



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 203 07 881 U1** 2004.10.28

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(22) Anmeldetag: **21.05.2003**

(47) Eintragungstag: **23.09.2004**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **28.10.2004**

(51) Int Cl.7: **F28F 9/04**

(71) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**Autokühler GmbH & Co. KG, 34369 Hofgeismar,
 DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**Frhr. von Schorlemer, R., Dipl.-Phys., Pat.-Anw.,
 34117 Kassel**

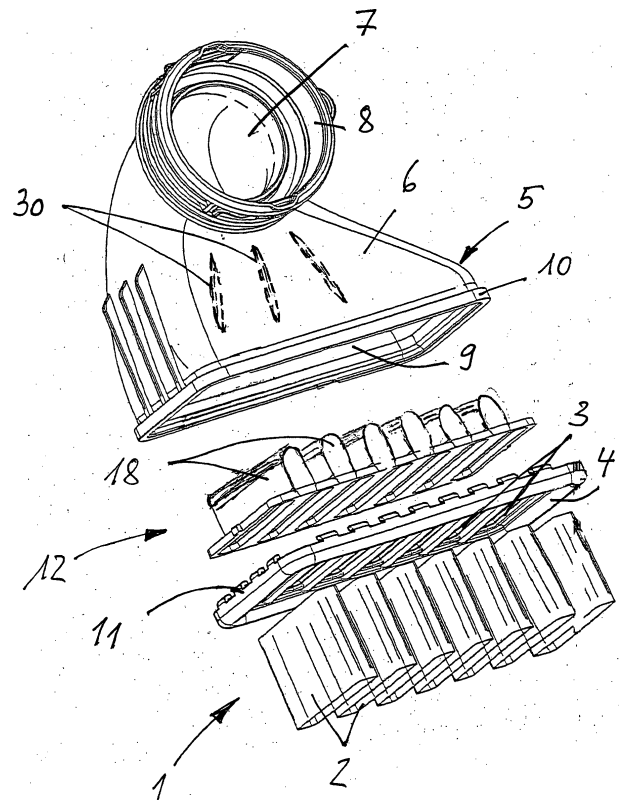
(56) Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GebrMG:

DE 31 10 448 C1
DE 198 57 435 A1
DE 31 40 408 A1
DE 19 15 145 U
DE 696 12 998 T2
FR 10 80 693
GB 6 34 608 A
EP 01 05 442 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Wärmeaustauscher, insbesondere Ladeluftkühler**

(57) Hauptanspruch: Wärmeaustauscher, insbesondere Ladeluftkühler, mit einem aus Rohren (2, 45) gebildeten Wärmeaustauschernetz und wenigstens einem Sammler, der einen Sammelkasten (5), ein mit diesem verbundenes Bodenteil (4, 33), das eine dem Sammelkasten (5) zugewandte Innenseite, von Rohrenden durchragte Durchgänge (3) und zwischen diesen angeordnete Abschnitte (14, 34) aufweist, und Strömungselemente (18, 26, 28, 29, 37, 44) mit Dicken (a) enthält, die sich an ersten, der Innenseite zugewandten Enden (18a, 26a) im wesentlichen aus den lichten Abständen (A bzw. A1, A2) der Rohre (2, 32, 45) ergeben und von den ersten Enden (18a, 26a, 37a) aus bis zu zweiten, von der Innenseite entfernten Enden (18b, 26b, 37b) hin abnehmen, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrenden im wesentlichen dieselben Querschnitte wie die Rohre (2, 32, 45) im Wärmeaustauschernetz haben und die Strömungselemente (18, 26, 28, 29, 37, 44) die Rohrenden mit einer Höhe (b) überragen, die wenigstens gleich dem Einfachen und höchstens gleich dem Doppelten...



Beschreibung

[0001] Wärmeaustauscher dieser Art werden bei verschiedenen Anwendungszwecken mit vergleichsweise hohen Drücken von z. B. 2,6 bar und mehr und entsprechend großen Strömungsgeschwindigkeiten betrieben, beispielsweise bei ihrer Anwendung als Ladeluftkühler für Kraftfahrzeuge. Dabei hängt die bei der Durchströmung des Wärmeaustauschers erzielbare Kühl- bzw. Wärmeaustauschleistung von dem im Wärmeaustauscher insgesamt tolerierbaren Druckabfall ab. Da ein großer Teil der Druckverluste in einem Wärmeaustauscher der eingangs bezeichneten Gattung konstruktionsbedingt durch die Übergangsbereiche zwischen den Sammlern und den Rohren des Wärmeaustauschernetzes verursacht wird, sind die auf das Wärmeaustauschernetz selbst entfallenden und zur Erzielung der geforderten Wärmeaustauschleistungen nutzbaren Anteile des Druckabfalls begrenzt. Es sind daher bereits zahlreiche Einrichtungen vorgeschlagen worden, die Druckverluste in den Übergangsbereichen zwischen den Sammlern und den Rohren des Wärmeaustauschernetzes weitgehend vermeiden und dadurch bewirken sollen, daß der längs des Wärmeaustauschers tolerierbare Druckabfall überwiegend in den Rohren des Wärmeaustauschernetzes genutzt werden kann.

[0002] Bei einem bekannten Wärmetauscher der eingangs bezeichneten Gattung (DE 198 57 435 A1) sind die Rohrenden des Wärmeaustauschernetzes mit Endstücken versehen, die auf der Innenseite des Bodenteils des Sammlers aus den zugeordneten Durchgängen herausragen und trichterförmig aufgeweitet sind. Um die dadurch geschaffenen Hindernisse für die Strömung bzw. die daraus resultierenden Druckverluste klein zu halten, ist dem Bodenteil eine mit Abdeckelementen versehene Einlegeteile zugeordnet. Die Abdeckelemente sind dicht oberhalb der zwischen den Durchgängen liegenden Abschnitte des Bodenteils angeordnet und dienen zur Schaffung von die Rohrenden verlängernden Eintritts- oder Austrittsdüsen bzw. von zwischen den Rohrenden angeordneten, konvexen Strömungselementen. Derartige Einlegeteile bringen zwar den Vorteil einer Reduzierung der Druckverluste in den Übergangsbereichen zwischen dem Sammler und dem Wärmeaustauschernetz mit sich. Nachteilig am bekannten Wärmeaustauscher ist jedoch der Umstand, daß die Rohre an ihren Enden aufgeweitet werden müssen, was zumindest einen zusätzlichen Arbeitsgang erfordert. Dies gilt auch für andere bekannte Wärmeaustauscher [DE 197 57 034 A1 (Fig. 4), DE 101 14 078 A1, EP 0798 531 B1], bei denen die Endstücke der Rohre nicht durch Einlegeteile abgedeckt, sondern glockenförmig so stark erweitert werden, daß sie sich gegenseitig berühren oder an speziellen Anlageflächen des Bodenteils anliegen. Außerdem hat sich gezeigt, daß die Druckverluste bei allen diesen Wärme-

austauschern zwar kleiner als beim Fehlen der beschriebenen Maßnahmen, aber immer noch nicht so klein sind, wie dies gerade im Fall von Ladeluftkühlern erwünscht wäre.

[0003] Bei anderen bekannten Wärmeaustauschern [DE 197 57 034 A1 (Fig. 2 und 3), EP 0 990 868 B1] wird das Bodenteil im Bereich seiner Durchgänge mit dem Wärmeaustauschernetz zugewandten Kragen oder Einfassungen versehen, damit die Rohrenden in diesen Kragen zu liegen kommen und nicht über das Bodenteil hinaus in den Sammelkasten ragen. Eine wesentliche Reduzierung des Druckabfalls in den genannten Übergangsbereichen ist dadurch aber kaum möglich, weil die Stirnfläche der Rohrenden und die zwischen diesen befindlichen flachen Abschnitte des Bodenteils auch weiterhin beträchtlich zu den unerwünschten Druckverlusten beitragen.

[0004] Bei Plattenwärmeaustauschern für Haushaltswäschetrockner ist es bekannt (EP 1 050 618 A1), Strömungsverluste eines schräg bzw. rechtwinklig zu den Wärmeaustauscherplatten ein- bzw. austretenden Gastroms dadurch zu vermeiden, daß die Enden der Wärmeaustauscherplatten treppenförmig versetzt angeordnet und mit Gasumlenkungsteilen versehen werden. Eine unmittelbare Übertragung dieses Prinzips auf Wärmeaustauscher der eingangs bezeichneten Gattung, die ein aus Rohren gebildetes Netz und wenigstens einen Sammler aufweisen, ist nicht ohne weiteres möglich.

[0005] Schließlich sind Wärmeaustauscher der eingangs bezeichneten Gattung bekannt (US-PS 5 531 266), die speziell dem Wärmeaustausch von zweiphasigen Systemen dienen. Diese Wärmeaustauscher weisen in den Sammlern angeordnete, im wesentlichen konisch ausgebildete Strömungselemente auf, die von den Bodenteilen bis zu den Anschlußöffnungen der Sammler erstreckte, entsprechend konisch ausgebildete Strömungskanäle bilden. Diese Strömungskanäle sollen gleichmäßige Massenströme in dem zweiphasigen Gemisch und gleiche Druckverluste in allen Strömungskanälen sicherstellen. Eine Reduzierung der Druckverluste innerhalb der kritischen Bereiche der Sammler insgesamt kann damit nicht erreicht werden, weil die Strömungselemente zumindest in unmittelbarer Nähe der Rohrenden und der Anschlußöffnungen des Sammlers erhebliche Veränderungen der Strömungsquerschnitte bewirken.

[0006] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, den Wärmeaustauscher der eingangs bezeichneten Gattung so auszubilden, daß er ohne die beschriebene, zusätzliche Aufweitung der Rohrenden und/oder Längensversatz von Rohren oder anderen Bauelementen des Wärmeaustauschernetzes herstellbar ist, keine wesentlichen konstruktiven Be-

schränkungen vorgesehen werden müssen und dennoch die Druckverluste innerhalb des Sammlers vergleichsweise klein gehalten werden können.

[0007] Zur Lösung dieses Problems dienen die Merkmale des Anspruchs 1.

[0008] Die Erfindung beruht auf der überraschenden Erkenntnis, daß die Druckverluste in den kritischen Übergangsbereichen zwischen den Sammlern und den Rohren durch eine ausreichend große Bemessung der Höhe der Strömungsleitelemente auch gegenüber solchen Wärmeaustauschern merklich reduziert werden können, bei denen ein Überstand der Rohrenden über das Bodenteil hinaus vermieden wird oder aufgeweitete Rohrenden mit konvexen Abdeckungen versehen bzw. unter Bildung solcher Abdeckungen aufgeweitet werden. Obwohl eine Aufweitung der Rohrenden in einem zusätzlichen Arbeitsschritt bei den erfindungsgemäßen Wärmeaustauschern nicht erforderlich ist, können unerwünschte Änderungen der Strömungsquerschnitte in den kritischen Übergangsbereichen auf einfache Weise weitgehend vermieden werden. Verbleibende Druckverluste innerhalb des Sammlers können weiter dadurch minimiert werden, daß den in den Sammler ragenden Teilen der Strömungsleitelemente eine strömungsgünstige Form, Länge und/oder Ausrichtung gegeben wird.

[0009] Weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0010] Die Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0011] **Fig. 1** schematisch eine perspektivische, auseinander gezogene Darstellung eines erfindungsgemäßen Wärmeaustauschers;

[0012] **Fig. 2** einen Längsschnitt etwa längs der Linie II-II der **Fig. 4** durch einen Teilabschnitt eines erfindungsgemäßen Einlegeteils;

[0013] **Fig. 3** einen der **Fig. 2** entsprechenden Längsschnitt durch einen Teilabschnitt eines mit Rohren besetzten Bodenteils des Wärmeaustauschers nach **Fig. 1**;

[0014] **Fig. 4** eine Draufsicht auf das Einlegeteil nach **Fig. 2**;

[0015] **Fig. 5** eine perspektivische Ansicht des Einlegeteils nach **Fig. 2**;

[0016] **Fig. 6** einen Längsschnitt durch das Einlegeteil und die Bodenplatte entsprechend **Fig. 2** und **3**, jedoch im zusammengesetzten Zustand;

[0017] **Fig. 7** einen der **Fig. 6** entsprechenden Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Wärmeaustauschers.

[0018] **Fig. 8** eine der **Fig. 1** entsprechende Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels;

[0019] **Fig. 9** einen der **Fig. 6** entsprechenden Längsschnitt durch noch ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0020] **Fig. 10** die Draufsicht auf ein schematisch dargestelltes, zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeaustauschers im Bereich eines Einlegeteils;

[0021] **Fig. 11** und **12** Schnitte längs der Linien XI – XI und XII – XII der **Fig. 10**;

[0022] **Fig. 13** eine perspektivische Darstellung allein des Einlegeteils des Wärmeaustauschers nach **Fig. 10**; und

[0023] **Fig. 14** eine der **Fig. 10** entsprechende Draufsicht auf ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeaustauschers.

[0024] Nach **Fig. 1** enthält ein nur teilweise ange deuteter Wärmeaustauscher der hier interessierenden Art ein Wärmeaustauschernetz, das eine Vielzahl von parallel angeordneten, hier als Flachrohre ausgebildeten Rohren **2** enthält, die durchgehend im wesentlichen dieselben Querschnitte aufweisen und Löcher in nicht dargestellten, quer zu ihren Achsen angeordneten, dem Wärmeaustausch dienenden Leitblechen durchragen können oder zwischen sich übliche, gewellte Kühlrippen bzw. Lamellen aufnehmen. An den Seiten kann das Netz durch nicht dargestellte Seitenteile zusammengehalten sein.

[0025] An ihren in **Fig. 1** oberen Enden sind die Rohre **2** in Durchgängen **3** eines plattenförmigen, hier rechteckigen Bodenteils **4** angeordnet und in diesem durch Löten, Kleben, mechanisches Aufweiten oder sonstwie flüssigkeits- bzw. gasdicht befestigt (vgl. auch **Fig. 3**). An den entgegengesetzten, in **Fig. 1** nicht sichtbaren Enden der Rohre **2** ist in der Regel ein dem Bodenteil **4** entsprechendes Bodenteil vorgesehen.

[0026] Das Bodenteil **4** dient neben der Halterung der Rohre **2** auch zur Befestigung eines Sammelkastens **5**, der an einer vom Netz **1** abgewandten Innenseite des Bodenteils **4** befestigt wird. Der Sammelkasten **5** kann im Prinzip jede beliebige Form haben, die in der Regel vom Anwendungszweck des jeweiligen Wärmeaustauschers abhängt und im wesentlichen von einer einen inneren Hohlraum umgebenden Wand **6** des Sammelkastens **5** bestimmt wird. Dabei enthält die Wand **6** einerseits wenigstens eine in den

inneren Hohlraum mündende Anschlußöffnung **7**, an die sich nach außen hin meistens ein Rohrstützen **8** anschließt, und andererseits eine zur Befestigung des Sammelkastens **5** am Bodenteil **4** bestimmte, hier rechteckige Montageöffnung **9**, die von einem umlaufenden Randabschnitt **10** umgeben ist. Die Befestigung des Sammelkastens **5** am Bodenteil **4** zu einem nach außen geschlossenen Sammler erfolgt z. B. dadurch, daß der Randabschnitt **10** zentriert auf das Bodenteil **4** aufgelegt und dann ein an diesem vorgesehener, umlaufender, hochgestellter Befestigungsrand **11** klammerartig nach innen umgebogen wird. Zwischen dem Randabschnitt **10** und dem Befestigungsrand **11** wird meistens ein umlaufendes Dichtelement angeordnet.

[0027] Beim Betrieb des Wärmetauschers nach **Fig. 1** wird ein z. B. zu kühlendes Medium (z. B. Wasser, Öl oder Luft), das durch die Anschlußöffnung **7** in den Sammelkasten **5** einströmt, von diesem auf die Rohre **2** verteilt, von wo aus das Medium in einen in **Fig. 1** nicht dargestellten zweiten Sammelkasten gelangt, bevor es den Wärmeaustauscher verläßt. Wäre der zweite Sammelkasten identisch mit dem Sammelkasten **5** ausgebildet, dann würde also ein durch die Rohre **2** zugeführtes Medium im Sammelkasten **5** gesammelt, zur Anschlußöffnung **7** umgelenkt und durch die Anschlußöffnung **7** weggeführt.

[0028] Wärmeaustauscher dieser Art sind allgemein bekannt und brauchen dem Fachmann daher nicht näher erläutert werden.

[0029] Erfindungsgemäß ist auf der Innenseite des Bodenteils **4** ein Einlegeteil **12** angeordnet, das insbesondere aus **Fig. 2, 4** und **5** ersichtlich ist. Das Einlegeteil **12** besitzt hier wie das Bodenteil **4** eine rechteckige Umfangskontur, die derart bemessen ist, daß das Einlegeteil **12** beim Zusammenbau des Wärmeaustauschers zwischen dem Bodenteil **4** und dem Randabschnitt **10** des Sammelkastens **5** gas- bzw. flüssigkeitsdicht eingeklemmt werden kann, wenn der Sammelkasten **5** mittels des Randabschnitts **10** am Befestigungsrand **11** des Bodenteils **4** befestigt wird. Alternativ kann das Einlegeteil **12** aber auch z. B. durch Löten, Kleben oder sonstwie an der Innenseite des Bodenteils **4** befestigt werden.

[0030] Wie insbesondere **Fig. 1** zeigt, ist das Bodenteil **4** zwischen den Durchgängen **3**, die im wesentlichen den Außenquerschnitten der Rohre **2** entsprechende Innenquerschnitte besitzen, jeweils mit einem in der Draufsicht rechteckförmigen Abschnitt **14** versehen (vgl. auch **Fig. 3**). Dabei wird in **Fig. 1** bis **6** von einem einreihigen Wärmeaustauscher ausgegangen, der entsprechend **Fig. 1** nur eine Reihe von Rohren **2** aufweist, wobei die langen Rohrachsen enthaltende Mittelebenen **15** der Rohre **2** im wesentlichen senkrecht zum Bodenteil **4** und parallel zu Mittelebenen **16** angeordnet sind, die die Abschnitte **14**

senkrecht durchsetzen und deren Längsachsen enthalten. Im Ausführungsbeispiel sind die Abschnitte **14** beim Blick auf ihre Innenseiten jeweils leicht konkav gewölbt. Außerdem läßt **Fig. 3** erkennen, daß die Enden der Rohre **2** mit einem geringen Überstand in das Bodenteil **4** eingesetzt sind und etwas über dessen Innenseite hinaus vorstehen. Nach dem Zusammenbau der aus **Fig. 1** ersichtlichen Teile ragen die Rohrenden daher leicht in den Sammelkasten **5** hinein.

[0031] Das Einlegeteil **12** (**Fig. 4** und **5**) ist dort, wo das Bodenteil **4** die Durchgänge **3** aufweist, mit entsprechend ausgebildeten Löchern **17** versehen, die nach dem Zusammenbau der aus **Fig. 1** ersichtlichen Teile im wesentlichen deckungsgleich über den Durchgängen **3** zu liegen kommen (vgl. auch **Fig. 6**). Die zwischen den Löchern **17** befindlichen Abschnitte des Einlegeteils **12** sind dabei als Strömungsleitetelemente **18** ausgebildet. Zudem ist das Einlegeteil **12** an seinem Umfang mit einem umlaufenden Befestigungsrand **19** versehen, der zwischen den Rändern **10** bzw. **11** des Sammelkastens **5** bzw. des Bodenteils **4** zu liegen kommt.

[0032] Die Strömungsleitetelemente **18** bestehen aus massiven, noppen- bzw. rippenartigen Vorsprüngen und weisen an dem Bodenteil **4** zugewandten, ersten Enden **18a** Querschnitte auf, die im wesentlichen den Umfangskonturen der Abschnitte **14** entsprechen. Insbesondere sind die ersten Enden **19a** in ihrer Längsrichtung zwischen gegenüberliegenden Teilen des Befestigungsrandes **19** durchgehend ausgebildet und quer dazu mit Dicken a versehen (**Fig. 2**), die im wesentlichen den lichten Abständen A der Rohre **2** entsprechen. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Dicke a der ersten Enden der Strömungsleitetelemente **18** gleich der Summe aus dem lichten Abstand A der Rohre **2** und der zweifachen Wandstärke s der Rohre **2**, so daß $a = A + 2s$ gilt (vgl. **Fig. 2** und **3**). Außerdem weisen die Strömungsleitetelemente **18** erfindungsgemäß Höhen b auf, die wenigstens gleich der Dicke a und höchstens gleich der doppelten Dicke $2a$ sind, wobei die Höhen b mit besonderen Vorteil Werte zwischen $1,0 \cdot a$ und $1,5 \cdot a$ aufweisen.

[0033] Die ersten Enden **18a** der Strömungsleitetelemente **18** reichen im montierten Zustand des Wärmeaustauschers (**Fig. 6**) bis dicht an die Rohrenden heran, wobei sie vorzugsweise mit deren Außenflächen bündig abschließen. Um dies sichergestellt zu werden, weisen die Enden **18a** gemäß **Fig. 2** an ihren seitlichen Rändern je eine Stufe **20** auf, die eine der Wandstärke s der Rohre **2** entsprechende Breite besitzt und im montierten Zustand einen zugeordneten Längsabschnitt eines Rohrendes derart in sich aufnimmt, daß dessen Stirnfläche **21** an der Stufe anliegt. Zwischen den Stufen **20** befindliche Abschnitte **22** der ersten Enden **18a** treten dagegen in die Zwischenräume

zwischen zwei benachbarten Rohren **2** ein und liegen dabei zweckmäßig an den Abschnitten **14** des Bodenteils **4** an, wodurch eine mechanische stabile Konstruktion erhalten wird.

[0034] Vom Bodenteil **4** entfernte, zweite Enden **18b** der Strömungsleitelemente **18** sind vorzugsweise gerundet und weisen z. B. halbkreisförmige oder halbovale Querschnitte auf. Im übrigen weisen die Strömungsleitelemente **18**, beginnend an den ersten Enden **18a**, bis zu den zweiten Enden **18b** hin kontinuierlich abnehmende Dicken a auf.

[0035] Die beschriebene Ausbildung und Anordnung der Strömungsleitelemente **18** bringt den Vorteil mit sich, daß zwischen den Rohrenden einerseits vergleichsweise lange und hohe, durch die Außenwände der Strömungsleitelemente **18** gebildete Kanäle entstehen, die – vom Inneren der Sammelkastens **5** her betrachtet – in Richtung der Rohre **2** allmählich abnehmende Querschnitte aufweisen, bis sie genau den Rohrquerschnitten entsprechen und daher keine scharfen Querschnittsänderungen bewirken. Dadurch ist eine stabile Strömung im Übergangsbereich Sammler/Wärmeaustauschernetz möglich. Außerdem sind im Sammler praktische keine vorstehenden Kanten oder sonstige Strömungshindernisse vorhanden, die wesentliche Druckverluste verursachen könnten, so daß der Hauptteil des Druckabfalls wie gewünscht im Wärmeaustauschernetz auftritt.

[0036] Beim Ausführungsbeispiel nach **Fig. 1** bis **6** stehen Mittelebenen **24** der Strömungsleitelemente **18** wie die Mittelebenen **16** der Abschnitte **14** im wesentlichen senkrecht zum Bodenteil **4**, so daß sie im montierten Zustand in einer gemeinsamen Ebene liegen. Dagegen zeigt **Fig. 7** ein Ausführungsbeispiel, bei dem Mittelebenen **25** von Strömungsleitelementen **26** im montierten Zustand mit den Mittelebenen **16** der Abschnitte **14** Winkel α einschließen, die z. B. $\pm 30^\circ$ betragen können. Dabei können die Winkel α der Mittelebenen **25** aller vorhandenen Strömungsleitelemente **26** gleich oder, wie **Fig. 7** zeigt, unterschiedlich sein. Die im Einzelfall gewählte Lage und Orientierung der Strömungsleitelemente **26** kann insbesondere in Abhängigkeit davon gewählt werden, wo jeweils die Anschlußöffnung **7** (**Fig. 1**) des Sammelkastens **5** liegt. Liegt diese in einem mittleren Teil des Sammelkastens **5**, dann ist es zweckmäßig, die Mittelebenen **25** der mittleren Strömungsleitelemente **26** im wesentlichen senkrecht zum Bodenteil **4** anzuordnen, während die Mittelebenen **25** der beiden in **Fig. 7** links von einer gedachten Mittelebene **27** des Wärmeaustauschers liegenden Strömungsleitelemente **26** nach rechts ($+\alpha$), die Mittelebenen **25** der beiden in **Fig. 7** rechts von der gedachten Mittelebene **27** liegenden Strömungsleitelemente **26** nach links ($-\alpha$) geneigt sind. Dies dient dem Zweck, die Strömungsleitelemente **26** jeweils im wesentlichen in

die beim Betrieb des Wärmeaustauschers zu erwartende Strömungsrichtung zu legen und dadurch die Strömungswiderstände und Druckverluste noch weiter zu reduzieren. Aus demselben Grund ist es möglich, die Strömungsleitelemente **26** abweichend von **Fig. 2** nicht streng spiegelsymmetrisch, sondern in Abhängigkeit vom erwartenden Strömungsprofil unsymmetrisch zu ihren Mittelebenen **25** auszubilden, wie z. B. in **Fig. 7** für das ganz links und ganz rechts dargestellte Strömungsleitelement **26** klar erkennbar ist. Auch beidseitig der in **Fig. 7** angedeuteten Mittelebene **27** des Wärmeaustauschers können die Strömungsleitelemente **26** sowohl unterschiedlich bzw. unsymmetrisch ausgebildet als auch unterschiedlich orientiert sein.

[0037] Schließlich ist es möglich, die Strömungsleitelemente **26** in Abhängigkeit von der Lage der Anschlußöffnung **7** (**Fig. 1**) unterschiedlich lang auszubilden, falls dies zur Erzielung kleiner Strömungswiderstände zweckmäßig ist. Bei in **Fig. 7** nach links (bzw. nach rechts) versetzt gedachten Anschlußöffnungen **7** könnten die Strömungsleitelemente **26** z. B. Höhen b aufweisen, die von links nach rechts (bzw. von rechts nach links) allmählich abnehmen. Dies ist in **Fig. 8** für Strömungsleitelemente **28** angedeutet, deren Höhen von links nach rechts kontinuierlich abnehmen. Insgesamt sollten dabei die Lage, Ausbildung, Dimensionierung und Orientierung der verschiedenen Strömungsleitelemente **28** derart gewählt werden, daß sich für ein das Wärmeaustauschernetz zu durchströmendes Medium möglichst kleine Änderungen der Strömungsquerschnitte und/oder möglichst stetige Strömungsübergänge in Bereichen zwischen den Anschlußöffnungen **7** und den zugehörigen Rohrenden ergeben.

[0038] Beim Ausführungsbeispiel nach **Fig. 7** wird die Dicke a analog zu **Fig. 2** jeweils senkrecht zur Mittelebene **25** des betreffenden Strömungsleitelements **26** gemessen. Entsprechend bemißt sich die Höhe b jeweils parallel zur Mittelebene **25**, die wie in **Fig. 2** im wesentlichen durch die Mittellinie eines ersten, in **Fig. 7** unteren Endes **26a** und eine Scheitellinie eines zweiten, über dem Bodenteil **4** liegenden Endes **26b** verläuft. Damit ist auch hier die Höhe b jeweils maßgeblich dafür, um wieviel die Rohre **2** von den Strömungsleitelementen **26** überragt bzw. verlängert werden. In entsprechender Weise werden die Maße a und b in **Fig. 8** festgelegt.

[0039] **Fig. 9** zeigt ein Ausführungsbeispiel, das dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 1** bis **6** bis auf den Unterschied gleicht, daß Strömungsleitelemente **29** vorgesehen sind, die aus Hohlkörpern mit Querschnitten in Form eines umgekehrten U bestehen.

[0040] Die Strömungsleitelemente **18**, **26**, **28** und **29** sind nach **Fig. 1** bis **9** an einem Einlegeteil **12** ausgebildet, das mit dem Bodenteil **4** verbunden wird. Da-

bei kann das Einlege teil **12** je nach Ausbildung und Lage der Strömungsleit elemente **18, 26, 28** und **29** mit diesen z. B. aus einem einstückig gefertigten Kunststoff – Spritzgußteil bestehen. Alternativ wäre es aber auch möglich, die Strömungsleit elemente **18, 26, 28** und **29** an das Bodenteil **4** anzuformen, das in diesem Fall ebenfalls aus einem Kunststoff – Spritzgußteil hergestellt sein könnte, oder das Einlege teil **4** beim Zusammenbau des Wärmeaustauschers fest mit dem Sammelkasten **5** anstatt mit dem Bodenteil **4** zu verbinden. Auch zahlreiche andere Befestigungs- und Herstellungsarten für die Strömungsleit elemente sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung möglich.

[0041] Gemäß einer weiteren Variante ist es möglich, sowohl dem am Eingang als auch dem aus Ausgang eines Wärmeaustauschers vorgesehenen Sammler mit Strömungsleit elementen entsprechend der obigen Beschreibung zu versehen. Dabei können die Strömungsleit elemente in beiden Sammlern identisch ausgebildet oder in Abhängigkeit von den Lagen der eingangs- bzw. ausgangsseitigen Anschlußöffnungen unterschiedlich ausgebildet und/oder orientiert sein. Außerdem ist es insbesondere möglich, die Längen der Strömungsleit elemente des einen Sammlers größer als die Längen der Strömungsleit elemente des anderen Sammlers zu wählen. Dabei ist es im Prinzip gleichgültig, ob der zweite Sammler neben dem ersten Sammler oder an einer an den entgegengesetzten Enden der Rohre **2** befindlichen Stelle angeordnet ist.

[0042] Die Erfindung kann in analoger Weise auch an Wärmeaustauschern realisiert werden, die im Wärmeaustauschernetz über mehrere, parallele Reihen von Rohren verfügen, die wie in **Fig. 1** bis **9** aus Flachrohren, aber auch aus Rohren mit runden oder ovalen Querschnitten bestehen können.

[0043] **Fig. 10** bis **13** zeigen schematisch ein Ausführungsbeispiel mit einer Vielzahl von Rohren **32**, die mit durchgehend im wesentlichen gleichen, kreisrunden Querschnitten versehen sind. Die Enden dieser Rohre **32** sind in **Fig. 10** als kleine Kreise angedeutet, woraus sich ergibt, daß sie im Ausführungsbeispiel in fünf parallelen Reihen und einer Vielzahl von dazu senkrechten Spalten angeordnet sind.

[0044] Wie insbesondere **Fig. 11** und **12** zeigen, sind die Rohrenden analog zu **Fig. 1** bis **9** in entsprechend bemessenen Durchgängen eines plattenförmigen Bodenteils **33** befestigt, wobei parallel bzw. senkrecht zu den Rohrreihen gemessene lichte Abstände **A1** und **A2** der Rohre **32** (**Fig. 10**) im wesentlichen gleich sind.

[0045] Anders als in **Fig. 1** bis **9** bestehen zwischen den Durchgängen des Bodenteils **33** verbleibende Abschnitte **34** nicht aus rechteckförmigen, quer zu

der Rohrreihe angeordneten Streifen (**Fig. 4**), sondern aus im wesentlichen quadratischen Bereichen, die in ihren Ecken konkave Ausnehmungen haben. Diese Abschnitte **34** kann man sich im linken Teil der **Fig. 10** entstanden denken durch die Bereiche zwischen vier benachbarten, in den Ecken eines Quadrats angeordneten Rohrenden **32a** bis **32d**, da die sie aufnehmenden Durchgänge die Abschnitte **34** in den Eckbereichen begrenzen.

[0046] Erfindungsgemäß ist auf der Innenseite des Bodenteils **33** ein Einlege teil **35** (vgl. insbesondere **Fig. 13**) angeordnet, das wie das Bodenteil **33** eine z.B. rechteckige Umfangskontur besitzt. Das Einlege teil **35** ist dort, wo das Bodenteil **33** die Durchgänge hat, mit entsprechend ausgebildeten Löchern **36** versehen, die nach dem Zusammenbau des Wärmeaustauschers im wesentlichen deckungsgleich über den Durchgängen des Bodenteils **33** bzw. den zugehörigen Rohrenden zu liegen kommen. Die zwischen diesen Löchern **36** befindlichen Abschnitte des Einlege teils **35** sind dabei als Strömungsleit elemente **37** ausgebildet (**Fig. 11** und **13**). Diese werden z.B. dadurch erhalten, daß in dem als planparallele Platte ausgebildeten Einlege teil **35** die Löcher **36** von einer dem Wärmeaustauschernetz zugewandten Seite des Einlege teils **35** aus in Richtung einer dem Sammelkasten zugewandten Innenseite **38** konisch erweitert werden, so daß zu jedem mit einem Loch **36** verbundenen Rohr **32** ein Strömungstrichter **39** (**Fig. 13**) führt. Die dabei stehenbleibenden Strömungsleit elemente **37** haben an ihren den Abschnitten **34** des Bodenteils **33** zugewandten Enden **37a** eine den Abschnitten **34** entsprechende Umfangskontur und Dicke **a**, die sich auch hier im wesentlichen aus den lichten Abständen **A1, A2** der Rohre **32** ergibt und zum entgegengesetzten Ende **37b** der Strömungsleit elemente **37** hin abnimmt. Mit besonderem Vorteil ist die Anordnung dabei derart, daß an der Innenseite **38** mündende Enden **40** der Strömungstrichter **39** (**Fig. 11**) mit solchen Querschnitten versehen sind, daß sich alle diese Enden **40** praktisch berühren, wie im linken Teil der **Fig. 10** durch große Kreise **40a** bis **40d** angedeutet ist. Die zwischen zwei derartigen Enden **40** (z.B. **40a, 40c** in **Fig. 10**) aneinandergrenzenden Teile der Enden **37b** der Strömungsleit elemente **37** sind daher, wie **Fig. 11** und **12** zeigen, kegelförmig ausgebildet und an den Scheiteln vorzugsweise gerundet. Dagegen zeigen **Fig. 10** und **13**, daß dazwischen liegende Teile der Enden **37b** der Strömungsleit elemente **37** im wesentlichen rautenförmig ausgebildet sind und bei der dargestellten Anordnung an ebenen Oberflächen enden. Mit anderen Worten besitzen die Enden **37b** im wesentlichen identisch geformte, jedoch wesentlich kleinere Umfangskonturen wie die entgegengesetzt liegenden Enden **37a**.

[0047] Bei der anhand der **Fig. 1** bis **9** beschriebenen Bemessung $a \leq b \leq 2a$ werden die Strömungsverluste, die durch die Enden **37b** der Strömungsleit

telemente **37** verursacht werden, vergleichsweise klein sein. Falls auch diese Strömungsverluste minimiert werden sollen, können die rautenförmigen Enden **37b** nach oben hin, d. h. in Richtung eines nicht dargestellten Sammelkastens, ebenfalls gerundet und z.B. kuppelförmig ausgebildet werden, wie in **Fig. 12** durch gestrichelte Linien **42** angedeutet ist.

[0048] Im rechten Teil der **Fig. 10** ist eine ähnliche Konstruktion wie im linken Teil vorgesehen. Ein Unterschied besteht hier nur darin, daß die Rohre **32** in Richtung der Reihen mit der doppelten Teilung angeordnet und von Reihe zu Reihe um eine halbe Teilung versetzt sind. Obere Enden von Strömungstrichtern **43** sind hier wiederum durch große Kreise angedeutet, während Flächen **44** die oberen Enden von zwischen den Strömungstrichtern **43** stehen bleibenden Strömungsleitelementen andeuten.

[0049] **Fig. 14** zeigt schließlich ein Ausführungsbeispiel analog zu **Fig. 10** bis **13**, bei dem jedoch ovale Rohre **45** vorgesehen sind. Diese Rohre **45** sind in drei Reihen angeordnet und entsprechend dem rechten Teil der **Fig. 10** von Reihe zu Reihe um eine halbe Teilung versetzt. Außerdem sind die Enden der Rohre **45** durch konisch aufgeweitete, in einem nicht dargestellten Einlegeteil angeordnete Strömungstrichter **46** verlängert. Dabei ist die Anordnung jedoch so getroffen, daß zwischen den Strömungstrichtern **46** stehen bleibende Strömungsleitelemente an schmalen, vorzugsweise abgerundeten Wandabschnitten **47** enden, die in **Fig. 14** durch dicke Linien angedeutet sind und auf der einem nicht dargestellten Sammelkasten zugewandten Innenseite des Einlegeteils liegen. Das Maß b ist hierbei ebenfalls gleich dem ein- bis zweifachen Wert der sich aus den lichten Abständen der Rohre **45** ergebenden Dicke der Strömungsleitelemente, wobei je nach Bedarf wenigstens die kleinsten und höchstens die größten vorhandenen lichten Abstände zugrunde zu legen sind.

[0050] Im übrigen sind die Ausführungsbeispiele nach **Fig. 10** bis **14** im wesentlichen analog zu den Ausführungsbeispielen nach **Fig. 1** bis **9** ausgebildet.

[0051] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebene Ausführungsbeispiele beschränkt, die auf vielfache Weise abgewandelt werden können. Beispielsweise könnten die Rohre **2** ohne Überstand in das Bodenteil **4** ragen. Auch in diesem Fall können die den Rohren **2** zugewandten Enden der Strömungsleitelemente leicht so ausgebildet werden, daß sie die Stirnseiten der Rohren **2** abdecken, bündig mit den Außenflächen der Rohre abschließen und die Bildung von Hindernissen im Strömungsweg weitgehend verhindern. Ferner können an den Innenwänden des Sammelkastens **5** zusätzliche Strömungsleitflächen angebracht werden, wie z. B. in **Fig. 1** schematisch durch das Bezugszeichen **30** angedeutet ist, um dadurch die Strömung auf ihrem Weg zu oder von den Rohren

2 zu vergleichsmäßigen und die Bildung von Turbulenzen zu vermeiden. Schließlich versteht sich, daß die verschiedenen Merkmale auch in anderen als den dargestellten und beschriebenen Kombinationen angewendet werden können.

Schutzansprüche

1. Wärmeaustauscher, insbesondere Ladeluftkühler, mit einem aus Rohren (**2, 45**) gebildeten Wärmeaustauschernetz und wenigstens einem Sammler, der einen Sammelkasten (**5**), ein mit diesem verbundenes Bodenteil (**4, 33**), das eine dem Sammelkasten (**5**) zugewandte Innenseite, von Rohrenden durchragte Durchgänge (**3**) und zwischen diesen angeordnete Abschnitte (**14, 34**) aufweist, und Strömungsleitelemente (**18, 26, 28, 29, 37, 44**) mit Dicken (a) enthält, die sich an ersten, der Innenseite zugewandten Enden (**18a, 26a**) im wesentlichen aus den lichten Abständen (A bzw. A1, A2) der Rohre (**2, 32, 45**) ergeben und von den ersten Enden (**18a, 26a, 37a**) aus bis zu zweiten, von der Innenseite entfernten Enden (**18b, 26b, 37b**) hin abnehmen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohrenden im wesentlichen dieselben Querschnitte wie die Rohre (**2, 32, 45**) im Wärmeaustauschernetz haben und die Strömungsleitelemente (**18, 26, 28, 29, 37, 44**) die Rohrenden mit einer Höhe (b) überragen, die wenigstens gleich dem Einfachen und höchstens gleich dem Doppelten ihrer Dicke (a) an den ersten Enden (**18a, 26a, 37a**) ist.

2. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe (b) der Strömungsleitelemente (**18, 26, 28, 29**) gleich dem 1,0-fachen bis 1,5-fachen der Dicke (a) an den ersten Enden (**18a, 26a, 37a**) ist.

3. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Enden (**18a, 26a, 37a**) der Strömungsleitelemente (**18, 26, 28, 29, 37, 44**) eine Dicke (a) aufweisen, die gleich der Summe aus dem lichten Abstand (A bzw. A1, A2) und der doppelten Wandstärke (s) der Rohre (**2, 45**) ist, bis dicht an die Rohrenden heranreichen und bündig mit deren Außenflächen abschließen.

4. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Enden (**18b, 26b**) der Strömungsleitelemente (**18, 26, 28, 29**) gerundet sind.

5. Wärmeaustauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Enden (**18b**) der Strömungsleitelemente (**18, 26, 29**) halbkreisförmig oder halboval ausgebildete Querschnitte aufweisen.

6. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten En-

den **(18a)** der Strömungsleitelemente **(18)** mit an den Rohrenden anliegenden Stufen **(20)** versehen sind und mit zwischen diesen angeordneten Abschnitten **(22)** an den Abschnitten **(14)** des Bodenteils **(4)** anliegen.

7. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitelemente **(26)** eine unsymmetrische, in Abhängigkeit von der Lage einer Anschlußöffnung **(7)** des Sammlers gewählte Lage bezüglich einer senkrecht zum Bodenteil **(4)** verlaufenden Mittelebene **(27)** des Wärmeaustauschernetzes einnehmen.

8. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitelemente **(26)** zumindest teilweise Achsen aufweisen, die mit einer senkrecht zum Bodenteil verlaufenden Mittelebene **(27)** des Wärmeaustauschernetzes einen Winkel (α) bilden, der größer als Null ist.

9. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitelemente **(18, 26, 28, 29, 37, 44)** zumindest teilweise an das Bodenteil **(4)** angeformt sind.

10. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungselemente **(18, 26, 28, 29, 37, 44)** zumindest teilweise an einem mit dem Bodenteil **(4)** und/oder dem Sammelkasten **(5)** verbundenen Einlegeteil **(12)** ausgebildet sind.

11. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitelemente **(28)** in Abhängigkeit von den Lage einer Anschlußöffnung **(7)** des Sammlers unterschiedlich lang ausgebildet sind.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

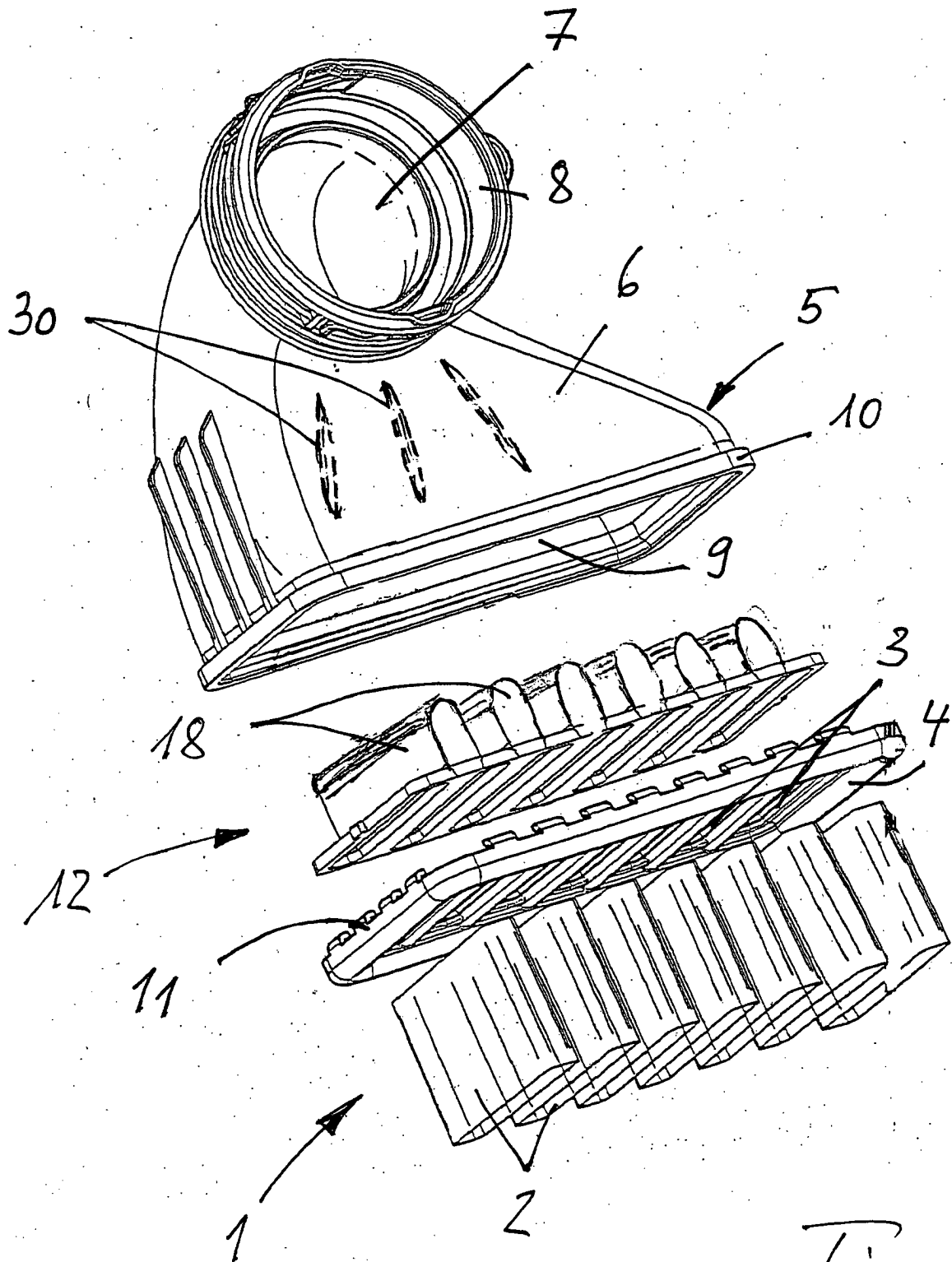
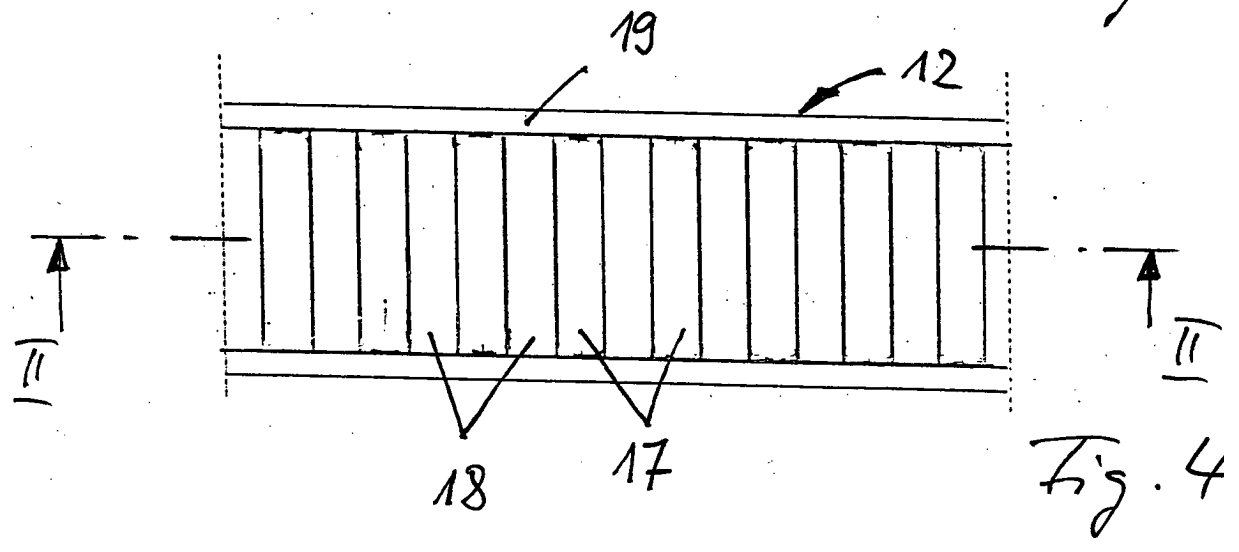
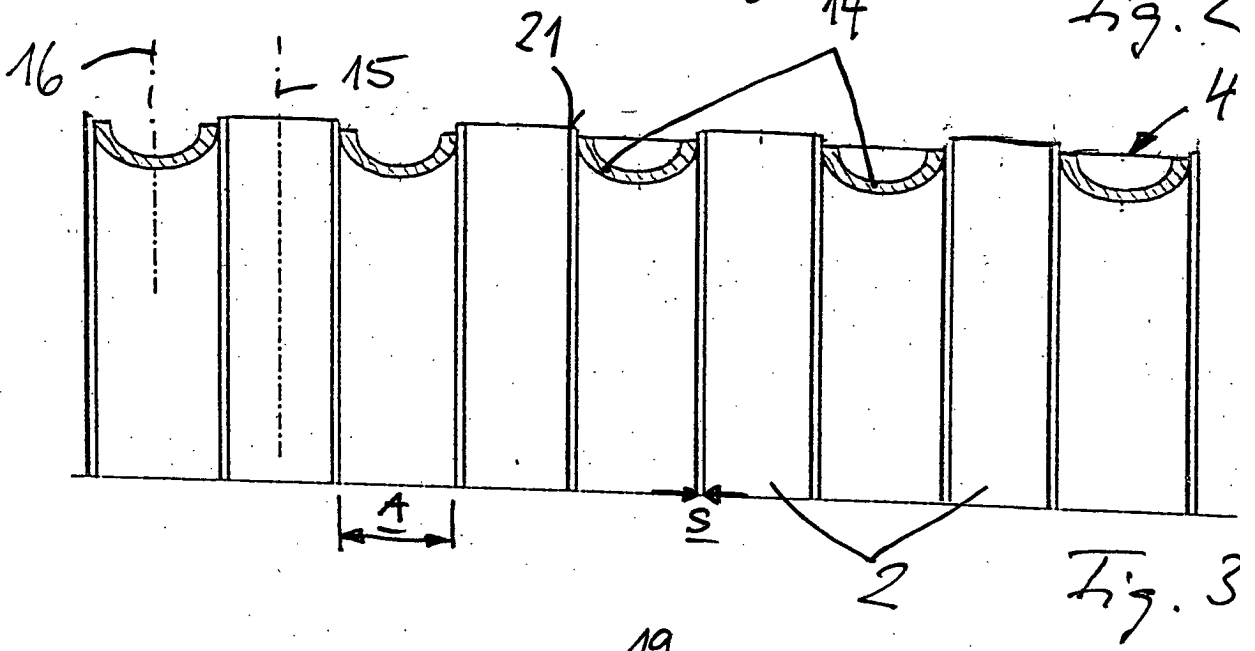
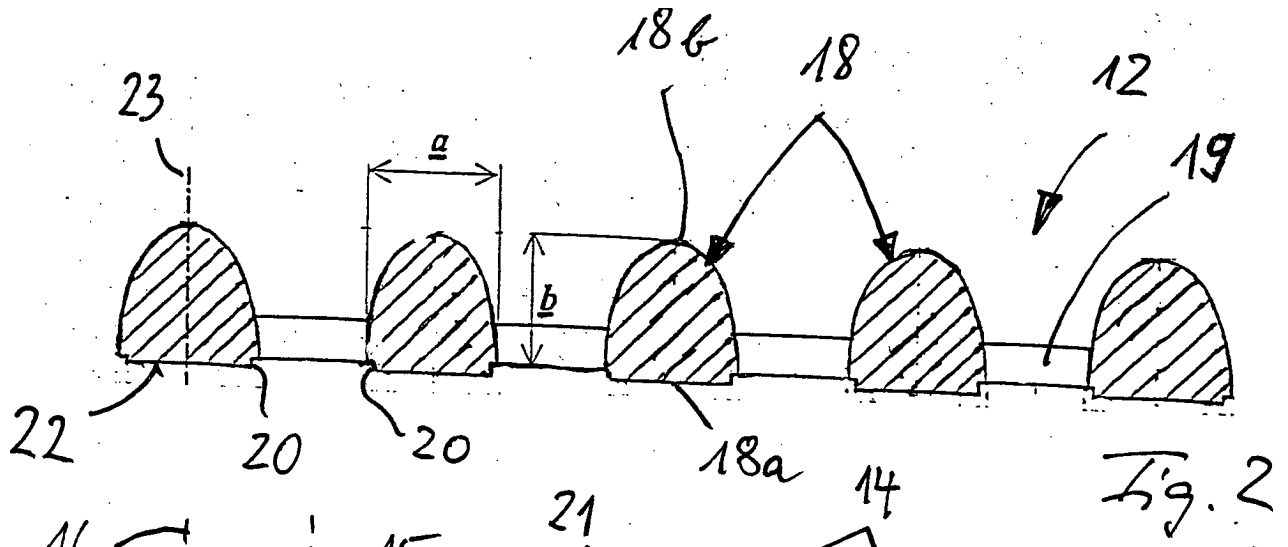
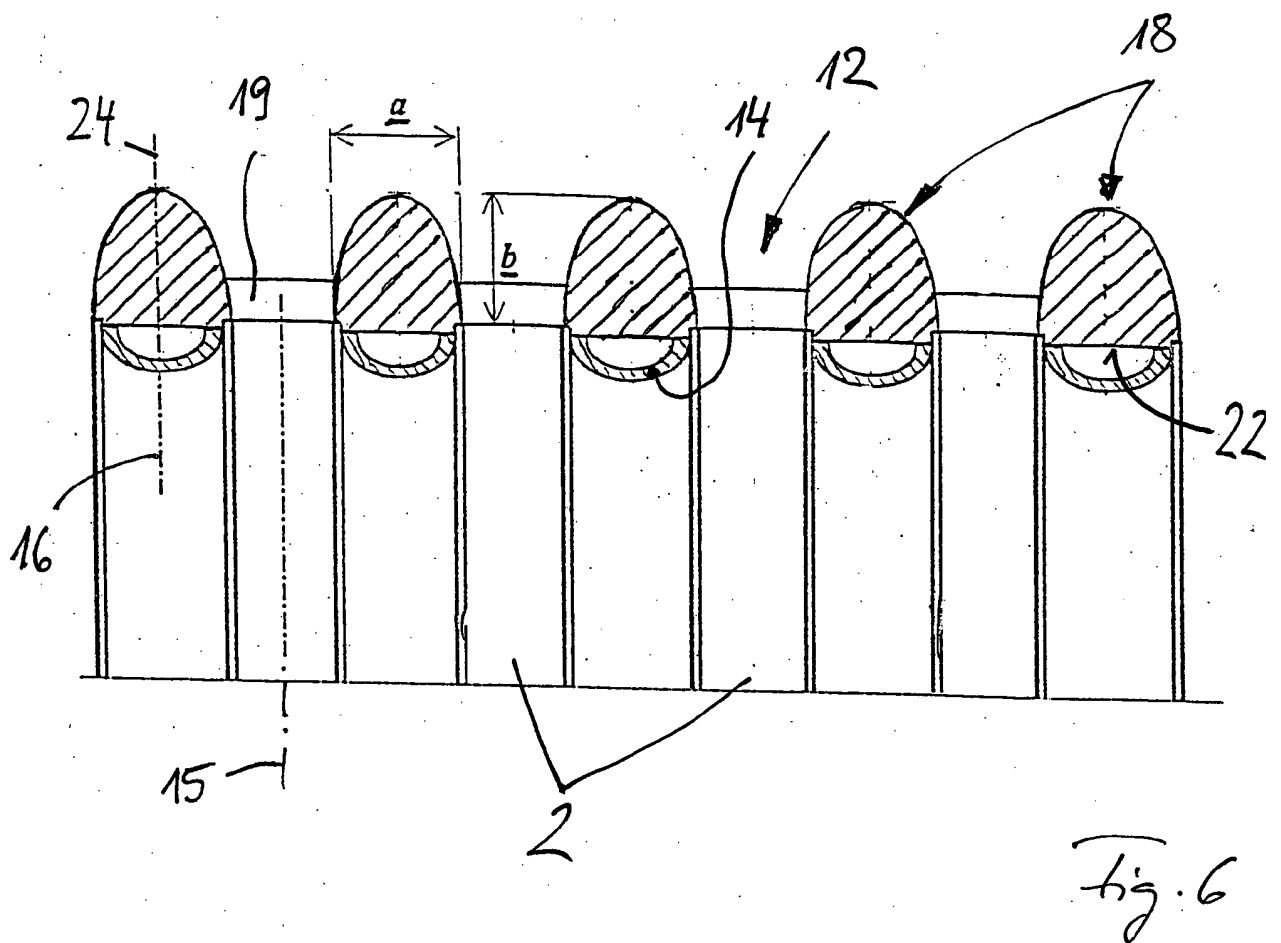
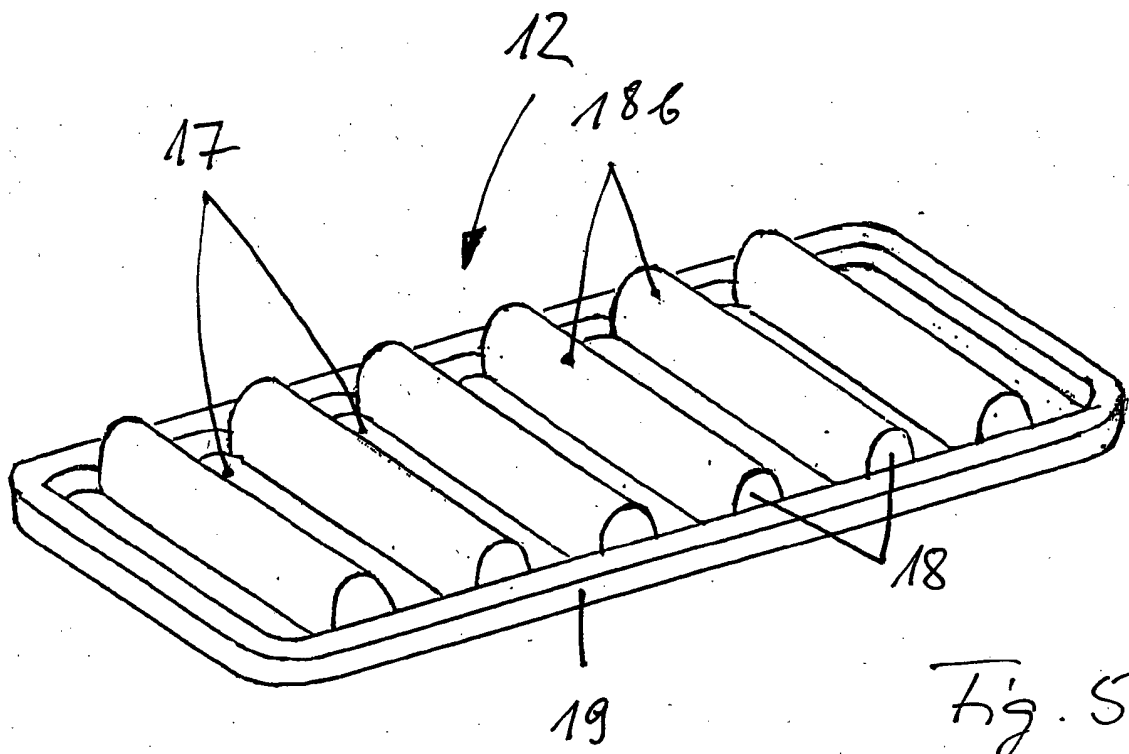


Fig. 1





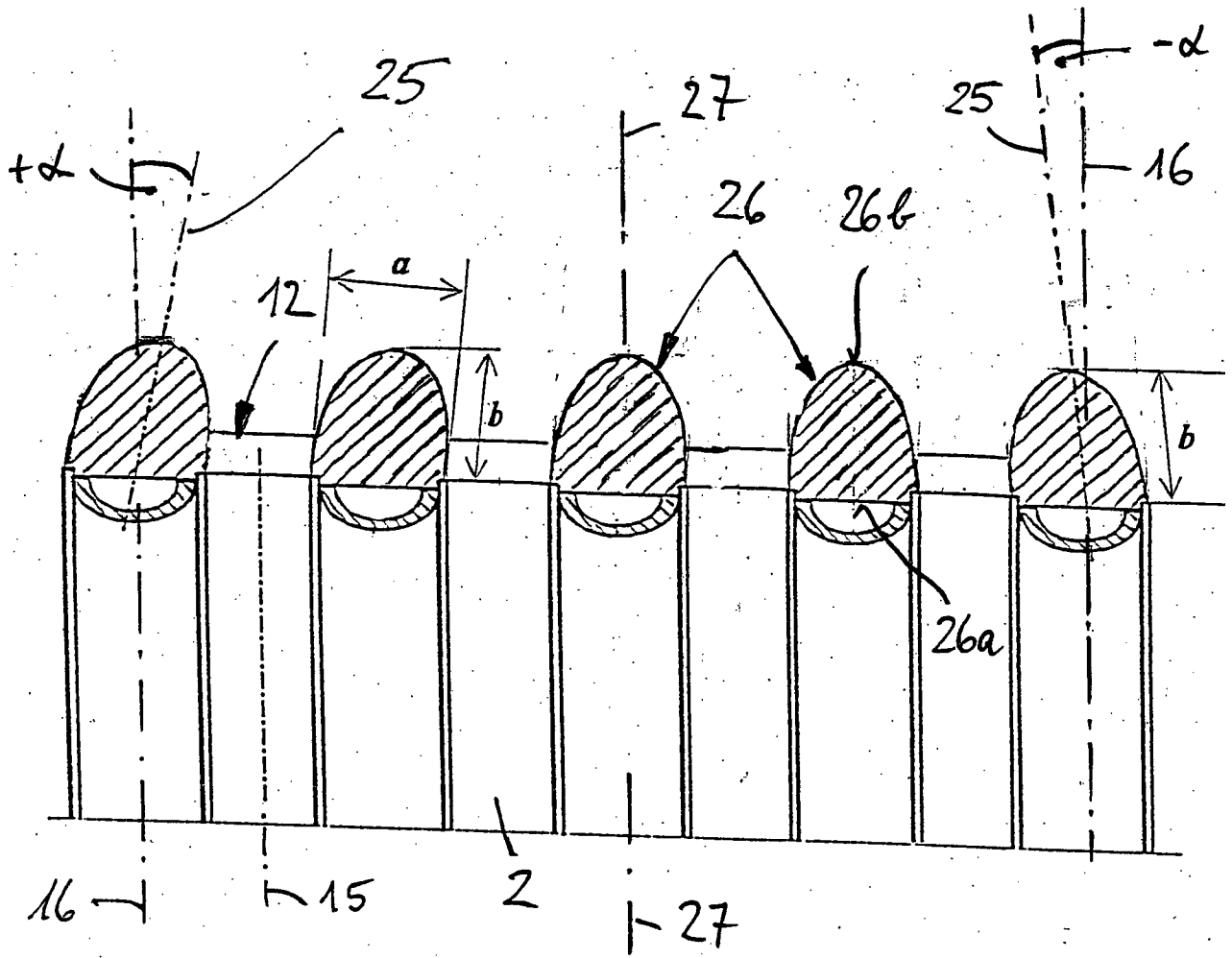


Fig. 7

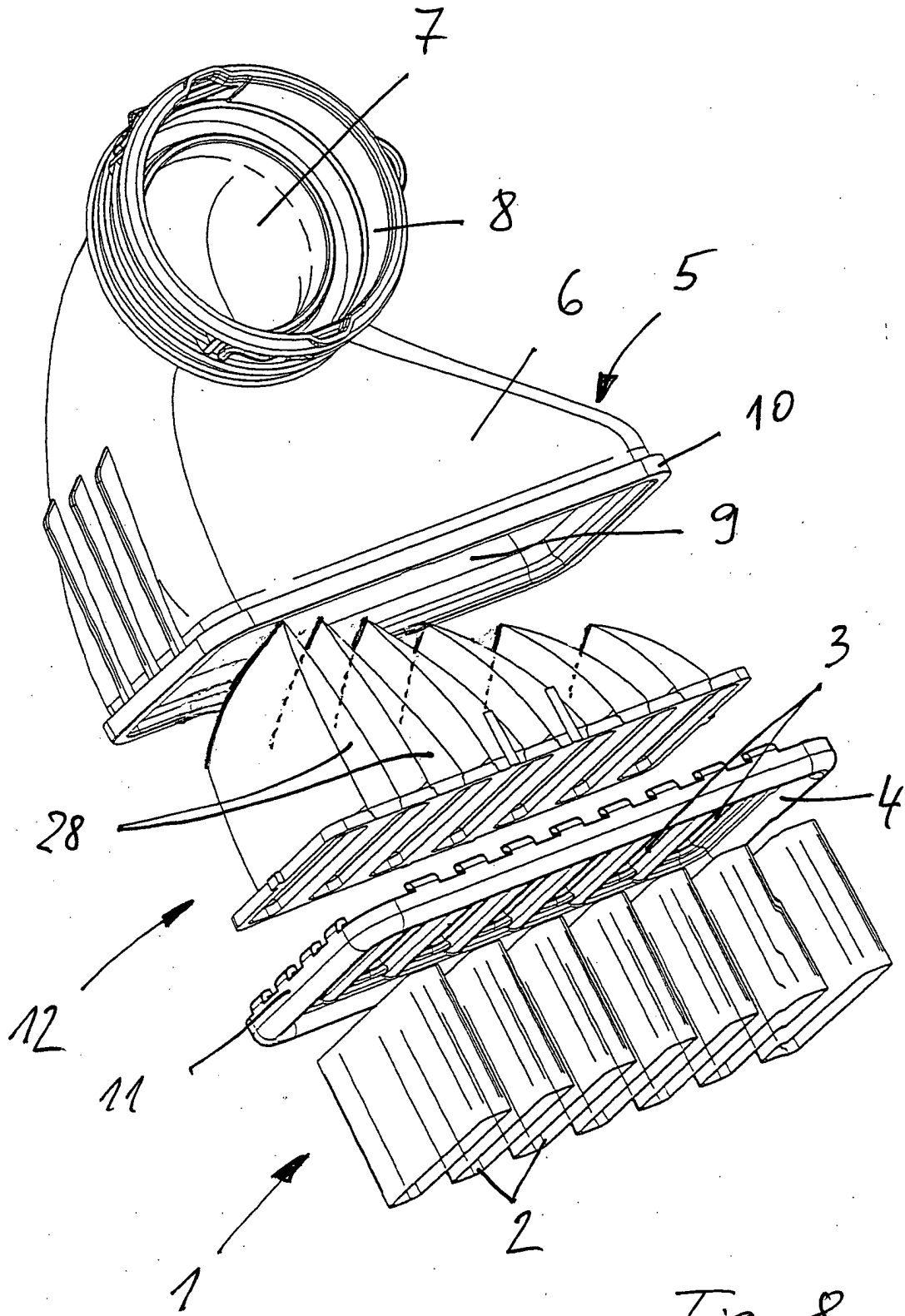
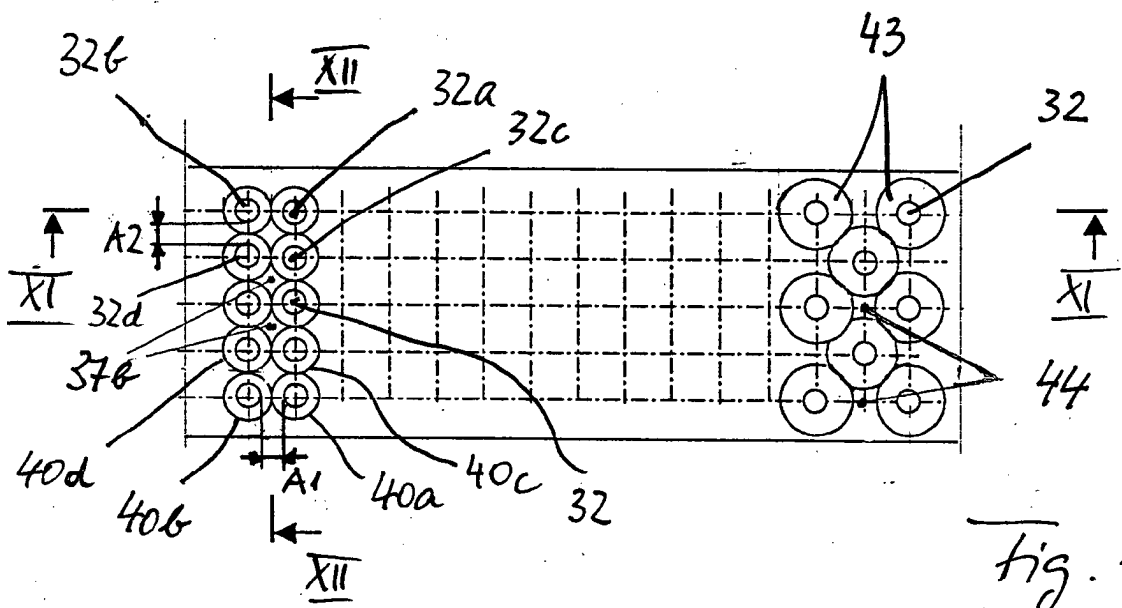
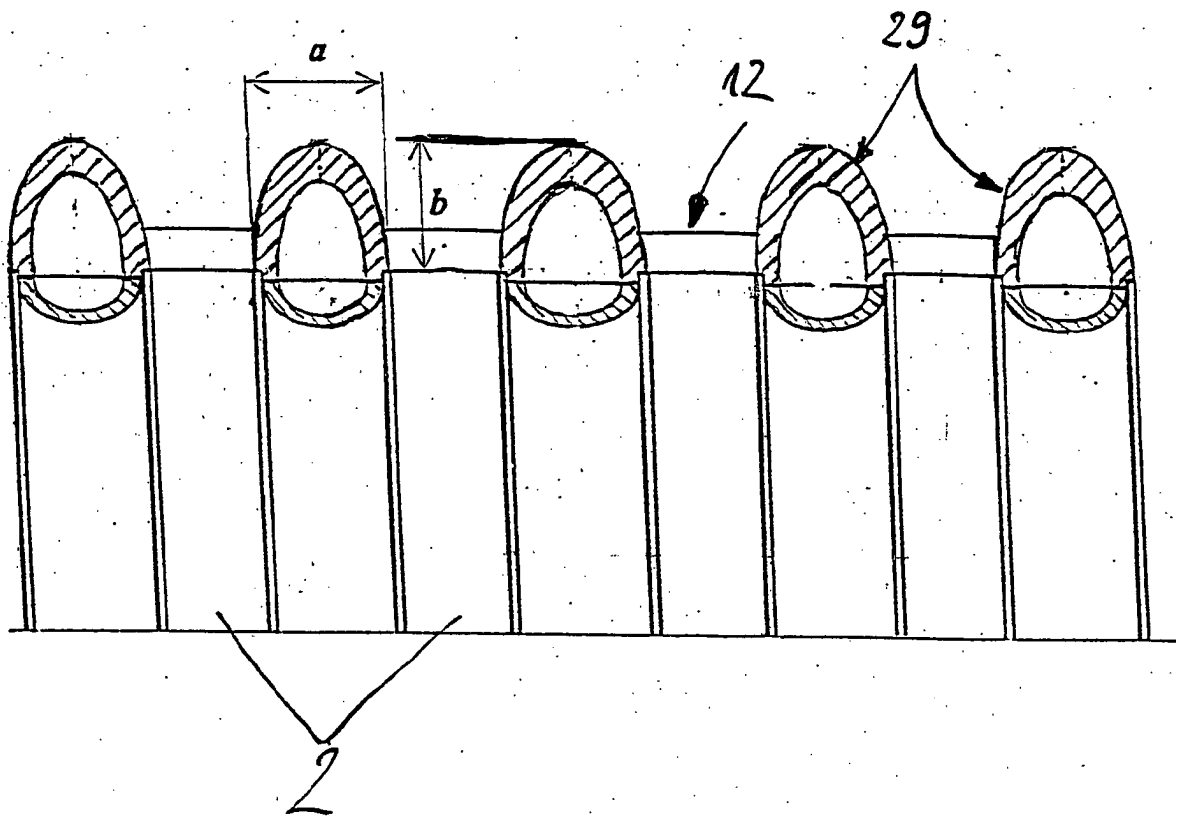


Fig. 8



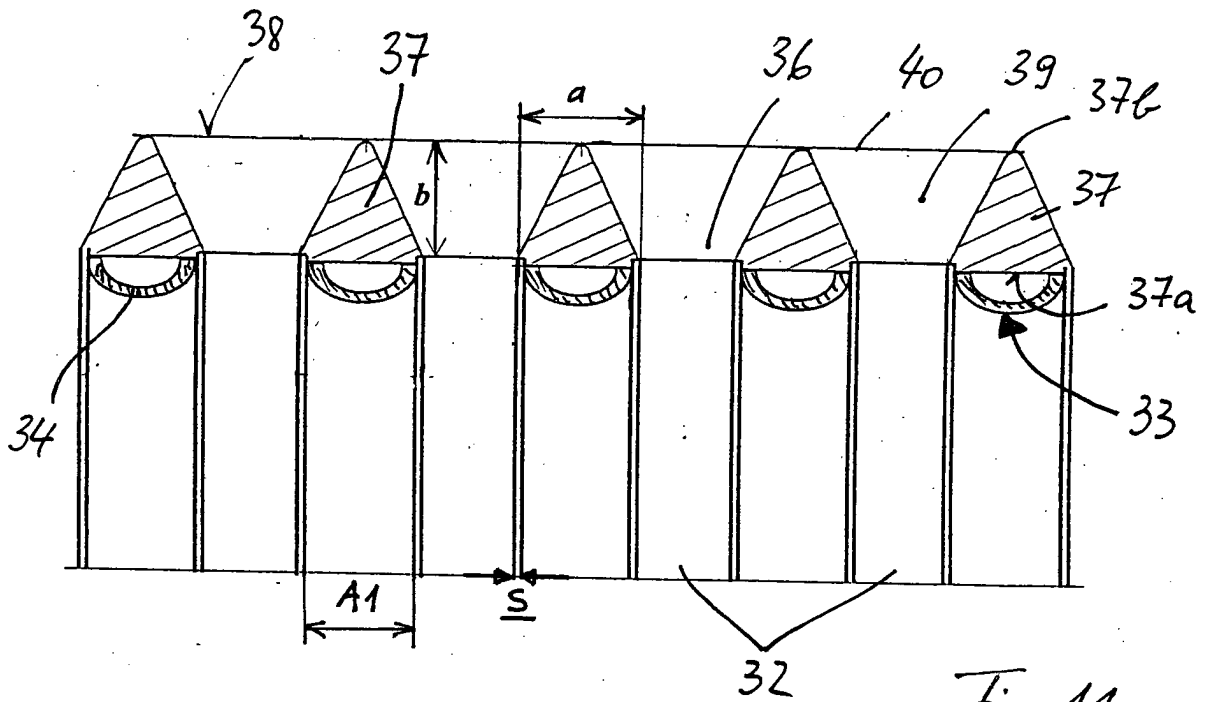


Fig. 11

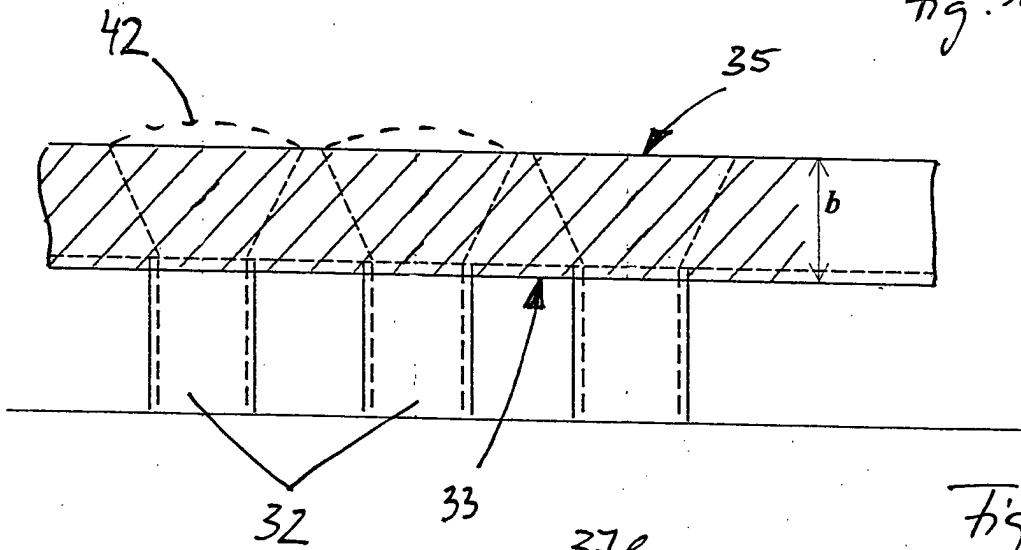


Fig. 12

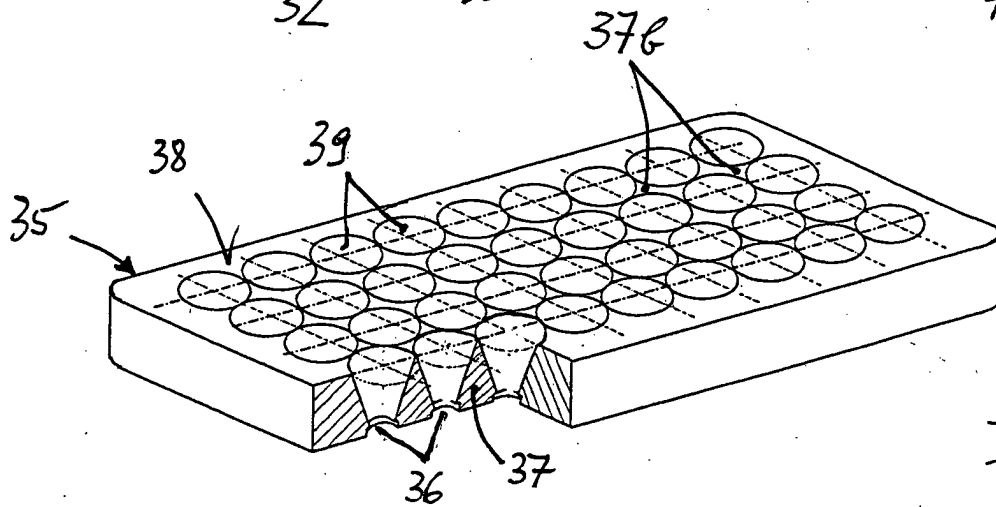


Fig. 13

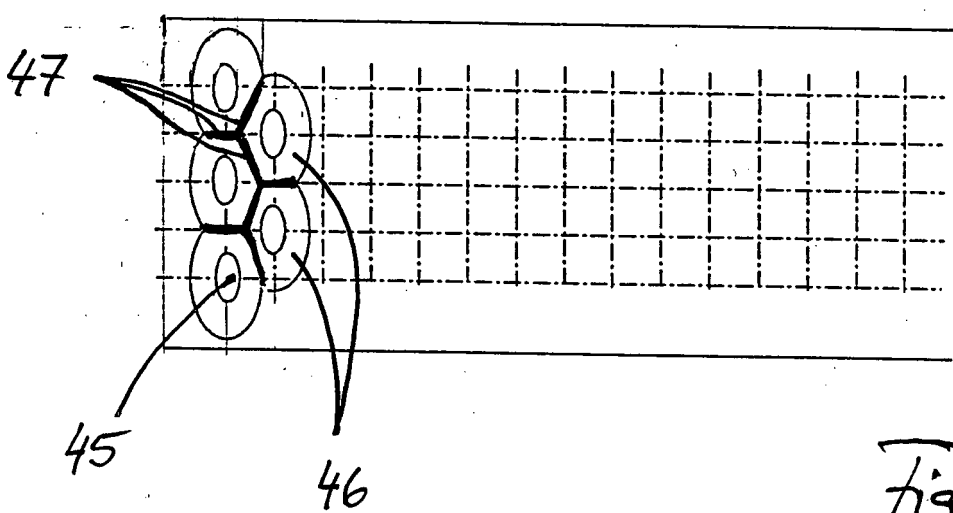


Fig. 14