



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 31 518 A1** 2004.01.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 31 518.7**

(22) Anmeldetag: **11.07.2003**

(43) Offenlegungstag: **22.01.2004**

(51) Int Cl.7: **F28D 1/00**
F28F 1/02

(30) Unionspriorität:

2002-204334 **12.07.2002** **JP**

2002-204335 **12.07.2002** **JP**

2003-82577 **25.03.2003** **JP**

(71) Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

(74) Vertreter:

Zumstein & Klingseisen, 80331 München

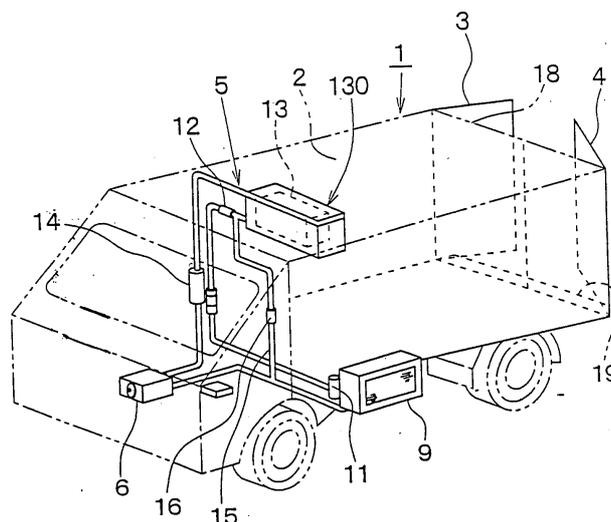
(72) Erfinder:

Nishijima, Haruyuki, Kariya, Aichi, JP; Honda, Tomoo, Kariya, Aichi, JP; Makida, Kazuhisa, Kariya, Aichi, JP; Ueno, Toshio, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscher zum Kühlen von Luft**

(57) Zusammenfassung: In einem Wärmetauscher (13) zum Kühlen von Luft hat ein Rohr (131, 231) einen stromlinienförmigen Querschnitt, so dass Luft entlang einer äußeren Oberfläche des Rohres (131, 231) strömt, ohne zu stagnieren. Deshalb ist es weniger wahrscheinlich, dass Feuchtigkeit an der äußeren Oberfläche des Rohres (131, 231) anhaftet. Demgemäß ist die Bildung von Frost eingeschränkt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Wärmetauscher zum Kühlen von Luft. Genauer bezieht sich die vorliegende Erfindung auf einen Verdampfer für einen Kälteerzeugungsapparat und einen Gefrierer.

[0002] Gemäß einem Verdampfer für einen Kälteerzeugungsapparat, der in JP-A-2002-115934 offenbart ist, sind Rohre mit im wesentlichen elliptisch geformten Querschnitten derart angeordnet, dass Längsachsen der Querschnitte parallel zu einer Luftstromrichtung sind. Es sind keine äußeren Rippen zwischen den Rohren vorgesehen und die äußeren Oberflächen der Rohre sind generell der Luft ausgesetzt. Mit dieser Konfiguration bzw. dieser Anordnung wird an luftstromabwärtigen Abschnitten der Rohre intensiv Frost erzeugt und die Bildung von Frost zwischen den Rohren, welche zum Blockieren von Luftdurchgängen führt, ist beschränkt. Dem gemäß reduziert sich ein Luftstromwiderstand und die Kühlkapazität des Verdampfers verbessert sich.

[0003] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmetauscher zum Kühlen von Luft bereitzustellen, der in der Lage ist, die Effizienz bzw. Wirksamkeit von Wärmeaustausch zu verbessern.

[0004] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmetauscher zum Kühlen von Luft bereitzustellen, der in der Lage ist, die Bildung von Frost auf demselben zu beschränken.

[0005] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung enthält ein Wärmetauscher zum Kühlen von Luft Rohre, durch welche Fluid strömt. Die Rohre sind derart angeordnet, dass äußere Oberflächen generell der Luft ausgesetzt sind. Die Rohre haben stromlinienförmige Querschnitte, so dass Luft entlang der äußeren Oberflächen der Rohre strömt.

[0006] Da die Luft gleichmäßig um die Rohre herum strömt, ohne zu stagnieren bzw. sich zu stauen, und es ist weniger wahrscheinlich, dass Feuchtigkeit, welche zu Frost führt, an den äußeren Oberflächen der Rohre anhaftet. Deshalb ist die Anhaftung von Frostpartikeln und das Wachstum von Frost auf den Rohren beschränkt. Dem gemäß reduziert sich der Luftwiderstand, und die Effizienz bzw. Wirksamkeit des Wärmeaustauschs verbessert sich.

[0007] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung enthält ein Wärmetauscher ein flaches Rohr, durch welches Fluid strömt. Das flache Rohr ist derart angeordnet, dass eine Längsmittellinie seines Querschnitts parallel zu einer Luftströmungsrichtung ist, und das flache Rohr ist in einer Richtung senkrecht zu der Luftströmungsrichtung gewellt.

[0008] Der Wärmetauscher ist nicht mit äußeren Rippen versehen. Deshalb kondensiert, wenn feuchte Luft um die Rohre herum strömt, Feuchtigkeit intensiv an einer luftstromabwärtigen Position des Rohres und wächst bzw. wird zu Frost. Da der Frost in einer Richtung parallel zu der Luftströmungsrichtung

wächst, ist der Luftstrom nicht blockiert. Dem gemäß reduziert sich ein Widerstand eines um die Rohre strömenden bzw. passierenden Luftstromes, wodurch sich die Wirksamkeit des Wärmeaustauschs verbessert.

[0009] Andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden genauen Beschreibung ersichtlicher, die unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen ausgeführt wird, wobei ähnliche Bauteile durch ähnliche Bezugszeichen bezeichnet werden, und wobei:

[0010] **Fig. 1** eine schematische perspektivische Ansicht eines gekühlten Fahrzeugs bzw. Kühlfahrzeugs gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0011] **Fig. 2** ein schematisches Diagramm eines Dampfkompansions-Kältemittelkreislaufsystems des Kühlfahrzeugs gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0012] **Fig. 3** eine perspektivische Ansicht eines hinteren Endes des Kühlfahrzeugs gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0013] **Fig. 4** eine perspektivische Ansicht eines Verdampfers des Dampfkompansions-Kältemittelkreislaufsystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0014] **Fig. 5** eine perspektivische Teilansicht eines Kernabschnitts des Verdampfers zur Erklärung von Strömen von Luft und Kältemittel gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0015] **Fig. 6A** eine Querschnittsansicht eines Rohres des Verdampfers gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0016] **Fig. 6B** eine erklärende Ansicht der Rohre gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0017] **Fig. 6C** eine vergrößerte Teilansicht eines luftstromabwärtigen Abschnitts des Rohres, das in **Fig. 6b** gezeigt ist, zur Erklärung eines Luftstroms um den luftstromabwärtigen Abschnitt des Rohres gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0018] **Fig. 7** eine Querschnittsteilansicht des Verdampfers zur Darstellung einer Rohranordnung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0019] **Fig. 8** eine Zeittabelle zur Darstellung von Betriebszeitpunkten eines Motors, Türen und eines Enteisungsventils gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0020] **Fig. 9A** und **9B** Querschnittsansichten von Rohren des Verdampfers gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind,

[0021] **Fig. 10** eine Querschnittsansicht eines Rohres des Verdampfers gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0022] **Fig. 11** eine Querschnittsansicht eines Rohres des Verdampfers gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0023] **Fig. 12** eine psychrometrische Tabelle bzw.

Darstellung gemäß der fünftert Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0024] **Fig. 13** eine perspektivische Teilansicht eines Rohres des Verdampfers gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0025] **Fig. 14** eine Querschnittsteilansicht der Rohre gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0026] **Fig. 15A** eine Querschnittsansicht eines Rohres des Verdampfers gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

[0027] **Fig. 15B** eine erklärende Ansicht des Rohres gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, und

[0028] **Fig. 15C** eine vergrößerte Teilansicht eines luftstromabwärtigen Abschnitts des Rohres, das in **Fig. 15B** gezeigt ist, zur Erklärung bzw. Darstellung eines Luftstromes um den luftstromabwärtigen Abschnitt des Rohres gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung herum ist.

[0029] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0030] Ein Wärmetauscher zum Kühlen von Luft gemäß der ersten Ausführungsform ist beispielsweise für einen Verdampfer **13** eines Kühlfahrzeugs **1** verwendet, welches Güter oder Frachten, wie gefrorene Nahrung (Tiefkühlkost), transportiert, während es dieselben kalt hält bzw. kühlt, wie in **Fig. 1** gezeigt ist.

[0031] Das Kühlfahrzeug **1** hat einen Gefrierbehälter **2** (bzw. einen Kühlcontainer) zum Lagern der Frachten. Der Gefrierbehälter **2** hat eine Öffnung **18** und Türen **3, 4** an seinem hinteren Ende. Die Frachten werden durch die Öffnung **18** herein und heraus getragen.

[0032] Ein Dampfkompansions-Kältemittelkreisystem **5** zum Kühlen von Luft in dem Gefrierbehälter **2** ist an der Front des Kühlfahrzeugs **1** montiert. Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, enthält das System **5** einen Kompressor **6**, einen Kondensator **9** (bzw. ein Verflüssiger), einen elektrischen Ventilator bzw. ein elektrisches Lüftergebläse **10**, ein Sammelgefäß **11**, eine Druckreduzierungseinrichtung **12**, und einen Verdampfer **13**.

[0033] Der Kompressor **6** wird durch einen Motor **8** über eine elektromagnetische Kupplung **7** angetrieben. Der Kondensator **9** kühlt Hochtemperatur, Hochdruckkältemittel (d.h.: Kältemittel mit hoher Temperatur und hohem Druck), welches von dem Kompressor **1** ausströmt. Das Lüftergebläse **10** bläst Kühlluft zu dem Kondensator **9**. Das Sammelgefäß **11** trennt das von dem Kondensator **9** ausströmende Kältemittel in gasförmiges und flüssiges Kältemittel und lässt das flüssige Kältemittel zu der Druckreduzierungseinrichtung **12** hin ausströmen. Das überschüssige Kältemittel wird in dem Sammelgefäß **11** als das flüssige Kältemittel gespeichert.

[0034] Die Druckreduzierungseinrichtung **12** dekomprimiert das flüssige Kältemittel. In dem Verdampfer **13** verdampft das Kältemittel von der

Druckreduzierungseinrichtung **12** durch bzw. unter Absorption von Wärme von in den Gefrierbehälter **2** zu blasender Luft. Der Verdampfer **13** wird später genauer beschrieben.

[0035] Zusätzlich ist ein Akkumulator bzw. ein Speichergefäß **14** zwischen einem Kältemittelauslass des Verdampfers **13** und einem Kältemittelinlass des Kompressors **6** vorgesehen. Das Speichergefäß **14** trennt das Kältemittel, welches von dem Verdampfer **13** ausströmt, in gasförmiges Kältemittel und in flüssiges Kältemittel. Das gasförmige Kältemittel wird in den Kompressor **6** gesaugt und das flüssige Kältemittel wird in dem Speichergefäß **14** gesammelt.

[0036] Eine Umgehungsleitung **15** ist angeordnet, um Hochtemperaturkältemittel (Heißgas) von dem Kompressor **6** zu dem Verdampfer **13** einzuleiten, während die Druckreduzierungseinrichtung **12** umgangen wird. Die Umgehungsleitung **15** ist mit einem Enteisungsventil **16** versehen. Das Enteisungsventil **16** ist ein elektromagnetisches Ventil. Das Enteisungsventil **16** erlaubt ein Strömen des Heißgases durch die Umgehungsleitung **15**.

[0037] Eine Gebläseeinrichtung **19** ist an der Unterseite der Öffnung **18** außerhalb des Gefrierbehälters **2** vorgesehen. Die Gebläseeinrichtung **19** bildet einen Luftvorhang zum Abtrennen des Inneren des Gefrierbehälters **2** von dem Äußeren, wenn die Türen **3, 4** geöffnet sind. Die Gebläseeinrichtung **19** enthält Querstromlüfter **20, 21**, die jeweils horizontal an der Unterseite der Öffnung **18** platziert sind. In den Querstromlüftern **20, 21** strömt Luft innerhalb von Querschnitten, die senkrecht zu Achsen von Mehrflügel-Zylinderlüftern **20a, 21a** (beispielsweise Walzenlüfter) sind (siehe JIS B0132 Nr. 1017).

[0038] Als nächstes wird der Verdampfer **13** im Detail unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** bis **6C** beschrieben. Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, enthält der Verdampfer **13** eine Mehrzahl von Rohren **131**, durch welche Kältemittel strömt, und Tanks **133**, die bei bzw. an länglichen bzw. längsseitigen Enden der Rohre **131** angeschlossen sind, um mit den Rohren **131** zu kommunizieren. Die Rohre **131** bauen einen Kernabschnitt zum Austausch von Wärme zwischen dem Kältemittel und Luft auf bzw. bilden diesen Kernabschnitt.

[0039] Es wird bemerkt, dass äußere Lamellen bzw. Rippen, die generell mit äußeren Oberflächen von Rohren verbunden sind, nicht zwischen den Rohren **131** vorgesehen sind, so dass äußere Oberflächen der Rohre **131** generell der Luft ausgesetzt sind. Wie in **Fig. 6A** gezeigt ist, haben die Rohre **131** stromlinienförmige Querschnitte zur Begrenzung bzw. Einschränkung der Möglichkeit, dass die die Rohre **131** umströmenden Luftströme sich von den Rohren **131** an deren luftstromabwärtigen Abschnitten (hintere Seiten) ablösen bzw. entfernen (siehe zum Beispiel "Fluids Engineering", University of Tokyo Press). Die Stromlinienform ist bezüglich einer Längsmittellinie CL des Querschnitts symmetrisch. Luftstromaufwärtige Abschnitte (Vorderseiten) der Rohre **131** sind leicht gekrümmt. Nachfolgend werden die Begriffe

"stromabwärtig" bzw. "stromaufwärtig" bezüglich einer Richtung (A1) von durch den Verdampfer **13** strömender Luft verwendet.

[0040] In der Ausführungsform wird eine Tränentropfenform bzw. Tropfenform (eine Flügelform) als die Stromlinienform verwendet. Eine Dimension (Dicke) des Rohres **131** in einer Richtung senkrecht zu der Mittellinie CL erhöht sich zu einem Maximalwert bei bzw. in einer im wesentlichen mittleren Position des Rohres **131** bezüglich der Luftstromrichtung A1 und reduziert sich zu der luftstromabwärtigen Position hin.

[0041] Jedes der Rohre **131** ist mit einer Mehrzahl von Kältemitteldurchgängen **132** ausgebildet. Die Kältemitteldurchgänge **132** sind parallel und in einer Linie („in line“) von den stromaufwärtigen Abschnitten zu der stromabwärtigen Position des Rohres **131** ausgerichtet. In der Ausführungsform ist das Rohr **131** beispielsweise durch Extrusion und Ziehen von Aluminium hergestellt bzw. gebildet. Somit werden die Kältemitteldurchgänge **132** gleichzeitig mit dem Formen des Rohres **131** gebildet.

[0042] Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, sind die Rohre **131** in Reihen in Richtungen senkrecht zu der Luftstromrichtung A1 angeordnet. Des weiteren, wie in **Fig. 7** gezeigt ist, sind die Rohre **131** in einer gestaffelten Konfiguration angeordnet. Ein erster Gruppierungsabstand Tp1 der Rohre **131** einer stromaufwärtigen Reihe ist größer als ein zweiter Gruppierungsabstand Tp2 der Rohre **131** einer stromabwärtigen Reihe. Hier sind die Abstände Tp1 und Tp2 Distanzen zwischen den Mittellinien CL der Rohre **131** in den Richtungen senkrecht zu der Luftströmungsrichtung A1.

[0043] Die Rohre **131** in derselben Reihe sind mit demselben Tank **133** fluid kommunizierend verbunden. Mit Blick auf breite Projektion bzw. auf eine breite Projektionsfläche strömt das Kältemittel von der luftstromaufwärtigen Seite zu der luftstromabwärtigen Seite in dem Verdampfer **13**, wie durch die Pfeile R1 gezeigt ist.

[0044] Als nächstes wird eine elektronische Steuereinheit beschrieben. Eine Steuereinheit **22** enthält einen Computer wie einen Mikrocomputer. Die Steuereinheit **22** ist programmiert, um den Betrieb bzw. Arbeitsablauf des Dampfkompansions-Kältemittelkreissystems **5** auf der Grundlage von Signalen der folgenden Sensoren bzw. Fühler und Schalter zu steuern.

[0045] Ein Temperaturfühler **24** erfasst eine Innentemperatur des Gefrierbehälters **2**. Die Innentemperatur wird manuell mit einem Temperatursteuergerät **25** festgelegt bzw. bestimmt. Zum Beispiel wird die Innenraumtemperatur innerhalb eines Bereichs zwischen -10°C und -20°C festgelegt.

[0046] Ein Schalter **26** des Kälteerzeugungsapparates wird manuell bedient. Der Kältemittelschalter **26** erzeugt Ein- und Aus-Signale des Dampfkompansions-Kältemittelkreissystems **5**. Ein Motorbetriebschalter **27** produziert Signale in Übereinstimmung mit Ein- und Aus-Zuständen des Motors B. Ein Tür-

schalter **28** ist auf einem Umfang bzw. einer Peripherie der Öffnung **18** angeordnet. Der Türschalter **28** wird ein- und ausgeschaltet in Übereinstimmung mit dem Öffnen und Schließen der Türen **3, 4**.

[0047] Des weiteren steuert die Steuereinheit **22** die elektromagnetische Kupplung **7**, die Lüfter **10, 17**, das Enteisungsventil **16**, die Gebläseeinheit **19** und dergleichen.

[0048] Als nächstes wird der Kälteerzeugungsbetrieb des Fahrzeugs **1** unter Bezugnahme auf **Fig. 8** beschrieben. Während das Fahrzeug fährt, wird der Kompressor **6** durch Leistung des Motors **8** durch die elektromagnetische Kupplung **7** angetrieben. Die Lüfter **10, 17** werden betätigt. Ebenso ist das Dampfkompansions-Kältemittelkreissystem **5** an bzw. in Betrieb. Somit wird die durch den Verdampfer **13** gekühlte Luft in den Gefrierbehälter **2** durch den Lüfter **17** eingeblasen, wodurch die Frachten in dem Gefrierbehälter **2** gekühlt werden. Zu dieser Zeit bzw. gleichzeitig ist das Enteisungsventil **16** geschlossen, so dass das Kältemittel nicht durch die Umgehungsleitung **15** strömt.

[0049] Wenn der Motor **8** aufhört, die Fracht herein oder hinaus zu transportieren, wird der Lüfter **17** der Kühleinheit **130** (**Fig. 1**) ausgeschaltet. Dann, wenn die Türen **3, 4** geöffnet sind, wird der Türschalter **28** eingeschaltet, so dass die Querstromlüfter **20, 21** ihren Betrieb aufnehmen. Der Luftvorhang wird von der Unterseite zu der Oberseite der Öffnung **18** ausgebildet, um den Eintritt von Außenluft zu begrenzen.

[0050] Zu dieser Zeit bzw. gleichzeitig wird das Enteisungsventil **16** geöffnet. Durch die Drucklücke (bzw. den Druckunterschied) zwischen dem Auslass des Kompressors **6** und dem stromaufwärtigen Abschnitt des Verdampfers **13** strömt das Heißgas in den Verdampfer **13** durch die Umgehungsleitung **15**. Deshalb schmilzt das Eis auf dem Verdampfer **13** zu Wasser und fließt nach außen ab. Wenn die Türen **3, 4** geschlossen sind, ist der Türschalter **28** ausgeschaltet und das Enteisungsventil **16** geschlossen.

[0051] Als nächstes werden Vorteile der Ausführungsform beschrieben.

[0052] Da die Rohre **131** stromlinienförmige Querschnitte aufweisen, strömt die Luft gleichmäßig entlang der äußeren Oberfläche der Rohre **131** ohne Stagnation, wie in **Fig. 6C** gezeigt ist. Es beschränkt die Kondensation oder Anhaftung von Feuchtigkeit, welche in der Bildung von Frost (Eis) resultiert, auf den äußeren Oberflächen der Rohre **131**. Somit ist das Wachsen bzw.

[0053] die Bildung von Frost auf den Rohren **131** und des weiteren das Anhaften von Frostpartikeln auf den Rohren **131** begrenzt. In dem Verdampfer **13** der Ausführungsform ist die Menge von Frost auf im wesentlichen ein Fünftel im Vergleich zu früheren (bekannteren) Verdampfern reduziert.

[0054] Des weiteren ist die Bildung von Frost auf den stromabwärtigen Abschnitt der Rohre **131** begrenzt, wie in **Fig. 6C** gezeigt ist. Da die Feuchtigkeit nicht auf den Seitenoberflächen der Rohre **131** an-

haftet, ist es weniger wahrscheinlich, dass die Luftdurchgänge zwischen den Rohren **131** durch Frost blockiert werden. Deshalb ist der Widerstand des bzw. gegen den Luftstrom nicht durch den Frost erhöht. Dem gemäß verbessert sich die Kühlkapazität des Verdampfers **13**.

[0055] Da die Rohre **131** gestaffelt sind, sind die Rohre **131** der stromabwärtigen Reihe nicht in thermischen Grenzschichten angeordnet, die durch die Rohre **131** der luftstromaufwärtigen Reihe erzeugt bzw. gebildet wird. Deshalb verbessert sich die Effizienz bzw. Wirksamkeit des Wärmetausches des Verdampfers **13**.

[0056] Bei der zweiten Ausführungsform ist ein Querschnitt des Kältemittelstrombereichs des am meisten stromabwärtigen Kältemitteldurchgangs **132** (das heißt der Kältemitteldurchgang **132**, der bezüglich der Luftstromrichtung als letzter angeordnet ist) größer als der des am meisten stromaufwärtigen Kältemitteldurchgangs **132** (das heißt der Kältemitteldurchgang **132**, der bezüglich der Luftstromrichtung als erster angeordnet ist), wie in **Fig. 9A** gezeigt ist.

[0057] Da die Rohre **131** die stromlinienförmigen Querschnitte aufweisen, ist die Anhaftung von Feuchtigkeit auf den Rohren **131** reduziert. Jedoch ist es schwierig, die Bildung von Frost vollständig zu verhindern. Obwohl es eine kleine Menge ist, bildet sich Frost auf den stromabwärtigen Abschnitten der Rohre **131**.

[0058] Da der am meisten stromabwärtige Kältemitteldurchgang **132** den Strömungsbereich, der größer als der des stromaufwärtigen Kältemitteldurchgangs **132** ist, aufweist, erhöht sich eine Strömungsrate des Heißgases an dem stromabwärtigen Abschnitt der Rohre **131**. Deshalb wird er (der stromabwärtige Abschnitt) leicht während der Enteisungsbetriebsart enteist, selbst wenn der stromabwärtige Abschnitt der Rohre **131** gefroren ist. Der Kältemitteldurchgang **132** kann im wesentlichen rechteckig geformte Querschnitte aufweisen, wie in **Fig. 9B** gezeigt ist.

[0059] Bei der dritten Ausführungsform sind die Querschnitte der Kältemittelstrombereiche in Übereinstimmung mit einer äußeren Dimension bzw. Größe (Dicke W) der Rohre **131** geändert, wie in **Fig. 10** gezeigt ist. Auch in dieser Ausführungsform stellt der Verdampfer **13** Vorteile bereit, die ähnlich zu denen der ersten Ausführungsform sind.

[0060] Bei der vierten Ausführungsform weisen die Rohre **131** stromlinienförmige Querschnitte auf, die bezüglich der Mittellinie CL asymmetrisch sind, wie in **Fig. 11** gezeigt ist. Auch in dieser Ausführungsform stellt der Verdampfer **13** Vorteile bereit, die ähnlich zu denen der ersten Ausführungsform sind.

[0061] Bei der fünften Ausführungsform sind die Rohre **131** mit einem Enteisungsmittel zur Beschränkung des Anhaftens von Feuchtigkeit und Frostpartikeln auf den äußeren Oberflächen der Rohre **131** beschichtet. Beispielsweise enthält das Enteisungsmittel eine super-(wasser)abstoßende Beschichtung

und ein Material mit wasserabstoßenden Eigenschaften wie Teflon.

[0062] Bezugnehmend auf **Fig. 12** ist die Temperatur des Gefrierbehälters **20** beispielsweise $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (T_1). Wenn die Türen **3**, **4** geöffnet sind, tritt Außenluft (zum Beispiel $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, 60 % relative Feuchtigkeit) in den Gefrierbehälter **2** ein. Die Luft wird schnell auf unterhalb des Gefrierpunkts gekühlt und die Innenluft wird übersättigt. Unter der Temperatur T_2 , welche niedriger als der Gefrierpunkt ist, kann beispielsweise eine kleine Menge von Dampf (M_1) als Feuchtigkeit (Wasserdampf) in der Innenluft existieren bzw. vorhanden sein.

[0063] Deshalb ist in der Außenluft enthaltene Feuchtigkeit (M_2) übersättigter Dampf und wird ohne Verflüssigung in sublimierte Partikel bzw. Teilchen sublimiert. Die sublimierten Partikel haften an den äußeren Oberflächen der Rohre **131** an und wachsen zu bzw. bilden Frost. Bei der Ausführungsform sind die Rohre **131** mit dem Enteisungsmittel beschichtet. Deshalb ist es weniger wahrscheinlich, dass die sublimierten Partikel (Frostpartikel) an den Rohren **131** anhaften. Dem gemäß ist das Wachsen von Frost bzw. dessen Bildung auf den Rohren **131** beschränkt.

[0064] Bei der sechsten Ausführungsform enthält der Verdampfer **13** flache Rohre **231** und Tanks **233**, wie in **Fig. 13** gezeigt ist. Die Tanks **233** sind an den Enden der Rohre **231** angeschlossen. Die Rohre **231** sind mit einer Mehrzahl von Kältemitteldurchgängen **232** gebildet und durch Extrusion und Ziehen hergestellt, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform.

[0065] Die Rohre **231** sind derart angeordnet, dass die Mittellinien CL der Querschnitte parallel zu der Luftstromrichtung A_1 sind. Des Weiteren sind die Rohre **231**, wie es in den **Fig. 13** und **14** gezeigt ist, senkrecht zu der Luftstromrichtung A_1 gewellt.

[0066] Gerade Abschnitte **231b** der Rohre **231** sind durch Wendeabschnitte **231a** verbunden. Die Rohre **231** sind derart angeordnet, dass die geraden Abschnitte **231b** gestaffelt sind, wie in **Fig. 14** gezeigt ist. Beispielsweise ist ein Gruppierungsabstand Tp_4 der geraden Abschnitte **231b** des stromabwärtigen Rohres **231** kleiner als ein Gruppierungsabstand Tp_3 der geraden Abschnitte **231b** des luftstromaufwärtigen Rohres **231**. Alternativ können die Abstände Tp_3 und Tp_4 gleich sein.

[0067] Auch in dieser Ausführungsform haben die Rohre **231** stromlinienförmige Querschnitte, ähnlich zu den ersten bis vierten Ausführungsformen. Dem gemäß stellen die Rohre **231** Vorteile bereit, die ähnlich zu denen der ersten bis vierten Ausführungsformen sind.

[0068] In der siebten Ausführungsform hat das Rohr **231** im wesentlichen einen elliptischen Querschnitt. Die geraden Abschnitte **231b** der Rohre **231** enthalten im wesentlichen flache Oberflächen, die parallel zu der Luftstromrichtung A_1 liegen, wie in den **Fig. 15A** und **15B** gezeigt ist. Die stromaufwärtigen Seiten und die stromabwärtigen Seiten der geraden Abschnitte **231b**, welche die flachen Oberflächen

verbinden, sind leicht gekrümmt. Wie in **Fig. 15C** gezeigt ist, ist ein Luftstagnationsbereich an dem luftstromabwärtigen Abschnitt des Rohres **231** gebildet. Der Luftstrom um das Rohr **231** herum trennt sich von dem Rohr **231** bzw. löst sich von diesem ab und verwirbelt an dem stromabwärtigen Abschnitt des Rohres **231**, wie durch die Pfeile **A2** gezeigt ist.

[0069] Wenn feuchte Luft um das Rohr **231** strömt bzw. dieses passiert, haftet Feuchtigkeit auf dem stromabwärtigen Abschnitt des Rohres **231** an und wird bzw. wächst zu Frost auf demselben. Da das Rohr **231** nicht mit den äußeren Rippen versehen ist, bildet sich der Frost nur an dem stromabwärtigen Abschnitt des Rohres **231** in der Richtung parallel zu der Luftstromrichtung **A1**. Es ist weniger wahrscheinlich, dass der Frost auf den geraden Abschnitten **231b** gebildet wird, um die Luftdurchgänge zwischen diesen zu blockieren. Deshalb sinkt der Widerstand des Luftstroms und daher verbessert sich die Kühlkapazität des Verdampfers **13**.

[0070] Als Modifikation können die Kältemitteldurchgänge **132**, **232** jede (beliebige) Querschnittsform außer Kreisform und Quadratform haben. Die Gruppierungsabschnitte **TP1**, **TP2**, **TP3**, **TP4** der Rohre **131** und der geraden Abschnitte **231b** können geändert werden. Ebenso ist die Anzahl von Reihen der Rohre **131** nicht beschränkt.

[0071] Die vorliegende Erfindung kann auf einen Kälteerzeugungsapparat zu anderen Zwecken verwendet werden. Beispielsweise kann die vorliegende Erfindung für eine Kühllagerung verwendet werden. Des Weiteren kann die vorliegende Erfindung auf einen Wärmetauscher angewendet werden, der Luft mit fühlbarer bzw. freier oder ungebundener Wärme kühlt. Ebenso können die Rohre mit den stromlinienförmigen Querschnitten für einen anderen Wärmetauscher verwendet werden, der einen Wärmeaustausch zwischen Fluid und Luft ausführt, der anders als ein Wärmetauscher zum Kühlen von Luft ist.

[0072] Die vorliegende Erfindung sollte nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt sein, sondern kann in anderer Weise implementiert bzw. ausgeführt werden, ohne von dem Gedanken der Erfindung abzuweichen.

[0073] Zusammenfassend hat in einem Wärmetauscher **13** zum Kühlen von Luft, ein Rohr **131**, **231** einen stromlinienförmigen Querschnitt, so dass Luft entlang einer äusseren Oberfläche des Rohres **131**, **231** strömt, ohne zu stagnieren. Deshalb ist es weniger wahrscheinlich, dass Feuchtigkeit an der äusseren Oberfläche des Rohres **131**, **231** anhaftet. Demgemäß ist die Bildung von Frost eingeschränkt.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (**13**) zum Kühlen von Luft, umfassend Rohre (**131**, **231**), durch welche Fluid strömt, wobei die Rohre (**131**, **231**) derart angeordnet sind, dass äußere Oberflächen der Rohre (**131**, **231**) generell der Luft ausgesetzt sind, wobei die Rohre (**131**,

231) stromlinienförmige Querschnitte aufweisen, so dass Luft entlang der äußeren Oberflächen der Rohre (**131**, **231**) strömt.

2. Wärmetauscher gemäß Anspruch 1, wobei die Rohre (**131**) in Reihe in einer gestaffelten Konfiguration angeordnet sind.

3. Wärmetauscher gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei jedes der Rohre (**131**, **231**) mit einer Mehrzahl von Durchgängen (**132**, **232**) ausgebildet sind, durch welche das Fluid strömt, wobei ein am meisten stromabwärtiger Durchgang bezüglich einer Luftstromrichtung (**A1**) einen Querschnitt eines Strömungsbereiches aufweist, der größer als der eines am meisten stromaufwärtigen Durchganges ist.

4. Wärmetauscher gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der stromlinienförmige Querschnitt symmetrisch bezüglich seiner Längsmittellinie (**CL**) ist.

5. Wärmetauscher gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Rohre (**231**) in Richtungen senkrecht zu einer Luftströmungsrichtung (**A1**) gewellt sind.

6. Wärmetauscher zum Kühlen von Luft, umfassend ein flaches Rohr (**231**), durch welches Fluid strömt, wobei das Rohr (**231**) eine äußere Oberfläche aufweist, die generell der Luft ausgesetzt ist, wobei das Rohr (**231**) derart angeordnet ist, dass eine Längsmittellinie (**CL**) seines Querschnitts parallel zu einer Luftströmungsrichtung (**A1**) ist und in einer Richtung senkrecht zu der Luftströmungsrichtung (**A1**) gewellt ist.

7. Wärmetauscher gemäß Anspruch 6, wobei das Rohr (**231**) einen im wesentlichen elliptisch geformten Querschnitt aufweist.

8. Wärmetauscher gemäß Anspruch 6, wobei das Rohr (**231**) einen stromlinienförmigen Querschnitt aufweist, so dass Luft entlang der äußeren Oberfläche strömt.

9. Wärmetauscher gemäß Anspruch 8, wobei der stromlinienförmige Querschnitt symmetrisch bezüglich der Längsmittellinie (**CL**) des Querschnitts ist.

10. Wärmetauscher gemäß einem der Ansprüche 6, 8 oder 9, wobei eine Größe des Querschnitts des Rohres (**231**) in einer Richtung senkrecht zu der Luftströmungsrichtung (**A1**) an im wesentlichen einer Luftmittelstromposition maximal ist und sich zu einer luftstromabwärtigen Position des Rohres (**231**) hin reduziert.

11. Wärmetauscher gemäß einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei das Rohr (**231**) mit einer Mehrzahl

von Durchgängen ausgebildet ist, durch welche Fluid strömt, wobei ein am meisten stromabwärtiger Durchgang bezüglich der Luftstromrichtung (A1) einen Querschnitt eines Strömungsbereichs aufweist, der größer als der eines am meisten stromaufwärtigen Durchgangs ist.

12. Wärmetauscher gemäß einem der Ansprüche 6 bis 11, der des weiteren Tanks (**233**) umfasst, die an Enden der Rohre (**232**) angeschlossen sind.

13. Wärmetauscher gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Rohr (**131**, **231**) mit einem Enteisungsmittel beschichtet ist, das Anhaftung von Frostpartikeln beschränkt.

14. Wärmetauscher gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Rohr (**131**, **231**) mit einem wasserabweisenden Mittel beschichtet ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

FIG. 2

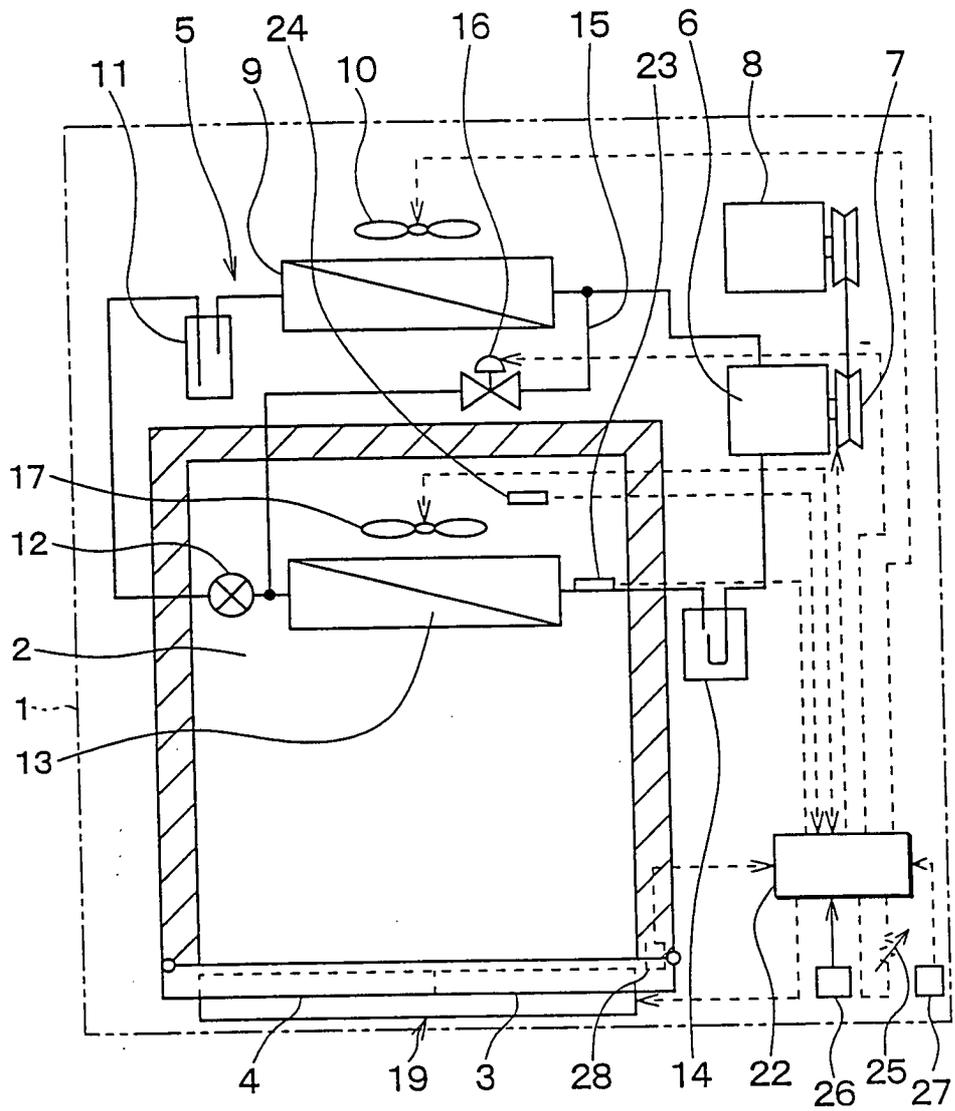


FIG. 4

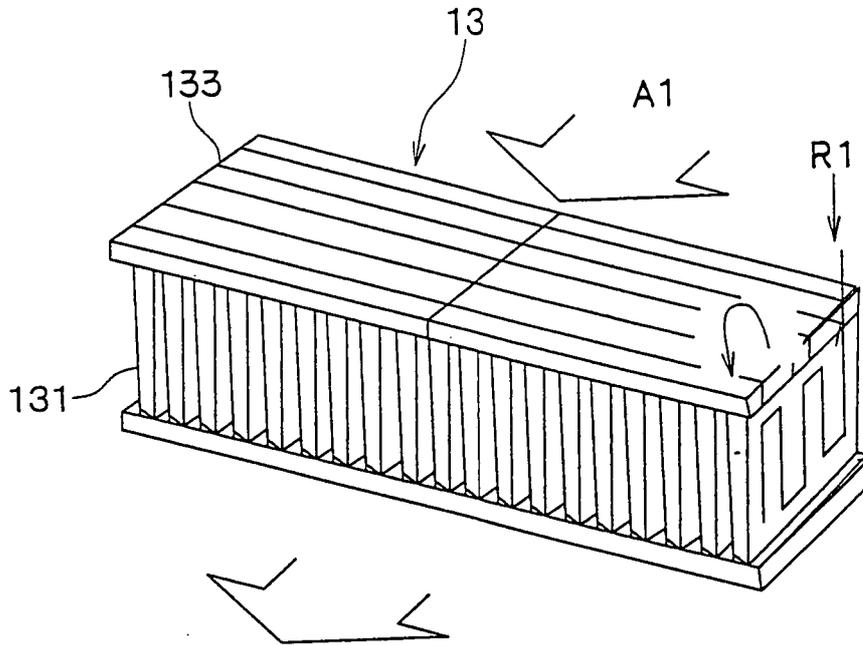


FIG. 5

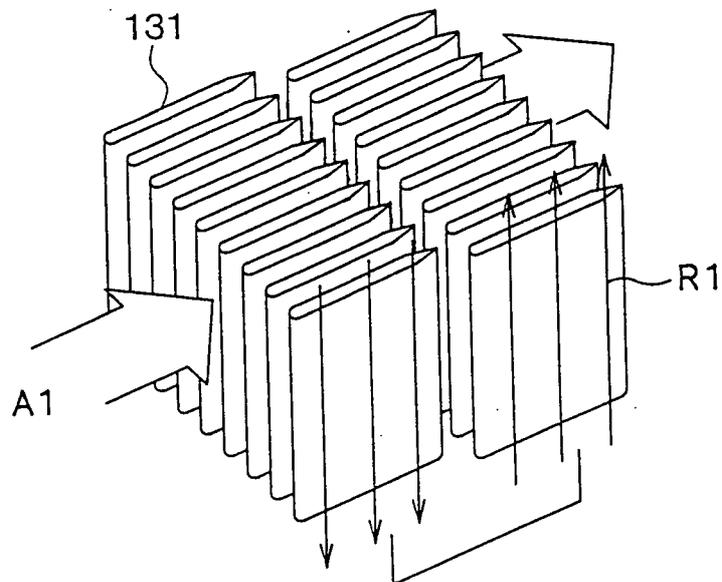


FIG. 6A

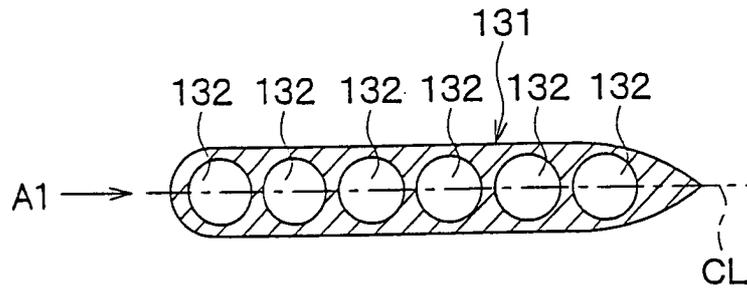


FIG. 6B

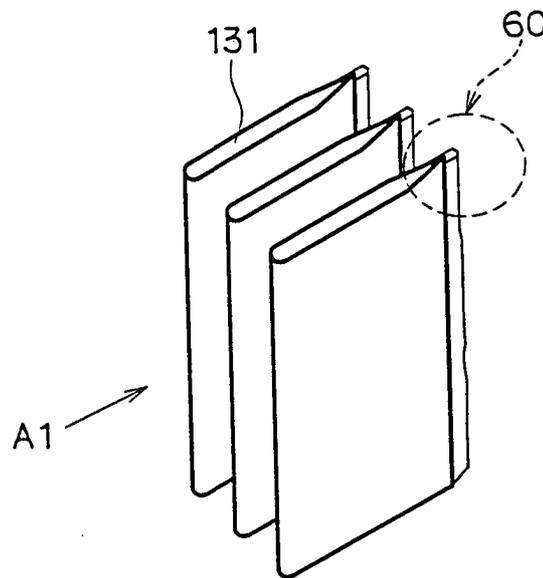


FIG. 6C

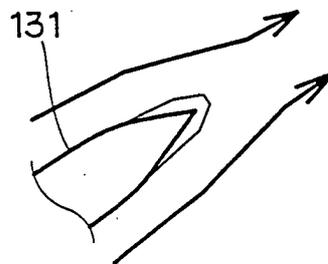


FIG. 7

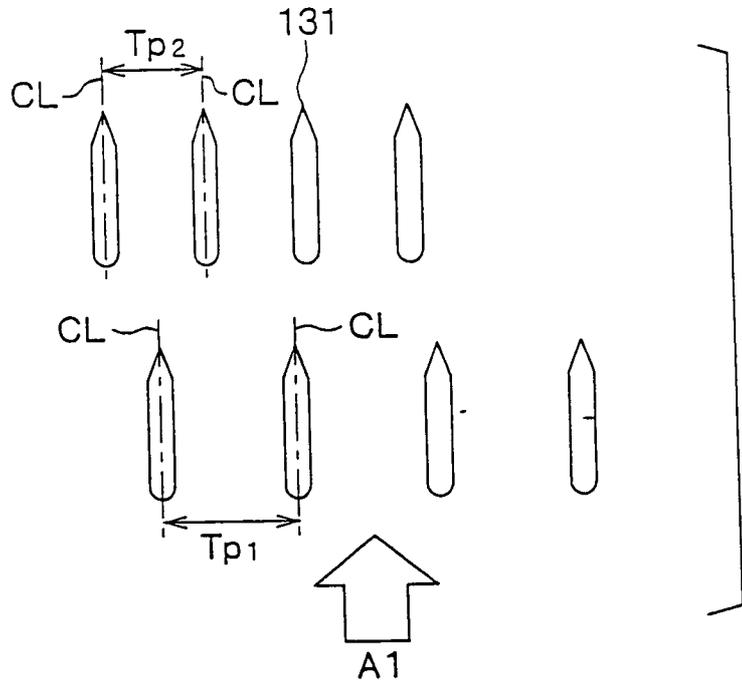


FIG. 8

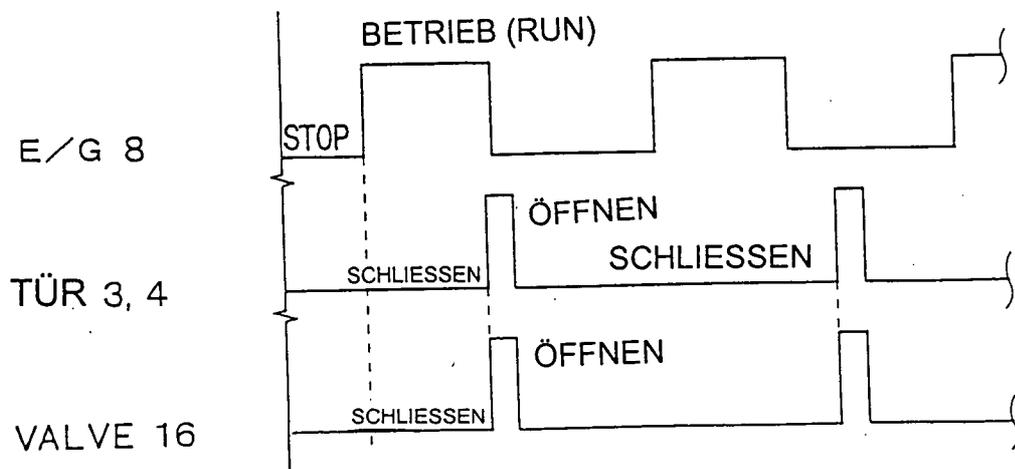


FIG. 9A

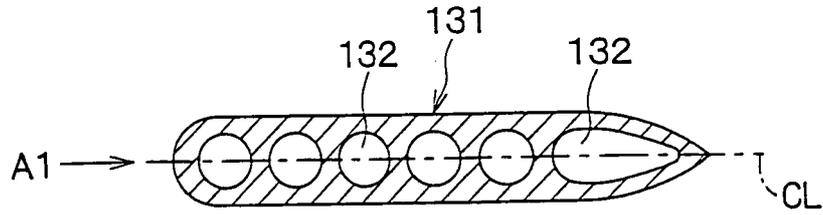


FIG. 9B

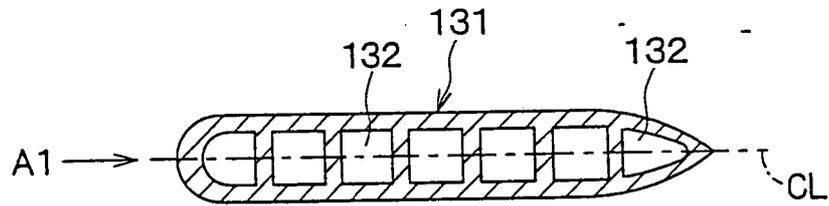


FIG. 10

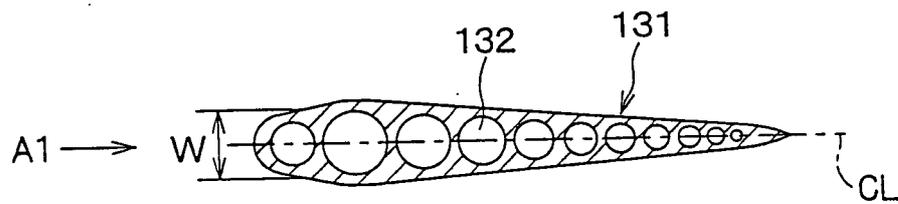


FIG. 11

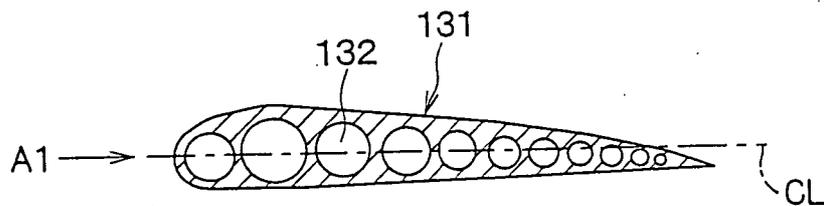


FIG. 12

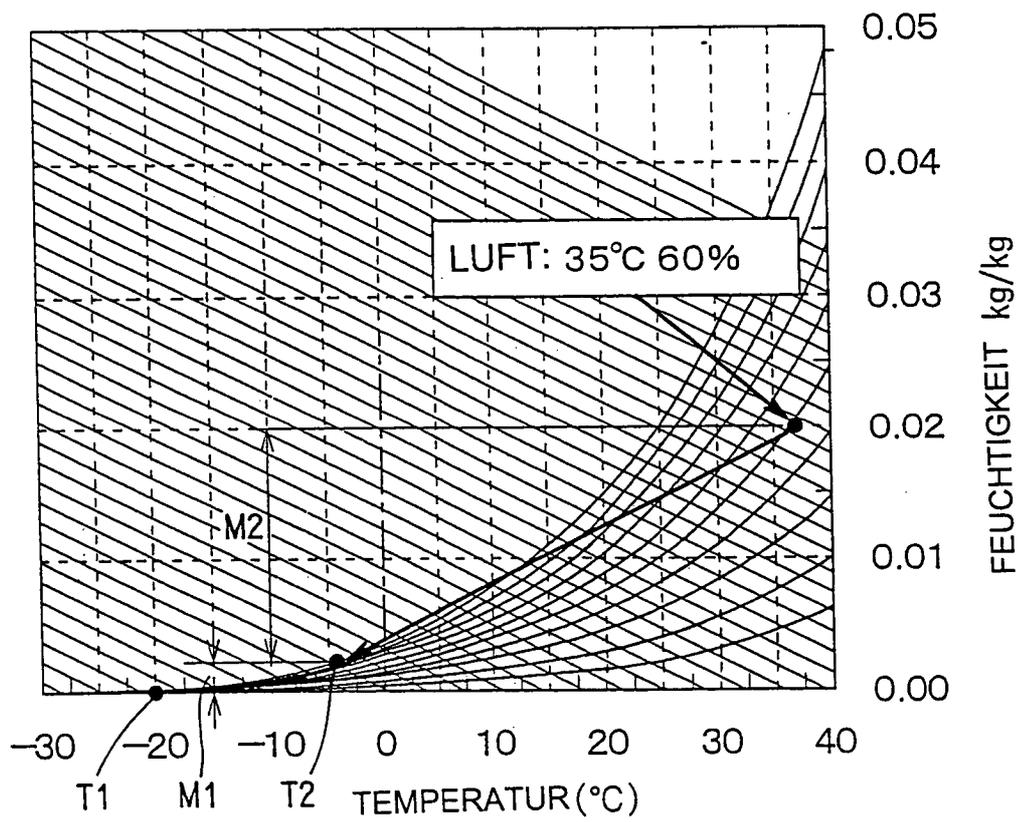


FIG. 13

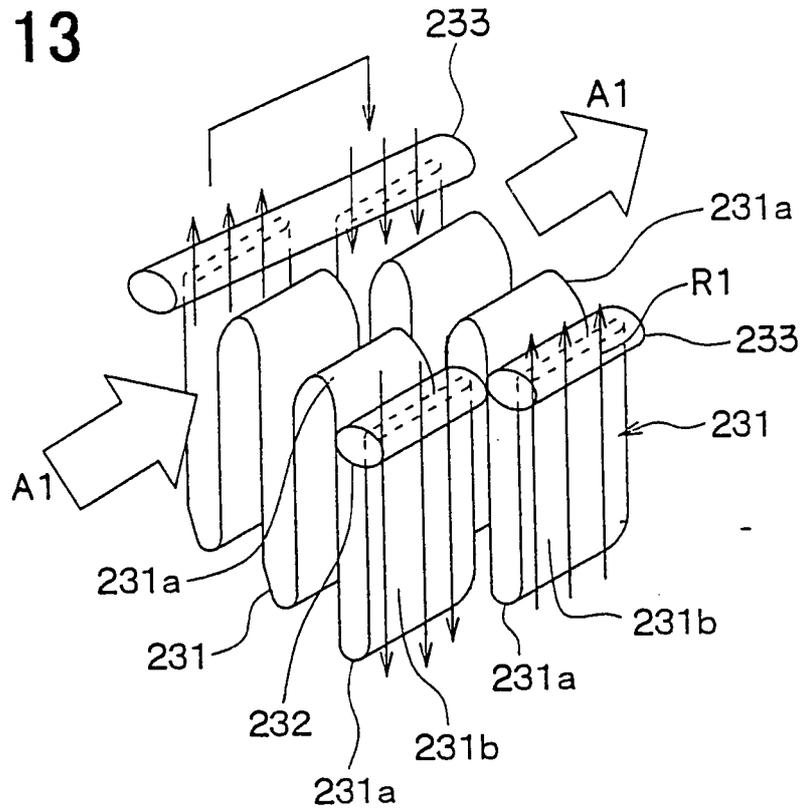


FIG. 14

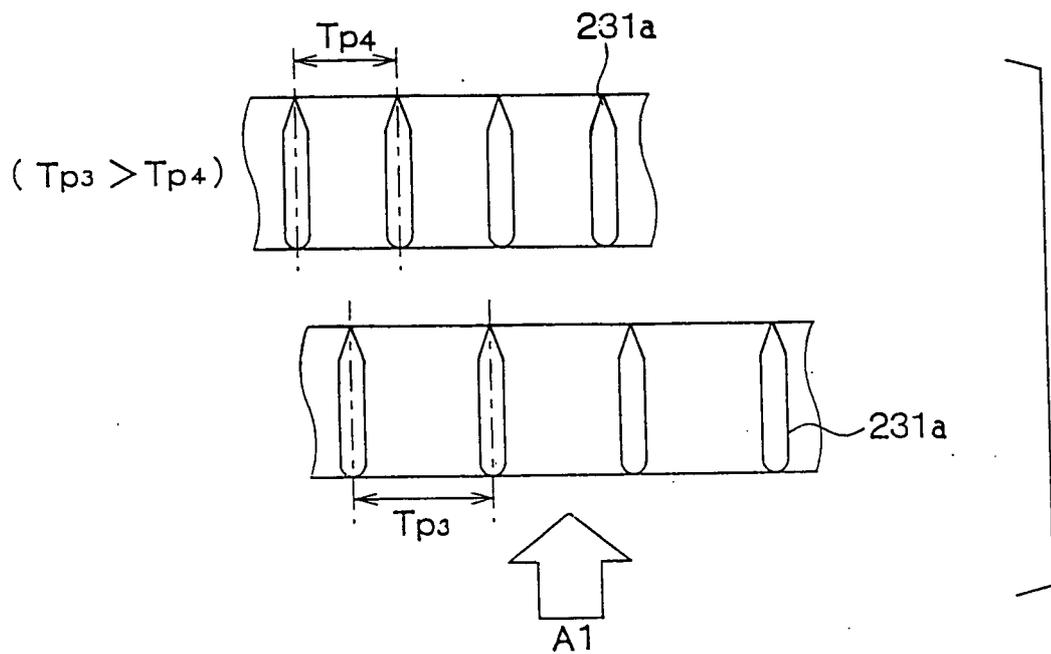


FIG. 15A

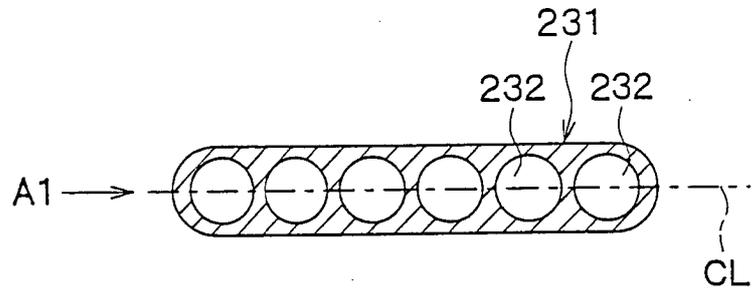


FIG. 15B

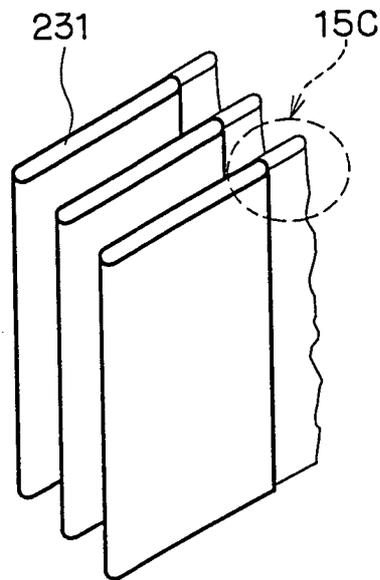


FIG. 15C

