

(19)



(11)

EP 1 798 507 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2007 Patentblatt 2007/25

(51) Int Cl.:
F28D 1/047 ^(2006.01) **F28F 27/02** ^(2006.01)
F28D 1/053 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06025786.2**

(22) Anmeldetag: **13.12.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **13.12.2005 DE 102005059916**

(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co. KG**
70469 Stuttgart (DE)

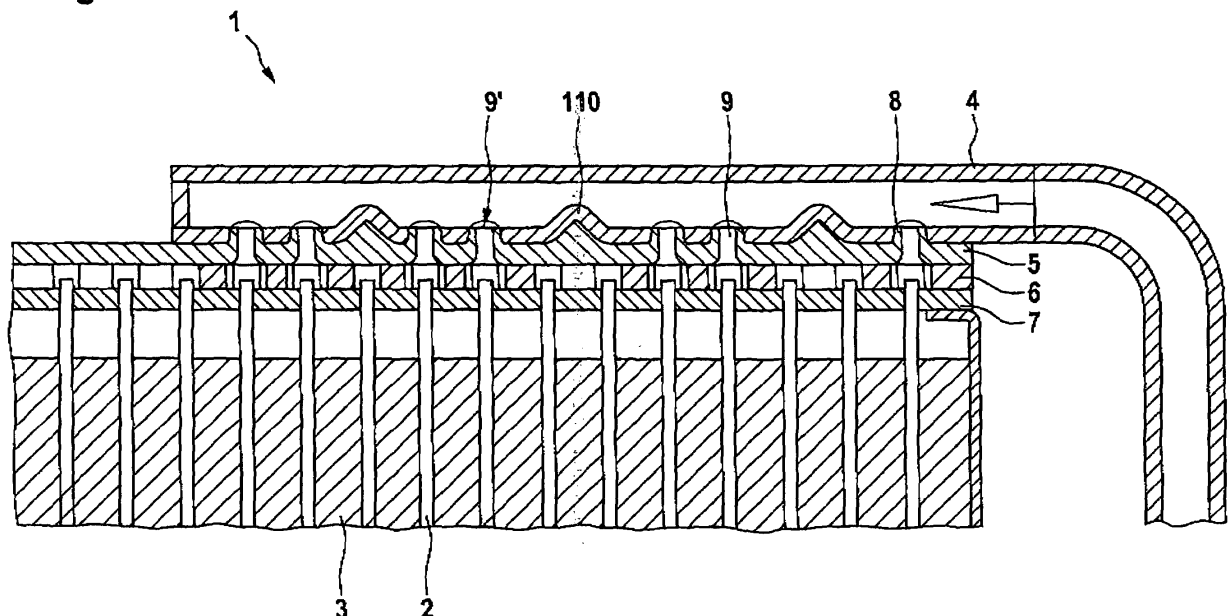
(72) Erfinder:
• **Brauckmann, Dennis**
71254 Ditzingen (DE)
• **Dürr, Gottfried, Dipl.-Ing.**
70437 Stuttgart (DE)
• **Feuerecker, Günther, Dr. rer.nat.**
70567 Stuttgart (DE)
• **Kranich, Michael, Dipl.-Ing.**
74354 Besigheim (DE)
• **Staffa, Karl-Heinz, Dipl.-Ing.**
70567 Stuttgart (DE)
• **Walter, Christoph, Dipl.-Ing.**
70469 Stuttgart (DE)

(54) Wärmetauscher, insbesondere Verdampfer

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit mindestens einem Einspritzrohr, (4) einer Mehrzahl von Durchtrittsöffnungen (9') und einer Mehrzahl von über die Durchtrittsöffnungen (9') mit dem Einspritzrohr (4) direkt oder indirekt verbundener, eine Wärmeübergangsfläche bildender Elemente, durch welche ein Medium strömt, welches im Bereich des Wärmetauschers (1) zu-

mindest teilweise einen Phasenwechsel durchläuft, wobei am Eintritt und/oder im Inneren und/oder an den Durchtrittsöffnungen (9') des Einspritzrohres (4) mindestens ein Element (110; 110'; 210; 310, 410; 410') zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit vorgesehen ist, so dass eine Vermischung von flüssigem und gasförmigem Kältemittel erfolgt.

Fig. 1



EP 1 798 507 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere einen Verdampfer, wie er insbesondere zur Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs verwendet wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

[0002] Aus der EP 1 065 453 B1 ist ein Verdampfer bekannt, bei welchem die Sammelbehälter durch Bleche mit Drosselöffnungen zum Verkleinern des Kältemitteldurchlassquerschnitts zwischen den einzelnen Verteilungstankabschnitten versehen sind. Die Drosselöffnungen sind hierbei ausschließlich im unteren Sammelbehälter vorgesehen und dienen der Vergleichmäßigung der Kältemittelverteilung auf die einzelnen Mehrkanal-Flachrohre des Verdampfers. Ein derartiger Wärmetauscher lässt noch Wünsche offen.

[0003] Ferner ist bei einem zweiphasig vorliegenden Kältemittel zur Vergleichmäßigung der Kältemittelverteilung auf vier einzelne, parallel zueinander angeordnete Rohre bekannt, den Durchmesser des zuführenden Rohres kontinuierlich über die Länge zu verringern (Patent abstracts of Japan, Anmeldenummer 02055085).

[0004] Ebenfalls ist aus der GB 2 392 233 A bekannt, die Öffnungen zwischen einem Sammelbehälter und Flachrohren derart auszugestalten, dass die Öffnungen im mittleren Bereich des Sammelbehälters oder Verteilerrohres größer sind als die Öffnungen an den beiden Seiten. Dabei können im Verteilerrohr Turbulenzerzeuger in Form von Schlitzten vorgesehen sein, deren nach innen in Richtung Mitte des Sammelbehälters vorstehende Grate nach außen bis zur Anlage an die Innenwand des Sammelbehälters umgebogen sind. Jeder der Schlitzte wird hierbei mittels eines Schneidwerkzeugs mit einer spitz zulaufenden Schneide gebildet, wobei die Breite der Schlitzte variiert.

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Wärmetauscher zur Verfügung zu stellen. Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Erfindungsgemäß ist ein Wärmetauscher, insbesondere Verdampfer vorgesehen, mit mindestens einem Einspritzrohr, einer Mehrzahl von Durchtrittsöffnungen und einer Mehrzahl von über die Durchtrittsöffnungen mit dem Einspritzrohr direkt oder indirekt verbundener, eine Wärmeübergangsfläche bildender Elemente, durch welche vorzugsweise ein Medium strömt, welches im Bereich des Wärmetauschers zumindest teilweise einen Phasenwechsel durchläuft, wobei am Eintritt und/oder im Inneren und/oder an den Durchtrittsöffnungen des Einspritzrohres mindestens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit vorgesehen ist. Dabei ist der Begriff Element weit auszulegen, insbesondere kann ein solches Element durch einen entsprechend umgeformten Bereich des Einspritzrohres oder eines anderen Teiles des Wärmetauschers gebildet sein. Die (lo-

kal) erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten der gasförmigen und flüssigen Phase des Kältemittels ermöglichen eine gleichmäßigere Verteilung der Phasen auf die Durchtrittsöffnungen, so dass der Wärmetauscher insgesamt eine gleichmäßigere Temperaturverteilung aufweisen kann. Dies kann den Wirkungsgrad des Wärmetauschers erhöhen.

[0007] Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf Einspritzrohre mit einem kreisförmigen Querschnitt, wobei der Rohrinne Durchmesser des Einspritzrohres 4 bis 6,6 mm, insbesondere 4,5 bis 6,0 mm, beträgt, und auf sonstige Einspritzrohre, insbesondere bevorzugt mit einem D-förmigen Querschnitt, wobei der hydraulisch gleichwertige Durchmesser 4 bis 6,6 mm, insbesondere 4,5 bis 6,0, insbesondere bevorzugt 4,8 bis 4,9 mm, beträgt.

[0008] Wenigstens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit wird vorzugsweise durch einen Turbulenzbildner gebildet. Dabei erfolgt in Folge der lokalen Geschwindigkeitserhöhung durch das Element eine Verwirbelung des Kältemittelstroms, so dass die gasförmige und die flüssige Phase wieder miteinander vermischt werden. Dies kann eine gleichmäßigere Verteilung des gasförmigen und flüssigen Anteils an Kältemittel auf die einzelnen Durchtrittsöffnungen ermöglichen, womit auch eine deutlich gleichmäßigere Temperaturverteilung über den Wärmetauscher gewährleistet werden kann.

[0009] Wenigstens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit kann durch einen Einbau im und/oder eine Verformung des Einspritzrohres gebildet sein.

[0010] Bevorzugt wird wenigstens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durch mindestens eine im Einspritzrohr angeordnete oder hierin ausgebildete Querschnittsverringering über eine geringe Länge des Einspritzrohres gebildet. Dies kann durch eine eingesetzte oder durch das Einspritzrohr ausgebildete Düse oder Blende gebildet sein. Wenigstens eine Querschnittsverringering kann durch Sicke(n) und/oder Einschnürungen eines Rundrohres, durch seitliche Einbuchtungen, insbesondere zwei oder vier gleichmäßig über den Umfang verteilt, vorgesehen sein. Bei anderen Rohrformen können Sicken und/oder Einbuchtungen über einen Teil des Umfangs, insbesondere in einer oder zwei gegenüberliegenden Ebenen, vorgesehen sein. Dabei erfolgt vorzugsweise eine Verringerung des Durchmessers bzw. des hydraulisch gleichwirkenden Durchmessers des Einspritzrohres um 30 bis 60%, insbesondere um 45% +/- 10%. Vorzugsweise beträgt dabei die Querschnittsverringering 30 bis 60% der Kanalhöhe, insbesondere bei D-förmigen Rohren. D-förmige Rohre haben vorzugsweise eine innere Höhe, die etwa der Hälfte des maximalen Innendurchmessers entspricht.

[0011] Wenigstens eine Querschnittsverringering ist vorzugsweise im Einström/Eintrittsbereich des Einspritzrohres vor der ersten Durchtrittsöffnung angeordnet. Dies ermöglicht eine Vernebelung der flüssigen Phase

in der gasförmigen Phase, so dass eine gute Durchmischung erfolgt, die weitgehend über die Einspritzrohlänge beibehalten wird.

[0012] Dabei kann auch eine Mehrzahl von Querschnittsverringern über eine geringe Länge des Einspritzrohres vorgesehen sein. Diese ermöglichen eine Vermischung der flüssigen und gasförmigen Phase direkt vor den Durchtrittsöffnungen, so dass jeweils sowohl flüssiges und gasförmiges Kältemittel gemischt im entsprechenden Verhältnis des Querschnitts in die Durchtrittsöffnung eingesaugt wird.

[0013] Bevorzugt ist je eine Querschnittsverringern zwischen zwei benachbarten Durchtrittsöffnungen angeordnet, es kann jedoch auch andere Abstände vorgesehen sein.

[0014] Die Querschnittsverringern können auch durch Winglets, Noppen, Blenden und/oder Düsen gebildet sein. Diese ermöglichen besonders einfache und bedarfsgerechte auslegbare Geometrien. Im Falle von Winglets sind diese bei einem Rohrlinnendurchmesser des Einspritzrohres von 4 bis 6,6 mm, ein Hineinragen des Winglets in den Innenraum in Höhe von 30-60% der Kanalhöhe, bei den zuvor genannten Rohrlinnendurchmesser beträgt die Höhe vorzugsweise 3 bis 4 mm. Das Winglet ist bevorzugt in einem Winkel α von 30° bis 45°, insbesondere von 35° bis 40° zur Längsachse des Einspritzrohres angeordnet. Dabei hat das Winglet bevorzugt eine Basisbreite von 2 bis 3 mm, wobei es als gleichschenkeliges Dreieck ausgebildet sein kann. Der Abstand der in den Rohrlinnenraum ragenden Spitze des Winglets ist - in Längsrichtung des Rohres gesehen - bevorzugt 4 bis 7 mm vom Rand der nächsten Durchtrittsöffnung entfernt angeordnet, wodurch eine ausreichende Wegstrecke für eine optimale Vermischung der flüssigen und gasförmigen Phase zur Verfügung gestellt sein kann.

[0015] Wenigstens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit kann insbesondere durch einen Durchzug und/oder Schnittkanten gebildet sein, welche im Rahmen der Herstellung von Durchtrittsöffnungen im Einspritzrohr oder ggf einem benachbarten Bauteil, insbesondere einer Einspritzplatte, an welcher das Einspritzrohr angebracht ist, hergestellt wird.

[0016] Ebenfalls kann wenigstens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durch mindestens eine im Einspritzrohr angeordnete Wendel oder ein wendelartig ausgebildetes Element gebildet sein. Insbesondere geeignet sind Igel- oder auch Schraubenwendeln, die in das Einspritzrohr eingeführt werden. Diese sind einfach herstellbar und ermöglichen eine gute Vermischung über die gesamte Einspritzrohlänge.

[0017] Um die Strömungsgeschwindigkeit über die Rohrlänge zu vergleichmäßigen, d.h. insbesondere im hinteren Bereich zu erhöhen, kann sich der freie Strömungsquerschnitt im Einspritzrohr zum Ende desselben hin verringern. Diese Maßnahme ist insbesondere in Kombination mit dem Vorsehen mindestens eines Elements zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit sinnvoll.

[0018] Der freie Strömungsquerschnitt der Durchtrittsöffnungen vom Einspritzrohr zum entsprechenden, eine Wärmeübergangsfläche bildenden Element im Einspritzrohr ist vorzugsweise konstant, jedoch sind auch veränderliche Strömungsquerschnitte der Durchtrittsöffnungen über die Länge des Einspritzrohres möglich.

[0019] Der Abstand der Durchtrittsöffnungen des Einspritzrohres vergrößert sich vorzugsweise ausgehend von dem Eintritt. Dabei brauchen von den Rohren, welche die Wärmeübergangsfläche bilden, wobei es sich insbesondere um Flachrohre handelt, nicht alle angeschlossen sein, wofür insbesondere keine Durchtrittsöffnungen im Einspritzrohr vorgesehen sind. Dabei sind insbesondere im Einstrombereich weniger Durchtrittsöffnungen als im hinteren Bereich des Einspritzrohres vorgesehen.

[0020] Ist der Verdampfer derart ausgebildet, dass ein Überströmrohr vorgesehen ist, durch welches Kältemittel von einem Bereich des Verdampfers zu einem anderen Bereich des Verdampfers gelangt, so gelten die selben Vorteile auch für eine entsprechende Ausgestaltung des Überströmrohres, zumindest im Bereich seiner Durchtrittsöffnungen, durch welche das Kältemittel wieder austritt.

[0021] Beim Verdampfer handelt es sich besonders bevorzugt um einen Verdampfer in Plattenbauweise, welcher eine Verteilerplatte aufweist, die bevorzugt eine mindestens einfache Umlenkung in die Tiefe und eine mindestens einfache, vorzugsweise zweifache Umlenkung in die Breite vorsieht. Dabei können Abschnitte gleich oder spiegelbildlich ausgebildet sein. Insbesondere bei spiegelbildlicher Ausgestaltung benachbarter Abschnitte kann die Ein- und Ausleitung des Kältemittels zusammengelegt werden, so dass sich der Aufbau etwas vereinfacht.

[0022] Insbesondere bevorzugt weist der Verdampfer ein Überströmrohr auf, welches die selben erfindungsgemäßen Merkmale aufweist wie das Einspritzrohr.

[0023] Die zuvor genannten Maßnahmen können - sofern technisch realisierbar - auch in Kombination miteinander verwendet werden.

[0024] Im Folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele mit Varianten, teilweise unter Bezugnahme auf die Zeichnung, im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Ausschnitt eines Schnitts in Längsrichtung eines Verdampfers gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 einen Ausschnitt eines schematisch dargestellten Schnitts in Längsrichtung eines Verdampfers gemäß einer ersten Variante des ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 3 einen Ausschnitt eines schematisch dargestellten Schnitts in Längsrichtung eines Verdampfers gemäß einer zweiten Variante des

	ersten Ausführungsbeispiels,				an ein Einspritzrohr mit einer veränderten Geometrie der Durchtrittsöffnungen.
Fig. 4	einen schematisch dargestellten Schnitt in Längsrichtung eines Einspritzrohres mit teilweise angedeuteten Flachrohren gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel,			Fig. 16a	eine Seitenansicht eines Rundstempels zur Herstellung von Noppen,
Fig. 5	eine erste Variante der Düse gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel,	5		Fig. 16b	eine Ansicht von unten auf den Stempel von Fig. 16a,
Fig. 6	eine zweite Variante der Düse gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel,	10		Fig. 16c	eine Darstellung des das Einspritzrohr bildenden D-förmigen Rohres mit Noppe,
Fig. 7	einen schematisch dargestellten Schnitt in Längsrichtung eines Einspritzrohres im Einströmbereich mit teilweise angedeuteten Flachrohren gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel,	15		Fig. 16d	eine Seitenansicht auf das Einspritzrohr während der Herstellung einer der Noppen,
Fig. 8	eine erste Variante der Düse gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel,	20		Fig. 17	einen Verdampfer mit U-förmig gebogenen Flachrohren,
Fig. 9	eine zweite Variante der Düse gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel,			Fig. 18	einen Schnitt X-X durch den Verdampfer von Fig. 17 ohne Darstellung der Noppen,
Fig. 10	eine dritte Variante der Düse für Verdampfer in Plattenbauweise,	25		Fig. 19	einen Schnitt XI-XI durch den Verdampfer von Fig. 17,
Fig. 11	einen schematisch dargestellten Schnitt in Längsrichtung eines Einspritzrohres im Einströmbereich mit teilweise angedeuteten Flachrohren gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel,	30		Fig. 20	einen Verdampfer mit hintereinander geschalteten U-förmigen Rohren (Umlenkung in der Breite) ohne Darstellung der Noppen,
Fig. 12	eine perspektivische, schematische Ansicht einer Igelwendel, wie sie im Verdampfer gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel angeordnet ist,	35		Fig. 21	einen Wärmetauscher in einer Teilansicht,
Fig. 13	eine perspektivische, schematische Ansicht einer Spiralwendel,	40		Fig. 22	einen Wärmetauscher in einer Teilansicht,
Fig. 14a	eine Seitenansicht eines Sechseck-Schnittstempels zur Herstellung von Durchtrittsöffnungen,	45		Fig. 23	eine Vorderansicht eines Wärmetauschers,
Fig. 14b	eine Ansicht von unten auf den Schnittstempel von Fig. 14a,			Fig. 24	eine Draufsicht auf den Wärmetauscher von Fig. 23,
Fig. 14c	eine Darstellung des das Einspritzrohr bildenden D-förmigen Rohres mit Schnittstempelgeometrie,	50		Fig. 25	eine Seitenansicht des Wärmetauschers von Fig. 23,
Fig. 14d	eine Seitenansicht auf das Einspritzrohr während der Herstellung einer der Durchtrittsöffnungen,	55		Fig. 26	eine Teilansicht einer Schnittdarstellung des Wärmetauschers von Fig. 23 in Längsrichtung des Einspritzrohres,
Fig. 15	eine Fig. 14d entsprechende Seitenansicht			Fig. 27	eine Teilansicht einer anderen Schnittdarstellung des Wärmetauschers von Fig. 23 in Längsrichtung des Saugrohres,
				Fig. 28	eine Teilansicht einer weiteren Schnittdarstellung des Wärmetauschers von Fig. 23 in Längsrichtung des Übertrittsrohres,
				Fig. 29	eine Draufsicht auf die Verteilerplatte des Wärmetauschers von Fig. 23,
				Fig. 30	eine Schnittdarstellung der Einspritzplatte des Wärmetauschers von Fig. 23,

- Fig. 31 eine Draufsicht auf die Einspritzplatte von Fig. 30,
- Fig. 32 eine Draufsicht auf die Bodenplatte des Wärmetauschers von Fig. 23,
- Fig. 33 eine Schnittdarstellung eines Flachrohres des Wärmetauschers von Fig. 23,
- Fig. 34 eine Draufsicht auf eine Verteilerplatte gemäß einer Variante des Wärmetauschers von Fig. 23,
- Fig. 35 eine Draufsicht auf die Einspritzplatte des Wärmetauschers von Fig. 34.
- Fig. 36 eine Ansicht eines Wärmetauschers,
- Fig. 37 ein Schnitt eines Verteil- oder Überströmrohrs,
- Fig. 38 ein Schnitt eines Verteil- oder Überströmrohrs und
- Fig. 39 ein Ausschnitt eines Verteil- oder Überströmrohrs.

[0025] Ein zweireihiger Verdampfer 1, der bei Betrieb im Kreuzgegenstrombetrieb von einem Kältemittel, vorliegend von R744 (CO₂), durchströmt wird, weist eine Mehrzahl von nebeneinander angeordneten Flachrohren 2 mit dazwischen angeordneten Wellrippen 3 auf. Ferner ist ein Einspritzrohr 4, durch welches kaltes Kältemittel in den Verdampfer 1 gelangt, eine Einspritzplatte 5, eine Verteilerplatte 6 und eine Bodenplatte 7 vorgesehen. Die Einspritzplatte 5 ist zwischen dem Einspritzrohr 4 und den Flachrohren 2 angeordnet und bildet in Verbindung mit der Verteilerplatte 6 und der Bodenplatte 7 einen oberen Sammelkasten. Unten ist ein entsprechender unterer Sammelkasten (nicht dargestellt), in welchem das Kältemittel umgelenkt wird, und ein Austrittsrohr (nicht dargestellt), durch welches das erwärmte Kältemittel aus dem Verdampfer 1 abgeführt wird, vorgesehen.

[0026] Die Einspritzplatte 5 ist derart ausgebildet, dass sie eine Mehrzahl von Durchzügen 8 aufweist, die mit Bohrungen 9 im Einspritzrohr 4 korrespondieren, wobei die Durchzüge 8 bis in die Bohrungen 9 im Einspritzrohr 4 ragen, in dem sie vorliegend relativ bündig mit der Innenmantelfläche desselben enden. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind sieben Durchzüge 8 für die Einleitung von Kältemittel und entsprechend sieben Bohrungen 9 im Einspritzrohr 4 vorgesehen, welche Durchtrittsöffnungen 9' zu den Flachrohren 2 bilden, wobei der Abstand der Durchzüge sich in Richtung des Einspritzrohres verringert. In Folge der ungleichmäßigen Verteilung der Durchzüge 8, um den sich verringern den Abstand der Durchtrittsöffnungen 9' in Längsrich-

tung des Einspritzrohres 4 zu realisieren, werden nicht alle Flachrohre 2 mit Kältemittel beaufschlagt.

[0027] Das Kältemittel, das den Verdampfer 1 durchströmt hat, wird über ein Saugrohr (nicht näher dargestellt), das ebenfalls über eine Mehrzahl von Durchtrittsöffnungen mit dem Sammelkasten verbunden ist, abgeleitet. Dabei weist das Saugrohr einen größeren Innendurchmesser als das Einspritzrohr 4 auf.

[0028] Neben der ungleichmäßigen Verteilung der Durchtrittsöffnungen 9' sind im Einspritzrohr 4 zwischen den voneinander weiter beabstandeten Durchtrittsöffnungen jeweils Noppen 110 in Form von Einbuchtungen auf der der Einspritzplatte zugewandten Seite ausgebildet, welche den freien Strömungsquerschnitt um 50% über einen - in Längsrichtung des Einspritzrohres 4 gesehen - kurzen Bereich verringern, so dass sie die Strömungsgeschwindigkeiten lokal erhöhen, also als Elemente zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit dienen. Vorliegend weisen die Noppen 110 eine asymmetrische Gestalt auf, wobei die Schräge entgegen der Strömungsrichtung des Kältemittels im Einspritzrohr 4 flacher als die Schräge auf der anderen Seite der Noppen 110 ausgebildet ist, so dass der höchste Punkt der Noppen 110 in Richtung der nachfolgenden Durchtrittsöffnung 9' bezüglich der Mitte zwischen zwei benachbarten Durchtrittsöffnungen 9' verschoben ist. Diese "steile" Ausgestaltung erhöht die von den Noppen 110 erzeugte Turbulenz im Strömungsbild und verstärkt den Mischeffekt von flüssiger und gasförmiger Phase.

[0029] Gemäß einer ersten Variante des ersten Ausführungsbeispiels sind, wie in Fig. 2 dargestellt, die Durchtrittsöffnungen 9' wie auch die entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel etwa mittig zwischen zwei Durchtrittsöffnungen 9' angeordneten Noppen 110 gleichmäßig über die gesamte Länge des Einspritzrohres verteilt. Die maximale Höhe der Noppen 110 gemäß der vorliegenden Variante des ersten Ausführungsbeispiels beträgt ca. 1/3 der Rohrhöhe. Auf Grund der Ausgestaltung des Einspritzrohres 4 gemäß der vorliegenden Variante als Rohr mit einem halbzylindrischen Querschnitt (im Gegensatz zum Rundrohr des ersten Ausführungsbeispiels), wobei die ebene Fläche, in welcher auch die Noppen 110 ausgebildet sind, an der Einspritzplatte anliegt, wird durch die Noppen 110 ca. die Hälfte der freien Querschnittsfläche eingenommen.

[0030] Gemäß einer zweiten Variante des ersten Ausführungsbeispiels sind die Durchtrittsöffnungen 9', wie in Fig. 3 dargestellt, mit konstanten Abständen voneinander in Längsrichtung des als Rundrohr ausgebildeten Einspritzrohres 4 verteilt ausgebildet. Zwischen zwei benachbarten Durchtrittsöffnungen 9' ist jeweils ein Winglet 110' als Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit angeordnet. Jedes Winglet 110' weist eine Gestalt auf, die etwa der Form eines gleichschenkligen Dreiecks entspricht. Dabei hat die Basis die Breite b und das Dreieck ragt die Höhe h in Richtung Einspritzrohrmitte (oder darüber hinaus), wobei das Einspritzrohr 4 einen Innendurchmesser B aufweist. Jedes Winglet 110' erstreckt

sich über eine Länge l (bezogen auf die Längsrichtung des Einspritzrohres 4) in einem Winkel α ($\tan \alpha = h/l$) schräg zur Wand des Einspritzrohres 4 in Richtung der normalen Strömungsrichtung des Kältemittels, wobei der Abstand (bezogen auf die Längsrichtung des Einspritzrohres 4) des Wingletendes vom Beginn der nächsten Durchtrittsöffnung 9' der Länge L entspricht.

[0031] Gemäß einer weiteren Variante des ersten Ausführungsbeispiels weisen die Noppen 110" eine annähernd runde Gestalt auf, wie in Fig. 16c und 16d dargestellt. Die Herstellung erfolgt mittels eines Rundstempels S, welcher eine kegelförmige Spitze aufweist, wie in Fig. 16a dargestellt. Der Stempel S wird - insbesondere bevorzugt bei einem D-förmigen Einspritzrohr 4 - auf der Flachseite von außen senkrecht angesetzt und eingedrückt, so dass sich vorzugsweise ein auf seiner in das Einspritzrohr 4 vorstehenden Seite abgerundet ausgebildeter Noppen 110" mit einem Durchmesser von ca. 3,8 mm und einer Höhe von ca. 4,2 mm ergibt, welches annähernd auch der Eindringtiefe des Stempels S entspricht.

[0032] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt der hydraulische Durchmesser des Einspritzrohres 4 $B = 6$ mm, die Breite des Winglets 110'b = 3 mm. Die Höhe h , welche das Winglet 110' in das Einspritzrohr 4 hineinragt, beträgt vorliegend 50% der Kanalhöhe, also $b = 3$ mm. Der Winkel zur Wandfläche α beträgt ca. 38° . Die Länge L vom Ende des Winglets 110' in Längsrichtung des Einspritzrohres 4 beträgt 6 mm.

[0033] Gemäß einer dritten, nicht in der Zeichnung dargestellten Variante des ersten Ausführungsbeispiels sind an Stelle der Winglets 110' gemäß der zweiten Variante des ersten Ausführungsbeispiels Düsen als Elemente zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit vorgesehen, welche den freien Strömungsquerschnitt zwischen zwei benachbarten Durchtrittsöffnungen verringern, vorliegend um ca. 50%. Die Düsen sind hierbei mittig zwischen zwei Durchtrittsöffnungen angeordnet, jedoch kann auch eine Verschiebung in oder entgegen der Längsrichtung des Einspritzrohres, insbesondere in Längsrichtung auf die nächste Durchtrittsöffnung zu, positive Effekte auf die Vermischung der gasförmigen und flüssigen Phasen haben. Auch sind Verschiebungen der Düsenöffnung, insbesondere nach oben und unten bezüglich der Mitte des Einspritzrohres möglich.

[0034] Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist eine Ausgestaltung des Verdampfers 1 nahezu entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel vorgesehen, wobei jedoch die Durchzüge 8 Enden 210 aufweisen, welche bis etwa zur Mitte der Höhe in den Strömungskanal des Einspritzrohres 4 hinein ragen und so als Elemente zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit dienen, wobei sie etwa ein Drittel des freien Strömungsquerschnitts einnehmen, und zudem, da sie bis in den Bereich des Einspritzrohres 4 ragen, in welchem sich insbesondere die gasförmige Phase ansammelt, direkt auch oben angesammeltes, gasförmiges Kältemittel einsaugen. Die

Durchzüge 8 weisen hierbei vorliegend einen etwa kreisförmigen Querschnitt auf.

[0035] Der gleiche Effekt kann auch durch an Stelle der in den Innenraum des Einspritzrohres hochgezogener Durchzüge mit entsprechenden, eingesetzten Rohren ö.ä. erreicht werden, durch welche insbesondere auch gasförmiges Kältemittel aus dem Einspritzrohr, insbesondere im vorderen Bereich, in welchem ansonsten im Falle Mangelnder Durchmischung der Phasen vor allem flüssiges Kältemittel in die Flachrohre gelangt, abgesaugt werden kann. Das Hochragen der Rohre bewirkt zudem eine gewisse Verwirbelung, so dass sie gleichzeitig als Elemente zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit dienen.

[0036] Gemäß einer Variante des zweiten Ausführungsbeispiels sind die Durchzüge 8 direkt am Einspritzrohr 4 ausgebildet, wobei das Einspritzrohr 4 einen etwa halbkreisförmigen Querschnitt aufweist und die Durchzüge an der flachen Seite angeordnet sind (siehe Fig. 6). Die Funktion ist dieselbe, wie beim zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiel.

[0037] Neben kreisförmigen Querschnitten der Durchzüge sind insbesondere auch annähernd kreisförmige Querschnitte, wie herstellungsbedingt viereck-, sechseck- oder achteckförmige Querschnitte geeignet.

[0038] Ebenfalls sind langlochartige Querschnitte, insbesondere bei einem auf zumindest einer Seite abgeflacht ausgebildeten Einspritzrohr, denkbar.

[0039] Ferner können vorteilhafterweise die Enden der Durchzüge derart ausgebildet sein, dass sie an der Innenwand anliegen, so dass die Durchzüge nur leicht in den freien Strömungsquerschnitt hineinragen.

[0040] Die Herstellung der Durchzüge erfolgt mittels eines Schnittstempels S, wie er in Fig. 14a-d dargestellt ist, welcher eine parallel zur Werkstückoberfläche und in Richtung der Längsachse des Einspritzrohres 4 verlaufende Schnittkante mit einem Winkel von ca. 30° aufweist, vorliegend mit einer Länge von 4,2 mm. In Richtung der Schnittbewegung weist der Stempel S einen sechseckförmigen Querschnitt auf.

[0041] Der Stempel S wird - insbesondere bevorzugt bei einem D-förmigen Einspritzrohr 4 - auf der Flachseite von außen senkrecht angesetzt und eingedrückt, bis er die Wand des Rohres durchdrungen hat und die Enden 210 nach oben stehen, wie in Fig. 14d dargestellt. Die Eindringtiefe des Stempels S entspricht vorliegend etwa der Breite der Schnittkante.

[0042] Fig. 15 zeigt einen Stempel S mit einer deutlich breiteren Schnittkante (vorliegend 5,2 mm). Der Stempel S wird ca. 5 mm in das Rohr eingedrückt. Auf Grund der Breite des Stempels S und der Eindringtiefe werden die Enden 210 an die seitlichen Rohrwände angelegt, so dass der Strömungskanal des Einspritzrohres 4 in der Mitte freibleibt.

[0043] Hierbei sind - je nach gewünschtem Durchzug und Ausgestaltung der Kanten/Enden 210 - Variationen der Schnittkantenbreite sowie der Eindringtiefe möglich, wobei insbesondere auch die Rohrgeometrie, die Rohr-

breite und Wandstärke des Rohres zu berücksichtigen ist.

[0044] Gemäß dem in Fig. 7 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel ist im Einspritzrohr 4 vor der ersten Durchtrittsöffnung 9' eine Düse 310 in Form einer gleichmäßigen Einschnürung über den Rohrquerschnitt vorgesehen, durch welche eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit und damit verbunden ein Vernebeln der flüssigen Phase in der gasförmigen Phase erfolgt. Dabei ist die Vernebelung so fein, dass über die gesamte Einspritzrohrlänge kaum eine Entmischung auftritt. Der freie Strömungsquerschnitt wird vorliegend um 60% im Bereich der Düse 310 verringert.

[0045] Fig. 8 zeigt eine Variante der Düse 310 im Querschnitt. Hierbei sind auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten Noppen 311 vorgesehen, die eine Verengung des Strömungskanals bilden. Die Noppen 311 sind mittels punktuellen Zusammendrückens des Einspritzrohres 4 hergestellt.

[0046] Gemäß der in Fig. 9 dargestellten zweiten Variante wird die Verengung durch vier gleichmäßig über den Umfang des Einspritzrohres 4 verteilt angeordnete Noppen 311 gebildet.

[0047] Fig. 10 zeigt eine Düse 310, wie sie bei einem Verdampfer in Plattenbauweise verwendet werden kann. Hierbei ist das Einspritzrohr 4 mit einem Noppen 311 versehen, welcher durch Eindringen des Einspritzrohres 4 gebildet ist. Der Aufbau des Verdampfers entspricht vorliegend wiederum im Wesentlichen dem des ersten Ausführungsbeispiels, jedoch sind an Stelle der Durchzüge 8 des ersten Ausführungsbeispiels mit den Öffnungen in der Bodenplatte im Wesentlichen fluchtende Bohrungen im Einspritzrohr und in der Einspritzplatte vorgesehen. Auch in diesem Fall werden nicht alle Flachrohre mit Kältemittel beaufschlagt.

[0048] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren 11 und 12 ein viertes Ausführungsbeispiel näher erläutert, wobei der Aufbau des Verdampfers 1 - abgesehen von der Art der Ausbildung des Elements zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit - mit dem des ersten Ausführungsbeispiels übereinstimmt, so dass hierauf im Folgenden nicht näher eingegangen wird.

[0049] Im Inneren des Einspritzrohres 4 ist, wie in Fig. 12 im Detail dargestellt, an Stelle der Noppen 110 eine Igelwendel 410 angeordnet. Diese Igelwendel 410 dient als Element zur bereichsweisen Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit im Inneren des Einspritzrohres 4, wodurch Turbulenzen im Strömungsbild erzeugt werden, die einer Entmischung der Gas- und Flüssigphase des Kältemittels entgegenwirken, weshalb auf die Igelwendel 410 auch als Turbulenzbildner Bezug genommen wird. Hierfür weist die Igelwendel 410 wendelartig um einen sich in Längsrichtung des Einspritzrohres 4 erstreckenden Kern angeordnete, sich radial nach außen erstreckende Fortsätze auf.

[0050] in Folge des Turbulenzbildners verringert sich die Entmischung der Gas- und Flüssigphase des Kältemittels über die gesamte Länge des Einspritzrohres 4.

Unterstützend wirkt hierbei, dass insbesondere im Eintrittsbereich nicht alle Flachrohre 2 über Durchtrittsöffnungen 9' an das Einspritzrohr 4 angeschlossen sind, so dass im Eintrittsbereich größere Strömungsgeschwindigkeiten für eine bessere Vermischung mit Hilfe des Turbulenzbildners sorgen, so dass eine Ansammlung der gasförmigen Phase im oberen Bereich des Einspritzrohres 4 verhindert wird.

[0051] Gemäß einer in Fig. 13 dargestellten Variante des vierten Ausführungsbeispiels ist an Stelle der Igelwendel 410 als Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit eine Schraubenwendel 410' vorgesehen. Die Schraubenwendel 410' besteht aus einem schraubenfederartig gewickelten Blechstreifen, der sich im eingebauten Zustand bis in den Strömungskanal erstreckt und für eine Verwirbelung des Kältemittelstroms und somit für eine Vermischung der flüssigen und gasförmigen Phasen sorgt. Zudem erhält die Strömung einen Drall auferlegt, der das Vermischen der Phasen unterstützt.

[0052] Gemäß sämtlichen vorigen Ausführungsbeispielen ist das Einspritzrohr 4 oben am Verdampfer 4 angeordnet. Entsprechende Ausgestaltungen sind jedoch auch bei einer anderen Anordnung des Einspritzrohres, insbesondere auf der Unterseite des Verdampfers möglich. Ebenfalls können entsprechende Maßnahmen auch in einem Sammelrohr vorgesehen sein, von welchem aus das Kältemittel einer nachfolgenden Wärmeübertragungsfläche mit einer Mehrzahl von kältemitteldurchströmten Elementen, wie insbesondere Flachrohren, über Durchtrittsöffnungen zugeführt wird.

[0053] Sämtliche der vorstehend genannten Ausführungsbeispiele können, sofern aus Anordnungsgründen möglich, miteinander kombiniert werden, um eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeiten und eine optimale Vermischung der Kältemittelphasen im Einspritzrohr zu bewirken. Die Maßnahmen können prinzipiell auch für unten angeordnete Einspritzrohre oder entsprechend auch für Übertrittsrohre, die zwischen einzelnen Flachrohrreihen o.ä. angeordnet sind, verwendet werden.

[0054] Besonders bevorzugte Ausführungsformen von Verdampfern, bei denen die Ausgestaltung des Einspritzrohres und der Durchtrittsöffnungen entsprechend den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen erfolgen kann, werden in ihrem allgemeinen Aufbau unter Bezugnahme auf die Figuren 17 ff. im Folgenden beschrieben. Die Verdampfer der Figuren 17 bis 22 sind in Hinblick auf ihre allgemeine Ausgestaltung in der DE 102 60 107 A1 offenbart, deren gesamter Offenbarungsgehalt in Bezug auf die allgemeine Ausgestaltung der Verdampfer ausdrücklich mit einbezogen wird.

[0055] Der in den Figuren 17 bis 19 dargestellte Verdampfer 70 weist eine Mehrzahl U-förmig gebogener Flachrohre 71a, 71b, 71c usw. auf. Jedes Flachrohr weist zwei Schenkel 72 und 73 auf. Die freien Enden der Schenkel 72 und 73 sind in einer Bodenplatte 74 befestigt (siehe Figuren 18 und 19). Über der Bodenplatte 74 ist eine Verteilerplatte 75 angeordnet, welche abwechselnd

zwei in Tiefenrichtung hintereinander liegende, schlitzförmige Durchbrüche 76, 77 unter Belassung eines Steges 78 sowie einen in Tiefenrichtung durchgehenden Umlenkanal 79 aufweist. Eine benachbart zur Verteilerplatte 75 angeordnete Einspritzplatte 80 ist in der Darstellung von Fig. 17 weggelassen.

[0056] Die Strömung des Kältemittels erfolgt entsprechend den Pfeilen, d.h. das Kältemittel tritt bei E in den vorderen Strömungsabschnitt des Flachrohres 71a ein, strömt zunächst nach unten, wird dann unten umgelenkt, strömt dann nach oben und gelangt in den Umlenkanal 79, wo es dem Pfeil U entsprechend in die Tiefe umgelenkt wird, strömt dann auf der Rückseite nach unten, wird dort umgelenkt und strömt dann wieder nach oben, um über den Pfeil A durch den Durchbruch 77 durchzutreten.

[0057] Die Zu- und Abfuhr des Kältemittels ist aus Fig. 18 ersichtlich, in welcher die Einspritzplatte 80 sowie das Einspritzrohr 81 und das Saugrohr 82 dargestellt sind. Die Verteilerplatte 75 weist zwei Durchbrüche 76c und 77c auf, die durch den Steg 78c voneinander getrennt sind. In der Einspritzplatte 80 ist ein Kältemittelintrittsdurchbruch 83 vorgesehen, der mit einem fluchtend angeordneten Kältemitteldurchbruch 84 im Einspritzrohr 81 angeordnet ist.

[0058] Vorliegend sind der Kältemittelintrittsdurchbruch 83, wie auch der Kältemitteldurchbruch 84 durch gratlose Bohrungen gebildet, jedoch kann auch eine Ausgestaltung entsprechend dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 vorgesehen sein, d.h. die Verteilerplatte 75 weist überstehende Ränder auf, welche in das Einspritzrohr 81 hineinragen und bündig mit dem Kältemitteldurchbruch 84 enden. Die Ränder können auch bis in den Innenraum des Einspritzrohres 81 ragen, wie bei einem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel.

[0059] In ähnlicher Weise sind auf der Seite des Saugrohres 82 ein Kältemittelaustrittsdurchbruch 85 in der Einspritzplatte 80 und ein fluchtend angeordneter Kältemitteldurchbruch 86 im Saugrohr 82 angeordnet. Auch in diesem Fall können die vorliegend als Bohrungen ausgebildeten Durchbrüche 85, 86 entsprechend Fig. 1 ausgebildet sein.

[0060] Das Einspritzrohr 81 und das Saugrohr 82 sind dicht- und druckfest mit der Einspritzplatte 80 verlötet, ebenso wie die anderen Teile 75, 74 und 71c.

[0061] Die Umlenkung in die Tiefe ist besonders gut aus der Schnittdarstellung von Fig. 19 ersichtlich, welche einen Schnitt durch den Umlenkanal 79d zeigt. Entsprechend den Pfeilen von Fig. 19 strömt das von unten kommende Kältemittel nach oben in den Umlenkanal 79d, in welchem es nach rechts (Tiefenrichtung) umgelenkt wird und tritt in den hinteren Abschnitt des Flachrohres 71d ein, in welchem es von oben nach unten strömt. Es ist somit jeweils eine einfache Umlenkung in die Breite und in die Tiefe vorgesehen.

[0062] Wie aus der Darstellung von Fig. 17 ersichtlich, sind eine Mehrzahl von Durchtrittsöffnungen vom Einspritzrohr 81 in den Sammelkasten und von dem Sam-

melkasten zum Saugrohr 82 erforderlich., vorliegend je eine pro U-förmig gebogenes Flachrohr 71.

[0063] Um eine möglichst gleichmäßige Temperaturverteilung über die gesamte Wärmeübertragungsfläche des Verdampfers zu ermöglichen, ist das Einspritzrohr 81 derart ausgebildet, dass sich der freie Strömungsquerschnitt des Einspritzrohres 81 bereichsweise durch (nicht dargestellte) Noppen, wie sie in Fig. 1 dargestellt und im entsprechenden Ausführungsbeispiel beschrieben sind, verringert. Dagegen sind im Saugrohr 82 keine Noppen vorgesehen.

[0064] Fig. 20 zeigt eine Ausführungsform eines Verdampfers 90, der eine Mehrzahl U-förmig gebogener Flachrohre 91a, 91b, 91c etc. aufweist, welche eine zweifache Umlenkung in der Breite und eine einfache Umlenkung in der Tiefe ermöglicht. Hierfür ist die Verteilerplatte 93 derart ausgebildet, dass für die Umlenkung in der Breite zwei Durchbrüche 96 und 98 über einen Querkanal 101 miteinander verbunden sind, wobei die Durchbrüche 96, 98 und der Querkanal eine H-förmige Öffnung in der Verteilerplatte 93 bilden. Für die Umlenkung in die Tiefe ist ein langer Umlenkanal 102 vorgesehen, welcher dem Umlenkanal 79 des zuvor beschriebenen Verdampfers entspricht. Der Kältemittelverlauf ist in Fig. 20 durch Pfeile im linken Teil des Verdampfers dargestellt. Hierbei tritt das Kältemittel bei A in den vorderen Teil des linken Schenkels des Flachrohres 91a ein, strömt nach unten, wird in die Breite umgelenkt, strömt wieder nach oben und tritt aus dem Flachrohr 91a aus, in einen Durchbruch der Verteilerplatte 93, strömt entlang dem Pfeil B durch den Querkanal 101 und tritt in das benachbarte Flachrohr 91b ein, welches es durchströmt. Von dort gelangt es in den Umlenkanal 102 und wird dem Pfeil C folgend in den hinteren Teil des Flachrohres 91b geleitet, welchen es entgegen der Durchströmungsrichtung des vorderen Teils durchströmt. Über einen Querkanal 100, welcher zwischen zwei Durchbrüchen 97 und 99 angeordnet ist und der in seiner Ausgestaltung vorliegend dem Querkanal 101 zwischen den Durchbrüchen 96 und 98 entspricht, gelangt das Kältemittel zum ersten Flachrohr 91a, welches es ebenfalls entgegen der Durchströmungsrichtung des vorderen Teils durchströmt, und tritt bei D wieder aus, von wo aus es in das Saugrohr (nicht dargestellt) gelangt. In Folge der zweifachen Umlenkung in der Breite ist die erforderliche Anzahl von Durchtrittsöffnungen im Einspritz- und Saugrohr gegenüber dem zuvor beschriebenen Verdampfer halbiert. Die Ausgestaltung von Einspritz- und Saugrohr entspricht der des zuvor beschriebenen Verdampfers, d.h. es sind im Einspritzrohr wiederum Noppen vorgesehen.

[0065] Fig. 21 zeigt eine Variante des Verdampfers von Fig. 20, wobei die einzelnen Einheiten spiegelbildlich zueinander angeordnet sind. Wie im Bereich der am weitesten links angeordneten, benachbarten Umlenkanäle angedeutet, ist auch in diesem Bereich eine H-Form der Öffnung in der Verteilerplatte möglich, so dass ein Kältemittelaustausch zwischen benachbarten Einheiten im Bereich der Umlenkung in der Tiefe möglich ist.

[0066] Fig. 22 zeigt eine Variante des Verdampfers von Fig. 21, wobei die Unterteilungen in die Tiefe sich unterscheiden. Die Ausgestaltung des Einspritzrohres entspricht wiederum der von Fig. 1.

[0067] Obwohl nicht in der Zeichnung dargestellt, ist auch eine Zusammenlegung der Ein- und Ausleitungen benachbarter Einheiten möglich, wofür die entsprechenden Öffnungen in der Einspritzplatte und Verteilerplatte geeignet auszubilden sind. Die Öffnung in der Verteilerplatte ist hierbei bevorzugt H-förmig mit einem verbreiterten Steg für den Kältemitelein- bzw. -austritt ausgebildet.

[0068] In den Figuren 23 bis 35 ist ein weiterer Wärmetauscher sowie eine Variante hierzu dargestellt, bei denen die Ausgestaltung des Einspritzrohres und der Durchtrittsöffnungen entsprechend den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen erfolgen kann.

[0069] Der in den Figuren 23 bis 33 dargestellte Wärmetauscher ist ein Verdampfer für eine Kraftfahrzeug-Klimaanlage und weist eine rohrförmige Zuleitung 1001 sowie eine rohrförmige Ableitung 1002 auf. Die beiden Leitungen 1001 und 1002 sind parallel zueinander in einer Längsrichtung des Verdampfers oberhalb eines sich über die gesamte Verdampferlänge erstreckenden Sammelkastens 1003 angeordnet. Jenseits des Sammelkastens 1003 sind Zuleitung und Ableitung zu einer gemeinsamen Flanschplatte 1004 fortgeführt, über die sie mit der weiteren Klimaanlage des Fahrzeugs verbunden sind (nicht dargestellt). Im Bereich von Weiterführungen 1001a, 1002a zwischen Sammelkasten 1003 und Flanschplatte 1004 weisen die Leitungen 1001 und 1002 eine Anzahl von Knicken und Biegungen auf, wodurch sie an die individuelle Geometrie des Einbauraums im Fahrzeug adaptiert sind.

[0070] Auf Grund der Funktion eines Teils der Zuleitung 1001 sowie eines Teil der Ableitung 1002 wird dieser Teil auch als Einspritz- bzw. Saugrohr bezeichnet. Parallel zum entsprechenden Teil der Leitungen 1001 und 1002 ist ferner ein Überströmrohr 1005 oberhalb des Sammelkastens 1003 an diesem angeordnet und erstreckt sich über die gesamte Breite des Verdampfers. Das Überströmrohr 1005 ist als an seinen beiden Enden jeweils verschlossener Rohrabschnitt ausgebildet und weist vorliegend - nicht der Darstellungen in der Zeichnung entnehmbar - einen sich in Strömungsrichtung vergrößernden Innendurchmesser auf. Entsprechendes gilt auch für das Einspritz- und Saugrohr. Die Durchmesseränderung erfolgt vorliegend mittels Noppen, die durch eine Umformung des entsprechenden Rohres hergestellt sind.

[0071] Auf der Unterseite des Sammelkastens 1003 ist eine Mehrzahl von U-förmig gebogener Flachrohre 1006, vorliegend zwanzig, angeordnet, wobei die Schenkelhöhen der U-förmigen Flachrohre 1006 zuzüglich der Sammelkastenhöhe und dem Einspritzrohr-, Überströmrohr- bzw. Saugrohräußendurchmesser insgesamt die Bauhöhe des Verdampfers ergeben.

[0072] Jedes der Flachrohre 1006 weist eine Mehrzahl

von Kammern oder Kanälen 1006a auf (siehe Querschnitt durch einen der Flachrohrschenkel von Fig. 25). Dabei bildet im vorliegenden Ausführungsbeispiel nur jeweils die Hälfte der Kammern 1006a jedes der Flachrohre 1006 zusammen einen Strömungspfad aus bzw. ist hydraulisch parallel angeordnet. In Richtung des Luftstroms, also senkrecht zur Zeichenebene gemäß Fig. 23, liegen somit jeweils zwei Strömungspfade in jedem Flachrohr 1006 in der Tiefe hintereinander.

[0073] Die Flachrohre 1006 sind mit ihren Enden jeweils in Durchbrüche 1007a einer Bodenplatte 1007 (siehe Fig. 24) eingeführt und mit demselben verlötet. Ein zentraler, in Längsrichtung verlaufender Steg 1007b der Bodenplatte 1007 trennt dabei die beiden Gruppen von Kammern 1006a der Flachrohre 1006 voneinander.

[0074] Zur weiteren Ausbildung des Sammelkastens 1003 ist eine Verteilerplatte 1008 (siehe Fig. 21) plan auf die untere Bodenplatte 1007 aufgelegt und flächig zumindest jedoch entlang geschlossener Randlinien mit derselben verlötet. Die Verteilerplatte 1008 hat eine Anzahl von kulissenartigen Durchbrüchen 1008a, die teilweise mit den Durchbrüchen 1007a der Bodenplatte 1007 und somit mit den Stirnflächen der Flachrohre 1006 fluchten. Nicht fluchtende Teile der Durchbrüche, z.B. H-förmige Durchbrüche 1008b der Verteilerplatte 1008, sind dazu vorgesehen, verschiedene Strömungspfade miteinander zu verbinden. Die gezeigten H-förmigen Durchbrüche verbinden dabei jeweils zwei benachbarte Flachrohre 1006 bzw. vier Strömungspfade miteinander.

[0075] Oberhalb der Verteilerplatte 1008 ist eine oberes Plattenelement, im Folgenden als Einspritzplatte 1009 bezeichnet, des Sammelkastens 1003 plan auf der Verteilerplatte 1008 aufgelötet. Die Einspritzplatte 1009 weist eine Anzahl von kreisförmigen Durchzügen 1009a auf, die mittels Stanzung von jeweils der gleichen Seite hergestellt wurden. Durch die Stanzung entsteht auf der der Verteilerplatte abgewandten Seite jeweils ein überstehender Kragen 1009b (siehe Seitenansicht der Verteilerplatte in Fig. 22), mittels dessen die Zuleitung 1001, d.h. das Einspritzrohr, die Ableitung 1002, d.h. das Saugrohr, und das Überströmrohr 1005 besonders leicht anbringbar sind.

[0076] Die rohrförmigen Leitungen 1001, 1002 und 1005 sind jeweils mit Bohrungen versehen, welche mit den zuvor beschriebenen Durchzügen 1009a der Einspritzplatte 1009 korrespondieren. Im Zuge der Montage des Verdampfers werden die Leitungen somit auf die Kragen 1009b aufgesteckt und kältemitteldicht verlötet, wodurch zugleich eine mechanisch sichere Verbindung zwischen Sammelkasten und Leitungen hergestellt ist.

[0077] Die Abstände der am weitesten entfernten Bohrungen ergeben eine wirksame Länge der jeweiligen Leitungen 1001, 1002 und 1005. Eine hinsichtlich des Wärmetauschs gesamte wirksame Verdampferlänge ist sinnvoll als der größte Abstand zweier Strömungspfade in Breitenrichtung des Verdampfers definiert. Hieraus ergibt sich, dass im vorliegenden Ausführungsbeispiel die wirksame Länge der Zuleitung 1001 weniger als 40% der

wirksamen Verdampferbreite beträgt

Der Verdampfer funktioniert wie folgt:

[0078] Durch die Zuleitung 1001 wird dem Verdampfer ein unter hohem Druck stehendes und aus flüssiger und gasförmiger Phase bestehendes Kältemittel zugeführt (vorliegend Kohlendioxid, also R744). Das Kältemittel tritt durch die Durchzüge 1009a bzw. Löcher der Zuleitung 1001 in eine erste Gruppe aus acht Strömungspfaden ein. Es erfolgt in den H-förmigen Durchbrüchen eine Übergabe an die acht korrespondierenden, gegenüberliegenden Strömungspfade, wobei jeweils ein zuerst und ein nachfolgend durchlaufender Strömungspfad zu dem gleichen Flachrohr gehören ("Übergabe in die Tiefe"). Nach Passieren von sechzehn der insgesamt vierzig Strömungspfade des Verdampfers tritt das Kältemittel durch etwas größere Bohrungen in das Überströmröhr 1005 ein. Diese sechzehn ersten Strömungspfade, die den ersten acht Flachrohren von rechts gemäß Fig. 23 entsprechen, sind somit in einen ersten Abschnitt gruppiert.

[0079] Das Überströmröhr 1005 hat die Funktion eines Zwischensammlers, so dass das Kältemittel der verschiedenen Strömungspfade neu vermischt wird. Zugleich fließt es gemäß Fig. 23 nach links, wobei die Strömungsgeschwindigkeit gegenüber der Zuleitung 1001 bereits deutlich erhöht ist.

[0080] Auf der linken Seite des Verdampfers bilden die restlichen zwölf Flachrohre eine zweite Gruppe bzw. einen zweiten Abschnitt von insgesamt vierundzwanzig Strömungspfaden 1006 aus. Dabei erfolgt durch die Durchzüge 1009a zunächst der Eintritt von dem Überströmröhr 1005 in die ersten zwölf Strömungspfade des zweiten Abschnitts und dann mittels der H-förmigen Durchbrüche der Verteilerplatte in die zweiten zwölf Strömungspfade des zweiten Abschnitts. Der höheren Anzahl von Strömungspfaden des zweiten Abschnitts wird bei dem Überströmröhr 1005 dadurch Rechnung getragen, dass der Durchmesser der Durchzüge 1009a des zweiten Abschnitts kleiner ist als der Durchmesser der acht Durchzüge des ersten Abschnitts.

[0081] Letztlich tritt das im Wesentlichen verdampfte und entspannte Kältemittel aus besonders großen zwölf Durchzügen in die Ableitung 1002 ein, um von dort dem weiteren Kältekreislauf zugeführt zu werden.

[0082] Gemäß der Funktion des Verdampfers werden während des vorbeschriebenen Betriebs die Flachrohre 1006 von Luft umströmt, die nachfolgend zur Luftkonditionierung eines Fahrzeuginnenraums verwendet wird.

[0083] Die in den Figuren 34 und 35 dargestellte Variante unterscheidet sich vom vorigen Ausführungsbeispiel lediglich in der Ausbildung der Durchzüge 1009a' und ihrer korrespondierenden Bohrungen in den Leitungen 1001, 1002 und 1005, sowie in der Ausformung der Verteilerplatte 1008'. Im Unterschied zum vorigen Ausführungsbeispiel sind hier einige der Durchbrüche 1009a' jeweils so ausgeformt, dass zwei Strömungspfa-

de 1006a durch jeweils eine einzige Bohrung unmittelbar mit Kältemittel beschickt werden. Allerdings werden ebenso wie beim vorigen Ausführungsbeispiel weiterhin zwei Strömungspfade pro Abschnitt des Verdampfers durchströmt, wofür ebenfalls H-förmige Durchbrüche 1008a' zwecks Übergang zwischen den Strömungspfaden zuständig sind. Wie beim zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel sind eine Mehrzahl von Noppen in den Leitungen 1001 und 1005 vorgesehen, welche den freien Strömungsquerschnitt entsprechend dem Strömungsweg bereichsweise verändert und die Strömungsgeschwindigkeit in Vergleich mit einer Leitung ohne Noppen o.ä., insbesondere ohne bereichsweise Veränderung des freien Strömungsquerschnitts, erhöhen, so dass eine sehr gleichmäßige Temperaturverteilung über die gesamte Verdampferbreite möglich ist.

[0084] An Stelle von Noppen können jeweils auch andere Maßnahmen getroffen sein, wie in den vorstehenden Ausführungsbeispielen beschrieben, also bspw. das Vorsehen von Winglets oder Wendeln. Insbesondere vorteilhaft ist das Vorsehen derartiger Maßnahmen im Überströmröhr, in welchem besonders kritische Verhältnisse bezüglich der Phasenanteile herrschen

[0085] Die Figuren 36 bis 39 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei welchem der Wärmetauscher so aufgestellt ist, dass die jeweiligen Leitungen 1001, 1002 und 1005 unterhalb des Rohr-Rippenblocks 1010 angeordnet sind. Das Rohr 1005 weist dabei als Verteil- oder Überströmröhr 1005 Einlassöffnungen 1011, wie Saugöffnungen, und Auslassöffnungen 1012, wie Einspritzöffnungen auf. Gegenüber zweier Öffnungen sind sogenannte Verformungen 1020 oder Einbuchtungen des Rohrs 1005 vorgesehen. Diese Einbuchtungen bewirken, dass das vorbei strömende Kältemittel vorzugsweise als Dampf-Flüssigkeitsgemisch derart an der gegenüberliegenden Öffnung vorbeiströmt, dass auch Flüssigkeit angesaugt und eingespritzt wird.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, insbesondere Verdampfer, mit mindestens einem Einspritzrohr (4; 81) einer Mehrzahl von Durchtrittsöffnungen (9') und einer Mehrzahl von über die Durchtrittsöffnungen (9') mit dem Einspritzrohr (4; 81) direkt oder indirekt verbundener, eine Wärmeübergangsfläche bildender Elemente, durch welche vorzugsweise ein Medium strömt, welches im Bereich des Verdampfers (1) zumindest teilweise einen Phasenwechsel durchläuft, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Eintritt und/oder im Inneren und/oder an den Durchtrittsöffnungen (9') des Einspritzrohres (4; 81) und/oder eines Überströmröhres (1005) mindestens ein Element (110; 110'; 210; 310; 410; 410') zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit vorgesehen ist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch ge-**

- kennzeichnet, dass** wenigstens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durch einen Turbulenzbildner gebildet ist.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durch einen Einbau im Einspritzrohr (4) und/oder im Überströmrohr gebildet ist. 5
 4. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durch eine Verformung des Einspritzrohres (4; 81) und/oder des Überströmrohres (1005) gebildet ist. 10
 5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durch mindestens eine im Einspritzrohr (4; 81) und/oder im Überströmrohr (1005) angeordnete oder hierin ausgebildete Querschnittsverengung über eine geringe Länge des Einspritzrohres (4) bzw. des Überströmrohres (1005) gebildet ist. 25
 6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Querschnittsverengung 30 bis 60% der Kanalhöhe und/oder 30 bis 60% der vorhergehenden und nachfolgenden Querschnittsfläche beträgt. 30
 7. Wärmetauscher nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Querschnittsverengung im Einström/Eintrittsbereich vor der ersten Durchtrittsöffnung (9') angeordnet ist. 35
 8. Wärmetauscher nach Anspruch 5, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von Querschnittsverengungen über eine geringe Länge des Einspritzrohres (4) und/oder Überströmrohres vorgesehen ist. 40
 9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** je eine Querschnittsverengung zwischen zwei Durchtrittsöffnungen angeordnet ist. 45
 10. Wärmetauscher nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsverengungen durch Winglets, Noppen, Blenden und/oder Düsen gebildet sind. 50
 11. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durch einen Durchzug und/oder Schnittkanten gebildet ist. 55
 12. Wärmetauscher nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Element an einem benachbart zum Einspritzrohr (4) und/oder Überströmrohr angeordneten Bauteil ausgebildet ist und in das Einspritzrohr (4) bzw. Überströmrohr hineinragt.
 13. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einspritzrohr (4) und/oder Überströmrohr an der oberen Seite des Wärmetauschers angebracht ist.
 14. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eintritt mindestens einer Durchtrittsöffnung (9') oberhalb vom tiefsten Punkt des Einspritzrohres (4) und/oder Überströmrohres angeordnet ist.
 15. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eintritt mindestens einer Durchtrittsöffnung (9') unterhalb vom höchsten Punkt des Einspritzrohres (4) und/oder Überströmrohres angeordnet ist.
 16. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eintritt durch einen in den Innenraum des Einspritzrohres und/oder Überströmrohres ragenden Durchzug oder durch ein in der Durchtrittsöffnung angeordnetes Rohr gebildet ist.
 17. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Element zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durch mindestens eine im Einspritzrohr (4) und/oder im Überströmrohr angeordnete Wendel oder ein wendelartig ausgebildetes Element gebildet ist.
 18. Wärmetauscher nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wendel bzw. das wendelartig ausgebildete Element eine Igel- oder Schraubenwendel (410 bzw. 410') ist.
 19. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einspritzrohr (4) und/oder Überströmrohr als ein Rohr mit D-förmigem Querschnitt ausgebildet ist.
 20. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der freie Strömungsquerschnitt im Einspritzrohr (4) und/oder im Überströmrohr zum Ende desselben hin verringert.
 21. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der freie Strömungsquerschnitt der Durchtrittsöffnungen (9') von Einspritzrohr (4) und/oder Überströmrohr

zum entsprechenden eine Wärmeübergangsfläche bildenden Element im Einspritzrohr (4) bzw. im Überströmrohr konstant ist.

22. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand der Durchtrittsöffnungen (9') des Einspritzrohres (4) und/oder des Überströmrohres sich ausgehend von dem Eintritt vergrößert.
23. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (1) ein Wärmetauscher in Plattenbauweise oder Serpentinbauweise ist.
24. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (1) ein Wärmetauscher für das Kältemittel R744 (CO₂) oder R134a ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

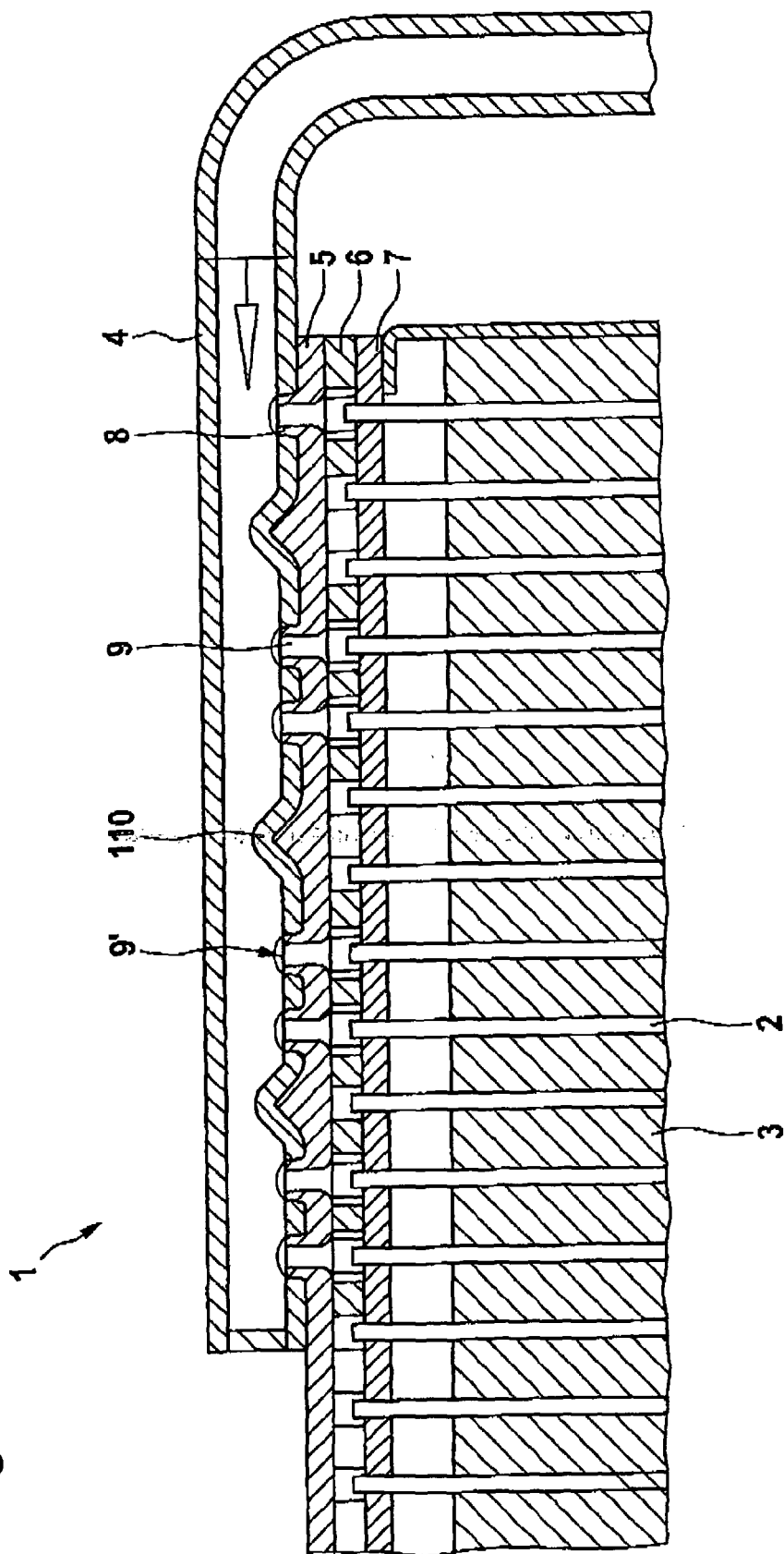


Fig. 2

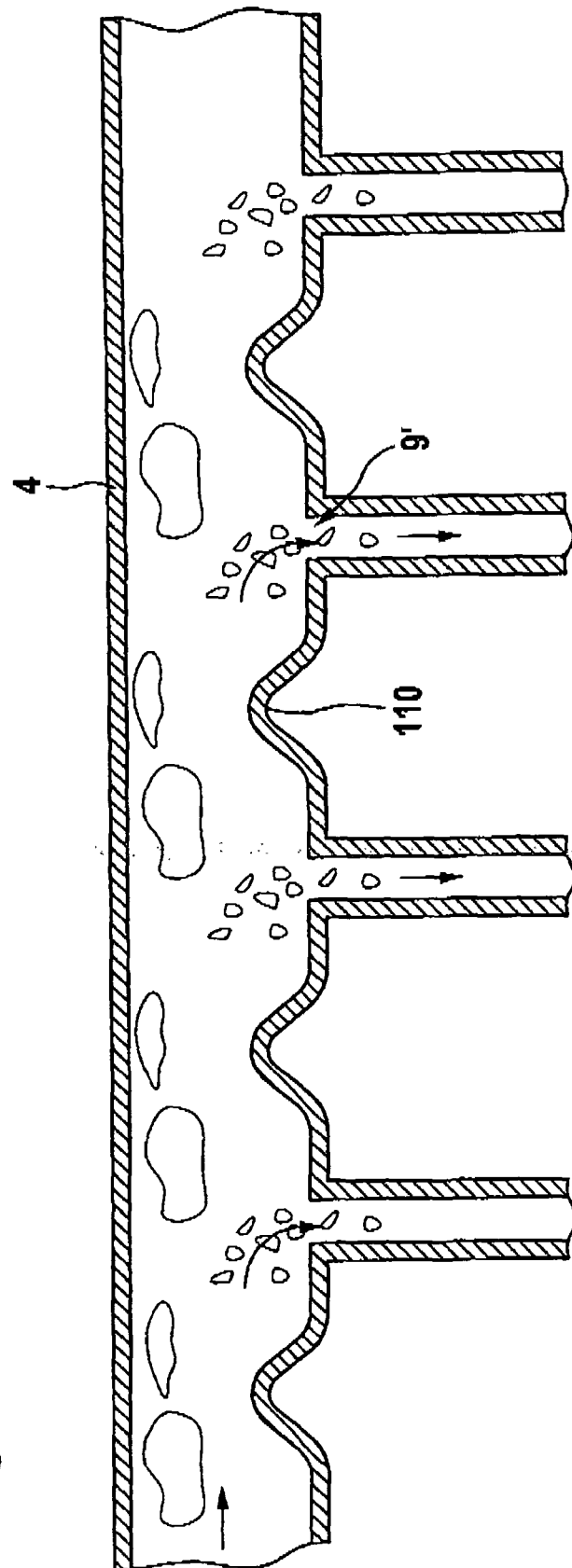


Fig. 3

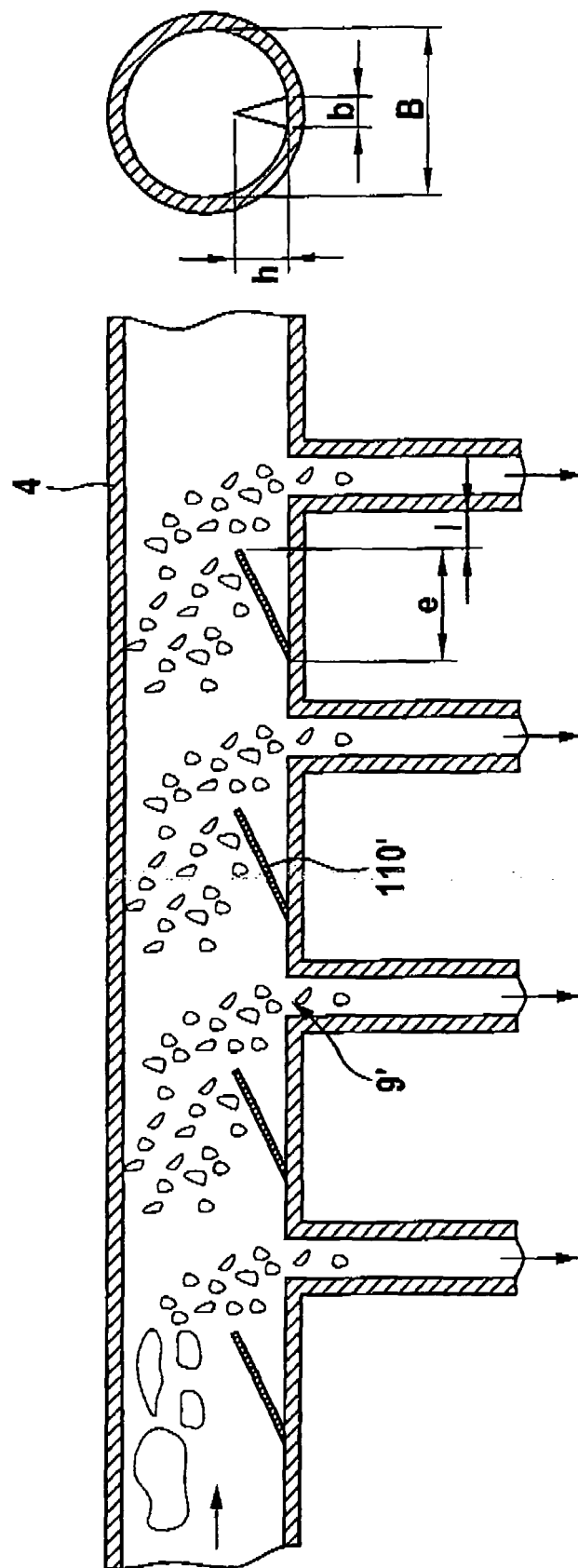


Fig. 4

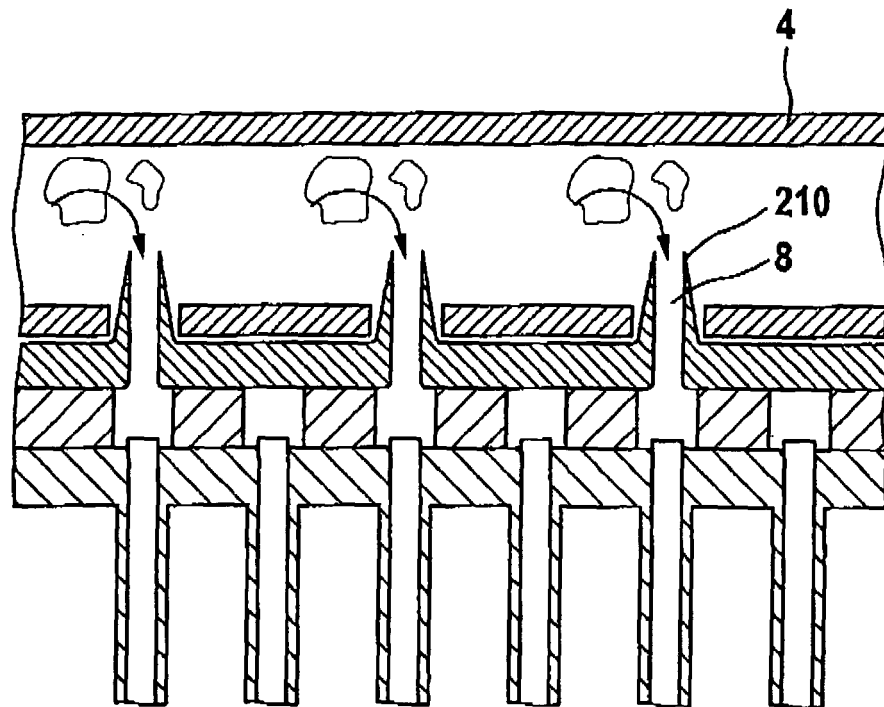


Fig. 5

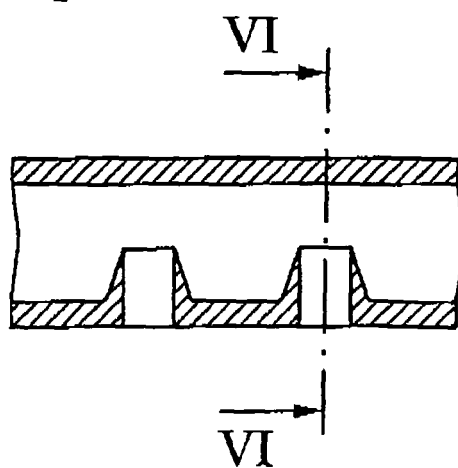


Fig. 6

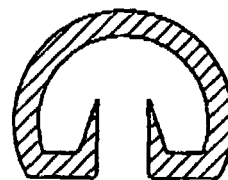


Fig. 7

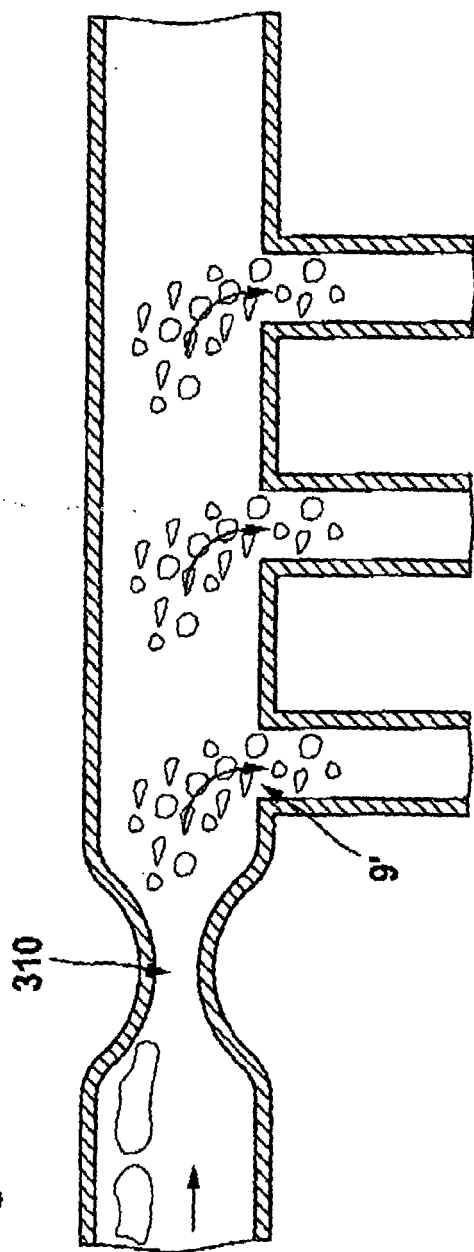


Fig. 8

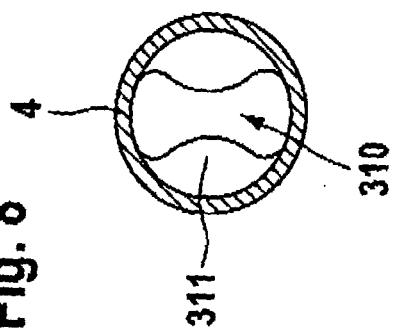


Fig. 10

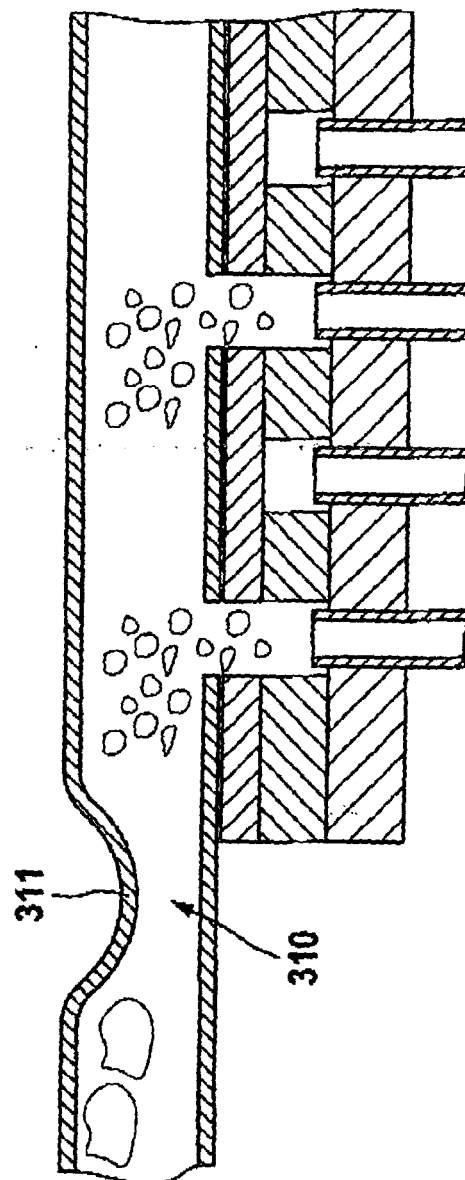


Fig. 9

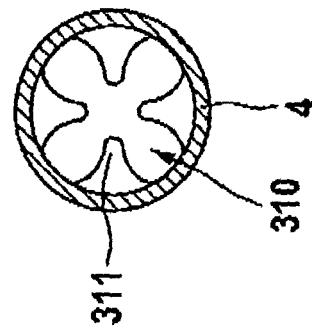


Fig. 11

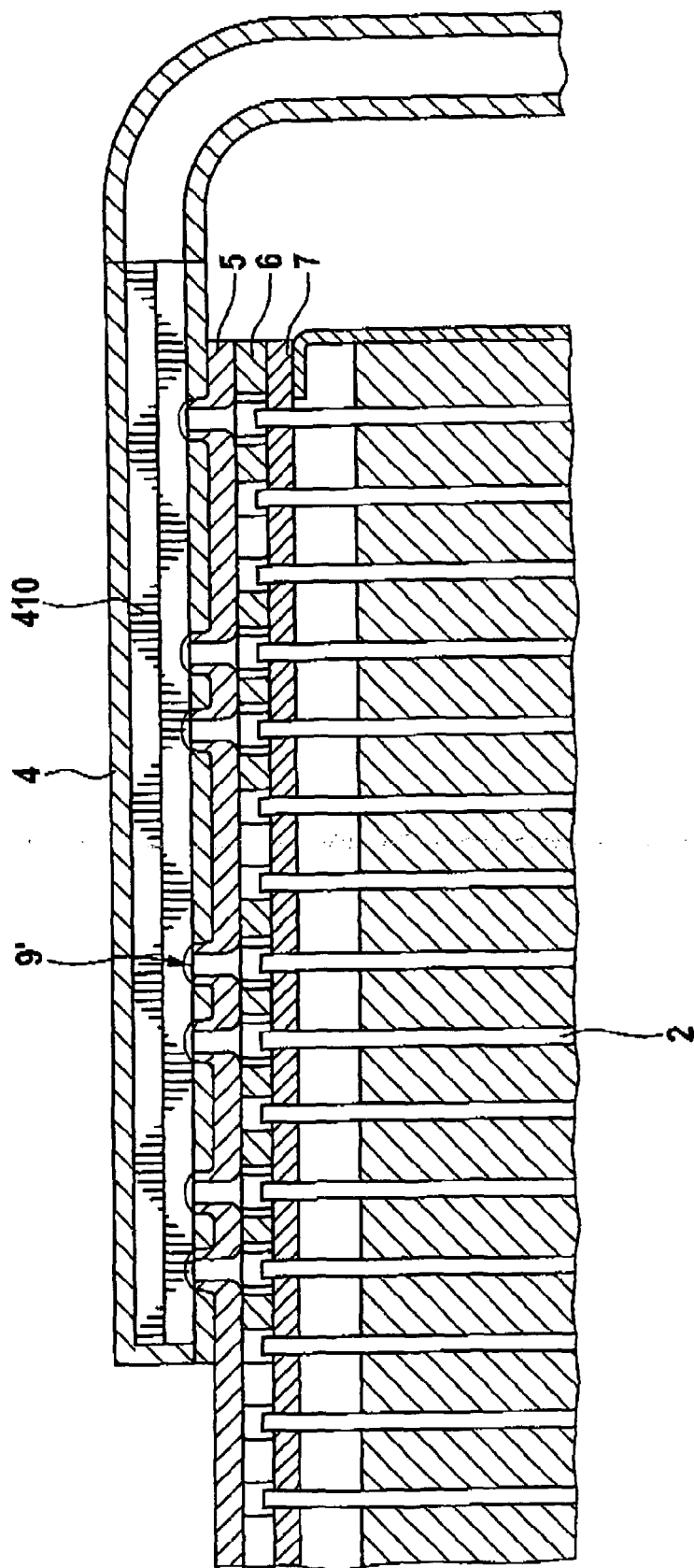


Fig. 12

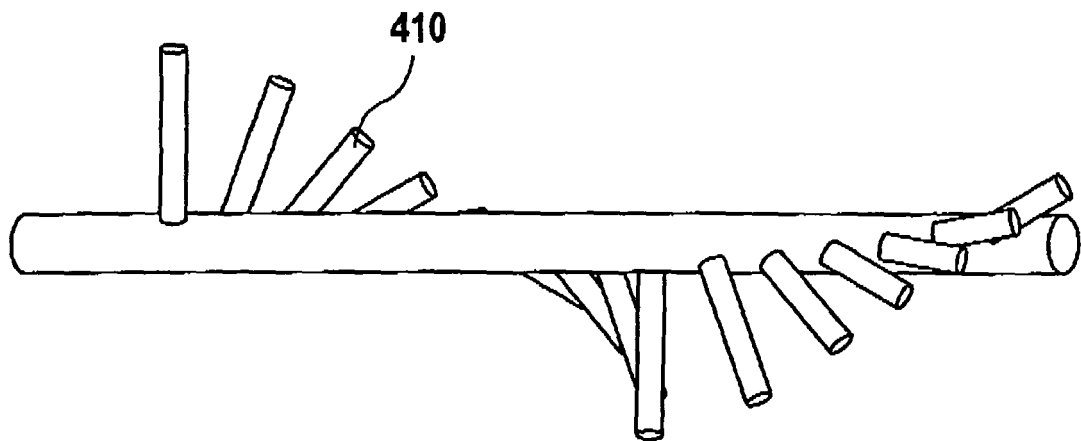


Fig. 13

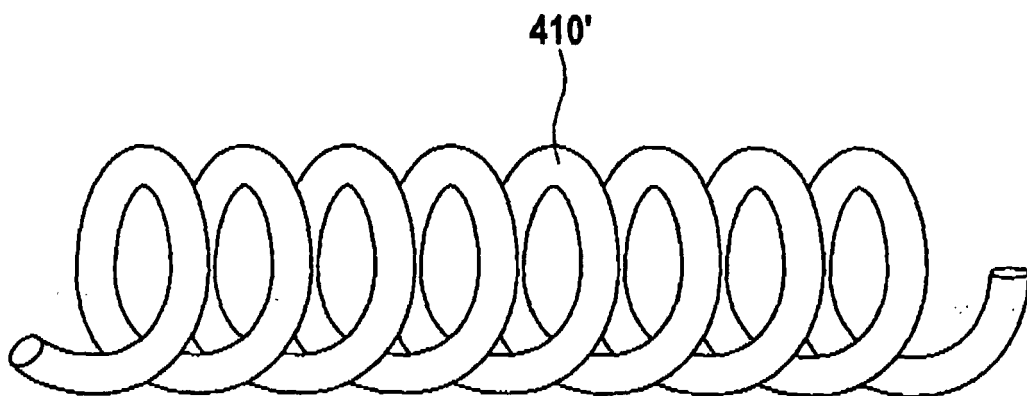


Fig. 14a

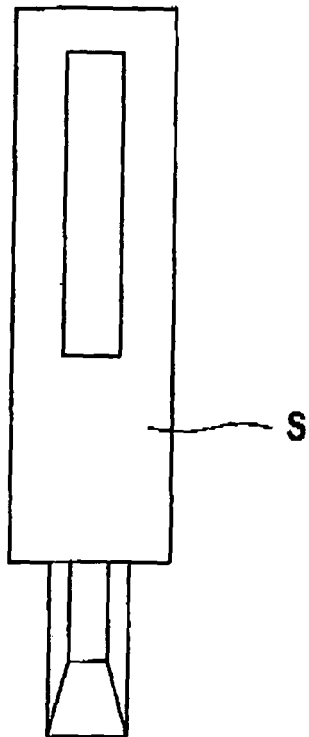


Fig. 14c

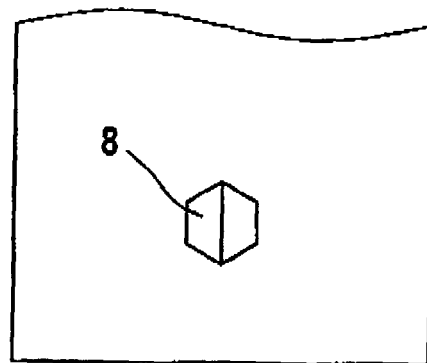


Fig. 14d

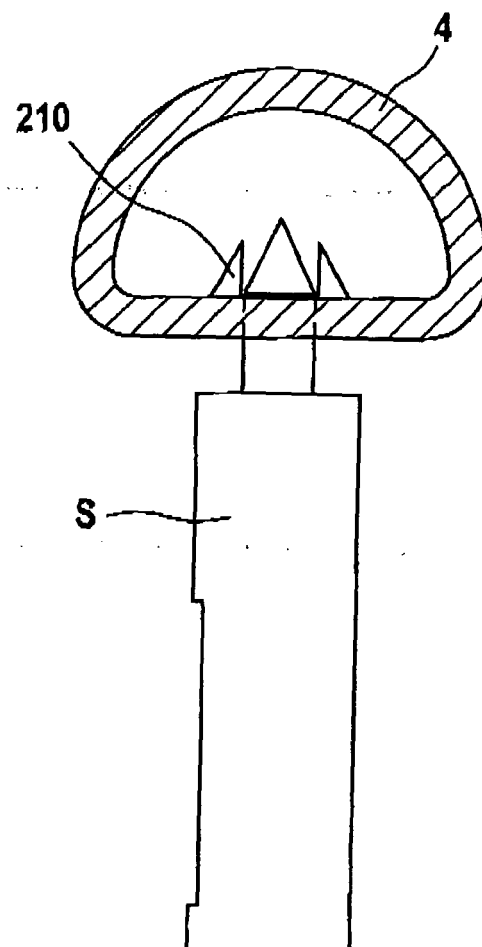


Fig. 14b

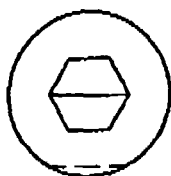


Fig. 16c

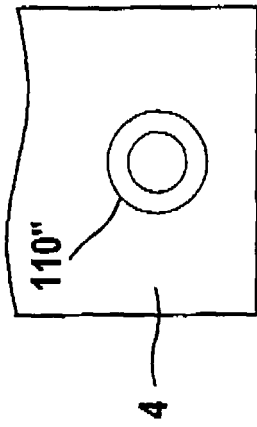


Fig. 16d

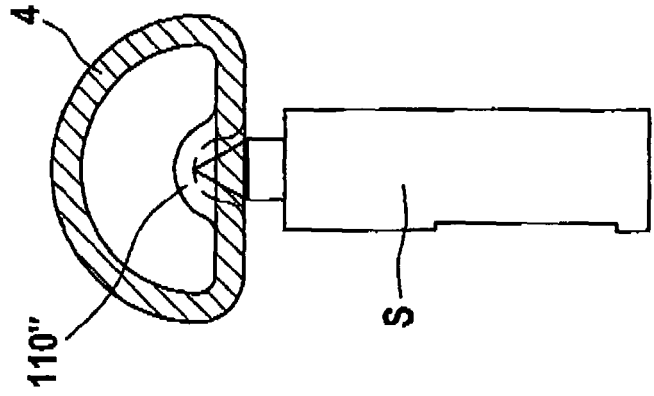


Fig. 16a

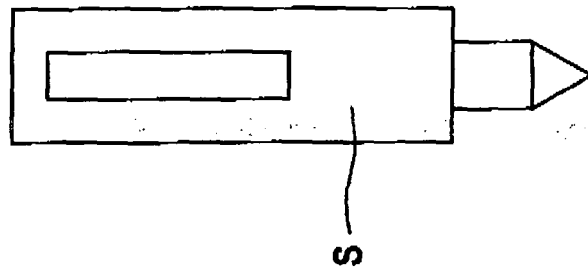


Fig. 16b

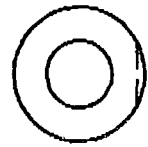
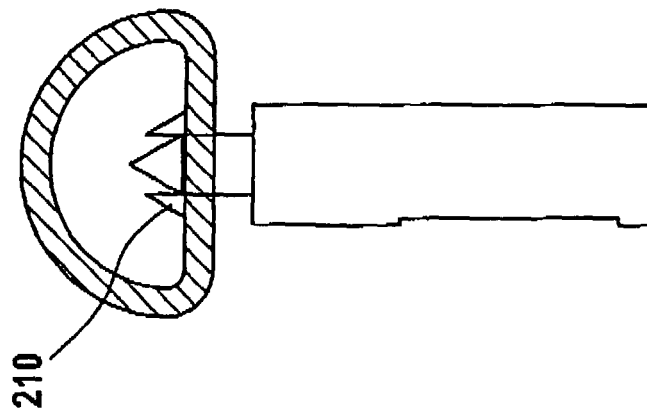


Fig. 15



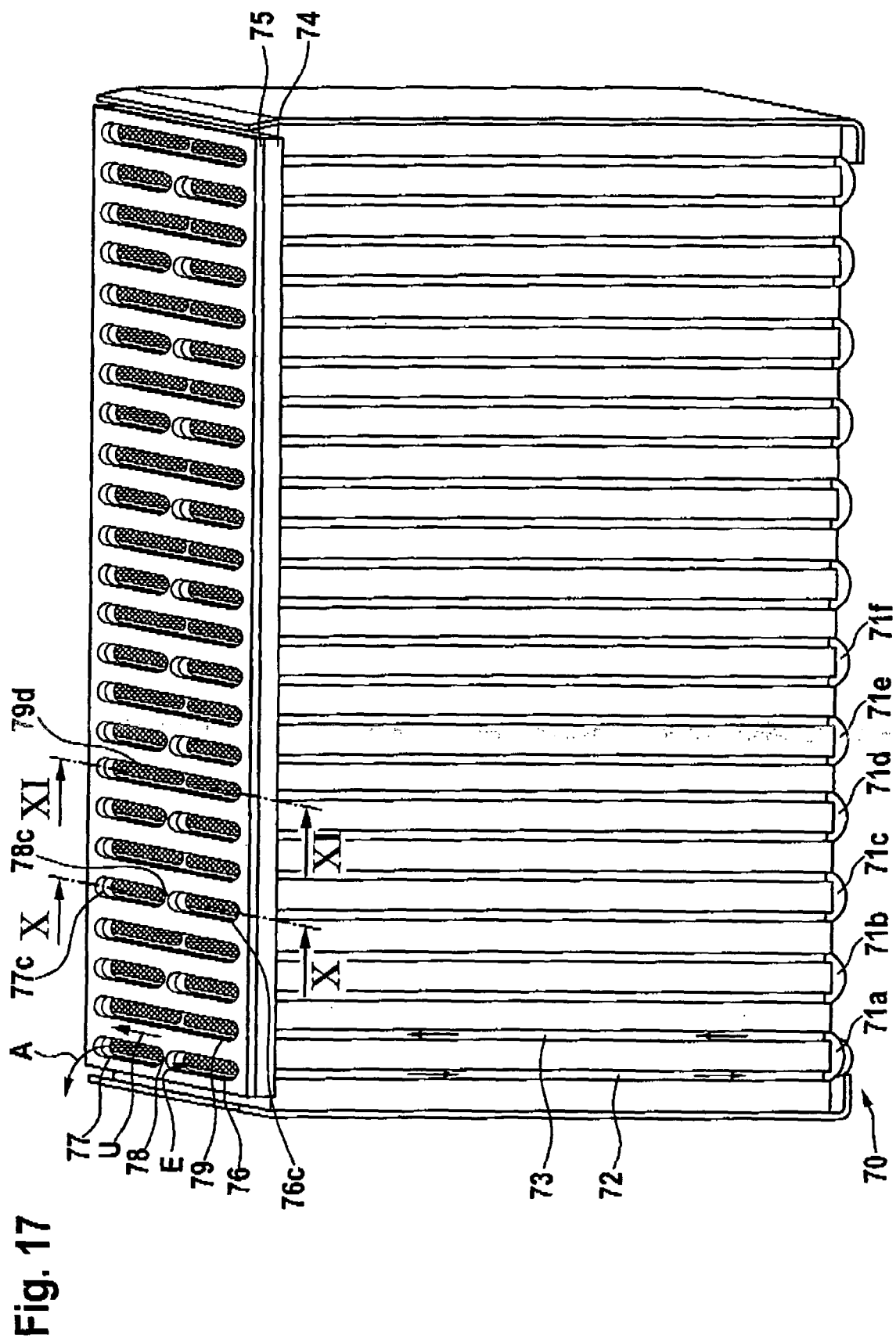


Fig. 18

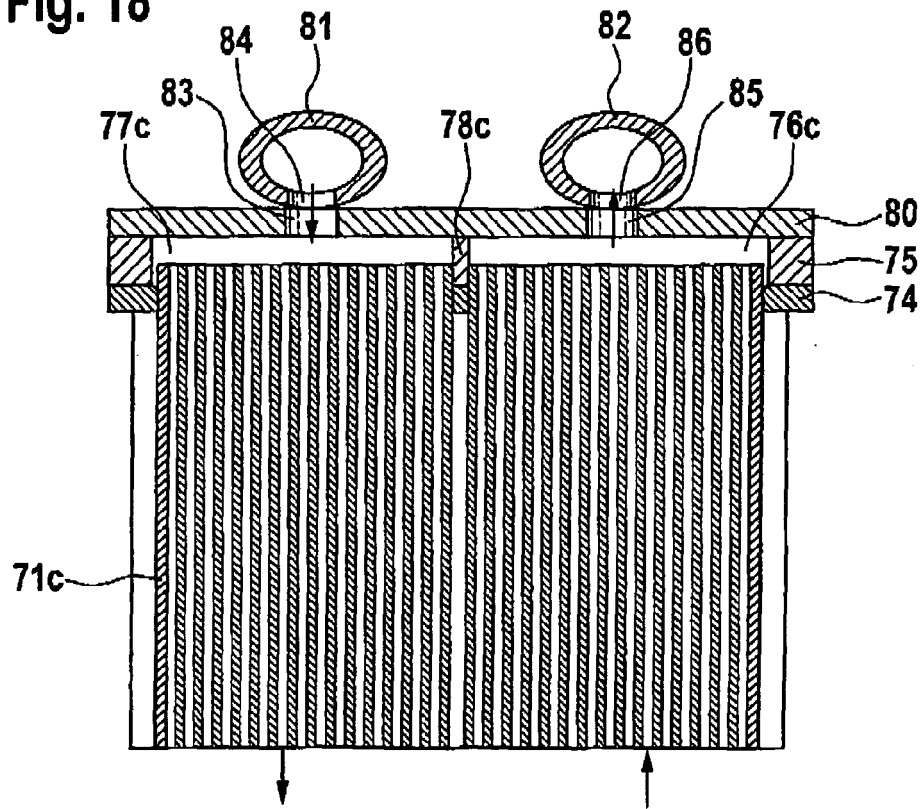
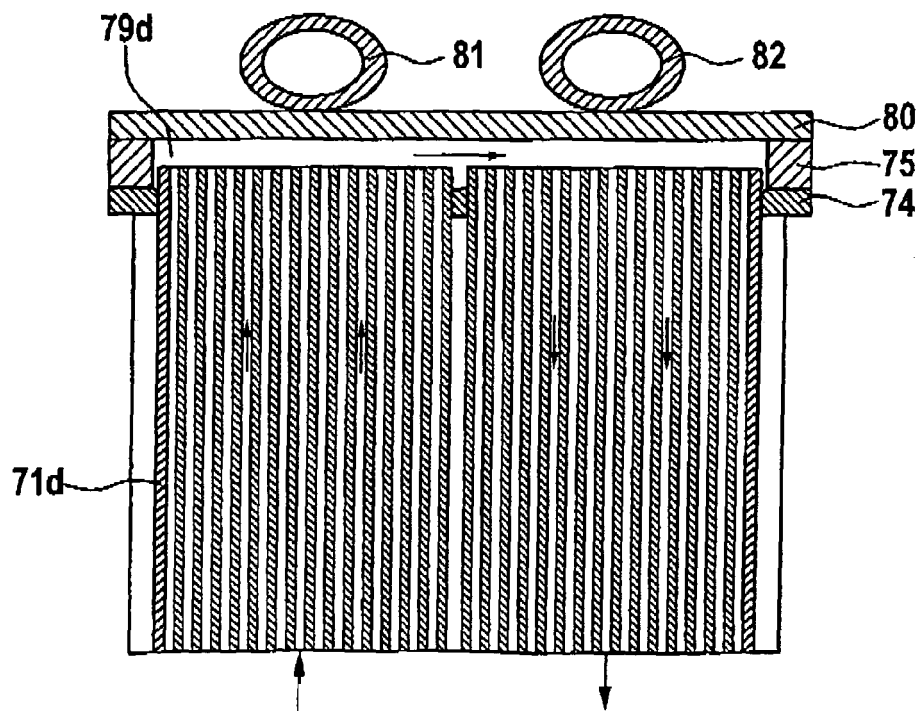


Fig. 19



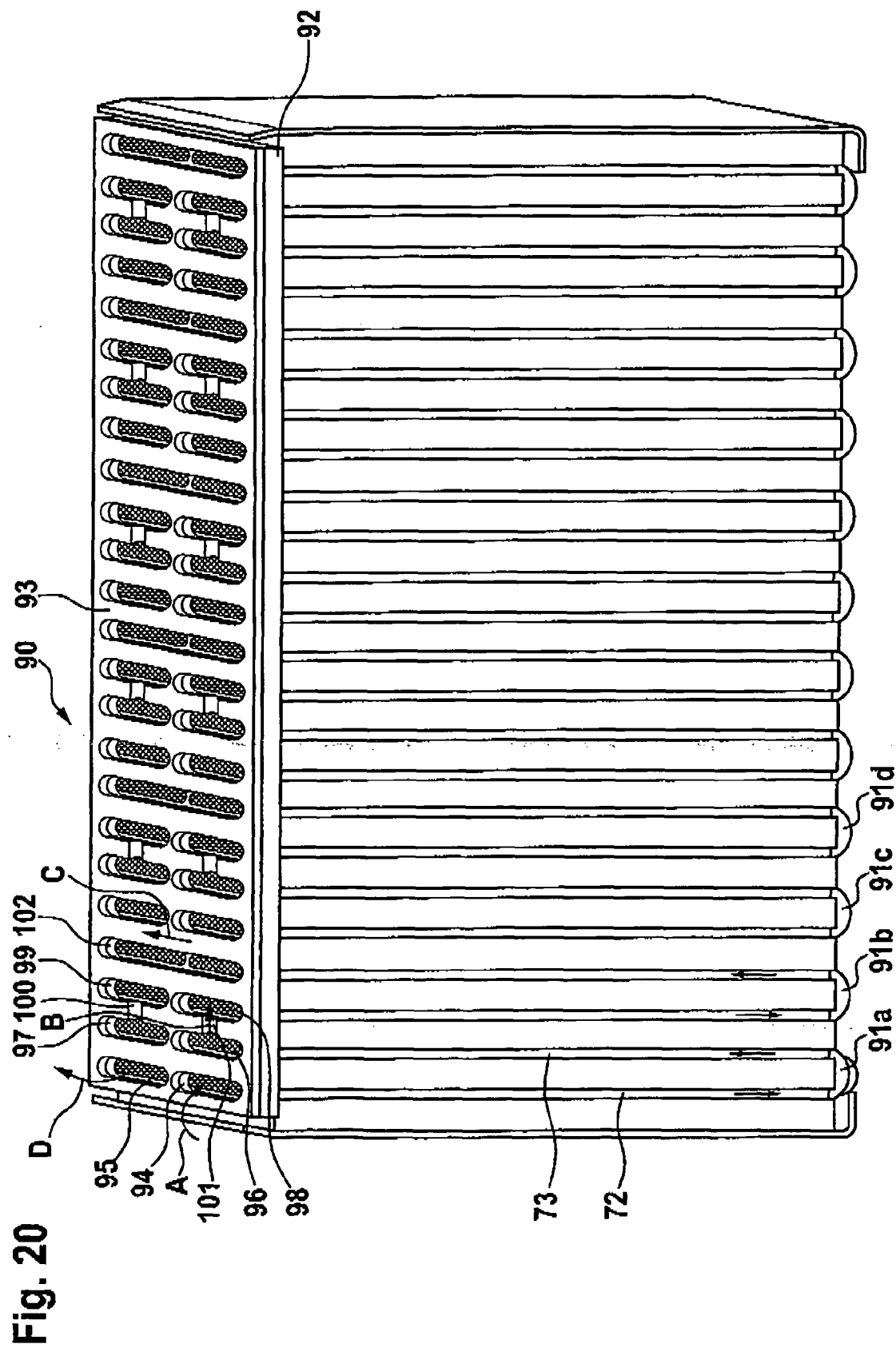


Fig. 21

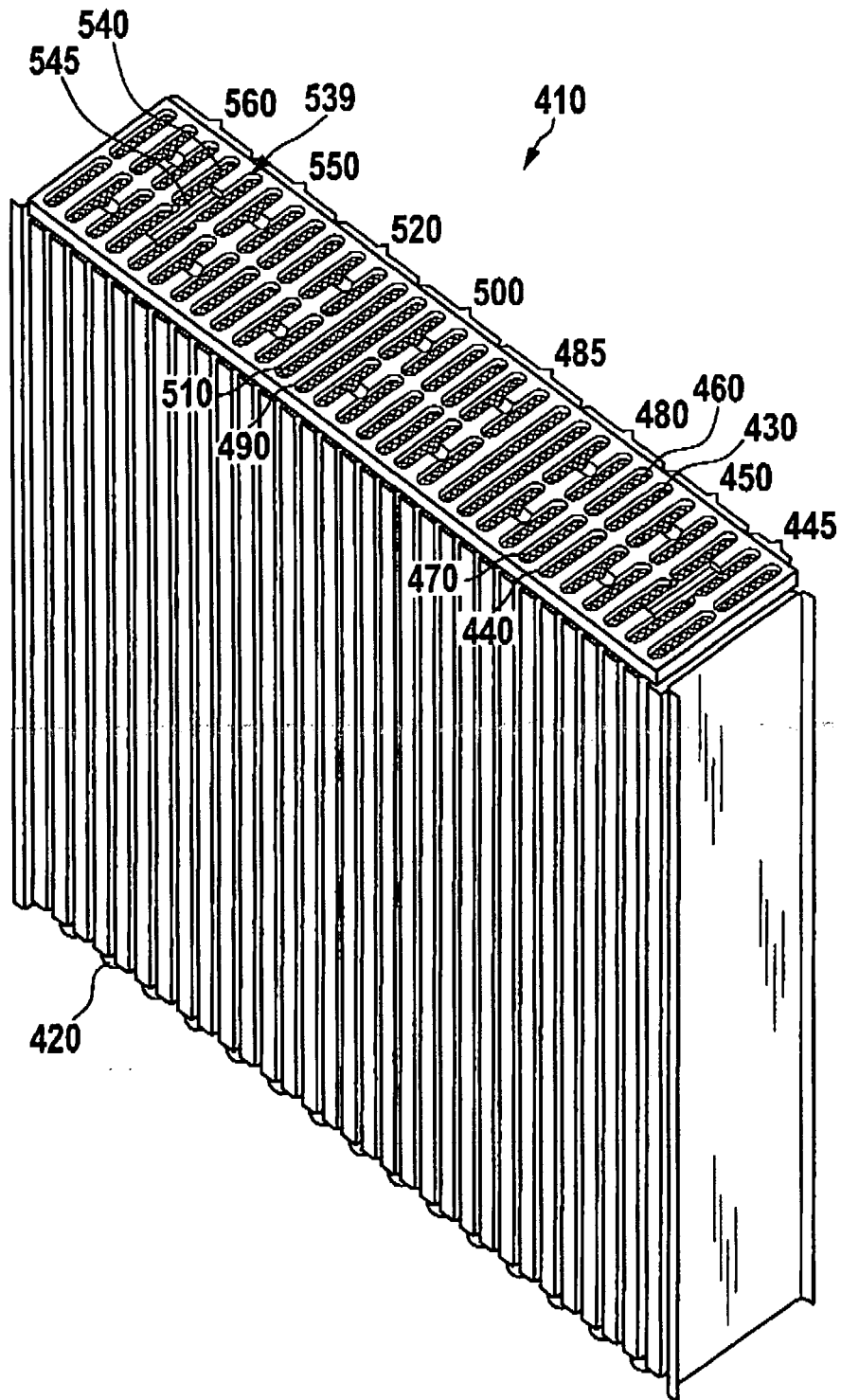


Fig. 22

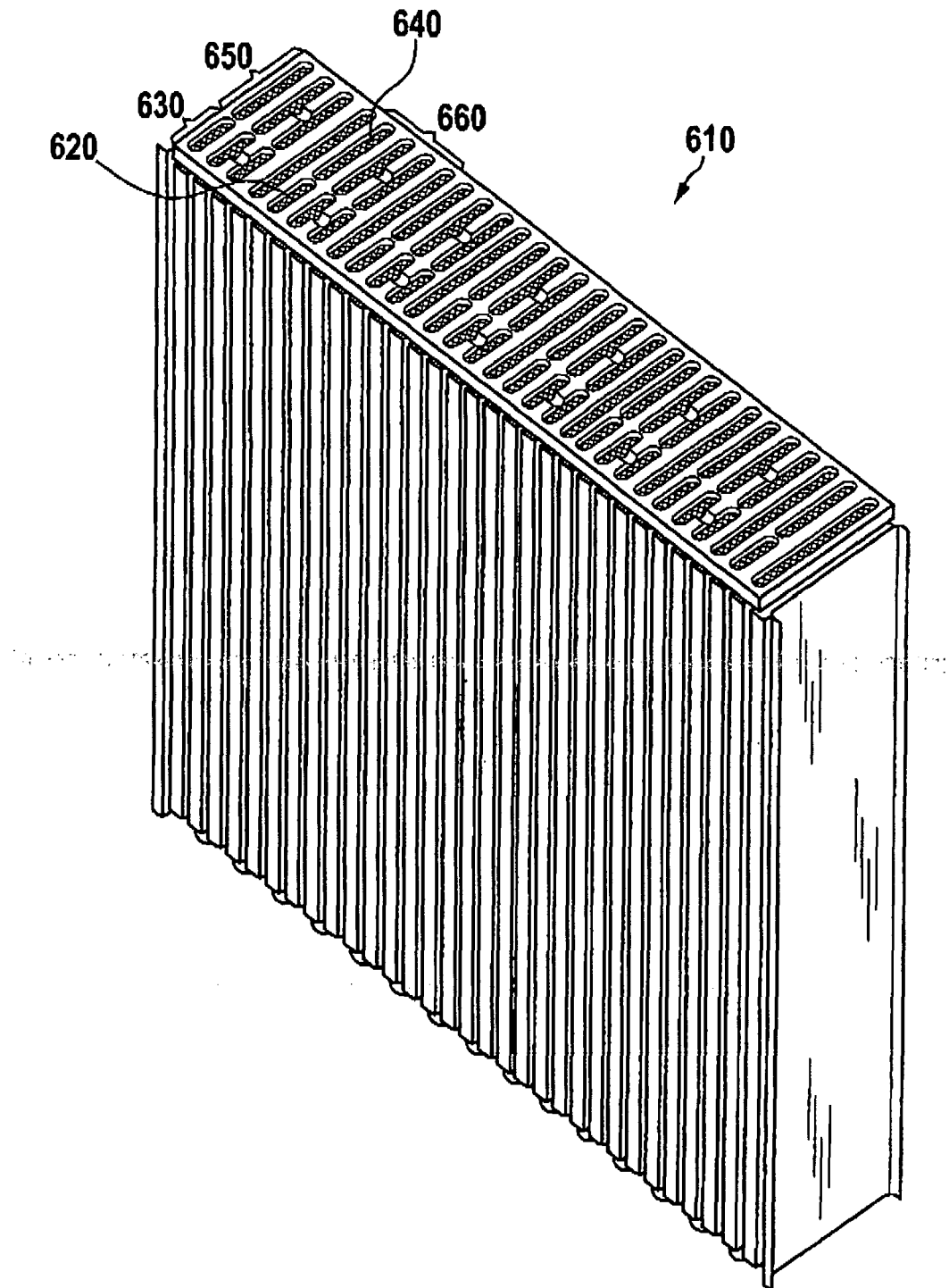


Fig. 23

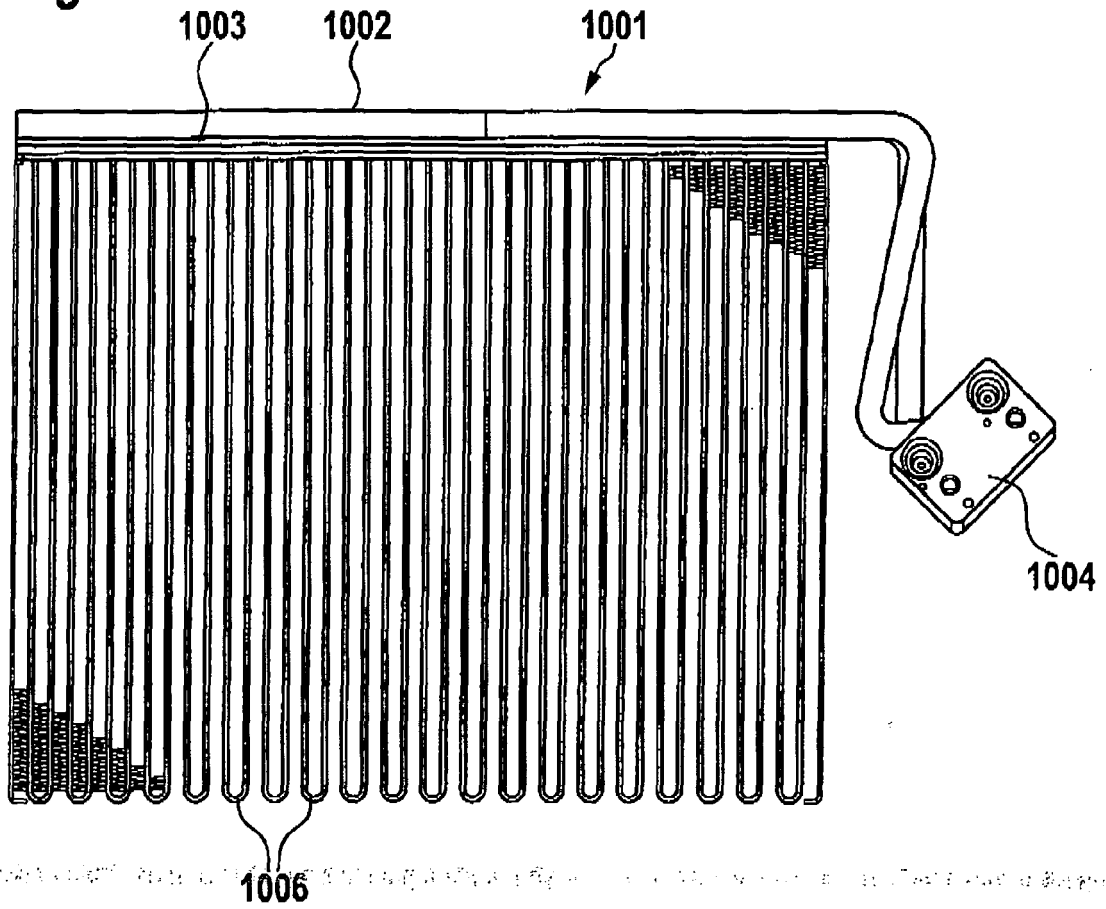


Fig. 24

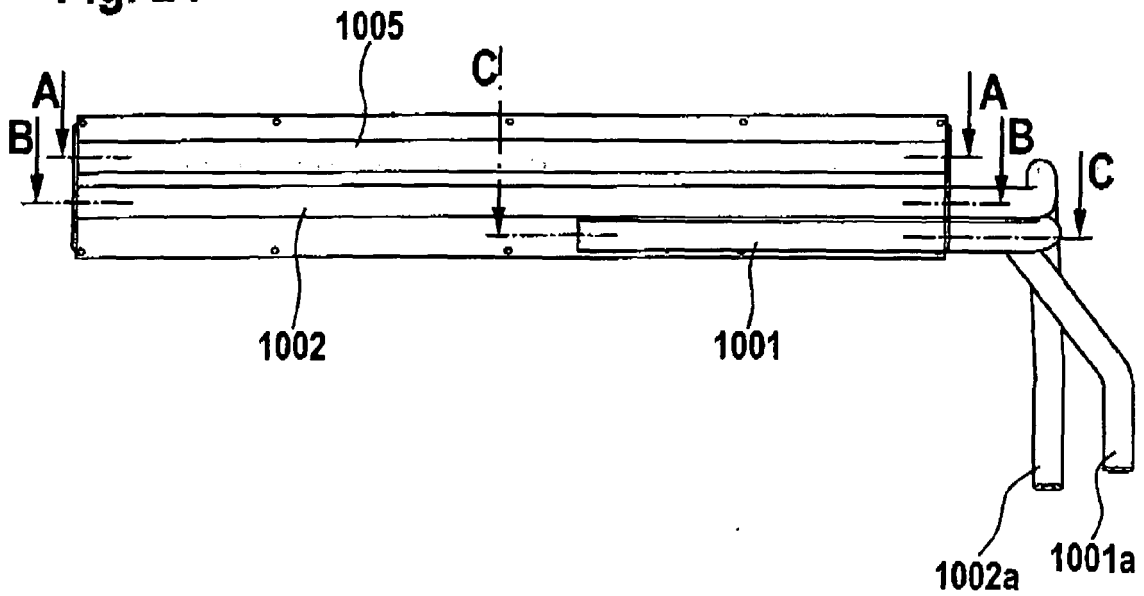


Fig. 25

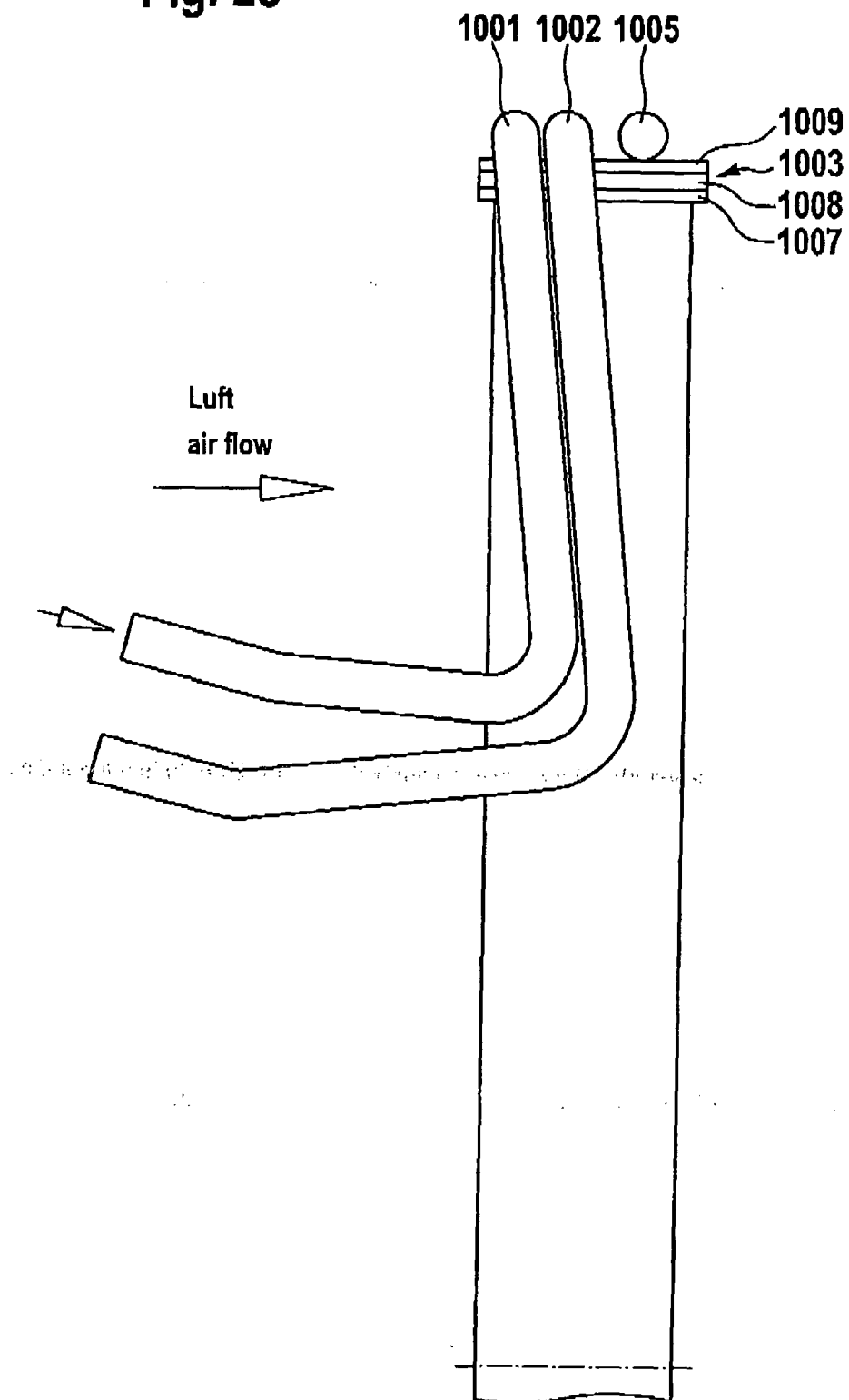


Fig. 26

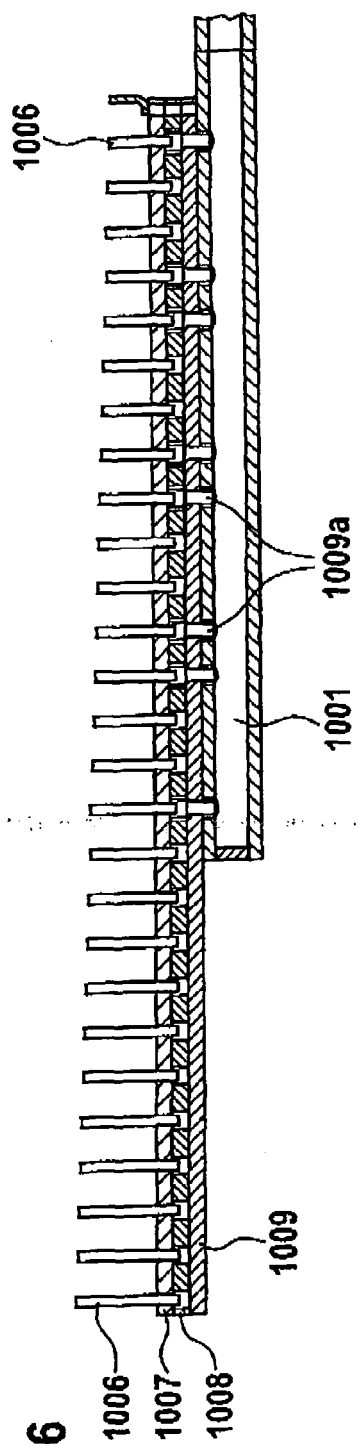


Fig. 27

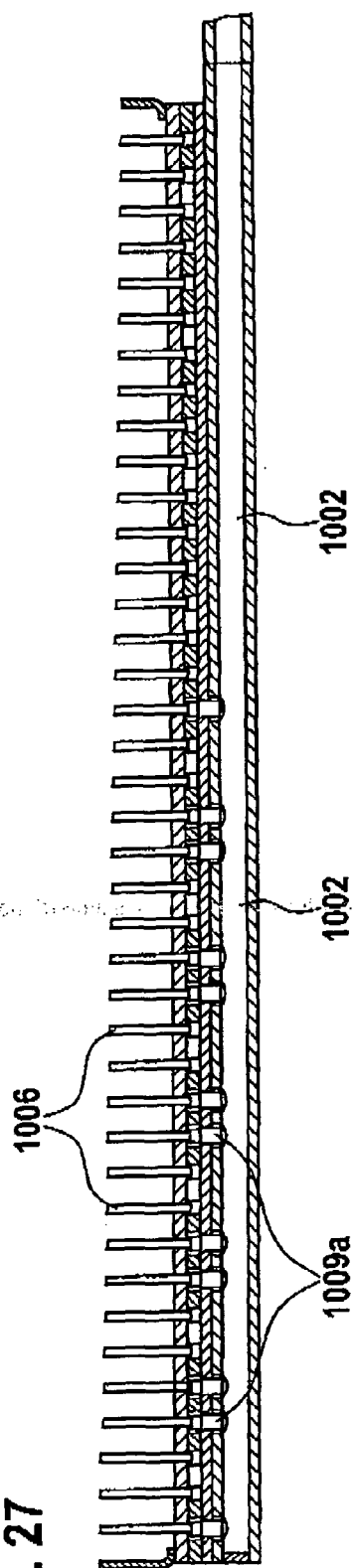


Fig. 28

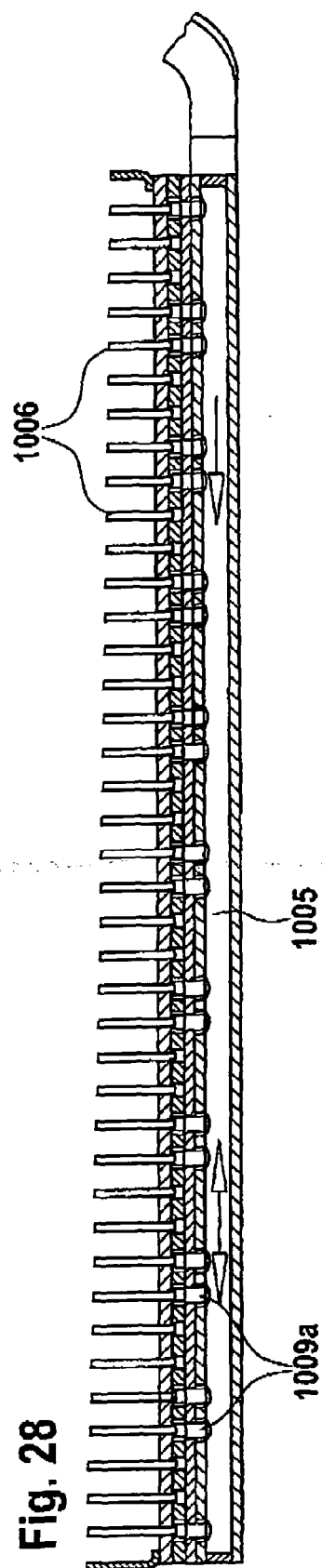


Fig. 29

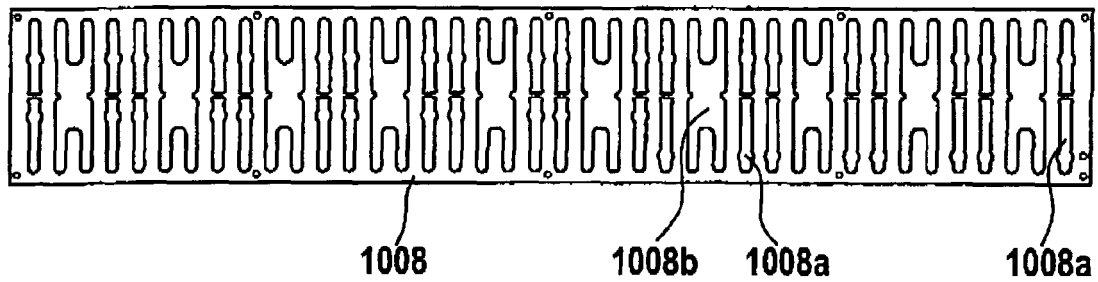


Fig. 30

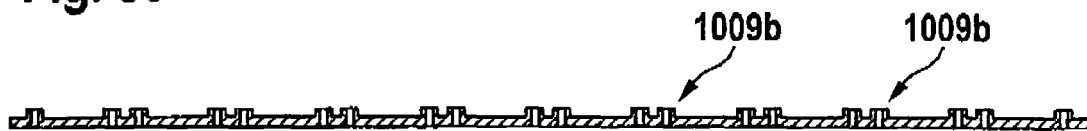


Fig. 31

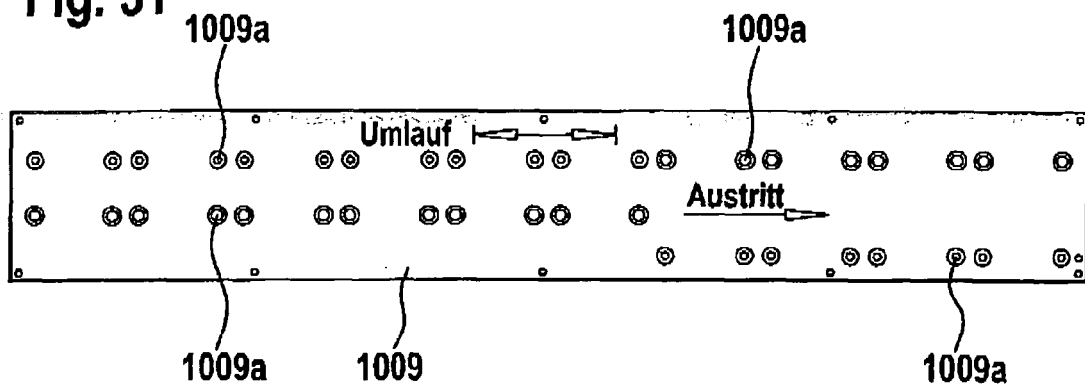


Fig. 32

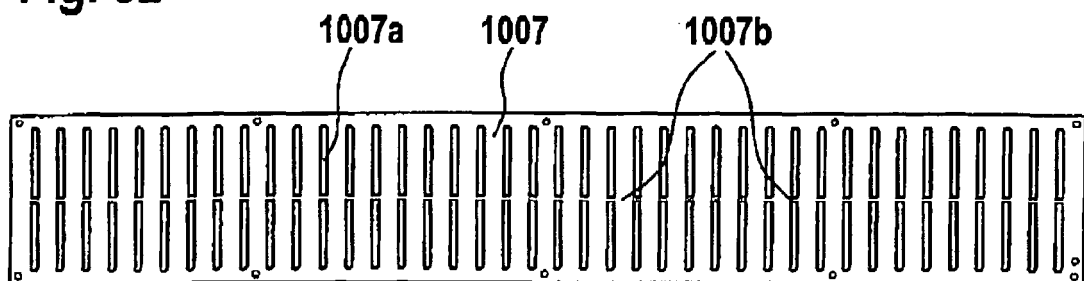


Fig. 33

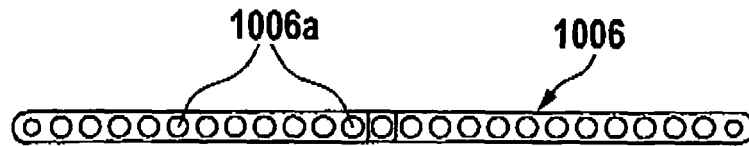


Fig. 34

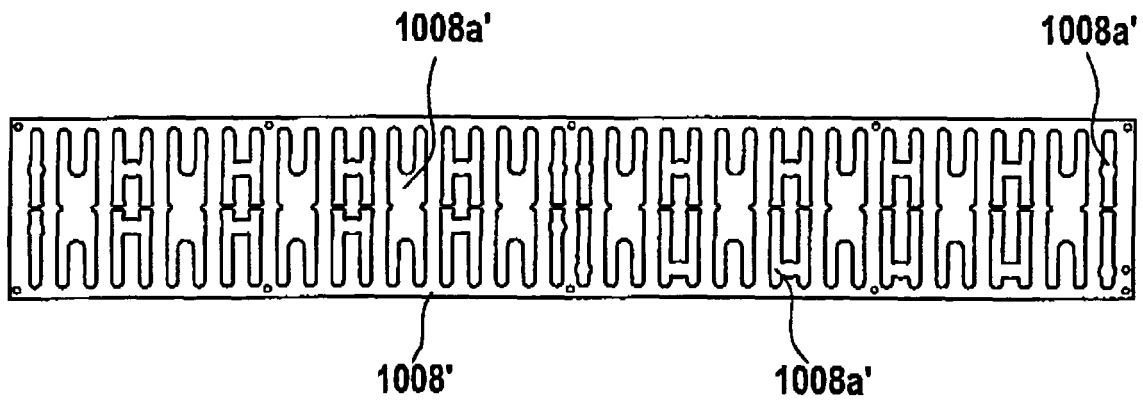
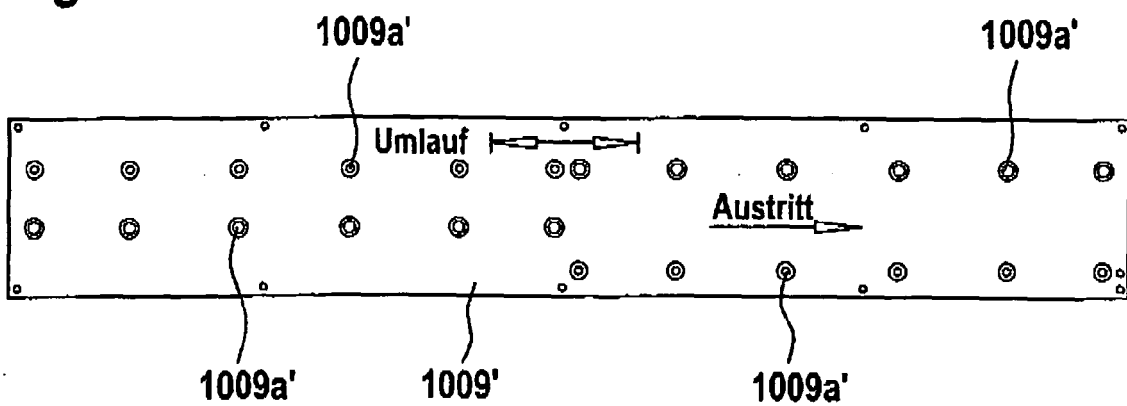
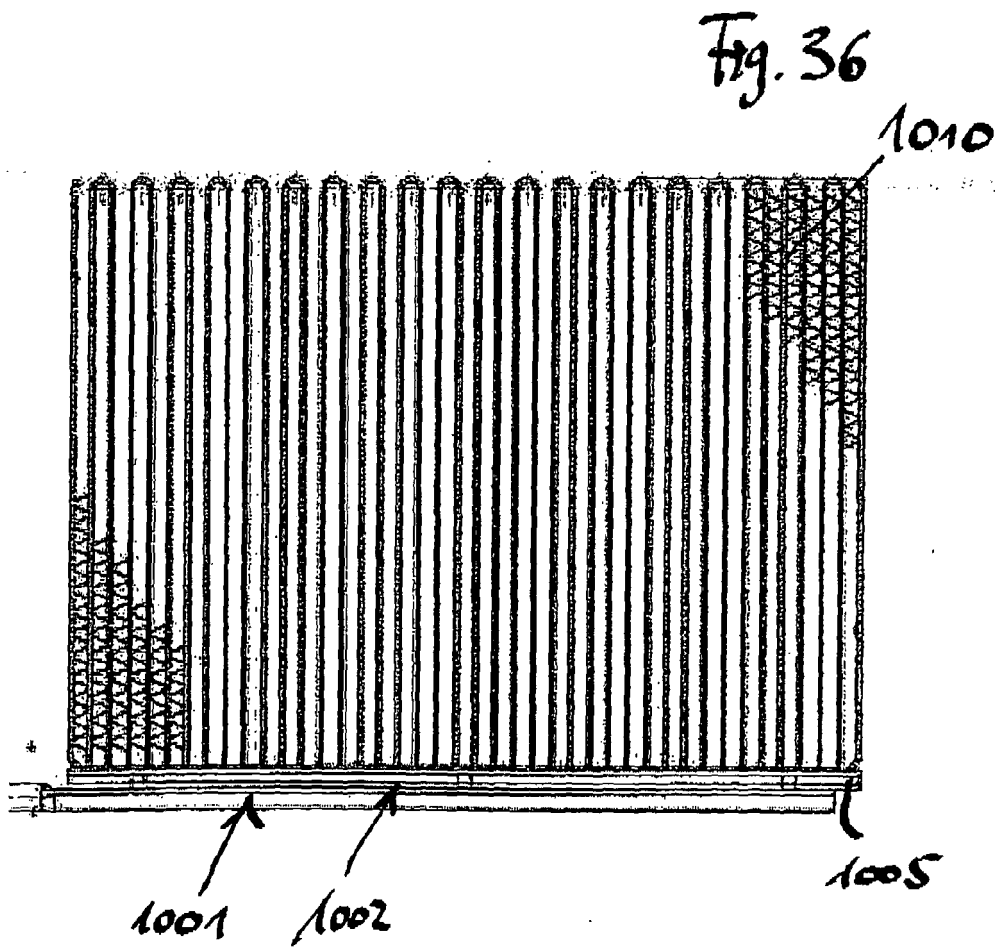
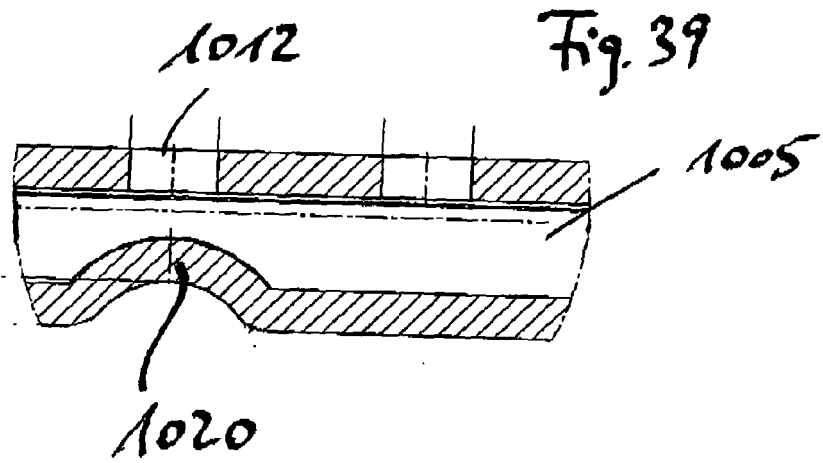
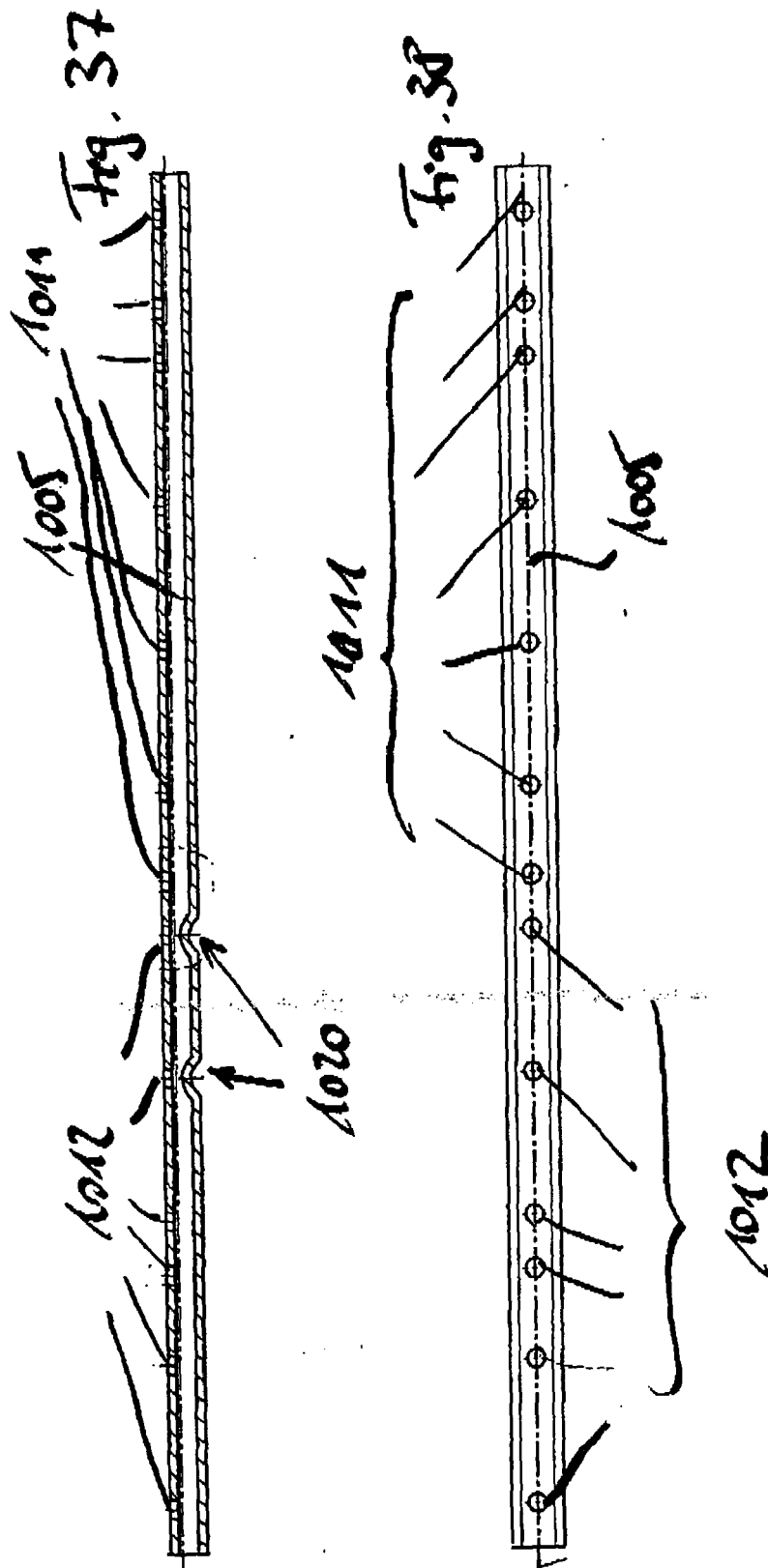


Fig. 35







IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1065453 B1 [0002]
- GB 2392233 A [0004]
- DE 10260107 A1 [0054]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, 02055085 [0003]