



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 293 743 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.03.2003 Patentblatt 2003/12

(51) Int Cl.7: **F28F 1/02**, F28F 9/02,
F28D 1/053

(21) Anmeldenummer: **02017056.9**

(22) Anmeldetag: **27.07.2002**

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

(30) Priorität: **18.09.2001 DE 10146824**

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

(72) Erfinder:
• **Demuth, Walter, Dipl.-Ing.
70839 Gerlingen (DE)**
• **Kotsch, Martin, Dipl.-Ing.
71634 Ludwigsburg (DE)**

- **Krauss, Hans-Joachim Dipl.-Ing.
70567 Stuttgart (DE)**
- **Mittelstrass, Hagen, Dipl.-Ing.
71149 Bondorf (DE)**
- **Schumm, Jochen
71735 Eberdingen (DE)**
- **Sickelmann, Michael, Dipl.-Ing.
70188 Stuttgart (DE)**
- **Staffa, Karl-Heinz, Dipl.-Ing.
70567 Stuttgart (DE)**
- **Walter, Christoph, Dipl.-Ing.
70469 Stuttgart (DE)**

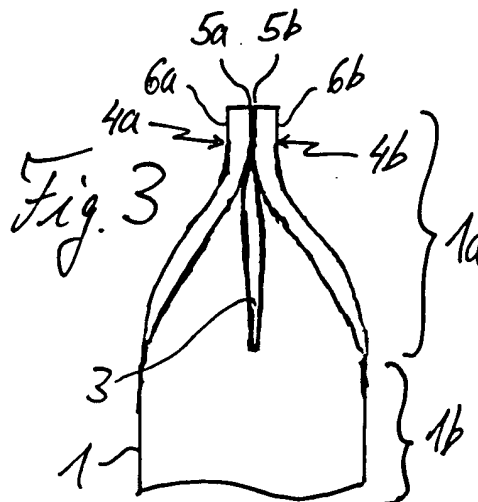
(74) Vertreter: **Grauel, Andreas, Dr.
BEHR GmbH & Co., Intellectual Property,
Mausersstrasse 3
70469 Stuttgart (DE)**

(54) **Wärmeübertrager-Flachrohrblock mit umgeformten Flachrohrenden**

(57) 2.1. Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmeübertrager-Flachrohrblock mit wenigstens einem Flachrohr (1), das an wenigstens einem Endabschnitt (1a) umgeformt ist und mit diesem in ein Anschlussraumbauteil mündet.

2.2. Erfindungsgemäß ist der umgeformte Flachrohr-Endabschnitt durch eine oder mehrere Längstrennlinien (3) in mehrere Teilendabschnitte (4a, 4b) aufgeteilt, die gegenüber einem anschließenden Flachrohrmittelsabschnitt (1b) tordiert und endseitig mit ihren einander zugewandten Flachseiten (5a, 5b) gegeneinander anliegend in das Anschlussraumbauteil eingefügt sind.

2.3. Verwendung z.B. als Gaskühler/Kondensator oder als Verdampfer in Fahrzeug-Klimaanlagen.



EP 1 293 743 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmeübertrager-Flachrohrblock mit einem oder mehreren Flachrohren, die jeweils an wenigstens einem Endabschnitt umgeformt sind und mit diesem in ein Anschlussraumteil münden. Aus einem solchen Flachrohrblock aufgebaute Wärmeübertrager können z.B. als Kondensator/Gaskühler oder als Verdampfer in Fahrzeug-Klimaanlagen eingesetzt werden, die mit Kohlendioxid oder einem anderen Kältemittel arbeiten.

[0002] Bei Wärmeübertrager-Flachrohrblöcken dieser Art, wie sie in der Offenlegungsschrift DE 196 49 129 A1 offenbart sind, sind die Flachrohre in ihrem Endabschnitt mit ihrer gesamten ungeteilten Breite um einen vorgebbaren Winkel von z.B. zwischen 10° und 90° tordiert oder U- oder V-förmig umgebogen. Diese Art der Gestaltung der Flachrohrenden ermöglicht es, dass als Anschlussraumbildende Bauteile Anschlusskästen bzw. Sammelrohre verwendet werden können, deren Querabmessung bzw. Durchmesser nicht größer als die Flachrohrbreite und damit die Rohrblocktiefe ist, d.h. die Anschlusskästen bzw. Sammelrohre stehen in Tiefenrichtung nicht über den Rohrblockaufbau vor. Außerdem können Anschlusskästen bzw. Sammelrohre mit verhältnismäßig geringem Innenvolumen und daher hoher Druckfestigkeit verwendet werden.

[0003] Weitere Anwendungen von Wärmeübertrager-Flachrohrblöcken mit tordierten Flachrohrenden sind in der Offenlegungsschrift DE 198 33 845 A1 beschrieben, wobei dort auch die Möglichkeit erwähnt ist, dass um 90° tordierte Flachrohrenden des Blockaufbaus in einen gemeinsamen Längsschlitz eines jeweiligen seitlichen Sammelrohrs eingefügt sein können und die anschlussraumbildenden Sammelrohre durch Quertrennwände in mehrere Sammelkanäle unterteilt werden können, um eine mäanderförmige Strömungsführung durch den Rohrblock hindurch zu erzielen.

[0004] Mit größer werdendem Torsionswinkel verringert sich bei diesen herkömmlichen Rohrblocken die Querabmessung der in das Sammelrohr einzubringenden Schlitz, gleichzeitig vergrößert sich jedoch der minimal mögliche Flachrohrabstand im Blockaufbau. So genügt bei einer Tordierung um 90° eine der Flachrohrdicke entsprechende Schlitzbreite in Sammelrohr-Querrichtung, der mittlere Abstand zwischen den Flachrohren im Rohrblock ist jedoch z.B. beim Einbringen der tordierten Flachrohrenden in einen gemeinsamen Sammelrohr-Längsschlitz mindestens so groß wie die Flachrohrbreite.

[0005] Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines neuartigen Wärmeübertrager-Flachrohrblocks der eingangs genannten Art zugrunde, der vergleichsweise einfach und sicher zu fertigen ist, mit relativ kleinvolumigen anschlussraumbildenden Bauteilen auskommt und bei Bedarf mit Flachrohrabständen im Blockaufbau realisierbar ist, die kleiner als die Flachrohrbreite sind.

[0006] Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Wärmeübertrager-Flachrohrblocks mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bei diesem Flachrohrblock ist eine spezielle Umformung des jeweiligen Flachrohr-Endabschnitts derart vorgesehen, dass der Endabschnitt durch eine oder mehrere Längstrennlinien in mehrere Teilendabschnitte aufgeteilt ist, die jeweils einzeln gegenüber einem anschließenden Flachrohrmittelabschnitt tordiert und endseitig mit ihren einander zugewandten Flachseiten gegeneinander anliegend in das Anschlussraumbauteil angefügt sind. Dabei kann die Tordierung um 90°, aber auch um einen beliebigen anderen Winkel erfolgen.

[0007] Durch die Längsteilung beträgt die Breite der Teilendabschnitte nur noch einen entsprechenden Bruchteil der Flachrohrbreite. Für das Aufnehmen dieses umgeformten Flachrohr-Endabschnitts im Anschlussraumbauteil genügt daher eine Schlitzlänge, die gleich dem entsprechenden Bruchteil der Flachrohrbreite ist. Gleichzeitig ist zwar eine um den betreffenden Faktor erhöhte Schlitzbreite erforderlich, dies ist jedoch in den meisten Anwendungsfällen völlig unproblematisch, da die Flachrohrbreite und damit die Rohrblocktiefe in der Regel um ein Vielfaches größer als die Flachrohrdicke ist, so dass dennoch ein nicht über die Rohrblocktiefe vorstehendes Anschlussraumbauteil verwendbar ist.

[0008] Die reduzierte benötigte Einsteckschlitzlänge hat insbesondere den Vorteil, dass zum einen die Teilendabschnitte der Flachrohre bei Bedarf um 90° tordiert sein können, wodurch sich die Querabmessung, d. h. Tiefenabmessung des Anschlussraumbauteils minimal halten lässt, und zum anderen dennoch ein mittlerer Flachrohrabstand im Rohrblock realisierbar ist, der deutlich kleiner als die Flachrohrbreite sein kann.

[0009] In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 ist speziell eine Aufteilung des Flachrohr-Endabschnitts in zwei Teilendabschnitte vorgesehen, die gleichsinnig oder gegensinnig tordiert und endseitig gegeneinander angelegt sind.

[0010] In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 3 kommt ein Mehrkanal-Flachrohrtyp zum Einsatz, wobei die jeweilige Längstrennlinie durch Einsägen oder Einritzen des Flachrohrs entweder zwischen zwei benachbarten Flachrohrkanälen oder entlang eines Kanals gebildet ist. Der aufgeschnittene Kanal kann bei Bedarf geschlossen werden, z.B. durch eingebrachtes Lot in einem Lotvorgang während der Fertigung des Rohrblockaufbaus.

[0011] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Endabschnitt eines zum Aufbau eines Wärmeübertrager-Flachrohrblocks verwendeten Flachrohrs nach Einbringen eines Sägeschnitts zur Aufteilung in zwei Teilendabschnitte,

- Fig. 2 eine Stirnansicht des Flachrohr-Endabschnitts von Fig. 1,
- Fig. 3 eine Draufsicht entsprechend Fig. 1 im fertigen Zustand des Flachrohr-Endabschnitts mit gegensinnig tordierten und gegeneinander angelegten Teilendabschnitten,
- Fig. 4 eine Stirnansicht des Endabschnitts von Fig. 3,
- Fig. 5 eine Ansicht entsprechend Fig. 3, jedoch für eine Variante mit gleichsinnig tordierten Teilendabschnitten,
- Fig. 6 eine Stirnansicht des Endabschnitts von Fig. 5,
- Fig. 7 eine ausschnittsweise Draufsicht auf einen Flachrohr-/Rippenblock mit Flachrohren gemäß Fig. 1 bis 4 oder gemäß Fig. 5 und 6 für einen z.B. als Gaskühler in einer CO₂-Klimaanlage eines Fahrzeugs verwendbaren Wärmeübertrager,
- Fig. 8 eine Ansicht entsprechend Fig. 7, jedoch mit längsgeschnittenem seitlichem Sammelrohr,
- Fig. 9 eine Draufsicht auf eine im Sammelrohr der Fig. 7 und 8 verwendete Quertrennwand und
- Fig. 10 eine Stirnansicht eines Flachrohr-Endabschnitts entsprechend Fig. 2, jedoch für eine Variante mit ungerader Kanalzahl.

[0012] Die Fig. 1 bis 4 veranschaulichen den Herstellungsvorgang für eine erste Flachrohrvariante. Dazu wird ein druckstabiler extrudierter Flachrohr-Rohling 1 vom Mehrkanaltyp mit einer geraden Anzahl von z.B. acht einzelnen Kanälen 2 verwendet. In diesen wird an beiden Enden mittig ein z.B. etwa 15mm bis 30mm langer Sägeschnitt 3 in Längsrichtung eingebracht, der zwischen zwei benachbarten Einzelkanälen verläuft und den jeweiligen Endabschnitt 1a in zwei Teilendabschnitte 4a, 4b aufteilt. Die Flachrohrbreite B entspricht somit der doppelten Breite T der beiden Teilendabschnitte 4a, 4b zuzüglich der Sägeschnittbreite S.

[0013] Anschließend werden die beiden Teilendabschnitte 4a, 4b jeweils um eine zur Flachrohr-Längsmittelachse 5 parallele Torsionsachse, z.B. um ihre jeweils eigene Längsmittelachse, um 90° gegensinnig tordiert, d.h. verdreht, und dann mit ihrem Endbereich mit ihren einander zugewandten Flachseiten 5a, 5b gegeneinander angelegt, z.B. durch Zusammenpressen der beiden tordierten Enden. Somit entsprechen die beiden gegeneinander anliegenden Flachseiten 5a, 5b der Teilendabschnitte 4a, 4b der einen Flachseite des Endabschnitts 1a im noch nicht umgeformten Zustand der Fig. 1 und

2, während die einander abgewandten Flachseiten 6a, 6b der beiden Teilendabschnitte 4a, 4b der anderen Flachseite des noch nicht umgeformten Endabschnitts 1a entsprechen.

[0014] Die Fig. 3 und 4 zeigen das fertiggestellte Flachrohr in seinem einen umgeformten Endabschnitt 1a mit den beiden gegenüber einem anschließenden Flachrohrmittelabschnitt 1b tordierten und endseitig mit ihren Flachseiten gegeneinander anliegenden Teilendabschnitten 4a, 4b. Wie insbesondere aus Fig. 4 ersichtlich, ist die Gesamthöhe der auf diese Weise gebildeten Flachrohrenden gleich der Breite T des jeweiligen Teilendabschnitts 4a, 4b und damit nur etwa halb so groß wie die Flachrohrbreite B, welche die Rohrblocktiefe bestimmt. Durch das gegensinnige Tordieren der beiden Teilendabschnitte 4a, 4b liegen sich am Mündungsende des Flachrohrs auf der einen Seite die vormals äußeren Schmalseiten 7a, 7b und auf der anderen Seite die zuvor an den Sägeschnitt 3 angrenzenden Teilendabschnitt-Schmalseiten 8a, 8b gegenüber.

[0015] Die Fig. 5 und 6 veranschaulichen eine zweite Flachrohrvariante, die derjenigen der Fig. 1 bis 4 mit der Ausnahme entspricht, dass die beiden Teilendabschnitte 4a, 4b nicht gegensinnig, sondern gleichsinnig um 90° um jeweils eine eigene, zur Flachrohr-Längsmittelachse 5 parallele Torsionsachse tordiert und mit den dann einander zugewandten Flachseiten endseitig aneinandergelegt sind. In diesem Fall stammen folglich die beiden aneinanderliegenden Teilendabschnitt-Flachseiten 5b, 6a von je einer der beiden Flachseiten des Endabschnitts 1a vor Umformung. Mit anderen Worten sind in diesem Ausführungsbeispiel die beiden Teilendabschnitte 4a, 4b beide im Uhrzeigersinn oder beide im Gegenuhrzeigersinn tordiert, während beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 4 der eine im Uhrzeigersinn und der andere im Gegenuhrzeigersinn tordiert ist. Auch beim Ausführungsbeispiel der Fig. 5 und 6 entspricht die Höhe T des fertig umgeformten Flachrohrendes der Breite T jedes der beiden Teilendabschnitte 4a, 4b und ist damit nur etwa halb so groß wie die Flachrohrbreite B.

[0016] Die Fig. 7 und 8 veranschaulichen ausschnittsweise den Aufbau eines Rohr-/Rippenblocks aus geradlinigen, endseitig tordierten Flachrohren 1 eines der in den Fig. 1 bis 6 gezeigten Typen und zwischenliegenden Wellrippen 11. Ein solcher Rohr-/Rippenblock ist beispielsweise für einen Gaskühler einer mit dem Kältemittel CO₂ arbeitenden Fahrzeug-Klimaanlage verwendbar. Die Flachrohre 10 sind beidseits mit ihren speziell umgeformten Endabschnitten 1a, die jeweils aus den beiden durch mittige Längsschlitzung gebildeten, tordierten und aneinandergelegten Teilendabschnitten bestehen, in einen durchgehenden Längsschlitz 12 je eines seitlich am Block angeordneten Sammelrohrs 13 fluiddicht eingefügt.

[0017] Um die jeweils aneinanderliegenden Teilendabschnitte des eingefügten Flachrohrendabschnitts 1a aufnehmen zu können, ist die Breite des Rohreinsteck-

schlitzes 12, der sich z.B. durchgehend entlang des Rohrmantels des Sammelrohrs 13 erstreckt, geringfügig größer gewählt als die doppelte Flachrohrdicke bzw. -höhe, z.B. um 0,1mm oder etwas mehr. Das Sammelrohr 13 besteht vorzugsweise aus lotplattiertem Material. In das Sammelrohr 13 sind Trennwände 14 eingebracht, von denen eine in Fig. 8 zu erkennen ist und die den Sammelrohr-Innenraum in mehrere Sammelräume 15a, 15b unterteilen, so dass das Kältemittel, das über das Sammelrohr 13 zu- oder abgeführt wird, mäandrierend durch den Rohrblockaufbau hindurchgeführt wird.

[0018] Fig. 9 zeigt die Trennwand 14 in einer Draufsicht. Wie daraus ersichtlich, besitzt die jeweilige Quertrennwand 14 eine dem Sammelrohrquerschnitt entsprechende Kreisform, in die eine Ausnehmung 16 eingebracht ist, deren Breite der Breite des Sammelrohrschlitzes 12 und deren Tiefe der Flachrohr-Einstecktiefe entspricht. Dadurch greift der betreffende Flachrohr-Endabschnitt fluiddicht in diese Ausnehmung 16 ein.

[0019] Da in diesem Beispiel die Flachrohre 1 mit ihren geteilten und tordierten Endabschnitten 1a nebeneinanderliegend in den durchgehenden Sammelrohr-Längsschlitz 12 eingefügt sind, entspricht die sogenannte Teilung, d.h. der Abstand der Flachrohre 1 im Rohr-/Rippenblock, der Breite T der tordierten Flachrohr-Teilendabschnitte und ist damit nur etwa halb so groß wie die Flachrohrbreite B und damit die Tiefe des Rohr-/Rippenblocks. Da die Flachrohre endseitig um 90° tordiert in das Sammelrohr 13 münden, kann dessen Durchmesser ohne Schwierigkeiten so gewählt werden, dass das Sammelrohr 13 in der Blocktiefenrichtung nicht über den Rohr-/Rippenblock vorsteht, d.h. der Sammelrohrdurchmesser ist gleich oder kleiner als die Flachrohrbreite B. Dabei ist der Block auf der anderen, in den Fig. 7 und 8 nicht gezeigten, gegenüberliegenden Flachrohranschlussseite in gleicher Weise mit einem Sammelrohr versehen, in das die Flachrohre 1 in gleicher Weise geteilt und tordiert eingefügt sind.

[0020] Die Fertigung des Rohr-/Rippenblocks erfolgt in an sich bekannter Weise durch Zusammenstecken und Verlöten der einzelnen Komponenten. Bevorzugt werden die Flachrohre 1 vor dem Tordieren ihrer Teilendabschnitte mit einer Mischung von Lot und Nokolok-Flussmittel versehen. Dadurch lässt sich in Kombination mit der Wahl eines lotplattierten Materials für die Sammelrohre 13 eine ausreichend gasdichte Verbindung der Flachrohrenden mit dem jeweiligen Sammelrohr erzielen. Werden alternativ dazu nicht vorbehandelte Flachrohre verwendet, so kann die Erzielung einer fluiddichten Lotverbindung dadurch unterstützt werden, dass auf jeder Rohrseite ein Lot-Flussmittel-Gemisch tropfenförmig aufgebracht wird. Begünstigend wirkt hierzu die Tatsache, dass die jeweiligen beiden Flachrohr-Teilendabschnitte, nachdem sie tordiert und endseitig mit ihren Flachseiten aneinandergelegt wurden, eine Napf- oder Schalenform bilden, die zu einem sicheren Verbleib des Lotmaterials an der notwendigen Stelle beiträgt. Auch eine Zufuhr von Lotfolie beim Falten, d.

h. Tordieren und gegeneinander Anlegen, der Teilendabschnitte ist möglich.

[0021] Fig. 10 zeigt in einer Stirnansicht entsprechend Fig. 2 eine Variante des Flachrohrs 1 mit einer ungeraden Anzahl von z.B. neun Einzelkanälen 2. Im Beispiel der Fig. 10 wird, wie gestrichelt angedeutet, der Sägeschnitt 3 zur Teilung des Flachrohrendabschnitts in die beiden Teilendabschnitte entlang des mittigen Einzelkanals eingebracht. Dieser bleibt folglich strömungstechnisch passiv, d.h. das Kältemittel wird nur durch die übrigen Einzelkanäle hindurchgeleitet. Bei Bedarf kann der eingesägte, mittige Einzelkanal endseitig z.B. durch Lotmaterial geschlossen werden.

[0022] Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele machen deutlich, dass die Erfindung eine kostengünstige und fertigungssichere Ausführung eines Wärmeübertrager-Flachrohrblocks mit geringem Gewicht und gleichmäßiger Temperaturverteilung ermöglicht. In alternativen Ausführungsformen oder Erfindung können statt des durchgehenden Längsschlitzes einzelne, voneinander beabstandete Einsteckschlitze im Sammelrohrmantel vorgesehen sein. Beispielsweise ist das jeweilige Sammelrohr mit einer Reihe von beabstandeten Längsschlitzten versehen, wenn die geteilten Flachrohrenden um 90° tordiert sind und der Abstand zwischen den Flachrohren im Rohrblock größer als die Breite der Teilendabschnitte und damit größer als die Höhe der in das Sammelrohr eingesteckten Flachrohrendabschnitte ist. In weiteren alternativen Realisierungen der Erfindung sind die jeweiligen beiden Teilendabschnitte um einen Winkel kleiner als 90° tordiert und mit ihren einander zugewandten Flachseiten aneinandergelegt, für die korrespondierend in den jeweiligen Sammelrohrmantel schräg verlaufende Einsteckschlitze eingebracht sind.

[0023] In einer weiteren Variante der Erfindung ist der jeweilige Flachrohr-Endabschnitt durch Einbringen mehrerer Längstrennlinien in mehr als zwei Teilendabschnitte aufgeteilt, die dann tordiert und endseitig mit ihren Flachseiten aneinandergelegt sind. Dies ermöglicht eine weitere deutliche Reduzierung der pro Flachrohr benötigten Einsteckschlitzlänge am Sammelrohr und damit des Flachrohr-Mindestabstands im Rohrblock.

[0024] Alternativ zum beschriebenen Einsägen kann das Aufteilen des Flachrohr-Endabschnitts in die Teilendabschnitte durch Einbringen einer jeweiligen Sollrisslinie erfolgen, entlang der dann beim anschließenden Verdrehen der Teilendabschnitte der Flachrohr-Endabschnitt aufgetrennt wird.

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager-Flachrohrblock mit

- wenigstens einem Flachrohr (1), das an wenigstens einem Endabschnitt (1a) umgeformt ist

und mit diesem in ein Anschlussraumteil (13) mündet,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 5
- der umgeformte Flachrohr-Endabschnitt (1a) durch eine oder mehrere Längstrennlinien (3) in mehrere Teilendabschnitte (4a, 4b) aufgeteilt ist, die gegenüber einem anschließenden Flachrohrmittelabschnitt (1b) tordiert und endseitig mit ihren einander zugewandten Flachseiten (5a, 5b) gegeneinander anliegend in das Anschlussraumbauteil (13) eingefügt sind. 10
2. Wärmeübertrager-Flachrohrblock nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, dass der Flachrohr-Endabschnitt 1a in zwei Teilendabschnitte 4a, 4b aufgeteilt ist, die gleichsinnig oder gegensinnig tordiert und mit ihren einander zugewandten Flachseiten gegeneinander angelegt sind. 15 20
3. Wärmeübertrager-Flachrohrblock nach Anspruch 2, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flachrohr ein Mehrkanal-Flachrohr (1) ist und die jeweilige Längstrennlinie durch eine Säge- oder Ritzlinie (3) gebildet ist, die zwischen zwei benachbarten Kanälen oder entlang eines Kanals des Mehrkanal-Flachrohrs verläuft. 25

30

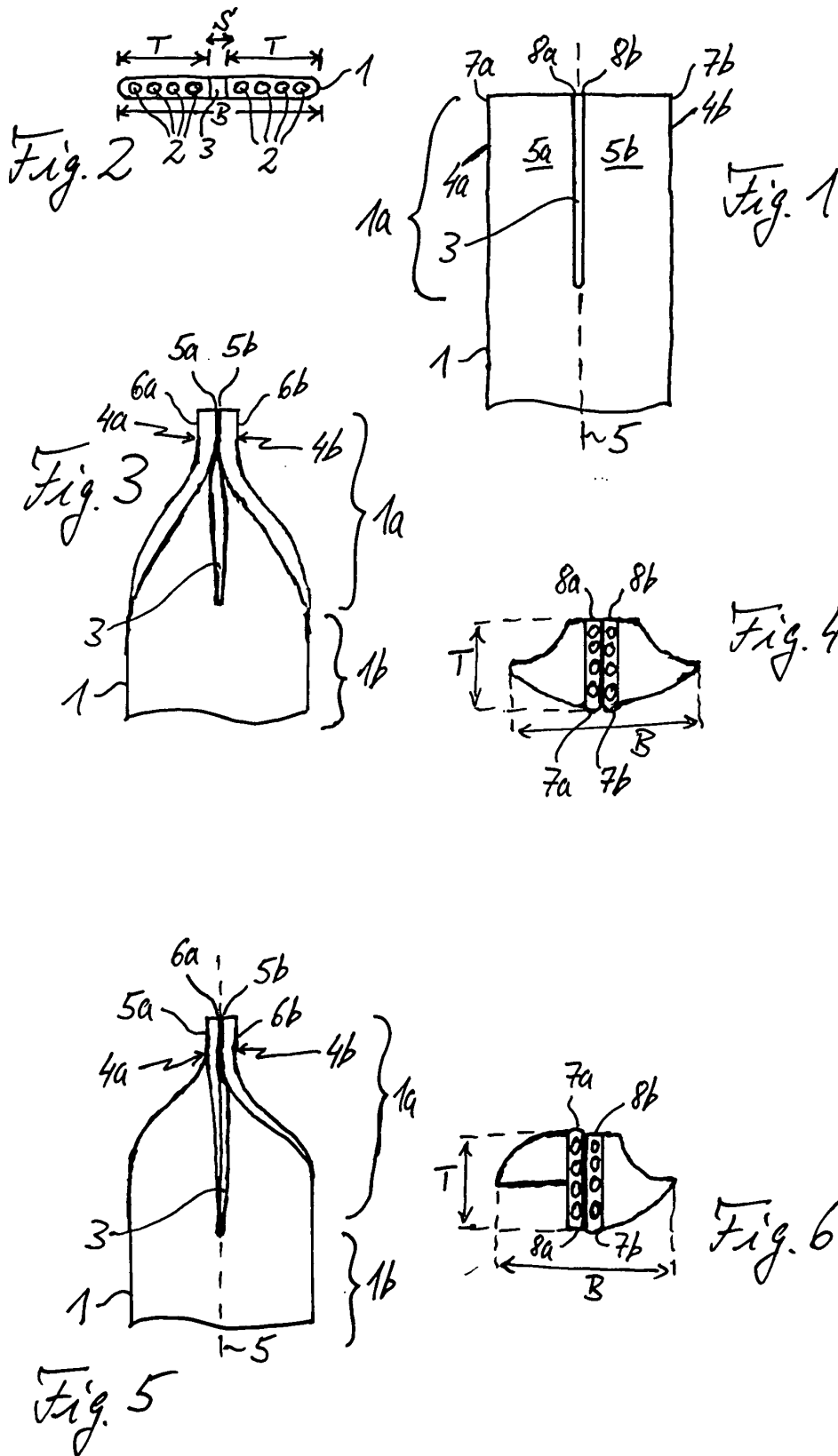
35

40

45

50

55



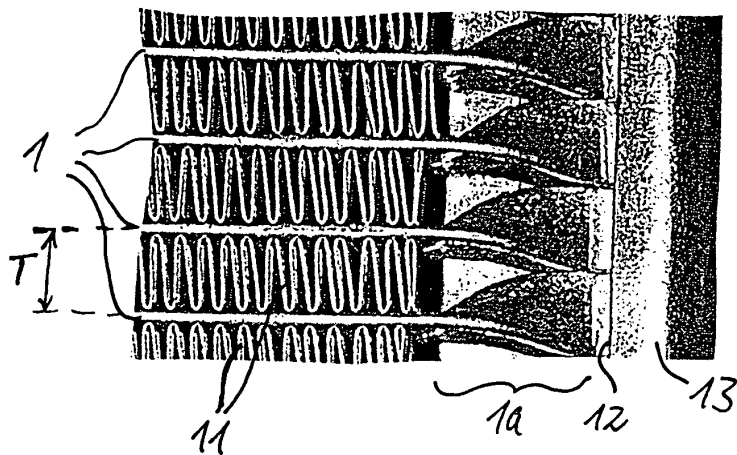


Fig. 7

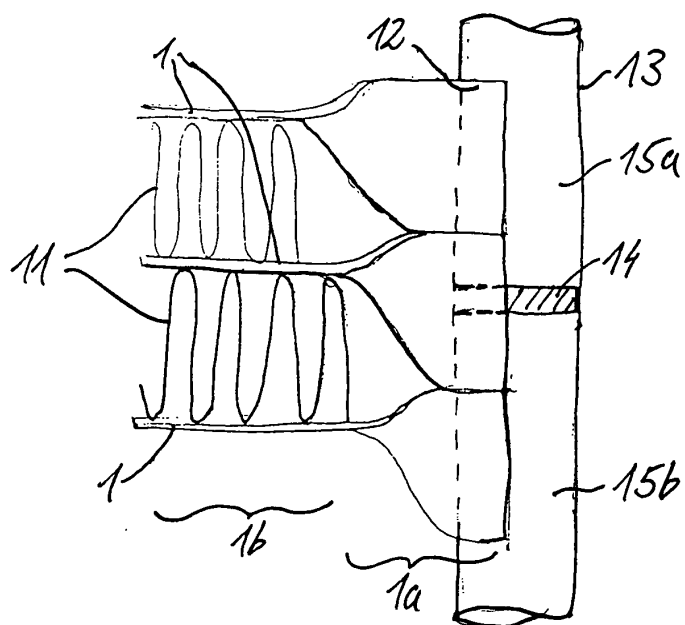


Fig. 8

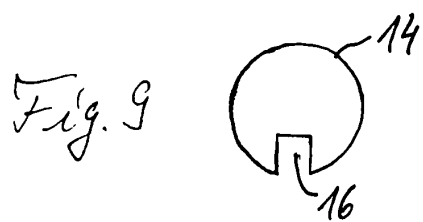


Fig. 9

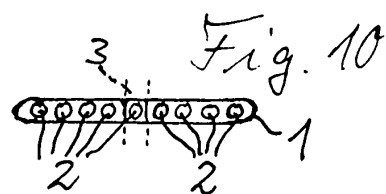


Fig. 10