

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2005 052 683 B4** 2012.05.31

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 052 683.7**

(22) Anmeldetag: **27.10.2005**

(43) Offenlegungstag: **03.05.2007**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **31.05.2012**

(51) Int Cl.: **F28F 1/02 (2006.01)**

F28F 13/00 (2006.01)

F16L 9/19 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Visteon Global Technologies Inc., Van Buren,
Mich., US**

(74) Vertreter:

**Sperling, Fischer & Heyner Patentanwälte, 01277,
Dresden, DE**

(72) Erfinder:

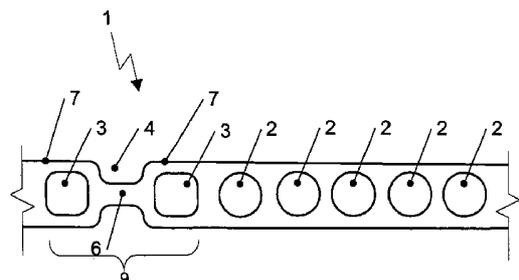
**Antonijevic, Dragi, Dr., 50858, Köln, DE;
Hoffmann, Hanskarl, 50739, Köln, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	101 50 213	A1
DE	103 46 032	A1
US	5 186 243	A
EP	1 298 401	A2
JP	2003 207 294	A

(54) Bezeichnung: **Mehrkanalflachrohr für Wärmeübertrager**

(57) Hauptanspruch: Mehrkanalflachrohr für hochdruckkältemitteltaugliche Wärmeübertrager, welches mindestens zwei sich entlang seiner Länge erstreckende und entlang seiner Breite im Wesentlichen nebeneinander angeordnete und von Fluid durchströmbare Kanäle (2) oder mindestens zwei aus einem oder mehreren dieser Kanäle (2) gebildeten Kanalsektionen (7) aufweist, wobei zwischen den Kanälen (2) oder den Kanalsektionen (7) über die Länge des Flachrohres (1) jeweils ein Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang (9) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang (9) durch einen Verbindungssteg (6) und beidseitig des Verbindungssteges (6) angeordnete Isolationskanäle (3) gebildet wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Mehrkanalflachrohr für Wärmeübertrager, welches insbesondere zum Einsatz in Kälteanlagen und Wärmepumpen mit Hochdruckkältemitteln zur Anwendung kommt.

[0002] Mehrkanalflachrohre und diese enthaltende Wärmeübertrager sind aus dem Stand der Technik bekannt. So wird in der DE 100 07 159 A1 ein Kühler- und Verdampferrohr offenbart, welches durch einen speziellen Querschnitt der Kanäle im Flachrohr gekennzeichnet ist. Das Flachrohr weist dabei eine nicht näher bestimmte Anzahl dieser Kanäle auf, welche sich in Längsrichtung des Flachrohres erstrecken.

[0003] Weiterhin ist aus dem Stand der Technik gemäß DE 197 19 260 C1 ein gepresstes Flachrohr bekannt, welches ebenso aus mehreren Kanälen besteht und weitere Stege aufweist, deren Verformung zu einem turbulenteren Strömungsprofil in den Kanälen führt. Wiederum erstrecken sich die Kanäle in Längsrichtung des Flachprofils.

[0004] Der gemäß der DE 100 07 159 A1 aus diesen Flachrohren in Verbindung mit Lamellen gebildete Wärmeübertrager wird im Kreuzstrom von Luft durchströmt.

[0005] Damit wird das Flachrohr quer umströmt. Da das Flachrohr aus einem üblicherweise gut Wärmeleitenden Material gebildet wird, ergibt sich zwangsläufig eine Wärmeleitung entlang der Breite des Flachrohres. Dieser Anteil des Wärmetransportes ist nicht erwünscht und er verringert die Effizienz des Wärmeübertragers.

[0006] Verstärkt wird der Verlust noch dadurch, dass nebeneinander liegende Kanäle des Flachrohres in entgegengesetzten Strömungsrichtungen durchfließen werden. Das Kältemittel im Flachrohr wird dabei mindestens einmal oder auch mehrmals entgegengesetzt geführt. Somit können im Flachrohr zwischen benachbarten Strömungskanälen hohe Temperaturdifferenzen auftreten, die zu hohen Wärmeleitungsverlusten zwischen diesen Strömungskanälen führen. Die Herstellung von Wärmeübertragern mit separaten Flachrohren, welche in Strömungsrichtung der Luft hintereinander geschaltet werden und keine Berührungsflächen zueinander aufweisen, ist sehr kostenaufwendig.

[0007] Die bekannten gattungsgemäßen Flachrohre weisen eine hohe Querwärmeleitung auf und sind somit für Wärmeübertrager nach dem Kreuzstromverfahren nicht gut geeignet.

[0008] In der DE 103 46 032 A1 wird ein Wärmeübertrager aus mehrkanaligen Flachrohren mit fluiddurchströmten Bereichen unterschiedlicher Tempe-

ratur und dazwischenliegenden Abschnitten zur Reduzierung eines unerwünschten Wärmeübergangs offenbart, die entweder Isolationskanäle oder stegförmige Verbindungen aufweisen.

[0009] Auch aus der JP 2003-207294 A geht ein Mehrkanalflachrohr für einen Wärmeübertrager mit einem Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang hervor, der durch einen Isolationskanal mit reduzierter Wandstärke gebildet wird.

[0010] Die US 5,186,243 A betrifft einen Wärmeübertrager aus mehrkanaligen Flachrohren mit separaten Bereichen, die gegeneinander thermisch isoliert sind. In diesem Zusammenhang sind Durchbrüche offenbart, welche den Wärmefluss zwischen den einzelnen Bereichen durch eine Querschnittsreduzierung des wärmeleitfähigen Verbindungsmaterials reduzieren. Aus der US 5,186,243 A ist ein gattungsgemäßes Mehrkanalflachrohr bekannt, welches den Nachteil der Querwärmeleitung durch eine Materialverjüngung zu einem Steg und die Einkerbung desselben zu überwinden versucht. Nachteilig ist dabei insbesondere, dass die Materialverjüngung und die zusätzliche Einkerbung die statische Belastbarkeit des Mehrkanalflachrohres derart beeinträchtigt, dass dieses instabil wird. Darüber hinaus ist auch der erhöhte Platzbedarf durch einen zu breiten Steg unerwünscht.

[0011] Auch in der EP 1 298 401 A2 und der DE 101 50 213 A1 werden Mehrkanalflachrohren für Wärmeübertrager mit benachbarten fluiddurchströmten Bereichen mit unterschiedlicher Temperatur beschrieben. In einzelnen Ausgestaltungen werden die Mehrkanalflachrohre durch stegförmige Elemente mit reduzierter Wärmeleitfähigkeit verbunden, die zudem querschnittsreduzierende Durchbrüche aufweisen.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein gattungsgemäßes Mehrkanalflachrohr derart weiterzubilden, dass die daraus herstellbaren Wärmeübertrager und insbesondere die Kreuzstromwärmeübertrager eine höhere Wirksamkeit bei der Wärmeübertragung aufweisen, wobei die Stabilität der Mehrkanalflachrohre gewährleistet bleiben soll.

[0013] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Gegenstände der selbständigen Patentansprüche gelöst. Die Unteransprüche zeigen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0014] Eine Lösung der Aufgabe wird durch ein Mehrkanalflachrohr für Wärmeübertrager gelöst, welches mindestens zwei sich entlang seiner Länge erstreckende und entlang seiner Breite im Wesentlichen nebeneinander angeordnete und von Fluid durchströmbare Kanäle oder mindestens zwei aus einem oder mehreren dieser Kanäle gebildeten Kanalsektionen aufweist, wobei zwischen den Kanälen

oder den Kanalsektionen über die Länge des Flachrohres jeweils ein Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang vorgesehen ist. Die Lösung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang durch einen Verbindungssteg und beidseitig des Verbindungssteges angeordnete Isolationskanäle gebildet wird.

[0015] Die gattungsgemäßen Mehrkanalfachrohre werden vorteilhaft derart realisiert, dass die Kanalsektionen aus einer gleichen oder unterschiedlichen Anzahl von Kanälen gebildet werden.

[0016] Ebenso können die Kanalsektionen in Abhängigkeit der Dichte des die Kanäle durchströmenden Fluids unterschiedliche Querschnittsgrößen für die Durchströmung des Fluids aufweisen, wodurch innerhalb eines Wärmeübertragerpakets verschiedene Wärmeübertragungsaufgaben realisiert werden können.

[0017] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Höhe des Flachrohres in Kanalsektionen mit kleinerem durchströmbarem Querschnitt dabei geringer ausgebildet als bei Kanalsektionen mit größerem durchströmbarem Querschnitt.

[0018] Nach der Konzeption der Erfindung sind die Wärme leitenden Flächen im Querschnitt zwischen den Strömungskanälen möglichst klein auszubilden, insbesondere dann, wenn die benachbarten Kanäle oder Kanalsektionen hohe Temperaturdifferenzen aufweisen.

[0019] Dabei werden die Kanäle des Flachrohres beispielsweise von Kältemittel durchströmt, und das Flachrohr selbst wird entlang seiner Breite von einem Fluid, beispielsweise von Luft, umströmt. Somit ergibt sich für die Wärmeübertragung häufig ein Kreuzstrom zwischen den Fluiden.

[0020] Innerhalb des Flachrohres strömt das Fluid in den einzelnen Kanälen im Gleich- oder im Gegenstrom. Gleichfalls ist der das Flachrohr umströmende Fluidstrom als Gleich- oder Gegenstrom ausbildbar.

[0021] Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, dass durch die Verringerung des Materialquerschnitts im Flachrohr die Wärmeleitung entlang der Strömungsrichtung des Fluids, welches das Flachrohr entlang dessen Breite umströmt, verringert wird.

[0022] Dies führt zu einer erheblichen Verbesserung der Wärmeübertragung.

[0023] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen. Es zeigen:

[0024] Fig. 1: Querschnitt eines Mehrkanalfachrohres mit einem Bereich verminderten Wärmedurchgangs mit Verbindungssteg und zwei Isolationskanälen,

[0025] Fig. 2: Querschnitt eines Mehrkanalfachrohres mit einem Bereich verminderten Wärmedurchgangs mit mäanderförmigem Verbindungssteg,

[0026] Fig. 3a: perspektivische Darstellung und Querschnitt eines Mehrkanalfachrohres mit breitem Isolationskanal,

[0027] Fig. 3b: perspektivische Darstellung und Querschnitt eines Mehrkanalfachrohres mit Einschnürungen und Isolationskanälen,

[0028] Fig. 4: perspektivische Darstellung und Querschnitt des Flachrohres mit Ausnehmungen,

[0029] Fig. 5: perspektivische Darstellung und Querschnitt des Flachrohres mit Einschnürungen und Ausnehmungen,

[0030] Fig. 6: Querschnitt eines Mehrkanalfachrohres mit einem Bereich verminderten Wärmedurchgangs mit Isolationskanälen,

[0031] Fig. 7: perspektivische Darstellung und Querschnitt des Flachrohres mit Kanalsektionen,

[0032] Fig. 8: perspektivische Darstellung und Querschnitt des Flachrohres mit Kanalsektionen unterschiedlichen Querschnitts und

[0033] Fig. 9: perspektivische Darstellung und Querschnitt des Flachrohres mit Kanalsektionen unterschiedlicher Höhe.

[0034] In Fig. 1 wird ein Querschnitt eines Mehrkanalfachrohres **1** mit einem Bereich verminderten Wärmedurchgangs mit Verbindungssteg und zwei Isolationskanälen dargestellt. Das Mehrkanalfachrohr **1** wird dabei nur auszugsweise im Querschnitt gezeigt, um die Besonderheiten des Bereichs mit vermindertem Wärmedurchgang **9** deutlich aufzuzeigen. Der Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang **9** trennt die Kanalsektionen **7** voneinander. Um eine besonders effiziente Trennung zu gewährleisten, wurden im Mehrkanalfachrohr **1** Einschnürungen **4** vorgesehen, welche zur Bildung des Verbindungssteges **6** führen. Diese Maßnahme wird ergänzt durch zwei Isolationskanäle **3**, die auf beiden Seiten des Verbindungssteges **6** angeordnet sind und die gemeinsam mit den Einschnürungen **4** den Bereich verminderten Wärmedurchgangs **9** bilden.

[0035] In Fig. 2 wird als alternative konstruktive Gestaltung der Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang **9** als mäanderförmiger Verbindungssteg **8** aus-

geführt. Dabei wird das Mehrkanalfachrohr **1** zur Trennung der Kanalsektionen **7** mit den jeweiligen Kanälen **2** mit alternierend angeordneten Einschnürungen **4** versehen, wodurch ein Verbindungsstege **8** entsteht, der mäanderförmig bzw. serpentinartig ausgebildet ist.

[0036] Zwischen den Kanälen **2** oder den Kanalsektionen **7** wird das Flachrohr **1** dabei eingeschnürt. Die Einschnürung **4** führt wiederum zu einer Verringerung des Materialquerschnitts und somit gleichfalls zu einer Erhöhung des Wärmeleitwiderstandes. Idealerweise wird die verbleibende Materialdicke des Flachrohres **1** an der Stelle der Einschnürung **4** möglichst klein derart ausgeführt, dass das Gesamtprofil noch genügend Stabilität für Transport und Verarbeitung besitzt. Unter einer Einschnürung im Sinne der Erfindung ist eine Materialverjüngung in Bezug auf die Höhe des Mehrkanalfachrohres **1** zu verstehen. Diese kann auf verschiedene Weise erreicht werden.

[0037] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung der Einschnürung während des Extrusionsverfahrens für das Mehrkanalfachrohr **1**.

[0038] Alternativ und vorteilhaft in Bezug auf die Stabilität wird die Einschnürung aber auch durch eine Bearbeitung nach dem Extrusionsvorgang eingebracht, insbesondere in der Weise, dass in Längsrichtung Stege verbleiben, die zu einer Erhöhung der Stabilität bei einer Biegebeanspruchung in Querrichtung führen. Bei Temperaturdifferenzen zwischen den Kanalsektionen **7** wird der Wärmestrom durch die vergrößerte Fläche des Verbindungssteiges **6** zum Teil an die Umgebung abgegeben und die Temperaturdifferenz der Kanalsektionen somit größer sein als bei einer geringeren Fläche des Verbindungssteiges **6**.

[0039] Die Fig. 3a zeigt eine perspektivische Darstellung und den Querschnitt eines Mehrkanalfachrohres **1** mit einem breiten Isolationskanal **3**. Der Bereich verminderten Wärmedurchgangs **9** wird dabei durch einen Isolationskanal **3** gebildet, der nach der dargestellten Ausgestaltungsform ca. dem drei- bis fünffachen Durchmesser eines Kanals **2** in der Breite des Bereichs **9** entspricht. Dadurch wird die thermische Trennung der Kanalsektionen **7** voneinander besonders wirkungsvoll erreicht, wobei die Stabilität des Mehrkanalfachrohres **1** nur unwesentlich eingeschränkt wird.

[0040] Nach Fig. 3b wird vorteilhaft eine Kombination von Isolationskanal **3** und Einschnürung **4** ausgeführt. Diese Form führt bei minimalem Materialquerschnitt und somit höchstem Wärmeleitwiderstand zu optimaler Stabilität des Flachrohres **1**. Der Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang **9** ist dabei nur sehr klein, was vorteilhaft für eine kompakte Bauweise eines unter Verwendung des Mehrkanalfachrohres **1** hergestellten Wärmeübertragers ist.

[0041] Bei den bisher angeführten Beispielen ist der Materialquerschnitt an den durch Einschnürung **4** oder Isolationskanal **3** verringerten Stellen entlang der Länge L des Flachrohres **1** konstant.

[0042] Gemäß Fig. 4 wird der Materialquerschnitt auf einem Teil der Länge L des Flachrohres **1** durch Ausnehmungen **5** ganz unterbrochen. Es verbleiben entlang der Länge L lediglich Verbindungsstege **6** zum Zusammenhalt der Kanalsektionen **7** und zur Gewährleistung der Stabilität des Flachrohres **1**.

[0043] Die Ausnehmungen **5** zwischen den Kanalsektionen **7** werden in das Flachrohr **1** in beliebiger Form und beliebiger fertigungstechnischer Art eingebracht, vorliegend beispielsweise durch Stanzen der Ausnehmungen **5**. Auch Herstellungsverfahren, wie Wasserstrahlschneiden oder Lasern, sind vorteilhaft für das Einbringen der Ausnehmungen einsetzbar. Die Form der Ausnehmungen **5** ist schlitzartig, wobei eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung dadurch entsteht, dass ellipsoide Schlitzte zwischen den Kanalsektionen **7** eingebracht werden.

[0044] Fig. 5 zeigt eine Kombination von Merkmalen. Das Mehrkanalfachrohr **1** weist Kanalsektionen **7** mit mehreren Kanälen **2** auf, welche durch Einschnürungen **4** voneinander getrennt sind. In den Einschnürungen **4** sind entlang der Länge des Mehrkanalfachrohres **1** Ausnehmungen **5** vorgesehen, so dass die Kanalsektionen **7** durch Verbindungsstege **6** getrennt werden, die im Bereich der Einschnürungen **4** liegen und somit einen besonders geringen Wärmeübergang und Wärmedurchgang realisieren. Dies führt zur dargestellten vorteilhaften Ausführungsform des Flachrohres **1**.

[0045] Durch Anpassung der Strömungsquerschnitte in den einzelnen Kanalsektionen **7** kann die Strömungsgeschwindigkeit und der Druckverlust des im Flachrohr strömenden Fluids optimiert werden.

[0046] In Fig. 6 wird ein Flachrohr **1** dargestellt. Dieses weist eine Höhe H, eine Breite B und eine Länge L auf. Die fluiddurchströmten Kanäle **2** erstrecken sich entlang der Länge L des Flachrohres **1**. Dabei kann die Strömungsrichtung **10** des Fluids in verschiedenen Kanälen **2** im Gleich- oder im Gegenstrom verlaufen. In einem aus Flachrohren **1** herstellbaren Wärmeübertrager kann die Strömungsrichtung **11** des Fluids außerhalb des Flachrohres **1** entlang der Breite B des Flachrohres **1** verlaufen. Es ergibt sich somit zwischen den Wärme übertragenden Fluiden ein Kreuzstrom.

[0047] Mehrere Kanäle **2** werden gemäß dem Ausführungsbeispiel zu Kanalsektionen **7** zusammengefasst. Innerhalb der Kanalsektionen **7** soll im Beispiel die gleiche Strömungsrichtung **10** vorliegen. Jedoch ist auch der Wechsel der Strömungsrichtung **10** in

nerhalb einer Kanalsektion 7 möglich und unter bestimmten Umständen auch sinnvoll.

[0048] Die einzelnen Kanalsektionen 7 werden durch Isolationskanäle 3 voneinander getrennt. Die Isolationskanäle 3 sind fluidgefüllt oder auch fluidleer, und sie dienen der thermischen Trennung zwischen den anderen Kanälen 2 bzw. den Kanalsektionen 7. Idealerweise werden die Isolationskanäle 3 so ausgeführt, dass der Wärme leitende Materialquerschnitt des Flachrohres 1 an dieser Stelle möglichst klein wird. Der sich durch die Materialverjüngung bildende Wärmeleitungs-widerstand führt zur Verringerung der Wärmeleitung in Richtung der Breite B des Flachrohres 1 und beispielgemäß auch der Strömungsrichtung 11 des Fluids außerhalb des Flachrohres 1.

[0049] Dies kann gemäß Fig. 7 durch Veränderung der Kanalanzahl mit gleichem hydraulischem Durchmesser in den einzelnen Kanalsektionen 7 erreicht werden.

[0050] Die einzelnen Kanalsektionen 7 können aus einer gleichen oder unterschiedlichen Anzahl von Kanälen 2 bestehen.

[0051] Weiterhin können gemäß Fig. 8 die Strömungsquerschnitte auch durch die Anpassung des Kanalquerschnittes, bzw. des hydraulischen Durchmessers, in den einzelnen Kanalsektionen 7 angepasst werden. Die Kanäle 2 der Kanalsektionen 7 weisen in Abhängigkeit der Dichte des die Kanäle 2 durchströmenden Fluids unterschiedliche Querschnittsgrößen für die Durchströmung von Fluid auf.

[0052] Gemäß Fig. 9 werden die Wandstärken der Kanalsektionen 7 mit Kanälen 2 von geringerem hydraulischem Durchmesser bei gleicher Berstdruckanforderung reduziert, um Gewicht und damit Kosten zu optimieren. Dadurch wird die Höhe H der Flachrohre 1 der einzelnen Kanalsektionen 7 unterschiedlich hoch.

11 Strömungsrichtung des Fluids außerhalb des Flachrohres

L Länge

B Breite

H Höhe

Patentansprüche

1. Mehrkanalflachrohr für hochdruckkältemittel-taugliche Wärmeübertrager, welches mindestens zwei sich entlang seiner Länge erstreckende und entlang seiner Breite im Wesentlichen nebeneinander angeordnete und von Fluid durchströmbare Kanäle (2) oder mindestens zwei aus einem oder mehreren dieser Kanäle (2) gebildeten Kanalsektionen (7) aufweist, wobei zwischen den Kanälen (2) oder den Kanalsektionen (7) über die Länge des Flachrohres (1) jeweils ein Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang (9) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang (9) durch einen Verbindungssteg (6) und beidseitig des Verbindungssteges (6) angeordnete Isolationskanäle (3) gebildet wird.

2. Mehrkanalflachrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalsektionen (7) aus einer gleichen oder unterschiedlichen Anzahl von Kanälen (2) gebildet werden.

3. Mehrkanalflachrohr nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalsektionen (7) in Abhängigkeit der Dichte des die Kanäle (2) durchströmenden Fluids unterschiedliche Querschnittsgrößen für die Durchströmung des Fluids aufweisen.

4. Mehrkanalflachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe (H) des Flachrohres (1) in Kanalsektionen (7) mit kleinerem durchströmbarem Querschnitt geringer ausgebildet ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Bezugszeichenliste

- 1 Mehrkanalflachrohr/Flachrohr
- 2 Kanäle
- 3 Isolationskanäle
- 4 Einschnürungen
- 5 Ausnehmungen
- 6 Verbindungssteg
- 7 Kanalsektionen
- 8 Mäanderförmiger Verbindungssteg
- 9 Bereich mit vermindertem Wärmedurchgang
- 10 Strömungsrichtung in den Kanälen bzw. Kanalsektionen

Anhängende Zeichnungen

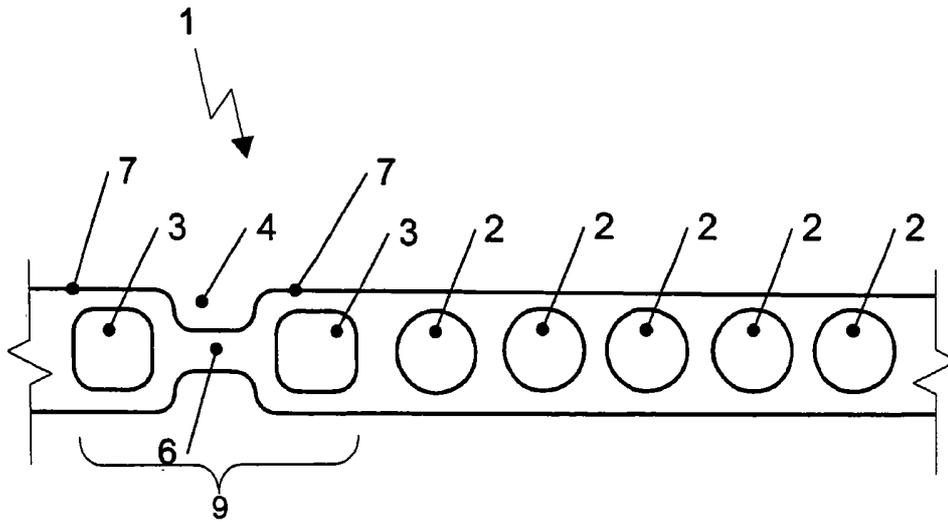


Fig. 1

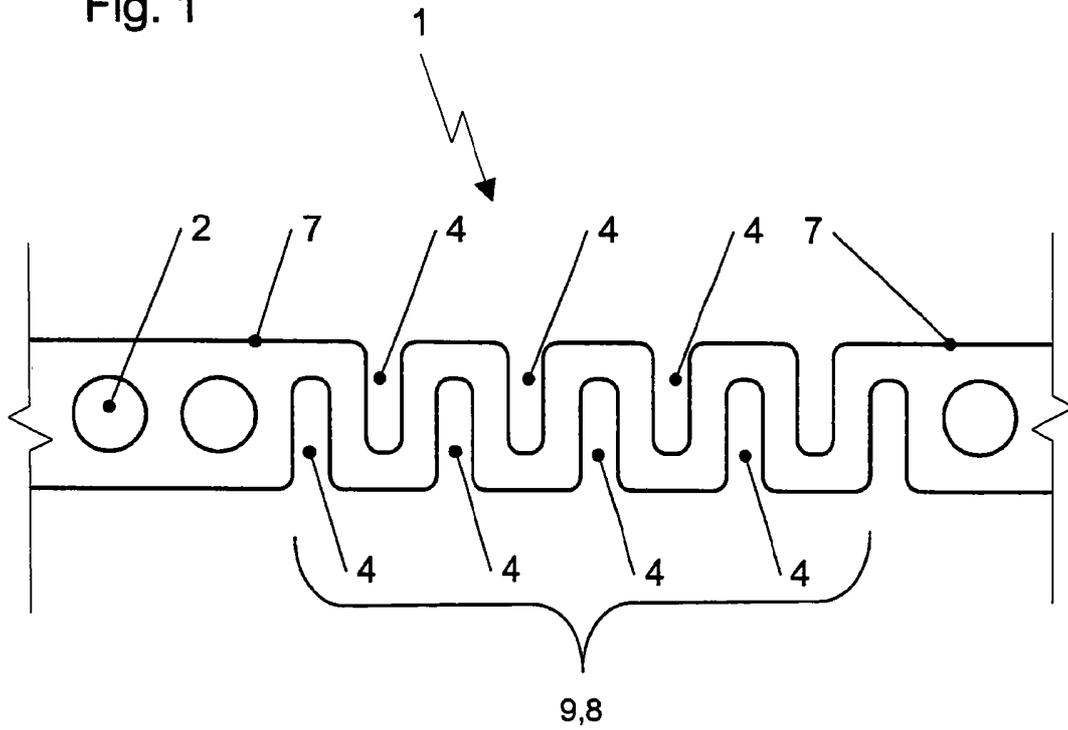


Fig. 2

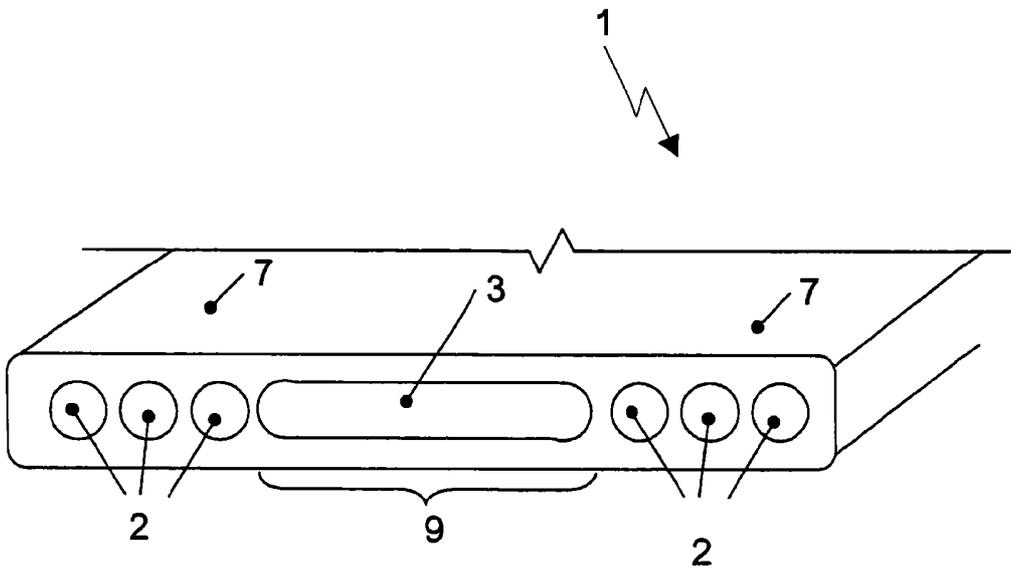


Fig. 3 a

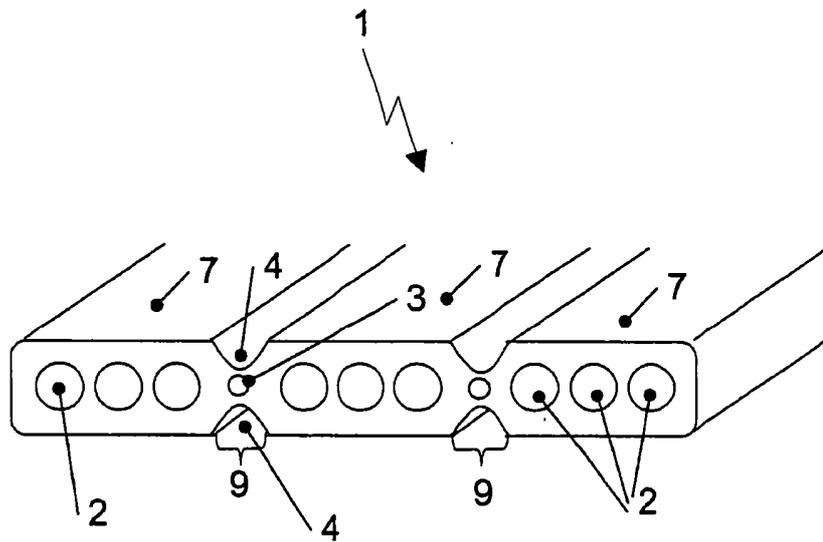


Fig. 3 b

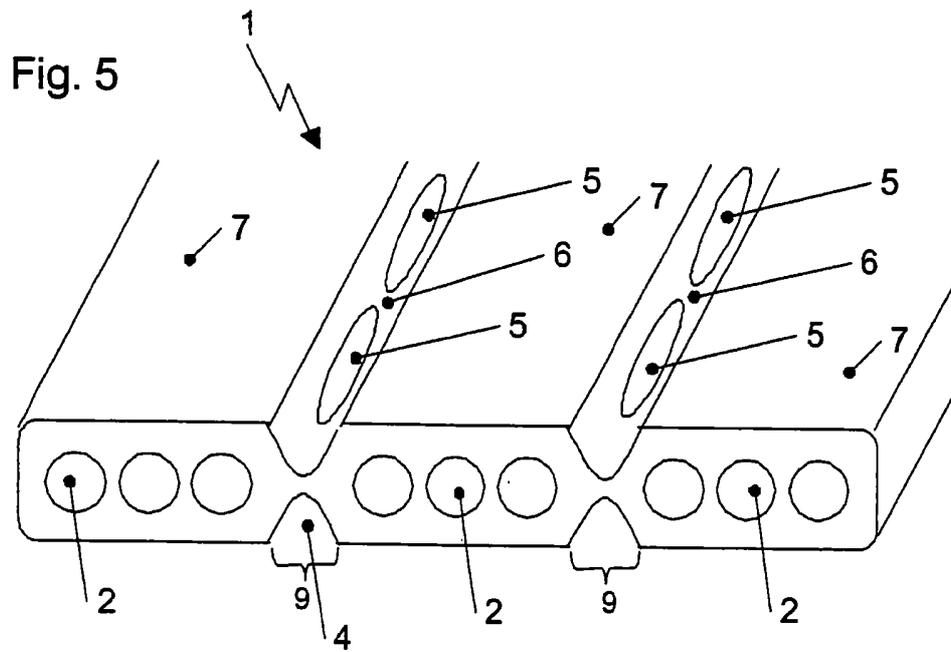
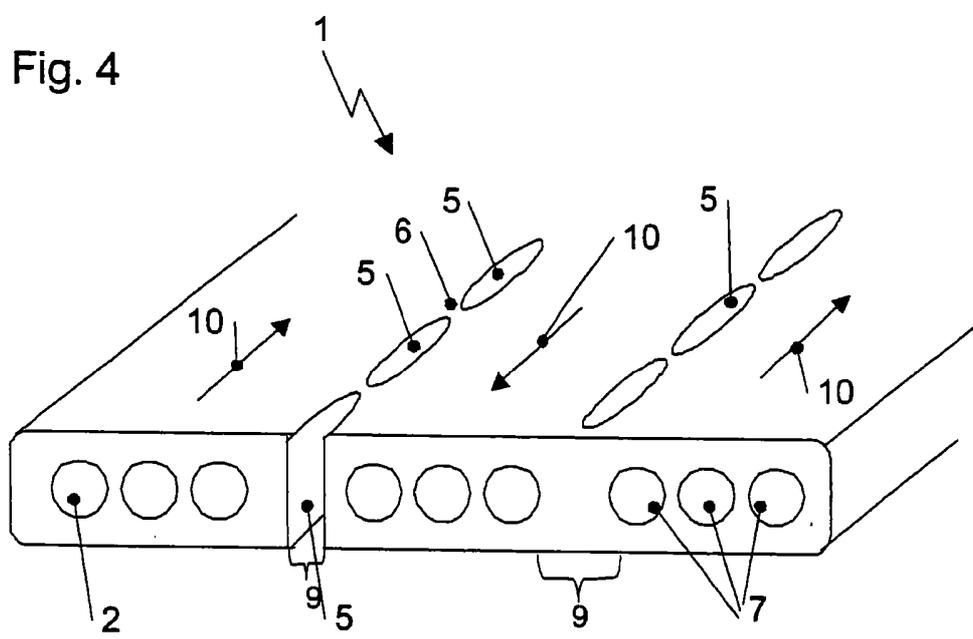


Fig. 7

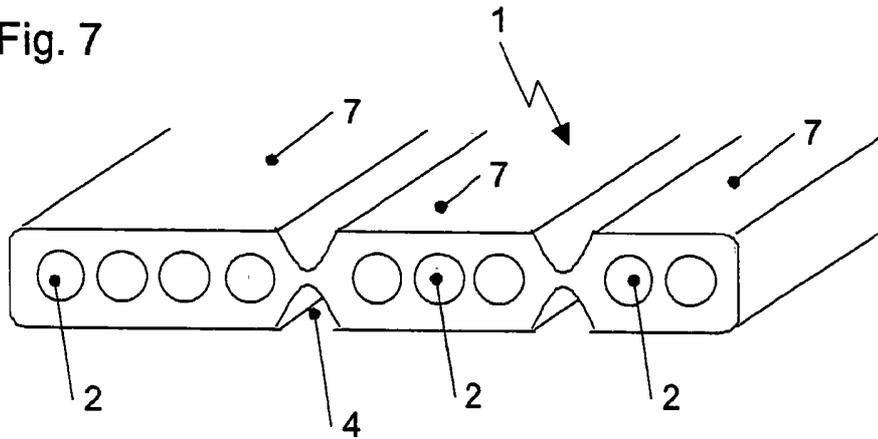


Fig. 8

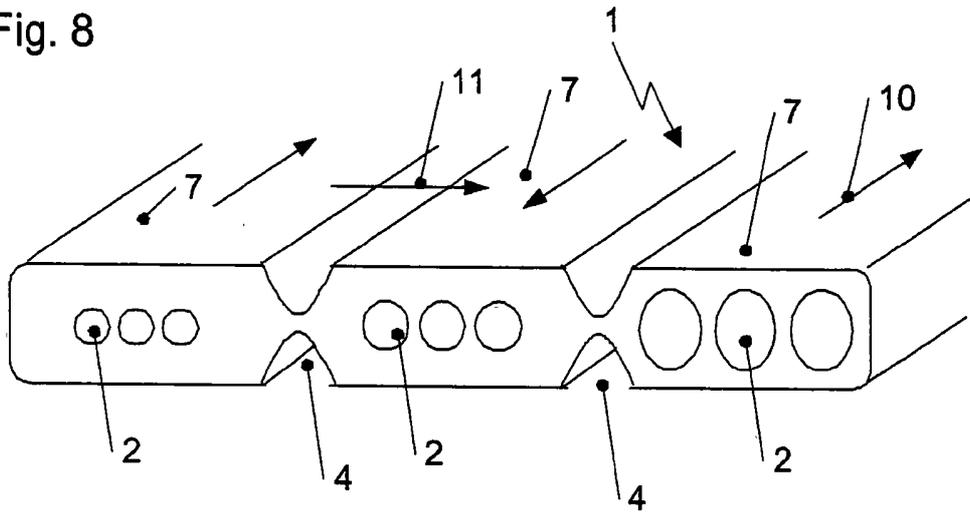


Fig. 9

