckverlust für die Wärmesenke **1** der ersten Ausführungsform und die Wärmesenke **9** der ersten Vergleichsausführungsform darstellt. Es wird angemerkt, dass die Ordinate in **Fig. 16** das Wärmewiderstandsverhältnis für die Situation ist, in der die Wärmewiderstandswerte, wenn das Kühlmittelströmungsvolumen in der Wärmesenke **9** der ersten Vergleichsausführungsform 6 L/min war, als die Referenz verwendet wurden, und die Abszisse das Druckverlustverhältnis für die Situation ist, in der die Druckverlustwerte, wenn das Kühlmittelströmungsvolumen in der Wärmesenke **9** der ersten Vergleichsausführungsform 6 L/min war, als eine Referenz verwendet wurden.

[0099] Wie in **Fig. 16** hinsichtlich der Wärmesenke **1** der ersten Ausführungsform gezeigt ist, konnte ein Wärmewiderstand in derselben Größenordnung wie jener der Wärmesenke **9** der ersten Vergleichsausführungsform bei einem niedrigeren Druckverlust als jenem der Wärmesenke **9** der Vergleichsausführungsform erreicht werden. Infolgedessen konnte man gemäß der Wärmesenke **1** der ersten Ausführungsform verstehen, dass eine Kühlleistung erhöht werden konnte und ein Druckverlust reduziert werden konnte.

[0100] Die bestimmten Aspekte der Wärmesenke gemäß der vorliegenden Erfindung sind nicht auf die Aspekte, die bei der ersten bis dritten Ausführungsform beschrieben wurden, beschränkt, und die Ausgestaltungen können gegebenenfalls innerhalb eines Bereichs, der von dem Wesen der vorliegenden Erfindung nicht abweicht, abgewandelt werden. Beispielsweise können die Bodenteile der ersten vertieften Teile und der zweiten vertieften Teile sowie die Spitzenteile der ersten vorstehenden Teile und der zweiten vorstehenden Teile eine Form aufweisen, die einen Kreis, eine Ellipse, ein Viereck, ein Sechseck oder dergleichen oder einen Teil davon ausbildet.

[0101] Zudem wurden bei der ersten bis dritten Ausführungsform Ausgestaltungen beschrieben, bei denen die Bodenteile der ersten vertieften Teile und der zweiten vertieften Teile sowie die Spitzenteile der ersten vorstehenden Teile und der zweiten vorstehenden Teile eine Flachblechform aufweisen, aber die ersten vertieften Teile, die zweiten vertieften Teile, die ersten vorstehenden Teile und die zweiten vorstehenden Teile können eine Form aufweisen, die den Bodenteil oder den Spitzenteil einer Flachblechform nicht aufweist, beispielsweise eine Halbkugelform.

[0102] Die ersten Lamellenplatten **3a** und die zweiten Lamellenplatten **3b** können durch hartgelötete Verbindungen miteinander verbunden werden, wie bei der ersten bis dritten Ausführungsform beschrieben wurde; beispielsweise können die ersten Lamellenplatten **3a** und die zweiten Lamellenplatten **3b** durch Kopplungsbauteile, die die Mehrzahl von Lamellenplatten durchqueren und die Mehrzahl von Lamellenplatten koppeln, gehalten werden.

[0103] Bei der ersten bis dritten Ausführungsform wurden Ausgestaltungen beschrieben, bei denen jede der Lamellenplatten drei Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihen aufweist: die obere Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe, die mittlere Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe und die untere Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihe; jedoch kann jede der Lamellenplatten vier oder mehr Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihen aufweisen. Jede der Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihen kann derart angeordnet sein, dass sie beispielsweise Gleichung (2) unten erfüllt. Dabei ist in Gleichung (2) unten λ_h der Abstand zwischen den Vertiefungen-und-Vorsprünge-Reihen in der Querrichtung Z, ist h die Abmessung der Wärmesenke in der Querrichtung Z, und ist m eine natürliche Zahl.

$$m\lambda_h / 2 = h \qquad (1)$$

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 201433063 [0004]

Patentansprüche

1. Wärmesenke, die so ausgebildet ist, dass sie auf einem Kühlwandungsteil, der einen wärmeerzeugenden Körper kühlt, in einem Wärmetauscher montierbar ist, und die einen Kühlmitteldurchlass, der so ausgebildet ist, dass Kühlmittel dadurch strömen gelassen werden kann, aufweist, bei der:
der Kühlmitteldurchlass aufweist:
einen Kühlmitteleinführteil, durch den das Kühlmittel eingebracht wird;
einen Kühlmittelausführteil, aus dem das Kühlmittel herausgeführt wird;
eine Mehrzahl von Kühlmittelkontaktteilen, die voneinander beabstandet entlang eines Kühlmittelwegs, der von dem Kühlmitteleinführteil zu dem Kühlmittelausführteil führt, angeordnet sind und die das Kühlmittel mit dem Kühlwandungsteil in Kontakt bringen;
einen Kühlmitteldurchgangsteil, der zwischen angrenzenden Kühlmittelkontaktteilen angeordnet ist und durch den das Kühlmittel von einem stromaufwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteil zu einem stromabwärtsseitigen Kühlmittelkontaktteil in dem Kühlmittelweg passiert; und
Verbindungsteile, die zwischen dem Kühlmitteldurchgangsteil und den Kühlmittelkontaktteilen eingefügt sind und deren Durchlassquerschnittsfläche kleiner als jene der Kühlmittelkontaktteile und des Kühlmitteldurchgangsteils ist.

2. Wärmesenke nach Anspruch 1, bei der der Kühlmitteldurchgangsteil derart angeordnet ist, dass er weiter von dem Kühlwandungsteil beabstandet ist als die Kühlmittelkontaktteile.

3. Wärmesenke nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Kühlmitteldurchlass einen zweiten Kühlmitteldurchgangsteil, der zwischen angrenzenden Kühlmitteldurchgangsteilen angeordnet ist und durch den das Kühlmittel von einem stromaufwärtsseitigen Kühlmitteldurchgangsteil zu einem stromabwärtsseitigen Kühlmitteldurchgangsteil in dem Kühlmittelweg passiert, und einen zweiten Verbindungsteil, der zwischen dem zweiten Kühlmitteldurchgangsteil und dem Kühlmitteldurchgangsteil eingefügt ist und dessen Durchlassquerschnittsfläche kleiner als jene des Kühlmitteldurchgangsteils und des zweiten Kühlmitteldurchgangsteils ist, aufweist.

4. Wärmesenke nach einem der Ansprüche 1-3, mit einer Mehrzahl von Lamellenplatten, die aufeinander gestapelt sind, bei der der Kühlmitteldurchlass zwischen angrenzenden Lamellenplatten ausgebildet ist.

5. Wärmesenke nach Anspruch 4, bei der:
die Wärmesenke erste Lamellenplatten und zweite Lamellenplatten, die als die Lamellenplatten dienen und die in einer alternierenden Weise gestapelt sind, aufweist;
die ersten Lamellenplatten aufweisen:
erste Referenzoberflächenteile;
erste vertiefte Teile, die in einer ersten Richtung einer Stapelrichtung relativ zu den ersten Referenzoberflächenteilen vertieft sind; und
erste vorstehende Teile, die von den ersten Referenzoberflächenteilen in einer zweiten Richtung, die eine Richtung entgegengesetzt zu jener der ersten Richtung ist, vorstehen; und die ersten vertieften Teile und die ersten vorstehenden Teile in einer alternierenden Weise in einer Querrichtung und einer Längsrichtung der ersten Lamellenplatte angeordnet sind;
die zweiten Lamellenplatten aufweisen:
zweite Referenzoberflächenteile;
zweite vertiefte Teile, die in der ersten Richtung relativ zu den zweiten Referenzoberflächenteilen vertieft sind; und
zweite vorstehende Teile, die von den zweiten Referenzoberflächenteilen in der zweiten Richtung vorstehen;
die zweiten vertieften Teile und die zweiten vorstehenden Teile in einer alternierenden Weise in der Querrichtung und der Längsrichtung der zweiten Lamellenplatte angeordnet sind;
die ersten vertieften Teile und die zweiten vorstehenden Teile einander gegenüberliegen; und
die zweiten vertieften Teile und die ersten vorstehenden Teile einander gegenüberliegen.

6. Wärmesenke nach Anspruch 5, bei der die ersten Referenzoberflächenteile an Abschnitten, die durch die ersten vorstehenden Teile und die ersten vertieften Teile umgeben sind, angeordnet sind, und die zweiten Referenzoberflächenteile an Abschnitten, die durch die zweiten vorstehenden Teile und die zweiten vertieften Teile umgeben sind, angeordnet sind.

7. Wärmetauscher mit der Wärmesenke nach einem der Ansprüche 1-6, mit:
einem Kühlmantel, der aufweist: einen Außenwandteil, der den Kühlwandungsteil, der den wärmeerzeugenden Körper kühlt, aufweist; einen Innenraum, der durch den Außenwandteil umgeben ist; einen Kühlmitteleinlass, der durch den Außenwandteil verläuft und das Kühlmittel von einem Äußeren des Wärmetauschers dem Innenraum zuführt; und einen Kühlmittelauslass, der das Kühlmittel von dem Innenraum an das Äußere des Wärmetauschers abgibt; und
die Wärmesenke, die in dem Innenraum des Kühlmantels untergebracht ist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

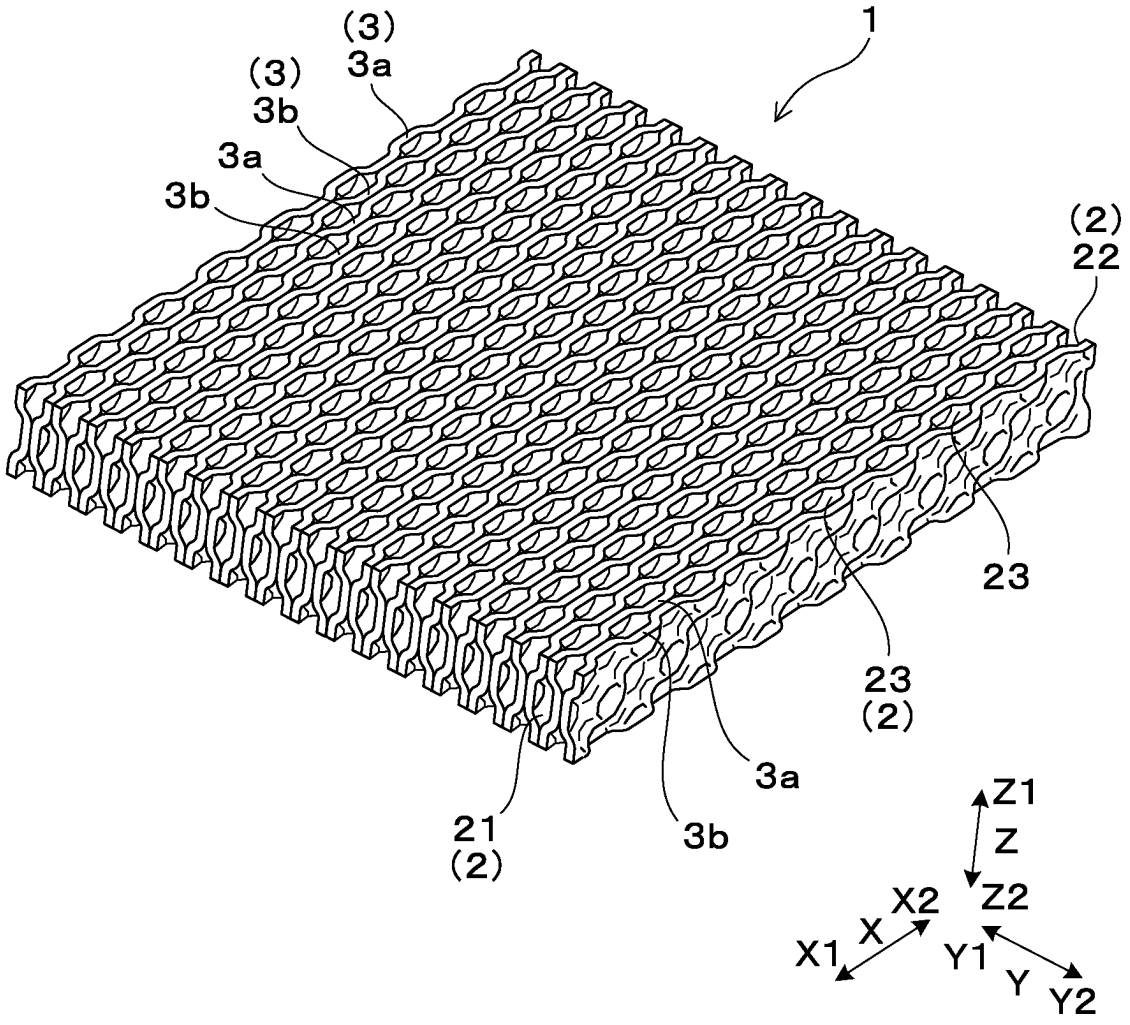


FIG. 2

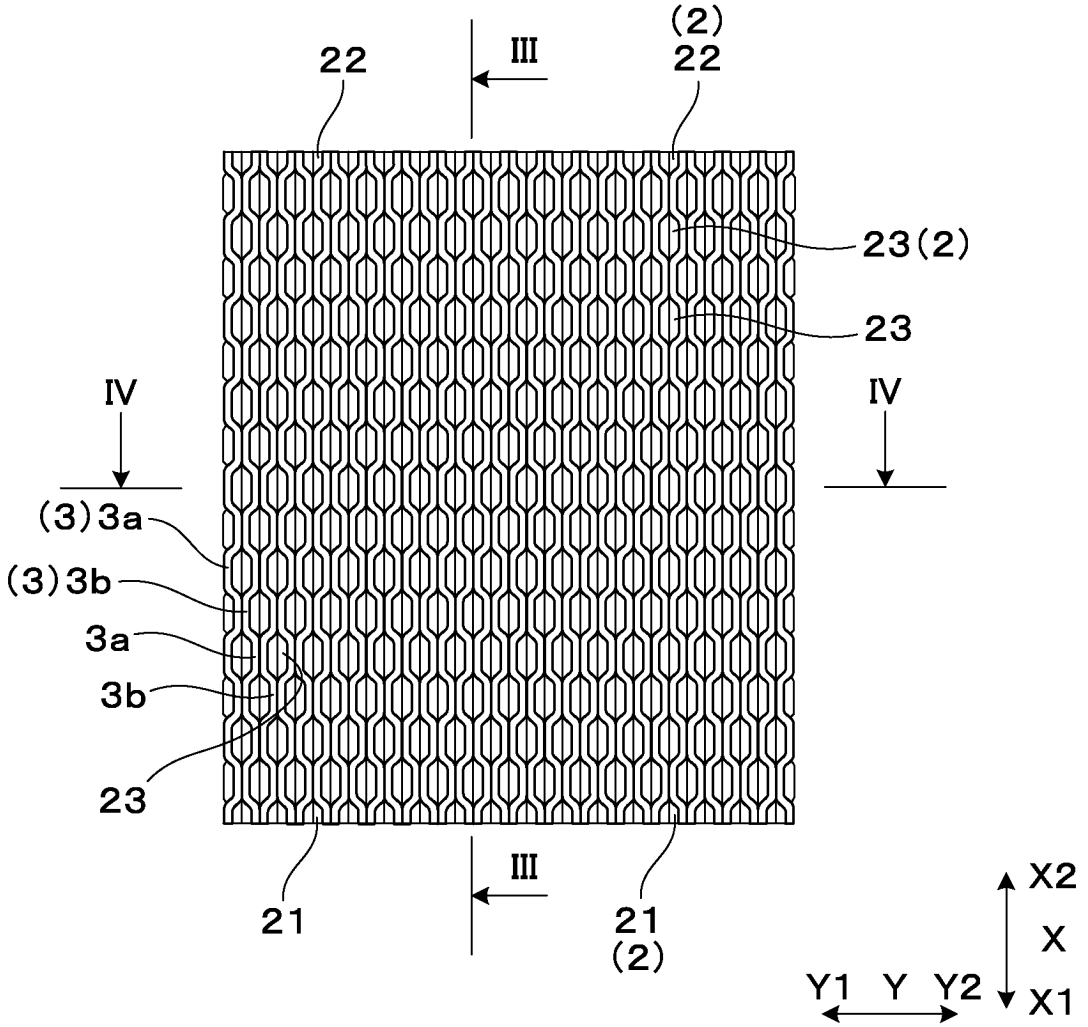

22
III
(2)
22
23(2)
23
IV
IV
(3)3a
(3)3b
3a
3b
23
21
III
21
(2)
X2
X
Y1 Y Y2
X1

FIG. 3

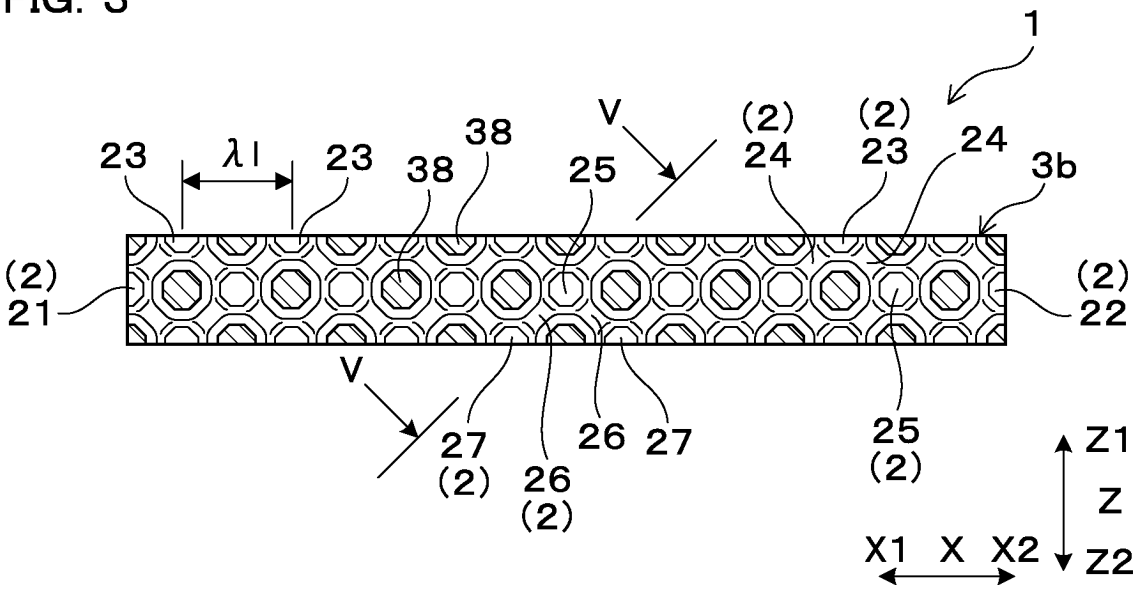

1
23
λ1
23
38
38
25
V
(2)
24
(2)
23
24
3b
(2)
21
(2)
22
V
27
(2)
26
(2)
26
27
25
(2)
Z1
Z
X1 X X2
Z2

FIG. 4

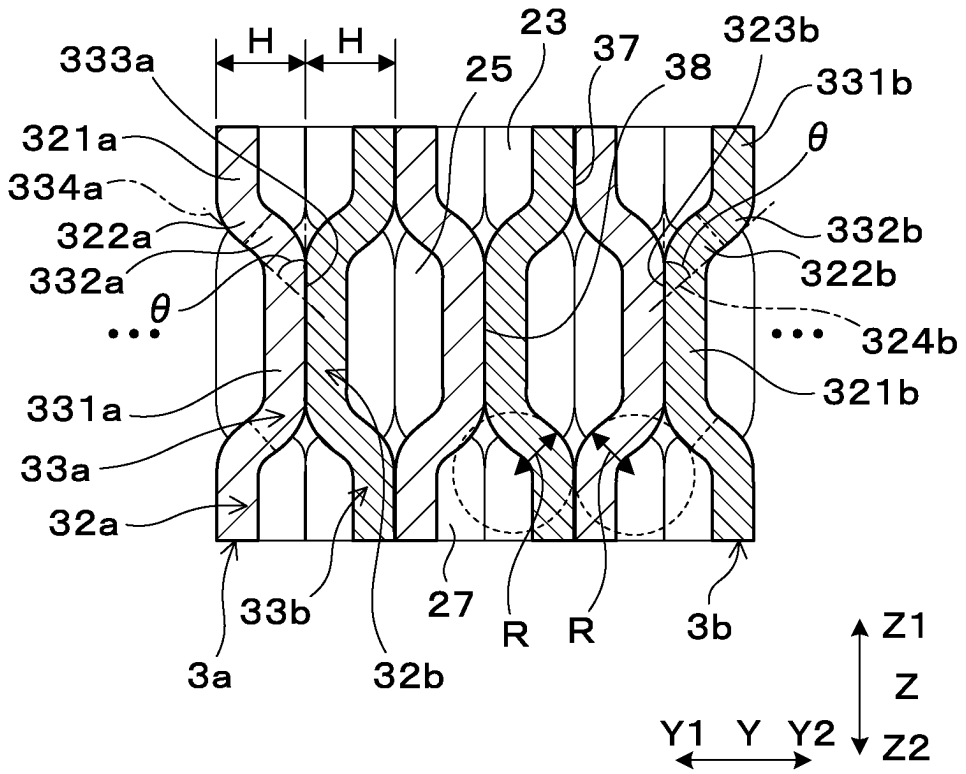

H
H
333a
23
25
37
38
323b
331b
θ
321a
334a
322a
332a
θ
332b
322b
324b
321b
331a
33a
32a
33b
27
R
R
3b
3a
32b
Z1
Z
Z2
Y1
Y
Y2

FIG. 5

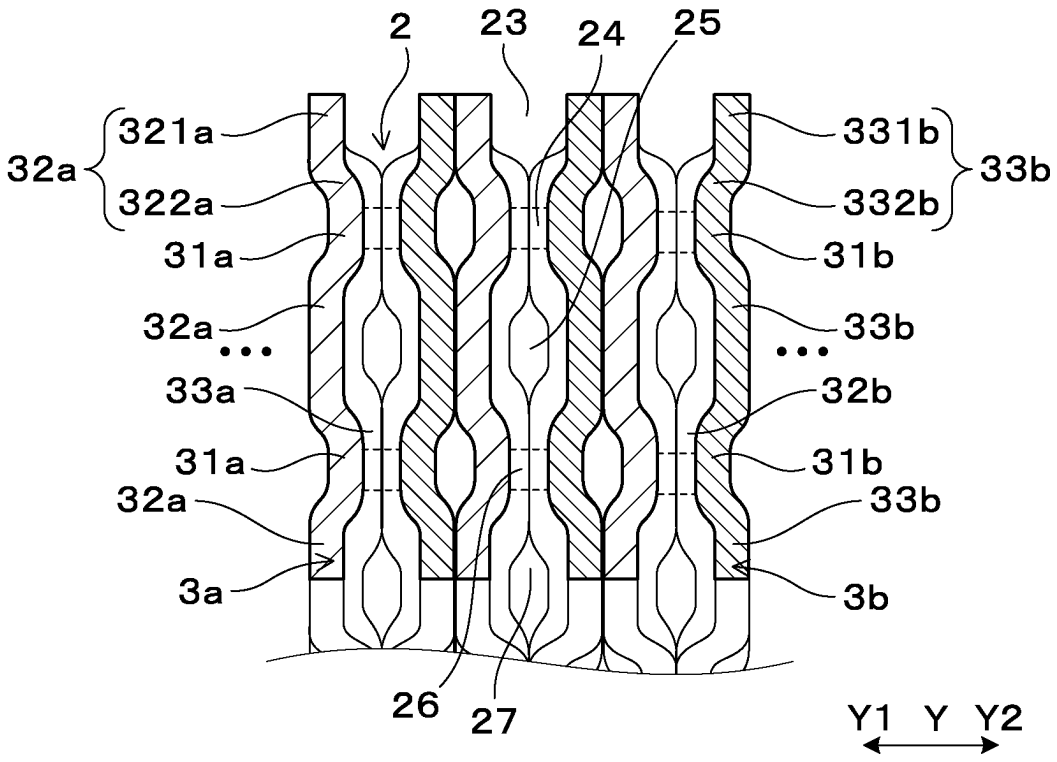

2
23
24
25
32a
321a
322a
331b
332b
33b
31a
31b
32a
33b
33a
32b
31a
31b
32a
33b
3a
3b
26
27
Y1
Y
Y2

FIG. 6

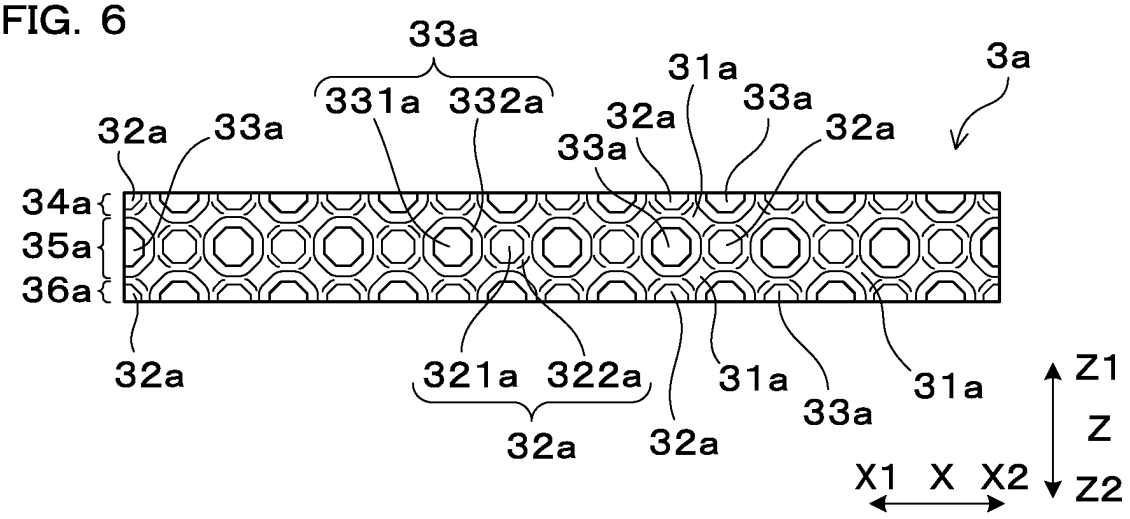


FIG. 7

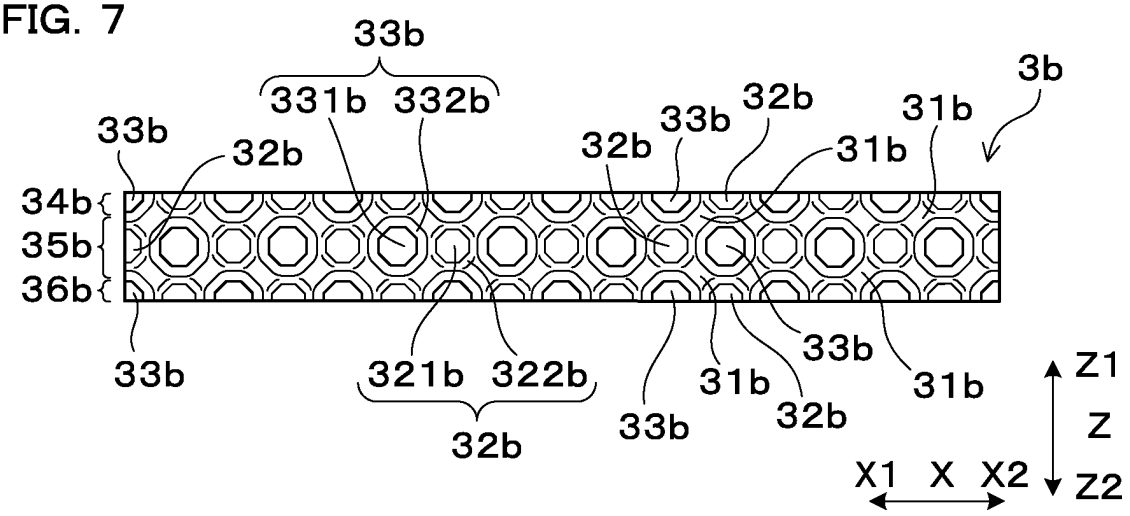


FIG. 8

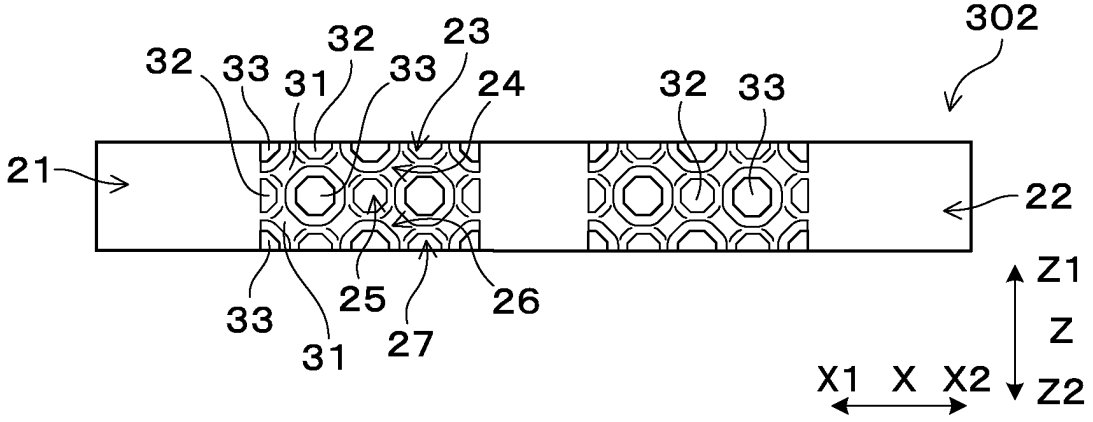


FIG. 9

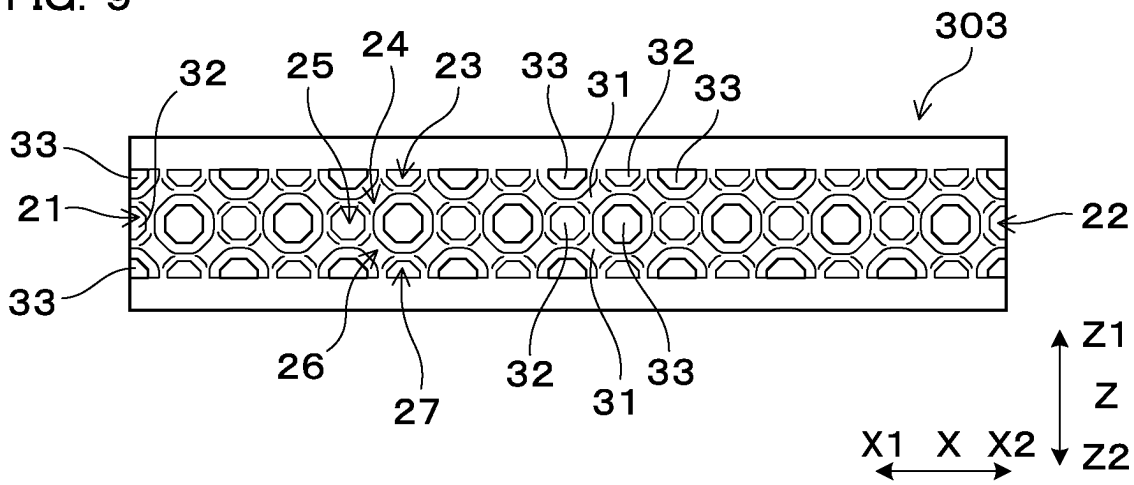

303
32
25
24
23
33
31
32
33
33
21
22
33
26
27
32
31
33
Z1
Z
Z2
X1
X
X2

FIG. 10

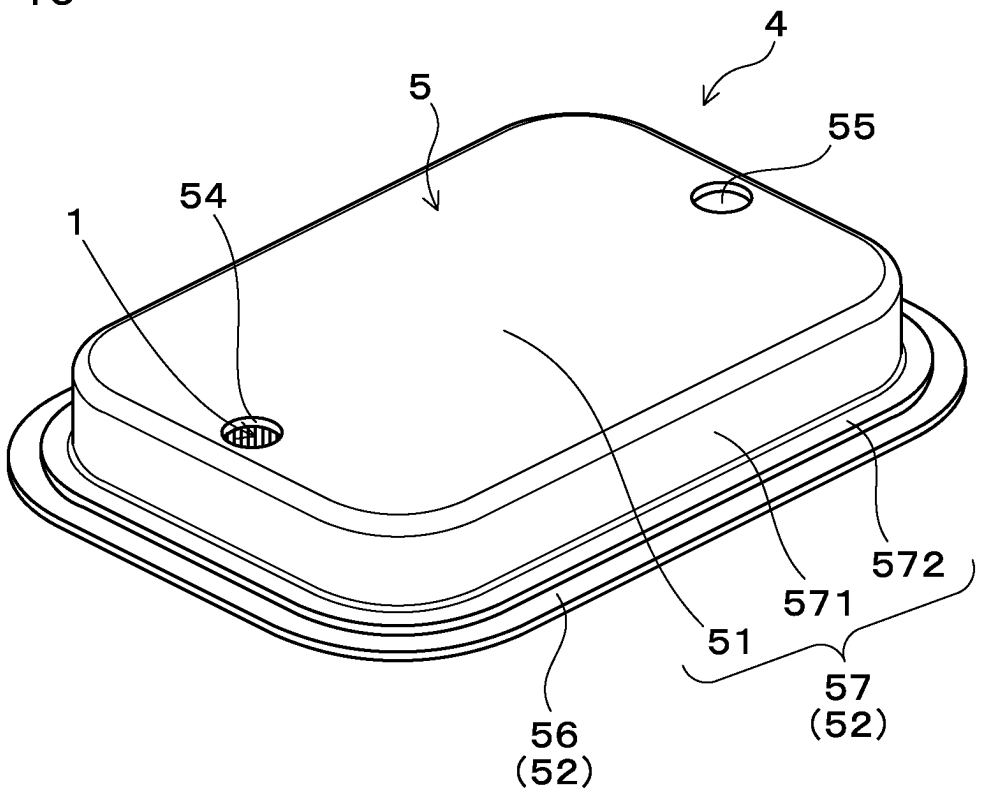
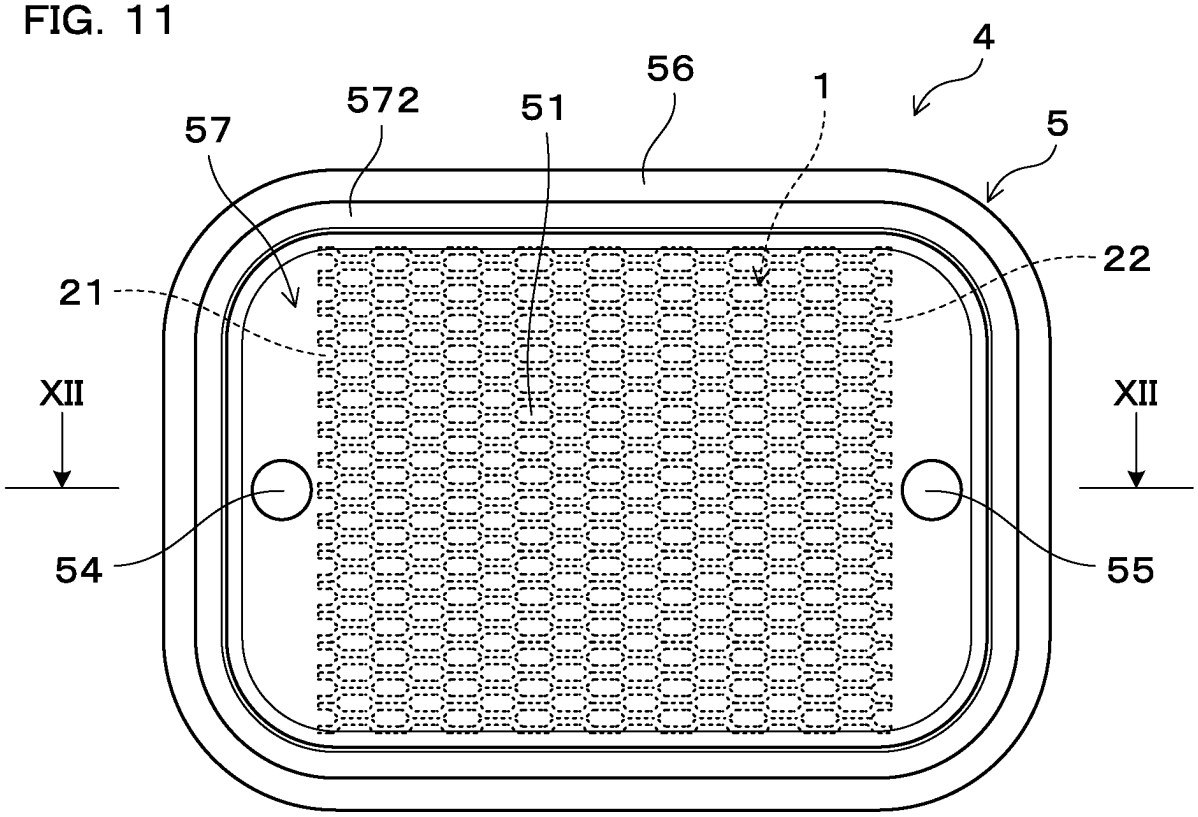

4
5
55
54
1
572
571
51
57
(52)
56
(52)

FIG. 11



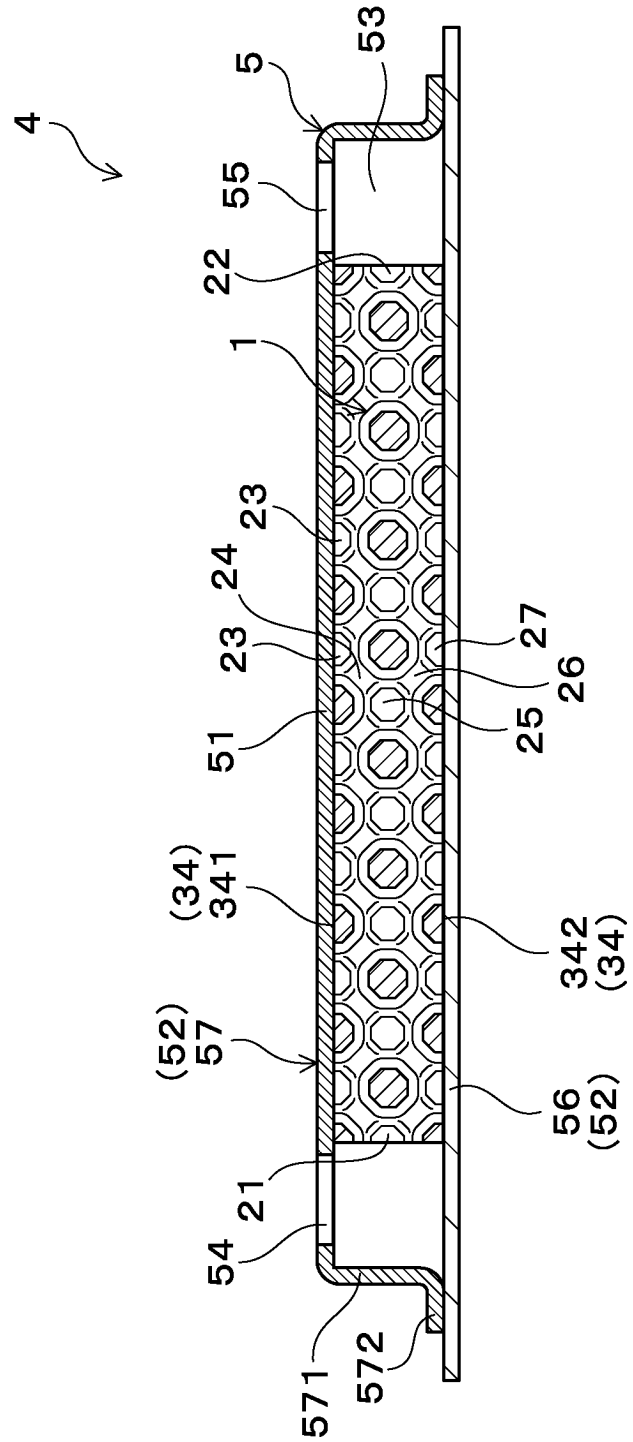

4
5
53
55
22
1
23
24
23
27
26
25
51
(34)
341
342
(34)
(52)
57
56
(52)
21
54
571
572

FIG. 12

FIG. 13

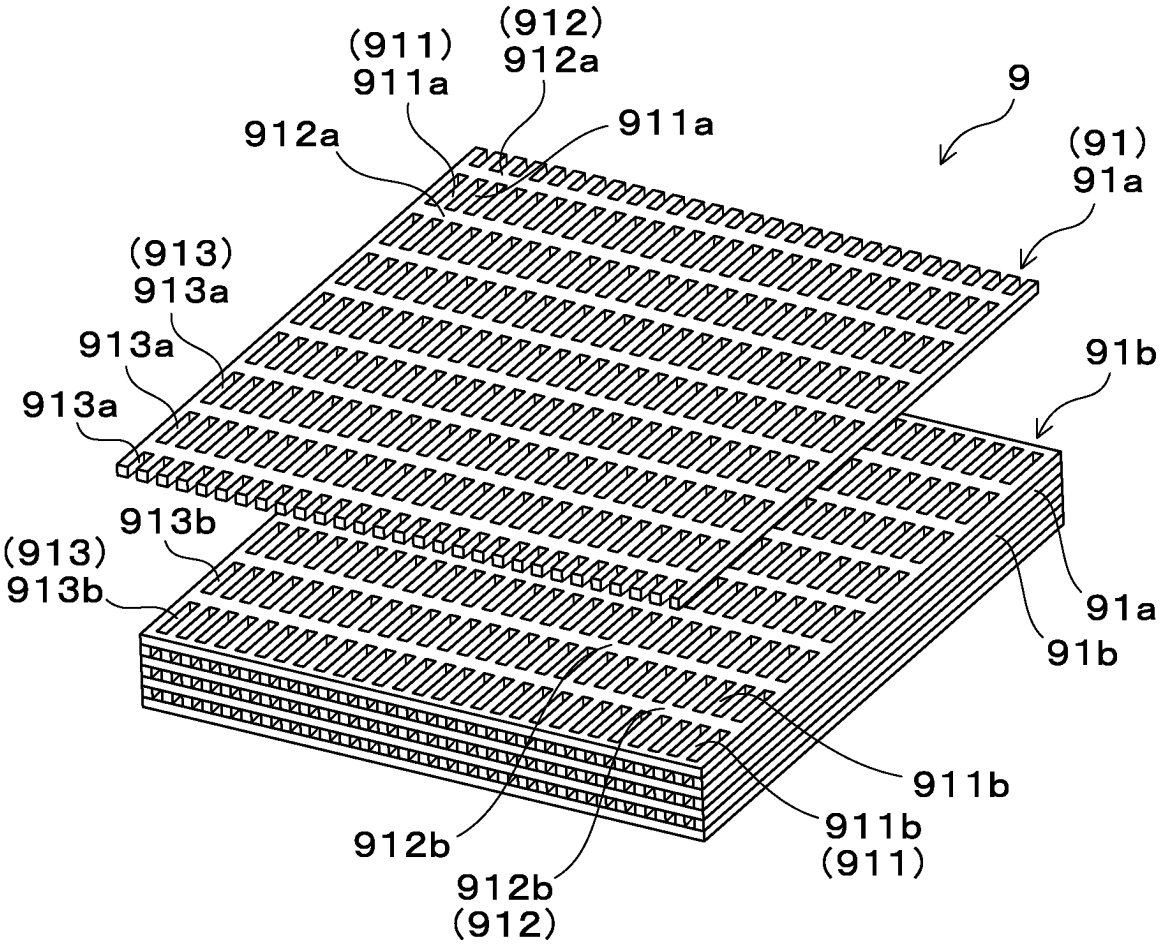

(911)
911a
(912)
912a
912a
911a
9
(91)
91a
(913)
913a
913a
913a
91b
913b
(913)
913b
91a
91b
911b
911b
(911)
912b
912b
(912)

FIG. 14

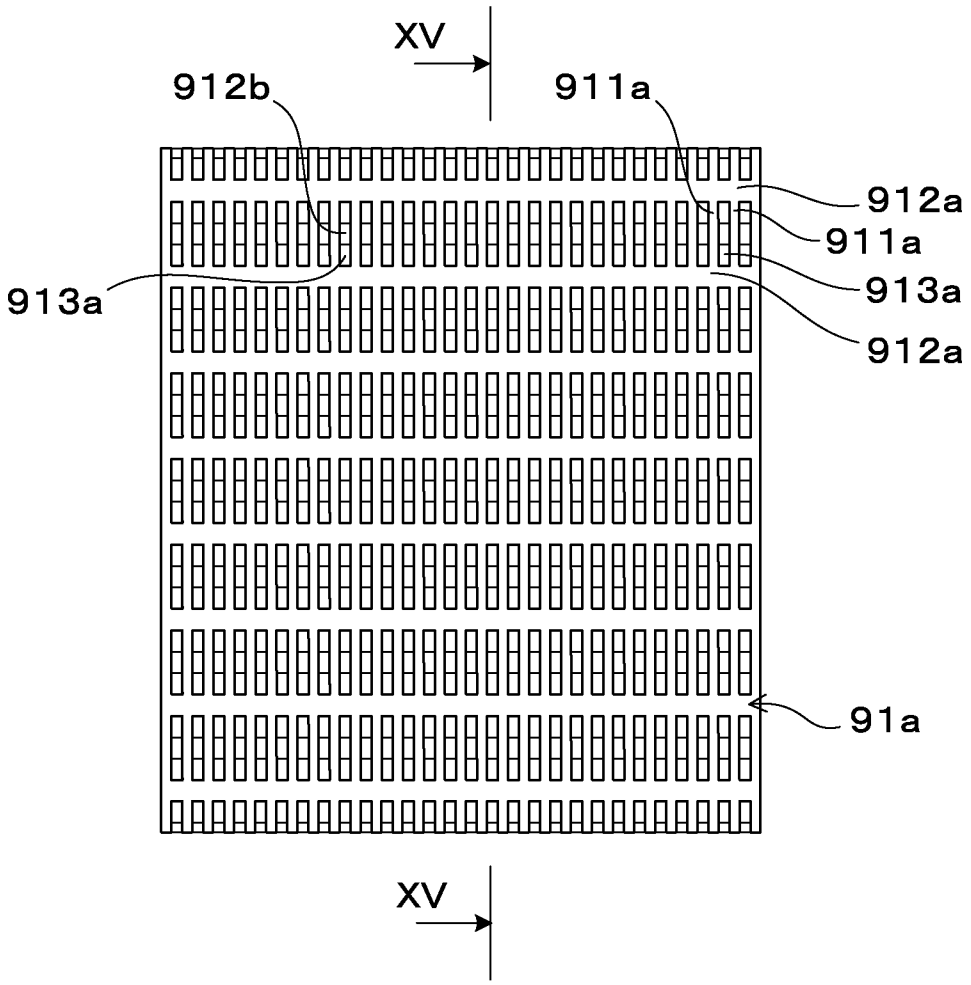

XV
912b
911a
912a
911a
913a
913a
912a
91a
XV

FIG. 15

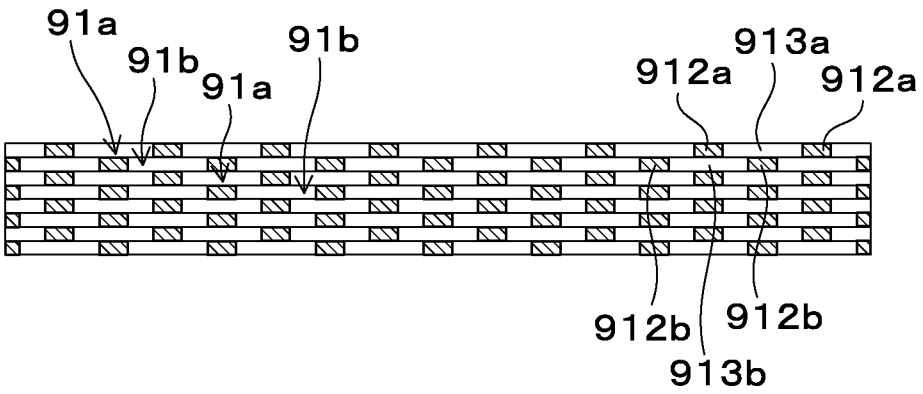
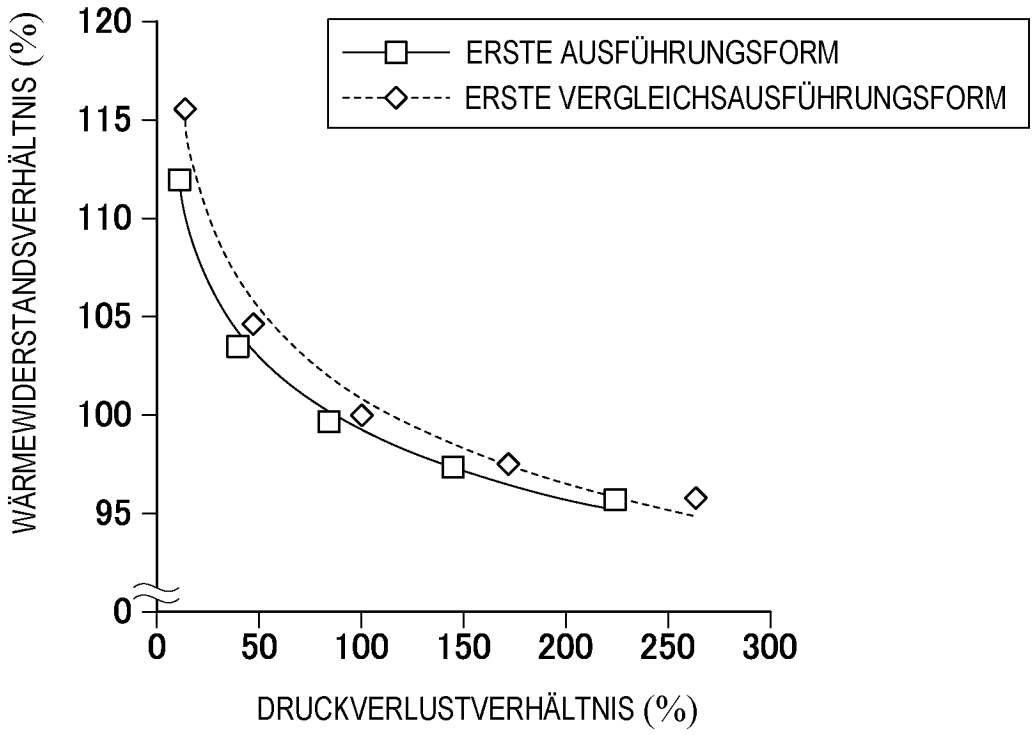

91a
91b
91a
91b
913a
912a
912a
912b
912b
913b

FIG. 16



 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve hergestellt.