(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 13 917 T2** 2004.03.11

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 854 342 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 13 917.8**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 100 817.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **19.01.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.07.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **02.05.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.03.2004**

(51) Int Cl.[7]: **F28D 1/03**
F28F 3/04

(30) Unionspriorität:
802697 **20.01.1997** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, ES, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Zexel Valeo Climate Control Corp., Saitama, JP

(72) Erfinder:
Kato, Soichi, Osato-gun, Saitama, JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

(54) Bezeichnung: **Verwendung eines Wärmetauschers**

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

Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung eines Wärmetauschers mit mehreren Röhren, wobei jede Röhre durch Biegen eines einzelnen Blechs oder durch Verbinden zweier Bleche ausgeformt ist, und wobei an jeder Röhre mehrere Wülste ausgeformt sind, die jeweils einen konkaven Querschnitt haben, wobei die oberen Bereiche der Wülste mit der Oberfläche der gegenüberliegenden Röhrenwand verbunden sind, so dass mehrer geteilte Durchgänge in der Röhre ausgebildet sind.

Stand der Technik

[0002] Im allgemeinen weist ein bekannter Wärmetauscher mehrer flache Röhren auf, die parallel zueinander laminiert sind, wobei die entgegengesetzten Enden jeder Röhre mit zwei Kopfrohren verbunden sind, die auf beiden Seiten der Röhre angeordnet sind, und wobei ein Einlassanschluss und ein Auslassanschluss zum Einführen und Auslassen eines Wärmetauschermediums an vorbestimmten Stellen des jeweiligen Kopfrohrs vorgesehen sind. Im Fall eines solchen Wärmetauschers tauscht das in die flachen Röhren des Wärmetauschers eingeführte Wärmetauschermedium seine Hitze mit. der Luft aus, die außerhalb zirkuliert, während es durch die flachen Röhren zwischen den Kopfrohren mehrfach hin- und herströmt, und das Wärmetauschermedium wird dann ausgelassen.

[0003] Jede der für solche laminierten Wärmetauscher verwendeten flachen Röhren, beispielsweise solche, deren Querschnitt in **Fig.** 8 dargestellt ist, ist aus einem einzelnen rechteckigen Lötblech zu einer flachen röhrenförmigen Form ausgebildet worden. Beispielsweise ist eine flache Röhre **20** ausgebildet, indem die Seitenkanten des einzelnen rechteckigen Lötblechs durch Löten miteinander verbunden worden sind. In der Zeichnung bezeichnen **20a** und **20b** flache Verbindungsbereiche an seitlichen Enden der Platte. Diese flachen Verbindungsbereiche tragen dazu bei, eine Verbindungsfläche zu steigern sowie das Beibehalten der adäquaten Verbindungsfestigkeit mit dem Löten.

[0004] Neuerdings besteht eine steigende Tendenz, die Wanddicke der Röhre soweit wie möglich zu reduzieren, hauptsächlich, um Herstellungskosten zu reduzieren, indem die Menge des zu verwendenden Materials reduziert wird, aber auch zum Zwecke einer größeren Wärmetauschereffizienz und um ein geringeres Röhrengewicht zu erzielen. Da die Wanddicke der flachen Röhre **20** weiter reduziert wird, wird die strukturelle Festigkeit solcher flachen Röhren beibehalten, indem mehrere Wülste **21** (**21A**, **21B**) mit jeder flachen Röhre integral ausgebildet werden.

[0005] Genauer gesagt werden mehrere Wülste **21A**, **21B** integral mit der Röhre **20** an vorbestimmten Stellen entlang ihrer Breite ausgebildet, und die Wülste sind entlang der Längsrichtung der Röhre angeordnet, wobei die Wülste jeweils bis zu einer Höhe hervorstehen, bei welcher die oberen Bereiche der Wülste gegen die innere Fläche der gegenüberliegenden Röhrenwand anstoßen, wodurch diese Wülste **21A** und **B** mehrere Durchgänge **22** für das Wärmetauschermedium innerhalb der Röhre ausbilden, um nicht nur eine Kontaktfläche der Röhre mit dem Medium für eine stärkere Wärmetauschereffizienz zu steigern, sondern auch den Druckwiderstand der Röhre selbst zu verbessern, indem die Wülste **21** als Verstärkungselement dienen.

[0006] Abgesehen von den aus einer einzelnen Platte gebildeten Röhren sind auch solche bekannt, die durch Verbinden zweier Platten ausgeformt werden. Beide Alternativen sind beispielsweise in der EP 0 704 667 A2 offenbart.

[0007] Außerdem sind flache Röhre bekannt, die durch ein Extrusionsformen eines Aluminiummaterials oder eines Aluminiumlegierungsmaterials erhalten werden. Eine solche geformte Röhre hat innerhalb der Durchgänge, die durch seitlich angeordnete Trennwände voneinander getrennt sind. Die äußeren Oberfläche einer solchen geformten flachen Röhre ist mit Nuten versehen, die jeweils einen konkaven Querschnitt haben, um eine Oberfläche zu vergrößern, das Gewicht zu reduzieren, und Tautropfen und ähnliches abzuleiten. Eine solche Röhre ist beispielsweise in JP 63-091492 offenbart.

Von der Erfindung zu lösende Probleme

[0008] In dem Fall der bekannten Röhre für einen Wärmetauscher, wie sie oben beschrieben ist, und wie sie in **Fig.** 8 dargestellt ist, neigt eine Ausnehmung, die sich aus dem Wulst **21A** ergibt, der auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordnet ist; dazu, den Staub **x** und ähnliches zu sammeln, der mit dem Luftstrom mitgetragen wird, wodurch Probleme entstehen, die beispielsweise die Korrosion der Röhre oder die Verschlechterung der Korrosionswiderstandsfähigkeit der Röhre und die daraus folgende kürzere Lebensdauer der Teile.

[0009] Nicht nur die aus der Ausbildung der Wülste entstehenden Ausnehmungen, sondern auch die Nuten der Röhren, die durch Extrusionsformen zum Vergrößern der Oberfläche ausgebildet worden sind, zum Senken des Gewichts oder zum Sparen des Materials, haben zu einem Problem geführt, dass der in solchen Ausnehmungen und Nuten gesammelte Staub und Schmutz zur Korrosion der Röhre führt.

[0010] Genauer gesagt fließt im allgemeinen bei herkömmlichen Wärmetauschern die Luft in seitlicher Richtung der Röhre, die sich zwischen den abstrahlenden Finnen befindet, welche an der oberen und der unteren Oberfläche der Röhre angeordnet sind. Als Ergebnis sammelt die Oberfläche der Röhre, d. h. die Oberfläche des Bereichs der Röhre, der sich von ihrem vorderen Teil zu dem Bereich erstreckt, der auf

der stromaufwärts liegenden Seite des Luftstroms angeordnet ist, den Schmutz, der sich in dem Luftstrom befindet, während die Oberfläche des Bereichs der Röhre auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms weniger dazu neigt, mit dem Schmutz verunreinigt zu werden. Wenn die zuvor beschriebenen Ausnehmungen sich auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms befinden, wird diese eben erwähnte Tendenz gefördert, was zu der konzentrierten Ansammelung des Schmutzes in solchen Ausnehmungen führt. Während der in den nach unten weisenden Ausnehmungen auf der äußeren Oberfläche der unteren Röhrenwand gesammelte Schmutz leicht entfernt werden kann, indem er herunterfällt, kann der stark in den nach oben weisenden Ausnehmungen angesammelte Schmutz nicht so leicht entfernt werden, was zu Korrosion der Röhren führt.

[0011] Außerdem besteht die Möglichkeit, dass das Regenwasser direkt in das Innere des Wärmetauschers hineingezogen wird und dass, abhängig von den Bedingungen, unter welchen der Wärmeaustausch stattfindet, eine Kondensierung der Feuchtigkeit in der Nähe der Röhren stattfindet und in die nach oben weisenden Ausnehmungen hineinfließt, wodurch der in anderen Stellen angesammelte Schmutz in solche Ausnehmungen zusammen mit dieser kondensierten Feuchtigkeit hineingetragen wird.

[0012] Da die Wanddicke der Röhre selbst aus Gründen der Kostensenkung, der Gewichtssenkung und der höheren Effizienz des Wärmeaustausches mit dem außen vorhandenen Medium reduziert ist, kann außerdem selbst eine geringe Korrosion verschiedene Schwierigkeiten mit sich bringen, wie beispielsweise die Verschlechterung der Druckresistenz oder ein Auslaufen des Wärmetauschermediums.

[0013] Falls der Wärmetauscher an einem Fahrzeug angebracht wird, wird die Luft zum Kühlen von außen her zugeführt, und so ist die Menge des in der Luft vorhandenen Schmutzes relativ gesehen größer, was zu dem eben erwähnten nachteiligen Effekt auf die Röhren beiträgt und zu einer verkürzten Lebensdauer der Röhre führt.

[0014] Andererseits ist eine Röhre, bei welcher die Ausnehmung, die sich aus dem Wulst ergibt, der von der äußeren Oberfläche der Röhre her nach oben hervorsteht, zuvor hinuntergedrückt wird, um integral mit der Röhrenwand verbunden zu werden, beispielsweise in der japanischen offengelegten Patentveröffentlichung Nr. 4-86489 vorgeschlagen worden.

[0015] Eine solche Röhre erfordert jedoch komplexere Herstellungsschritte, die zu hohen Herstellkosten führen.

[0016] Daher ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, die Verwendung eines Wärmetauschers der oben genannten Art zu realisieren, so dass sich der Schmutz weniger leicht in den Nuten ansammelt, wodurch eine höhere Korrosionsfestigkeit des Wärmetauschers erzielt wird und somit auch eine längere Lebensdauer.

Mittel zum Lösen der Probleme

[0017] Das Problem wird gelöst durch Verwenden des Wärmetauschers gemäß den Ansprüchen 1 und 3 der vorliegenden Anmeldung.

[0018] Wenn der Wärmetauscher auf diese Art und Weise verwendet wird, ist der Bereich der Röhre, der sich auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite des Luftstroms befindet, mit den Ausnehmungen der Wülste versehen, die sich an der unteren Röhrenwand befinden, so dass verhindert wird, dass Schmutz in den Ausnehmungen verbleibt. Selbst wenn die Ausnehmungen der Wülste an der oberen Röhrenwand auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms ausgebildet sind, wird der Schmutz in dem Luftstrom durch die abstrahlenden Finnen gefangen, die sich zwischen benachbarten laminierten Röhren befinden, so dass relativ saubere Luft umläuft, so dass der Schmutz weniger leicht in den Ausnehmungen verbleibt. Als Ergebnis kann die Korrosionswiderstandsfähigkeit der Röhre zugunsten einer längeren Lebensdauer des Wärmetauschers verbessert werden. Außerdem neigt der Bereich der Röhre, der sich auf der am meisten stromaufwärts liegenden Seite des Luftstroms befindet, dazu, den Schmutz zu sammeln, aber die Ausnehmungen weisen nach unten, so dass, selbst wenn der Schmutz in die Ausnehmungen eintritt, der Schmutz einfach herunterfällt, so dass vermindert wird, dass der Schmutz auf der Oberfläche der Röhre verbleibt.

[0019] In einer bevorzugten, in Anspruch 2 wiedergegebenen Ausführungsform sind die oberen Bereiche der Wülste mit der gegenüberliegenden flachen Oberfläche der Röhrenwand oder den oberen Bereichen der an der gegenüberliegenden Röhrenwand ausgebildeten Wülste verbinden, der auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite des Luftstroms ausgebildete Wulst befindet sich an der unteren Röhrenwand, und die weiter stromabwärts bezüglich des Luftstroms vorgesehenen Wülste sind einwärts hervorstehend und abwechselnd an der oberen und unteren Röhrewand ausgebildet.

[0020] Wenn die mit der Röhre ausgebildeten Wülste abwechselnd von der oberen und der unteren Röhrenwand entlang der Richtung des kreislaufenden Luftstroms hervorstehen, wird der Querschnitt der geformten Röhre im wesentlichen symmetrisch bezüglich ihrer oberen und unteren Röhrenwand, wodurch nicht nur der Formvorgang er Röhre einfach wird, sondern auch die oberen Bereiche der Wülste an der oberen und der unteren Röhrenwand symmetrisch angeordnet sind. Als Ergebnis wird die verbleibende Belastung des Röhrenmaterials in der oberen und der unteren Röhrenwand gleichmäßig, was zu einer Steigerung der Druckfestigkeit der Röhre selbst und zu einem daraus folgenden Anstieg der Dauerhaftigkeit und der Lebensdauer des Wärmetauschers beiträgt.

[0021] Wenn die Röhre mit den Nuten durch Extrusionsformen ausgebildet wird, wird nicht nur ihre

Oberfläche vergrößert und dadurch die Wärmeaustauscheffizienz gesteigert, sondern auch die Menge des zu verwendenden Aluminium- oder Aluminiumlegierungsmaterials kann reduziert werden, um die Herstellkosten zu senken und auch das Gewicht der Röhre. Da die Ausnehmung, die sich aus der Nut ergibt, die sich auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite bezüglich des Luftstroms befindet, auf der äußren Oberfläche der unteren Röhrenwand ausgeformt ist, sammelt sich nicht nur der in der Luft vorhandene Schmutz weniger in der Öffnung der Ausnehmung, sondern der in der Öffnung gesammelte Schmutz kann auch durch Herunterfallen einfach entfernt werden, wodurch verhindert wird, dass der Schmutz oder Feuchtigkeit auf der Oberfläche der Röhre verleiben. Als Ergebnis wird die Korrosionsfestigkeit der Röhre verbessert und die Lebensdauer verlängert.

Auswirkungen der Erfindung

[0022] Die Ausnehmungen, die sich aus den Wülsten auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite des Luftstroms befinden, weisen nach unten und verhindern so, dass der Schmutz in den Ausnehmungen verbleibt. Selbst wenn die sich aus den Wülsten ergebenden, auf der äußeren Fläche der oberen Röhrenwand weiter stromabwärts bezüglich des Luftstroms ausgebildet sind, verbleibt der Schmutz daher weniger leicht in den Ausnehmungen. der Wülste, da der Segmente in der Luft durch die abstrahlenden Finnen etc. aufgefangen wird, die zwischen den benachbarten Röhren angeordnet sind, und daher strömt relativ reine Luft. Als Ergebnis wird die Korrosionsfestigkeit der Röhren gesteigert und die Lebensdauer des Wärmetauschers verlängert werden. Außerdem wird der Bereich der Röhre auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite des Luftstroms den Schmutz in dem Luftstrom sammeln, aber der Schmutz, der durch die Ausnehmungen hindurchläuft, die sich aus den Wülsten ergeben, sammelt sich kaum darin, sondern fällt einfach heraus, das die Ausnehmungen nach unten weisen, und dadurch wird verhindert, dass sich der Segmente auf der Oberfläche der Röhre sammelt.

[0023] Wenn die mit der Röhre ausgebildeten Wülste abwechselnd von der oberen und der unteren Röhrenwand entlang der Richtung des kreislaufenden Luftstroms hervorstehen, wird der Querschnitt der geformten Röhre im wesentlichen symmetrisch bezüglich ihrer oberen und unteren Röhrenwand, wodurch nicht nur der Formvorgang er Röhre einfach wird, sondern auch die oberen Bereiche der Wülste an der oberen und der unteren Röhrenwand symmetrisch angeordnet sind. Als Ergebnis wird die verbleibende Belastung des Röhrenmaterials in der oberen und der unteren Röhrenwand gleichmäßig, was zu einer Steigerung der Druckfestigkeit der Röhre selbst und zu einem daraus folgenden Anstieg der Dauerhaftigkeit und der Lebensdauer des Wärmetauschers beiträgt.

[0024] Wenn die Röhre mit den Nuten durch Extrusionsformen ausgebildet wird, wird nicht nur ihre Oberfläche vergrößert und dadurch die Wärmeaustauscheffizienz gesteigert, sondern auch die Menge des zu verwendenden Aluminium- oder Aluminiumlegierungsmaterials kann reduziert werden, um die Herstellkosten zu senken und auch das Gewicht der Röhre. Da die Ausnehmung, die sich aus der Nut ergibt, die sich auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite bezüglich des Luftstroms befindet, auf der äußeren Oberfläche der unteren Röhrenwand ausgeformt ist, sammelt sich nicht nur der in der Luft vorhandene Schmutz weniger in der Öffnung der Ausnehmung, sondern der in der Öffnung gesammelte Schmutz kann auch durch Herunterfallen einfach entfernt werden, wodurch verhindert wird, dass der Schmutz oder Feuchtigkeit auf der Oberfläche der Röhre verbleiben. Als Ergebnis wird die Korrosionsfestigkeit der Röhre verbessert und die Lebensdauer verlängert.

[0025] Wie oben beschrieben, realisiert die vorliegende Erfindung die Verwendung eines Wärmetauschers, wobei jede Röhre mit Ausnehmungen versehen ist, die durch Wülste entstehen, oder mit Nuten an der oberen und unteren äußeren Fläche der Röhre, und solche Ausnehmungen oder Nuten sind so ausgebildet, dass sie an der äußeren Oberfläche der Röhrenwand nach oben weisen, so dass der Schmutz sich weniger leicht darin sammelt, wodurch für die Röhren des Wärmetauschers eine höhere Korrosionsfestigkeit erzielt wird, die wiederum zu einer längeren Lebensdauer führt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0026] **Fig.** 1 ist eine Vorderansicht eines laminierten Wärmetauschers gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0027] **Fig.** 2 ist eine perspektivische Ansicht entlang der Linie A-A in **Fig.** 1, und sie zeigt einen Querschnitt einer flachen Röhre.

[0028] **Fig.** 3 ist eine Querschnittsansicht der flachen Röhre gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0029] **Fig.** 4 ist eine Querschnittsansicht der flachen Röhre gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0030] **Fig.** 5 ist eine Querschnittsansicht der flachen Röhre gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erf indung .

[0031] **Fig.** 6 ist eine Querschnittsansicht der flachen Röhre gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0032] **Fig.** 7 ist eine Querschnittsansicht der flachen Röhre gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0033] **Fig.** 8 ist eine Querschnittsansicht einer herkömmlichen flachen Röhre für den Wärmetauscher.

Ausführungsformen der Erfindung

[0034] Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird mit Bezug auf die **Fig.** 1 und 2 beschrieben. In den Ausführungsformen, welche im folgende beschrieben werden, ist der grundlegende Aufbau des Wärmetauschers mit den flachen Röhren, wie in dieser Ausführungsform beschrieben, gängig, und daher wird er hier nicht beschrieben, und es werden die gleichen Bezugsziffern verwendet.

[0035] In **Fig.** 1 weist ein laminierter Wärmetauscher **1** zwei Einheiten von vertikal montierten Kopfrohren **3**, **4** auf. Mehrere flache Röhren **2**, die gleich lang sind und parallel zueinander laminiert sind, wobei dünne gewellte Finnen **5** zwischen den Röhren angeordnet sind, und die Röhren sind zwischen zwei Kopfrohren angeordnet, wobei die entgegengesetzten Enden der flachen Röhren kommunikativ mit den Kopfrohren verbunden sind. Wie aus **Fig.** 2 hervorgeht, steht der oberen Bereich jeder gewellten Finne **5** außerdem in Kontakt mit der flachen Oberfläche der flachen Röhre **2**.

[0036] Die obere und untere Öffnung jedes Kopfrohrs **3** und **4** sind mit blinden Kappen **6** verschlossen. Das Kopfrohr **3** ist mit einem Einlassanschluss **3a** an einer vorbestimmten Stelle versehen, um ein Wärmetauschermedium von außen einzuführen, während das Kopfrohr **4** mit einem Auslassanschluss **4a** an einer vorbestimmten Stelle versehen ist, um das Medium auszulassen, welches den Wärmetauschvorgang vollzogen hat, wobei die Kommunikation zwischen den Kopfrohren aufrecht erhalten bleibt. Weiter ist das Innere des Kopfrohrs **3** und das Innere des Kopfrohrs **4** jeweils durch Trennwände **7** aufgeteilt. In **Fig.** 1 bezeichnet außerdem die Bezugsziffer **8** seitliche Platten, die über und unter den laminierten flachen Röhren **2** angeordnet sind, wobei die Seitenplatten **8** dazu ausgestaltet sind, die gewellten Finnen **5** zu schützen und die strukturelle Festigkeit des Wärmetauschers **1** zu verstärken.

[0037] Das durch den Einlassanschluss **3a** eingeführte Wärmetauschermedium zirkuliert oder strömt durch die in Zickzack angeordneten Röhren **2** zwischen dem Kopfrohr **3** au der linken und dem Kopfrohr **3** auf der rechten Seite und beschreibt dabei mehrere Kurven, führt während der Zirkulation einen Wärmeaustausch aus und wird durch die Auslassanschluss **4a** ausgelassen. Das heißt, dass in den Wärmetauscher **1** eingeführte Medium bewegt sich mäanderförmig abwärts durch jede Gruppe von flachen Röhren hindurch, wobei jede Gruppe eine vorbestimmte Anzahl der flachen Röhren aufweist.

[0038] Wie in **Fig.** 3 und 4 dargestellt, ist jede der Röhren **2** durch Biegen eines Blechs und Verbinden der gegenüberliegenden Enden **2b** und **2a** des Materials ausgeformt. Mehrere Wülste **11A** und **11B**, die abwechselnd von beiden äußeren Oberflächen **2A** und **2B** der flachen Röhrenwand hervorstehen, sind integral mit jeder flachen Röhre ausgeformt. Die Wülste **11A** und **11B**, die insgesamt vier Reihen bilden, stehen abwechselnd von vorbestimmten Stellen an den gegenüberliegenden Wänden der flachen Röhre **2** hervor und bilden so fünf Durchgänge **12** mit einer im wesentlichen gleichen Querschnittsfläche. Durch Ausbilden der Röhre auf diese Art und Weise kann nicht nur die Kontaktfläche der Röhre mit den zirkulierenden Medium gesteigert werden, um eine höhere Wärmeaustauscheffizienz zu erhalten, sondern auch der Druckwiderstand der Röhre **2** kann gesteigert werden, indem die Wülste **11A** und **11B** als Verstärkungselemente dienen. Durch geeignetes Bestimmen der Positionen dieser Wülste **11A** und **11B** kann soweit wie möglich verhindert werden, dass der von der durch die Röhren **2** strömenden Luft mitgetragene Schmutz sich in den Ausnehmungen **11A** und **11B** sammelt, die an den äußeren Oberflächen der Röhren ausgebildet sind.

[0039] Da eine flaches Lötblech zu einer flachen Röhre geformt wird, ist es außerdem einfacher für die Herstellung, dass der Querschnitt der Röhre eine im wesentlichen vertikal symmetrische Form von oberen und unteren Bereichen hat, weil die Bereiche des flachen Blechmaterials, wo die Wülste **11A** und **11B** ausgeformt sind, dazu tendieren, eine geringe Restbelastung zu haben, oder die Festigkeit unterscheidet sich von der anderer Bereiche, was die Formbarkeit des Materials nachteilige beeinflussen kann oder eine Deformation der Röhre verursachen kann. Daher ist es nicht wünschenswert, die Wülste **11A** und **11B** nur an einer Röhrenwand auszubilden, sondern es ist wünschenswert, die Wülste symmetrisch an gegenüberliegenden Röhrenwänden auszuformen. Im Fall dieser Ausführungsform ist, obwohl die gegenüberliegenden Wände der Röhre **2** nicht symmetrisch sind, die oben beschriebene wünschenswerte Bedingung bis zu einem praktisch problemfreien Level erfüllt, indem die gleiche Anzahl von Wülsten **11A**, **11B** an den gegenüberliegenden Wänden vorgesehen wird.

[0040] Genauer gesagt sind vier Reihen von Wülsten abwechselnd an den gegenüberliegenden Röhrenwänden entlang der Breite jeder Röhre ausgeformt, d. h. entlang der Richtung der zirkulierenden Luft. Ein erster Wulst **11B** (1) steht aufwärts von der unteren Wand hervor; ein zweiter Wulst **11A** (2) steht nach unten von der oberen Wand hervor; ein dritter Wulst **11B** (3) steht aufwärts von der unteren Wand hervor; und ein vierter Wulst **11A** (4) steht abwärts von der oberen Wand hervor.

[0041] Wie in **Fig.** 4 dargestellt ist, befindet sich so eine Ausnehmung **11b**, die sich aus dem Wulst **11B** ergibt, der von der unteren Wand der Röhre **2** nach unten hervorsteht, in der Nähe des Bereichs der Röhre, der zu dem Luftstrom hinweist, der den Wärmetauscher **1** passiert, so dass der Schmutz **x** sich nicht so leicht in der Ausnehmung **11b** sammelt. Da sich der Schmutz auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite des zirkulierenden Luftstroms sammelt, ist es unmöglich, vollständig zu verhindern, dass sich der Schmutz **x** in der Ausnehmung **11b** sammelt, die

sich aus dem Wulst **11B** ergibt; selbst in diesem Fall fällt der Schmutz jedoch leicht aus der Ausnehmung **11b** heraus, so dass verhindert wird, dass der Schmutz **x** in der Ausnehmung **11b** verbleibt. Außerdem befinden sich auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms die Ausnehmungen **1b** und **11a**, die sich aus den Wülsten **11A** und **11B** ergeben, abwechselnd an der oberen und der unteren Wand der Röhre **2**, und so wird der Schmutz in der strömenden Luft durch die abstrahlenden Finnen **5** aufgefangen, die sich oberhalb und unterhalb der Röhre **2** befinden, so dass relativ saubere Luft zirkulieren kann und sich der Schmutz weniger leicht in den Ausnehmungen **11a** und **11b** sammelt, die sich aus den Wülsten ergeben.

[0042] Es ist anzunehmen, dass der Schmutz, der aus dem Luftstrom entfernt worden ist, und der Schmutz, der sich aus dem Wulst **11B** der Röhre **2** löst, von den gewellten Finnen **5** aufgefangen wird und die Korrosion der gewellten Finnen herbeiführt. Die Beschädigung des Wärmetauschers ist jedoch geringer, wenn sie durch die Korrosion der gewellten Finnen **5** herbeigeführt wird, da die Finne nur von dem Luftstrom passiert wird, als die durch die Korrosion der Röhren herbeigeführte Beschädigung, da die Röhren auch von dem Strom des Wärmetauschermediums durchströmt werden, und so kann die durch die Korrosion des gesamten Wärmetauschers verursachte Beschädigung minimiert werden.

[0043] In **Fig.** 3 und 4 bezeichnen nach rechts weisende Pfeile die Richtung der zirkulierenden Luft, und ein nach unten weisender Pfeil bezeichnet die Richtung des fallenden Schmutzes **x**.

[0044] Wie oben beschrieben, weist auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite, die zu dem Luftstrom hinweist, die sich aus dem Wülste ergebende Ausnehmung nach unten an der äußeren Oberfläche der unteren Röhrenwand, so dass die Ansammlung des Schmutzes verhindert werden kann. Selbst wenn die sich aus dem Wulst ergebende Ausnehmung an der äußeren Oberfläche der oberen Röhrenwand auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms ausgeformt ist, sammelt sich der Schmutz weniger leicht in der sich durch den Wulst ergebenden Ausnehmung, da die Ausnehmung von einem relativ sauberen Luftstrom passiert wird. Außerdem sammelt die stromaufwärtige Seite der Röhre, die zu dem Luftstrom hinweist, den Schmutz, der sich in der strömenden Luft befindet; diese Ausnehmung befindet sich jedoch an der äußeren Oberfläche der unteren Röhrenwand, so dass, selbst wenn der Schmutz von der Ausnehmung gesammelt wird, die sich aus dem Wulst ergibt, der Schmutz sich leicht daraus löst, indem er herausfällt, und so wird verhindert, dass der Schmutz oder Feuchtigkeit darin verbleiben, was zu einer höheren Korrosionsfestigkeit und einer sich daraus ergebenden längeren Lebensdauer der Röhre führt.

[0045] Nun werden die flachen Röhren für den Wärmetauscher gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die **Fig.** 5 beschrieben. IN **Fig.** 5 bezeichnen Pfeile die Richtung der zirkulierenden Luft.

[0046] Die flache Röhre **2** für den Wärmetauscher gemäß dieser Ausführungsform ist mit vier Reihen von Wülsten versehen, genau wie die eben beschriebene Ausführungsform, aber sie unterscheidet sich in der Anordnung der Wülste. Die sich aus den Wülsten ergebenden Ausnehmungen befinden sich entfernt von der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms an der oberen und unteren Oberflächen der Röhre, so dass die Möglichkeit, so dass sich Schmutz in den Ausnehmungen ansammelt, weiter reduziert werden kann.

[0047] Genauer gesagt stehen von den vier Reihen von Wülsten, die in Richtung der Breite der Röhre, d. h. in Richtung des Luftstroms ausgeformt sind, ein erster und ein zweiter Wulst von der unteren Röhrenwand aufwärts hervor, während ein dritter und ein vierter Wulst von der oberen Röhrenwand nach unten hervorstehen. Der Schmutz in dem Luftstrom wird nach und nach von den abstrahlenden Finnen etc. gefangen, während die Luft entlang der Richtung der Breite der Röhre strömt, so dass die Ansammlung des Schmutzes in den Ausnehmungen verhindert werden kann, indem die Ausnehmungen, die von der unteren Röhrenwand hervorstehen, so weit entfernt wie möglich von dem Bereich der Röhre, der zuerst zu dem Luftstrom hinweist, kollektiv ausgebildet werden. Andererseits sind der erste und zweite Wulst **11B** (1) und **11B** (2), die von der unteren Röhrewand aufwärts hervorstehen und der dritte und vierte Wulst **11A** (3) und **11A** (4), die von der oberen Röhrenwand abwärts hervorstehen, symmetrisch bezüglich rechts bzw. links entlang der Richtung der Breite der Röhre ausgeformt, um die nachteiligen Auswirkungen auf die Formbarkeit der Röhre und die Deformation der Röhre zu vermeiden.

[0048] Nun wird die flache Röhre für den Wärmetauscher gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die **Fig.** 6 beschrieben. In **Fig.** 6 bezeichnen Pfeilmarkierungen die Richtung des Luftstroms.

[0049] Im Fall der flachen Röhre **2** für den Wärmetauscher gemäß dieser Ausführungsform bilden, abgesehen von dem ersten Wulst, der auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite des Luftstroms ausgeformt ist, der zweite, dritte und vierte Wulst jeweils Wülste **13A** und **13B**, die jeweils von der äußeren Oberfläche **2A** der oberen Röhrenwand und der äußeren Oberfläche **2B** der unteren Röhrenwand einwärts hervorstehe. Die Wülste **13A** und **13B** stehen jeweils um im wesentlichen die Hälfte der inneren Höhe der flachen Röhre **2** hervor. Die oberen Bereiche der Wülste **13A** und die oberen Bereiche der Wülste **13B** sind miteinander verbunden und bilden so mehrere geteilte Durchgänge **12** in der flachen Röhre **2**. Diese Wülste **13A** und **13B** dienen nicht nur dazu, die Effizienz des Wärmetauschers zu verbessern, indem die Fläche der Röhre in Kontakt mit dem

Medium, das diese Durchgänge **12** passiert, vergrößert wird, sondern sie dienen auch als Verstärkungselemente, um den Widerstand der Röhre zu verbessern.

[0050] Außerdem steht der erste Wulst **11B** (1), der sich auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite in Richtung der Breite der Röhre befindet, von der unteren Wand der Röhre nach oben hervor. Der Betrag, um den dieser Wulst **11B** (1) hervorsteht, ist so gewählt, dass er im wesentlichen gleich der inneren Höhe der flachen Röhre **2** ist, und der Bereich der Wand der flachen Röhre **2**, der dem Wulst **11B** (1) gegenüber liegt, ist flach gelassen, aber der obere Bereich des Wulstes **11B** (1) ist mit der inneren Oberfläche der gegenüberliegenden Wand der flachen Röhre **2** verbunden.

[0051] Auf diese Art und Weise öffnet sich die sich aus dem Wulst ergebende Ausnehmung abwärts auf der am weitesten stromaufwärts liegenden Seite des Luftstroms, so dass verhindert werden kann, dass sich der Schmutz in der Ausnehmung sammelt, die sich aus dem Wulst **11B** (1) ergibt.

[0052] Nun wird die flache Röhre für dem Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Erfindung auf der Grundlage einer vierten Ausführungsform beschrieben, die in **Fig.** 7 gezeigt ist. Die flache Röhre **2** für den Wärmetauscher gemäß dieser Ausführungsform unterscheidet sich von der vorangehenden Ausführungsform darin, dass die Röhre durch Extrudieren eines Aluminiummaterials ausgebildet ist. Das Innere der Röhre ist mit Trennwänden **15** versehen, um den Durchgang in Richtung der Breite der Röhre aufzuteilen und mehrere getrennte Durchgänge **12** zu bilden. Die flache Röhre **2**, die durch ein solches Extrusionsformen erhalten wird, ist mit Ausnehmungen an ihrer äußeren Oberfläche versehen, nicht nur, um die Oberfläche zu vergrößern, sondern auch, um das Gewicht der Röhre zu reduzieren, was auch dazu führt, dass weniger Material verwendet werden muss und die Herstellkosten sinken.

[0053] Genauer gesagt ist die durch das Extrusionsformen entstandene flache Röhre **2** mit Nuten **14A** und **14B** versehen, die jeweils einen konkaven Querschnitt haben, auf der äußeren Oberfläche **2A** der oberen Wand und der äußeren Oberfläche **2B** der unteren Wand. Diese Nuten **14A** und **14B** sind, ebenso wie in der vorangehenden Ausführungsform, nicht nur abwechselnd auf den Oberflächen **2A** und **2B** der unteren und der oberen Röhrenwand vorgesehen, sondern auch so angeordnet, dass die Ansammlung des Schmutzes reduziert werden kann. Im Falle dieser Ausführungsform sind außerdem die vier Reihen von Nuten **14A**, **14B** abwechselnd auf der äußeren Oberfläche **2A** der oberen Wand und der äußeren Oberfläche **2B** der unteren Röhrenwand ausgebildet, wobei eine erste Nut **11B** (1) an der äußeren Oberfläche **2B** der unteren Röhrenwand und eine zweite Nut **14A** (2) an der äußeren Oberfläche **2A** der oberen Röhrenwand ausgeformt ist, eine dritte Nut **14B** (3) an der äußeren Oberfläche **2B** der unteren Röhrenwand und eine vierte Nut **14A** (4) an der äußeren Oberfläche **2A** der oberen Röhrenwand.

[0054] Wie oben beschrieben, ist die erste Nut **14B** (1) auf der äußeren Oberfläche **2B** der unteren Wand in der Nähe des Bereichs der Röhre ausgebildet, die zu dem Luftstrom hinweist, so dass die Ansammlung des Schmutzes in einer Ausnehmung **14B**, die sich aus der Nut **14B** (1) ergibt, verhindert werden kann. Selbst in dem Fall einer solchen flachen Röhre, die durch Extrusionsformen ausgebildet ist und mit den Nuten zum Reduzieren der Herstellkosten und auch des Gewichtes versehen ist, ist es daher möglich, die Korrosionsfestigkeit zugunsten eines längeren Lebens des Wärmetauschers **1** zu verbessern.

[0055] In dieser Ausführungsform ist die vorliegende Erfindung außerdem auf die flache Röhre angewandt, die mit vier Reihen von Wülsten oder Nuten versehen ist und mit fünf Durchgängen für das Wärmetauschermedium innerhalb der Röhre, aber die Anwendung der vorliegenden Erfindung ist nicht auf den Fall dieser Ausführungsform begrenzt, und sie ist daher auch auf alle anderen Fälle anwendbar, in denen eine beliebige Anzahl von Wülsten oder Nuten ausgeformt sind.

[0056] In dieser Ausführungsform sind außerdem die Abstände zwischen den Reihen der Wülste oder Nuten in Richtung der Breite der Röhre gleichmäßig, aber solche Abstände können auch teilweise unterschiedlich sein. Außerdem können alle Wülste von der unteren Wand der Röhre aufwärts hervorstehen, solange eine solche Anordnung die Festigkeit der Röhre nicht nachteilig beeinflusst.

[0057] In dieser Ausführungsform sind außerdem die Wülste in der Abfolge in der Richtung der Breite der Röhre ausgeformt, aber die Wülste können auch mit Unterbrechungen oder unregelmäßig ausgeformt sein, oder jeder Wulst kann mit einem Zwischenraum an einer vorbestimmten Stelle versehen sein, so dass eine Verbindung zu den benachbarten Durchgängen innerhalb der Röhre besteht.

[0058] In dieser Ausführungsform ist die flache Röhre außerdem ausgeformt, indem ein Blech gebogen wird, aber diese Ausführungsform ist nicht auf das Verfahren dieser Ausführungsform begrenzt. Die Röhre kann auch ausgeformt werden, indem zwei Bleche verbunden werden, und die Röhre kann mit den Wülsten an vorbestimmten Stellen versehen sein, genau wie die aus einer einzelnen Platte ausgebildete Röhre.

Patentansprüche

1. Verwendung eines Wärmetauschers (**1**) mit mehreren Röhren (**2**),
wobei jede Röhre (**2**) durch Biegen eines einzelnen Blechs oder durch Verbinden zweier Bleche ausgeformt ist, und wobei an jeder Röhre (**2**) mehrere Wülste (**11**, **13**) ausgeformt sind, die jeweils einen konkaven Querschnitt haben, wobei die oberen Bereiche der Wülste (**11**, **13**) mit der Oberfläche der ge-

genüberliegenden Röhrenwand (**2A**, **2B**) verbunden sind, so dass mehrere aufgeteilte Durchgänge (**12**) in der Röhre (**2**) ausgebildet sind, wobei der Wärmetauscher (**1**) so angeordnet ist, dass Luft entlang der Breite der Röhren (**2**) von einer stromaufwärtigen Seite zu einer stromabwärtigen Seite des Wärmetauschers (**1**) strömen kann, und wobei in jeder der Röhren (**2**) zumindest ein Wulst (**11B**, **13B**) von der unteren Röhrenwand (**2B**) am entfernten Ende der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms entlang des Wärmetauschers (**1**) nach oben hervorsteht, während alle Wülste (**11A**, **13A**), welche von der oberen Röhrenwand (**2A**) nach unten hervorstehen, stromabwärts des zumindest einen aufwärts hervorstehenden Wulstes (**11B**, **13B**) vorgesehen sind,
zum Austauschen von Wärme zwischen einem Wärmetauschermedium, das durch die Röhren (**2**) hindurchtritt, und dem Luftstrom, der den Wärmetauscher (**1**) passiert.

2. Verwendung eines Wärmetauschers (**1**) nach Anspruch 1, wobei die oberen Bereiche der Wülste (**11**, **13**) mit der gegenüberliegenden flachen Oberfläche der Röhrenwand (**2A**, **2B**) oder den oberen Bereichen der Wülste (**11**, **13**), an der gegenüberliegenden Röhrenwand (**2A**, **2B**) verbunden sind, und wobei die Wülste (**11**, **13**), die sich stromabwärts des nach oben hervorstehenden Wulstes (**11B**, **13B**) befinden, am entfernten Ende der stromaufwärtigen Seite einwärts und abwechselnd von der oberen und der unteren Röhrenwand (**2A**, **2B**) hervorstehend ausgeformt sind.

3. Verwendung eines Wärmetauschers (**1**) mit mehreren Röhren (**2**),
wobei jede Röhre (**2**) aus einem Aluminiummaterial oder einem Aluminiumlegierungsmaterial durch Extrusion ausgeformt ist, wobei die äußere Oberfläche jeder Röhre (**2**) mit mehreren Nuten (**14**) versehen ist, die einen konkaven Querschnitt haben, und wobei jede Röhre (**2**) mit Trennwänden (**15**) versehen ist, um das Innere der Röhre seitlich in mehrere innere Durchgänge (**12**) aufzuteilen, wobei der Wärmetauscher (**1**) so angeordnet ist, dass Luft von einer stromaufwärtigen Seite zu einer stromabwärtigen Seite des Wärmetauschers (**1**) entlang der Breite der Röhren (**2**) strömen kann, und wobei in jeder der Röhren (**2**) zumindest eine Nut (**14B**) in der unteren Röhrenwand am entfernten Ende der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms entlang des Wärmetauschers (**1**) ausgeformt ist, während alle Nuten (**14A**), die in der oberen Röhrenwand (**2A**) ausgeformt sind, stromabwärts der zumindest einen Nut (**14B**) vorgesehen sind,
zum Austauschen von Wärme zwischen einem Wärmetauschermedium, das durch die Röhren (**2**) hindurchtritt, und dem Luftstrom, der den Wärmetauscher (**1**) passiert.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

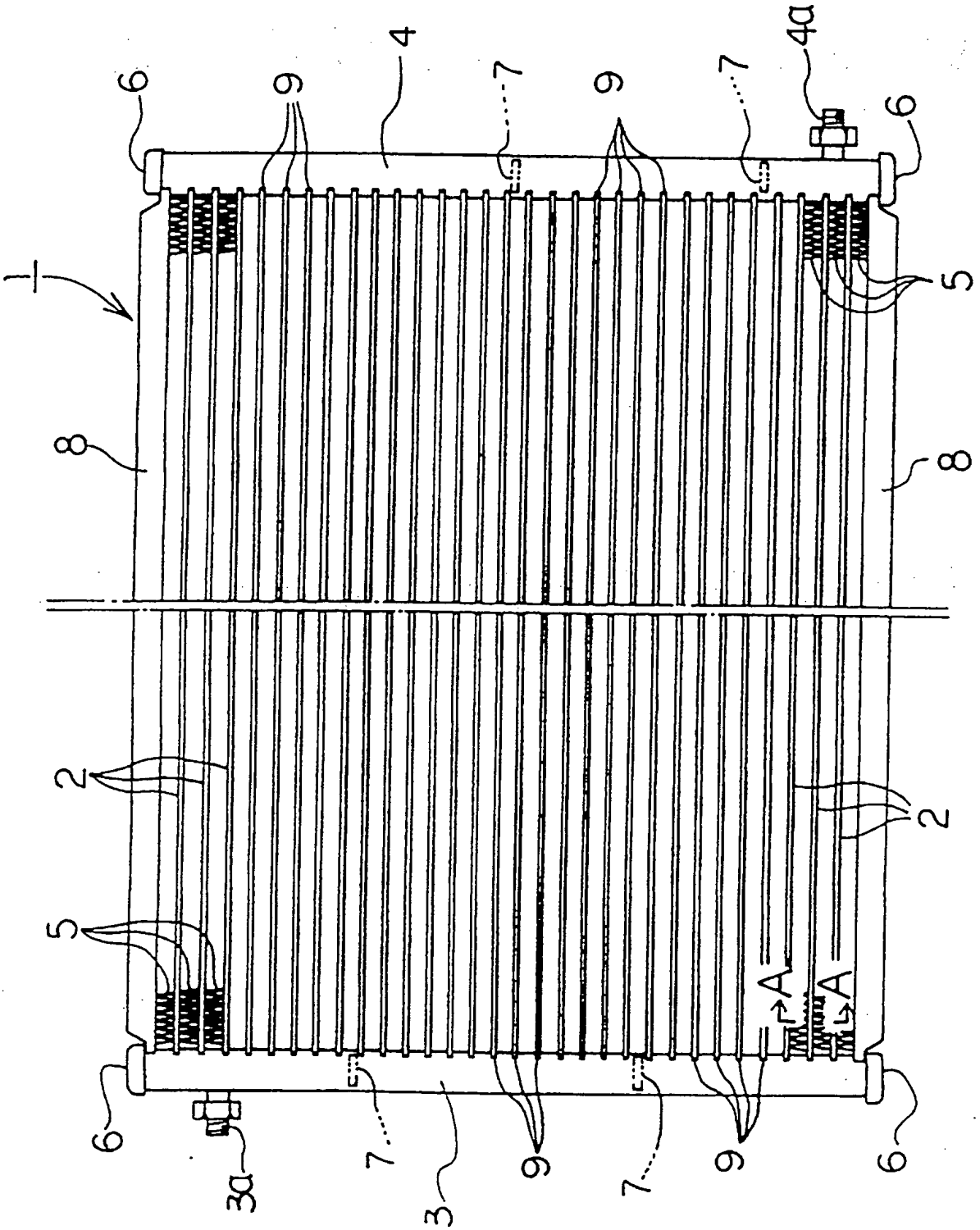


FIG.1

FIG. 2

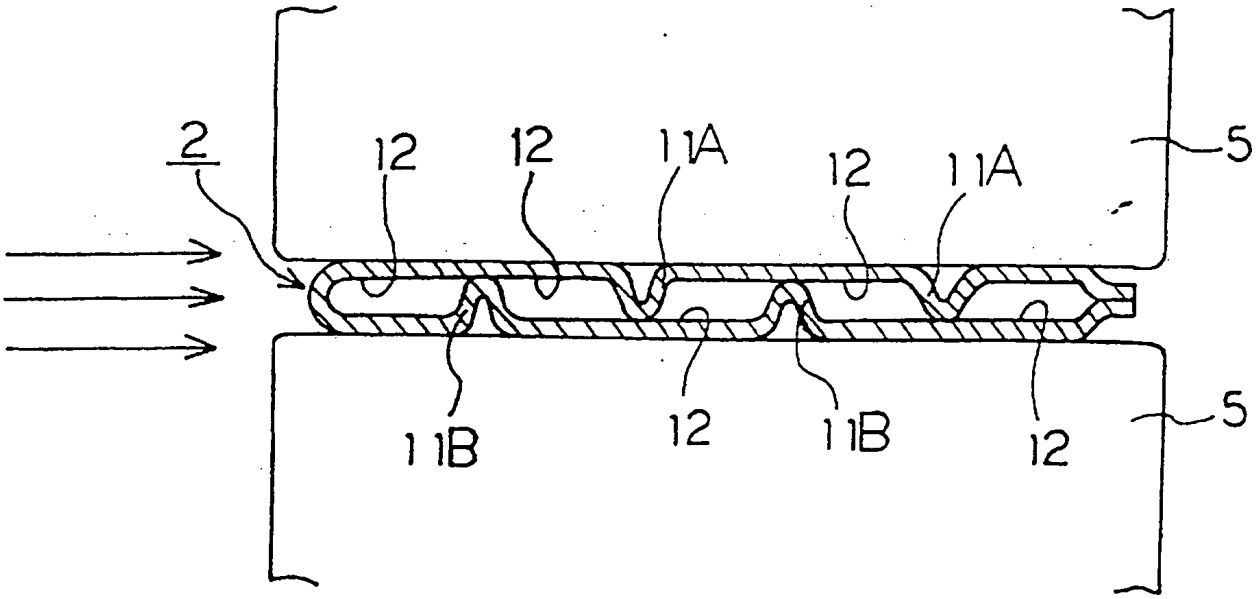


FIG. 3.

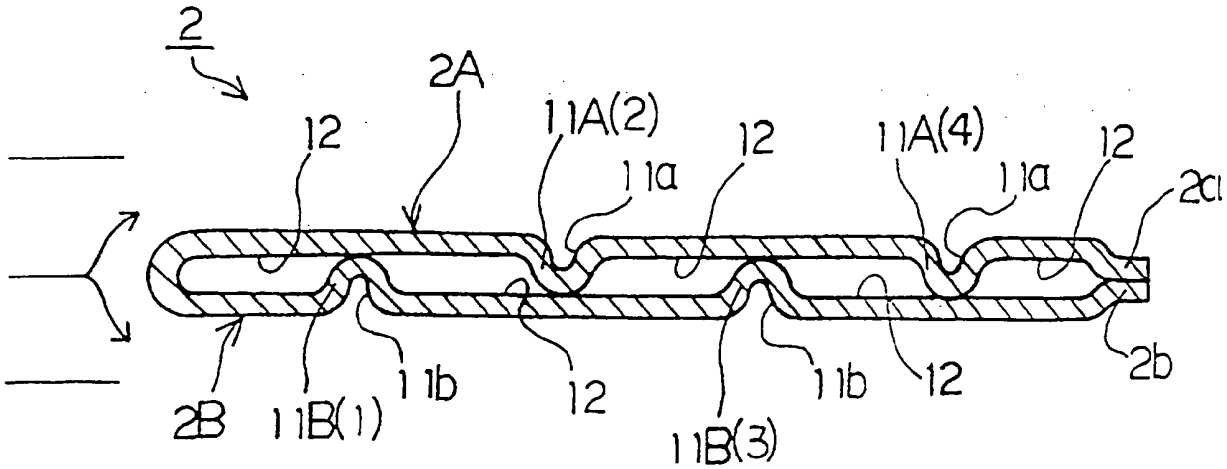

2
2A
12
11A(2)
11a
12
11A(4)
11a
12
2a
2B
11B(1)
11b
12
11B(3)
11b
12
2b

FIG. 4

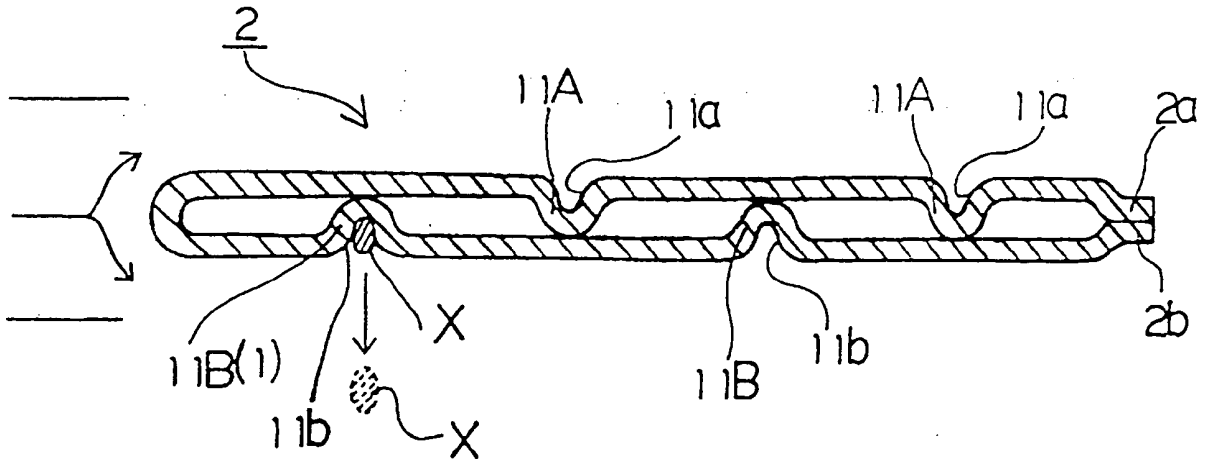

2
11A
11a
11A
11a
2a
11B(1)
11b
X
X
11B
11b
2b

FIG. 5

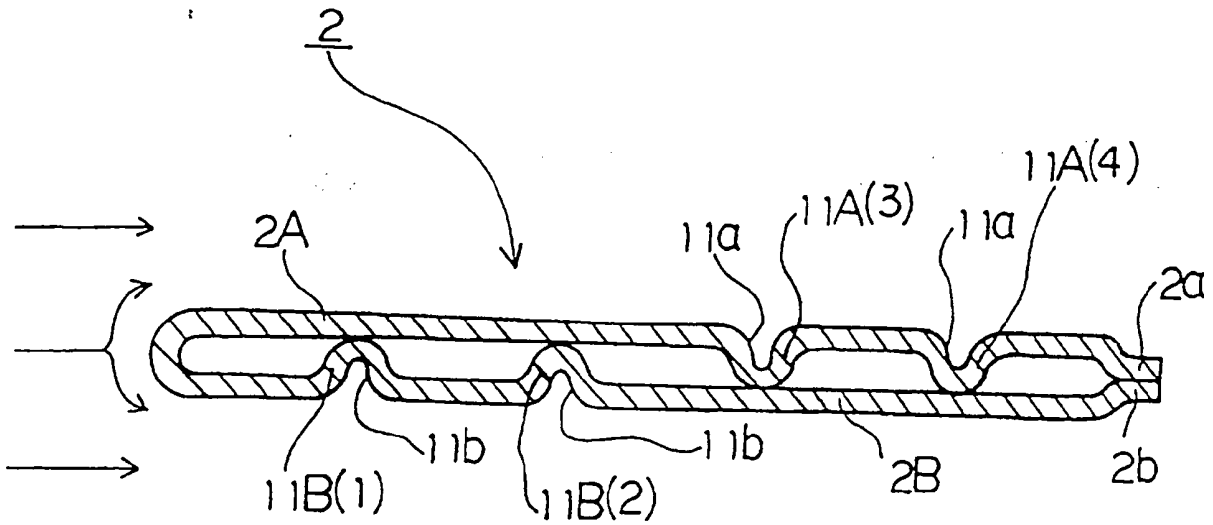

2
2A
11a
11A(3)
11a
11A(4)
2a
11b
11b
11B(1)
11B(2)
2B
2b

FIG. 6

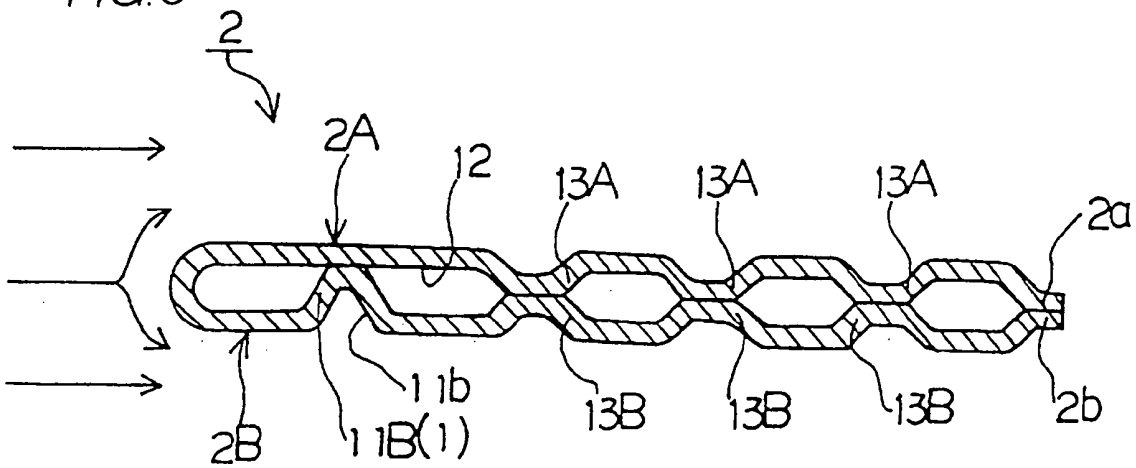

2
2A
12
13A
13A
13A
2a
11b
13B
13B
13B
2b
2B
11B(1)

FIG. 7

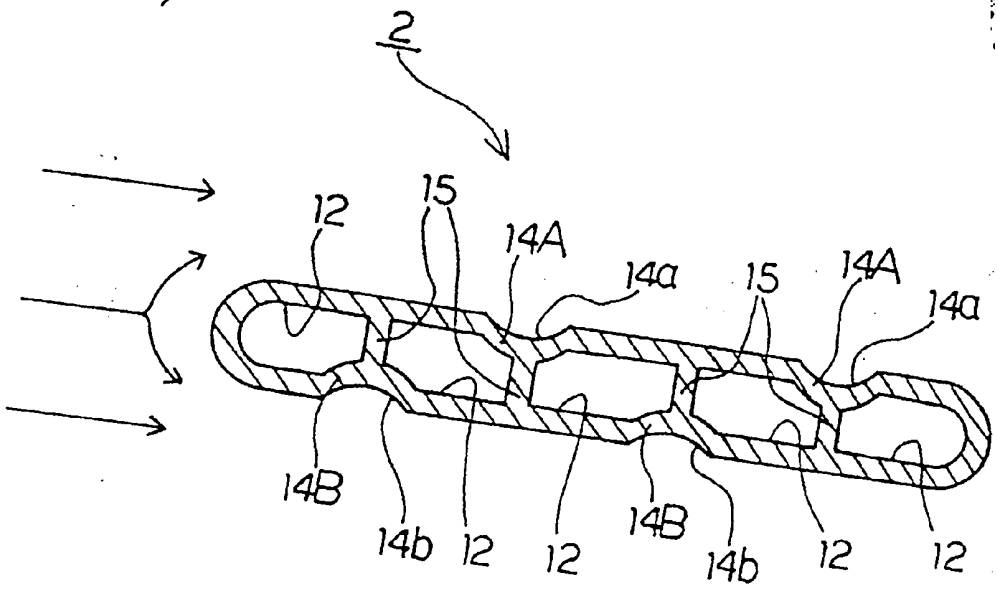
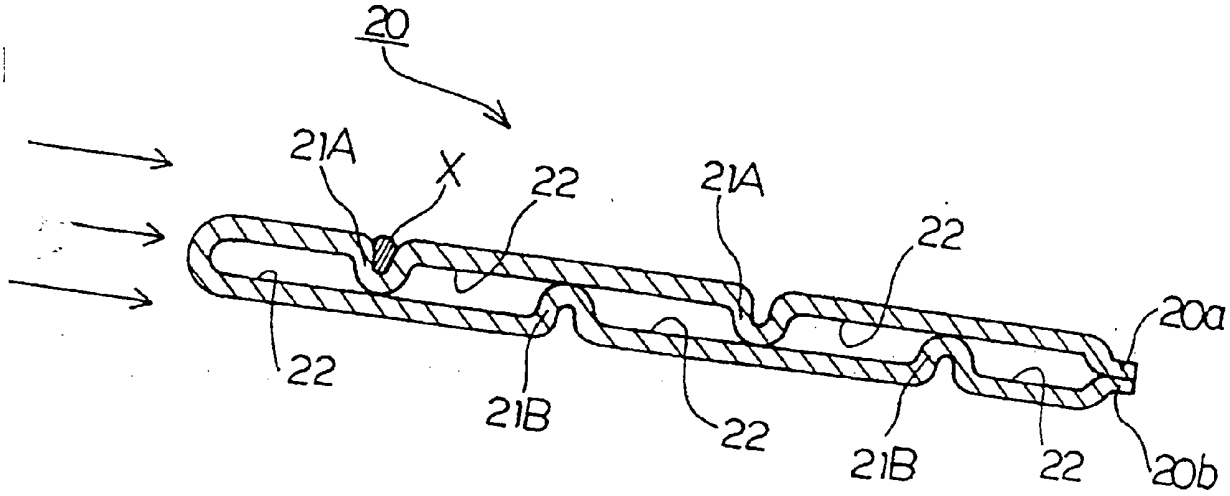

2
12
15
14A
14a
15
14A
14a
14B
14b
12
12
14B
14b
12
12

FIG. 8


20
21A
X
22
21A
22
20a
22
21B
22
21B
22
20b