

(19)



(11)

EP 2 294 350 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.03.2021 Patentblatt 2021/13

(51) Int Cl.:
F28F 9/04 ^(2006.01) **F28F 9/18** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09761401.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/003847

(22) Anmeldetag: **29.05.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/149838 (17.12.2009 Gazette 2009/51)

(54) **WÄRMETAUSCHER**

HEAT EXCHANGER

ÉCHANGEUR DE CHALEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

- **ROUHANA, Hicham**
70825 Komtal-Münchingen (DE)
- **BRÖDER, Haymo**
71229 Leonberg (DE)

(30) Priorität: **10.06.2008 DE 102008027551**
21.10.2008 DE 102008052590

(74) Vertreter: **Grael, Andreas et al**
Grael IP
Patentanwaltskanzlei
Wartbergstrasse 14
70191 Stuttgart (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.03.2011 Patentblatt 2011/11

(73) Patentinhaber: **MAHLE Behr GmbH & Co. KG**
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 4 129 573 **US-A- 4 150 556**
US-A1- 2002 139 521 **US-A1- 2007 235 175**
US-B1- 6 446 337

(72) Erfinder:
• **BENSEL, Thomas**
71254 Ditzingen (DE)

EP 2 294 350 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 3. Ferner betrifft eine Ausgestaltung der Erfindung eine Kraftfahrzeugklimaanlage.

[0002] Wärmetauscher dienen zur Übertragung von Wärme von einem Fluid auf ein anderes Fluid. Beispielsweise wird von einem Wärmetauscher Wärme aus einer Kühlflüssigkeit an die Umgebungsluft übertragen. Dies wird insbesondere in Kraftfahrzeugen genutzt, bei denen der Wärmetauscher dazu dient, die von dem Verbrennungsmotor freiwerdende Abwärme an die Umgebungsluft abzugeben. Der Wärmetauscher besteht im Allgemeinen aus zwei Sammelrohren, zwischen denen eine Vielzahl an Rohren angeordnet ist. In den Sammelrohren sind Öffnungen eingebracht, in denen die Rohre münden. Die Rohre sind fluiddicht mit den Öffnungen der Sammelrohre verbunden.

[0003] Die Öffnungen in den Sammelrohren werden mittels Durchstanzen oder Durchstoßen hergestellt. Beim Durchstanzen einer Wandung des Sammelrohres wird die Öffnung durchgestanzt, so dass derjenige Teilbereich der Wandung, welcher die spätere Öffnung bildet, entfernt wird. Die Auflagefläche der Rohre in den Öffnungen der Sammelrohre entspricht damit der Dicke der Wandung des Sammelrohres im Bereich der Öffnung. Beim Durchstoßen der Öffnungen durch die Wandung des Sammelrohres bildet sich an den Öffnungen ein ringförmiger Durchzug aus, der der verformten Wandung des Sammelrohres in dem Teilbereich entspricht. Der Teilbereich ist derjenige Bereich der Wandung des Sammelrohres, welcher nach der Herstellung der Öffnung entspricht. Der Durchzug, welcher der Wandung des Sammelrohres im Bereich der Öffnungen entspricht, wird bei dem Durchstoßen im Wesentlichen nicht gedehnt, sondern nur gebogen. Dadurch entspricht bei einer im Querschnitt z. B. kreisförmigen Öffnung die Länge des Durchzuges dem Radius der Öffnung.

[0004] Die Länge des Durchzuges bzw. die Auflagefläche des Rohres an der Öffnung hat auf die mechanische Beanspruchung der Verbindung zwischen dem Rohr und dem Sammelrohr einen wesentlichen Einfluss. Eine mechanische Beanspruchung dieser Verbindung resultiert beispielsweise aus thermischen Beanspruchungen aufgrund großer Druck- und oder Zugkräfte oder Ausdehnungen in den Rohren oder dem Sammelrohr sowie Biegungsüberlagerungen und Aufbiegungen bzw. Verformungen der Rohre oder des Sammelrohres. Dadurch können Schäden, insbesondere Undichtigkeiten, an der Verbindung zwischen dem Rohr und dem Sammelrohr entstehen, was zu einem Ausfall des Wärmetauschers führt. Dies ist im Allgemeinen mit hohen Kosten verbunden, weil eine Reparatur des Wärmetauschers nicht möglich ist und dieser dadurch ausgetauscht werden muss. Insbesondere führt bei Kraftfahrzeugen das Undichtwerden des Wärmetauschers zu einem Ver-

lust an Kühlflüssigkeit, so dass die Fahrt mit dem Kraftfahrzeug unterbrochen werden muss.

[0005] Die EP 0 990 868 B1 zeigt einen gattungsbildenden Wärmetauscher. Die Dicke der Durchzüge, in denen die Rohre eingebracht sind, entspricht der Dicke der Wandung des Sammelrohres außerhalb der Öffnungen zum Einführen der Rohre. Außerdem entsteht nur in einem Teilbereich des Durchzuges in Richtung einer Achse der Öffnungen ein Kontakt zwischen den Durchzügen und den Rohren. Dadurch ist nur eine geringe Auflagefläche des Rohres an dem Durchzug vorhanden, so dass in diesem wichtigen Verbindungsbereich zwischen dem Rohr und dem Sammelrohr nur eine geringe mechanische Festigkeit besteht.

[0006] Aus der DE 33 16 960 A1 ist ein gattungsgemäßer Wärmetauscher bekannt. Die Öffnungen werden von einem Stempel durchstoßen. Nach dem Durchstoßen der Wandung des Sammelrohres mit dem Stempel wird ein Teil der Durchzüge abgetrennt. Dadurch weisen die Durchzüge eine geringe Länge in Richtung der Achse der Öffnung auf, so dass sich eine geringe Kontaktfläche zwischen dem Rohr und dem Durchzug ausbildet. Nachteiligerweise besteht dadurch eine geringe mechanische Festigkeit zwischen dem Rohr und dem Sammelrohr im Bereich des Durchzuges.

[0007] Die DE 696 17 598 T2 zeigt einen gattungsbildenden Wärmetauscher. Eine Sammelplatte weist Öffnungen auf, in welche die Enden von flachen Rohren eingeführt werden, die mittels Lötens mit der Wand der Sammelplatte verbunden werden. Um diese Verbindung zu erleichtern, ist jedes Loch von einem Kragen umgeben.

[0008] Dokument DE4129573 zeigt einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

[0009] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, bei einem Wärmetauscher, einer Kraftfahrzeugklimaanlage und einem Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers die mechanische Festigkeit zwischen den Rohren und dem Sammelrohr zu verbessern. Der Wärmetauscher und die Kraftfahrzeugklimaanlage sollen in der Herstellung preiswert und im Betrieb zuverlässig und sicher arbeiten. Ferner soll das Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers einfach und preiswert ausgeführt werden können.

[0010] Die Aufgabe wird mit einem Wärmetauscher gemäß Anspruch 1 gelöst. Auch wird die Aufgabe mit einem Verfahren nach Anspruch 3 gelöst. Weiterhin wird die Aufgabe mit einer Kraftfahrzeugklimaanlage nach Anspruch 6 gelöst.

[0011] Erfindungsgemäß nimmt die Dicke der Durchzüge von dem Beginn der Durchzüge an der Wandung des Sammelrohres zu einem Ende der Durchzüge, vorzugsweise stetig, ab. Das Ende des Durchzuges kann entweder im Strömungsraum des Sammelrohres enden, d. h. in gleicher Weise enden wie das Ende des Rohres, das in dem Sammelrohr angeordnet ist oder aber außerhalb des Sammelrohres enden, d. h. das Ende des

Durchzuges endet in entgegengesetzter Richtung als dasjenige Ende des Rohres, das in dem Sammelrohr angeordnet ist.

[0012] In einer erfindungsgemäßen Ausführungsform beträgt die Dicke der Durchzüge von einem Beginn an dem Boden bis zu einer Spitze der Durchzüge wenigstens 10 % der Dicke der Wandung, insbesondere im Bereich der Öffnungen, des Sammelrohres, wobei die Länge der Spitze des Durchzuges wenigstens 10 % der Dicke der Wandung, insbesondere im Bereich der Öffnungen, des Sammelrohres beträgt.

[0013] In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausgestaltung beträgt die Dicke der Durchzüge von einem Beginn an dem Boden bis zum 0,8-fachen der Gesamtlänge des Durchzuges vor einer Spitze weniger als das 0,9-fache der Dicke der Wandung, insbesondere im Bereich der Öffnungen, des Sammelrohres.

[0014] Vorzugsweise ist die maximale Länge der Durchzüge größer als die Hälfte, insbesondere größer als das 1,1 bis 3-fache der Hälfte, des minimalen Durchmessers der Öffnungen. Die Wandung des Sammelrohres im Teilbereich der späteren Öffnung wird zu dem Durchzug umgeformt bzw. umgebogen und des Weiteren wird der Durchzug gedehnt. Dadurch ist die maximale Länge des Durchzuges größer als die Hälfte des minimalen Durchmessers der Öffnung. Bei einem im Querschnitt rechteckförmigen Rohr bzw. Öffnung entspricht der minimale Durchmesser der Öffnung der Breite der Öffnung. Die Länge des Durchzuges ist größer als die Hälfte der Breite der Öffnung, weil die Wandung des Sammelrohres bei der Herstellung des Durchzuges gedehnt wird. Bei einem im Querschnitt kreisförmigen Rohr oder Öffnung entspricht die Hälfte des minimalen Durchmessers damit dem Radius der Öffnung.

[0015] Zweckmäßig sind die Rohre stoffschlüssig, vorzugsweise mittels Lötens, mit den Durchzügen fluiddicht, insbesondere flüssigkeitsdicht, verbunden.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform bestehen die Rohre und/oder das wenigstens eine Sammelrohr wenigstens teilweise aus Aluminium und/oder Aluminiumlegierungen und/oder aus Kunststoff.

[0017] Das Sammelrohr kann auch mehrteilig ausgebildet sein. Beispielsweise kann das Sammelrohr aus einem Boden aus Metall, insbesondere Aluminium, bestehen und aus einem Kasten aus Kunststoff. Der Kasten ist im Querschnitt beispielsweise U-förmig ausgebildet und in Rinnen des Bodens befestigt. Die fluiddichte Verbindung zwischen dem Kasten und dem Boden wird mittels einer Dichtung in der Rinne hergestellt. Dadurch bildet sich zwischen dem Boden und dem Kasten ein Strömungsraum aus. In einer weiteren Ausgestaltung kann das Sammelrohr beispielsweise aus einem im Querschnitt ungefähr U-förmigen Boden sowie einem Deckel bestehen. Sowohl der Boden als auch der Deckel sind aus Metall, insbesondere Aluminium, hergestellt. An dem Deckel ist eine Rinne ausgebildet, mittels der der Deckel fluiddicht mit dem Boden verbunden ist. Die Abdichtung zwischen der Rinne des Deckels und dem Boden erfolgt

im Allgemeinen ohne gesonderte Dichtung.

[0018] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers mit den Schritten Erstellen von Rohren, wenigstens teilweises Erstellen wenigstens eines Sammelrohres mit einer Wandung, Durchstoßen eines Teilbereiches der Wandung des wenigstens einen Sammelrohres zu Öffnungen mit Durchzügen, Einbringen der Rohre in die Öffnungen und fluiddichtes Verbinden der Rohre mit den Durchzügen wird die Wandung des wenigstens einen Sammelrohres vor dem Durchstoßen in den Teilbereichen zu Ausprägungen gedehnt, so dass die Dicke der Durchzüge geringer ist als die Dicke der Wandung des Sammelrohres in den Teilbereichen vor dem Dehnen.

[0019] Gemäß der Erfindung werden die Durchzüge dahingehend gedehnt, dass die Dicke der Durchzüge von einem Beginn an dem Boden bis zu einer Spitze der Durchzüge wenigstens 10% der Dicke der Wandung, insbesondere im Bereich der Öffnungen, des Sammelrohres beträgt, wobei die Länge der Spitze der Durchzüge wenigstens 10 % der Dicke der Wandung, insbesondere im Bereich der Öffnungen, des Sammelrohres beträgt.

[0020] In einer ergänzenden Variante wird das Dehnen der Wandung des wenigstens einen Sammelrohres in den Teilbereichen in einem gesonderten Arbeitsgang vor dem Durchstoßen durchgeführt. Das Dehnen der Wandung des wenigstens einen Sammelrohres wird somit zeitlich vor dem Durchstoßen ausgeführt. Das Dehnen kann sowohl in einem Teilbereich der Wandung des wenigstens einen Sammelrohres durchgeführt werden, in der die spätere Öffnung entsteht, als auch über diesen Bereich hinaus. Sofern das Dehnen der Wandung über diesen Teilbereich hinaus ausgeführt wird, wird als Dicke der Wandung des Sammelrohres derjenige Teil angesehen, der nicht gedehnt ist. In dem Teilbereich entsteht damit beim Dehnen der Wandung eine Ausprägung.

[0021] Zweckmäßig wird von der Wandung kein Material, z. B. mittels Stanzen, entfernt, d. h. die Öffnung wird ausschließlich mittels Verformen, insbesondere Biegen, der Wandung des Sammelrohres hergestellt.

[0022] In einer ergänzenden Variante wird das Dehnen der Wandung des wenigstens einen Sammelrohres in den Teilbereichen mit einem anderen Werkzeug als das Durchstoßen durchgeführt.

[0023] Der Abschnitt des Sammelrohres, an dem die Öffnungen eingeprägt und durchstoßen werden, kann unterschiedliche Formen aufweisen. Beispielsweise kann das Sammelrohr in diesem Bereich eben oder gekrümmt sein.

[0024] Ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher, insbesondere Wärmetauscher für ein Kraftfahrzeug, umfasst eine Vielzahl an Rohren, wenigstens ein Sammelrohr mit Öffnungen an denen die Rohre im Bereich eines Endes der Rohre teilweise angeordnet sind und fluiddicht mit den Öffnungen verbunden sind, wobei das Sammelrohr aus einem Boden und einem Kasten besteht und die Öffnungen in dem Boden ausgebildet sind und ein Ende des Kastens von einer in dem Boden ausgebildeten

Rinne aufgenommen ist zur Verbindung des Kastens mit dem Boden, wenigstens eine Einlassöffnung zum Einleiten eines Fluids und wenigstens eine Auslassöffnung zum Ausleiten des Fluids, wobei zwischen einer Außenseite der Rinne und der Außenseite der Rohre, insbesondere zwischen der Dichtung und einer Rohrachse des Rohres, eine stoffschlüssige Verbindung besteht. Die stoffschlüssige Verbindung besteht vorzugsweise mittelbar zwischen den beiden Außenseiten mittels eines Materials, z. B. Lötwerkstoff, zur Herstellung der stoffschlüssigen Verbindung.

[0025] Insbesondere ist die stoffschlüssige Verbindung eine Löt- und/oder eine Klebeverbindung. Zur Herstellung einer Lötverbindung zwischen der Außenseite der Rinne und der Außenseite des Rohres, insbesondere einer Schmalseite des Rohres, bei einem im Querschnitt rechteckförmigen Rohr, besteht zwischen der Außenseite der Rinne und der Außenseite des Rohres ein geringer Abstand im Bereich beispielsweise zwischen 0 und 2 mm. Dadurch kann beim Löten der Lötwerkstoff kapillar aufsteigen oder eingefügt werden im Bereich zwischen der Außenseite der Rinne und der Außenseite des Rohres.

[0026] In einer weiteren Ausgestaltung ist die Außenseite der Rinne im Bereich der stoffschlüssigen Verbindung im Wesentlichen parallel zu der Außenseite des wenigstens einen Rohres ausgebildet.

[0027] In einer zusätzlichen Ausgestaltung sind in axialer Richtung der Öffnungen, vorzugsweise ringförmige, Durchzüge ausgebildet, wobei die Rohre im Bereich eines Endes der Rohre an den Durchzügen angeordnet sind und eine fluiddichte Verbindung zwischen den Durchzügen und den Rohren besteht.

[0028] Eine Kraftfahrzeugklimaanlage oder ein Kraftfahrzeug umfasst den in dieser Anmeldung beschriebenen Wärmetauscher.

[0029] Im Nachfolgenden werden drei Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine Ansicht eines Wärmetauschers,

Fig. 2 einen Querschnitt A-A eines Sammelrohres mit einem Rohr des Wärmetauschers gemäß Fig. 1 in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 3 einen Querschnitt A-A des Sammelrohres mit dem Rohr des Wärmetauschers gemäß Fig. 1 in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 4 einen Teillängsschnitt eines Bodens des Sammelrohres gemäß Fig. 2 vor dem Einbringen von Öffnungen für die Rohre,

Fig. 5 den Teillängsschnitt des Bodens gemäß Fig. 4 nach dem Einbringen der Öffnungen und

Fig. 6 eine Ansicht der Öffnungen in Richtung einer

Achse der Öffnungen.

[0030] In Fig. 1 ist eine Ansicht eines Wärmetauschers 1 dargestellt. Zwischen zwei Sammelrohren 3 sind eine Vielzahl von Rohren 2 angeordnet. Die beiden Sammelrohre 3 sind an der Ober- und Unterseite jeweils mit einem Verbindungsflansch 26 miteinander verbunden. Zwischen den Rohren 2 sind Wellrippen 4 ausgebildet, welche die Rohre 2 sowohl mechanisch als auch thermisch verbinden. Die Wellrippen 4 dienen dazu, die Oberfläche des Wärmetauschers 1 zu vergrößern und dadurch die Wärmeübertragung zu erhöhen. An dem in Fig. 1 rechts dargestellten Sammelrohr 3 ist eine Einlassöffnung 5 und eine Auslassöffnung 6 ausgebildet. Der Wärmetauscher 1 dient dazu, in einem Kraftfahrzeug die Wärme der Kühlflüssigkeit an die Umgebung abzugeben. Durch die Einlassöffnung 5 strömt somit Kühlflüssigkeit in den Wärmetauscher 1 ein und diese strömt durch die Auslassöffnung 6 wieder abgekühlt heraus. Die beiden Sammelrohre 3 bestehen je aus einem Boden 9 aus Aluminium und je einem Kasten 10 aus Kunststoff, in denen auch die Einlassöffnung 5 und die Auslassöffnung 6 ausgebildet sind. Die im Querschnitt rechteckförmigen Rohre 2 münden in den Boden 9 des Sammelrohres 3. Dadurch besteht eine hydraulische Verbindung zwischen den beiden Sammelrohren 3 sowie den Rohren 2. Ein Ende des Rohres 2 endet in dem Strömungsraum 25.

[0031] Der Boden 9 und der Kasten 10 schließen einen Strömungsraum 25 für die Kühlflüssigkeit ein (Fig. 2 und 3). Der Kasten 10 ist im Querschnitt im Wesentlichen U-förmig. Der Boden 9 ist im Querschnitt an den Enden jeweils mit einer Rinne 21 versehen. In der Rinne 21 ist eine Dichtung 12 angeordnet. Die Dichtung 12, ein elastisches Teil, dient dazu, den Boden 9 flüssigkeitsdicht mit dem Kasten 10 zu verbinden. In dem Boden 9 sind Öffnungen 13 ausgebildet, in denen die Rohre 2 mit Rohrachsen 31 angeordnet sind. Eine Öffnungswandung 14 des Sammelrohres 3 bzw. des Bodens 9 ist zu einem Durchzug 7 umgeformt worden. Das Ende des Durchzuges 7 endet in dem Strömungsraum 25 des Sammelrohres 3. Der Durchzug 7 stellt damit die ehemalige Öffnungswandung 14 des Bodens 9 (Fig. 5) dar, die zu dem Durchzug 7 umgeformt worden ist.

[0032] Bei der Herstellung der Öffnungen 13 des Bodens 9 (nicht dargestellt) wird in einem Teilbereich 20 der Wandung 8 des Bodens 9, d. h. der Öffnungswandung 14, mittels eines Stempels zunächst eine Ausprägung 27 aufgebracht. Der Teilbereich 20 (Fig. 4) entspricht einem Abschnitt der Wandung 8, die zu dem Durchzug 7 umgeformt wird. Der Teilbereich 20 ist in Fig. 4 derjenige Abschnitt der Wandung 8, der innerhalb der strichlierten Linie ausgebildet ist. Die Ausprägungen 27 sind in Fig. 4 ebenfalls strichliert dargestellt. Aufgrund dieser Ausbildung der Ausprägungen 27 wird die Wandung 8 in dem Teilbereich 20, die dem späteren Durchzug 7 entspricht, gedehnt, so dass die Dicke 16 des Durchzuges 7 geringer ist als die Dicke 17 der Wandung

8 des Bodens 7 in dem nicht verformten Bereich, d. h. außerhalb des Teilbereiches 20 oder die Dicke 17 der Öffnungswandungen 14. Nach der Ausprägung wird mittels eines Durchstoßwerkzeuges die Öffnung 13 hergestellt. Dabei wird die Wandung 8 des Bodens 9 innerhalb des Teilbereiches 20 umgebogen, so dass sich die in Fig. 2 und 5 dargestellte Form des Durchzuges 7 ergibt. Die Dicke 17 der Wandung 8 des Bodens 9 ist damit größer als die Dicke 16 des Durchzuges 9. An dem Ende des Durchzuges 7 bildet sich aufgrund des Durchstoßvorganges eine Spitze 15 aus. Die Spitze 15 ist im Querschnitt im Wesentlichen dreiecksförmig ausgebildet. Die Dicke des Durchzuges 7 vor der Spitze 15 beträgt beispielsweise 20 bis 30 % der Dicke 17 der Wandung 8 des Bodens 9 vor der Verformung.

[0033] Zwischen dem Durchzug 7 und dem Rohr 2 besteht eine als Lötverbindung 23 ausgebildete stoffschlüssige Verbindung 22 (Fig. 2). In Fig. 2 ist die Zeichenebene parallel zu einer Ebene einer Breitseitenwandung des Rohres 2 und senkrecht zu einer Ebene einer Schmalseitenwandung 28 des Rohres 2. Die Länge 18 des Durchzuges 7 ist größer als die Hälfte des minimalen Durchmessers 29 der Öffnung 13, weil die Wandung 8 des Bodens 9 in dem Teilbereich 20 bei der Ausbildung des Durchzuges 7 gedehnt worden ist. Die Öffnung 13 ist entsprechend dem rechteckförmigen Querschnitt des Rohres 2 ebenfalls rechteckförmig ausgebildet. Die Länge 18 des Durchzuges 7 ist größer als die Hälfte der Breite der Öffnung 13. Ein Durchmesser 19 der Öffnung 13 ist geringfügig kleiner als ein entsprechender Außendurchmesser (nicht dargestellt) des Rohres 2. Dies ist erforderlich, damit im gesamten Bereich zwischen der Außenseite des Rohres 2 und den Durchzügen 7 ein geringfügiger Abstand besteht zur Herstellung der Lötverbindung 23. Der Abstand zwischen dem Durchzug 7 und dem Rohr 2 liegt beispielsweise im Bereich zwischen 0,2 und 1 mm, so dass der Lötwerkstoff kapillar in diesen Spalt eindringen kann. Sofern die Rohre 2 und der Boden 9 mit einem Lot plattiert sind und die Lötverbindung in einem Lötoven hergestellt wird, ist kein Abstand erforderlich.

[0034] Die Dicke des Durchzuges 7 nimmt von dem Beginn des Durchzuges 7 an der Wandung 8 des Bodens 9 bzw. des Sammelrohres 3 zu dem Ende des Durchzuges 7 an der Spitze 15 des Durchzuges 7 stetig ab. Dies resultiert aus der Herstellung des Durchzuges 7. Bei der Erstellung der Ausprägung 27 der Wandung 8 in dem Teilbereich 20 wird der mittlere Bereich stärker gedehnt als der Randbereich des Teilbereiches 20 in der Nähe der nicht verformten bzw. gedehnten Wandung 8 des Bodens 9. Ferner wird der Durchzug 7 auch beim Durchstoßen gedehnt und diese Dehnung ist auch hier im Bereich des Endes des Durchzuges 7 stärker als am Anfang des Durchzuges 7.

[0035] In Fig. 5 ist ein Teillängsschnitt des Bodens 9 nach dem Durchstoßen des Teilbereiches 20 dargestellt. Die Durchzüge 7 sind dabei parallel zu einer Achse 24 der Öffnung 13 ausgebildet.

[0036] In Fig. 6 ist eine Ansicht der Öffnungen 13 in Richtung einer Achse der Öffnungen dargestellt. Die Öffnungen 13 sind rechteckig und weisen einen minimalen Durchmesser 29 und einen maximalen Durchmesser 30 auf.

[0037] In Fig. 3 ist eine zweite Ausführungsform des Sammelrohres 3 des Wärmetauschers 1 dargestellt. Im Nachfolgenden werden nur die Unterschiede zu der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 2 beschrieben. Der Boden 9 ist dabei dahingehend ausgebildet, dass zwischen einer Außenseite der Rinne 21 und dem Rohr 2 ein geringer Abstand im Bereich zwischen 0 und 2 mm besteht. In diesem Spalt mit einer Dicke zwischen 0 und 2 mm besteht eine als Lötverbindung 23 ausgebildete stoffschlüssige Verbindung 22. Die Dicke dieses Spaltes zwischen der Außenseite der Rinne 21 und der Außenseite des Rohres 2 beträgt vorzugsweise 0,2 bis 0,8 mm, so dass sich der Lötwerkstoff für die Lötverbindung 23 kapillar in dem Spalt ausdehnen und aufsteigen kann. Das Rohr 2 ist damit vorteilhafterweise zusätzlich mit dem Boden 9 verbunden und dadurch die Festigkeit der mechanischen Verbindung zwischen dem Rohr 2 und dem Boden 9 bzw. dem Sammelrohr 3 erhöht. Mechanische Beanspruchung, die insbesondere aus thermischen Verformungen des Wärmetauschers 1 resultieren, können dadurch besser aufgenommen werden. Schäden an dem Wärmetauscher 1, die aus einer Beschädigung der Verbindung zwischen dem Rohr 2 und dem Sammelrohr 3 resultieren, können dadurch verringert werden.

[0038] Insgesamt betrachtet sind mit dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher 1 erhebliche Vorteile verbunden. Bei der Herstellung des Durchzuges 7 wird der Durchzug 7 dahingehend gedehnt, dass die Länge 18 des Durchzuges 7 in Richtung der Achse 24 der Öffnung 13 gedehnt wird. Dadurch erhöht sich die als Lötverbindung 23 ausgebildete Kontaktfläche zwischen dem Rohr 2 und dem Durchzug 7. Die mechanischen Beanspruchungen der Verbindung zwischen dem Rohr 2 und dem Durchzug 7, die insbesondere aus thermischen Verformungen des Wärmetauschers 1 resultieren, können dadurch leichter aufgenommen werden. Daraus resultierende Schäden an dem Wärmetauscher 1, beispielsweise Undichtigkeiten an der Verbindung zwischen dem Rohr 2 und dem Durchzug 7, können dadurch wesentlich verringert werden. Die größere Kontaktfläche führt somit zu einer größeren Anlagefläche und Abstützfläche des Rohres 2 an dem Durchzug 7. Dadurch kann die Zuverlässigkeit eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers 1 und einer erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugklimaanlage signifikant erhöht werden.

Bezugszeichenliste

[0039]

- | | |
|---|---------------|
| 1 | Wärmetauscher |
| 2 | Rohr |
| 3 | Sammelrohr |

4	Wellrippen	
5	Einlassöffnung	
6	Auslassöffnung	
7	Durchzug	
8	Wandung des Sammelrohres	5
9	Boden des Sammelrohres aus Aluminium	
10	Kasten des Sammelrohres aus Kunststoff	
11	Ende des Rohres	
12	Dichtung	
13	Öffnung	10
14	Öffnungswandung des Sammelrohres im Bereich der Öffnungen	
15	Spitze des Durchzuges	
16	Dicke des Durchzuges	
17	Dicke der Wandung des Sammelrohres	15
18	Länge des Durchzuges	
19	Durchmesser der Öffnung	
20	Teilbereich	
21	Rinne	
22	Stoffschlüssige Verbindung	20
23	Lötverbindung	
24	Achse der Öffnung	
25	Strömungsraum	
26	Verbindungsflansch	
27	Ausprägung	25
28	Schmalseitenwandung	
29	Minimale Durchmesser	
30	Maximale Durchmesser	
31	Rohrachse	30

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1), insbesondere Wärmetauscher (1) für ein Kraftfahrzeug, umfassend
 - eine Vielzahl an Rohren (2),
 - wenigstens ein Sammelrohr (3) mit einem Boden (9), der eine Wandung (8) aufweist, wobei Öffnungen (13) in der Wandung (8) vorgesehen sind,

wobei von der Wandung (8) in axialer Richtung der Öffnungen (13) abstehende Durchzüge (7) ausgebildet sind, wobei die Rohre (2) im Bereich eines Endes (11) der Rohre (2) teilweise an den Durchzügen (7) angeordnet sind und eine fluiddichte Verbindung zwischen den Durchzügen (7) und den Rohren (2) besteht,

 - wenigstens eine Einlassöffnung (5) zum Einleiten eines Fluids und
 - wenigstens eine Auslassöffnung (6) zum Ausleiten des Fluids, wobei die Dicke (16) der Durchzüge (7) kleiner ist als die Dicke (17) der Wandung (8), insbesondere im Bereich der Öffnungen (13), des Sammelrohres (3) und die Dicke (16) der Durchzüge (7) von dem Beginn der

Durchzüge (7) an der Wandung (8) des Sammelrohres (3) zu einem Ende der Durchzüge (7), vorzugsweise stetig, abnimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Dicke (16) der Durchzüge (7) von einem Beginn an dem Boden (9) bis zu einer Spitze (15) der Durchzüge (7) wenigstens 10% der Dicke (17) der Wandung (8), insbesondere im Bereich der Öffnungen (13), des Sammelrohres (3) beträgt, wobei die Länge der Spitze (15) der Durchzüge (7) wenigstens 10 % der Dicke der Wandung (8), insbesondere im Bereich der Öffnungen (13), des Sammelrohres (3) beträgt und wobei die Dicke (16) der Durchzüge (7) von einem Beginn an dem Boden (9) bis zum 0,8-fachen der Gesamtlänge des Durchzuges (7) vor der Spitze (15) weniger als das 0,9-fache der Dicke der Wandung (8), insbesondere im Bereich der Öffnungen (13), des Sammelrohres (3) beträgt.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Länge der Durchzüge (7) größer als die Hälfte, insbesondere größer als das 1,1 bis 3-fache der Hälfte, des minimalen Durchmessers (29) der Öffnungen (13) ist.
3. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers (1) gemäß einem oder mehrerer der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten

- Erstellen von Rohren (2),
- wenigstens teilweises Erstellen wenigstens eines Sammelrohres (3) mit einer Wandung (8),
- Durchstoßen eines Teilbereiches (20) der Wandung (8) des wenigstens einen Sammelrohres (3) zu Öffnungen (13) mit Durchzügen (7),
- Einbringen der Rohre (2) in die Öffnungen (13) und
- fluiddichtes Verbinden der Rohre (2) mit den Durchzügen (7),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Wandung (8) des wenigstens einen Sammelrohres (3) vor dem Durchstoßen in den Teilbereichen (20) zu Ausprägungen (27) gedehnt werden, so dass die Dicke (16) der Durchzüge (7) kleiner ist als die Dicke (17) der Wandung (8) des Sammelrohres (3) in den Teilbereichen (20) vor dem Dehnen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dehnen der Wandung (8) des wenigstens einen Sammelrohres (3) in den Teilbereichen (20) in einem gesonderten Arbeitsgang vor dem Durchstoßen durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das

Dehnen der Wandung (8) des wenigstens einen Sammelrohres (3) in den Teilbereichen (20) mit einem anderen Werkzeug als das Durchstoßen durchgeführt wird und/oder von der Wandung (8) kein Material, z. B. mittels Stanzen, entfernt wird.

6. Kraftfahrzeugklimaanlage, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftfahrzeugklimaanlage einen Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 oder 2 umfasst.

Claims

1. A heat exchanger (1), in particular a heat exchanger (1) for a motor vehicle, comprising
- a plurality of tubes (2),
 - at least one collecting tube (3) with a base (9) which has a wall (8), wherein openings (13) are provided in the wall (8), wherein passages (7) are formed which protrude from the wall (8) in the axial direction of the openings (13), wherein the tubes (2) are disposed partially at the passages (7) in the area of one end (11) of the tubes (2) and a fluid-tight connection exists between the passages (7) and the tubes (2),
 - at least one inlet opening (5) for introducing a fluid, and
 - at least one outlet opening (6) for discharging the fluid, wherein the thickness (16) of the passages (7) is less than the thickness (17) of the wall (8) of the collecting tube (3), in particular in the area of the openings (13), and the thickness (16) of the passages (7) decreases, preferably in a steady manner, from the beginning of the passages (7) at the wall (8) of the collecting tube (3) to an end of the passages (7), **characterised in that** the thickness (16) of the passages (7) from a beginning at the base (9) to a tip (15) of the passages (7) is at least 10% of the thickness (17) of the wall (8) of the collecting tube (3), in particular in the area of the openings (13), wherein the length of the tip (15) of the passages (7) is at least 10% of the thickness of the wall (8) of the collecting tube (3), in particular in the area of the openings (13), and wherein the thickness (16) of the passages (7) from a beginning at the base (9) to 0.8 times the total length of the passage (7) upstream of the tip (15) is less than 0.9 times the thickness of the wall (8) of the collecting tube (3), in particular in the area of the openings (13).
2. The heat exchanger according to claim 1, **characterised in that** the maximum length of the passages (7) is greater than half, in particular greater than 1.1 to 3 times half the minimum diameter (29) of the

openings (13).

3. A method for manufacturing a heat exchanger (1) according to one or more of the preceding claims, with the steps
- producing tubes (2),
 - at least partially producing at least one collecting tube (3) with a wall (8),
 - puncturing a sub-area (20) of the wall (8) of the at least one collecting tube (3) to openings (13) with passages (7),
 - introducing the tubes (2) into the openings (13), and
 - connecting the tubes (2) to the passages (7) in a fluid-tight manner,

characterised in that

the wall (8) of the at least one collecting tube (3) is expanded in the sub-areas (20) to raised regions (27) prior to puncturing, so that the thickness (16) of the passages (7) is less than the thickness (17) of the wall (8) of the collecting tube (3) in the sub-areas (20) prior to expansion.

4. The method according to claim 3, **characterised in that** the expansion of the wall (8) of the at least one collecting tube (3) in the sub-areas (20) is carried out in a separate operation prior to puncturing.
5. The method according to one or more of claims 3 or 4, **characterised in that** the expansion of the wall (8) of the at least one collecting tube (3) in the sub-areas (20) is carried out using a tool other than the puncturing and/or no material is removed from the wall (8), e.g. by punching.
6. A motor vehicle air conditioning system, **characterised in that** the motor vehicle air conditioning system comprises a heat exchanger according to one or more of claims 1 or 2.

Revendications

1. Echangeur de chaleur (1), en particulier échangeur de chaleur (1) pour un véhicule automobile, comprenant :
- une multiplicité de tubes (2),
 - au moins un tube collecteur (3) ayant un fond (9) qui présente une paroi (8), où des ouvertures (13) sont prévues dans la paroi (8), où des passages (7) sont formés en faisant saillie par rapport à la paroi (8), dans la direction axiale des ouvertures (13), où les tubes (2), dans la zone d'une extrémité (11) des tubes (2), sont disposés partiellement sur les passages (7), et il y a

une liaison étanche aux fluides entre les passages (7) et les tubes (2),

- au moins une ouverture d'entrée (5) pour faire entrer un fluide, et

- au moins une ouverture de sortie (6) pour faire sortir le fluide, où l'épaisseur (16) des passages (7), en particulier dans la zone des ouvertures (13), est inférieure à l'épaisseur (17) de la paroi (8) du tube collecteur (3), et l'épaisseur (16) des passages (7) diminue, de préférence de façon constante, à partir du début des passages (7) situé sur la paroi (8) du tube collecteur (3) jusqu'à une extrémité des passages (7),

caractérisé en ce que l'épaisseur (16) des passages (7), à partir d'un début situé sur le fond (9) jusqu'à une pointe (15) des passages (7), est, en particulier dans la zone des ouvertures (13), égale à au moins 10 % de l'épaisseur (17) de la paroi (8) du tube collecteur (3), où la longueur de la pointe (15) des passages (7) est, en particulier dans la zone des ouvertures (13), égale à au moins 10 % de l'épaisseur de la paroi (8) du tube collecteur (3), et où l'épaisseur (16) des passages (7), à partir d'un début situé sur le fond (9) allant jusqu'à 0,8 fois la longueur totale du passage (7) placé en amont de la pointe (15), est, en particulier dans la zone des ouvertures (13), inférieure à 0,9 fois l'épaisseur de la paroi (8) du tube collecteur (3).

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la longueur maximale des passages (7) est supérieure à la moitié, en particulier de 1,1 fois à 3 fois supérieure à la moitié du diamètre minimal (29) des ouvertures (13).

3. Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur (1) selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, ledit procédé comprenant les étapes consistant :

- à réaliser des tubes (2),
- à réaliser au moins partiellement au moins un tube collecteur (3) ayant une paroi (8),
- à percer une zone partielle (20) de la paroi (8) du tube collecteur (3) au moins au nombre de un, pour former des ouvertures (13) ayant des passages (7),
- à introduire les tubes (2) dans les ouvertures (13), et
- à assurer la liaison, étanche aux fluides, des tubes (2) avec les passages (7),

caractérisé en ce que

la paroi (8) du tube collecteur (3) au moins au nombre de un, avant la percée dans les zones partielles (20), est étirée pour former des parties arquées (27), de sorte que l'épaisseur (16) des passages (7) est,

avant l'étirage dans les zones partielles (20), inférieure à l'épaisseur (17) de la paroi (8) du tube collecteur (3).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'étirage de la paroi (8) du tube collecteur (3) au moins au nombre de un effectué dans les zones partielles (20) est réalisé en une seule opération particulière, avant la percée.

5. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'étirage de la paroi (8) du tube collecteur (3) au moins au nombre de un effectué dans les zones partielles (20) est réalisé avec un autre outil que celui utilisé pour la percée et / ou aucune matière n'est enlevée, par exemple par estampage, de la paroi (8).

6. Système de climatisation d'un véhicule automobile, **caractérisé en ce que** le système de climatisation du véhicule automobile comprend un échangeur de chaleur selon l'une ou plusieurs des revendications 1 ou 2.

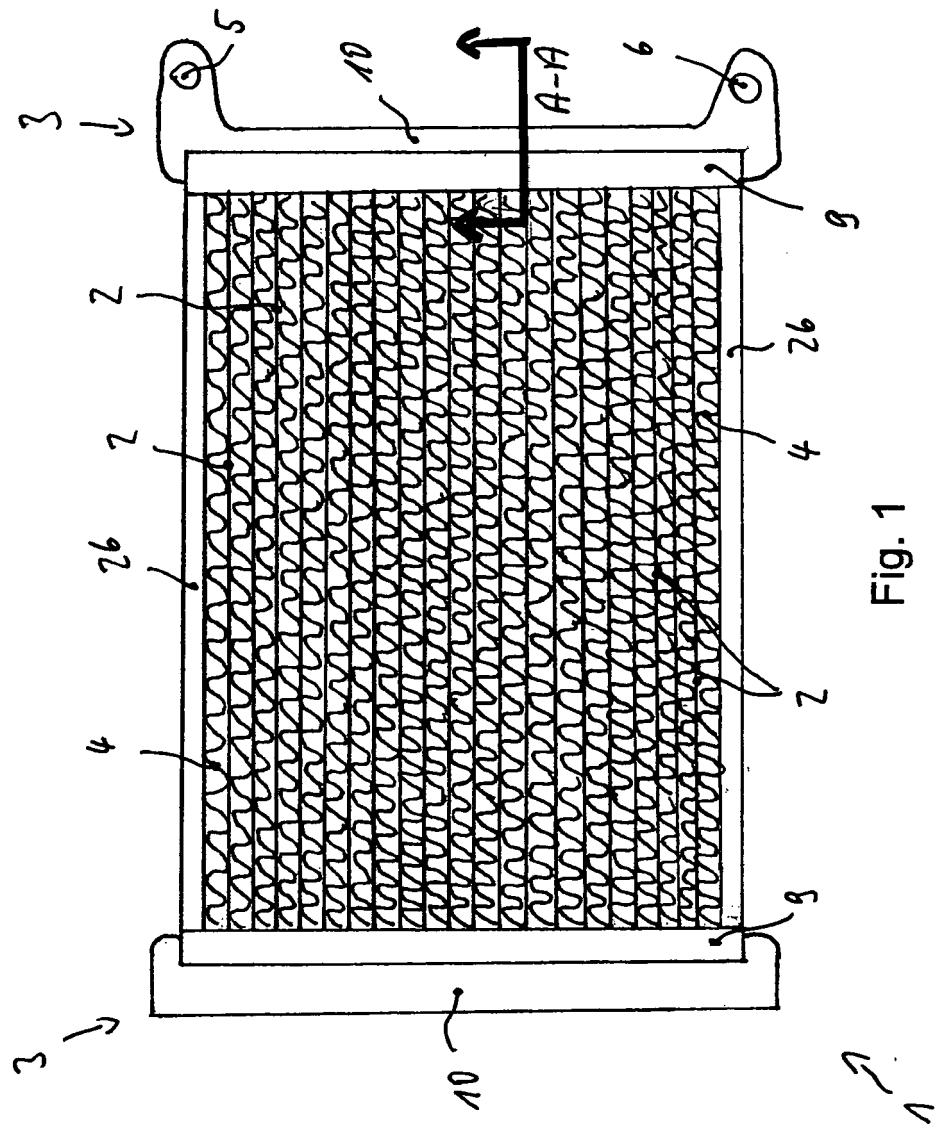
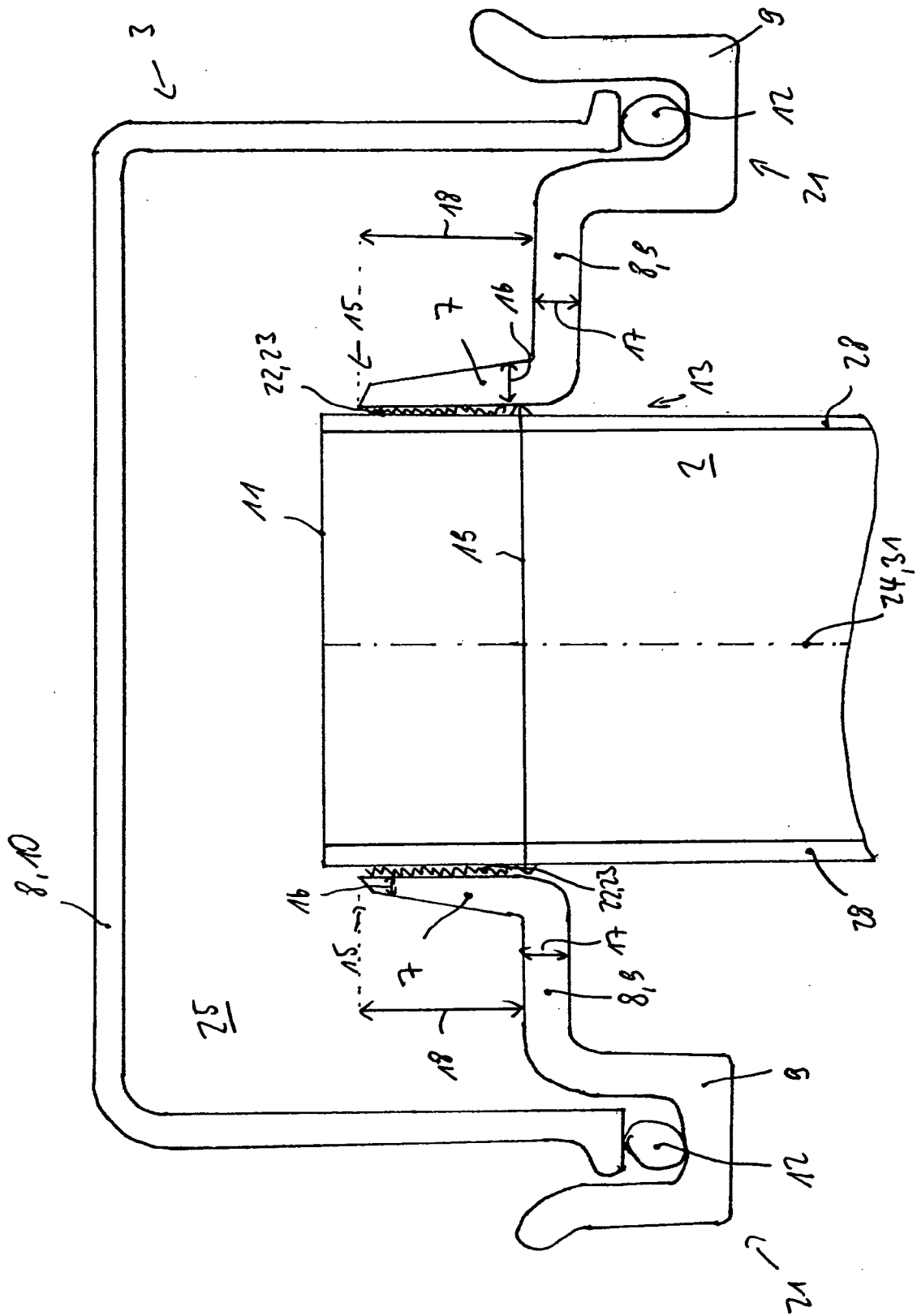
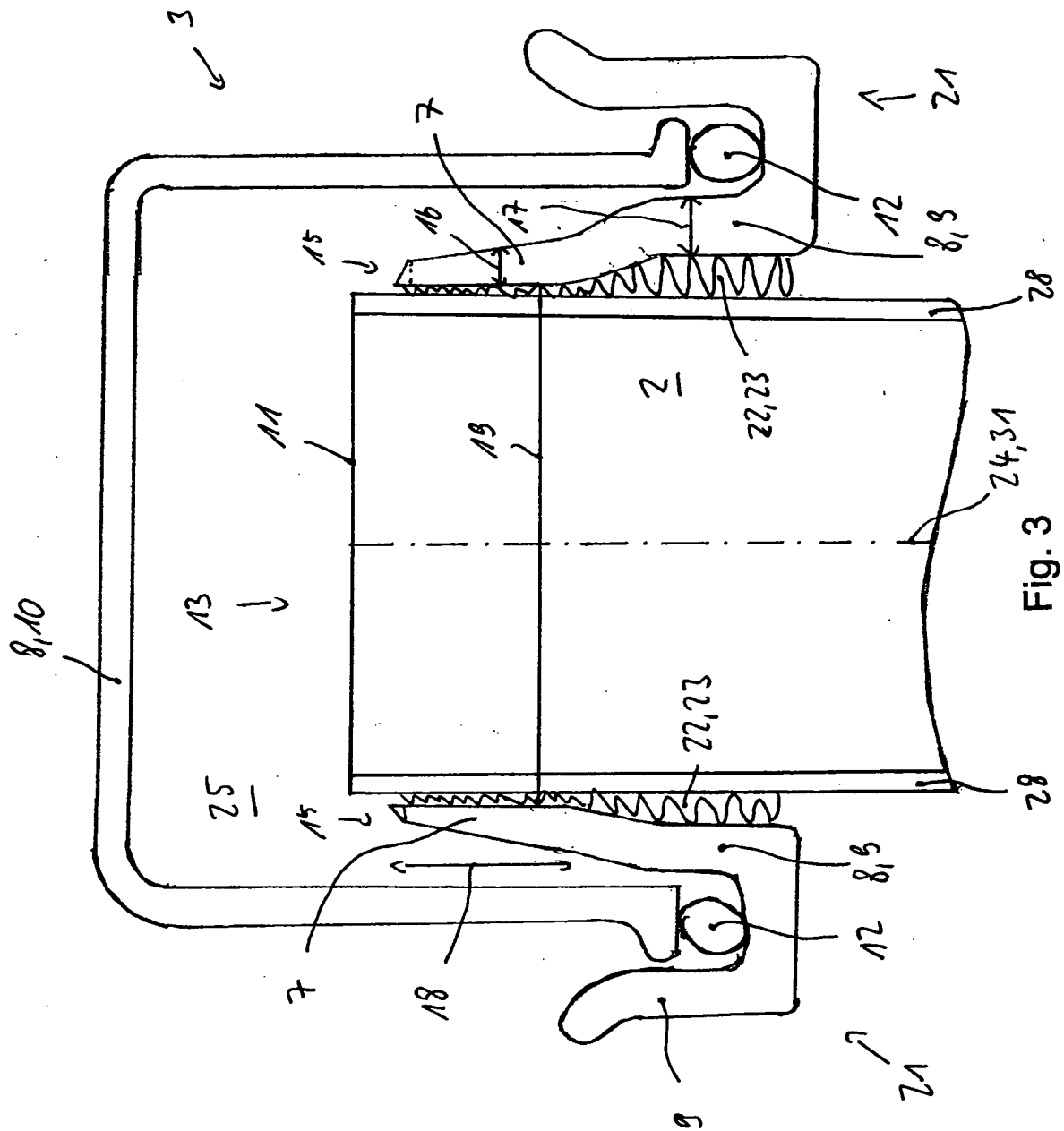


Fig. 1





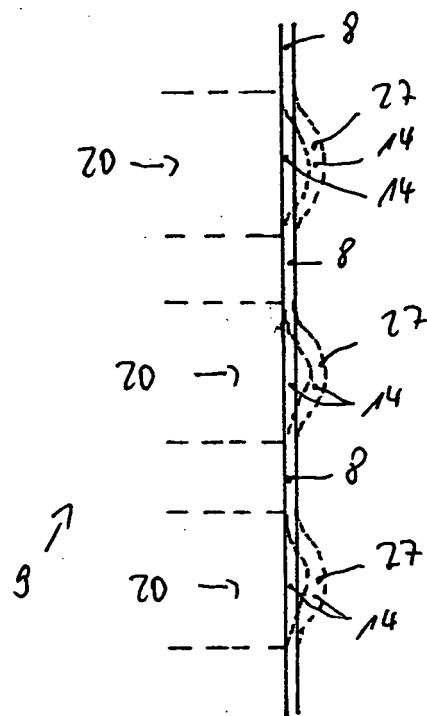


Fig. 4

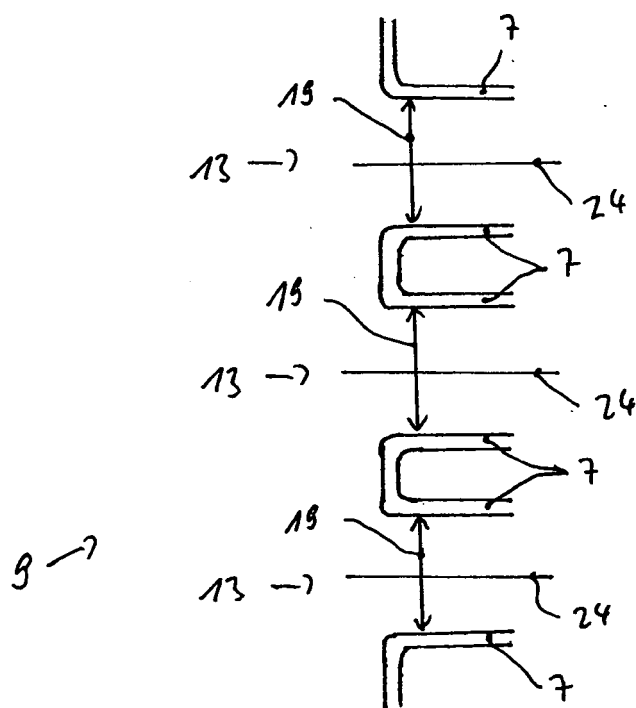


Fig. 5

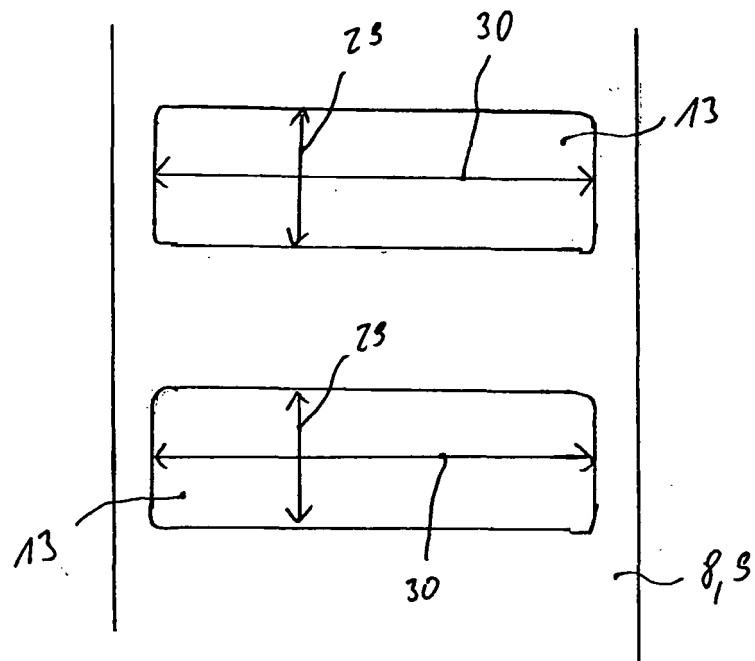


Fig. 6

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 0990868 B1 [0005]
- DE 3316960 A1 [0006]
- DE 69617598 T2 [0007]
- DE 4129573 [0008]