



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 11 131 T2 2004.03.25**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 976 999 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 11 131.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 305 830.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **22.07.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.02.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **10.09.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.03.2004**

(51) Int Cl.7: **F28D 1/053**
F28F 3/02

(30) Unionspriorität:

21699998 31.07.1998 JP

21996898 04.08.1998 JP

19295099 07.07.1999 JP

19301899 07.07.1999 JP

(73) Patentinhaber:

Sanden Corp., Isesaki, Gunma, JP

(74) Vertreter:

Prüfer und Kollegen, 81545 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, SE

(72) Erfinder:

Hosoya, Kazuki, Isesaki-shi, Gunma 372-8502, JP;

Sakano, Akira, Isesaki-shi, Gunma 372-8502, JP;

Shinmura, Toshiharu, Isesaki-shi, Gunma

372-8502, JP; Kado, Hiroataka, Isesaki-shi, Gunma

372-8502, JP

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscher**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Wärmetauscher mit einem Paar von Verteilern und einer Mehrzahl von parallelen Wärmeübertragungsröhren, die die Verteiler verbinden, wie in dem Oberbegriff des Anspruchs 1 offenbart ist. Solch ein Wärmetauscher ist z. B. aus der GB 2 256 471 A bekannt. Genauer, die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Wärmetauscher, der zur Benutzung in einer Fahrzeugklimaanlage geeignet ist und der eine gleichförmige Verteilung eines Wärmetauschmediums erzielen kann.

[0002] In kürzlichen Fahrzeugklimaanlagenkonfigurationen sind spezielle Kondensatoren und Verdampfer zum Erzielen eines Wärmetauschers verwendet worden, die einen niedrigen Druckverlust erleiden und die Effektivität des Wärmeaustausches vergrößern können, aber die die Herstellung der Klimaanlage erleichtern. Auf dem Gebiet der Kondensatoren sind sogenannte Mehrstromkondensatoren, die ein Paar von Verteilerrohren mit einer Mehrzahl von flachen Röhren verbinden, hauptsächlich verwendet worden. Auf dem Gebiet der Verdampfer sind hauptsächlich gestapelte Verdampfer, die aus einem gerade oder U-förmigen Kühlmittelpfad zwischen einem Paar von Verteilertanken bestehen, worin solch ein Pfad durch Stapeln einer Mehrzahl von Röhren erzeugt wird, die durch Verbinden von Paaren von gegossenen Platten gebildet sind, verwendet worden.

[0003] Bei Wärmetauscher mit Verteilern wie der oben erwähnte Mehrstromkondensator oder der Stapelverdampfer wird der Druck an jedes Rohr zuerst zum Bestimmen des Druckgradienten des Kühlmittels an einer Eingangsseite des Verteilers angelegt, und der Betrag des in jedes Rohr strömenden Kühlmittels wird dann durch den Grad des Kühlmitteldruckes in dem Verteiler bestimmt. In dem Verteiler nämlich ist der Druck nahe des Kühlmittleinlaßabschnittes des Verteilers am höchsten, und der Druck nimmt allmählich ab, wenn der Abstand von dem Einlaßabschnitt abnimmt. Daher strömt ein großer Betrag von Kühlmittel in die Röhre nahe dem Kühlmittleinlaßabschnitt, und der Betrag von Kühlmittel, der zu den Röhren weit entfernt von dem Kühlmittleinlaßabschnitt verteilt ist, ist wahrscheinlich unzureichend. Folglich kann ein Gebiet eines unzureichenden Kühlmittelstromes über den gesamten Kernabschnitt eines jeden der oben beschriebenen Wärmetauschers erzeugt werden, und als Resultat kann die Temperaturverteilung über den Wärmetauscher ungleichförmig werden, und die Effektivität des Wärmeaustausches kann abnehmen.

[0004] In dem Fall eines Kondensators ist der Kondensator vor einem Motorraum eines Fahrzeuges positioniert und der Wärmeaustausch wird durch Einführen von Luft für den Wärmeaustausch von einem Frontgitter des Fahrzeuges durchgeführt. Die Öffnungsfläche des Gitters ist im allgemeinen nicht so ausgelegt, daß sie ausreichend groß ist im Vergleich mit der Fläche des Kernabschnittes des Kondensators zum Einführen von Luft zum Wärmeaustausch über die gesamte Fläche des Kernabschnittes. Weiterhin wird das Einführen von Luft für den Wärmeaustausch weiter durch eine Stoßstange und ein Nummernschild beschränkt. Unter solchen Bedingungen kann ein ausreichender Luftbetrag zum Wärmeaustausch nur über einen Teil des gesamten Kernabschnittes verteilt werden. Folglich kann der gesamte Kernabschnitt nicht zum Wärmeaustausch mit einer hohen Effektivität funktionieren, und die Effektivität des Wärmetauschers kann verringert sein.

[0005] In dem Fall eines Verdampfers kann ein ausreichender Luftbetrag zum Wärmeaustausch nur in einem Teil des gesamten Kernabschnittes des Verdampfers verteilt werden, da allgemein ein Verbindungsabschnitt zwischen einer Gebläseeinheit und einer Verdampfereinheit gebildet ist und beide Einheiten darauf verbunden sind. Folglich kann der gesamte Kernabschnitt nicht zum Wärmeaustausch mit einer hohen Effektivität funktionieren, und die Effektivität des Wärmetauschers kann verringert sein.

[0006] Bei solchen herkömmlichen Wärmetauschern sind zum Kompensieren der verringerten Wärmeaustauschleistung aufgrund der Nachteile in den Wärmetauschern selbst und aufgrund der Probleme, die durch ihre Anordnung in einem Fahrzeug verursacht werden, Unterteilungswände in den Verteilern vorgesehen, und dadurch wird der Kühlmittelstrom in eine Mehrzahl von Pfaden in einem Wärmetauscher unterteilt, wie drei oder vier Pfade, so daß das Kühlmittel in wiederholtem Kontakt mit der Luft kommt, die durch den Wärmetauscher geht.

[0007] Weiterhin sind mit Ausnahme der oben beschriebenen Mehrpfadstruktur, die durch Unterteilungswände gebildet wird, verschiedene Strukturen zum Vergrößern der Wärmeaustauschleistung insbesondere zum Verbessern der Unterteilung des Kühlmittelstromes in einem Wärmetauscher vorgeschlagen worden.

[0008] Zum Beispiel schlägt die JP 58-140597 A vor, eine innere Rippe in einem Wärmeübertragungsrohr zu neigen und die Temperaturdifferenz zwischen dem Kühlmittel in einer Lufteingangsseite und dem Kühlmittel in einer Luftausgangsseite des Wärmetauschers zu senken, wodurch die Wärmeübertragungsleistung verbessert wird.

[0009] Die JP 9-196595 A beschreibt die Einführung eines Kühlmittleinführungsrohres in einen Verteiler mit einer großen Tiefe, wobei das Rohr Kühlmittel Durchgangslöcher in dem Rohr zum Unterteilen eines Teiles des Stromes des Kühlmittels in dem Verteiler enthält. Folglich ist der Stromunterteilungszustand gleichförmiger in dem Wärmetauscher, und die Kühltemperatur ist gleichförmiger.

[0010] Bei der Verbesserung aufgrund der oben beschriebenen Mehrpfadstruktur können jedoch, da mindestens zwei oder drei Unterteilungswände benötigt werden, die Kosten für das Material und die Herstellung zunehmen, und die Bearbeitung des Einführungsloches zum Einführen der Trennwände in ein Verteilerrohr oder

einen Verteilertanker kann schwierig sein.

[0011] Weiterhin sind sehr schwierige Bearbeitungen und komplizierte Konstruktionen notwendig zum Setzen der Positionen der Einführungslöcher, da die entsprechenden Zahlen von Kühlmittelrohren in den entsprechenden Rohrgruppe durch die Unterteilungswände unterteilt sind und das Verhältnis der Rohrgruppen zu den Unterteilungswänden optimal bestimmt werden muß, so daß die Effektivität zum Wärmeaustausch vergrößert werden kann und das Kühlmittel gleichförmiger strömen kann.

[0012] Bei der Verbesserung der oben beschriebenen JP 58-140597 A oder JP 9-196595 A, obwohl beide vorschlagen, die Stromunterteilung in dem Wärmetauscher gleichförmiger zu machen, schlägt die JP 58-140597 A die Erzielung von diesem nur durch die Verbesserung der Wärmeübertragungsröhre vor und schlägt die JP 9-196595 A das Erzielen von diesem nur durch die Verbesserung der Verteilerabschnitte vor.

[0013] Folglich sind die Verbesserungen der oben beschriebenen Druckschriften untersucht worden durch Durchführen von Tests nur auf Rohre (entsprechend den oben beschriebenen Wärmeübertragungsröhren) und nur auf Verteilern unter Benutzung jener, die Formen ähnlich zu den Formen aufweisen, die in den oben beschriebenen Druckschriften vorgeschlagen sind. Als Resultat wurde ein befriedigendes Resultat nicht erzielt, obwohl eine kleine Verbesserung beobachtet werden konnte.

[0014] Wie oben erwähnt wurde, wird nämlich der Betrag von Kühlmittel, das in jedes Rohr strömt, durch den Druckgradienten des Kühlmittels in einem Verteiler bestimmt, mit anderen Worten durch den Grad des Kühlmitteldruckes in dem Verteiler. Da der Druck nahe des Kühlmittelinlaßabschnittes des Verteilers am höchsten ist und der Druck allmählich mit dem Abstand von dem Einlaßabschnitt abnimmt, strömt Kühlmittel in großen Beträgen in die Rohre nahe dem Kühlmittelinlaßabschnitt, und der Betrag von Kühlmittel, der zu den Rohren weit entfernt von dem Kühlmittelinlaßabschnitt verteilt wird, ist wahrscheinlich unzureichend. Folglich verschlechtert sich die Stromunterteilung, und die Effektivität des Wärmetauschers nimmt ab. Ausreichende Stromunterteilung und hohe Effektivität für den Wärmeaustausch werden nicht erzielt, solange das wesentliche Problem des nichtgleichförmigen Stromunterteilens und der abnehmenden Effektivität des Wärmeaustausches nicht gelöst sind, die aus der Druckverteilung in dem Verteiler herrühren.

[0015] Wen folglich die Druckverteilung des Kühlmittels in dem Verteiler so gleichförmig wie möglich gemacht würde, könnte eine befriedigende Flußunterteilung erzielt werden. Die vorliegende Erfindung wurde von solch einem Gesichtspunkt erzielt.

[0016] Die vorliegende Erfindung erkennt, daß die Stromunterteilung in einem Wärmetauscher nicht nur von nur den Rohren oder nur von dem Verteiler abhängt, sondern auch von der Kombination von Rohren und einem Verteiler, insbesondere der Beziehung zwischen und der Wirkung von beiden von (a) dem Pfadwiderstand (Grad der Schwierigkeit zum Strömen), der durch einen hydraulischen Durchmesser des Kühlmittelpfades dargestellt wird, der den Stromwiderstand des Kühlmittels in einem Rohr beeinflußt, und der Länge eines Rohres, und (b) dem Druck von Kühlmittel in einem Verteiler. Zum Verbessern der Stromunterteilung in dem Wärmetauscher ist eine neue ursächliche Beziehung zwischen dem Kühlmitteldruck in den Rohren und dem Kühlmitteldruck in einem Verteiler gefunden worden, die die Stromunterteilung verbessert, nicht durch das Verfahren des Vorsehens vieler Unterteilungswände in dem Verteiler und Bilden einer Mehrzahl von Pfaden für den Kühlmittelstrom, was in dem Finden einer optimalen ursächlichen Beziehung erfolgt und Ausdrücken derselben als ein numerischer Wert.

[0017] Weiterhin ist bei der vorliegenden Erfindung ein Wärmeübertragungsrohr selbst, insbesondere seine innere Struktur auch untersucht worden. Es ist nämlich ein Wärmeübertragungsrohr mit einer Mehrzahl von kleinen unterteilten Pfaden darin, die sich in der Längsrichtung des Rohres erstrecken, bekannt gewesen, worin eine innere Wellenrippe in dem Rohr vorgesehen ist, oder worin das Rohr durch Strangpressen gebildet ist, so daß das Innere des Rohres durch eine Mehrzahl von Trennwänden unterteilt ist.

[0018] Bei einem Wärmetauscher mit den Wärmeübertragungsröhren mit solchen kleinen Pfaden z. B. in einer Situation, indem ein Wärmemedium, das in den Rohren strömt, ein Kühlmittel ist, wird die Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur des Kühlmittels, das in dem Pfad strömt, das auf der Lufteingangsseite des Rohres in dem Wärmetauscher positioniert ist, und der Temperatur von Luft, die durch die Außenseite davon geht, größer als die Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur des Kühlmittels, das in dem Pfad strömt, der an der Luftausgangsseite in er Querrichtung des Rohres positioniert ist, und der Temperatur der Luft, die durch die Außenseite davon geht. Daher ist die Wärmeübertragung an der Lufteingangsseite der Wärmeübertragung an der Luftausgangsseite überlegen. Als Resultat wird das Kühlmittel, das in dem Pfad auf der Lufteingangsseite strömt, stärker kondensiert, das Verhältnis der Flüssigkomponente zu der Gaskomponente in dem Kühlmittel nimmt zu, und das spezifische Gewicht des Kühlmittels nimmt auch zu, und die Stromgeschwindigkeit des Kühlmittels wird langsam. Andererseits wird das Kühlmittel, das in dem Pfad auf der Luftausgangsseite strömt, nicht in Kondensation beschleunigt, das Verhältnis der Gaskomponente zu der Flüssigkomponente wird auf einem hohen Niveau gehalten, und das spezifische Gewicht des Kühlmittels wird auf einem niedrigen Betrag gehalten, und die Stromgeschwindigkeit des Kühlmittels nimmt zu. Daher tritt in einem einzelnen Wärmeübertragungsrohr eine Differenz der Wärmeübertragung in seiner Querrichtung auf, d. h. in der Luftdurchgangsrichtung, und die Effektivität der Wärmeübertragung als Ganzes des Wärmetauschers kann

verringert werden.

[0019] Folglich ist es im Hinblick auf das oben beschriebene Problem, daß sich die Stromunterteilung als Resultat der Beziehung zwischen dem Kühlmitteldruck in den Röhren und dem Kühlmitteldruck in einem Verteiler verschlechtert, eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten Wärmetauscher vorzusehen, der den Strom von Kühlmittel (des Wärmetauschmediums) zu einem Pfad oder zwei Pfaden unterdrückt, indem keine Unterteilungswand in einem Verteiler vorgesehen wird oder nur eine Unterteilungswand, die eine Minimalzahl ist, während eine optimale Stromunterteilung von Kühlmittel und eine überlegene Austauschleistung erzielt wird.

[0020] Es ist wünschenswert, einen verbesserten Wärmetauscher, insbesondere einen verbesserten Wärmetauscher mit Röhren mit inneren Rippen vorzusehen, der die Effektivität der Wärmeübertragung als Ganzes verbessern kann, wodurch seine Wärmeaustauschleistung verbessert wird.

[0021] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Mehrstromwärmetauscher vorgesehen mit einem Paar von Verteilern und einer Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren, die das Paar von Verteilern verbinden und in denen eine Stromrichtung eines Wärmetauschmediums durch die Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren nur in einer Richtung stattfindet,

dadurch gekennzeichnet, daß die Verteiler und die Rohre derart gebildet sind,

daß ein Stromunterteilungsparameter γ als ein Verhältnis eines Widerstandsparameters β der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren zu einem Widerstandsparameter α eines Verteilers, der auf einer Eingangsseite des Wärmetauschers angeordnet ist, in einem Bereich von mindestens 0,5 definiert ist; und

worin der Stromunterteilungsparameter derart berechnet ist, daß

$$\gamma = \beta/\alpha$$

, worin

$$\beta = L_t/(D_t \cdot n)$$

, und

$$\alpha = L_h/D_h$$

; und worin die Gleichungsvariablen wie folgt definiert sind:

L_t gleich einer Länge eines jeden Rohres,

D_t gleich einem hydraulischen Durchmesser eines Rohres,

n gleich einer Zahl von Rohren,

L_h gleich einer Länge des Verteilers, der an einer Eingangsseite des Wärmetauschers angeordnet ist, und

D_h gleich einem hydraulischen Durchmesser des Verteilers,

der an der Eingangsseite des Wärmetauschers angeordnet ist.

[0022] Der Stromunterteilungsparameter γ ist bevorzugt in dem Bereich von ungefähr 0,5 bis ungefähr 1,5.

[0023] In dem Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Beziehung zwischen dem Druck in dem Verteiler und dem Druck in den Wärmeübertragungsrohren, z. B. Kühlmittelrohren (insbesondere der Widerstand der Rohre) auf eine gewünschte Beziehung über den Stromunterteilungsparameter γ eingestellt werden. Durch diese Einstellung nimmt der Stromwiderstand des Rohrpfades zu, das Kühlmittel kann daran gehindert werden, in großen Beträgen in die Rohre zu fließen, die mit dem Verteiler an seinem Kühlmittleinlaß des Abschnittes mit dem höchsten Druck verbunden sind, und Kühlmittel kann gleichförmiger in dem Verteiler gehalten werden. Als Resultat kann der Kühlmitteldruck in dem Verteiler gleichförmiger gemacht werden, der auf die entsprechenden Rohre ausgeübte Druck kann gleichförmiger gemacht werden zum Erzielen einer guten Stromunterteilung, und eine überlegene Wärmeaustauscheigenschaft kann über den gesamten Kernabschnitt des Wärmetauschers erzielt werden.

[0024] Da weiterhin bei der vorliegenden Erfindung der Strompfad des Wärmemediums ein Pfad oder zwei Pfade sein kann, ist es nicht notwendig, viele Unterteilungswände in einem Verteiler wie bei den bekannten Mehrpfadstrukturen vorzusehen, und die Herstellung und der Zusammenbau kann weiter erleichtert werden.

[0025] Zum Einstellen des oben beschriebenen Stromunterteilungsparameters γ innerhalb der gewünschten Bereiche muß die gegenseitige Beziehung zwischen dem Druck in dem Verteiler und dem Widerstand in den Röhren in der vorbestimmten Beziehung sein. Insbesondere ist es wirksam, eine Struktur zu entwickeln, bei der die Rohre einen relativ großen Widerstand aufweisen, während Kühlmittel in den Rohren strömt, ohne daß eine große Temperaturverteilung erzeugt wird. Zum Bewirken, daß jedes Rohr einen relativ großen Widerstand aufweist, ist es wirksam, eine Rohrstruktur zu benutzen, die das Innere des Rohres in eine Mehrzahl von kurzen Pfaden unterteilt.

[0026] Zum Einstellen des Stromunterteilungsparameters γ innerhalb der entsprechenden Sollbereiche, die

von der vorliegenden Erfindung verlangt werden, ist es möglich, eine Struktur zu verwenden, bei der das Innere des Rohres einfach in eine Mehrzahl von graden Pfaden unterteilt ist, zum Beispiel eine Rohrstruktur, bei der eine Mehrzahl von kleinen Pfaden gebildet ist, so daß die kleinen Pfade sich in der Längsrichtung des Rohres getrennt voneinander erstrecken. Solche Rohre können durch Strangpressen oder Zuggießen hergestellt werden. Zum weiteren Unterdrücken der Temperaturdifferenz in dem Rohr ist es jedoch bevorzugter, eine Rohrstruktur zu benutzen, bei der eine Mehrzahl von Pfaden in jedem Wärmeübertragungsrohr gebildet ist und die Pfade dem Wärmeaustauschmedium ermöglichen, im wesentlichen frei in der Längs- und Querrichtung eines jeden Rohres zu strömen. Solch eine Mehrzahl von Pfaden kann durch eine innere Rippe oder vorstehende Abschnitte gebildet werden, die auf einer Innenoberfläche des Rohres vorgesehen sind.

[0027] Bei der Konfiguration, bei der die Mehrzahl von Pfaden in dem Rohr durch eine innere Rippe gebildet ist, ist die innere Rippe bevorzugt derart gebildet, daß eine Mehrzahl von erhöhten Abschnitten und vertieften Abschnitten in einer flachen Platte durch Schlitzten und Biegen der flachen Platte gebildet sind, eine Mehrzahl von Wellenstreifen, von denen jeder einen erhöhten Abschnitt, einen ersten flachen Abschnitt, einen vertieften Abschnitt und einen zweiten flachen Abschnitt, die wiederholt in dieser Reihenfolge gebildet sind, benachbart zueinander angeordnet sind, und der erste flache Abschnitt des einen Wellenstreifens und der zweite flache Abschnitt des anderen Wellenstreifens benachbart zu dem einen Wellenstreifen einen kontinuierlichen flachen Abschnitt bilden.

[0028] Die Wellenstreifen können sich in die Längsrichtung eines jeden Rohres erstrecken, und der kontinuierliche flache Abschnitt kann sich in die Querrichtung des Rohres erstrecken. Alternativ können sich die Längsstreifen in die Querrichtung eines jeden Rohres erstrecken, und der kontinuierliche flache Abschnitt kann sich in die Längsrichtung des Rohres erstrecken. Solche Wellenstreifen können durch Rollbiegebearbeitung der flachen Platte gebildet werden.

[0029] Bei der Konfiguration, bei der die Mehrzahl von Pfaden in dem Rohr durch vorstehende Abschnitte gebildet ist, die auf einer inneren Oberfläche des Rohres vorgesehen sind, können die vorstehenden Abschnitte durch Prägen einer Wand des Rohres gebildet werden.

[0030] Weiterhin kann die Rohrstruktur derart gebildet sein, daß eine Mehrzahl von kleinen Pfaden getrennt voneinander getrennt sind und sich in einem Rohr in seiner Längsrichtung erstrecken, z. B. in einem Rohr, das durch Strangpressen gebildet ist. In dieser Situation ist der Stromunterteilungsparameter γ bevorzugter mindestens 0,9, bevorzugter mindestens 1,0.

[0031] Die vorliegende Erfindung kann sowohl in der Situation, in der das Wärmetauschermedium ein Kühlmittel ist und der Wärmetauscher ein Kondensator ist, als auch der Konfiguration, in der das Wärmetauschermedium ein Kühlmittel ist und der Wärmetauscher ein Verdampfer ist, angewendet werden.

[0032] Insbesondere ist es durch Benutzung von Rohren, von denen jedes die innere Rippe mit den oben beschriebenen Wellenstreifen aufweist, möglich, den Stromunterteilungsparameter γ nahe der Sollbereiche auszuliegen als auch die Leistung des Rohres zu verbessern und schließlich die Gesamte des Wärmetauschers.

[0033] In dem Rohr mit der inneren Rippe mit den oben beschriebenen Wellenstreifen, da viele erhöhte Abschnitte und vertiefte Abschnitte in einer flachen Platte durch Schlitzten und Biegen gebildet sind, sind nämlich an den Positionen der erhöhten Abschnitte und der vertieften Abschnitte Löcher gebildet, die mit den beiden Oberflächenseiten der flachen Platte in Verbindung stehen. Wenn sie in einer Richtung senkrecht zu der Richtung, in der sich die Wellenstreifen erstrecken, gesehen werden, sind die Wellenstreifen so angeordnet, daß der erste flache Abschnitt von einem Wellenstreifen und der zweite flache Abschnitt des benachbarten Wellenstreifens einen kontinuierlichen flachen Abschnitt bilden, und so, daß der erhöhte Abschnitt des einen Wellenstreifens und der vertiefte Abschnitt des benachbarten Wellenstreifens benachbart zueinander sind.

[0034] Wenn daher Wärmemedium, z. B. Kühlmittel in der sich erstreckenden Richtung des Wellenstreifens strömt, wird der Strom in die rechte und linke Richtung an jedem erhöhten Abschnitt eines jeden Wellenstreifens verteilt, und ein Teil des verteilten Stromes wird in einen vertieften Abschnitt gerichtet, in einen Abschnitt auf der gegenüberliegenden Oberflächenseite der inneren Rippe durch ein Verbindungsloch gerichtet, das durch Schlitzten zum Bilden des erhöhten oder vertieften Abschnittes gebildet ist, oder zu dem nächsten erhöhten Abschnitt des benachbarten Wellenabschnittes gerichtet und dadurch wieder in die rechte und linke Richtung verteilt. Das Verteilen und Vereinigen von dem Strom kann nämlich wiederholt werden, eine Mehrzahl von Misch Tätigkeiten kann in vielen Abschnitten in dem Rohr ausgeführt werden. Durch diese Misch Tätigkeiten kann eine Dispersion des Grades des Voranschreitens der Kondensation des Kühlmittels in dem Rohr stark verringert werden, und eine Differenz in der Wärmeübertragung in der Querrichtung des Rohres, d. h. in der Richtung des Durchgehens der Außenluft, wird im wesentlichen ausgeschlossen. Als Resultat des Erzielens einer gleichförmigeren Wärmeübertragungsleistung in der Querrichtung des Rohres kann die Wärmeaustauschleistung der gesamten Rohre vergrößert werden, und die Wärmeaustauschleistung des Wärmetauschers als Ganzes kann zunehmen.

[0035] Ebenfalls bei der Konfiguration, bei der Kühlmittel in eine Richtung senkrecht zu der sich erstreckenden Richtung der Wellenstreifen strömt, da das Kühlmittel frei in die beiden Oberflächenseiten der inneren Rippe durch die Verbindungs Löcher strömen kann, die durch Bearbeiten der erhöhten und vertieften Abschnitte

gebildet sind, und da diese Verbindungslöcher in einer versetzten Anordnung angeordnet sind, kann das Mischen des Kühlmittels in dem Rohr effektiv durchgeführt werden. Als Resultat kann eine gleichförmigere Wärmeübertragung in der Querrichtung des Rohres erzielt werden, die Wärmeaustauschleistung der gesamten Rohre kann zunehmen, und die Wärmeaustauschleistung des Wärmetauschers als Ganzes kann vergrößert werden.

[0036] Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren verstanden.

[0037] Ausführungsformen der Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren beschrieben, die als Beispiel nur gegeben sind und nicht zum Begrenzen der vorliegenden Erfindung gedacht sind.

[0038] **Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht eines Wärmetauschers gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0039] **Fig. 2** ist eine vergrößerte teilweise perspektivische Ansicht eines Wärmeübertragungsrohres des in **Fig. 1** gezeigten Wärmetauschers.

[0040] **Fig. 3** ist eine vergrößerte teilweise perspektivische Ansicht einer inneren Rippe, die in dem Rohr vorgesehen ist, wie in **Fig. 2** gezeigt ist.

[0041] **Fig. 4** ist eine vergrößerte teilweise perspektivische Ansicht der inneren Rippe, wie in **Fig. 3** gezeigt ist.

[0042] **Fig. 5** ist eine schematische Ansicht des in **Fig. 1** gezeigten Wärmetauschers, dessen Abmessungen bezeichnet sind.

[0043] **Fig. 6** ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen einem Parameter γ und einer wirksamen Wärmeaustauschfläche (Stromunterteilung) zeigt, die aus experimentellen Daten erhalten sind.

[0044] **Fig. 7** ist eine perspektivische Ansicht eines Wärmetauschers gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0045] **Fig. 8** ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen einem Anstiegswinkel einer inneren Rippe und Druckwiderstand und Stromwiderstand des Rohres darstellt, wie in **Fig. 3** gezeigt ist.

[0046] **Fig. 9** ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen einer Dicke einer inneren Rippe und Druckwiderstand und Stromwiderstand des Rohres zeigt, wie in **Fig. 3** gezeigt ist.

[0047] **Fig. 10** ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen einer Höhe einer inneren Rippe und Druckwiderstand und Stromwiderstand des Rohres zeigt, wie in **Fig. 3** gezeigt ist.

[0048] **Fig. 11** ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen einem Abstand einer inneren Rippe und Druckwiderstand und Stromwiderstand des Rohres zeigt, wie in **Fig. 3** gezeigt ist.

[0049] **Fig. 12** ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen einer Breite eines Wellenstreifens in einer inneren Rippe und Druckwiderstand und Flußwiderstand des Rohres zeigt, wie in **Fig. 3** gezeigt ist.

[0050] **Fig. 13** ist eine teilweise perspektivische Ansicht eines Wärmeübertragungsrohres eines Wärmetauschers gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0051] **Fig. 14** ist eine Querschnittsansicht des in **Fig. 13** gezeigten Rohres, wie sie entlang der Linie XIV-XIV von **Fig. 13** gesehen wird.

[0052] Es wird bezug genommen auf **Fig. 1** bis 4, ein Wärmetauscher, insbesondere ein Kondensator wie ein Mehrstromwärmetauscher gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen. In **Fig. 1** enthält der Kondensator **1** ein Paar von Verteilern **2, 3**, die parallel zueinander vorgesehen sind. Eine Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren **4** ist parallel zueinander mit einem vorbestimmten Abstand vorgesehen (z. B. Kühlmittelrohre vom flachen Typ). Die Rohre **4** verbinden fluidmäßig das Paar von Verteilern **2, 3**. Gerippte Rippen **5** sind zwischen den entsprechenden benachbarten Wärmeübertragungsrohren **4** und außerhalb der äußersten Wärmeübertragungsrohre **4** als äußerste Rippen zwischengefügt. Seitenplatten **6** sind auf den äußersten Rippen **5** vorgesehen.

[0053] Ein Einlaßrohr **7** zum Einführen von Kühlmittel in den Kondensator **1** durch den eingangsseitigen Verteiler **2** ist auf dem oberen Abschnitt des Verteilers vorgesehen. Ein Auslaßrohr **8** zum Entfernen von Kühlmittel aus dem Kondensator **1** durch den ausgangsseitigen Verteiler **3** ist auf dem unteren Abschnitt des Verteilers **3** vorgesehen. Die Stromrichtung des Kühlmittels, das in all die Wärmeübertragungsrohre **4** strömt, die zwischen den Verteilern **2** vorgesehen sind, ist nur in eine Richtung eingestellt, d. h. die Richtung von dem Verteiler **2** zu dem Verteiler **3**, und somit ist ein Strompfad gebildet. Ein Pfeil **10** zeigt eine Luftstromrichtung.

[0054] Jedes Wärmeübertragungsrohr **4** des Kondensators **1** kann aufgebaut sein, wie in **Fig. 2** bis 4 dargestellt ist.

[0055] In **Fig. 2** weist das Wärmeübertragungsrohr **4** ein Rohr **11** (Rohrabschnitt) und eine innere Rippe **12** auf, die in das Rohr **11** eingeführt ist. Die innere Rippe **12** weist Pfade auf, die dem Wärmetauschmedium ermöglichen, im wesentlichen frei in die Längs- und Querrichtung des Wärmeübertragungsrohres **4** zu strömen, und bei dieser Ausführungsform ist die innere Rippe **12** gebildet, wie in **Fig. 3** gezeigt ist. In **Fig. 3** identifiziert die Richtung des Pfeiles **13** eine Stromrichtung des Kühlmittels und die Längsrichtung des Rohres **11**.

[0056] Viele erhöhte Abschnitte **14** und vertiefte Abschnitte **15** sind in der inneren Rippe **12** gebildet. Diese erhöhten Abschnitte **14** und vertieften Abschnitte **15** sind durch Schlitzten und Biegen einer flachen Platten gebildet. Bei diesem Biegen kann zum Beispiel eine Rollbiegebearbeitung wie bei der Bildung der gewellten Rippen **5** verwendet werden.

[0057] In der inneren Rippe **12** sind eine Mehrzahl von Wellenstreifen **18**, von denen jeder einen erhöhten Abschnitt **14**, einen ersten flachen Abschnitt **16**, einen vertieften Abschnitt **15** und einen zweiten flachen Abschnitt **17** (in **Fig. 4** gezeigt) aufweist, die wiederholt in dieser Reihenfolge gebildet sind, benachbart zueinander angeordnet. In den benachbarten Wellenstreifen **18** sind der erste flache Abschnitt **16** des einen Wellenstreifens **18** und der zweite flache Abschnitt **17** des anderen Wellenstreifens **16** benachbart zu dem einen Wellenstreifen zum Bilden eines kontinuierlichen flachen Abschnittes vorgesehen. Daher bildet, wie entlang der Querrichtung des Rohres **11** gesehen wird, jeder der ersten flachen Abschnitte **16** und der zweiten flachen Abschnitte **17** einen geraden und kontinuierlichen flachen Abschnitt, und die erhöhten Abschnitte **14** und vertieften Abschnitte **15** sind abwechselnd und benachbart zueinander angeordnet. Jeder geschlitzte Abschnitt zum Bilden eines jeden erhöhten Abschnittes **14** oder eines jeden vertieften Abschnittes **15** bildet ein Verbindungsloch **19**, das gegenüberliegende Oberflächenseiten der inneren Rippe in Verbindung versetzt ist.

[0058] Bei dem Wärmeübertragungsrohr **4** mit solch einer inneren Rippe **12** wird Kühlmittel, das in die Längsrichtung des Rohres **11** strömt, wie durch Pfeile in **Fig. 3** gezeigt ist, in die rechte und linke Richtung an jedem erhöhten Abschnitt **14** verteilt. Das verteilte Kühlmittel kann frei entlang beider Oberflächenseiten der inneren Rippe **12** durch die Verbindungslöcher **19** strömen. Weiter kann ein Teil des verteilten Kühlmittels direkt entlang des zweiten flachen Abschnittes **17** strömen und erreicht den nächsten erhöhten Abschnitt **14** des benachbarten Wellenstreifens **18**. Auf der umgekehrten Oberfläche der inneren Rippe **12** dient der vertiefte Abschnitt **15** ähnlich zu dem erhöhten Abschnitt **14**, und ein ähnlicher verteilter Strom kann erzeugt werden. Da eine Mehrzahl der erhöhten Abschnitte **14** und vertieften Abschnitte **15** benachbart zueinander und gegeneinander versetzt angeordnet ist, kann der oben beschriebene verteilte Strom Muster des Verteilens und Verbindens wiederholen. Daher strömt das Kühlmittel, das in dem Rohr **11** strömt, während es im wesentlichen kontinuierlich gemischt wird, und das Kühlmittel kann gleichförmiger in der Querrichtung des Rohres **11** gemischt werden, d. h. in der Richtung des Luftdurchganges. Zu der gleichen Zeit kann, da der erste flache Abschnitt **16** und der zweite flache Abschnitt **17** zum Neuausrichten des Stromes des Kühlmittels dienen, Mischen und Neuausrichten genau wiederholt werden. Als Resultat kann die Wärmeübertragung in der Querrichtung des Rohres **11** gleichmäßiger durchgeführt werden, und die Wärmeaustauschleistung kann gleichförmiger sein. Weiter kann die Wärmeaustauschleistung aller Wärmeübertragungsrohre und schließlich des gesamten Kondensators **1** zunehmen.

[0059] Es wird wieder bezug genommen auf **Fig. 3**, obwohl die durch den Pfeil **13** gezeigte Richtung als die Kühlmittelstromrichtung und die Längsrichtung des Rohres **11** gewählt ist, kann eine Richtung, die durch einen Pfeil **21** gezeigt ist, als die Kühlmittelstromrichtung und die Längsrichtung des Rohres **11** gewählt werden. Auch bei dieser Konfiguration kann, da die erhöhten Abschnitte **14** und die vertieften Abschnitte **15** abwechselnd in der Kühlmittelstromrichtung angeordnet sind und das Kühlmittel gleichförmiger mittels der flachen Abschnitte **16** und **17** und der Verbindungslöcher **19** gemischt wird, eine überlegene Wärmeaustauschleistung ähnlich zu der oben beschriebenen Ausführungsform erzielt werden.

[0060] Bei dieser Ausführungsform sind die Rohre **11**, die jeweils mit der inneren Rippe **12** eingeführt sind, die die oben beschriebene überlegene Wärmeaustauschleistung aufweisen, so vorgesehen, daß nur einen Kühlmittelstrompfad (ein Pfad, der von dem Verteiler **2** zu dem Verteiler **3** gerichtet ist) gebildet ist. Da nur ein Pfad gebildet ist, gibt es keinen Umkehrabschnitt. Selbst wenn die Wärmeübertragungsrohre **4** durch Rohre **11** gebildet sind, in die jeweils die innere Rippe **12** eingeführt ist, kann der gesamte Kernabschnitt, der in den Rohren **11** angeordnet ist, einen relativ kleinen Druckverlust aufweisen. Da jedoch die innere Rippe **12**, die wie oben beschrieben gebildet ist, in jedes Rohr **11** eingeführt ist, kann jedes Rohr **11** einen deutlichen Widerstand relativ zu dem Druck in dem eingangsseitigen Verteiler **2** aufweisen. Da weiter jedes Rohr **11** die überlegene Wärmeaustauschleistung zeigt, wie oben beschrieben wurde, kann die Effektivität für den Wärmeaustausch als Ganzes auf einem hohen Niveau gehalten werden. Da es weiter keinen Stromumkehrabschnitt gibt, ist es nicht notwendig, die Rohrgruppen vor und nach dem Umkehrabschnitt aufzuteilen, und es ist nicht notwendig, das Problem anzugehen, das die Verringerung des Volumens in dem vorwärtsströmenden Kühlmittel begleitet, und eine hohe Effektivität zum Wärmeaustausch kann gehalten werden, selbst wenn sich die Stromrate des Kühlmittels ändert.

[0061] Weiterhin ist bei der vorliegenden Erfindung ein Stromunterteilungsparameter γ , der als ein Verhältnis eines Widerstandsparameters β von Wärmeübertragungsrohren **4** zu einem Widerstandsparameter α eines eingangsseitigen Verteilers **2** auf mindestens 0,5 gesetzt. Der Fluflunterteilungsparameter wird derart berechnet, daß

$$\gamma = \beta/\alpha$$

, worin

$$\beta = Lt/(Dt \cdot n)$$

, und

$$\alpha = Lh/ph$$

; und worin die Gleichungsvariablen wie folgt definiert sind:

Lt: Länge des Rohres **4**,

Dt: hydraulischer Durchmesser eines Rohres **4**,

n: Zahl der Rohre **4**,

Lh: Länge des eingangsseitigen Verteilers **2**, und

Dh: hydraulischer Durchmesser des eingangsseitigen Verteilers **2**.

[0062] Die entsprechenden Abmessungen sind in **Fig. 6** gezeigt.

[0063] Die Wirkungen der Änderung der entsprechenden Abmessungen sind untersucht worden, und die Resultate dieser Untersuchungen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Bei dieser Untersuchung sind Rohre, die durch Stranggießen gebildet sind, worin jedes davon eine Mehrzahl von kleinen Pfaden aufweist, die sich in die Längsrichtung des Rohres erstrecken und voneinander getrennt sind, als auch Rohre mit einer inneren Rippe **12**, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, untersucht worden. Untersuchung Nr. 1 bis 9 beziehen sich auf einen Wärmetauscher mit Rohren mit der inneren Rippe **12**, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, und Untersuchung Nr. 10 bis 12 beziehen sich auf einen Wärmetauscher mit Rohren, die durch Stranggießen gebildet sind. Die Stromunterteilung in jeder Untersuchung wurde ausgewertet unter Benutzung eines Infrarotthermometers zum Bestimmen, wie ein Wärmeaustauschmedium (Kühlmittel) wirksam in dem Wärmetauscher strömt, und sie wurde durch Anwenden eines Verhältnisses der Fläche des effektiven Stromes zu der Gesamtfläche des Kernabschnittes des Wärmetauschers quantifiziert. 75% oder mehr wird als "gut" bestimmt, 90% oder mehr wird als "sehr gut" bestimmt, und weniger als 75% wird als "nicht gut" bestimmt. Die Resultate der Untersuchungen sind in Tabelle 1 und **Fig. 6** angegeben.

[0064] Wie in Tabelle 1 und **Fig. 6** demonstriert ist, wurden bei der Konfiguration, bei der Rohre mit der inneren Rippe **12**, die in **Fig. 3** gezeigt ist, benutzt wurden, sehr gute Resultate erhalten, wenn die Werte des Stromunterteilungsparameters γ mindestens ungefähr 0,5 betragen. Bei dieser Konfiguration, bei der die Rohre, die durch Stranggießen gebildet sind, benutzt wurden, wurden gute Resultate erzielt, wenn die Werte des Stromunterteilungsparameters γ mindestens ungefähr 0,9 betragen, und insbesondere wurden sehr gute Resultate erzielt, wenn die Werte des Flußunterteilungsparameters γ mindestens 1,0 betragen. Wenn andererseits die Werte des Stromunterteilungsparameters $\gamma < 0,5$ betrug, wurden gute Resultate nicht erzielt.

Tabelle 1

Untersuchungs-Nr.	γ	Stammunterteilung (%)		Auswertung der Stromunterteilung
		Rohr mit in Fig. 3 gezeigter innerer Rippe	Rohr mit durch Stranggießen gebildeten parallelen Pfaden	
1	0,62	99	-	sehr gut
2	0,6	98	-	sehr gut
3	0,55	97	-	sehr gut
4	0,61	98	-	sehr gut
5	0,26	50	-	nicht gut
6	1,05	99	-	sehr gut
7	0,72	97	-	sehr gut
8	0,72	96	-	sehr gut
9	0,7	95	-	sehr gut
10	0,44	-	60	nicht gut
11	1,12	-	92	sehr gut
12	0,93	-	79	gut

[0065] Bei der oben beschriebenen Untersuchung wurden die Positionen des Einlaßrohres **7** und des Auslaßrohres **8** zu Positionen variiert, die nicht die Endabschnitte der Verteiler **2** und **3** waren, obwohl bei den Bedingungen eine gute Stromunterteilung erzielt wurde, und es waren die in Längsrichtung Mittelpositionen der Verteiler **2** und **3** eingeschlossen, so daß das Kühlmittel gleichförmig in die entsprechenden Rohre an jeder der Rohrpositionen fließen kann.

[0066] Obwohl weiter die Einführungstiefe des Rohrendes in den Verteiler zwischen einer Mittelposition, einer Position innerhalb der Mittelposition (rohrseitige Position) und einer Position außerhalb der Mittelposition variiert wurde, wurden gute Resultate bei jeder Rohreinführungstiefe erzielt, solange der Stromunterteilungsparameter γ innerhalb des Bereiches war, der durch die vorliegende Erfindung definiert ist. Wenn der Stromunterteilungsparameter γ unterhalb dem breitesten Bereich war, der durch die vorliegende Erfindung definiert ist, wurde ein gutes Resultat nicht erzielt unabhängig von der gewählten Rohreinführungsposition.

[0067] Bei der vorliegenden Erfindung kann, obwohl die obere Grenze des Parameters γ nicht besonders beschränkt ist, wie aus der Untersuchung der resultierenden Daten klar verständlich ist, durch praktische Auslegung diese obere Grenze auf ungefähr 1,5 gesetzt werden.

[0068] Somit kann der Stromwiderstand eines Rohres relativ hoch durch Verringern des hydraulischen Durchmessers des Pfades für das Kühlmittel des Rohres oder durch Vergrößern der Länge des Rohres eingestellt werden, große Beträge von Kühlmittel können daran gehindert werden, in die Rohre zu strömen, die mit dem Verteiler an seinem Kühlmittelinlaß verbunden sind, der der Abschnitt mit dem höchsten Druck ist, und das Kühlmittel kann gleichförmiger in dem Verteiler gehalten werden. Als Resultat kann der Kühlmitteldruck in dem Verteiler gleichförmiger gemacht werden, und der auf die entsprechenden Rohre ausgeübte Druck kann ebenfalls gleichförmiger gemacht werden zum Erzielen einer guten Stromunterteilung. Die Stromunterteilung des Kühlmittels kann nämlich durch die Beziehung zwischen dem Stromwiderstand in den Röhren und der Druckverteilung in dem Verteiler bestimmt werden, und wenn die Druckverteilung in dem Verteiler gleichförmiger wird, kann der auf die entsprechenden Rohre ausgeübte Druck ebenfalls gleichförmiger werden, und die Stromunterteilung kann verbessert werden.

[0069] Die vorliegende Erfindung kann auf einen Mehrstromwärmetauscher oder einen gestapelten Wärmetauscher mit zwei Pfaden angewendet werden, mit der Ausnahme des oben beschriebenen Mehrstromwärmetauschers mit nur einem Pfad. In diesen Fällen kann, solange der Stromunterteilungsparameter γ die Bereiche erfüllt, die durch die vorliegende Erfindung bestimmt sind, eine gute Stromunterteilung erzielt werden.

[0070] Zum Beispiel zeigt **Fig. 7** einen Mehrstromwärmetauscher gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und der Wärmetauscher ist als Kondensator ähnlich zu dem gebildet, der in der zuvor erwähnten ersten Ausführungsform beschrieben ist. In **Fig. 7** weist der Kondensator **31** zwei Strompfade für

Kühlmittel auf und ist ähnlich zu dem in der ersten Ausführungsform mit der Ausnahme der Änderung der Struktur gebildet, die mit dem Erzielen zweier Pfade übereinstimmt. Insbesondere ist in dem in **Fig. 7** gezeigten Kondensator **31** eine Unterteilungswand **9** in einem Verteiler **2** zum Unterteilen des Verteilers **2** in einen ersten Teil in direkter Verbindung mit dem Einlaßrohr **2** und einem zweiten Teil in direkter Verbindung mit dem Auslaßrohr **32** versehen. Kühlmittel wird in den ersten Teil des Verteilers **2** durch das Einlaßrohr **7** eingeführt, strömt zu dem Verteiler **3** durch die Wärmeübertragungsrohre **4**, die mit dem ersten Teil des Verteilers **2** verbunden sind. Der Strom des Kühlmittels wird dann in dem Verteiler **3** umgekehrt, und das Kühlmittel fließt zu dem Verteiler **2** durch die verbleibenden Wärmeübertragungsrohre **4** und in den zweiten Teil des Verteilers **2**. Das Kühlmittel verläßt den Wärmetauscher durch das Auslaßrohr **32**. Die in jedem Rohr vorgesehene innere Rippe ist als ähnliche Struktur wie zu der in **Fig. 3** gezeigten gebildet.

[0071] In Kondensatoren mit zwei Strompfaden für Kühlmittel wie der Kondensator **31** kann die überlegene Wärmeaustauschleistung des Rohres **11**, in das die innere Rippe **2** eingeführt ist, ähnlich zu der Weise erzielt werden, die in bezug auf die erste Ausführungsform beschrieben ist, die Wärmeaustauschleistung des Rohres **11** kann selbst als gut gesichert werden, und die Effektivität des Wärmeaustauschers kann auf einem hohen Niveau in bezug auf das Gesamte des Kondensators **31** gehalten werden.

[0072] In dem Kondensator **31** mit zwei Strompfaden für Kühlmittel, obwohl der Druckverlust etwas größer als bei der Konfiguration mit einem Pfad sein kann, ist es viel besser im Vergleich mit den herkömmlichen Strukturen mit mindestens drei Strompfaden, und es ist möglich, den Druckverlust über den gesamten Kernabschnitt zu unterdrücken. Da weiterhin die Kühlmittelstromrichtung nur einmal umgedreht wird, ist es ausreichend, die Zahl der Rohre zu wählen, die zwischen die entsprechenden Rohrgruppen vor und nach der Stromumkehr unterteilt sind, zu Zahlen, die schematisch bestimmt werden. Daher ist es nicht notwendig, sich mit den Problemen zu befassen, die von der Verringerung des Volumens des Kühlmittels herrühren, das durch Änderungen in der Rate des Kühlmittelstromes verursacht wird, und eine hohe Effektivität des Wärmeaustauschers kann aufrechterhalten werden, selbst wenn sich die Stromrate des Kühlmittels ändert.

[0073] Weiter ist es bei dem zuvor erwähnten Wärmetauscher mit nur einer Stromrichtung oder bei dem oben beschriebenen Wärmetauscher mit der ersten Stromrichtung und der zweiten Stromrichtung, insbesondere in einem Kondensator möglich, einen Flüssigkeitstank und einen unterkühlten Abschnitt einstückig mit dem Kondensator oder getrennt von dem Kondensator an einer Position nach dem Kondensator vorzusehen, so daß ein sogenanntes Unterkühlungssystem gebildet wird.

[0074] Bei der vorliegenden Erfindung kann durch Benutzen des Rohres mit der oben beschriebenen inneren Rippe mit den Wellenstreifen und dem Stromunterteilungsparameter γ innerhalb der Sollbereiche die Leistung der gesamten Rohre und schließlich des gesamten Wärmetauschers vergrößert werden. Bei der Auslegung dieser inneren Rippe mit den Wellenstreifen sind die entsprechenden Abschnitte der inneren Rippe bevorzugt so ausgelegt, daß sie optimale Abmessungen zum Erzielen des überlegenen Wärmetauschers aufweisen.

[0075] Zum Beispiel wird hier im folgenden die Konfiguration eines speziellen Kondensators betrachtet. Die wesentliche Funktion eines Kondensators ist das Entfernen von Wärme aus einem Kühlzyklus. Als praktische Basisfunktion ist es jedoch notwendig, einen Druckwiderstand innerhalb des Kondensators zu haben. Allgemein wird in dem Kühlzyklus unter Benutzung von HFC134a-Kühlmittel ein Druckwiderstand von mindestens ungefähr 10 MPa benötigt. Weiter ist der Stromwiderstand in dem Kondensator ein wesentlicher Faktor, wenn Kühlmittel strömt. Wenn weiter in dem Kühlzyklus unter Benutzung des HFC134a-Kühlmittels der Stromwiderstand groß ist, tritt eine Zunahme der Leistung eines Kompressors und eine Abnahme der Wärmestrahlungsleistung auf. Daher wird der Stromwiderstand bevorzugt auf weniger als ungefähr 100 kPa gedrückt.

[0076] Als typische Abmessungsparameter, die den Druckwiderstand und den Stromwiderstand in der oben beschriebenen inneren Rippe **12** beeinflussen, existieren die folgenden Parameter: ein Anstiegswinkel des erhöhten Abschnittes **14** oder des vertieften Abschnittes **15** relativ zu einem flachen Abschnitt, der an der Eingangsseite des erhöhten Abschnittes und/oder des vertieften Abschnittes in der Stromrichtung des Kühlmittels ist (der Anstiegswinkel ist in **Fig. 4** durch " θ " gezeigt), eine Dicke der inneren Rippe **12**; eine Höhe der inneren Rippe **12**, die als ein Abstand zwischen einer Oberseite des erhöhten Abschnittes **14** und einer Bodenseite des vertieften Abschnittes **15** definiert ist; ein Abstand von einer Oberseite des erhöhten Abstandes **14** zu einer Bodenseite des vertieften Abschnittes **15**; und eine Breite eines Wellenstreifens **18**. Die Beziehungen zwischen den entsprechenden Parametern und Druckwiderstand und Stromwiderstand sind in den in **Fig. 8** bis **12** gezeigten Diagrammen gezeigt.

[0077] Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, ist der Anstiegswinkel des erhöhten Abschnittes **14** oder des vertieften Abschnittes **15** oder beider relativ zu einem flachen Abschnitt, der an der Eingangsseite des erhöhten Abschnittes oder des vertieften Abschnittes oder beiden angeordnet ist, in der Stromrichtung des Kühlmittels bevorzugt in dem Bereich von ungefähr 90° bis ungefähr 150°, bevorzugter in dem Bereich von ungefähr 90° bis ungefähr 140°. Wenn der Anstiegswinkel kleiner als der oben beschriebene Bereich ist, insbesondere weniger oder gleich von ungefähr 70° ist, wird der Effekt zum Unterbrechen des Kühlmittelstromes zu groß, und eine unerwünschte Zunahme des Stromwiderstandes tritt auf. Wenn der Anstiegswinkel mehr als der oben beschriebene Bereich ist, insbesondere mindestens ungefähr 160°, nimmt die Stärke ab, und ein gewünschter Druckwi-

derstand wird nicht erzielt.

[0078] Wie in **Fig. 9** gezeigt ist, ist die Dicke der inneren Rippe **12** bevorzugt in dem Bereich von ungefähr 0,1 bis ungefähr 0,5 mm und bevorzugter in dem Bereich von ungefähr 0,2 bis ungefähr 0,4 mm. Wenn die Dicke kleiner als ungefähr 0,1 mm ist, kann der Druckwiderstand abnehmen. Wenn die Dicke mehr als ungefähr 0,5 mm ist, kann der Stromwiderstand zunehmen.

[0079] Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, die Höhe der inneren Rippe **12**, die als ein Abstand zwischen einer Oberseite des erhöhten Abschnittes **14** und einer Bodenseite des vertieften Abschnittes **15** definiert ist, ist bevorzugt in dem Bereich von ungefähr 1 bis ungefähr 5 mm, bevorzugter in dem Bereich von ungefähr 1 bis ungefähr 3 mm. Wenn die Höhe der inneren Rippe **12** kleiner als ungefähr 1 mm ist, wird die Schnittfläche des Pfades in dem Rohr zu klein, wenn die innere Rippe **12** in Kontakt mit der inneren Oberfläche des Rohres gebracht wird, und der Stromwiderstand des Kühlmittels kann zu groß werden. Wenn die Höhe der inneren Rippe **12** mehr als ungefähr 5 mm ist, kann der Druckwiderstand abnehmen.

[0080] Wie in **Fig. 11** gezeigt ist, der Abstand von einer Oberseite eines erhöhten Abschnittes **14** zu einer Bodenseite des vertieften Abschnittes **15** ist bevorzugt in dem Bereich von ungefähr 1 bis ungefähr 6 mm, bevorzugter in dem Bereich von ungefähr 2 bis ungefähr 4 mm. Wenn der Abstand kleiner als ungefähr 1 mm ist, kann der Stromwiderstand zunehmen. Wenn der Abstand mehr als ungefähr 6 mm ist, kann der Stromwiderstand abnehmen.

[0081] Wie in **Fig. 12** gezeigt ist, ist die Breite eines Wellenstreifens **18** (Breite von benachbarten Schlitzen zum Herstellen des erhöhten Abschnittes **14** und des vertieften Abschnittes **15**) bevorzugt in dem Bereich von ungefähr 0,5 bis ungefähr 5 mm, bevorzugter in dem Bereich von ungefähr 1 bis ungefähr 3 mm. Wenn die Breite kleiner als ungefähr 0,5 mm ist, kann sich die Bearbeitungsfähigkeit der inneren Rippe **12** verschlechtern. Wenn die Breite mehr als ungefähr 5 mm ist, wird der Effekt des Unterbrechens des Kühlmittelstromes zu groß, und eine unerwünschte Zunahme des Stromwiderstandes tritt auf.

[0082] Durch Einstellen der entsprechenden Abmessungen innerhalb der oben beschriebenen optimalen Bereiche in Hinblick auf die Eigenschaften des Kühlmittels kann der Kühlmittelfluß ein dreidimensionaler turbulenter Fluß zum Mischen des Kühlmittels in einem guten Zustand sein, und die Wärmeübertragungsleistung der Kühlmittelseite kann zunehmen. Weiterhin können die entsprechenden Rohre **11** einen ausreichenden hohen Druckwiderstand und einen ausreichenden niedrigen Stromwiderstand haben. Zu der gleichen Zeit kann durch Vorsehen solch einer inneren Rippe **12** die Fläche für die Wärmeübertragung relativ zu der eines allgemein benutzten Rohres zunehmen, daß durch Stranggießen gebildet ist. Durch den Multipliziereffekt dieser verbesserten Eigenschaften kann die Leistung der gesamten Rohre und schließlich des gesamten Wärmetauschers (Kondensators) zunehmen.

[0083] Somit kann durch Benutzen der Wärmeübertragungsrohre, von denen jedes eine innere Rippe aufweist, das Wellenstreifen mit erhöhten Abschnitten, ersten flachen Abschnitten, vertieften Abschnitten und zweiten flachen Abschnitten aufweist, und die in einer speziellen Positionsbeziehung angeordnet sind, ein Wärmeaustauschmedium, das in dem Rohr strömt, gleichförmiger gemischt werden, die Wärmeübertragung kann gleichförmiger durchgeführt werden, und die Wärmeaustauschleistung der gesamten Rohre und schließlich des gesamten Wärmetauschers kann vergrößert werden. Weiterhin kann die innere Rippe gemäß der vorliegenden Erfindung leicht durch Rollenbiegen ähnlich zu der Herstellung der gewählten Rippen hergestellt werden. Weiter kann durch Einstellen der Abmessungen der entsprechenden Abschnitte der inneren Rippe innerhalb der optimalen Bereiche die Leistung der gesamten Rohre und schließlich des gesamten Wärmetauschers weiter vergrößert werden.

[0084] Bei der vorliegenden Erfindung kann die Struktur, in der eine Mehrzahl von Pfaden gebildet ist, so daß die Pfade Wärmeaustauschmedium ermöglichen, im wesentlichen frei in die Längs- und Querrichtung zu strömen, durch vorstehende Abschnitte gebildet werden, die auf einer Innenoberfläche eines Rohres vorgesehen sind.

[0085] Wie z. B. in **Fig. 13** und **14** gezeigt ist, sind vorstehende Abschnitte **43**, die zu der Innenseite des Rohres **41** vorstehen, auf inneren Oberflächen von gegenüberstehenden Rohrwänden **42a** und **42b** vorgesehen. Vorstehende Abschnitte **43** können durch Prägen der Wände **42a** und **42b** des Rohres **42** gebildet werden. Die vorstehenden Abschnitte **43** stoßen gegeneinander oder sind miteinander an ihren oberen Oberflächen verbunden. Paare von vorstehenden Abschnitten **43**, die so anstoßen oder verbunden sind, können in einer versetzten Anordnung vorgesehen sein, wie in **Fig. 8** gezeigt ist. Obwohl die vorstehenden Abschnitte **43** auf beiden Wänden **42a**, **42b** in dieser Ausführungsform vorgesehen sind, brauchen sie nur auf einer Wand vorgesehen zu sein, und die vorstehenden Abschnitte können zu einer Position auf der inneren Oberfläche der gegenüberliegenden Rohrwand vorstehen.

[0086] Bei solch einer Rohrstruktur ist ähnlich zu der, die in bezug auf die erste Ausführungsform beschrieben wurde, die Beziehung im Druck zwischen den Rohren und einem Verteiler eingestellt, so daß der Stromunterteilungsparameter γ auf mindestens 0,5 gesetzt werden kann. Kühlmittel strömt in jedes Rohr **41** so, daß es jeden vorstehenden Abschnitt **43** umgeht, und die Temperaturverteilung in dem Rohr **41** kann daher gleichförmiger gemacht werden. Zu der gleichen Zeit wird durch Einstellen des Stromunterteilungsparameters γ auf ei-

nen Wert von mindestens 0,5 Kühlmittel von einem Verteiler in eine Mehrzahl von Rohren **41** verteilt, wodurch eine überlegene Wärmeaustauschleistung über den gesamten Wärmetauscher erzielt wird.

[0087] Obwohl die oben beschriebenen Ausführungsformen in bezug auf Kondensatoren erläutert worden sind, kann die vorliegende Erfindung auf andere Wärmetauscher, insbesondere auf Verdampfer, angewendet werden. In anderen Wärmetauschern kann eine gewünschte Stromunterteilung durch Einstellen der Beziehung in dem Druck zwischen einem eingangsseitigen Verteiler und damit verbundenen Wärmeübertragungsrohren erzielt werden, so daß der Stromunterteilungsparameter γ den oben beschriebenen Bereich erfüllt.

[0088] Wie hier oben beschrieben ist, kann in dem Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Erfindung durch Einstellen des Wertes des Parameters γ auf mindestens ungefähr 0,5 der Strompfad des Kühlmittels in einen Strompfad oder zwei Strompfade durch Entfernen einer Unterteilungswand oder durch Verringern der Zahl der Unterteilungswände auf ein Minimum, d. h. auf 1 hergestellt werden. Folglich kann schwieriges Bearbeiten oder Zusammensetzen unnötig werden, auch der Stromunterteilungszustand kann auf einen optimalen Zustand gesetzt werden, wodurch ein Wärmetauscher erzielt wird, der eine überlegene Wärmeaustauschleistung zeigt. Da weiter die Stromunterteilung verbessert und die effektive Wärmeübertragungsfläche vergrößert, kann ein Wärmetauscher, der für jede Art von Fahrzeug und jede Anordnung in dem Fahrzeug angewendet werden kann, erhalten werden.

Patentansprüche

1. Mehrstromwärmetauscher mit einem Paar von Verteilern (**2, 3**) und einer Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren (**4**), die das Paar von Verteilern verbinden und in denen eine Stromrichtung eines Wärmetauschmediums durch die Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren nur in einer Richtung stattfindet, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verteiler und die Rohre derartig gebildet sind, daß ein Stromunterteilungsparameter γ als ein Verhältnis eines Widerstandsparameters β der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren (**4**) zu einem Widerstandsparameter α eines Verteilers (**2**), der auf einer Eingangsseite des Wärmetauschers angeordnet ist, in einem Bereich von mindestens 0,5 definiert ist; und worin der Flußunterteilungsparameter derart berechnet ist, daß

$$\gamma = \beta/\alpha$$

, wobei

$$\beta = Lt/(Dt \cdot n)$$

, und

$$\alpha = Lh/Dh$$

; und worin die Gleichungsvariablen wie folgt definiert sind:

Lt ist gleich einer Länge eines jeden Rohres,

Dt ist gleich einem hydraulischen Durchmesser eines Rohres,

n ist gleich einer Zahl von Rohren,

Lh ist gleich einer Länge des Verteilers, der an einer Eingangsseite des Wärmetauschers angeordnet ist, und

Dh ist gleich einem hydraulischen Durchmesser des Verteilers, der an der Eingangsseite des Wärmetauschers angeordnet ist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, bei dem der Stromunterteilungsparameter γ in dem Bereich von ungefähr 0,5 bis ungefähr 1,5 liegt.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, bei dem eine Mehrzahl von Pfaden in jedem der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren (**4**) gebildet ist, und die Mehrzahl von Pfaden dem Wärmetauschmedium ermöglicht, im wesentlichen frei in einer Längs- und einer Querrichtung von jedem der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren zu strömen.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, bei dem die Mehrzahl von Pfaden durch eine innere Rippe (**12**) gebildet ist.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, bei dem die innere Rippe (**12**) eine Mehrzahl von Wellenstreifen aufweist, von denen jeder eine Wiederholungsstruktur mit einem erhöhten Abschnitt, einem ersten flachen Abschnitt, einem vertieften Abschnitt und einem zweiten flachen Abschnitt aufweist, die in dieser Reihenfolge ge-

bildet sind, worin die Streifen benachbart zueinander angeordnet sind und der erste flache Abschnitt von einem der Wellenstreifen und der zweite flache Abschnitt von einem benachbarten der Wellenstreifen einen kontinuierlichen flachen Abschnitt bilden.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, bei dem die Mehrzahl von Wellenstreifen sich in der Längsrichtung entlang eines jeden der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren (**4**) erstreckt und die kontinuierlichen flachen Abschnitte sich in der Querrichtung von jedem der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren erstrecken.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 5, bei dem sich die Mehrzahl von Wellenstreifen in die Querrichtung eines jeden der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren (**4**) erstreckt und sich die kontinuierlichen flachen Abschnitte in die Längsrichtung eines jeden der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren erstreckt.

8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem die Mehrzahl von Wellenstreifen durch Rollbiegebearbeitung einer flachen Platte gebildet sind.

9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei dem ein Anstiegswinkel des erhöhten Abschnittes relativ zu einem flachen Abschnitt, der an der Eingangsseite des erhöhten Abschnittes und des vertieften Abschnittes in der Stromrichtung des Wärmetauschmediums angeordnet ist, in dem Bereich von ungefähr 90° bis ungefähr 150° liegt.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, bei dem der Anstiegswinkel in dem Bereich von ungefähr 90° bis ungefähr 140° liegt.

11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 10, bei dem eine Dicke der inneren Rippe (**12**) in dem Bereich von ungefähr 0,1 bis ungefähr 0,5 mm liegt.

12. Wärmetauscher nach Anspruch 11, bei dem die Dicke der inneren Rippe (**12**) in dem Bereich von ungefähr 0,2 bis ungefähr 0,4 mm liegt.

13. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 12, bei dem eine Höhe der inneren Rippe (**12**), die als ein Abstand zwischen einer Oberseite des erhöhten Abschnittes und einem Boden des vertieften Abschnittes definiert ist, in dem Bereich von ungefähr 1 bis ungefähr 5 mm liegt.

14. Wärmetauscher nach Anspruch 13, bei dem die Höhe der inneren Rippe (**12**) in dem Bereich von ungefähr 1 bis ungefähr 3 mm liegt.

15. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 14, bei dem ein Abstand von einer Oberseite des erhöhten Abschnittes zu einem Boden des vertieften Abschnittes in dem Bereich von ungefähr 1 bis ungefähr 6 mm liegt.

16. Wärmetauscher nach Anspruch 15, bei dem der Abstand im Bereich von ungefähr 2 bis ungefähr 4 mm liegt.

17. Wärmetauscher nach Anspruch einem der Ansprüche 5 bis 16, bei dem eine Breite von einem der Mehrzahl von Wellenstreifen in dem Bereich von ungefähr 0,5 bis ungefähr 5mm liegt.

18. Wärmetauscher nach Anspruch 17, bei dem die Breite in dem Bereich von ungefähr 1 bis ungefähr 3 mm liegt.

19. Wärmetauscher nach Anspruch 3, bei dem die Mehrzahl von Pfaden durch vorstehende Abschnitte definiert ist, die auf der inneren Oberfläche von jedem der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren (**4**) gebildet sind.

20. Wärmetauscher nach Anspruch 19, bei dem die vorstehenden Abschnitte durch Prägung einer Wand von jedem der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren (**4**) gebildet sind.

21. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, bei dem eine Mehrzahl von Pfaden in jedem der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren (**4**) gebildet ist, so daß die Mehrzahl von Pfaden sich in einer Längsrichtung eines jeden Rohres erstreckt, die voneinander getrennt sind, und der Stromunterteilungsparameter γ mindestens ungefähr 0,9 beträgt.

22. Wärmetauscher nach Anspruch 21, bei dem der Stromunterteilungsparameter mindestens 1,0 beträgt.
23. Wärmetauscher nach Anspruch 21 oder 22, bei dem jedes der Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren (4) durch Strangpressen gebildet ist.
24. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 23, bei dem das Wärmetauschmedium ein Kühlmittel ist und der Wärmetauscher ein Kondensator (1) ist.
25. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 24, bei dem das Wärmetauschmedium ein Kühlmittel ist und der Wärmetauscher ein Verdampfer ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

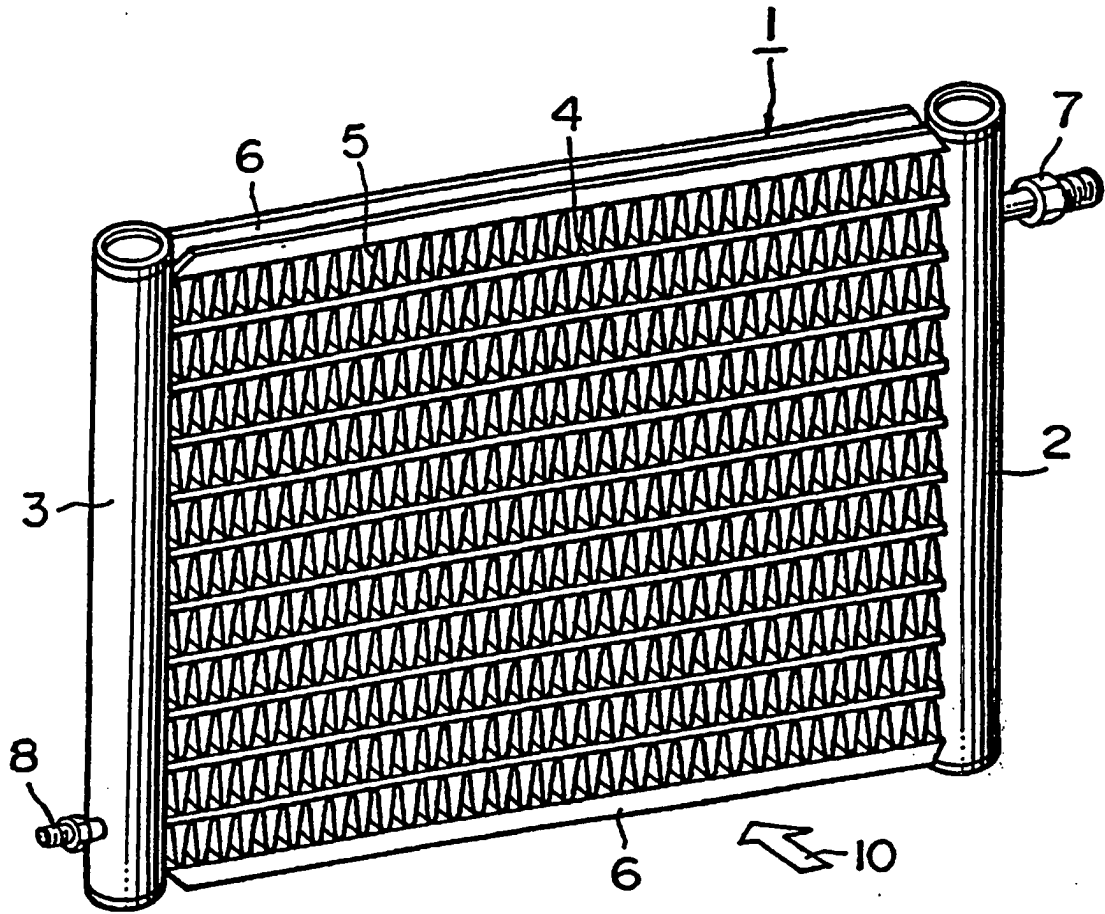


FIG. 2

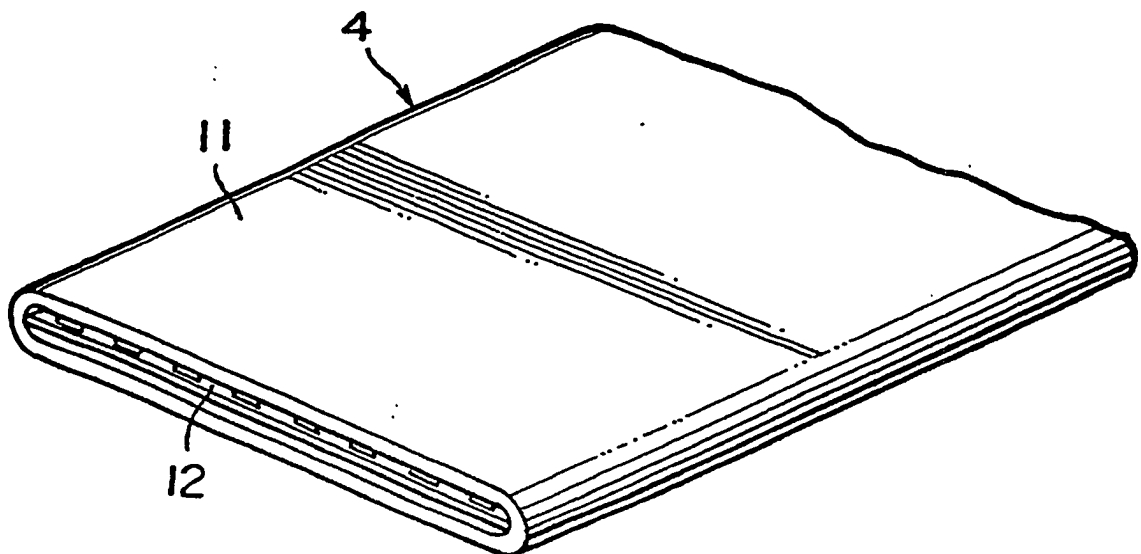


FIG. 3

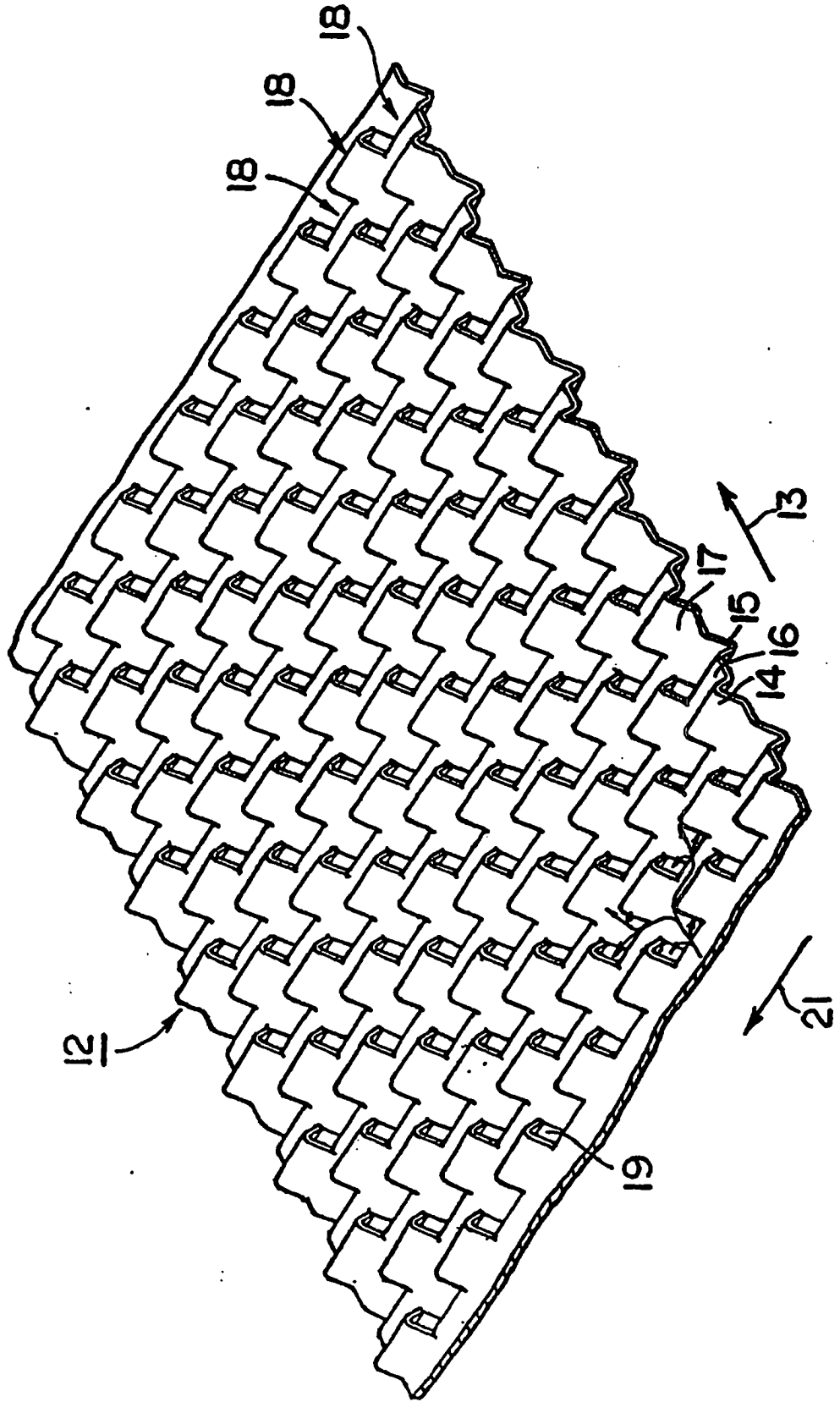


FIG. 4

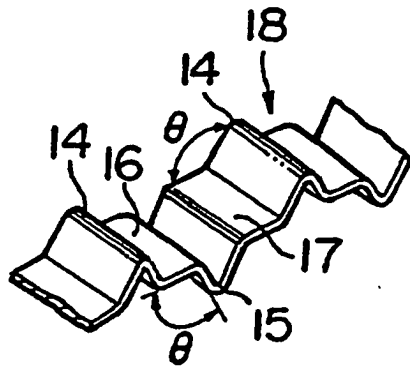


FIG. 5

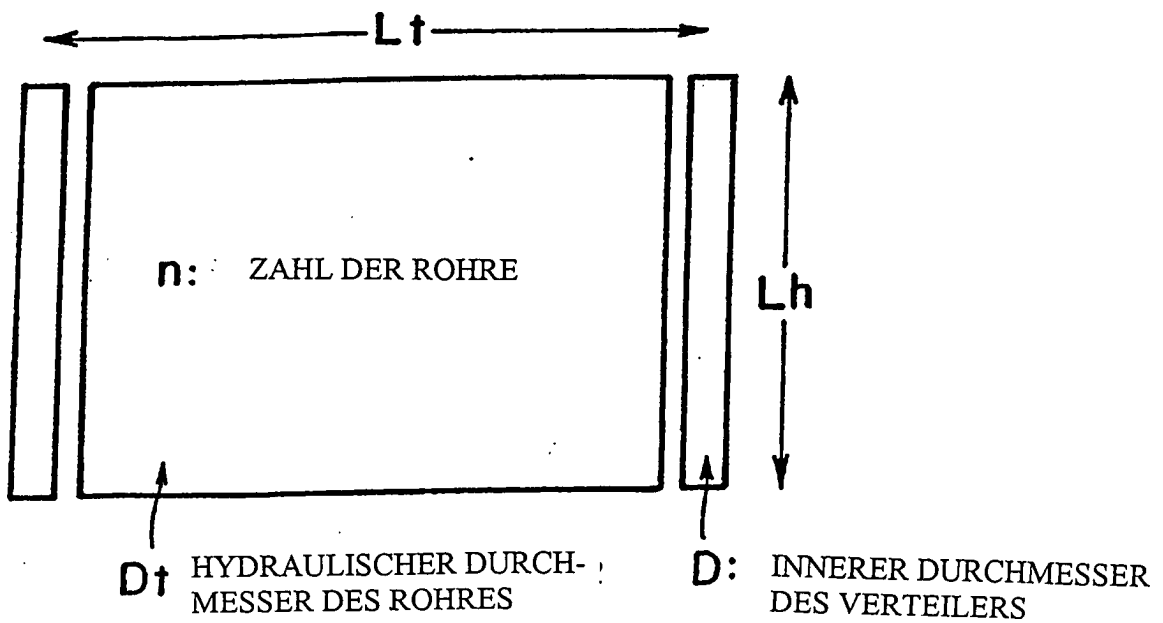


FIG. 6

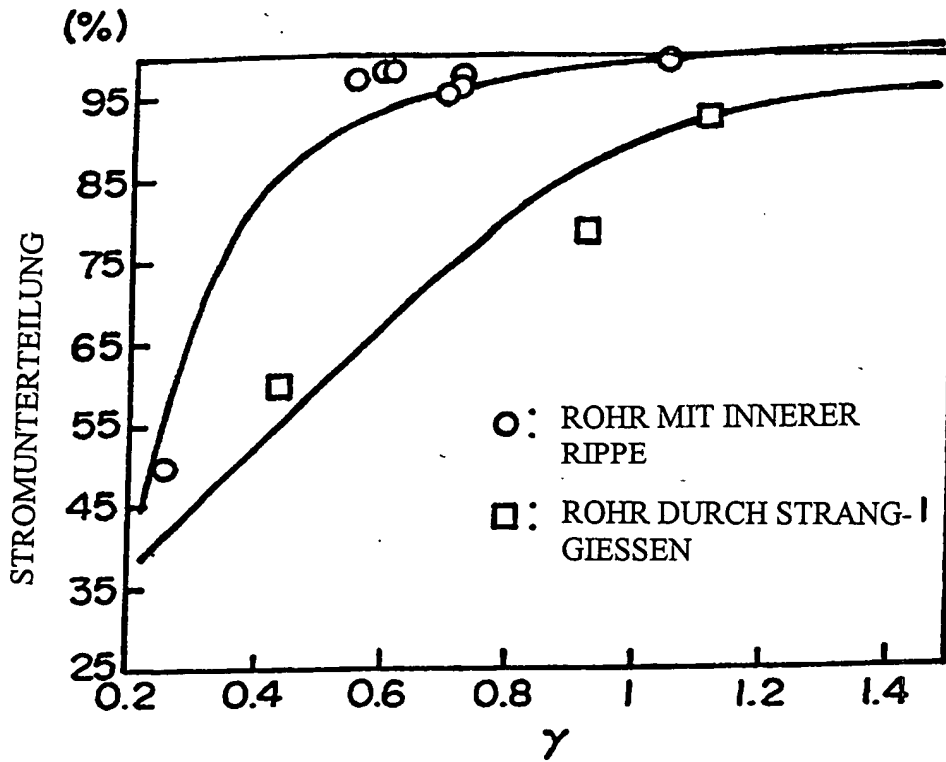


FIG. 7

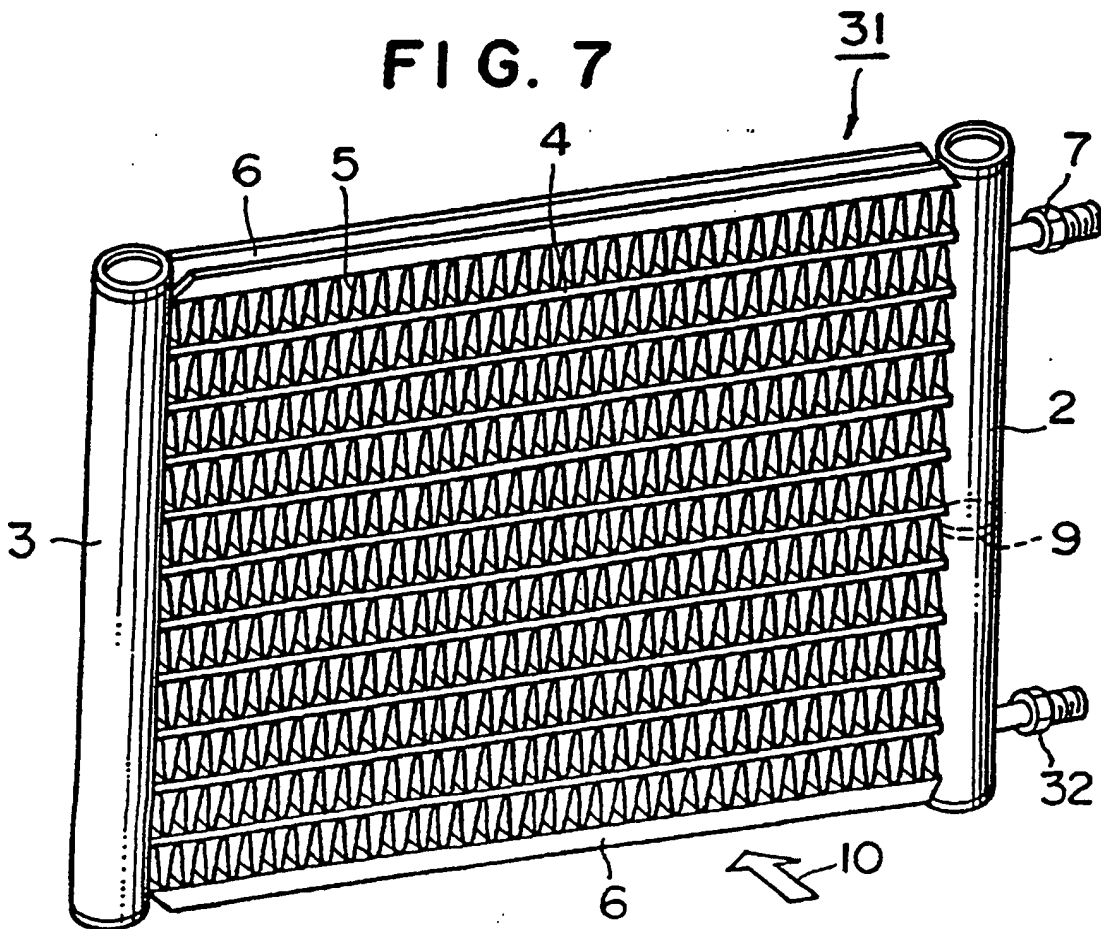


FIG. 8

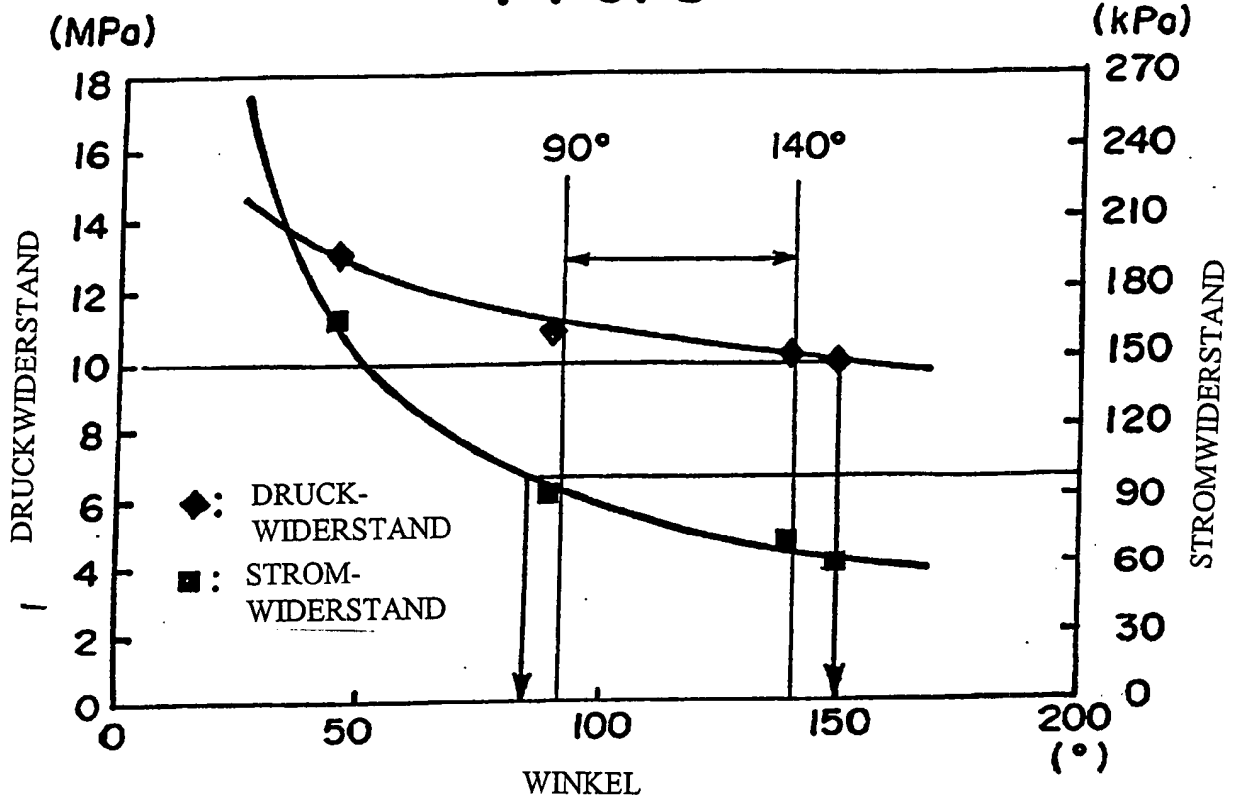


FIG. 9

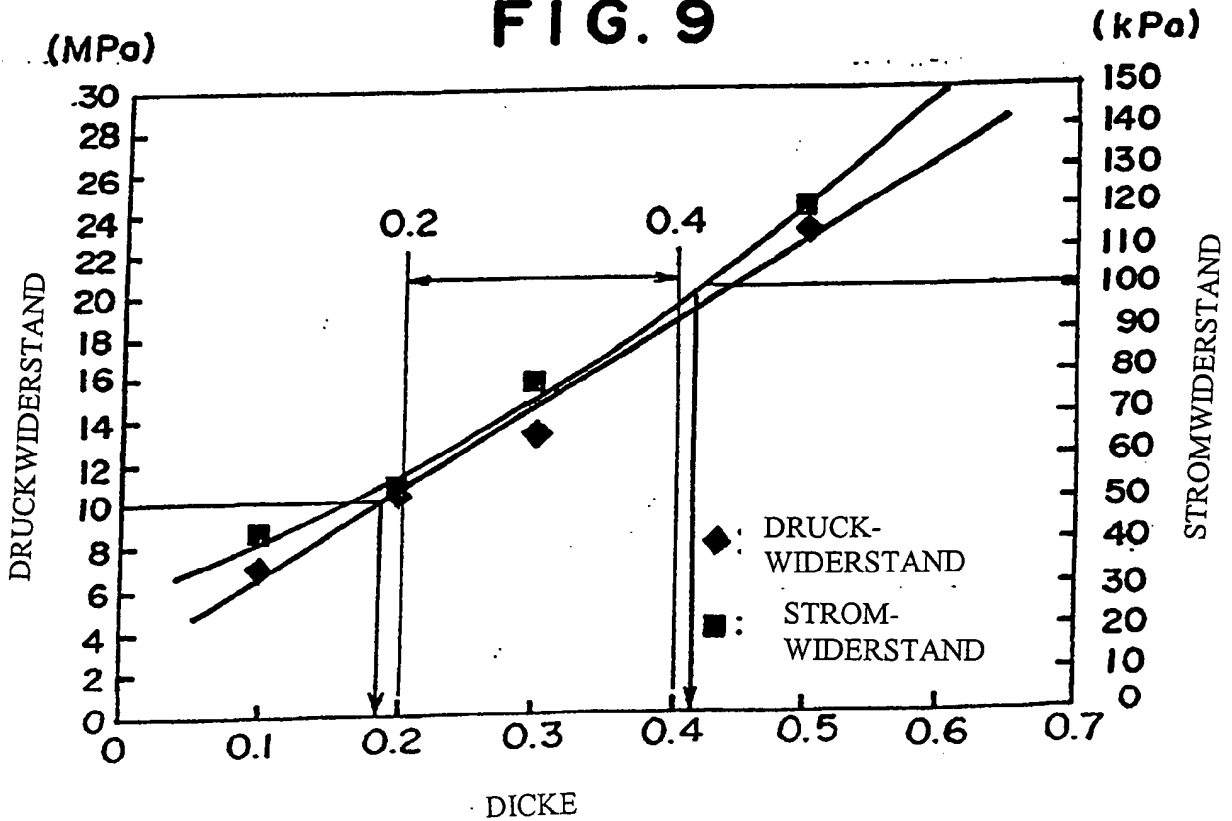


FIG. 10

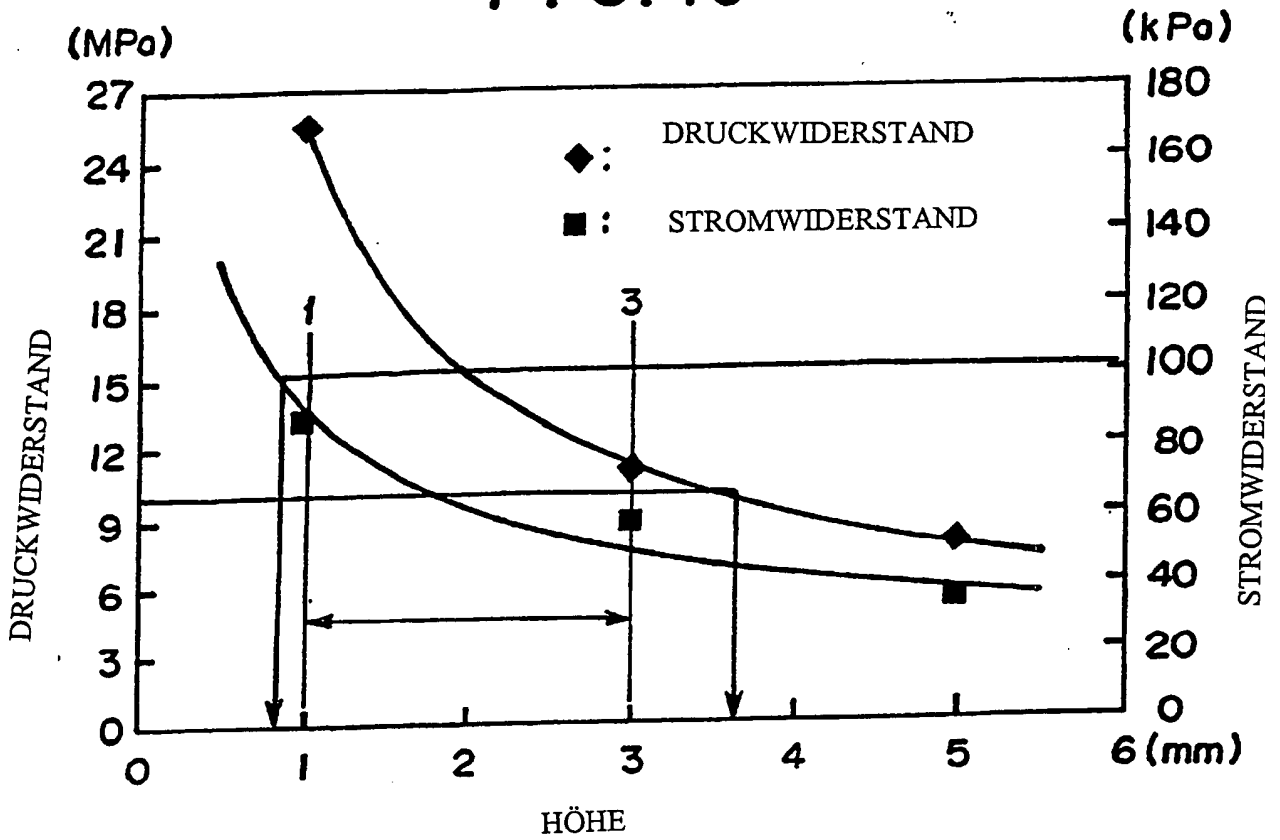


FIG. 11

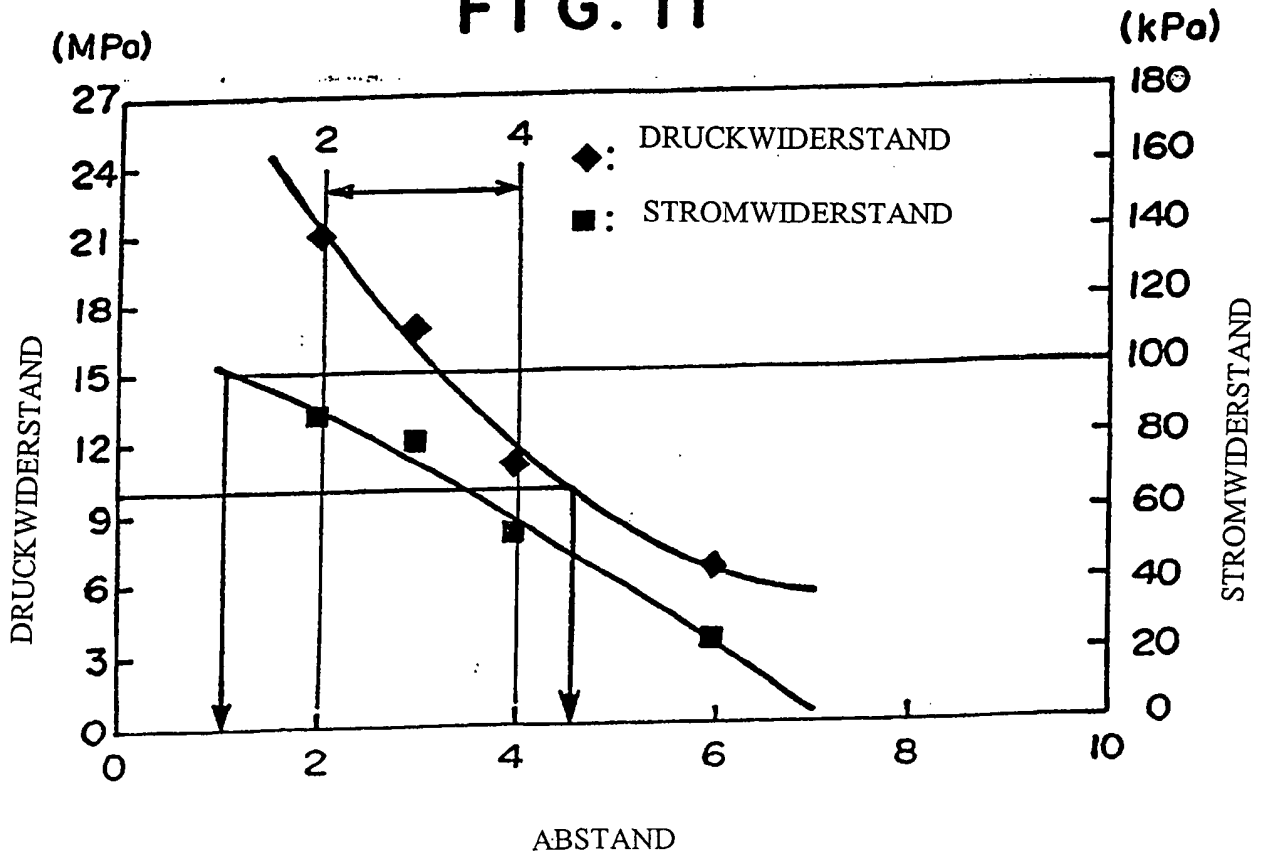


FIG. 12

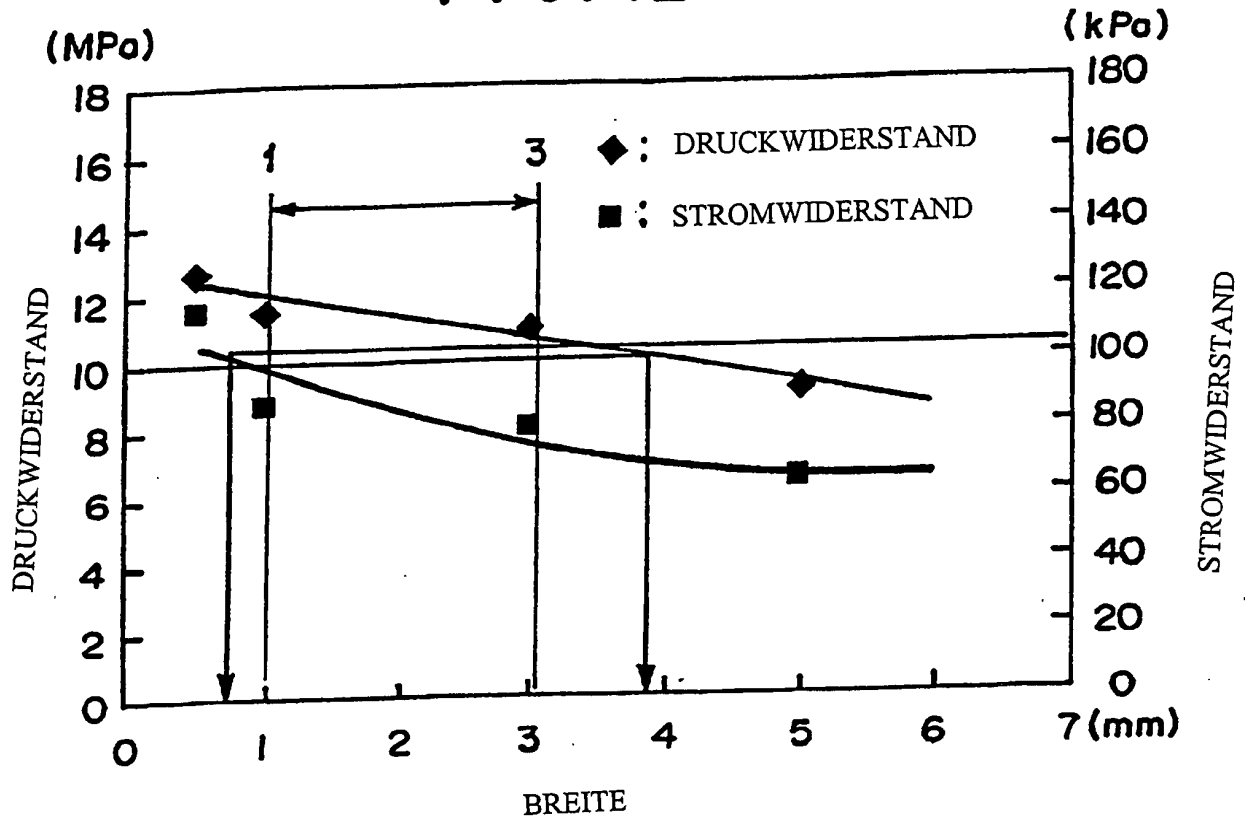


FIG. 13

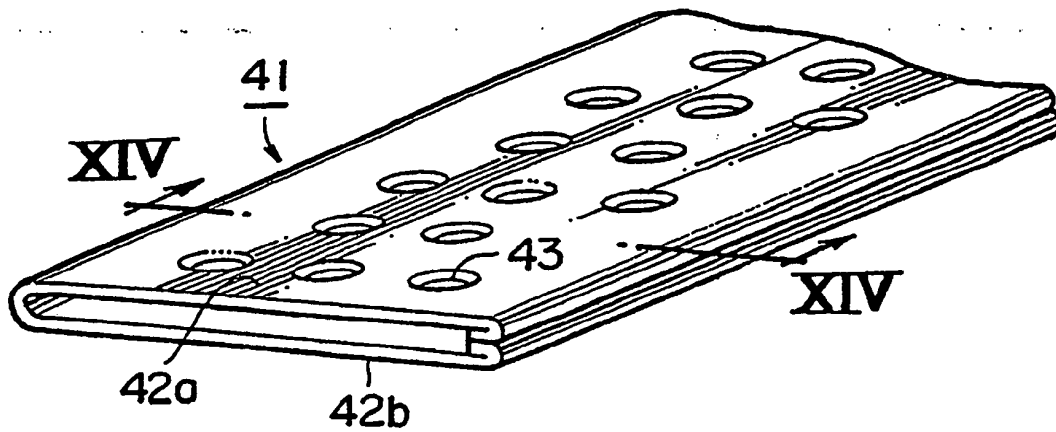


FIG. 14

