



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 172 626 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.01.2002 Patentblatt 2002/03**

(51) Int Cl.7: **F28F 21/06**, F28D 7/00,  
F28D 9/00

(21) Anmeldenummer: **01113370.9**

(22) Anmeldetag: **01.06.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **Joma-Polytec Kunststofftechnik  
GmbH**  
**72411 Bodelshausen (DE)**

(72) Erfinder: **Maute, Alexander**  
**72379 Hechingen/Stetten (DE)**

(30) Priorität: **14.07.2000 DE 10034568**  
**18.11.2000 DE 10057240**

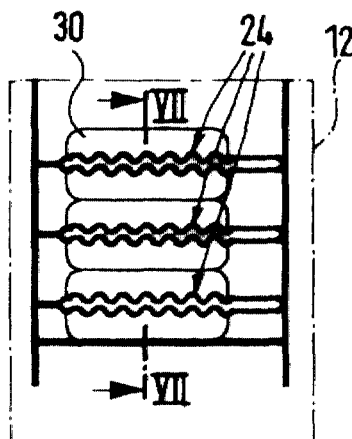
(74) Vertreter: **Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker**  
**Patentanwälte, Postfach 10 37 62**  
**70032 Stuttgart (DE)**

(54) **Verwendung eines Wärmetauschers**

(57) Verwendung eines Wärmetauschers mit einem Medienführungskörper, der zwei Gruppen von sich kreuzenden Kanälen (24, 46) bzw. (110, 112) für getrennt zu führende Medien aufweist, von denen die eine Kanalgruppe (24; 110) rohrartig und die andere Kanalgruppe (46; 112) schachtartig ausgebildet ist und die letztere Kanalgruppe (46; 112) durch an die rohrartigen

Kanäle (24; 110) außenseitig im Abstand voneinander vorgesehene und quer zur Rohrachse gerichtete Stege (30; 126) gebildet sind, wobei die rohrartigen Kanäle (24; 110) und die Stege (30; 126) aus wenigstens einer umgeformten, aus thermoplastischem Kunststoff (32) oder aus einem wärmeleitenden Metall bestehenden Folie (140) gemeinsam hergestellt sind, zur Temperaturregelung bzw. Klimaführung in Räumen.

**Fig.3**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf die Verwendung eines Wärmetauschers mit den im Anspruch 1 erläuterten Merkmalen.

**[0002]** Bekannte Wärmetauscher dieser Bauart sind als Kühler für das Kühlwasser oder das Schmieröl von Verbrennungsmotoren (vergl. DE 199 39 531 C1) sowie als Aggregat für Kondensationswäschetrockner (vergl. DE 198 38 525 A1) konzipiert und zeichnen sich durch ein geringes Gewicht sowie durch eine im Aufbau einfache und kostengünstig zu fertigende Konstruktion aus.

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Wärmetauscher dieser Art einem neuen Anwendungsbereich zuzuführen, der erfindungsgemäß in der Verwendung des Wärmetauschers zur Temperaturregelung bzw. Klimaführung in Räumen besteht.

**[0004]** Der Einsatz des Wärmetauschers bietet somit bspw. die Möglichkeit, die Fahrgastzelle von Fahrzeugen oder Gebäuderäumen sowohl zu kühlen als auch zu erwärmen, je nachdem, in welcher Kombination entsprechende Medien entsprechend den Ansprüchen 2 oder 3 durch die Kanäle des aus einer umgeformten Kunststoffolie gebildeten Medienführungskörpers hindurch geleitet werden.

**[0005]** Wird demgemäß durch die rohrartigen Kanäle Kältemittel zur Luftentfeuchtung zwecks Luftkühlung hindurchgeleitet, bildet der Wärmetauscher einen Kondensator, während dieser beim Hindurchführen von erhitztem Kühlwasser durch diese Kanäle die Funktion eines Heizregisters zur Erwärmung der Raumluft in Gebäuden oder in einer Fahrgastzelle übernimmt.

**[0006]** In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele von im Sinne der Erfindung verwendbaren Wärmetauschern dargestellt. Es zeigen:

Figur 1 eine Vorderansicht eines ursprünglich einen Kühler für das Kühlwasser einer Verbrennungskraftmaschine bildenden, erfindungsgemäß als Heizregister zur Erwärmung einer Fahrgastzelle verwendbaren Wärmetauschers;

Figur 2 einen Querschnitt des Wärmetauschers, entlang der Linie II-II der Fig. 1 gesehen.

Figur 3 einen in Fig. 2 durch einen strichpunktierten Kreis angedeuteten Ausschnitt, in vergrößertem Maßstab;

Figuren 4a und 4b jeweils einen Querschnitt durch eine Kunststoffolie zur Bildung eines mit lamellenartigen Stegen bestückten Flüssigkeitsrohres;

Figur 5 eine Draufsicht auf die Kunststoffolie, in verkürzter Darstellung;

Figuren 6a und 6b jeweils einen Querschnitt durch ein aus einer Folie gemäß Fig. 4a bzw. 4b gebildetes Flüssigkeitsrohr;

Figur 7 einen Schnitt entlang der Linie VII-VII der Fig. 3; und

Figur 8 die linke Hälfte der Fig. 4a in stark vergrößerter und teilweise aufgebrochen gezeigter Darstellung.

Figur 9 einen Längsschnitt eines zur Klimatisierung eines Raumes durch Regelung der Raumluftfeuchtigkeit vorgesehenen Wärmetauschers entlang der Linie B-B der Figur 10;

Figur 10 einen Querschnitt des Wärmetauschers entlang der Linie A-A der Figur 9;

Figur 11 einen durch einen strichpunktierten Kreis angedeuteten Ausschnitt der Darstellung gemäß Figur 9, in stark vergrößertem und verkürztem Maßstab;

Figur 12 eine schaubildliche Darstellung eines einen Medienführungskörper bildenden Plattenpakets des Wärmetauschers gemäß Figur 9 und 10;

Figur 13 einen Teillängsschnitt durch ein als Zuschnitt vorgeformtes Plattenteil aus Aluminiumfolie;

Figur 14 eine Darstellung des Plattenteils gemäß Figur 13, in zusammengeschobenem Zustand;

Figur 15 eine schematische Schnittansicht der zueinander versetzten Anordnung von Stegteilstücken.

**[0007]** Der in Fig. 1 gezeigte Wärmetauscher bildet beispielsweise ein Heizregister zur Erwärmung einer Fahrgastzelle eines von einem Verbrennungsmotor getriebenen Fahrzeuges. Er weist in bekannter Weise einen Rahmen 10 auf, dessen seitliche Rahmenschenkel 12 und 14 kastenartig ausgebildet sind. Der Rahmenschenkel 12 enthält eine über einen Eintrittsstutzen 16 mit dem Kühlwasserrückfluss des Verbrennungsmotors verbindbare Wasserzuflusskammer, während der Rahmenschenkel 14 eine Wasserabflusskammer enthält, die über einen Austrittsstutzen 18 an eine Wasserpumpe des Verbrennungsmotors anschließbar ist.

**[0008]** Beide Rahmenschenkel 12, 14 sind über einen oberen und einen unteren, im Querschnitt vorzugsweise U-förmigen Rahmenschenkel 20 und 22 miteinander ecksteif verbunden.

**[0009]** Innerhalb des Rahmens 10 ist ein Heiznetz vorgesehen, das aus einer Vielzahl von einzelnen, sich beispielsweise horizontal erstreckenden und übereinander angeordneten Flüssigkeits- bzw. Wasserrohren 24 gebildet ist. Diese stehen endseitig, wie an sich bekannt, mit den beiden Kammern der Rahmenschenkel 12, 14 in Verbindung, wobei die abgedichtete Anordnung der Wasserrohre 24 des Heiznetzes an den Rahmenschenkeln 12, 14 mittels Gießharz oder auf andere geeignete Weise bewerkstelligt sein kann. Die Rahmenschenkel 12, 14 sowie die in den Rahmen 10 integrierten Flüssigkeits- bzw. Wasserrohre 24 bilden einen Medienführungskörper.

**[0010]** Im Folgenden wird die Konstruktion der Wasserrohre 24 sowie deren Fertigung im Einzelnen erläutert:

**[0011]** Die Wasserrohre 24 weisen gemäß Fig. 6a und 6b bevorzugt den Querschnitt eines Flachrohres auf und sind im Rahmen 10, in einer gemeinsamen Ebene übereinanderliegend, so vorgesehen, dass ihre flachen Rohrwandteile 26 und 28 übereinanderliegen. An beiden Rohrwandteilen 26 und 28 sind außenseitig in Rohrlängsrichtung im Abstand voneinander sich quer zur Rohrachsrachrichtung erstreckende, schachtartige Kanäle bildende, lamellenartige Stege 30 vorgesehen, so dass die den Wärmetauscher durchströmenden Medien kreuzend geführt sind.

**[0012]** Die Wasserrohre 24 bestehen aus druck- und hydrolysebeständigem, temperaturgeeignetem, hochfestem Kunststoff, wie PA 6.6, PEI, PEEK, PAI oder PPS, wobei diese in zwei Arbeitsgängen aus einer Kunststoffolie 32 von vorzugsweise 0,30 mm gefertigt werden.

**[0013]** Diese Kunststoffolie 32 wird beispielsweise in einem Tiefziehwerkzeug unter Anwendung eines Unterdruckes thermisch umgeformt und in die in den Fig. 4a und 4b gezeigte Form gebracht.

**[0014]** Die Kunststoffolie 32 weist dadurch zwei Folienhälften 32a und 32b auf, die über eine sich in Folienlängsrichtung erstreckende, umgekehrt rinnenartige Vertiefung 34 miteinander biegsam verbunden sind.

**[0015]** Die Seitenwände 36, 38 dieser Vertiefung 34 erweitern diese kontinuierlich nach außen und weisen hierzu im Querschnitt Teilkreisform auf. Der Boden 40 dieser Vertiefung 34 weist im Querschnitt vorzugsweise die Form eines Halbkreises auf.

**[0016]** Die Querschnittsform der rinnenartigen Vertiefung 34 stellt sicher, dass sich die Kunststoffolie 32 in einer Weise falten lässt, dass beide Folienhälften 32a und 32b deckungsgleich übereinander zu liegen kommen (s. Fig. 6a und 6b) und sich dann die Rohrwandteile 26, 28 bis zur längsseitigen, durch den Rinnenboden 40 gebildeten Verbindungskante parallel erstrecken und damit der Rohrquerschnitt über die gesamte Rohrbreite gleich ist.

**[0017]** Beide Folienhälften 32a und 32b weisen jeweils ein äußeres Längsrandstück 42 bzw. 44 auf, die zu dem sich anschließenden Rohrwandteil 26 bzw. 28 stufenförmig derart abgesetzt sind, dass bei deckungsgleicher Zuordnung beider Folienhälften 32a und 32b die Rohrwandteile zueinander parallel verlaufen. Zur Fertigstellung der Wasserrohre 24 sind dann nach dem Falten der Kunststoffolie 32 deren Längsrandstücke 42 und 44 lediglich noch dicht miteinander zu verbinden, was beispielsweise durch Kleben oder Falzen, vorzugsweise jedoch durch Schweißen, zu bewerkstelligen ist.

**[0018]** Die lamellenartigen Stege 30 weisen aufgrund des Tiefzieh- oder gegebenenfalls eines Prägevorganges einen U-förmigen Querschnitt mit zwei Stegwandteilen auf. Diese werden nach der Thermobehandlung der Kunststoffolie 32 miteinander verbunden und dadurch so ausgesteift, dass bei einem in den Wasserrohren 24 ggf. herrschenden hohen Betriebsdruck des Wärmetauschers sichergestellt ist, dass sich ein Aufblähen der Stege 30 zur Seite hin und damit eine Verkleinerung des Querschnitts der durch die Stege 30 definierten, schachtartigen Luftkanäle 46 und eine dadurch bedingte Verringerung des Warmluftdurchsatzes nicht ergeben kann.

**[0019]** Die lamellenartige Stege 30 können sich senkrecht zur Rohrlängsachse erstrecken. Zu bevorzugen ist jedoch die in Fig. 5 gezeigte, leicht bogenförmig gekrümmte Stegausbildung, wobei in zusammengeklapptem Zustand der Kunststoffolie 32 die Stege 30 sich aufeinander abstützen, wie dies in Fig. 7 angedeutet ist.

**[0020]** Die Höhe der Stege 30 kann dadurch um die Hälfte kleiner gewählt werden, als wenn diese geradlinig ausgebildet wären und sich unmittelbar am benachbarten Wasserrohr 24 abstützen würden. Im letzteren Falle müssten die Stege 30 an beiden Folienhälften 32a und 32b zueinander auch auf Lücke versetzt angeformt werden, wobei aus dem Eingriff der Stege 30 der einen Folienhälfte zwischen diejenigen der anderen Folienhälfte wiederum eine Verkleinerung des Querschnitts der Warmluftkanäle resultieren würde.

**[0021]** Wie die Fig. 4b und 6b zeigen, besteht bei diesem Ausführungsbeispiel der Kunststoffolie 32 im Vergleich zu demjenigen der Fig. 4a und 6a ein konstruktiver Unterschied darin, dass die flachseitigen Rohrwandteile 26, 28

einen gewellten Querschnitt aufweisen, wobei die beiden Wellenlinien vorzugsweise zueinander parallel verlaufen. Dadurch ist, aufgrund der so erhaltenen Oberflächenvergrößerung bei kontinuierlichem Querschnitt des Flachrohres, eine wesentliche Temperatursteigerung für die zu erwärmende Luft erzielbar.

**[0022]** Wie aus Fig. 8 ersichtlich ist, weist die Kunststoffolie 32 noch eine deren Festigkeit erhöhende Verstärkungseinlage in Form eines Gitternetzes 48 auf, das aus Glas- oder Kohlefasern mit einer Länge von vorzugsweise 30 mm bestehen kann. Insbesondere sind hierfür Fasern aus hochreißfestem Material, wie Aramid, geeignet.

**[0023]** Das Gitternetz 48 ist hierbei in der Kunststoffolie 32 derart orientiert, dass zur Bildung der Stege 30 die Netzdurchbrüche 50 in Steghochrichtung Rautenform einnehmen. Der Schrägverlauf der Netzfäden 52 unter einem Winkel von 45° verleiht hierbei dem Gitternetz 48 bei der thermischen Umformung der Kunststoffolie 32 große Elastizität bzw. Dehnfähigkeit.

**[0024]** Alternativ hierzu kann die Kunststoffolie mit kurzen oder langen Fasern verstärkt werden, wobei vorteilhaft kurze Fasern bei relativ großer Steghöhe und lange Fasern bspw. Gitternetze bei relativ kurzer Steghöhe zum Einsatz kommen können.

**[0025]** Den Rahmenschenkeln 20, 22 kommt bei der erläuterten erfindungsgemäßen Ausbildung der Wasserrohre 24 insofern noch wesentliche Bedeutung zu, als durch diese bei entsprechend auftretenden Betriebsdrücken ein Aufblähen der Wasserrohre 24 in Hochrichtung ihrer Stege 30 unterbunden wird.

**[0026]** Der in den Figuren 9 - 15 dargestellte Wärmetauscher weist beispielsweise fünf horizontale Ebenen von von Raumluf durchströmen, im Querschnitt vorzugsweise in etwa zylindrischen Raumlufkanälen 110 auf, die in radialem Abstand zueinander parallel verlaufen und von Ebene zu Ebene vorzugsweise auf Lücke versetzt sind. Quer zu den Raumlufkanälen 110 und parallel zu deren Ebenen erstrecken sich in insgesamt sechs Ebenen im Querschnitt rechteckförmige bzw. schachtartige Kuhlufkanäle 112.

**[0027]** Beide Arten von Kanälen 110 und 112 sind durch übereinander gestapelte, vorzugsweise rechteckförmige Platten 114 eines einen Medienführungskörper bildenden Plattenpaketes gebildet, die ihrerseits jeweils aus zwei zueinander gleich geformten und einander symmetrisch zugeordneten Plattenteilen 16 und 18 hergestellt sind (siehe Fig. 11 und 12).

**[0028]** Im vorliegenden Falle sind diese Plattenteile 116, 118 einstückig aus einer Folie aus thermoplastischem Kunststoff, vorzugsweise Polypropylen, gefertigt. Sie können ebenso gut einstückig aus einer Folie aus gut wärmeleitendem Metall, vorzugsweise Aluminium, geformt sein.

**[0029]** Jedes Plattenteil 118 ist entlang seiner beiden gegenüberliegenden Längsrandstücke 120 und 122 mit solchen mit 120' und 122' bezeichneten des diesen symmetrisch zugeordneten Plattenteils 116 vorzugsweise durch Kleben, Verschweißen, Druckfügen oder Falzen dicht verbunden.

**[0030]** Zur Bildung der Raumlufkanäle 110 für die feuchte bzw. zu kühlende Raumluf ist jedes Plattenteil 116 bzw. 118 mit eingeformten, zueinander parallelen, rinnenartigen, im Querschnitt halbkreisförmigen Vertiefungen 124 ausgestattet. Diese können sich zu zylindrischen Rohren oder zu Flachrohren ergänzen, wobei es im letzteren Falle günstig ist, die beiden flachseitigen Rohrwandteile im Querschnitt gewellt auszubilden. Zur Bildung der Kuhlufkanäle 112 sind an die Plattenteile 116, 118 sich quer zu deren Vertiefungen 124 bzw. deren luftdicht miteinander verbundenen Längsrandteilen 120, 122 erstreckende, senkrecht abragende und zueinander parallele Stege 126 angeformt.

**[0031]** Dient der Wärmetauscher zur Temperierung der Raumluf, sind die Stegwandteile der doppelwandigen Stege 126 vorzugsweise gegenseitig fest miteinander zu verbinden, um sicherzustellen, dass sich diese bei entsprechenden Arbeitsdrücken nicht zur Seite hin aufblähen können.

**[0032]** Jede Platte 114 zeichnet sich somit durch obere und untere, in einer gemeinsamen vertikalen Ebene liegende Stege 126 aus. Vertiefungen 124 und Stege 126 verleihen den aus dünnen Kunststoffolien von vorzugsweise lediglich 0,20 mm bis 0,40 mm Dicke bestehenden Plattenteilen 116, 118 eine Steifigkeit, die sicherstellt, dass im gegenseitigen, festen Verbund von aufeinandergestapelten Platten 114 gemäß Figur 9 ein in sich ausgesteifter Medienführungskörper erzielt wird.

**[0033]** In diesen Plattenverbund greifen, wie Figur 11 zeigt, die Stege 126 einer Platte 114 zur Bildung der Kuhlufkanäle 112 zwischen zwei Stege 126 einer sich darunter bzw. darüber befindenden Platte 114 ein, vorzugsweise derart, dass sich benachbarte Stege 126 einander berühren (**1. Variante**). Es ist aber auch denkbar, die Stege 126 zweier Platten 114, wie strichpunktirt angedeutet, jeweils mittig zwischen diejenigen der anderen Platte 116 eingreifen zu lassen, wodurch sich die Anzahl der Kuhlufkanäle 112 verdoppeln läßt und die Effizienz des Wärmetauschers steigt (**2. Variante**).

**[0034]** Die Platten 114 des Plattenpaketes bzw. Medienführungskörpers sind an ihren Stirnenden gemeinsam jeweils in einem vorzugsweise aus Kunststoff bestehenden Halterahmen 128 bzw. 130 abgedichtet gehalten, was mittels eines Klebers 132, vorzugsweise aus Gießharz, bewerkstelligt ist.

**[0035]** Die Stege 126 der oberen und unteren Platten 114 sind zur Bildung von am Wärmetauscher außenseitig liegenden Kuhlufkanälen 112 jeweils durch eine Platine 132 bzw. 134 abgedeckt, die stirnseitig gleichfalls in den Halterahmen 128, 130 festgelegt sind.

**[0036]** Der so gebildete Wärmetauscher weist somit selbst kein zur Bildung der Kanäle 110 für den Kondensatabfluss

erforderliches Gehäuse auf. Er ist als Baueinheit in eine Gehäuseöffnung eines Klimatisierungsgerätes einschiebbar, wobei zu dessen Handhabung an seiner vorderen Stirnseite ein Handgriff 138 vorgesehen ist. Er kann ebensogut in einem solchen Gerät fest installiert sein.

[0037] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Fertigung der Plattenteile 18 aus Metallfolie ist in den Figuren 13 und 14 veranschaulicht.

[0038] In eine Aluminiumfolie 140 werden in Längsrichtung der zu bildenden Führungskanäle 110 für die Raumluft rinnenartige Vertiefungsteilstücke 142 und quer zu deren Längserstreckung giebeldachartige Abschnitte 144, 146 eingestrichelt. Hierzu werden durchgehende, rinnenförmige Vertiefungen und quer hierzu und in dieselbe Einformungsrichtung giebeldachartige Abschnitte eingestrichelt. Schließlich wird die Folie 140 in Erstreckungsrichtung der rinnenartigen Vertiefungsteilstücke 142 derart zusammengeschoben, dass sich diese stirnseitig berühren und die beiden Hälften der giebeldachartig ausgestrichelten Abschnitte 144, 146 zur Ausbildung der Stege 126 im Wesentlichen aneinander anliegen.

[0039] Zur Fertigung der Plattenteile aus Kunststofffolie, beispielsweise Polypropylen, in einer zu bevorzugenden Dicke von ca. 0,20 mm kann eine Vakuum-Thermo-Umformung angewandt werden. Die Folie wird vorgeheizt und in einem Werkzeug, vorzugsweise in einem einzigen Zug, in die gewünschte Form gezogen. Der vorstehend erwähnte Verfahrensschritt des Zusammenschiebens ist dann nicht erforderlich. In dem Werkzeug sind finnen- oder schwertartige Metallstreifen eingesetzt, welche die in den Figuren dargestellten Stege 126 ausformen.

[0040] Wie aus Figur 15 ersichtlich ist, sind, gemäß einer weiteren Ausführungsform, die Stegteilstücke 150 in Längsrichtung geteilt und quer zu ihrer Längsrichtung versetzt zueinander angeordnet. Die finnen- oder schwertartigen Metallstreifen durchtrennen die Kunststofffolie nicht, sondern diese wird quasi tiefgezogen. Auf diese Weise wird eine in Umfangsrichtung geschlossene Umfangskontur der Stegteilstücke 150 und eine verrundete Anströmkante 152 erreicht.

## Patentansprüche

1. Verwendung eines Wärmetauschers mit einem Medienführungskörper, der zwei Gruppen von sich kreuzenden Kanälen (24, 46) bzw. (110, 112) für getrennt zu führende Medien aufweist, von denen die eine Kanalgruppe (24; 110) rohrartig und die andere Kanalgruppe (46; 112) schachtartig ausgebildet ist und die letztere Kanalgruppe (46; 112) durch an die rohrartigen Kanäle (24; 110) außenseitig im Abstand voneinander vorgesehene und quer zur Rohrachse gerichtete Stege (30; 126) gebildet sind, wobei die rohrartigen Kanäle (24; 110) und die Stege (30; 126) aus wenigstens einer umgeformten, aus thermoplastischem Kunststoff (32) oder aus einem wärmeleitenden Metall bestehenden Folie (140) gemeinsam hergestellt sind, zur Temperaturregelung bzw. Klimaführung in Räumen.
2. Verwendung eines Wärmetauschers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der einen Gruppe von Kanälen (24, 46) Raumluft und in der anderen Gruppe von Kanälen (110, 112) Kühlluft geführt wird.
3. Verwendung eines Wärmetauschers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der einen Gruppe von Kanälen (46; 112) des Medienführungskörpers ein gasförmiges und in der anderen Gruppe von Kanälen (24; 110) ein flüssiges Medium zur Kühlung oder Erwärmung von Räumen geführt wird.

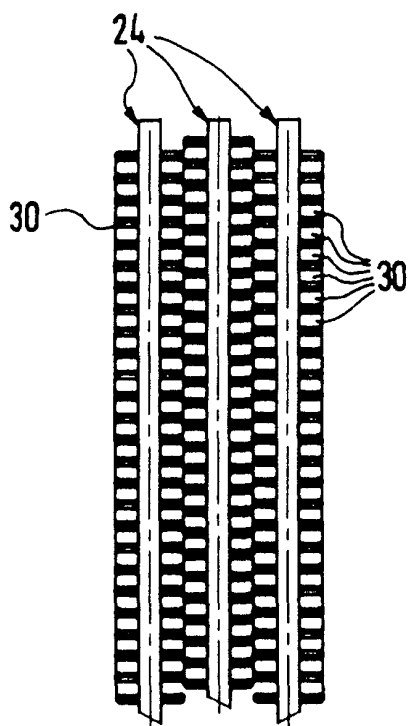


Fig. 7

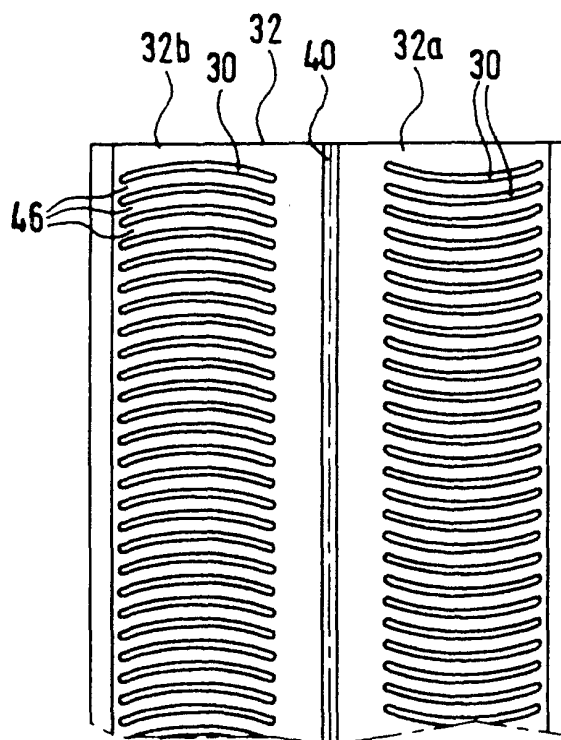


Fig. 5

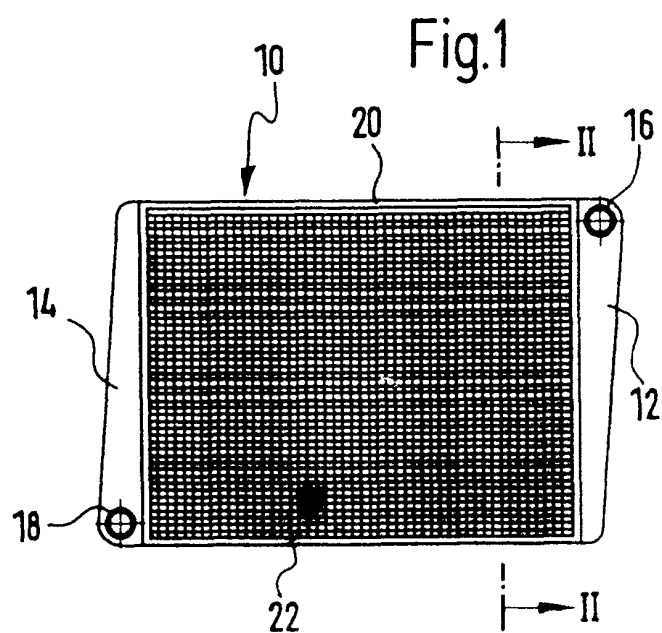
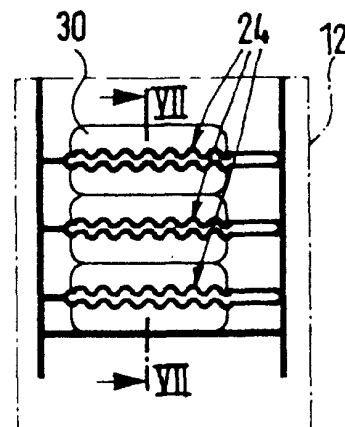


Fig. 1

Fig. 2



Fig. 3



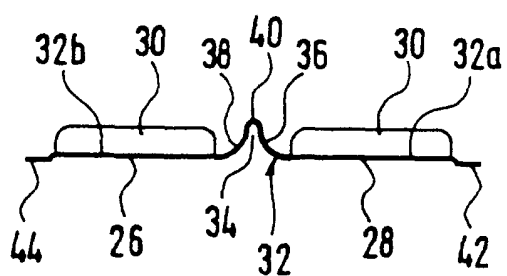


Fig. 4a

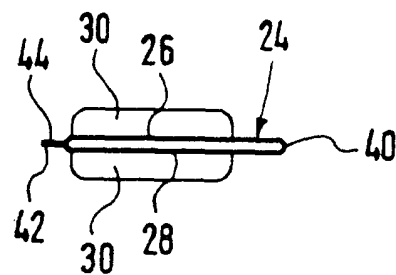


Fig. 6a

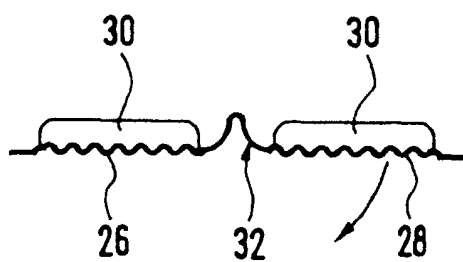


Fig 4b

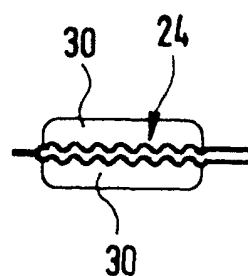


Fig. 6b

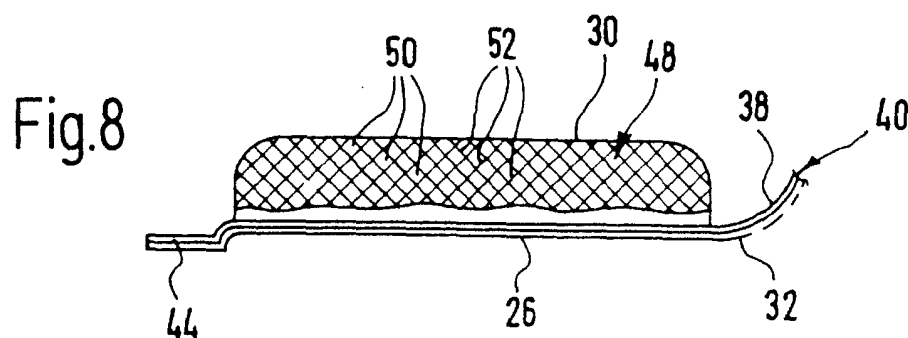


Fig. 8

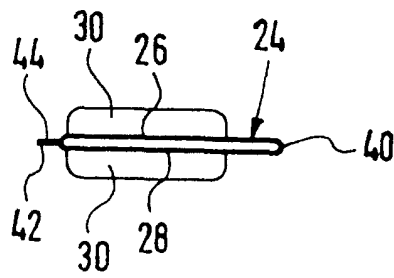
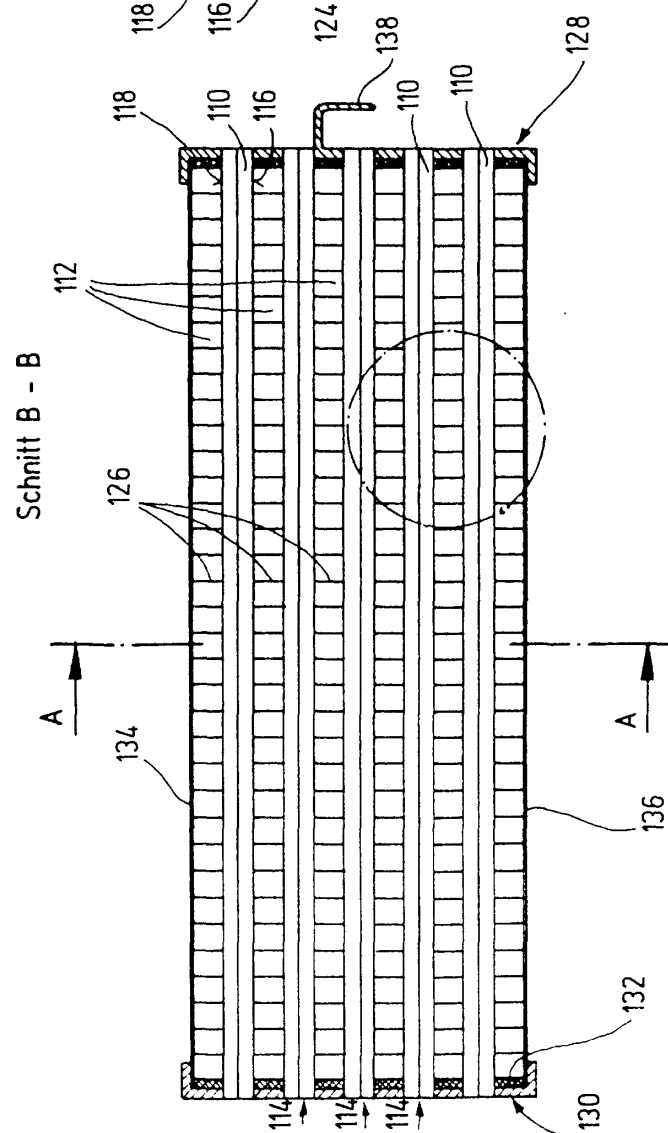
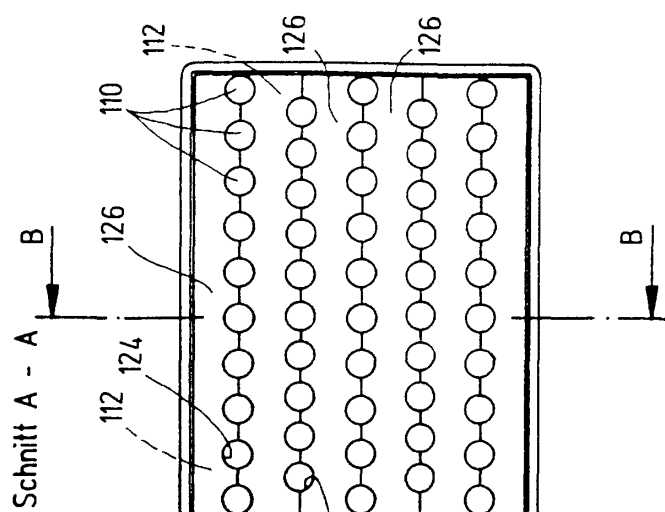


Fig.6a





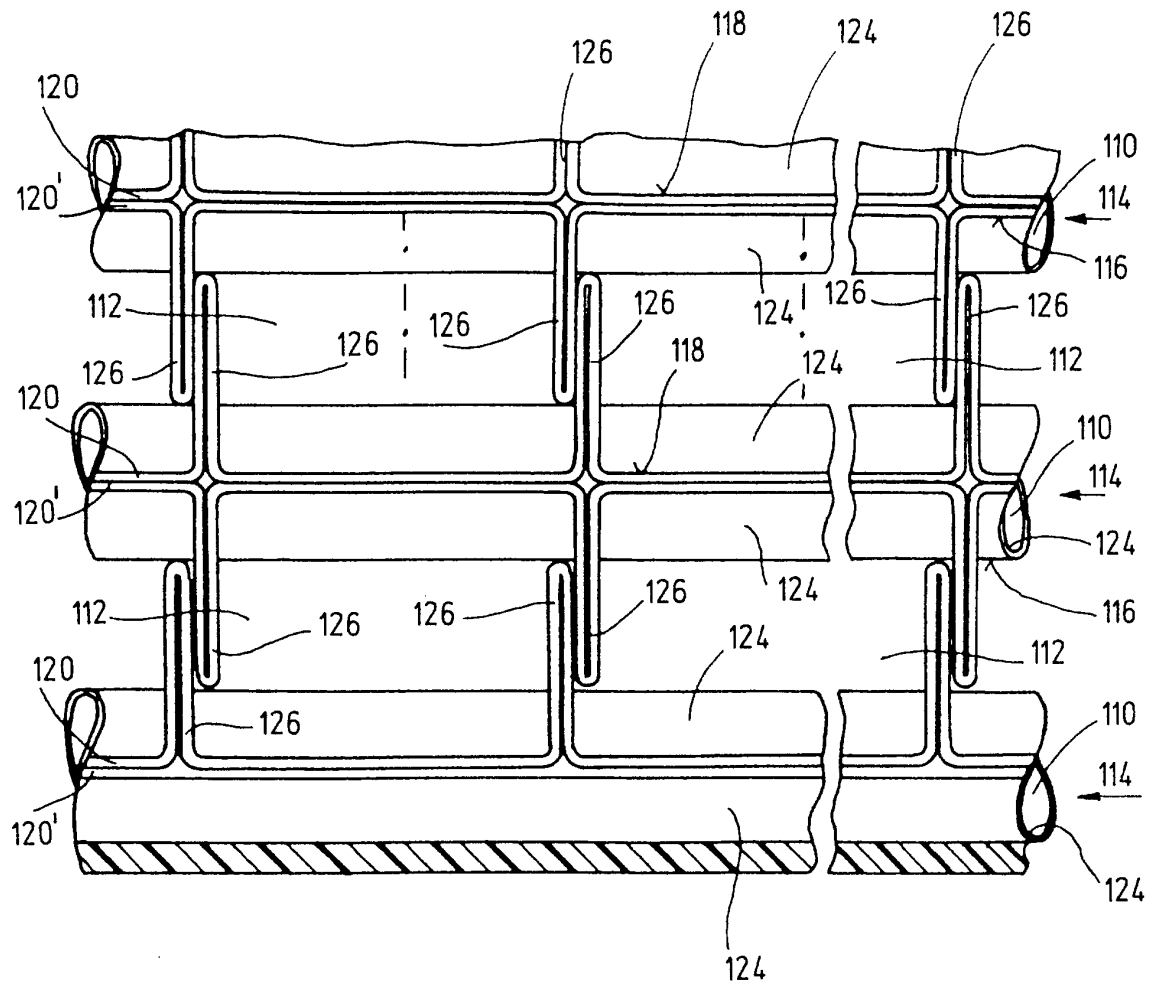
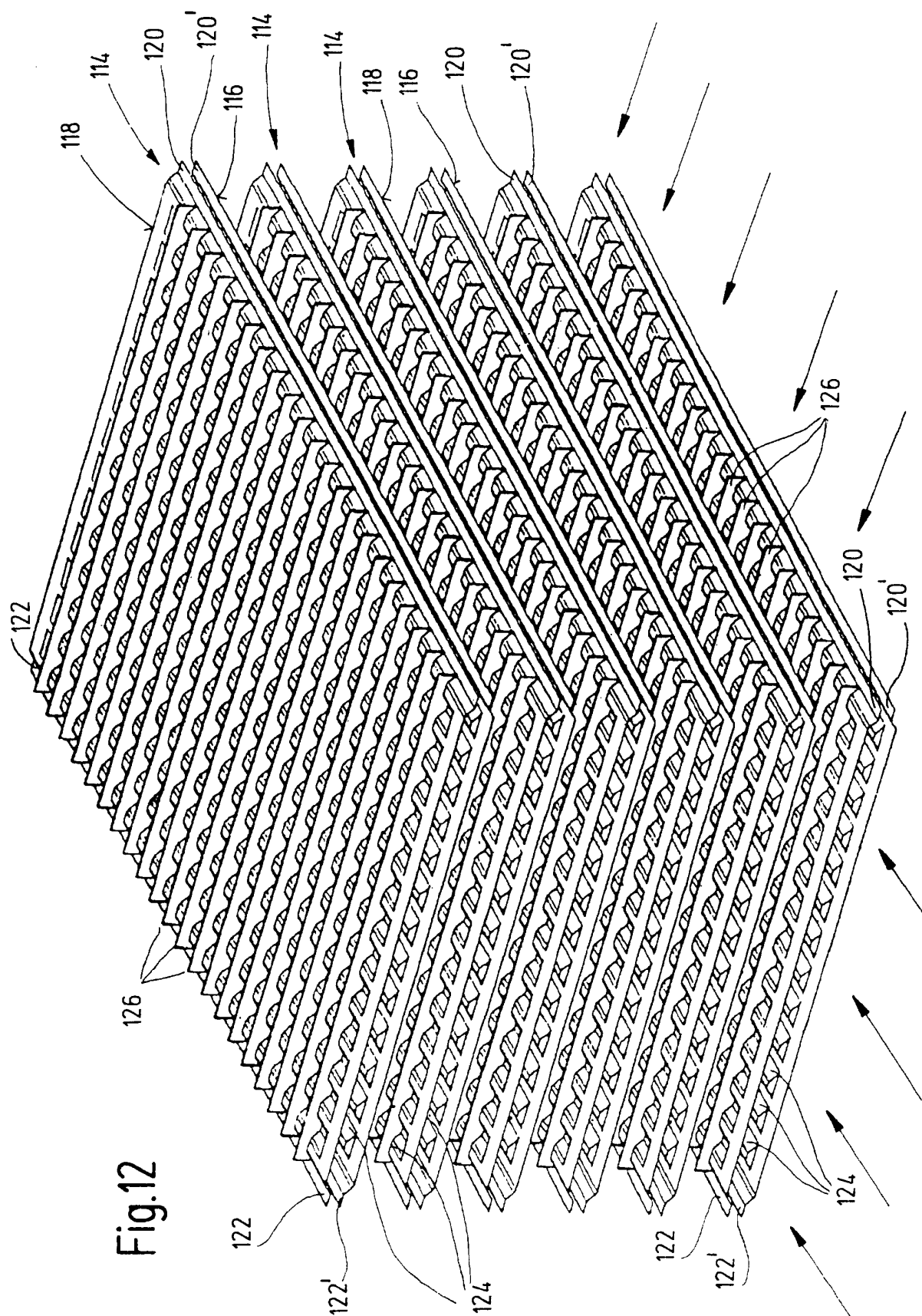


Fig.11



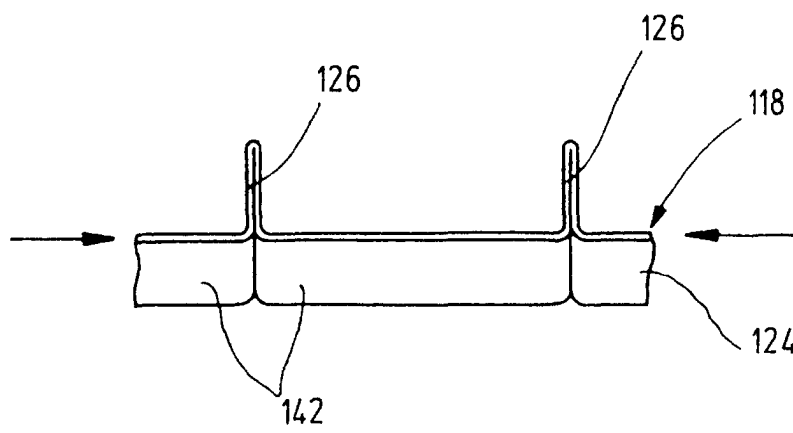
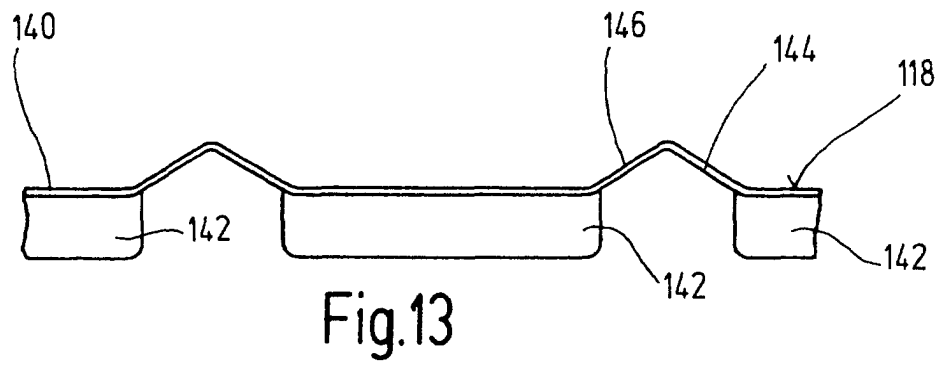


Fig.14

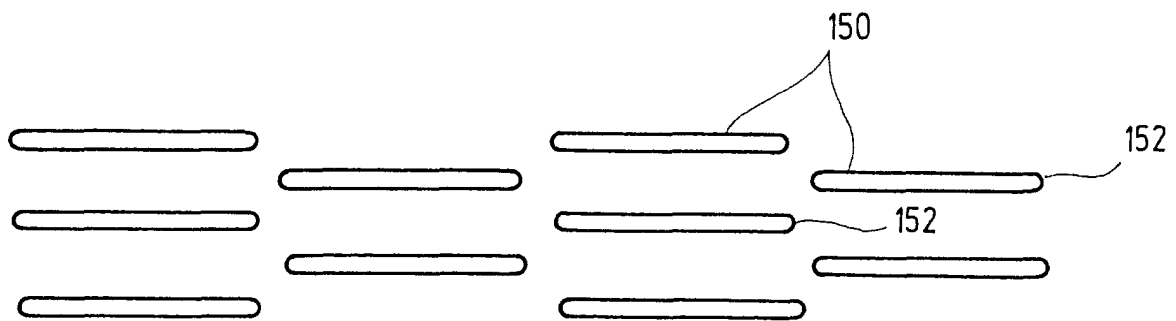


Fig.15