



(10) **DE 11 2015 001 451 T5** 2017.01.05

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/146123**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 001 451.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/001614**
(86) PCT-Anmeldetag: **23.03.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **01.10.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **05.01.2017**

(51) Int Cl.: **F28F 1/30** (2006.01)
B60H 1/32 (2006.01)
F28D 1/053 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2014/059756 **24.03.2014** **JP**

(71) Anmelder:
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
JP**

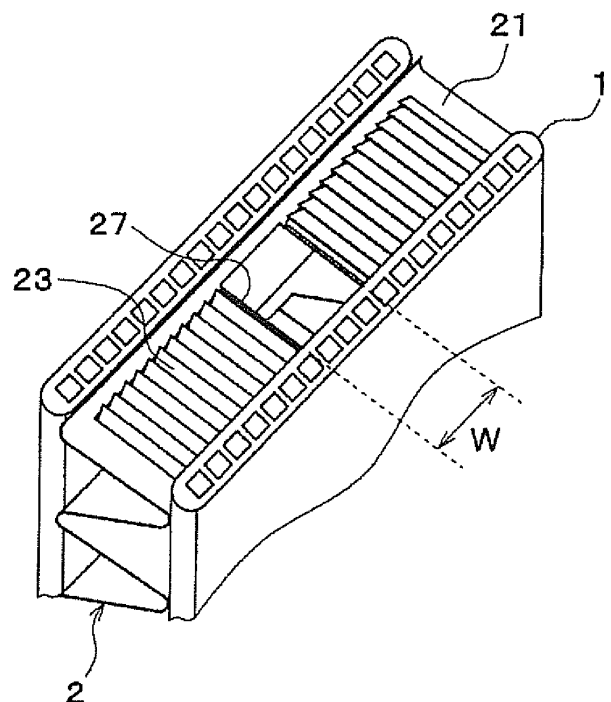
(74) Vertreter:
**Klingseisen, Rings & Partner Patentanwälte,
80331 München, DE**

(72) Erfinder:
**Sugimura, Ryohei, Kariya-city, Aichi-Pref., JP;
Inagaki, Mitsuharu, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Saito, Mitsuyoshi, Kariya-city, Aichi-Pref., JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscher**

(57) Zusammenfassung: Ein Wärmetauscher umfasst: gestapelte Rohre (1), durch die ein Kältemittel strömt; und eine Rippe (2), die mit dem Rohr verbunden ist, um eine Wärmeaustauschfläche mit Luft, die um das Rohr herum strömt, zu vergrößern. Ein Querschnitt der Rippe senkrecht zu einer Strömungsrichtung der Luft ist in einer Wellenform geformt, die hat: ebene Abschnitte (21), die im Wesentlichen parallel zu der Strömungsrichtung der Luft sind; und eine Oberseite (22) zum Verbinden zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten. Ein Spielraum (27, 28, 29) ist in dem ebenen Abschnitt der Rippe definiert. Wenn ein Abschnitt der Rippe, in dem ein kürzester Abstand (L) von einer Mittellinie (C2) zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten (21) ein Maximum wird, als ein entferntester Abschnitt (24 bis 26) in einem Querschnitt senkrecht zu einer Stapelrichtung der Rohre (1) festgelegt ist, wird der Spielraum in einem entferntesten Abschnitt (26) oder wenigstens einem von mehreren entferntesten Abschnitten (24 bis 26) definiert.



Beschreibung

Verweis auf verwandte Anmeldung

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2014-59756, die am 24. März 2014 eingereicht wurde, deren Offenbarung hier per Referenz eingebunden ist.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft einen Wärmetauscher.

Hintergrundtechnik

[0003] Herkömmlicherweise umfasst eine Klimaanlage für ein Fahrzeug: ein Rohr, durch das ein Kältemittel strömt; und eine Rippe, die mit dem Rohr verbunden ist, um eine Wärmeaustauschfläche zwischen Luft, die um das Rohr herum strömt, und Kältemittel zu vergrößern (siehe zum Beispiel Patentliteratur 1).

[0004] Wenn in einem derartigen Verdampfer eine Oberflächentemperatur unter einen Gefrierpunkt fällt, tritt möglicherweise ein Gefrierbruch auf, in dem kondensiertes Wasser, das an einer Oberfläche des Verdampfers haftet, gefriert, was eine Volumenexpansion und Brüche des Umfangsrohrs und der Umfangsrippe bewirkt.

[0005] Um dies zu handhaben, wird die Steuerung des Verdampfers in der herkömmlichen Klimaanlage für ein Fahrzeug unter Verwendung eines Thermistors ausgeführt. Wenn folglich eine Temperatur des Verdampfers eine Referenztemperatur oder niedriger wird, wird ein Kältekreislauf gestoppt oder eine Wärmelast wird verringert. Auf diese Weise friert das kondensierte Wasser, das an der Oberfläche des Verdampfers haftet, nicht oder das kondensierte Wasser friert nur in einem derartigen Ausmaß, dass der Gefrierbruch nicht auftritt.

Literatur des bisherigen Stands der Technik

Patentliteratur

[0006]

Patentliteratur 1: JP 3469412 B2

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Jedoch wächst in den letzten Jahren wie bei einem Außenwärmetauscher, der als ein Verdampfer zum Austauschen von Wärme eines Niederdruckkältemittels mit Umgebungsluft wirkt, um seine Verdampfung in einem Wärmepumpenkreislauf zu bewirken, ein Bedarf für die Verwendung des Wärmetauschers in einer derartigen Umgebung, in der die Oberflächentemperatur unter den Gefrierpunkt fällt. In diesem Fall ist der Gefrierbruch durch die Temperatursteuerung des Verdampfers, wie vorstehend beschrieben, schwer zu handhaben.

[0008] Die vorliegende Ausführungsform hat einen Zweck, einen Wärmetauscher bereitzustellen, der fähig ist, das Auftreten eines Gefrierbruchs zu beschränken.

[0009] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst ein Wärmetauscher: mehrere miteinander gestapelte Rohre; und eine Rippe, die mit den Rohren verbunden ist. Ein erstes Fluid strömt durch jedes der Rohre, und die Rippe vergrößert eine Wärmeaustauschfläche mit einem zweiten Fluid, das um die Rohre herum strömt. Ein Querschnitt der Rippe senkrecht zu einer Strömungsrichtung des zweiten Fluids hat eine Wellenform, die hat: mehrere ebene Abschnitte im Wesentlichen parallel zu der Strömungsrichtung des zweiten Fluids; und eine Oberseite zum Verbinden zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten. Während eine Oberflächentemperatur des Rohrs und/oder der Rippe möglicherweise einen Gefrierpunkt oder niedriger annimmt, wird in dem ebenen Abschnitt der Rippe ein Spielraum definiert. Wenn ein Abschnitt der Rippe, in dem ein kürzester Abstand von einer Mittellinie zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten ein Maximum wird, als ein entferntester Abschnitt in einem Querschnitt der Rippe, der senkrecht zu der Stapelrichtung der Rohre ist, festgelegt wird, wird der Spielraum in einem entferntesten Abschnitt oder wenigstens einem von mehreren entferntesten Abschnitten definiert.

[0010] Wenn in einem Wärmetauscher, in dem eine Oberflächentemperatur eines Rohrs und/oder einer Rippe möglicherweise einen Gefrierpunkt oder niedriger annimmt, eine Flüssigkeit, wie etwa kondensiertes Wasser

(Wasser oder ein wasserenthaltendes Material), das an dem Rohr oder der Rippe haftet, gefriert, schreitet das Gefrieren von einem Umfangsrandabschnitt der Flüssigkeit fort, und ein mittlerer Abschnitt gefriert am Ende. Folglich ist ein Abschnitt, dessen Gefrieren am Ende abgeschlossen wird (auf den hier nachstehend als Gefrierendabschnitt Bezug genommen wird) von einem Gefrierabschnitt umschlossen, dessen Gefrieren bereits abgeschlossen wurde. In einem derartigen Fall wird in Verbindung mit der Volumenausdehnung durch das Gefrieren eine Last auf das Umfangsrohr oder die Umfangsrippe angewendet. Auf diese Weise tritt möglicherweise der Gefrierbruch an dem Rohr oder der Rippe auf.

[0011] Um dies zu handhaben, ist ein Spielraum in einem ebenen Abschnitt der Rippe bereitgestellt. Auf diese Weise kann die Last, die mit der Volumenausdehnung durch Gefrieren des Gefrierendabschnitts (auf die hier nachstehend als eine Gefrierlast Bezug genommen wird) aus dem Spielraum freigesetzt werden. Außerdem ist in einem Querschnitt der Rippe, der senkrecht zu einer Stapelrichtung der Rohre ist, der Spielraum in dem entferntesten Abschnitt bereitgestellt, in dem der kürzeste Abstand von einer Mittellinie zwischen benachbarten ebenen Abschnitten das Maximum wird. Auf diese Weise kann die Gefrierlast von einem Abschnitt der Rippe, in dem die Gefrierlast maximal wird, freigesetzt werden, und somit kann das Auftreten des Gefrierbruchs an dem Rohr oder der Rippe beschränkt werden.

[0012] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst ein Wärmetauscher für einen Wärmepumpenkreislauf: mehrere gestapelte Rohre, wobei durch jedes von ihnen ein erstes Fluid strömt; und eine Rippe, die mit den Rohren verbunden ist, um eine Wärmeaustauschfläche mit einem zweiten Fluid, das um das Rohr herum strömt, zu vergrößern. Die Rippe hat: mehrere ebene Abschnitte im Wesentlichen parallel zu einer Strömungsrichtung des zweiten Fluids; und eine Oberseite zum Verbinden zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten, um eine Wellenform darzustellen. Der ebene Abschnitt hat Jalousien, die in einem vorgegebenen Schnitt- und Erhöhungswinkel in Bezug auf den ebenen Abschnitt geschnitten und erhöht sind und die in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet sind. Die mehreren Jalousien haben: eine erste Jalousiengruppe, die mehrere erste Jalousien umfasst; und eine zweite Jalousiengruppe, die auf einer strömungsabwärtigen Seite der ersten Jalousiengruppe in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet ist. Die Jalousien der zweiten Jalousiengruppe sind in einer anderen Schnitt- und Erhöhungsrichtung, die sich von den Jalousien der ersten Jalousiengruppe unterscheidet, geschnitten und erhöht. Wenigstens ein Ablenkabschnitt zum Ändern der Strömungsrichtung des zweiten Fluids ist in einem Abschnitt des ebenen Abschnitts, der zwischen der ersten Jalousiengruppe und der zweiten Jalousiengruppe angeordnet ist, bereitgestellt. Wenigstens ein Spielraum zum Verbinden zwischen benachbarten Luftdurchgängen, die von dem ebenen Abschnitt unterteilt sind, ist in dem wenigstens einen Ablenkabschnitt bereitgestellt.

[0013] Auf diese Weise kann die Gefrierlast von dem Abschnitt der Rippe, an dem die Gefrierlast maximal wird, freigesetzt werden, und somit kann das Auftreten des Gefrierbruchs des Rohrs oder der Rippe beschränkt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Fig. 1 ist eine Vorderansicht, die einen Außenwärmetauscher gemäß einer ersten Ausführungsform darstellt;

[0015] Fig. 2 ist eine Vorderansicht, die eine Rippe gemäß der ersten Ausführungsform darstellt;

[0016] Fig. 3 ist eine entlang einer Linie III-III von Fig. 2 genommene Querschnittansicht;

[0017] Fig. 4 ist eine vergrößerte Ansicht eines Bereichs IV von Fig. 3;

[0018] Fig. 5 ist eine vergrößerte Ansicht eines Bereichs V von Fig. 3;

[0019] Fig. 6 ist eine charakteristische Ansicht, die eine Beziehung zwischen einer kürzesten Länge L und einem Abstand von einem Ende der Rippe darstellt, das in einer Luftströmung strömungsaufwärtig ist;

[0020] Fig. 7 ist eine vergrößerte Perspektivansicht, die den Außenwärmetauscher der ersten Ausführungsform darstellt;

[0021] Fig. 8 ist eine charakteristische Ansicht, die ein Analyseergebnis eines Gefrierzustands in einem Fall darstellt, in dem ein Rippenabstand F_p und eine Schlitzbreite W geändert sind;

[0022] Fig. 9 ist eine charakteristische Ansicht, die eine Beziehung zwischen der Schlitzbreite W und einer Rohrverformung darstellt;

[0023] Fig. 10 ist eine erläuternde Ansicht, die ein Analyseergebnis einer Gefrierabfolge in einem Fall darstellt, in dem während des Gefrierens ein Verschluss auftritt;

[0024] Fig. 11 ist eine erläuternde Ansicht, die ein Analyseergebnis einer Gefrierabfolge in einem Fall darstellt, in dem während des Gefrierens kein Verschluss auftritt;

[0025] Fig. 12 ist eine vergrößerte Perspektivansicht, die einen Außenwärmetauscher gemäß einer zweiten Ausführungsform darstellt;

[0026] Fig. 13 ist eine vergrößerte Perspektivansicht, die einen Außenwärmetauscher gemäß einer dritten Ausführungsform darstellt;

[0027] Fig. 14 ist eine vergrößerte Perspektivansicht, die einen Außenwärmetauscher gemäß einer vierten Ausführungsform darstellt;

[0028] Fig. 15 ist eine vergrößerte Perspektivansicht, die einen Außenwärmetauscher gemäß einer fünften Ausführungsform darstellt;

[0029] Fig. 16 ist eine vergrößerte Perspektivansicht, die einen Außenwärmetauscher gemäß einer sechsten Ausführungsform darstellt;

[0030] Fig. 17 ist eine vergrößerte Perspektivansicht, die einen Außenwärmetauscher gemäß einer siebten Ausführungsform darstellt;

[0031] Fig. 18 ist eine vergrößerte Perspektivansicht, die einen Außenwärmetauscher gemäß einer achten Ausführungsform darstellt; und

[0032] Fig. 19 ist eine entlang einer Linie XIX-XIX von Fig. 18 genommene Querschnittansicht.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0033] Hier nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. In den Zeichnungen sind gleiche oder äquivalente Abschnitte zwischen jeweiligen nachstehenden Ausführungsformen in den Zeichnungen mit den gleichen Bezugszahlen bezeichnet.

(Erste Ausführungsform)

[0034] Eine erste Ausführungsform wird auf Basis von Fig. 1 bis Fig. 11 beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Offenbarung auf einen Außenwärmetauscher angewendet, der als ein Verdampfer wirkt, um Wärme eines Niederdruckkältemittels in einem Wärmepumpenkreislauf mit Umgebungsluft auszutauschen, um seine Verdampfung zu bewirken.

[0035] Wie in Fig. 1 abgebildet, ist der Außenwärmetauscher ein Abwärtsströmungswärmetauscher, in dem ein Kältemittel (als ein erstes Fluid) als ein internes Fluid in einer vertikalen Richtung strömt. Der Außenwärmetauscher umfasst ein Rohr 1, durch welches das Kältemittel strömt.

[0036] Das Rohr 1 ist derart bereitgestellt, dass es einen flachen oval geformten (flach geformten) Querschnitt hat, der senkrecht zu einer Längsrichtung ist, so dass eine lange Durchmesserichtung einer Strömungsrichtung von Luft (ein zweites Fluid) als ein externes Fluid entspricht (hier nachstehend wird als eine Luftströmungsrichtung $X1$ darauf Bezug genommen). Die mehreren Rohre 1 sind derart angeordnet, dass sie in einer Horizontalrichtung parallel sind, so dass ihre Längsrichtung der Vertikalrichtung entspricht. In der vorliegenden Ausführungsform wird ein mikroporöses Rohr, das durch Extrudieren ausgebildet wird, als das Rohr 1 verwendet.

[0037] Das Rohr 1 hat zwei flache Oberflächen 10a, 10b, die einander durch einen Fluiddurchgang, durch den das Kältemittel in dem Rohr 1 strömt, gegenüberliegen. Rippen 2 als Wärmeübertragungselemente, die in Wellenformen geformt sind, sind jeweils mit den flachen Oberflächen 10a, 10b auf beiden Seiten des Rohrs

1 verbunden. Eine Wärmeübertragungsfläche mit der Luft wird durch die Rippe **2** vergrößert, um den Wärmeaustausch zwischen dem Kältemittel und der Luft zu fördern. Auf diese Weise entspricht das Rohr **1** einem Wärmeaustauschgegenstand der vorliegenden Offenbarung. Auf einen im Wesentlichen rechteckigen Wärmeaustauschabschnitt, der die Rohre **1** und die Rippen **2** umfasst, wird als ein Kernabschnitt **3** Bezug genommen.

[0038] An Enden (in der vorliegenden Ausführungsform oberen und unteren Enden) des Rohrs **1** in der Längsrichtung (auf die hier nachstehend als eine Rohrlängsrichtung X2 Bezug genommen wird) erstrecken sich Sammelbehälter **4** in eine Richtung (in der vorliegenden Ausführungsform eine Horizontalrichtung), die senkrecht zu der Rohrlängsrichtung X2 ist, und stehen mit den mehreren Rohren **1** in Verbindung. Der Sammelbehälter **4** wird aufgebaut, indem er umfasst: eine Kernplatte **4a**, in welche die Rohre **1** eingesetzt und mit ihr verbunden sind; und einen Behälterhauptkörperabschnitt **4b**, der mit der Kernplatte **4a** einen inneren Behälterraum bildet. In der vorliegenden Ausführungsform sind die Kernplatte **4a** und der Behälterhauptabschnitt **4b** aus Metall (zum Beispiel einer Aluminiumlegierung) hergestellt. Außerdem ist jedes Ende des Kernabschnitts **3** mit einem Einsatz **5** versehen, der sich im Wesentlichen parallel zu der Rohrlängsrichtung X2 erstreckt und den Kernabschnitt **3** verstärkt.

[0039] Von den zwei Sammelbehältern **4** hat ein einlassseitiger Behälter **41** der auf einer Oberseite angeordnet ist und zulässt, dass das Kältemittel in das Rohr **1** divergiert, den Hauptbehälterkörperabschnitt **4b**, der mit einer Einlassleitung **4c** versehen ist, um zu bewirken, dass das Kältemittel in den Hauptbehälterkörperabschnitt **4b** strömt. Außerdem hat von den zwei Sammelbehältern **4** ein auslassseitiger Behälter **42**, der auf einer Unterseite angeordnet ist und das aus dem Rohr **1** strömende Kältemittel sammelt, den Hauptbehälterkörperabschnitt **4b**, der mit einer Auslassleitung **4b** versehen ist, um zu bewirken, dass das Kältemittel, das von dem Wärmetauscher mit der Luft gekühlt wurde, aus ihm heraus strömt.

[0040] Wie in **Fig. 2** abgebildet, ist die Rippe **2** eine gewellte Rippe, die in einer Wellenform ausgebildet ist und hat: plattenförmige Plattenabschnitte **21**; und Oberseiten **22**, von denen jede die benachbarten Plattenabschnitte **21** positioniert und um einen vorgegebenen Abstand trennt. Der Plattenabschnitt **21** stellt eine Oberfläche bereit, die sich entlang der Luftströmungsrichtung X1 aufweitet. Der Plattenabschnitt **21** kann unter Verwendung einer ebenen Platte bereitgestellt werden und auf ihn wird in der folgenden Beschreibung auch als ein ebener Abschnitt **21** Bezug genommen.

[0041] Die Oberseite **22** hat einen oberen Plattenabschnitt in einer flachen Plattenform, der eine schmale flache Oberfläche, die nach außen gewandt ist, bereitstellt. Ein gekrümmter Abschnitt, der im Wesentlichen in einem rechten Winkel ist, ist zwischen dem oberen Plattenabschnitt und dem ebenen Abschnitt **21** bereitgestellt. Der obere Plattenabschnitt ist mit dem Rohr **1** verbunden, und die Rippe **2** und das Rohr **1** sind dadurch verbunden, um die Wärmeübertragung untereinander zuzulassen. Die Oberseite **22** ist als ein gekrümmter Abschnitt zu sehen, der als Ganzes gekrümmt ist, wenn der obere Plattenabschnitt derart bereitgestellt ist, dass er eine ausreichend schmale Breite hat und der gekrümmte Abschnitt einen großen Radius hat. Somit wird auf die Oberseite in der folgenden Beschreibung auch als ein gekrümmter Abschnitt **22** Bezug genommen.

[0042] In der vorliegenden Ausführungsform wird die wellenförmige Rippe **2** geformt, indem ein Walzenformverfahren auf ein dünnes Metallblechmaterial angewendet wird. Die gekrümmten Abschnitte **22** der Rippe **2** sind durch Hartlöten mit den flachen Oberflächen **10a**, **10b** des Rohrs **1** verbunden.

[0043] Wie in **Fig. 3**, **Fig. 4** und **Fig. 5** abgebildet, sind in dem ebenen Abschnitt **21** der Rippe **2** Jalousien **23** in Jalousiefensterformen integral ausgebildet, indem der ebene Abschnitt **21** geschnitten und erhöht wird. Aus einer Stapelrichtung des Rohrs **1** gesehen (auf die hier nachstehend als eine Rohrstapelrichtung X3 Bezug genommen wird) sind die Jalousien **23** in einem vorgegebenen Winkel in Bezug auf den ebenen Abschnitt **21** geschnitten und erhöht, und eine mehrere davon sind entlang der Luftströmungsrichtung X1 in dem ebenen Abschnitt **21** bereitgestellt. Ein Durchgang **230** zwischen den Jalousien, durch den die Luft strömen kann, ist zwischen den benachbarten Jalousien **23** bereitgestellt.

[0044] In der vorliegenden Ausführungsform sind die mehreren Jalousien **23**, die wie in **Fig. 3** abgebildet, in dem einen ebenen Abschnitt **21** bereitgestellt sind, unterteilt in: eine strömungsaufwärtige Jalousiengruppe **23c** (eine erste Jalousiengruppe), die mehrere erste Jalousien **23** umfasst, die auf einer strömungsaufwärtigen Seite in der Luftströmung angeordnet sind; und eine strömungsabwärtige Jalousiengruppe **23d** (eine zweite Jalousiengruppe), die mehrere zweite Jalousien **23** umfasst, die auf einer strömungsabwärtigen Seite in der Luftströmung angeordnet sind. Eine Richtung, in der die Jalousien **23**, die zu der strömungsabwärtigen Jalousiengruppe **23c** gehören, geschnitten und erhöht sind, unterscheidet sich von einer Richtung, in der die Jalousien **23**, die zu der strömungsabwärtigen Jalousiengruppe **23d** gehören, geschnitten und erhöht sind. Ins-

besondere sind die strömungsaufwärtige Jalousiengruppe **23c** und die strömungsabwärtige Jalousiengruppe **23d** derart bereitgestellt, dass die Richtungen, in denen die dazu gehörenden Jalousien **23** geschnitten und erhöht sind, umgekehrt sind.

[0045] Ein Ende der luftströmungsaufwärtigen Seite des ebenen Abschnitts **21** ist ein strömungsaufwärtsseitiger ebener Abschnitt **24**, der nicht mit der Jalousie **23** versehen ist. Ähnlich ist ein Ende der luftströmungsabwärtigen Seite des ebenen Abschnitts **21** ein strömungsabwärtsseitiger ebener Abschnitt **25**, der nicht mit der Jalousie **23** versehen ist.

[0046] Ein im Wesentlichen mittlerer Abschnitt des ebenen Abschnitts **21** in der Luftströmungsrichtung X1, das heißt, ein Abschnitt zwischen der strömungsaufwärtigen Jalousiengruppe **23c** und der strömungsabwärtigen Jalousiengruppe **23d** ist nicht mit der Jalousie **23** versehen und als ein Ablenkabschnitt **26** aufgebaut, an dem die Luftströmungsrichtung umgekehrt wird. Mit anderen Worten ist der Ablenkabschnitt **26**, der bereitgestellt ist, um im Wesentlichen parallel zu der Luftströmungsrichtung X1 zu sein, zwischen der strömungsaufwärtigen Jalousiengruppe **23c** und der strömungsabwärtigen Jalousiengruppe **23d** bereitgestellt. Über den Ablenkabschnitt **26** werden die Richtungen, in denen die Jalousien **23**, die zu der strömungsaufwärtigen Jalousiengruppe **23c** und der strömungsabwärtigen Jalousiengruppe **23d** gehören, geschnitten und erhöht sind, umgekehrt.

[0047] Von den mehreren Jalousien **23** ist eine Jalousie **23a** am strömungsaufwärtigen Ende, die auf einer strömungsaufwärtigsten Seite in der Luftströmung angeordnet ist, mit dem strömungsaufwärtsseitigen ebenen Abschnitt **24** verbunden. Indessen ist von den mehreren Jalousien **23** eine Jalousie **23b** am strömungsabwärtigen Ende, die auf einer strömungsabwärtigsten Seite in der Luftströmung angeordnet ist, mit dem strömungsabwärtsseitigen ebenen Abschnitt **25** verbunden.

[0048] Die gleiche Anzahl der Jalousien **23** ist auf der luftströmungsaufwärtigen Seite und der luftströmungsabwärtigen Seite des Ablenkabschnitts **26** angeordnet. In der vorliegenden Ausführungsform sind die mehreren Jalousien **23** derart angeordnet, dass sie um eine Mittellinie (eine imaginäre Linie) C1 des ebenen Abschnitts **21** in der Luftströmungsrichtung symmetrisch sind.

[0049] In **Fig. 3**, **Fig. 4** und **Fig. 5** zeigt eine Doppelpunkt-Strichlinie eine Mittellinie (eine imaginäre Linie) C2 zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten **21** in einem Querschnitt der Rippe **2** an, der senkrecht zu der Rohrstapelrichtung X3 ist. Außerdem zeigt in **Fig. 4** und **Fig. 5** eine gestrichelte Linie eine Mittellinie (eine imaginäre Linie) C3 in einer Plattendickenrichtung der Rippe **2** an. In **Fig. 4** und **Fig. 5** sind mehrere Punkt-Strichlinien imaginäre Linien, die parallel zu der Rohrlängsrichtung X2 sind. In **Fig. 4** ist in dem Querschnitt der Rippe **2**, der senkrecht zu der Rohrstapelrichtung X3 ist, der kürzeste Abstand von der Mittellinie C2 zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten **21** als L festgelegt. Zu dieser Zeit wird ein Abschnitt der Jalousie **23**, dessen Abstand von einem Punkt C211 auf der Mittellinie C2 der kürzeste Abstand L wird, als C311 angezeigt. Ähnlich sind in **Fig. 4** Abschnitte der Jalousien **23**, die den kürzesten Abstand L in Bezug auf Punkte C212 bis 218 auf der Mittellinie C2 haben, von der strömungsaufwärtigen Seite in der Luftströmung nacheinander durch C312 bis C318 bezeichnet. Ebenso ist in **Fig. 5** ähnlich **Fig. 4** die Mittellinie C2 durch Punkte C221 bis C228 bezeichnet, und Abschnitte der Jalousie **23** und des Ablenkabschnitts **26**, die den kürzesten Abstand L von den Punkten C221 bis C228 haben, sind jeweils mit C321 bis C328 bezeichnet. Mit anderen Worten schneidet in **Fig. 4** und **Fig. 5** die Mittellinie (die imaginäre Linie) C2, die zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten **21** ist, die durch die Doppelpunkt-Strichlinie angezeigt wird, die imaginären Linien, die parallel zu der Rohrlängsrichtung sind und durch die Punkt-Strichlinien angezeigt sind, an Schnittpunkten C211 bis C228, und Positionen der Rippe **2** mit dem kürzesten Abstand L an den Schnittpunkten C211 bis C228 sind als C311 bis C328 angezeigt.

[0050] In einem Querschnitt, der senkrecht zu einer ebenen Oberfläche des ebenen Abschnitts **21** ist, ist der kürzeste Abstand von der Mittellinie C2 zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten **21** als L festgelegt. Eine Beziehung zwischen einem Abstand von dem luftströmungsaufwärtsseitigen Ende der Rippe **2** und dem kürzesten Abstand L ist in diesem Fall in **Fig. 6** abgebildet. Ein L-Verhältnis, das durch eine vertikale Achse in **Fig. 6** angezeigt wird, ist ein Wert des kürzesten Abstands L in einem Fall, in dem der maximale kürzeste Abstand L der Rippe **2** als 1 ausgedrückt wird.

[0051] Wie in **Fig. 6** gezeigt, wird der kürzeste Abstand L auf dem strömungsaufwärtsseitigen Ende, dem strömungsabwärtsseitigen Ende und dem mittleren Abschnitt des ebenen Abschnitts **21** der Rippe **2** in der Luftströmungsrichtung maximal. Mit anderen Worten wird der kürzeste Abstand L in dem strömungsaufwärtsseitigen ebenen Abschnitt **24**, dem strömungsabwärtsseitigen ebenen Abschnitt **25** und dem Ablenkabschnitt **26** des ebenen Abschnitts **21** maximal. Folglich entsprechen der strömungsaufwärtsseitige ebene Abschnitt **24**, der

strömungsabwärtsseitige ebene Abschnitt **25** und der Ablenkabschnitt **26** der vorliegenden Ausführungsform den entferntesten Abschnitten der vorliegenden Offenbarung.

[0052] In der vorliegenden Ausführungsform hat von den Abschnitten des ebenen Abschnitts **21** (der strömungsaufwärtsseitige ebene Abschnitt **24**, der strömungsabwärtsseitige ebene Abschnitt **25** und der Ablenkabschnitt **26**), in denen der kürzeste Abstand L maximal wird, der Ablenkabschnitt **26** einen Schlitz **27**. Zu dieser Zeit ist der Schlitz **27** in dem von einem strömungsaufwärtsseitigen Ende und einem strömungsabwärtsseitigen Ende des Rohrs **1** in der Luftströmungsrichtung $X1$ entferntesten Abschnitt bereitgestellt.

[0053] Der Schlitz **27** wird durch Schneiden des ebenen Abschnitts **21** von dem einen gekrümmten Abschnitt **22** in Richtung des anderen gekrümmten Abschnitts **22** ausgebildet, von denen beide zu dem ebenen Abschnitt **21** benachbart sind. Der Schlitz **27** ist derart bereitgestellt, dass er in einer Draufsicht gesehen (in einem Zustand, in dem er in der Rohrlängsrichtung $X2$ betrachtet wird) eine im Wesentlichen rechteckige Form hat. In der Rohrstapelrichtung $X3$ gesehen überlappt der Schlitz **27** das Rohr **1**. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Rippe **2** derart bereitgestellt, dass ihre strömungsaufwärtige Seite und ihre strömungsabwärtige Seite in der Luftströmungsrichtung $X1$ um den Schlitz **27** symmetrische Formen haben.

[0054] Ein Spielraum wird durch Bereitstellen des Schlitzes **27** in der Rippe **2** bereitgestellt. Folglich entspricht der Schlitz **27** der vorliegenden Ausführungsform dem Spielraum der vorliegenden Offenbarung. Hier nachstehend wird auf eine Länge des Schlitzes **27** in der Luftströmungsrichtung $X1$ als Schlitzbreite (Spielraumbreite) W Bezug genommen. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Schlitzbreite W größer als ein Durchmesser eines in einen Raum zwischen dem Rohr **1** und der Rippe **2** eingeschriebenen Kreises.

[0055] Die Erfinder haben einen Gefrierzustand in einem Fall analysiert, in dem ein Rippenabstand F_p (siehe Fig. 2) und die Schlitzbreite W der Rippe **2** geändert wurden. Ein Analyseergebnis ist in Fig. 8 abgebildet.

[0056] Als spezifische Analysebedingungen war eine Temperatur einer Wandoberflächengrenzfläche auf der Luft-(der Umgebungsluft-)Seite 15°C , ihre Wärmeleitfähigkeit war $5\text{ W/m}^2\text{K}$ (entsprechend der natürlichen Konvektion), eine Temperatur einer Wandoberflächengrenzfläche auf der Kältemittelseite war -8°C und ihre Wärmeleitfähigkeit war $\infty\text{ W/m}^2\text{K}$. Wie in Fig. 9 abgebildet, wurde die Schlitzbreite W geändert, während der Rippenabstand F_p konstant blieb. Eine Größe der Verformung des Rohrs **1** während des Gefrierens des kondensierten Wassers wurde gemessen und ein Ergebnis davon ist in Fig. 8 abgebildet. In einem Bereich auf einer Finken Seite einer fetten gestrichelten Linie in Fig. 8 ist angezeigt, dass das Rohr **1** verformt wird. In einem Bereich auf der rechten Seite der fetten gestrichelten Linie in Fig. 8 ist keine Verformung des Rohrs **1** angezeigt.

[0057] Fig. 10 bildet ein Analyseergebnis einer Gefrierabfolge in einem Fall ab, in dem während des Gefrierens elf Verschluss auftritt, was nachstehend beschrieben wird. In Fig. 10 und Fig. 11, die nachstehend beschrieben werden, ist ein Gefrierabschnitt durch Punkte angezeigt, und ein Nichtgefrierabschnitt (ein Bereich, in dem kein Gefrieren von kondensiertem Wasser vorhanden ist) ist durch Schraffur dargestellt.

[0058] Wenn, wie in Fig. 10 abgebildet, das Niederdruckkältemittel bei 0°C oder niedriger (an einem Gefrierpunkt oder niedriger) durch das Rohr **1** strömt, wird Wasserdampf in der Atmosphäre kondensiert und gefriert in dem Abschnitt zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten **21** der Rippe **2**. Das Gefrieren schreitet von der Rippe **2** als eine Wärmeübertragungskomponente in einer Weise fort, in der Umrisse in einem Plan entlang einer Oberfläche der Rippe **2** sich allmählich ausdehnen. In der vorliegenden Ausführungsform schreitet das Gefrieren von enden in der Rohrlängsrichtung $X2$ der Jalousien **23** mit dem kürzesten Abstand L (den Abschnitten, deren L -Verhältnisse in Fig. 6 klein sind) fort. Wenn das Gefrieren genau wie beschrieben fortschreitet, bleibt das nicht gefrierende kondensierte Wasser in dem entferntesten Abschnitt als dem Abschnitt, in dem der kürzeste Abstand L das Maximum wird (in der vorliegenden Ausführungsform der Ablenkabschnitt **26**). Während Außenseiten in Gefrierzustände gebracht werden, ist das nicht gefrierende kondensierte Wasser im Inneren vorhanden.

[0059] Auf einen Zustand, in dem der Abschnitt, um den das nicht gefrierende kondensierte Wasser in einem Zustand gefriert, in dem das nicht gefrierende kondensierte Wasser im Inneren vorhanden ist, wird hier nachstehend als Verschluss Bezug genommen. Wenn während des Gefrierens der Verschluss auftritt, wird aufgrund der Volumenausdehnung, die auftritt, wenn nicht gefrierendes kondensiertes Wasser, das im Inneren verblieben ist, gefriert, eine Last auf die Rippe **2** und das Rohr **1** angewendet. Als ein Ergebnis werden die Rippe **2** und das Rohr **1** verformt, um einen Riss zu bewirken, der weiter zu einem Lecken des Kältemittels führt.

[0060] Indessen bildet **Fig. 11** ein Analyseergebnis einer Gefrierabfolge in einem Fall ab, in dem während des Gefrierens kein Verschluss auftritt. Wenn die Schlitzbreite W , wie in **Fig. 11** abgebildet, groß ist, tritt während des Gefrierens kein Verschluss auf. Selbst wenn nicht gefrierendes kondensiertes Wasser in diesem Zustand gefriert und sein Volumen sich ausdehnt, kann seine Last zu einer Atmosphärenfreisetzungseite freigesetzt werden (das Äußere auf der Atmosphärenseite). Somit kann die Verformung des Rohrs **1** beschränkt werden.

[0061] In **Fig. 8** tritt der Verschluss während des Gefrierens in dem Bereich auf der linken Seite der fetten gestrichelten Linie auf; der Verschluss tritt jedoch nicht während des Gefrierens in dem Bereich auf der rechten Seite der fetten gestrichelten Linie auf. Folglich kann durch Einrichten einer derartigen Beziehung, in der der Rippenabstand F_p und die Schlitzbreite W sich in dem Bereich auf der rechten Seite der fetten gestrichelten Linie in **Fig. 8** befinden, die Verformung des Rohrs **1**, die durch den Verschluss während des Gefrierens bewirkt wird, beschränkt werden.

[0062] In dem Fall, in dem das kondensierte Wasser zu der Zeit, wenn die Oberflächentemperatur des Rohrs **1** oder der Rippe **2** 0°C oder niedriger (Gefrierpunkt oder niedriger) wird, überhaupt nicht an der Oberfläche der Rippe **2** haftet, kann die Verformung des Rohrs **1** und der Rippe **2**, die durch das Gefrieren des kondensierten Wassers bewirkt wird, verhindert werden.

[0063] In einem Bereich auf einer rechten Seite einer fetten durchgezogenen Linie in **Fig. 8** ist die Schlitzbreite W des Schlitzes **27**, der in der Rippe **2** bereitgestellt ist, groß. Somit kann das kondensierte Wasser in der Vertikalrichtung zu der unteren Seite abgegeben werden. Andererseits ist die Schlitzbreite W des Schlitzes **27** in einem Bereich auf einer linken Seite der fetten durchgezogenen Linie in **Fig. 8** klein. Somit kann das kondensierte Wasser nicht abgegeben werden.

[0064] Aus diesem Grund wird die Schlitzbreite W in der vorliegenden Ausführungsform derart festgelegt, dass sie in den Bereich auf der rechten Seite der fetten durchgezogenen Linie in **Fig. 8** fällt. Insbesondere werden die Schlitzbreite W (Einheit: mm) und der Rippenabstand F_p (Einheit: mm) derart festgelegt, dass sie eine Beziehung von $W > 0,414 \times F_p + 0,0575$ erfüllen.

[0065] Insbesondere wird die Schlitzbreite W derart festgelegt, dass sie die folgende Gleichung 1 erfüllt.

[Gleichung 1]

$$W \geq \frac{1.8a^2 \times \sin \alpha}{(2a+b)} - L_p \times \sin \theta$$

[0066] Hier gibt α (Einheit: $^\circ$) einen Rippenwinkel als einen Winkel an, der durch die zwei ebenen Abschnitte **21** der Rippe **2** definiert ist, die mit dem einen gekrümmten Abschnitt **22** verbunden sind, und FH (Einheit: mm) gibt eine Rippenhöhe als Länge der Rippe **2** in der Rohrstapelrichtung $\times 3$ an. Außerdem gibt θ (Einheit: $^\circ$) den Schnitt- und Erhöhungswinkel der Jalousie **23** an, und L_p (Einheit: mm) gibt die Länge der Jalousie **23**, das heißt, einen Mittelwert der Länge der Jalousie **23**, entlang einer Strömungsrichtung der Luft, die auf der Oberfläche der Jalousie **23** strömt, an. Außerdem gibt „a“ die folgende Gleichung 2 an, und „b“ gibt die folgende Gleichung 3 an.

[Gleichung 2]

$$a = \sqrt{\left(\frac{F_p}{4} + \frac{FH}{2} \times \tan \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \left(\frac{FH}{2} + \frac{F_p}{4} \times \frac{1}{\tan \frac{\alpha}{2}}\right)^2}$$

[Gleichung 3]

$$b = \frac{F_p}{2} + FH \times \tan \frac{\alpha}{2}$$

[0067] Auf einen Abschnitt der Rippe **2**, an dem sich das kondensierte Wasser möglicherweise auf seiner Oberfläche sammelt, wird als ein Wasserrückhalteabschnitt Bezug genommen. Da der Außenwärmetauscher der vorliegenden Ausführungsform der Abwärtsströmungswärmetauscher ist, bewegt sich das kondensierte

Wasser aufgrund der Schwerkraft in der Vertikalrichtung zu der Unterseite der Rippe **2**. Somit befindet sich der Wasserrückhalteabschnitt in der Vertikalrichtung auf der Unterseite der Rippe **2**. Außerdem sind von den mehreren ebenen Abschnitten **21** der Rippe **2** die ebenen Abschnitte **21** in einem Bereich von der untersten Seite bis oberhalb des Wasserrückhalteabschnitts jeweils mit dem Schlitz **27** versehen.

[0068] Wie bisher beschrieben wurde, kann die Gefrierlast von dem Schlitz **27** freigesetzt werden, indem der Schlitz **27** in dem ebenen Abschnitt **21** der Rippe **2** bereitgestellt wird. Außerdem ist in der vorliegenden Ausführungsform in dem Querschnitt der Rippe **2**, der senkrecht zu der Rohrstapelrichtung X3 ist, der Schlitz **27** in dem Abschnitt bereitgestellt, in dem der kürzeste Abstand L von der Mittellinie C2 zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten **21** maximal wird. Dementsprechend kann das Auftreten des Gefrierbruchs in dem Rohr **1** oder der Rippe **2** beschränkt werden, da die Gefrierlast von dem Abschnitt der Rippe **2**, an dem die Gefrierlast maximal wird, freigesetzt werden kann.

[0069] Wie in **Fig. 10** und **Fig. 11** abgebildet, ist es wahrscheinlich, dass das nicht gefrierende kondensierte Wasser während des Gefrierens des kondensierten Wassers in dem Ablenkabschnitt **26** vorhanden ist. Somit ist der Ablenkabschnitt **26** ein Abschnitt, in dem die Gefrierlast in dem ebenen Abschnitt **21** maximal wird. Außerdem ist der Ablenkabschnitt **26** in einem mittleren Abschnitt des Kernabschnitts **3** in der Luftströmungsrichtung X1 vorhanden, und der mittlere Abschnitt des Kernabschnitts **3** in der Luftströmungsrichtung X1 ist ein Abschnitt, in dem die Größe der Verformung des Rohrs **1** durch die Gefrierlast maximal wird.

[0070] Um das Vorstehende zu handhaben, wird in der vorliegenden Ausführungsform der Schlitz **27** in dem jeweils von dem strömungsaufwärtsseitigen Ende und dem strömungsabwärtsseitigen Ende des Rohrs **1** in der Luftströmungsrichtung X1 entferntesten Abschnitt, das heißt, in dem Ablenkabschnitt **26** als dem mittleren Abschnitt in der Luftströmungsrichtung X1, bereitgestellt. Somit kann die Gefrierlast von dem Abschnitt des ebenen Abschnitts **21**, in dem das Rohr **1** zu einer Zeit, wenn die Gefrierlast darauf angewendet wird, am wahrscheinlichsten bricht, freigesetzt werden.

[0071] Außerdem wird in der vorliegenden Ausführungsform die Rippe **2** derart bereitgestellt, dass ihre strömungsaufwärtige Seite und ihre strömungsabwärtige Seite in der Luftströmungsrichtung X1 die um den Schlitz **27** symmetrischen Formen haben. Dementsprechend kann die Formbarkeit der Rippe **2** verbessert werden.

[0072] Außerdem ist in der vorliegenden Ausführungsform der Außenwärmetauscher der Abwärtsströmungswärmetauscher und der Schlitz **27** ist in jedem der ebenen Abschnitte **21** der Rippe **2** in dem Bereich von der untersten Seite bis oberhalb des Wasserrückhalteabschnitts des ebenen Abschnitts **21** bereitgestellt. Dementsprechend ist der Schlitz **27** in dem Wasserrückhalteabschnitt der Rippe **2**, das heißt, dem Abschnitt, in dem das kondensierte Wasser möglicherweise haftet, bereitgestellt. Daher kann das Auftreten des Gefrierbruchs an dem Rohr **1** und der Rippe **2** zuverlässig beschränkt werden.

(Zweite Ausführungsform)

[0073] Auf der Basis von **Fig. 12** wird eine Beschreibung für eine zweite Ausführungsform gegeben. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehenden ersten Ausführungsform in einem Punkt, dass anstelle des Schlitzes **27** ein Durchgangsloch **28** bereitgestellt ist.

[0074] Wie in **Fig. 12** abgebildet, hat der Ablenkabschnitt **26** in der vorliegenden Ausführungsform von Abschnitten (dem strömungsaufwärtsseitigen ebenen Abschnitt **24**, dem strömungsabwärtsseitigen ebenen Abschnitt **25** und dem Ablenkabschnitt **26**) eines ebenen Abschnitts **21**, in dem der kürzeste Abstand L maximal wird, ein kreisförmiges Durchgangsloch **28**. Das Durchgangsloch **28** der vorliegenden Ausführungsform entspricht dem Spielraum in der vorliegenden Offenbarung. Außerdem entspricht ein Durchmesser des Durchgangslochs **28** der Schlitzbreite W.

[0075] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann eine Gefrierlast von dem Durchgangsloch **28** freigesetzt werden, indem das Durchgangsloch **28** in dem ebenen Abschnitt **21** einer Rippe **2** definiert wird. Daher können denen der vorstehenden ersten Ausführungsform ähnliche Wirkungen erhalten werden.

(Dritte Ausführungsform)

[0076] Auf der Basis von **Fig. 13** wird eine Beschreibung für eine dritte Ausführungsform gegeben. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehenden zweiten Ausführungsform in einem Punkt, dass ein Durchgangsloch **28** eine dreieckige Form hat.

[0077] Wie in **Fig. 13** abgebildet, hat in der vorliegenden Ausführungsform von Abschnitten eines ebenen Abschnitts **21** (dem strömungsaufwärtsseitigen ebenen Abschnitt **24**, dem strömungsabwärtsseitigen ebenen Abschnitt **25** und dem Ablenkabschnitt **26**), in dem der kürzeste Abstand L maximal wird, der Ablenkabschnitt **26** das dreieckige Durchgangsloch **28**. Zu dieser Zeit entspricht ein Durchmesser eines eingeschriebenen Kreises des Durchgangslochs **28** der Schlitzbreite W . Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann eine Gefrierlast von dem Durchgangsloch **28** freigesetzt werden, indem das Durchgangsloch **28** in dem ebenen Abschnitt **21** der Rippe **2** definiert wird. Daher können denen der vorstehenden ersten Ausführungsform ähnliche Wirkungen erhalten werden.

(Vierte Ausführungsform)

[0078] Auf der Basis von **Fig. 14** wird eine Beschreibung für eine vierte Ausführungsform gegeben. Die vierte Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehenden ersten Ausführungsform in einem Punkt, dass ein Spielraum aus einer Lücke **29** zwischen zwei Rippen **2** aufgebaut ist.

[0079] Wie in **Fig. 14** abgebildet, sind in der vorliegenden Ausführungsform die zwei Rippen **2** in einer Luftströmungsrichtung $X1$ angeordnet. Die zwei Rippen **2** sind mit der zwischen ihnen bereitgestellten Lücke **29** bereitgestellt. Der Spielraum ist aus der Lücke **29** zwischen den zwei Rippen **2** aufgebaut. Zu dieser Zeit entspricht die Länge der Lücke **29** zwischen den zwei Rippen **2** in der Luftströmungsrichtung $X1$ der Schlitzbreite W .

[0080] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann eine Gefrierlast von der Lücke **29** freigesetzt werden, indem die Lücke **29** zwischen den zwei Rippen **2** bereitgestellt wird. Daher können denen der vorstehenden ersten Ausführungsform ähnliche Wirkungen erhalten werden.

(Fünfte Ausführungsform)

[0081] Auf der Basis von **Fig. 15** wird eine Beschreibung für eine fünfte Ausführungsform gegeben. Die fünfte Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehenden ersten Ausführungsform in einem Punkt, dass in einem ebenen Abschnitt **21** einer Rippe **2** mehrere Ablenkabschnitte **26** bereitgestellt sind.

[0082] Wie in **Fig. 15** abgebildet, sind in der vorliegenden Ausführungsform die mehreren (in diesem Beispiel drei) Ablenkabschnitte **26** in dem ebenen Abschnitt **21** der Rippe **2** bereitgestellt. Die Ablenkabschnitte **26** sind in gleichmäßig beabstandeten Abständen in dem ebenen Abschnitt **21** angeordnet. Von den drei Ablenkabschnitten **26** hat der Ablenkabschnitt **26** auf der strömungsabwärtigsten Seite in der Luftströmung einen Schlitz **27**.

[0083] Da Wärme aus der Luft weniger wahrscheinlich auf den Ablenkabschnitt **26** auf der strömungsabwärtigsten Seite der mehreren Ablenkabschnitte **26** in der Luftströmungsrichtung übertragen wird, ist es wahrscheinlich, dass nicht gefrierendes kondensiertes Wasser während des Gefrierens vorhanden ist, und somit wird eine Gefrierlast wahrscheinlich vergrößert. Im Gegensatz zu dem Vorstehenden kann die Gefrierlast durch Bereitstellen des Schlitzes **27** in dem Ablenkabschnitt **26** auf der luftströmungsabwärtigsten Seite der mehreren Ablenkabschnitte **26** wie in der vorliegenden Ausführungsform von dem Schlitz **27** freigesetzt werden. Daher kann die Gefrierlast von einem Abschnitt des ebenen Abschnitts **21**, in dem das Rohr **1** zu einer Zeit, wenn die Gefrierlast auf es angewendet wird, wahrscheinlich bricht, freigesetzt werden.

(Sechste Ausführungsform)

[0084] Auf der Basis von **Fig. 16** wird eine Beschreibung für eine sechste Ausführungsform gegeben. Die sechste Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehenden vierten Ausführungsform in einem Punkt, dass der Außenwärmetauscher ein Kältespeicher-Wärmetauscher ist, der: Kälte durch Verfestigen eines Kältespeichermaterials zu einer Zeit speichert, wenn ein Kältemittel verdampft wird, um eine endothermische Wirkung auszuüben; und die gespeicherte Kälte zu einer Zeit freigibt, wenn das Kältespeichermaterial schmilzt.

[0085] Wie in **Fig. 16** abgebildet, hat der Außenwärmetauscher der vorliegenden Ausführungsform einen Kältespeichermaterialbehälter **6**, der Räume zum Aufnehmen des Kältespeichermaterials unterteilt. Der Kältespeichermaterialbehälter **6** ist mit einem Rohr **1** verbunden.

[0086] Insbesondere hat der Kältespeichermaterialbehälter **6**: drei Raumabschnitte **61**, von denen jeder aus einer Rohrlängsrichtung $X2$ gesehen einen im Wesentlichen quadratischen Querschnitt hat; und zwei Durch-

gangsabschnitte **62** zum Verbinden der Raumabschnitte **61**. Der Raumabschnitt **61** hat ein größeres Volumen als der Durchgangsabschnitt **62**. Die drei Raumabschnitte **61** sind in der Luftströmungsrichtung X1 angeordnet.

[0087] Die drei Raumabschnitte **61** sind mit einem zwischen jeweils zwei von ihnen bereitgestellten Abstand angeordnet. Die benachbarten Raumabschnitte **61** sind durch den Durchgangsabschnitt **62** verbunden. Folglich stehen die drei Raumabschnitte **61** über die Durchgangsabschnitte **62** miteinander in Verbindung. Während die Durchgangsabschnitte **62** mit dem Rohr **1** verbunden sind, ist zwischen dem Durchgangsabschnitt **62** und dem Rohr **1** eine Lücke bereitgestellt.

[0088] Von den drei Raumabschnitten **61** ist der Raumabschnitt **61** (auf den hier nachstehend als ein mittlerer Raumabschnitt **610** Bezug genommen wird), der zwischen den zwei Raumabschnitten **61** angeordnet ist, mit einem mittleren Abschnitt des Rohrs **1** in einer Luftströmungsrichtung verbunden. Im Detail überlappt der mittlere Raumabschnitt **610** aus einer Rohrstapelrichtung X3 gesehen eine Lücke **29** (einen Spielraum) zwischen zwei Rippen **2**.

[0089] Wie bisher beschrieben wurde, wird in der vorliegenden Ausführungsform der Kältespeichermaterialbehälter **6** (der mittlere Raumabschnitt **610**) derart bereitgestellt, dass er aus der Rohrstapelrichtung X3 gesehen die Lücke **29** zwischen den zwei Rippen **2** überlappt. Somit kann während des Gefrierens die Wärmelast an die Lücke **29** zwischen den zwei Rippen **2** zugeführt werden. Auf diese Weise kann nicht gefrierendes kondensiertes Wasser davon abgehalten werden, während des Gefrierens auf einer Innenseite eines Kernabschnitts **3** zu verbleiben. Daher kann ferner das Auftreten eines Gefrierbruchs an dem Rohr **1** oder der Rippe **2** beschränkt werden.

(Siebte Ausführungsform)

[0090] Auf der Basis von **Fig. 17** wird eine Beschreibung für eine siebte Ausführungsform gegeben. Die siebte Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehenden vierten Ausführungsform in einem Punkt, dass in einem Rohr **1** ein vertiefter Abschnitt **11** bereitgestellt ist.

[0091] Wie in **Fig. 17** abgebildet, ist in der vorliegenden Ausführungsform der vertiefte Abschnitt **11**, der in einer Rohrstapelrichtung X3 vertieft ist, in einem mittleren Abschnitt des Rohrs **1** in einer Luftströmungsrichtung bereitgestellt. Aus der Rohrstapelrichtung X3 gesehen überlappt der vertiefte Abschnitt **11** eine Lücke **29** (einen Spielraum) zwischen zwei Rippen **2**. Das heißt, der vertiefte Abschnitt **11** ist in einem Abschnitt des Rohrs **1** bereitgestellt, der der Lücke **29** gegenüber liegt.

[0092] Gemäß dem Vorstehenden kann eine Gefrierlast von der Lücke **29** zwischen den zwei Rippen **2** in Richtung des vertieften Abschnitts **11** freigesetzt werden. Somit kann die Gefrierlast ferner leicht freigesetzt werden. Daher kann ferner das Auftreten eines Gefrierbruchs an dem Rohr **1** oder der Rippe **2** beschränkt werden.

(Achte Ausführungsform)

[0093] Auf der Basis von **Fig. 18** und **Fig. 19** wird eine Beschreibung einer achten Ausführungsform gegeben. Die achte Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehenden ersten Ausführungsform in einem Punkt, dass mehrere Ablenkabschnitte **26** in einem ebenen Abschnitt **21** einer Rippe **2** bereitgestellt sind.

[0094] Wie in **Fig. 18** und **Fig. 19** abgebildet, sind in der vorliegenden Ausführungsform die mehreren (in diesem Beispiel drei) Ablenkabschnitte **26** in dem ebenen Abschnitt **21** der Rippe **2** bereitgestellt. Jalousien **23** sind derart aufgebaut, dass ihre Schnitt- und Erhöhungsrichtung an jedem der Ablenkabschnitte **26** umgekehrt ist. Von den mehreren Ablenkabschnitten **26** wird auf den Ablenkabschnitt **26**, der in einem Abschnitt angeordnet ist, an dem ein Abstand von einem Ende des ebenen Abschnitts **21** in einer Luftströmungsrichtung X1 maximal wird, das heißt, den Ablenkabschnitt **26**, der in einem mittleren Abschnitt des ebenen Abschnitts **21** in der Luftströmungsrichtung X1 angeordnet ist, als ein mittlerer Ablenkabschnitt **260** Bezug genommen.

[0095] Der mittlere Ablenkabschnitt **260** ist derart bereitgestellt, dass seine Länge in der Luftströmungsrichtung X1 länger als die Länge der anderen Ablenkabschnitte **26** ist. Von den mehreren Ablenkabschnitten **26** hat der mittlere Ablenkabschnitt **260** den Schlitz **27**; jedoch haben die anderen Ablenkabschnitte **26** keinen Schlitz **27**.

[0096] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann eine Gefrierlast von dem Schlitz **27** freigesetzt werden, indem der Schlitz **27** in dem ebenen Abschnitt **21** der Rippe **2**, insbesondere in dem mittleren Ablenkabschnitt

260, bereitgestellt wird. Daher können denen der vorstehenden ersten Ausführungsform ähnliche Wirkungen erhalten werden.

(Andere Ausführungsform)

[0097] Es sollte zu schätzen gewusst werden, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt ist und innerhalb des Schutzbereichs der beigefügten Patentansprüche geeignet modifiziert werden kann. Die vorstehenden Ausführungsformen sind gegenseitig nicht irrelevant und können geeignet kombiniert werden, es sei denn, eine Kombination ist offensichtlich unmöglich.

[0098] In den vorstehenden Ausführungsformen ist der Schlitz **27** oder das Durchgangsloch **28** in dem Ablenkabschnitt **26** von dem strömungsaufwärtsseitigen ebenen Abschnitt **24**, dem strömungsabwärtsseitigen ebenen Abschnitt **25** und dem Ablenkabschnitt **26** als den Abschnitten des ebenen Abschnitts **21**, in dem der kürzeste Abstand L maximal wird, bereitgestellt. Jedoch ist der mit dem Schlitz **27** oder dem Durchgangsloch **28** versehene Abschnitt nicht darauf beschränkt.

[0099] Zum Beispiel kann der Schlitz **27** oder das Durchgangsloch **28** entweder in dem strömungsaufwärtsseitigen ebenen Abschnitt **24** oder dem strömungsabwärtsseitigen ebenen Abschnitt **25** bereitgestellt werden oder kann sowohl in dem strömungsaufwärtsseitigen ebenen Abschnitt **24** als auch dem strömungsabwärtsseitigen ebenen Abschnitt **25** bereitgestellt werden. Außerdem können der Schlitz **27** oder das Durchgangsloch **28** an zwei oder mehr Positionen des strömungsaufwärtsseitigen ebenen Abschnitts **24**, des strömungsabwärtsseitigen ebenen Abschnitts **25** und des Ablenkabschnitts **26** bereitgestellt werden.

[0100] Außerdem können der Schlitz **27** oder das Durchgangsloch **28** neben der Bereitstellung an wenigstens einer Position des strömungsaufwärtsseitigen ebenen Abschnitts **24**, des strömungsabwärtsseitigen ebenen Abschnitts **25** und des Ablenkabschnitts **26** als den Abschnitten des ebenen Abschnitts **21**, an denen der kürzeste Abstand L maximal wird, auch in einem anderen Abschnitt des ebenen Abschnitts **21** (einem Abschnitt des ebenen Abschnitts **21**, an dem der kürzeste Abstand L nicht maximal wird) bereitgestellt werden.

[0101] In der vorstehenden fünften Ausführungsform ist der Schlitz **27** in dem Ablenkabschnitt **26** auf der luftströmungsabwärtigsten Seite der mehreren Ablenkabschnitte **26** bereitgestellt. Außerdem ist der Schlitz **27** in der vorstehenden achten Ausführungsform in dem mittleren Ablenkabschnitt **260** bereitgestellt. Die mit dem Schlitz **27** versehenen Abschnitte sind jedoch nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel kann der Schlitz **27** in allen der mehreren Ablenkabschnitte **26** bereitgestellt werden oder kann an beliebigen Positionen in den mehreren Ablenkabschnitten **26** bereitgestellt werden.

[0102] In den vorstehenden Ausführungsformen sind die strömungsaufwärtige Jalousiengruppe **23c** und die strömungsabwärtige Jalousiengruppe **23d** derart bereitgestellt, dass die Schnitt- und Erhöhungsrichtungen der Jalousien **23**, die dazu gehören, entgegengesetzt (umgekehrt) sind. Jedoch sind die Schnitt- und Erhöhungsrichtungen der Jalousien **23** nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel können die mehreren Jalousien **23** in der Luftströmungsrichtung X1 seitensymmetrisch um die Mittellinie C1 des ebenen Abschnitts **21** bereitgestellt werden. Selbst wenn die Jalousien **23**, die zu der strömungsaufwärtigen Jalousiengruppe **23c** gehören, und die Jalousien **23**, die zu der strömungsabwärtigen Jalousiengruppe **23d** gehören, die gleich Form haben, kann in diesem Fall die Formbarkeit verbessert werden.

[0103] In den vorstehenden Ausführungsformen wird der Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Offenbarung auf den Außenwärmetauscher angewendet, der als ein Verdampfer zum Austausch der Wärme des Niederdruckkältemittels mit der Umgebungsluft wirkt, um dessen Verdampfung in dem Wärmepumpenkreislauf zu bewirken, angewendet. Die Anwendung des Wärmetauschers ist jedoch nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel kann der Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Offenbarung auf einen Wärmestrahler zum Abstrahlen von Wärme einer Frostschuttlösung (zum Beispiel LLC) an die Umgebungsluft angewendet werden.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, der umfasst:
mehrere miteinander gestapelte Rohre (**1**), durch die ein erstes Fluid strömt; und
eine Rippe (**2**), die mit dem Rohr (**1**) verbunden ist, um eine Wärmeaustauschfläche mit einem zweiten Fluid, das um das Rohr (**1**) herum strömt, zu vergrößern, wobei

ein Querschnitt der Rippe (2) senkrecht zu einer Strömungsrichtung des zweiten Fluids eine Wellenform hat, die hat: mehrere ebene Abschnitte (21) im Wesentlichen parallel zu der Strömungsrichtung des zweiten Fluids; und eine Oberseite (22) zum Verbinden zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten (21), eine Oberflächentemperatur des Rohrs (1) und/oder der Rippe (2) möglicherweise einen Gefrierpunkt oder niedriger annimmt,

in dem ebenen Abschnitt (21) der Rippe (2) ein Spielraum (27, 28, 29) definiert ist, und ein Abschnitt der Rippe (2), in dem ein kürzester Abstand (L) von einer Mittellinie (C2) zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten (21) ein Maximum wird, als ein entferntester Abschnitt (24 bis 26) in einem Querschnitt, der senkrecht zu einer Stapelrichtung der Rohre (1) ist, definiert ist, und der Spielraum (27, 28, 29) in einem entferntesten Abschnitt (26) oder wenigstens einem von mehreren entferntesten Abschnitten (24 bis 26) angeordnet ist.

2. Wärmetauscher gemäß Anspruch 1, wobei der Spielraum (27, 28, 29) das Rohr (1) aus der Stapelrichtung der Rohre (1) gesehen überlappt.

3. Wärmetauscher gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei wenn ein Abstand der Rippe (2) als ein Rippenabstand F_p festgelegt ist und wenn eine Länge des Spielraums (27, 28, 29) in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids als eine Spielraumbreite W festgelegt ist, der Rippenabstand und die Spielraumbreite eine Beziehung von $W > 0,414 \times F_p + 0,0575$ erfüllen.

4. Wärmetauscher gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der ebene Abschnitt (21) eine Jalousie (23) hat, die in einem vorgegebenen Schnitt- und Erhöhungswinkel in Bezug auf den ebenen Abschnitt (21) geschnitten und erhöht ist, wenn der Schnitt- und Erhöhungswinkel der Jalousie (23) als θ definiert ist, wenn ein Mittelwert einer Länge der Jalousie (23) in einer Strömungsrichtung von Luft, die auf einer Oberfläche der Jalousie (23) strömt, als L_p definiert ist, wenn „a“ die Gleichung 2 anzeigt und wenn „b“ die Gleichung 2 anzeigt, und

[Gleichung 1]

$$W \geq \frac{1.8a^2 \times \sin \alpha}{(2a+b)} - L_p \times \sin \theta$$

[Gleichung 2]

$$a = \sqrt{\left(\frac{F_p}{4} + \frac{F_H}{2} \times \tan \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \left(\frac{F_H}{2} + \frac{F_p}{4} \times \frac{1}{\tan \frac{\alpha}{2}}\right)^2}$$

[Gleichung 3]

$$b = \frac{F_p}{2} + F_H \times \tan \frac{\alpha}{2}$$

eine Spielraumbreite W , die eine Länge des Spielraums (27, 28, 29) in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids ist, eine Beziehung von Gleichung 1 erfüllt.

5. Wärmetauscher gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein Abschnitt der Rohrs (1), der dem Spielraum (27, 28, 29) gegenüber liegt, einen vertieften Abschnitt (11) hat, in dem das Rohr (1) einwärts vertieft ist.

6. Wärmetauscher gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der ebene Abschnitt (21) mehrere Jalousien (23) hat, die in einem vorgegebenen Schnitt- und Erhöhungswinkel in Bezug auf den ebenen Abschnitt (21) geschnitten und erhöht sind, die entlang der Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet sind, ein Abschnitt des ebenen Abschnitts (21) zwischen den mehreren Jalousien (23) einen Ablenkabschnitt (26) hat, der im Wesentlichen parallel zu der Strömungsrichtung des zweiten Fluids ist, und der Spielraum (27, 28) in dem einen Ablenkabschnitt (26) oder wenigstens einem der mehreren Ablenkabschnitte (26) definiert ist.

7. Wärmetauscher gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Spielraum (27, 28, 29) in einem Abschnitt des ebenen Abschnitts (21) definiert ist, in dem ein Abstand von einem Ende des Rohrs (1) in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids maximal wird.

8. Wärmetauscher gemäß Anspruch 6, wobei der Spielraum (27, 28) in dem Ablenkabschnitt (26) definiert ist, der an der entferntesten Position von einem Ende der Rippe (2) auf der strömungsaufwärtigsten Seite in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet ist.

9. Wärmetauscher gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Spielraum aus einem Schlitz (27) aufgebaut ist, der in dem ebenen Abschnitt (21) definiert ist.

10. Wärmetauscher gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Spielraum aus einem Durchgangsloch (28) aufgebaut ist, das in dem ebenen Abschnitt (21) definiert ist.

11. Wärmetauscher gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Rippe (2) eine von mehreren Rippen ist, die in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet sind, die mehreren Rippen mit einer dazwischen bereitgestellten Lücke (29) angeordnet sind, und der Spielraum aus der Lücke (29) zwischen den benachbarten Rippen aufgebaut ist.

12. Wärmetauscher gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Rippe (2) derart angeordnet ist, dass ihre strömungsaufwärtige Seite und ihre strömungsabwärtige Seite in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids um den Spielraum (27, 28, 29) symmetrische Formen haben.

13. Wärmetauscher gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Rohr (1) derart angeordnet ist, dass das erste Fluid in einer vertikalen Richtung strömt.

14. Wärmetauscher, der umfasst:
mehrere miteinander gestapelte Rohre (1), durch die ein erstes Fluid strömt; und
eine Rippe (2), die mit dem Rohr (1) verbunden ist, um eine Wärmeaustauschfläche mit einem zweiten Fluid, das um das Rohr (1) herum strömt, zu vergrößern, wobei der Wärmetauscher für einen Wärmepumpenkreislauf verwendet wird, wobei
die Rippe (2) in einer Wellenform geformt ist, die hat: mehrere ebene Abschnitte (21) im Wesentlichen parallel zu einer Strömungsrichtung des zweiten Fluids; und eine Oberseite (22) zum Verbinden zwischen den benachbarten ebenen Abschnitten (21),
der ebene Abschnitt (21) mehrere Jalousien (23) hat, die in einem vorgegebenen Schnitt- und Erhöhungswinkel in Bezug auf den ebenen Abschnitt (21) geschnitten und erhöht sind und die in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet sind,
die mehreren Jalousien haben: eine erste Jalousiengruppe (23c), die mehrere erste Jalousien umfasst; und
eine zweite Jalousiengruppe (23d), die auf einer strömungsabwärtigen Seite der ersten Jalousiengruppe (23c) in der Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet ist, wobei die zweite Jalousiengruppe mehrere zweite Jalousien umfasst, die in einer anderen Schnitt- und Erhöhungsrichtung, als die ersten Jalousien geschnitten und erhöht sind,
ein Abschnitt des ebenen Abschnitts (21), der zwischen der ersten Jalousiengruppe (23c) und der zweiten Jalousiengruppe (23d) angeordnet ist, wenigstens einen Ablenkabschnitt (26) zum Ändern der Strömungsrichtung des zweiten Fluids hat, und
der wenigstens eine Ablenkabschnitt (26) wenigstens einen Spielraum (27, 28, 29) zum Verbinden zwischen benachbarten Luftdurchgängen, die von dem ebenen Abschnitt unterteilt sind, hat.

15. Wärmetauscher gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 12 und 14, wobei das Rohr (1) derart angeordnet ist, dass das erste Fluid in einer Oben-Unten-Richtung strömt.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

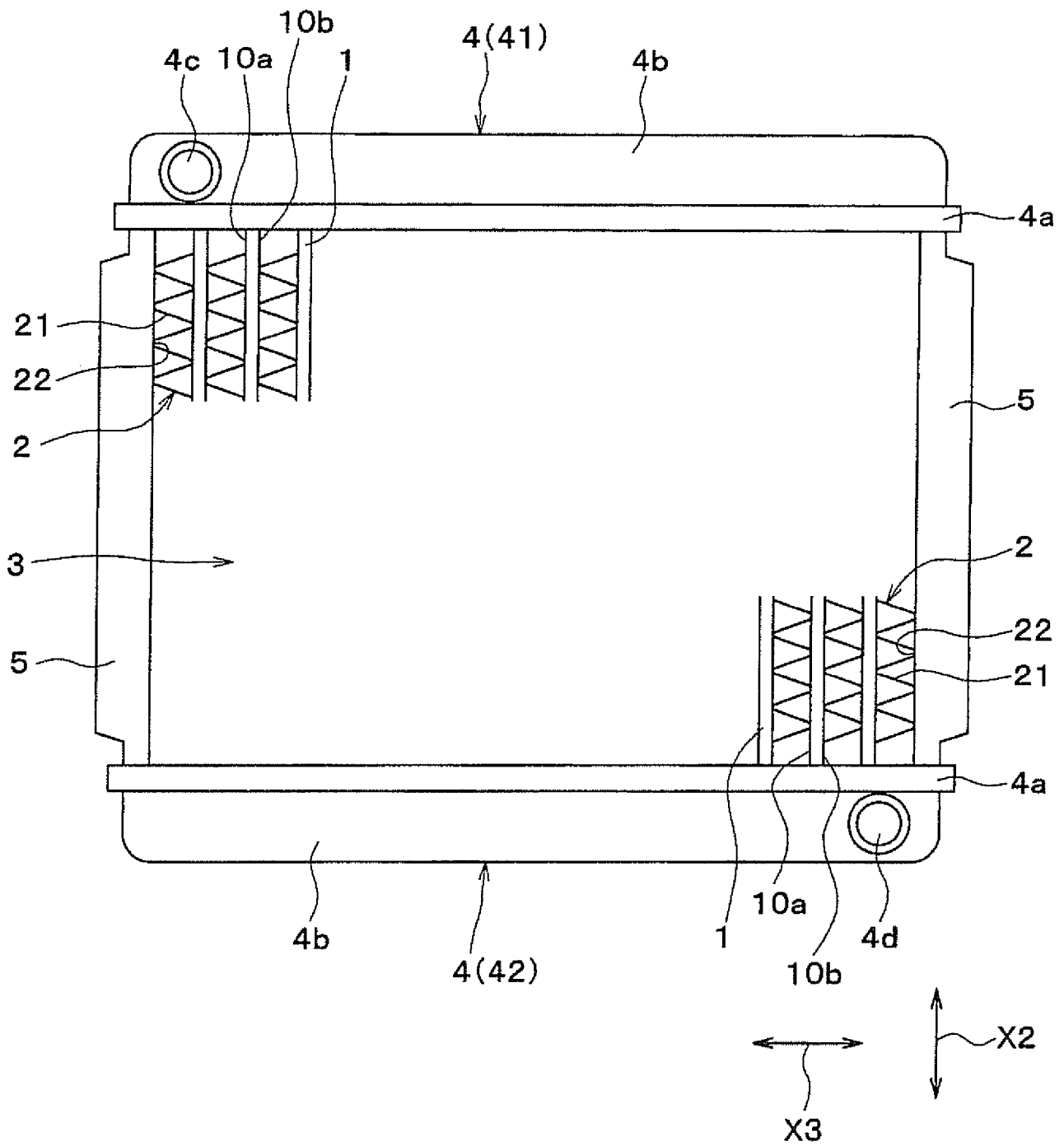


FIG. 2

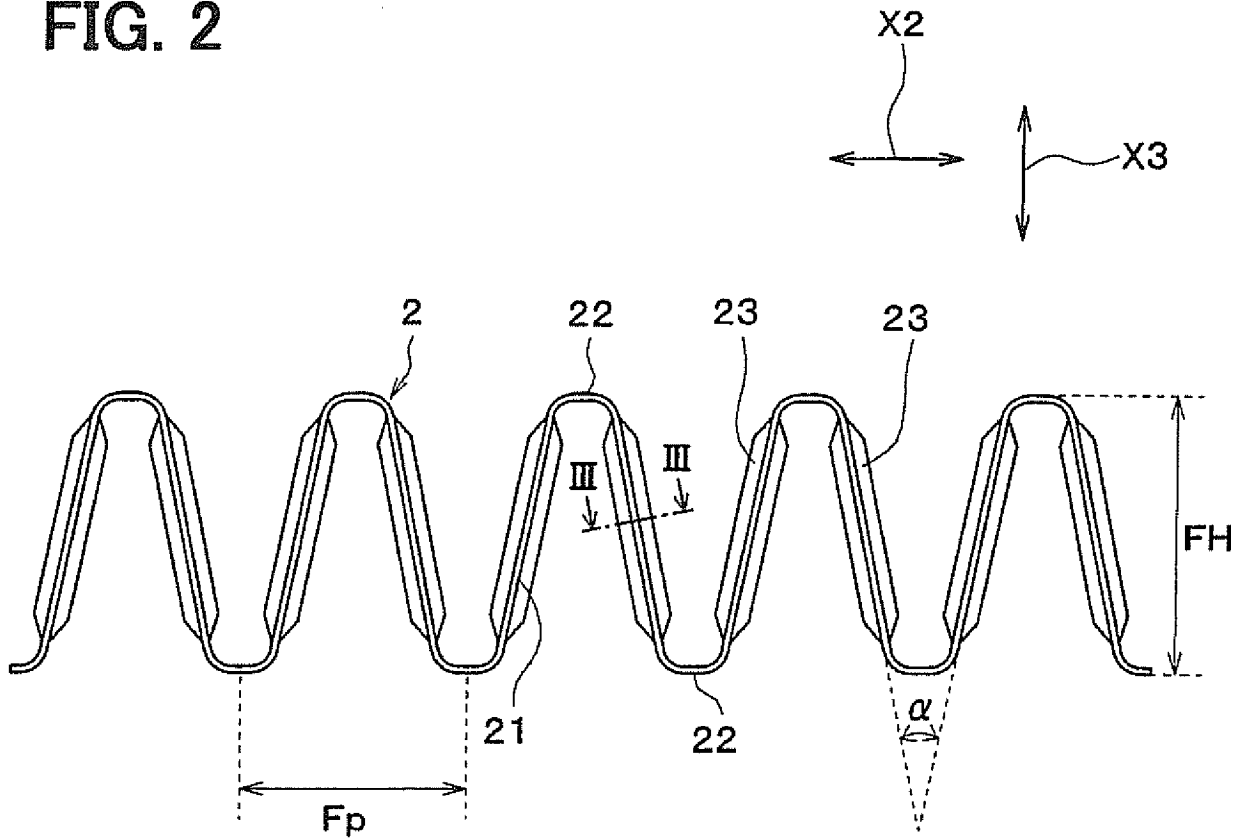


FIG. 3

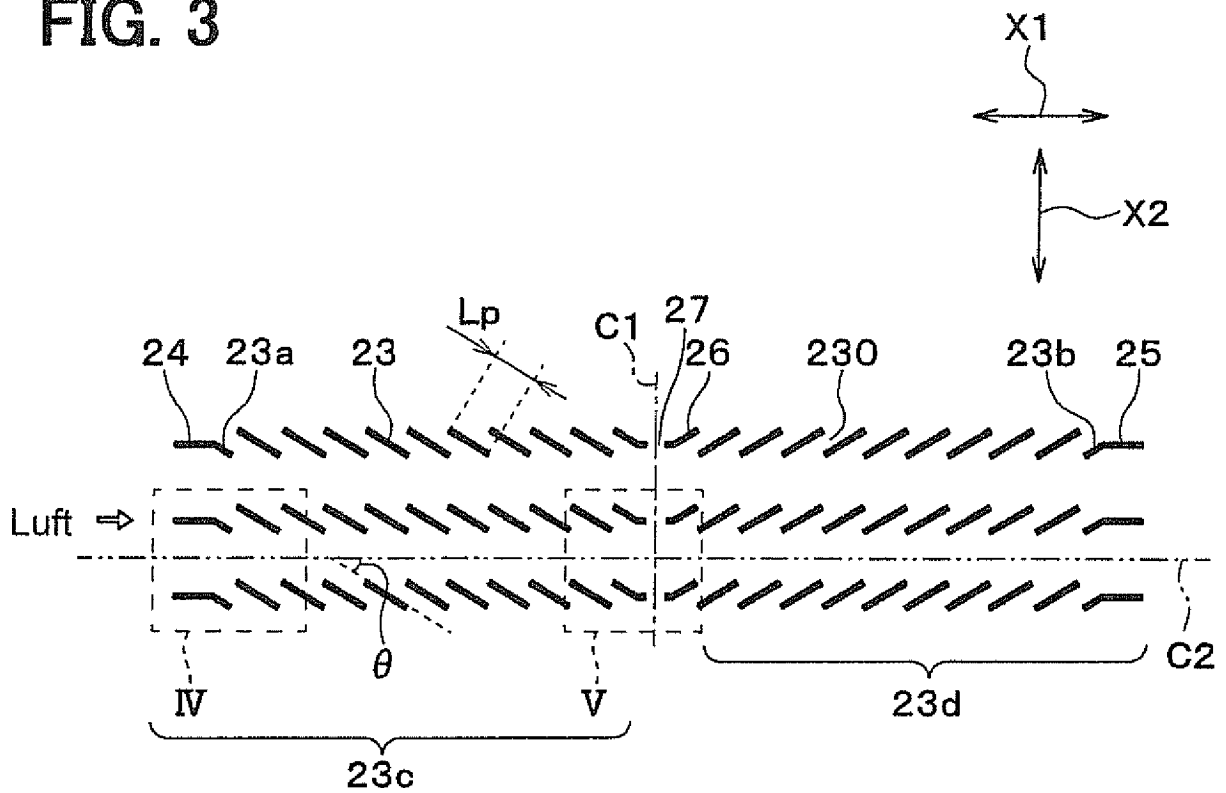


FIG. 4

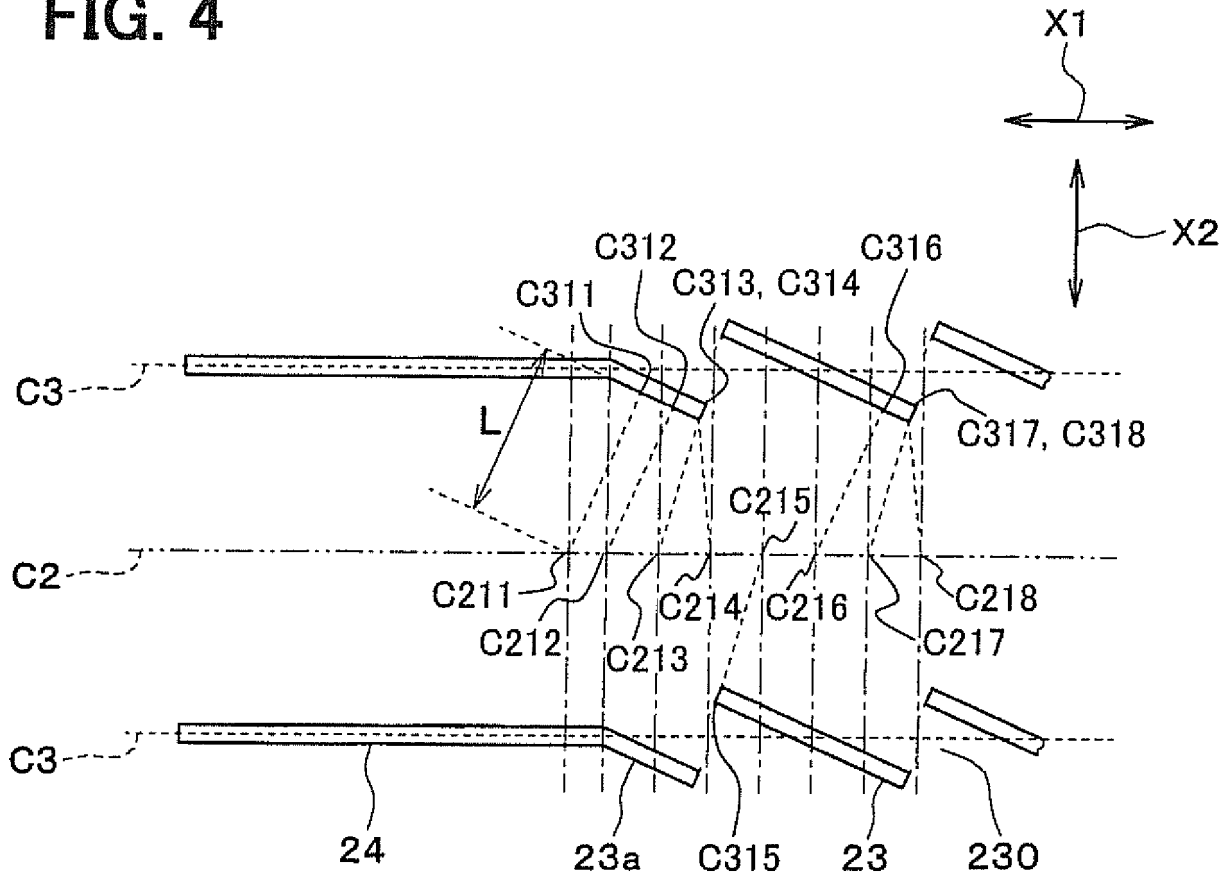


FIG. 5

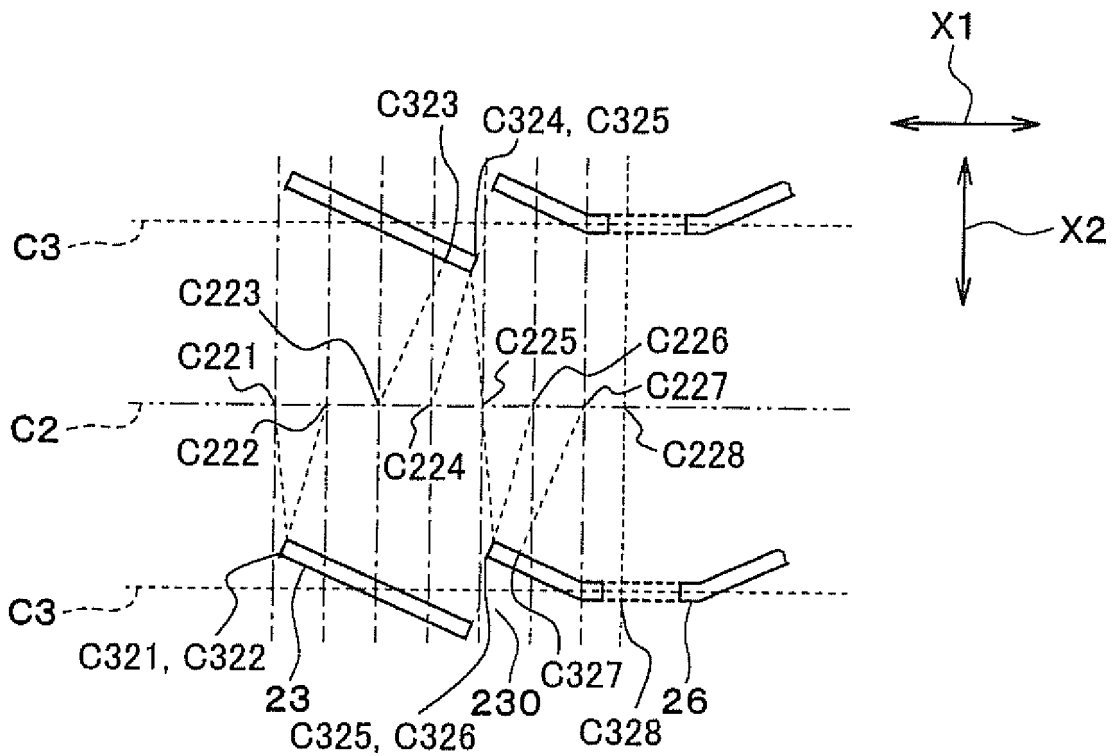


FIG. 6

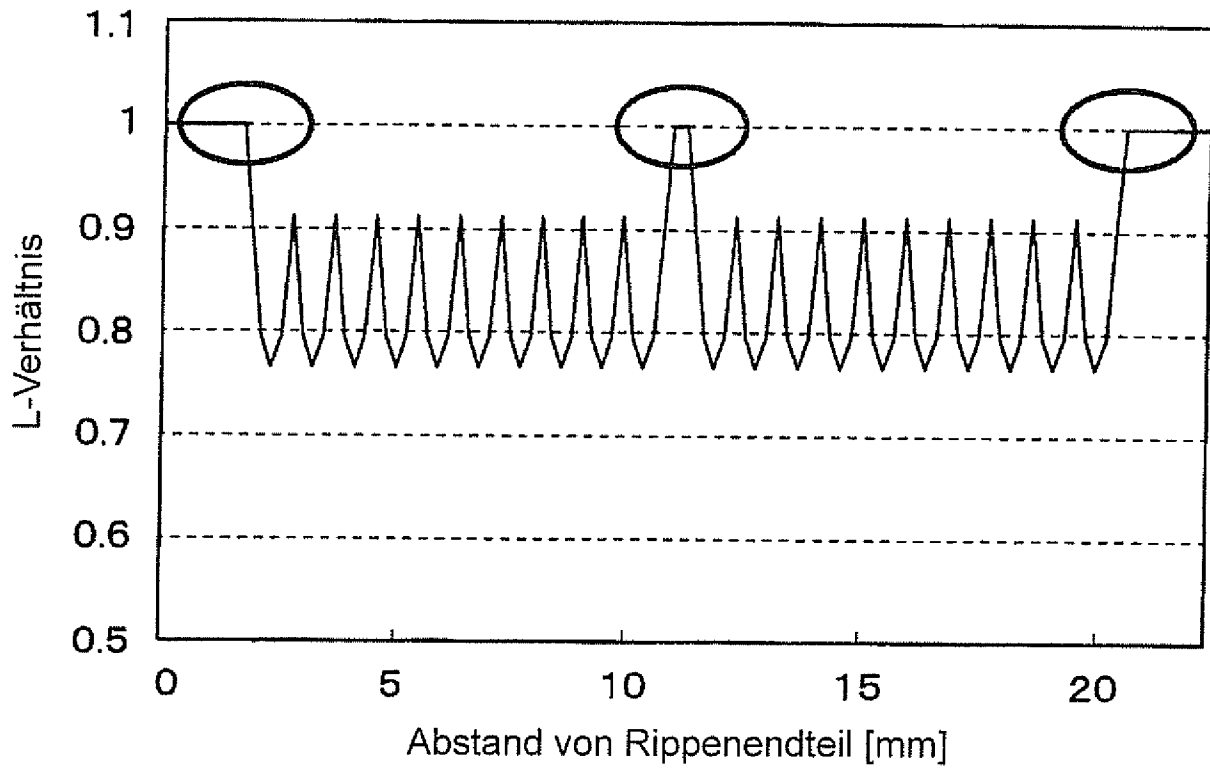


FIG. 7

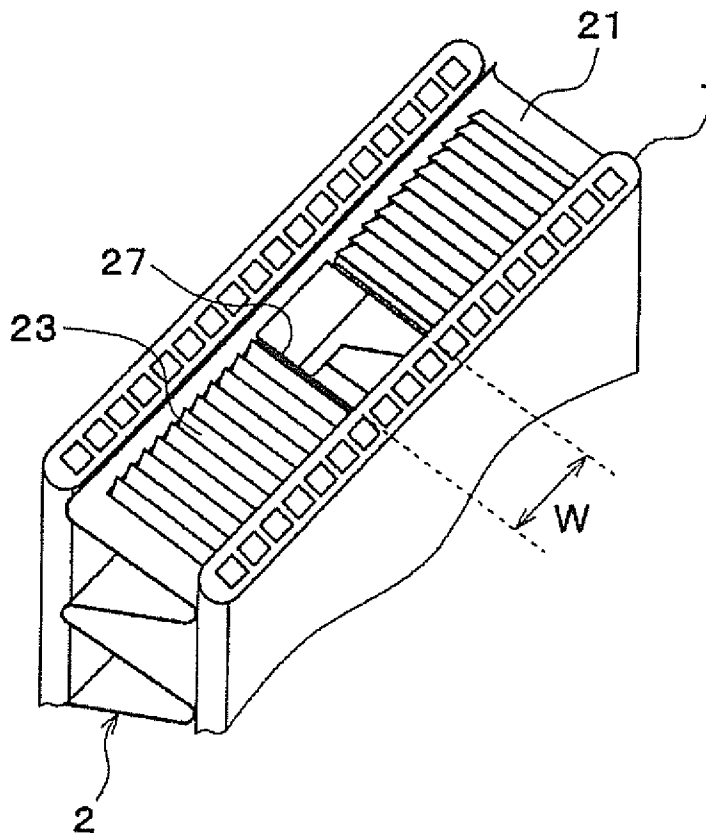
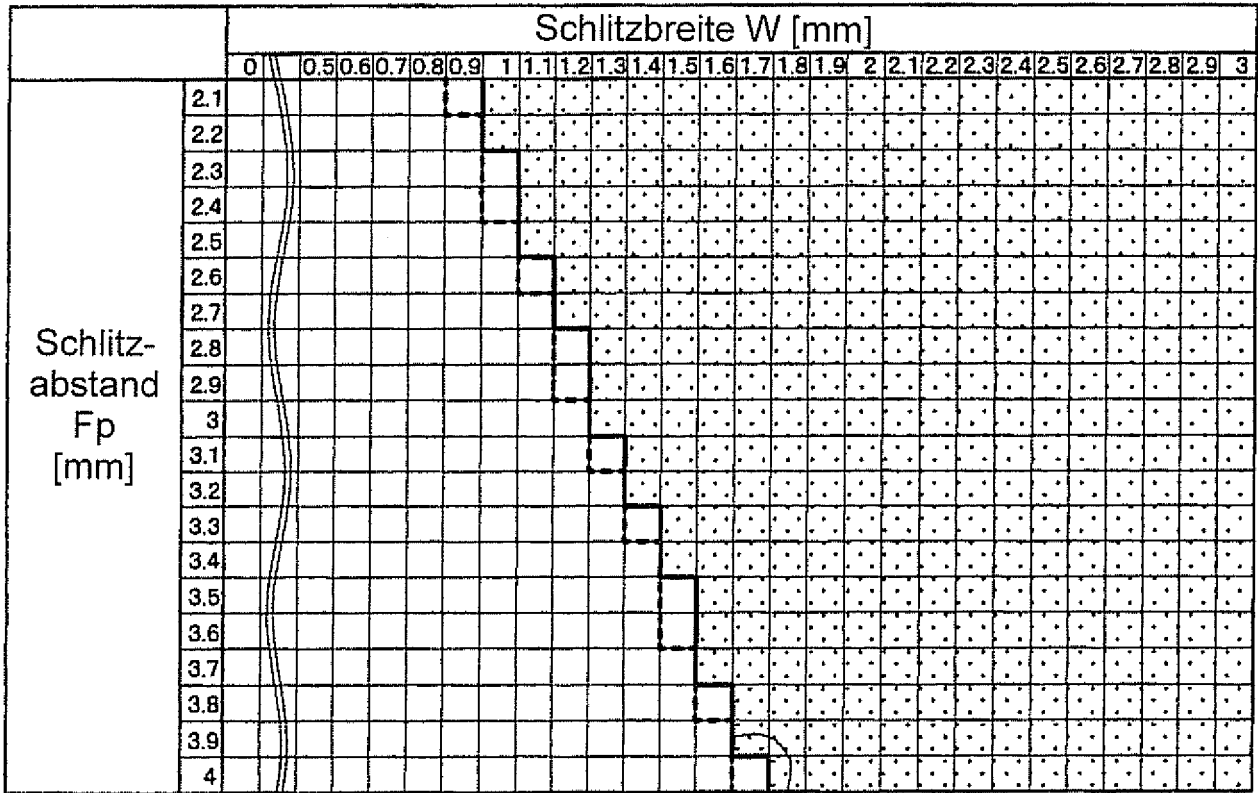


FIG. 8



$$W = 0.414 \times F_p + 0.0575$$

FIG. 9

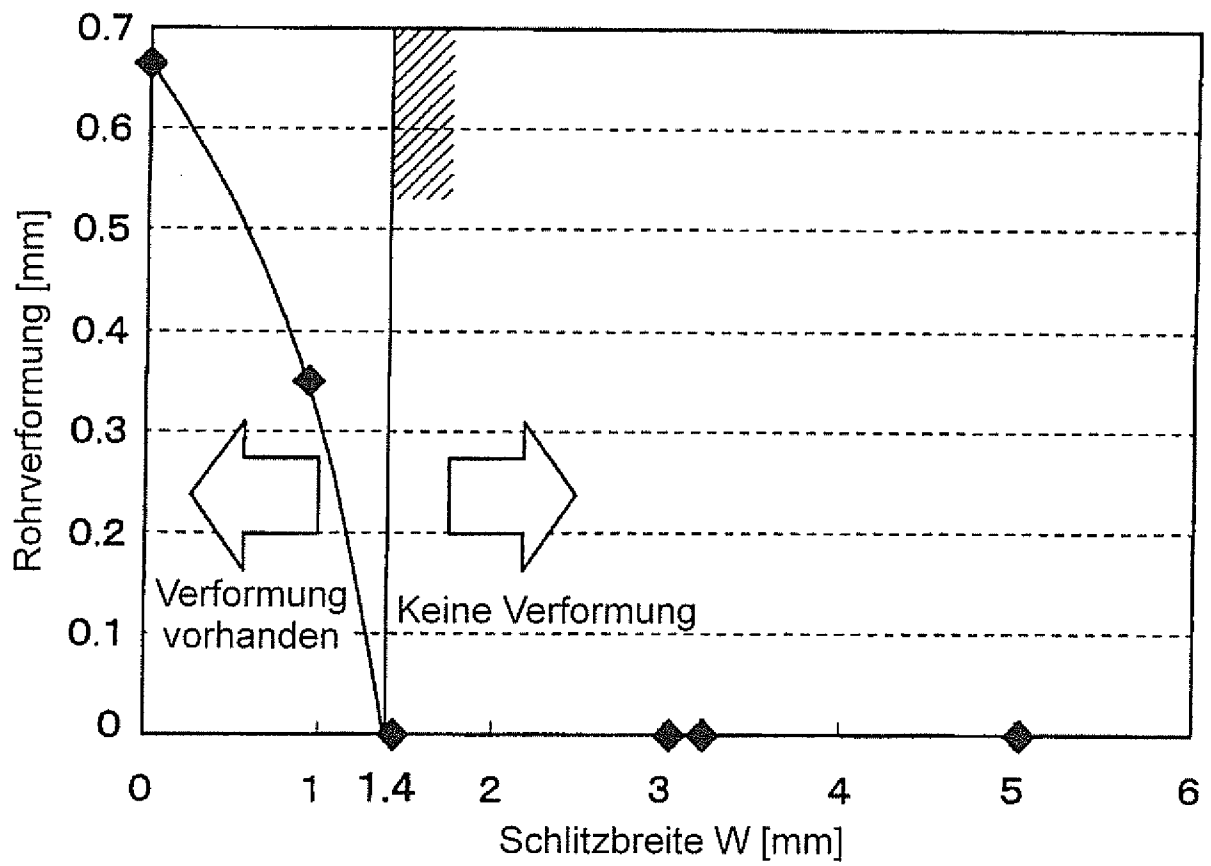


FIG. 10

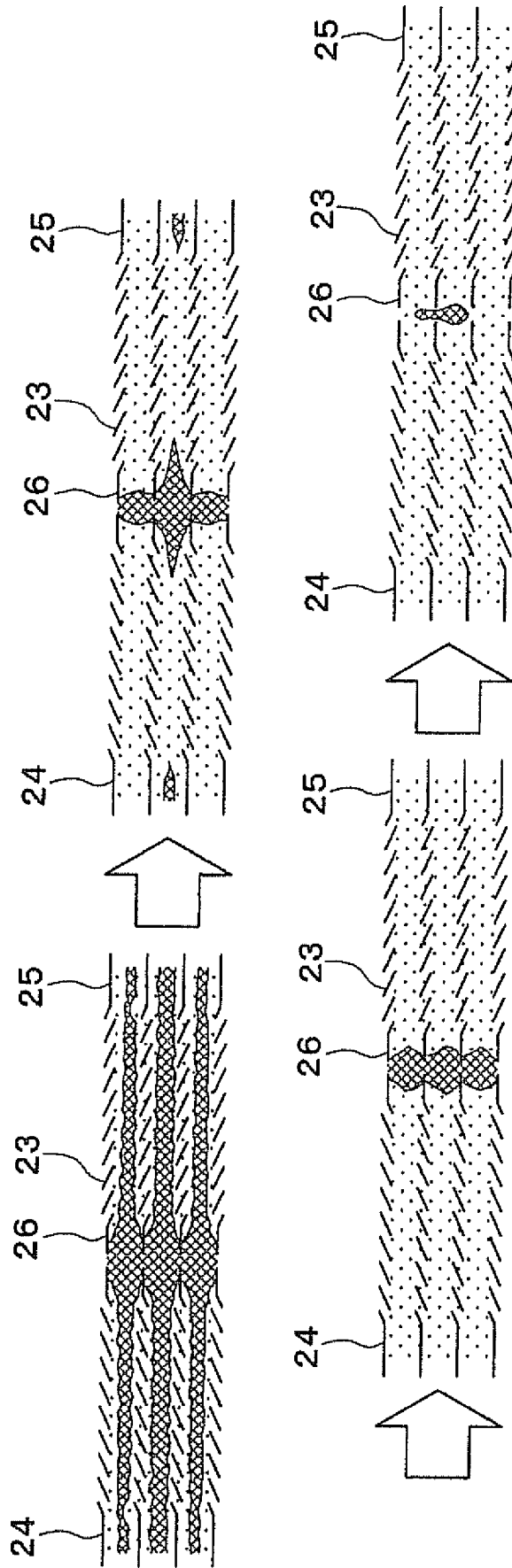


FIG. 11

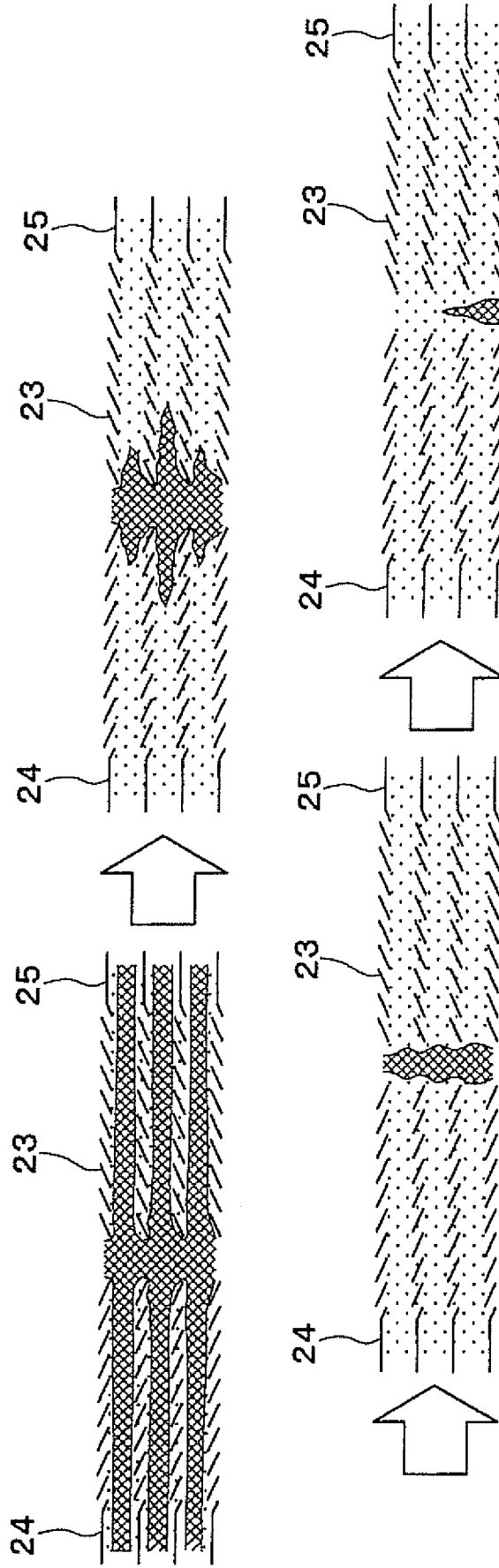


FIG. 12

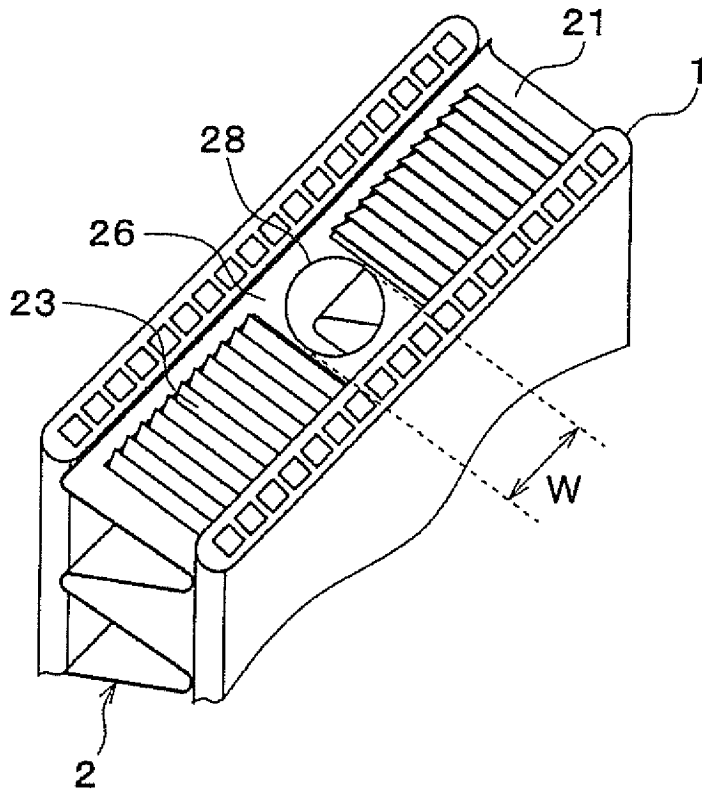


FIG. 13

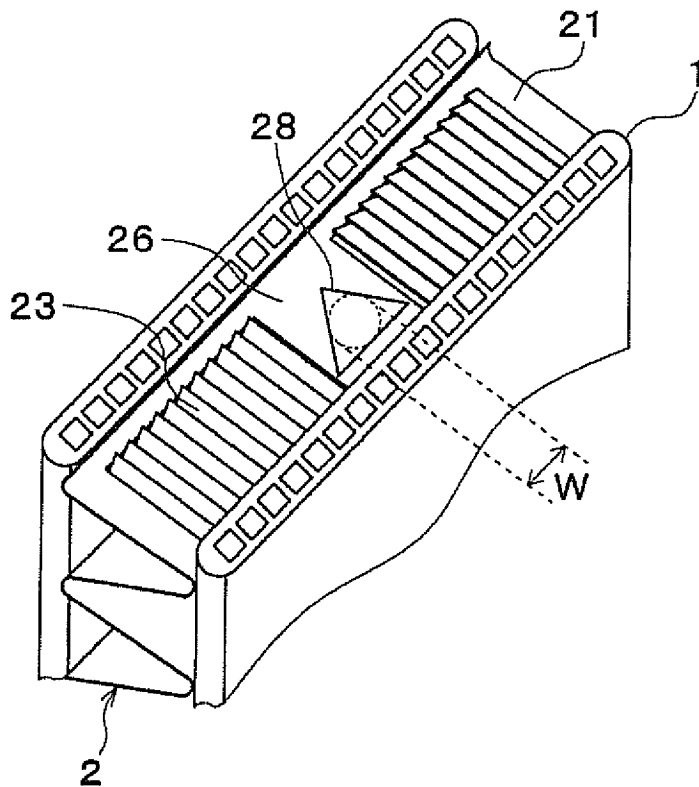


FIG. 14

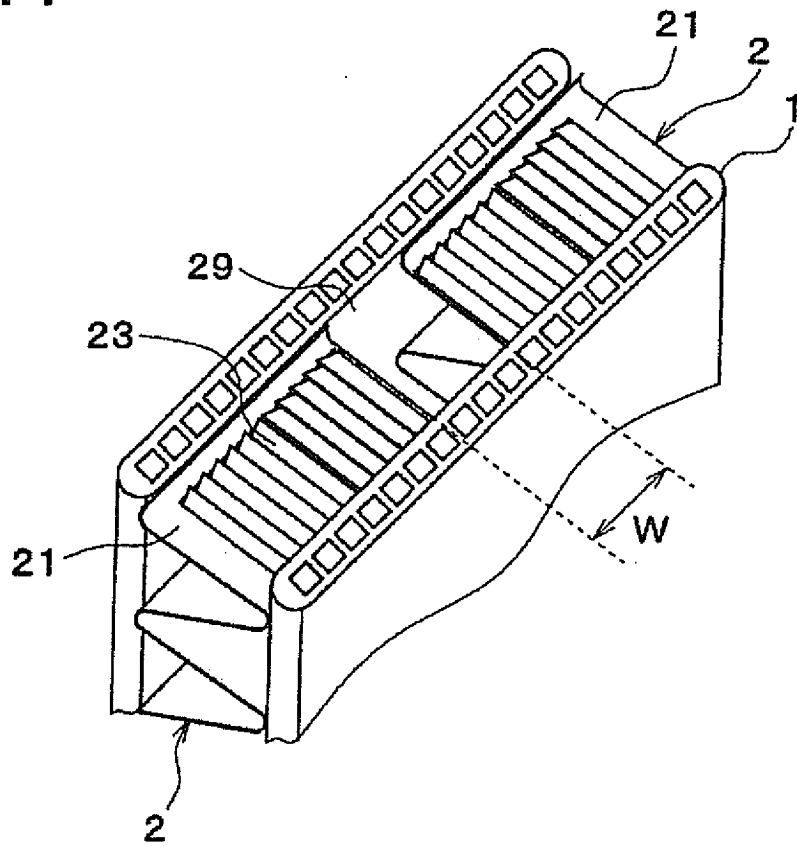


FIG. 15

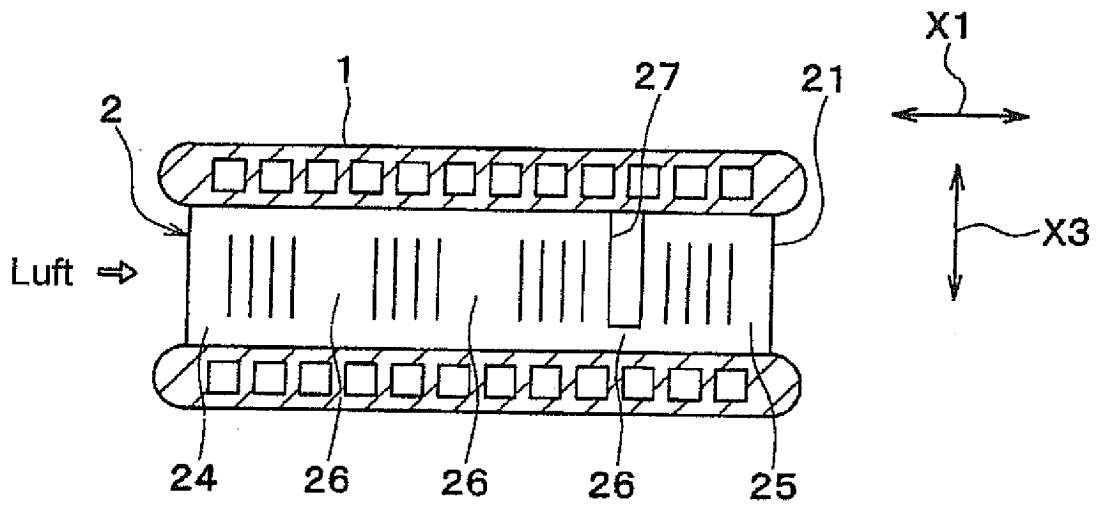


FIG. 16

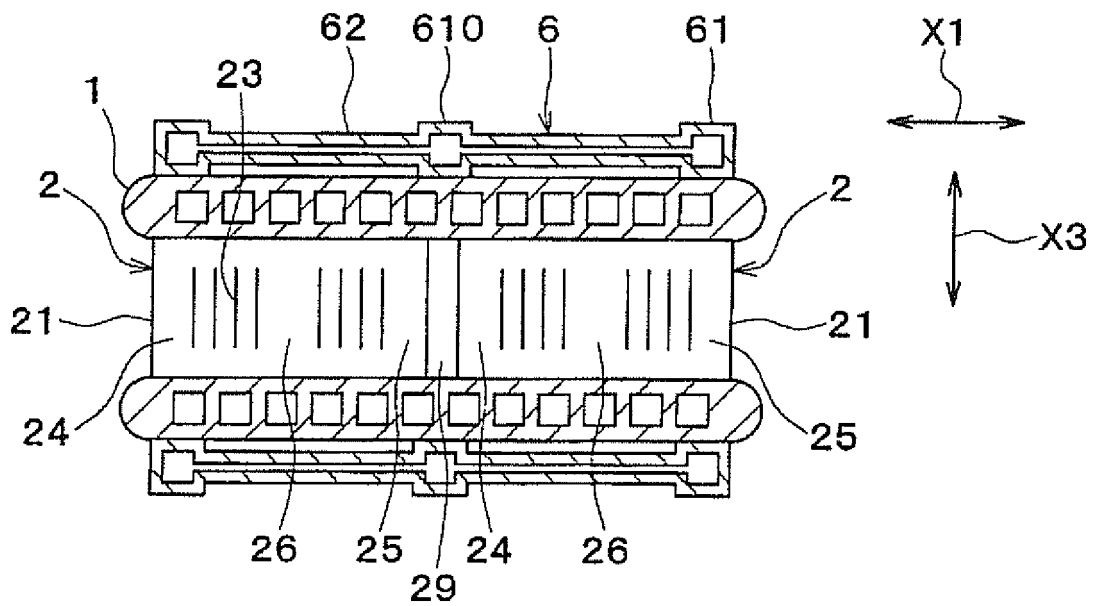


FIG. 17

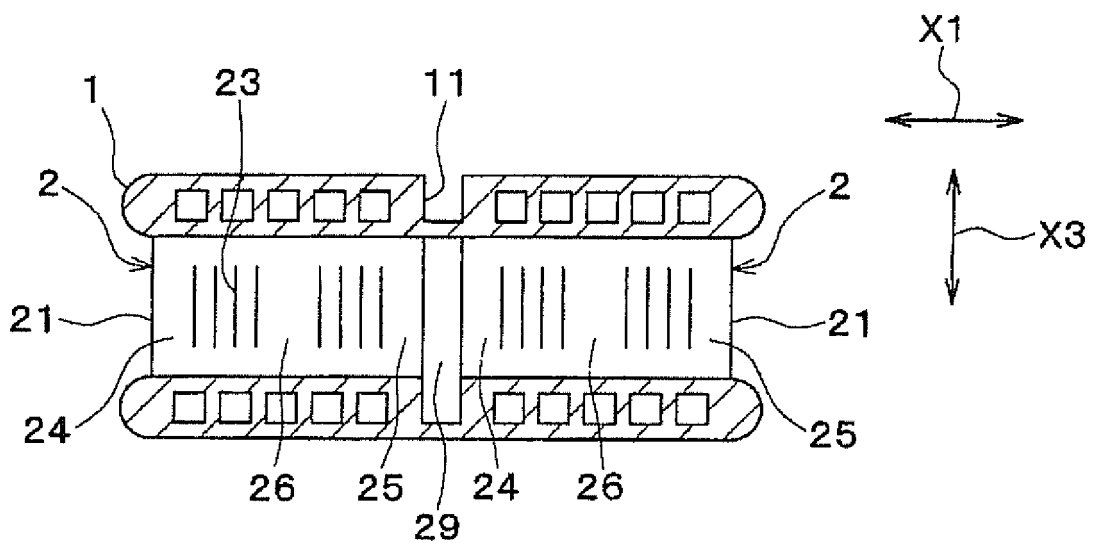


FIG. 18

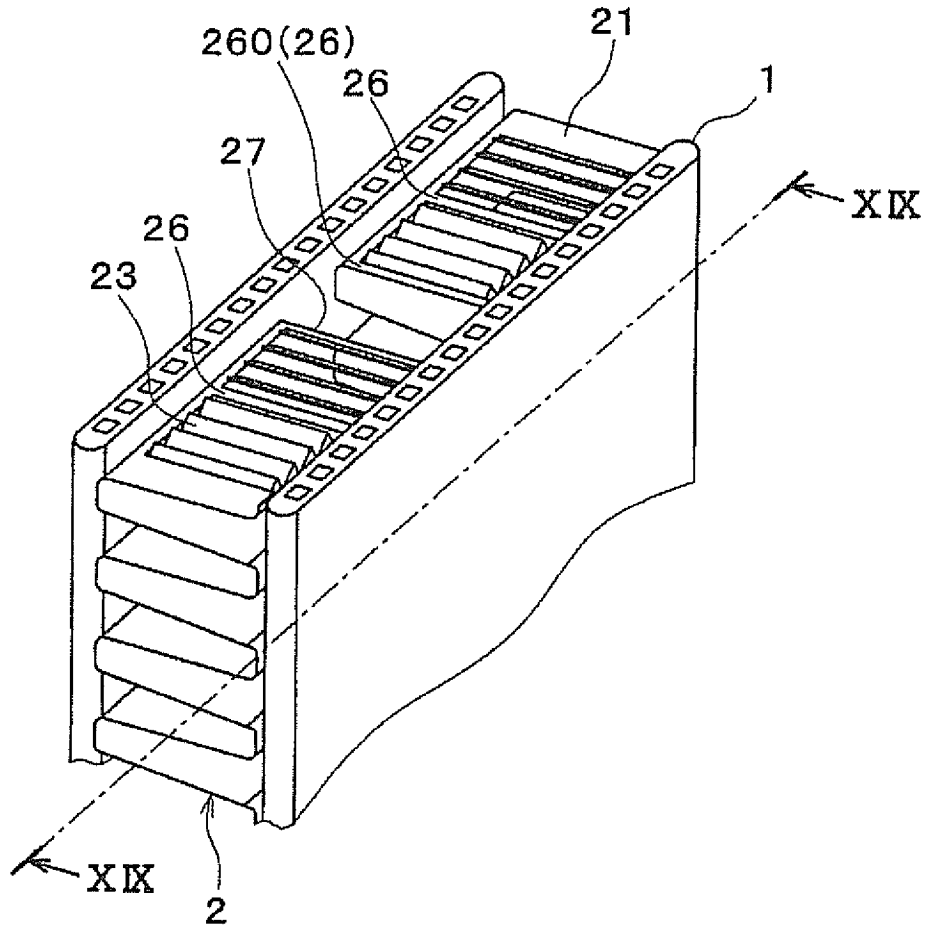


FIG. 19

