



(11)

EP 2 300 770 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.04.2012 Patentblatt 2012/16

(51) Int Cl.:
F28F 9/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08875072.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/010422

(22) Anmeldetag: **09.12.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/003445 (14.01.2010 Gazette 2010/02)

(54) **Wärmetauscher und Herstellungsverfahren**

Heat exchanger and method of production

Echangeur de chaleur et sa méthode de fabrication

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **09.07.2008 DE 102008032287**
22.10.2008 DE 102008052723

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.03.2011 Patentblatt 2011/13

(73) Patentinhaber: **Modine Manufacturing Company**
Racine, Wisconsin 53403-2552 (US)

(72) Erfinder:
• **BAZIKA, Denis**
73730 Esslingen (DE)
• **KÄSINGER, Rainer**
72221 Haiterbach (DE)
• **KELLER, Fritz**
72076 Tübingen (DE)
• **KNECHT, Wolfgang**
70599 Stuttgart (DE)

- **KÖPPEN, Jens**
70619 Stuttgart (DE)
- **NIES, Jens**
71088 Holzgerlingen (DE)
- **ORSO, Jürgen**
72764 Reutlingen (DE)
- **STOLZ, Andreas**
72141 Walddorfhäslach (DE)
- **ZOBEL, Werner**
71032 Böblingen (DE)

(74) Vertreter: **Wolter, Klaus-Dietrich**
Modine Europe GmbH,
Patentabteilung,
Arthur-B. Modine-Str. 1
70794 Filderstadt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 159 729 WO-A-2006/010435
DE-A1- 3 239 950 FR-A- 2 587 468
FR-A- 2 794 227 JP-A- 62 087 795

EP 2 300 770 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 mit einem Sammelkasten aus Kunststoff oder Metall, mit metallischen Flachrohrenden, die Teil eines gelöteten Wärmetauschernetzes sind und mit einer Klebeverbindung, für die metallischen Flachrohrenden in korrespondierende Öffnungen des Sammelkastens, mit je einem Ringraum um die Rohrenden herum, in denen sich ein Silikonkleber befindet. Ferner betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für den Wärmetauscher selbst.

[0002] Ein Wärmetauscher mit Klebeverbindung und ein Herstellungsverfahren sind aus der bisher unveröffentlichten deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen DE 10 2008 021 544.9 intern bekannt.

[0003] In der WO 2006/010435A1 wird ebenfalls ein Kleber auf Silikonbasis eingesetzt, um einen Wärmeübertrager für Kraftfahrzeuge herzustellen. Es handelt sich um eine zunächst flüssige Masse, die dort auf der Innenseite eines Rohrbodens ausgegossen wird und danach aushärtet. Ein Ringraum um die Rohrenden herum ist dort nicht vorhanden. Die Rohrenden sind verformt, insbesondere aufgeweitet worden, was fertigungstechnischen Aufwand verursacht. Hier wird auch eine große Menge des Klebstoffes benötigt, die die Herstellungskosten ebenfalls erhöht.

[0004] In der WO 2007/009588A1 wird ein Automobilkühler vorgestellt, der ebenfalls verformte Rohrenden aufweist und keine Ringräume besitzt. Die Rohrenden wurden dort nicht eingeklebt sondern durch Umbiegen der Rohrenden befestigt. Dieser Automobilkühler besitzt außerdem einen separaten metallischen Rohrboden, was als nachteilig anzusehen ist.

[0005] In der DE 38 09 944 C2 wird ein Kühler für Verbrennungsmotore in Kraftfahrzeugen vorgestellt, der im Wesentlichen dem Oberbegriff des Anspruchs 1 entspricht. Dort sind demnach Ringräume vorhanden. Der Kleber wird mittels einer Dosiervorrichtung über zu den Ringräumen führende Kanäle in dieselben gebracht. Die Ringräume werden komplett mit dem Kleber ausgefüllt. Der Kleber ist relativ teuer, und es wird ziemlich viel Klebstoff benötigt. In dieser Referenz wird vorgeschlagen, Kleber zu verwenden, die unter dem Markennamen "Loctite" auf dem Markt sind. Obwohl dieser relativ alte Vorschlag auch heute noch fortschrittlich erscheint, sind solche Kühler noch nicht am Markt aufgetaucht. Einer der Gründe dafür dürfte darin bestehen, dass es bisher nicht gelungen ist, die Klebeverbindung dauerhaft haltbar zu gestalten.

[0006] Der Wärmetauscher aus FR 2 794 227 besitzt ebenfalls eine Klebeverbindung. Der Kleber kommt dort mit dem durch den Wärmetauscher strömenden Medium in Kontakt.

[0007] Aus EP 159 729A ist eine härtbare Kunststoffzusammensetzung bekannt, die Silikon enthält und eine sehr kurze Aushärtezeit besitzt. Die Kunststoffzusammensetzung eignet sich zum Bedecken von optischen Glasfasern.

[0008] Kühler für Kraftfahrzeuge sollten wenigstens eine Haltbarkeit von etwa 10 Jahren garantieren und dabei allen vorstellbaren Betriebssituationen gewachsen sein.

[0009] Die Anmelderin hat in umfangreichen Voruntersuchungen alle in Frage kommenden Kleber getestet und ist zu dem Ergebnis gekommen, dass Silikonkleber den größten Erfolg versprechen. Silikonkleber sind entweder vom so genannten kondensationsvernetzenden Typ (A) oder vom additionsvernetzenden Typ (B). Die Silikonkleber vom kondensationsvernetzenden Typ (A) scheiden bei ihrer Aushärtung bestimmte Stoffe, beispielsweise Säuren oder Alkohole, aus, während diejenigen vom additionsvernetzenden Typ (B) im Zuge ihrer Aushärtung zur Bildung von Molekülketten führen ohne dabei Stoffe auszuscheiden. Die Kleber des Typs B können einen Katalysator, beispielsweise Platin oder Palladium, aufweisen. Solche Katalysatoren befinden sich gewöhnlich in einer von beispielsweise zwei Komponenten, die zur Zubereitung des einsatzbereiten Klebers vermischt werden müssen. Die Katalysatoren bewirken beispielsweise eine Verkürzung der Aushärtezeit, und sie können auch die dafür erforderliche Temperatur reduzieren helfen.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Wärmetauscher mit einer dauerhaft haltbaren Klebeverbindung sowie ein Herstellungsverfahren dafür vorzuschlagen bzw. zur Verfügung zu stellen.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Wärmetauscher gelöst, der sämtliche Merkmale des Anspruchs 1 aufweist. Die Merkmale des Herstellungsverfahrens befinden sich im Anspruch 23.

[0012] Es wurde festgestellt, dass die Dauerfestigkeit der Klebeverbindung dadurch verbessert wird, dass der Silikonkleber vom additionsvernetzenden Typ ist, wobei eine Montageplatte angeordnet ist, die die Ringräume begrenzt. Der elastische Modul bzw. der Speicherm Modul des Silikonklebers ist relativ niedrig, um die Kräfte der durch Temperaturwechsel induzierten Längenänderungen und die Vibrationen in der Klebeverbindung gering zu halten. Er liegt etwa zwischen 0,1 - 3,0 MPa.

[0013] Die Montageplatte ist mit ihrer Oberseite am Sammelkasten klebend befestigt. Sie kann mit ihrer Unterseite auf den Rippen des Wärmetauschernetzes liegen.

[0014] Weitere Wirkungsverbesserungen ergeben sich dadurch, dass die Ringräume etwa zu 60 - 95% mit dem Silikonkleber ausgefüllt sind, wobei die mit dem Silikonkleber ausgefüllte Höhe der Ringräume etwa 5 - 15 mm und die Breite der Ringräume etwa 0,5 - 3,0 mm beträgt.

[0015] Die Ausfüllung der Ringräume mit dem Kleber zu etwa 60 - 95 % ihres Volumens, gemeinsam mit den angegebenen bevorzugten Dimensionen der Ringräume, steigert die Elastizität der Klebeverbindung, was aufgrund zahlreicher Versuchsreihen, die von der Anmelderin ausgeführt wurden, bestätigt wird. Eine nicht unerhebliche Anzahl von Kühlern mit solchermaßen ausgebildeten Klebeverbindungen wird demnächst im Praxiseinsatz getestet, das heißt, eingebaut in im Einsatz be-

findlichen Kraftfahrzeugen auf öffentlichen Straßen. Bisher haben sämtliche im Testlabor und im internen Praxiseinsatz geprüften Kühler die Erwartungen erfüllt.

[0016] Bezüglich der Dimensionierung der Ringräume wurde gefunden, dass diese auch von der im Einzelfall vorgesehenen Länge der Flachrohre und von der Dimensionierung des Querschnitts der Flachrohre abhängt. Beispielsweise wird man für Flachrohre von Ladeluftkühlern, die etwa 10 mm dick (d, Fig.5) sein können, die Breite und Höhe der Ringräume an den oberen Grenzen liegend auswählen. Für Flachrohre von Kühlflüssigkeitskühlern, die lediglich etwa 1,0 - 1,5 mm dick (d) sind, sind eher an der unteren Grenze liegende Breitenabmessungen geeignet. Bei etwas längeren Flachrohren, beispielsweise bis zu oder über 1,0 m, wie sie bei LKW anzutreffen sind, würde man ebenfalls eher einen etwas breiteren und höheren befüllten Ringraum vorsehen, weil dann die durch Temperaturwechsel zu erwartenden Längenänderungen der Flachrohre mittels der Elastizität der Klebeverbindungen besser zu kompensieren sind. Beispielsweise wird sich eine ursprünglich etwa rechteckige Querschnittsfläche des Klebers im Ringraum unter den erwähnten Temperaturwechselbelastungen in Richtung auf eine parallelogrammförmige Querschnittsfläche - und wieder zurück zur Rechteckform - verschieben, was durch die elastischen Eigenschaften des ausgewählten Klebers gemeinsam mit der vorgeschlagenen Gestaltung gewährleistet wird.

[0017] Bei bisherigen gelöteten Kühlern kommt es oft zu Ausfällen durch Brüche in den Lötverbindungen Rohr/Rohrboden, weil die erforderliche Elastizität nicht vorhanden ist. Es wird erwartet, dass die Erfindung auch diesbezüglich zu Verbesserungen führt. Vorzugsweise kommt ein aus zwei Komponenten bestehender Silikonkleber zum Einsatz. Es kann sich aber auch um einen Silikonkleber mit einer einzigen Komponente handeln.

[0018] Die Zugfestigkeit des verwendeten Silikonklebers liegt etwa zwischen 3,0 - 7,0 MPa, vorzugsweise etwa bei 4,0 - 6,0 MPa.

[0019] Die Dehnung des verwendeten Silikonklebers ist größer als 100%, beispielsweise beträgt sie 150%.

[0020] Es ist von Vorteil, wenn der verwendete Silikonkleber einen Katalysator aus der Gruppe der Platinmetalle bzw. deren Verbindungen aufweist.

[0021] Die dynamische Viskosität des nicht ausgehärteten Silikonklebers beträgt etwa 20 000 - 60 000 cP. Mit diesen Werten lässt sich der Kleber beispielsweise auf der Montageplatte wurmförmig auftragen ohne auseinander zu fließen.

[0022] Die Ringräume können über die mit dem Silikonkleber ausgefüllte Höhe etwa die gleiche Breite aufweisen.

[0023] Es ist jedoch auch möglich, die Ringräume leicht konisch zu gestalten, wobei sie über die mit dem Silikonkleber ausgefüllte Höhe ein abnehmendes/ansteigendes Breitenmaß aufweisen. Die angegebenen Breitenabmessungen beziehen sich bei konischen Ringräumen auf das Mittelmaß, das heißt, die angegebenen Brei-

tenmaße können bei konischen Ringräumen auch geringfügig überschritten werden.

[0024] Der nicht mit dem Silikonkleber ausgefüllte Teil der Ringräume soll zum Sammelkasten hinweisend angeordnet sein.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers mit einer Klebeverbindung für metallische Flachrohrenden in korrespondierende Öffnungen von Sammelkästen des Wärmetauschers, bei dem ein Silikonkleber in je einen Ringraum zwischen den Flachrohrenden und den Öffnungen eingebracht wird, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Ringräume mit einem Speichermittel im Wertebereich von 0,1 - 3,0 MPa besitzenden Silikonkleber vom additionsvernetzenden Typ mittels einer Montageplatte befüllt und verschlossen werden. Die Montageplatte besitzt mit den Flachrohren korrespondierende Öffnungen, um dieselbe auf die Flachrohrenden stecken zu können, sodass sie beispielsweise mit der Unterseite auf kühlfluchtseitigen Rippen liegt. Die Öffnungs-ränder der Montageplatte liegen eng an den Flachrohrenden an, um das Entweichen des Klebers möglichst zu vermeiden. Der Silikonkleber wird vorzugsweise auf die Oberseite der Montageplatte aufgetragen und durch die anschließende Zusammenführung von Montageplatte mit dem Sammelkasten, wobei auch die Flachrohrenden in die Öffnungen des Sammelkastens geschoben werden, in die Ringräume gedrückt.

[0026] Die Flachrohrenden werden bedarfsweise vorbehandelt, zumindest gereinigt mit einem geeigneten Mittel, um z. B. Lötflussmittel zu entfernen, die sich als schädlich für eine qualitätsgerechte Klebeverbindung erwiesen haben.

[0027] Die Flachrohrenden sind Teil eines mittels CAB - Lötverfahren verbundenen Wärmetauschernetzes aus Flachrohren und kühlfluchtseitigen Rippen, beide aus Aluminium bzw. aus Aluminiumlegierungen. Für dieses Lötverfahren wird normalerweise ein nicht korrosives Flussmittel verwendet, obwohl intensiv daran gearbeitet wird, auf Flussmittel komplett zu verzichten. Jedenfalls können Oberflächenbehandlungen sowohl an den Flachrohrenden als auch in den Öffnungswänden erforderlich sein und durchgeführt werden.

[0028] Die Montageplatte besitzt mit den Flachrohren korrespondierende Öffnungen, um dieselbe auf die Flachrohrenden stecken zu können, sodass sie beispielsweise mit der Unterseite auf kühlfluchtseitigen Rippen liegt. Die Öffnungs-ränder der Montageplatte liegen gemäß einer Weiterentwicklung nachgiebig eng an den Flachrohrenden an, um Unterschiede zwischen den Abständen der Öffnungen in der Montageplatte und den Abständen der Flachrohrenden ausgleichen zu können. Alternativ oder zusätzlich sind die Abstände zwischen den Öffnungen durch eine elastische bzw. nachgiebige Gestaltung der Montageplatte veränderbar bzw. anpassbar. Damit ist auch sichergestellt, dass weder die Flachrohrenden noch die Montageplatte beschädigt werden und dass kein Klebverlust durch zu große Spalte zwischen den Flachrohrenden und den Öffnungs-rändern

der Montageplatte auftritt.

[0029] Weitere Merkmale sind Inhalt der beiliegenden Patentansprüche. Ferner gehen Merkmale und deren Wirkungen aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beigelegten Zeichnungen hervor.

[0030] Die Zeichnungen zeigen Folgendes:

Fig. 1 zeigt bevorzugte Abmessungen der Ringräume als Ergebnis durchgeführter Versuche;
 Fig. 2 zeigt eine perspektivische Teilansicht einer Montageplatte;
 Fig. 3 zeigt eine perspektivische Gesamtansicht einer Montageplatte;
 Fig. 4 zeigt einen Teillängsschnitt durch einen Sammelkasten des Wärmetauschers;
 Fig. 5 zeigt eine Ansicht auf ein Flachrohrende;
 Fig. 6 zeigt eine Ansicht auf einen Teil der Montageplatte mit Silikonkleber;
 Fig. 7 zeigt einen Querschnitt durch einen Sammelkasten;
 Fig. 8 zeigt eine perspektivische Teilansicht einer Montageplatte;
 Fig. 9 zeigt eine perspektivische und vergrößerte Teilansicht einer Montageplatte;
 Fig. 10 zeigt perspektivisch eine Ausführungsform, wie die Öffnungsränder der Öffnungen der Montageplatte nachgiebig ausgebildet sind, in einer stark vergrößerten Ansicht;
 Fig. 11 zeigt den Querschnitt einer zweiten Ausführungsform;
 Fig. 12 zeigt den Querschnitt einer dritten Ausführungsform;
 Fig. 13 zeigt den Querschnitt einer vierten Ausführungsform;
 Fig. 14 zeigt den Querschnitt einer ersten Ausführungsform zur nachgiebigen Gestaltung der Abstände der Öffnungen;
 Fig. 15 zeigt den Querschnitt einer zweiten Ausführungsform alternativ zur Fig. 14;
 Fig. 16 - 18 Herstellungsablauf und Frontansicht eines Wärmetauschers;
 Zahlreiche praktische Versuche und Simulationsrechnungen haben ergeben, dass die bevorzugte Breite **b** des Ringraums **6** bzw. der Klebeverbindung **1** zwischen 1,5 - 2,5 mm liegt und die bevorzugte Höhe **h** des mit dem Silikonklebers **SK** befüllten Ringraumes **6** bzw. der Klebeverbindung **1** etwa zwischen 5,0 - 10,0 mm zu finden ist. Das soll durch die Fig. 1 verdeutlicht sein. Die Breite **b** und die Höhe **h** wurden in der Fig. 4 eingezeichnet.

[0031] Aus der erwähnten Fig. 4 geht auch hervor, dass der obere Teil **60** des Ringraums **6** nicht mit dem Silikonkleber **SK** ausgefüllt ist. Es hat sich erwiesen, dass die Elastizität und die Haltbarkeit der Klebeverbindung weiter zu steigern ist, wenn der Füllungsgrad der Ringräume **6** mit Silikonkleber **SK** etwa 60 - 95% des

Gesamtvolumens der Ringräume **6** beträgt.

[0032] Der eingesetzte Silikonkleber **SK** ist vom additionsvernetzenden Typ, das heißt, er scheidet bei seiner Aushärtung keine Stoffe aus. Der Speichermodul des Silikonklebers **SK** beträgt im Ausführungsbeispiel etwa 1,8 MPa, ausgewählt aus einem Bereich zwischen 0,5 - 3,0 MPa. Dieser relativ niedrige Wert trägt zur Dauerhaltbarkeit der Klebeverbindung maßgeblich bei, wobei die Klebeverbindung exzellente elastische Eigenschaften aufweist und über einen langen Zeitraum behält. Bei der Herstellung der Klebeverbindung bzw. des Wärmetauschers des Ausführungsbeispiels wurde wie folgt vorgegangen:

Flachrohre **20**, wie in Fig. 5 gezeigt, werden abwechselnd mit Rippen **30** zum Wärmetauschernetz **3** zusammengesetzt. Das Wärmetauschernetz **3** wird zum CAB-Löten entsprechend vorbereitet, der Lötprozess wird ausgeführt. Die freien Flachrohrenden **2** werden gegebenenfalls von Resten des Flussmittels oder anderen störenden Resten befreit bzw. ihre Oberfläche wird behandelt. Eine Montageplatte **10**, eine dünne Folie von etwa 1,0 mm Dicke oder weniger, wie in den Fig. 2 bzw. 3 gezeigt, wird mit ihren Öffnungen **12** auf die Flachrohrenden **2** geschoben, wobei die Öffnungsränder recht eng an den Flachrohrwänden anliegen. Die Montageplatte **10** kann mit ihrer Unterseite schließlich auf den Rippen **30** sitzen, ohne daran befestigt zu werden. In der Fig. 4 ist im Gegensatz dazu ein geringer Abstand zwischen der Unterseite der Montageplatte **10** und den Rippen **30** zu sehen. Anschließend wird eine dosierte Menge des Silikonklebers **SK**, wie in Fig. 6 gezeigt, schlangenlinienartig auf der Innenseite der Montageplatte **10** aufgetragen. Danach wird der Sammelkasten **5** mit seinen Öffnungen **4** auf die freien Flachrohrenden **2** geschoben. Dabei kommt der Sammelkasten **5** mit der schalenartigen Montageplatte **10** zusammen, das heißt, der wellenartige Rand **11** der Montageplatte **10** greift in eine entsprechend geformte, umlaufende Nut **50** im Sammelkasten **5** ein. Die Oberseite der Montageplatte **10** verklebt dabei auch mit der Unterseite des Sammelkastens **5**.

[0033] Im Ausführungsbeispiel ist der Sammelkasten **5** einteilig ausgebildet. Ein nicht gezeigtes Ausführungsbeispiel besitzt einen Rohrboden aus Metall oder Kunststoff, in dem sich die Öffnungen **4** befinden, der später mit einem Kastenteil entlang der umlaufenden Ränder verbunden wird, um den Sammelkasten **5** zu bilden.

[0034] Durch die Zusammenführung von schalenartiger Montageplatte **10** mit Sammelkasten **5** wird vor allem der Silikonkleber **SK** in die Ringräume **6** gedrückt. Durch das erwähnte Eingreifen des Randes **11** in die umlaufende Nut **50** wird verhindert, dass beim Zusammenführen von Sammelkasten **5** mit Montageplatte **10** der Silikonkleber **SK** seitlich austreten kann. Er wird vielmehr gezwungen in die Ringräume **6** einzutreten. Die Höhe **H** des Randes **11** ist deshalb so ausgelegt worden, dass er bereits in die Nut **50** eingreift bevor das Eindringen des Silikonklebers **SK** in die Ringräume **6** beginnt. Der in der Fig. 4 gezeigte Zustand wird somit erreicht. Der

Füllungsgrad der Ringräume **6** beträgt in diesem Ausführungsbeispiel etwa 75%, das heißt, 25 % des Volumens der Ringräume **6** werden nicht mit dem Silikonkleber **SK** befüllt. In der Fig. 4 sind das die oberen Teile **6** der Ringräume **60**. Wie aus der Fig. 4 weiter ersichtlich ist, stecken die allerletzten Enden der Flachrohrenden **2** in sehr engen Öffnungsabschnitten, die Teile der Öffnungen **4** im Sammelkasten **5** sind, um zu vermeiden, dass der Silikonkleber **SK** später in wesentlichen Kontakt mit dem durch den Wärmetauscher strömenden Medium kommt.

[0035] Zur Darstellung in Fig. 4 sei noch vermerkt, dass die Flachrohrenden **2** praktisch nicht in das Innere des Sammelkastens **5** ragen, auch wenn die Fig. 4 einen anderen Eindruck vermitteln könnte. Der Sammelkasten **5** besitzt nämlich in seinem Öffnungs- bzw. Bodenbereich eine - im Querschnitt betrachtet - etwa halbrunde Kontur, um seine Druckstabilität zu verbessern, weshalb die Fig. 4 den Anschein erwecken könnte, als stünden die Flachrohrenden **2** deutlich nach innen über, was tatsächlich nur für die auf der Mittellängslinie liegende Partie der Flachrohrenden **2** zutrifft. Der innere Druckverlust ist deshalb reduziert worden. Der Gesamtquerschnitt des Sammelkastens **5** ist rund bis oval ausgebildet, was die Fig. 7 zeigen soll. Die Montageplatte **10**, eines der Flachrohre **20** und ein Teil eines Ringraums **6** wurden dort lediglich in stilisierender Weise angedeutet.

[0036] Die Zugfestigkeit des Silikonklebers **SK** beträgt im Ausführungsbeispiel etwa 5,3 MPa, ausgewählt aus einem vorteilhaften Bereich zwischen 3,0 - 7,0 MPa.

[0037] Die Viskosität des Silikonklebers **SK** beträgt etwa 35 000 cP, ausgewählt aus einem Bereich zwischen 20 000 - 60 000 cP. Mit diesem Wert lässt sich der Silikonkleber **SK** auftragen, ohne auseinander zu fließen.

[0038] Im Anschluss an die beschriebene Montage wird ein Aushärtprozess durchgeführt, der in einem nicht gezeigten Trocknungs-Ofen oder auf einer Trocknungsstrecke ausgeführt wird. Die Wärmetauscher werden bei einer Temperatur von ca. 120°C etwa 30 Minuten gehalten, ausgewählt aus einem Temperaturbereich von 80 - 180°C und einer Zeitspanne zwischen 1 - 60 Minuten. Dem Silikonkleber **SK** wurde ein Katalysator aus der Gruppe der Platinmetalle beigemischt, um die Aushärtzeit zu verkürzen.

[0039] Weil die Dicke der Wandteile **a**, **b** (Fig. 5) der Flachrohre **20** extrem gering ist, nämlich in einem Bereich von 0,03 mm - 0,15 mm liegt, weil die Rippen **30** lediglich etwa 0,03 mm - 0,09 mm dick sind und weil darüber hinaus vorzugsweise kein metallischer Rohrboden eingesetzt wird, wird ein wesentlich leichter Wärmetauscher zur Verfügung gestellt. Auch seine Leistungskennwerte liegen - u. a. wegen der Inneneinsätze **c** in den Flachrohren **20** - deutlich höher als bei gewöhnlichen Wärmetauschern. Solche Wärmetauscher benötigen darüber hinaus wesentlich weniger Energie beispielsweise für den Lötprozess. Bei der Bereitstellung solcher Wärmetauscher leistet die vorgeschlagene Erfindung einen wesentlichen Beitrag.

[0040] Zahlreiche Fertigungsversuche haben ergeben, dass, bedingt durch verschiedene Fertigungseinflüsse, die genaue Übereinstimmung der Abstände der Flachrohrenden mit den Abständen der Öffnungsränder in der Montageplatte nicht ständig gewährleistet ist. Dies kann zu Beschädigungen der Flachrohrenden und der Montageplatte führen, wodurch das Wärmetauscher-Netz und die Montageplatte unbrauchbar werden können. Mittels Untersuchungen bezüglich verschiedener Ausführungsformen der Öffnungsränder und den Bereichen zwischen den Öffnungen wurde festgestellt, dass eine nachgiebige Gestaltung der Öffnungsränder und / oder der Abstände der Öffnungen sowohl die Beschädigungsgefahr durch nicht übereinstimmende Abstände, als auch die Gefahr von Klebverlust durch zu große Spalte ausschließt. Die Nachgiebigkeit der Öffnungsränder und / oder der Abstände der Öffnungen der Montageplatte kann zum Beispiel durch eine örtlich geringere Materialdicke der Montageplatte dargestellt werden, unterstützt durch Schnitte in den Öffnungsrändern.

[0041] Bei der Herstellung der Klebeverbindung bzw. des Wärmetauschers des Ausführungsbeispiels wird wie folgt verfahren:

[0042] Flachrohre **20** werden abwechselnd mit Rippen **30** zum Wärmetauscher-Netz **3** zusammengesetzt. Das Wärmetauscher-Netz **3** wird zum CAB-Löten entsprechend vorbereitet, der Lötprozess wird ausgeführt. Die freien Flachrohrenden **2** werden gegebenenfalls von Resten des Flussmittels oder anderen störenden Resten befreit bzw. ihre Oberfläche wird behandelt. Eine Montageplatte **10**, eine dünne Folie von etwa 1,0 mm Dicke oder weniger wird mit ihren Öffnungen **12** auf die Flachrohrenden **2** geschoben, wobei die nachgiebigen Öffnungsränder **13** sich an den Schmal- und Breitseiten der Flachrohre **20** anlegen.

[0043] Die Öffnungsränder **13** können mit Schnitten **14** und / oder spitz zulaufend **15** ausgebildet sein, wie in den Fig. 8 - 10 dargestellt ist. Eine zweite Ausführungsform der Öffnungsränder **13** ist in Fig. 12 gezeigt, wobei die Nachgiebigkeit durch eine örtlich verringerte Materialdicke in Form eines Absatzes **16** dargestellt ist. Als drittes Ausführungsbeispiel ist die örtlich verringerte Materialstärke mittels Rillen **17** bzw. Sicken verwirklicht, wie in Fig. 13 gezeigt ist, wobei die Form der Rillen bzw. Sicken nicht auf eine im Querschnitt kreisbogenförmige Vertiefung beschränkt sein muss. Weitere Ausführungsbeispiele zeigen in den Fig. 14 und 15 die nachgiebige Gestaltung der Abstände der Öffnungen **12** in der Montageplatte **10** durch Verringerung der Materialdicke in den Randbereichen zwischen den Öffnungen **12** und den wellenartigen Rändern **11** der Montageplatte **10**, (Fig. 14), oder zwischen den Öffnungen **12** quer über die Montageplatte **10**, (Fig. 15).

[0044] Es sind beliebige jedoch zweckmäßige Kombinationen der vorstehend beschriebenen Ausführungen möglich, um die Nachgiebigkeit zu erreichen, bzw. um dieselbe weiter zu erhöhen.

[0045] Die Montageplatte **10** kann mit ihrer Unterseite

schließlich auf den Rippen **30** sitzen, ohne daran befestigt zu werden. In der Fig. 4 ist im Gegensatz dazu ein geringer Abstand zwischen der Unterseite der Montageplatte **10** und den Rippen **30** zu sehen. Anschließend wird eine dosierte Menge des Silikonklebers **SK**, schlangelinienartig auf der Innenseite der Montageplatte **10** aufgetragen (nicht gezeigt). Danach wird der Sammelkasten **5** mit seinen Löchern **4** auf die freien Flachrohrenden **2** geschoben. Dabei kommt der Sammelkasten **5** mit der schalenartigen Montageplatte **10** zusammen, das heißt, der wellenartige Rand **11** der Montageplatte **10** greift in eine entsprechend geformte, umlaufende Nut **50** im Sammelkasten **5** ein. Die Oberseite der Montageplatte **10** verklebt dabei auch mit der Unterseite des Sammelkastens **5**.

[0046] Durch die Zusammenführung der schalenartigen Montageplatte **10** mit dem Sammelkasten **5** wird der Silikonkleber **SK** in die Ringräume **6** gedrückt. Durch das erwähnte Eingreifen des Randes **11** in die umlaufende Nut **50** wird verhindert, dass beim Zusammenführen vom Sammelkasten **5** mit der Montageplatte **10** der Silikonkleber **SK** seitlich austreten kann. Er wird vielmehr gezwungen in die Ringräume **6** einzutreten.

[0047] In der Fig. 18 wird ein Kühlflüssigkeitskühler (Wärmetauscher) eines Lastkraftfahrzeuges gezeigt, dessen Wärmetauscheretz von Kühlluft durchströmt wird. Dieser Kühlflüssigkeitskühler besitzt die vorgeschlagene Klebeverbindung an den Flachrohrenden **2** und wurde gemäß dem beschriebenen Verfahren hergestellt. Die Fig. 16 und 17 zeigen den Herstellungsablauf des Kühlflüssigkeitskühlers, ausgehend von einem bereits gelöteten Wärmetauscheretz **3**, bestehend aus Flachrohren **20** und dort nicht gezeichneten Rippen **30**. Zunächst wird die Montageplatte **10** auf die Flachrohrenden geschoben. Der Silikonkleber **SK** vom additionsvernetzenden Typ wird aufgetragen und die Flachrohrenden **2** werden in die Öffnungen des Sammelkastens **5** geschoben, wobei die Montageplatte **10** mit dem Sammelkasten **5** zusammengeführt und der Silikonkleber in die Ringräume gepresst wird.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit einem Sammelkasten (5) aus Kunststoff oder Metall, mit metallischen Flachrohrenden (2), die Teil eines gelöteten Wärmetauscheretzes (3) sind und mit einer Klebeverbindung (1) für die metallischen Flachrohrenden (2) in korrespondierende Öffnungen (4) des Sammelkastens (5), mit je einem Ringraum (6) um die Flachrohrenden (2) herum, in denen sich ein Silikonkleber (SK) befindet, wobei die allerletzten Enden der Flachrohrenden (2) in sehr engen Öffnungsabschnitten stecken, die Teil der Öffnungen im Sammelkasten sind, um zu vermeiden, dass der Silikonkleber später in wesentlichen Kontakt mit dem durch den Wärmetauscher strömenden Medium kommt,

wobei der Silikonkleber (SK) vom additionsvernetzenden Typ ist und einen Speichermodul im Wertebereich zwischen 0,1 - 3,0 MPa aufweist, wobei eine Montageplatte (10) als dünne Folie ausgebildet und angeordnet ist, die die Ringräume (6) verschließt.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringräume (6) etwa zu 60 - 95% ihres Volumens mit dem Silikonkleber (SK) ausgefüllt sind,
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit dem Silikonkleber (SK) ausgefüllte Höhe (h) der Ringräume (6) etwa 5 - 15 mm und die Breite (b) der Ringräume (6) etwa 0,5 - 3,0 mm beträgt,
4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Silikonkleber (SK) aus einer oder aus wenigstens zwei Komponenten besteht.
5. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dehnung des Silikonklebers größer als 100%, beispielsweise 150% ist.
6. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zugfestigkeit des Silikonklebers (SK) etwa zwischen 3,0 - 7,0 MPa, vorzugsweise etwa bei 4,0 - 6,0 MPa liegt.
7. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Silikonkleber (SK) einen Katalysator aus der Gruppe der Platinmetalle bzw. deren Verbindungen aufweist.
8. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dynamische Viskosität des nicht ausgehärteten Silikonklebers (SK) etwa 20 000 - 60 000 cP beträgt.
9. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringräume (6) über die mit dem Silikonkleber (SK) ausgefüllte Höhe (h) etwa die gleiche Breite (b) aufweisen.
10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringräume (6) über die mit dem Silikonkleber (SK) ausgefüllte Höhe (h) eine abnehmende/ansteigende Breite (b) aufweisen.
11. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der nicht mit dem Silikonkleber (SK) ausgefüllte Teil (60) der Ringräume (6) zum Sammelkasten (5) hinweisend angeordnet ist.

12. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Montageplatte (10) mit einem aufgerichteten und umlaufenden Rand (11) der Höhe (H) ausgebildet ist.
13. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rand (11) der Montageplatte (10) in eine korrespondierende Nut (50) des Sammelkastens (5) eingreift und dass die Montageplatte (10) entweder mit ihrer Unterseite an Rippen (30) des gelöteten Wärmetauscheretzes (3) anliegt oder in einem geringen Abstand zu den Rippen (30) angeordnet ist.
14. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sammelkasten (5) im Querschnitt etwa rund bis oval ausgebildet ist, um seine Druckstabilität zu verbessern.
15. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Montageplatte (10) Öffnungen (12) aufweist, deren Öffnungsränder (13) und / oder die Abstände der Öffnungen (12) nachgiebig ausgebildet sind.
16. Wärmetauscher nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nachgiebigkeit der Öffnungsränder (13) durch eine örtliche Verringerung der Materialdicke der Montageplatte (10) dargestellt ist.
17. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 15 und 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nachgiebigkeit der Öffnungsränder durch Schnitte (14) in den Öffnungsrändern (13) dargestellt ist.
18. Wärmetauscher nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die örtliche Verringerung der Materialdicke der Montageplatte durch einen spitz zulaufenden Querschnitt (15) dargestellt ist.
19. Wärmetauscher nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die örtliche Verringerung der Materialdicke der Montageplatte (10) durch einen Querschnitt mit Absatz (16) dargestellt ist.
20. Wärmetauscher nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die örtliche Verringerung der Materialdicke der Montageplatte (10) durch einen Querschnitt mit zwei oder mehreren Rillen (17) dargestellt ist.
21. Wärmetauscher nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nachgiebigkeit der Abstände der Öffnungen (12) durch eine Verringerung der Materialdicke zwischen den Öffnungen (12) der Montageplatte (10) dargestellt ist.
22. Wärmetauscher nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nachgiebigkeit der Abstände der Öffnungen (12) durch eine Verringerung der Materialdicke in den Bereichen zwischen den Öffnungen (12) der Montageplatte (10) und den wellenartigen Rändern (11) der Montageplatte (10) dargestellt ist.
23. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1-22, mit einer Klebeverbindung (1) für metallische Flachrohrenden (2) in korrespondierende Öffnungen (4) von Sammelkästen (5) des Wärmetauschers, bei dem ein Silikonkleber in je einen Ringraum (6) zwischen den Flachrohrenden (2) und den Öffnungen (4) eingebracht wird, wobei der Silikonkleber im Wesentlichen nicht in Kontakt mit dem durch den Wärmetauscher strömenden Medium ist, wobei die Ringräume (6) mit einem einen Speichermodul im Wertebereich zwischen etwa 0,1 - 3,0 MPa aufweisenden Silikonkleber (SK) vom additionsvernetzenden Typ mittels einer Montageplatte (10) befüllt und verschlossen werden.
24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringräume (6) etwa zu 60 - 95 % ihres Volumens mit dem Silikonkleber (SK) ausgefüllt werden.
25. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine dosierte Menge des Silikonklebers (SK) zuvor auf die Montageplatte (10) aufgetragen und durch die Zusammenführung von Montageplatte (10) mit dem Sammelkasten (5) in die Ringräume (6) gedrückt wird.
26. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Montageplatte (10) einen aufgerichteten Rand (11) aufweist, der so hoch ist, dass der Rand (11) beim Zusammenführen der Montageplatte (6) mit dem Sammelkasten (5) zunächst in einen korrespondierenden Schlitz (50) im Sammelkasten (5) eingeführt wird, bevor das Eindringen des Silikonklebers (SK) ausgeführt wird.
27. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Silikonkleber zuvor ein Katalysator beigemischt wird.
28. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachrohrenden (2) zuvor beispielsweise von Lötflussmitteln befreit werden, um einen direkten metallischen Kontakt des Silikonklebers (SK) zu gewährleisten.
29. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Silikonkleber (SK) entweder aus einer Komponente besteht oder zuvor aus wenig-

stens zwei Komponenten zur Anwendung gemischt wird.

30. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klebeverbindung bzw. der Wärmetauscher einer Temperatur von etwa 80 - 180°C über einen Zeitraum von 1 - 60 Minuten ausgesetzt wird, um den Silikonkleber (SK) aushärten zu lassen.

Claims

1. Heat exchanger having a collecting tank (5) made of plastic or metal, having flat metal tube ends (2) that are part of a brazed heat exchanger network (3) and having an adhesive connection (1) for the flat metal tube ends (2) in corresponding openings (4) in the collecting tank (5), each opening having an annular space (6) around the flat tube ends (2), in which a silicone adhesive (SK) is located, the extreme ends of the flat tube ends (2) being inserted in very narrow opening portions that are part of the openings in the collecting tank, in order to avoid the silicone adhesive later coming into significant contact with the medium flowing through the heat exchanger, the silicone adhesive (SK) being of the addition-crosslinking type and having a storage modulus in the range of values between 0.1 and 3.0 MPa, a mounting plate (10) being formed and arranged as a thin foil, which closes the annular spaces (8).
2. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the annular spaces (6) are filled to approximately 60 to 95% of their volume with the silicone adhesive (SK).
3. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the height (h) of the annular spaces (6) that is filled with the silicone adhesive (SK) is approximately 5 to 15 mm and the width (b) of the annular spaces (6) is approximately 0.5 to 3.0 mm.
4. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the silicone adhesive (SK) consists of one component or of at least two components.
5. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the elongation of the silicone adhesive is greater than 100%, for example 150%.
6. Heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** the tensile strength of the silicone adhesive (SK) lies approximately between 3.0 and 7.0 MPa, preferably at approximately 4.0 to 6.0 MPa.
7. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the silicone adhesive (SK) has a catalyst

from the group of platinum metals or their compounds.

8. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the dynamic viscosity of the non-cured silicone adhesive (SK) is approximately 20,000 to 60,000 cP.
9. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the annular spaces (6) have approximately the same width (b) over the height (h) that is filled with the silicone adhesive (SK).
10. Heat exchanger according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the annular spaces (6) have a decreasing/increasing width (b) over the height (h) that is filled with the silicone adhesive (SK).
11. Heat exchanger according to Claims 1 and 2, **characterized in that** the part (60) of the annular spaces (6) that is not filled with the silicone adhesive (SK) is arranged facing the collecting tank (5).
12. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the mounting plate (10) is formed with an upright, peripheral edge (11) of the height (H).
13. Heat exchanger according to Claims 1 and 12, **characterized in that** the edge (11) of the mounting plate (10) engages in a corresponding groove (50) of the collecting tank (5) and **in that** the mounting plate (10) either lies with its underside on ribs (30) of the brazed heat exchanger network (3) or is arranged at a small distance from the ribs (30).
14. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the collecting tank (5) is of an approximately round to oval form in cross section, in order to improve its compressive stability.
15. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the mounting plate (10) has openings (12), the edges (13) of which and/or the distances between the openings (12) are formed in a yielding manner.
16. Heat exchanger according to Claim 15, **characterized in that** the yielding compliance of the edges (13) of the openings is represented by a local reduction in the material thickness of the mounting plate (10).
17. Heat exchanger according to Claims 15 and 16, **characterized in that** the yielding compliance of the edges of the openings is represented by cuts (14) in the edges (13) of the openings.
18. Heat exchanger according to Claim 16, **character-**

ized in that the local reduction in the material thickness of the mounting plate is represented by a cross section (15) tapering to a point.

19. Heat exchanger according to Claim 16, **characterized in that** the local reduction in the material thickness of the mounting plate (10) is represented by a cross section with an offset (16).
20. Heat exchanger according to Claim 16, **characterized in that** the local reduction in the material thickness of the mounting plate (10) is represented by a cross section with two or more channels (17).
21. Heat exchanger according to Claim 15, **characterized in that** the yielding compliance of the distances between the openings (12) is represented by a reduction in the material thickness between the openings (12) in the mounting plate (10).
22. Heat exchanger according to Claim 15, **characterized in that** the yielding compliance of the distances between the openings (12) is represented by a reduction in the material thickness in the regions between the openings (12) in the mounting plate (10) and the wave-like edges (11) of the mounting plate (10).
23. Method for producing a heat exchanger according to one of Claims 1 - 22, having an adhesive connection (1) for flat metal tube ends (2) in corresponding openings (4) in collecting tanks (5) of the heat exchanger, in which a silicone adhesive is introduced into a respective annular space (6) between the flat tube ends (2) and the openings (4), the silicone adhesive substantially not coming into contact with the medium flowing through the heat exchanger, the annular spaces (6) being filled and closed with a silicone adhesive (SK) of the addition-crosslinking type, having a storage modulus in the range of values between approximately 0.1 and 3.0 MPa, by means of a mounting plate (10).
24. Method according to Claim 23, **characterized in that** the annular spaces (6) are filled to approximately 60 to 95% of their volume with the silicone adhesive (SK).
25. Method according to Claim 23, **characterized in that** a metered amount of the silicone adhesive (SK) is applied in advance to the mounting plate (10) and is forced into the annular spaces (6) by the bringing together of the mounting plate (10) and the collecting tank (5).
26. Method according to Claim 23, **characterized in that** the mounting plate (10) has an upright edge (11), which is of such a height that, when the mount-

ing plate (6) is brought together with the collecting tank (5), the edge (11) is first inserted into a corresponding slot (50) within the collecting tank (5) before the forcing-in of the silicone adhesive (SK) is performed.

27. Method according to Claim 23, **characterized in that** a catalyst is admixed in advance with the silicone adhesive.
28. Method according to Claim 23, **characterized in that** the flat tube ends (2) are freed for example of fluxes in advance, in order to ensure direct metal contact of the silicone adhesive (SK).
29. Method according to Claim 23, **characterized in that** the silicone adhesive (SK) either consists of one component or, in preparation for use, is mixed in advance from at least two components.
30. Method according to Claim 23, **characterized in that** the adhesive connection or the heat exchanger is exposed to a temperature of approximately 80 to 180°C over a time period of 1 to 60 minutes in order to allow the silicone adhesive (SK) to cure.

Revendications

1. Echangeur de chaleur doté d'un caisson collecteur (5) en matière synthétique ou en métal, d'extrémités métalliques (2) de tubes plats qui font partie d'un réseau (3) brasé d'échangeur de chaleur et de liaisons collée (1) des extrémités métalliques (2) des tubes plats dans des ouvertures correspondantes (4) du caisson collecteur (5), avec un espace annulaire (6) autour de chaque extrémité (2) de tube plat dans lequel est placé un adhésif au silicone (SK), les avant-dernières extrémités (2) de tubes plats s'enfonçant dans des tronçons d'ouverture très étroits qui font partie des ouvertures ménagées dans le caisson collecteur, pour éviter que l'adhésif au silicone vienne ultérieurement essentiellement en contact avec le fluide qui traverse l'échangeur de chaleur, l'adhésif au silicone (SK) étant de type réticulant par addition et présentant un module de mémoire de l'ordre de 0,1 à 3,0 MPa, une plaque de montage (10) configurée comme feuille mince étant disposée de manière à fermer les espaces annulaires (6).
2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le volume des espaces annulaires (6) est rempli à environ 60-95 % d'adhésif au silicone (SK).
3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la hauteur (h), remplie d'adhésif

au silicone (SK), des espaces annulaires (6) est d'environ 5 à 15 mm et **en ce que** la largeur (b) des espaces annulaires (6) est d'environ 0,5 à 3,0 mm.

4. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'adhésif au silicone (SK) est constitué d'un ou d'au moins deux composants. 5
5. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'allongement de l'adhésif au silicone est supérieur à 100 % et est par exemple de 150 %. 10
6. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la résistance à la traction de l'adhésif au silicone (SK) est comprise entre environ 3,0 et 7,0 MPa et de préférence sensiblement entre 4,0 et 6,0 MPa. 15
7. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'adhésif au silicone (SK) présente un catalyseur sélectionné dans l'ensemble des métaux de la série du platine et de leurs composés. 20
8. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la viscosité dynamique de l'adhésif au silicone (SK) non durci est d'environ 20 000 à 60 000 cP. 25
9. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les espaces annulaires (6) présentent sensiblement la même largeur (b) au-dessus de la hauteur (h) remplie d'adhésif au silicone (SK). 30
10. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les espaces annulaires (6) présentent une largeur (b) qui diminue ou augmente au-dessus de la hauteur (h) remplie d'adhésif au silicone (SK). 35
11. Echangeur de chaleur selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la partie (60), non remplie d'adhésif au silicone (SK), des espaces annulaires (6) est disposée du côté du caisson collecteur (5). 40
12. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque de montage (10) est configurée avec un bord redressé (11) de hauteur (H). 45
13. Echangeur de chaleur selon les revendications 1 et 12, **caractérisé en ce que** le bord (11) de la plaque de montage (10) s'engage dans une rainure correspondante (50) du caisson collecteur (5) et **en ce que** la plaque de montage (10) repose par sa face inférieure sur des nervures (30) du réseau (3) brasé d'échangeurs de chaleur ou est disposée à petite 55

distance des nervures (30).

14. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** pour améliorer sa stabilité sous pression, le caisson collecteur (5) présente une section transversale sensiblement circulaire à ovale. 5
15. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque de montage (10) présente des ouvertures (12) dont les bords (13) et/ou les distances entre les ouvertures (12) sont déformables. 10
16. Echangeur de chaleur selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la déformabilité des bords (13) des ouvertures est obtenue par une diminution locale de l'épaisseur de la matière de la plaque de montage (10). 15
17. Echangeur de chaleur selon les revendications 15 et 16, **caractérisé en ce que** la déformabilité des bords des ouvertures est obtenue par des découpes (14) ménagées dans les bords (13) des ouvertures. 20
18. Echangeur de chaleur selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la diminution locale de l'épaisseur de matière de la plaque de montage est obtenue par une section transversale (15) qui converge en pointe. 25
19. Echangeur de chaleur selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la diminution locale de l'épaisseur de matière de la plaque de montage (10) est obtenue par une section transversale à décalage (16). 30
20. Echangeur de chaleur selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la diminution locale de l'épaisseur de matière de la plaque de montage (10) est obtenue par une section transversale présentant deux ou plusieurs rainures (17). 35
21. Echangeur de chaleur selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la déformabilité des distances entre les ouvertures (12) est obtenue par une diminution de l'épaisseur de matière entre les ouvertures (12) de la plaque de montage (10). 40
22. Echangeur de chaleur selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la déformabilité des distances entre les ouvertures (12) est obtenue par une diminution de l'épaisseur de matière dans les parties situées entre les ouvertures (12) de la plaque de montage (10) et les bords ondulés (11) de la plaque de montage (10). 45
23. Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 22, qui présente 55

une liaison collée (1) d'extrémités (2) de tubes métalliques plats dans des ouvertures correspondantes (4) de caissons de collecte (5) de l'échangeur de chaleur, dans lequel un adhésif au silicone est apporté dans l'espace annulaire (6) situé entre chacune des extrémités (2) de tubes plats et les ouvertures (4), l'adhésif au silicone n'entrant essentiellement pas en contact avec le fluide qui traverse l'échangeur de chaleur, les espaces annulaires (6) étant remplis d'un adhésif au silicone (SK) dont le module de mémoire est de l'ordre d'environ 0,1 à 3,0 MPa et de type réticulant par addition et étant fermés à l'aide d'une plaque de montage (10).

24. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce qu'**environ 60 à 95 % du volume des espaces annulaires (6) est rempli de l'adhésif au silicone (SK).
25. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce qu'**une quantité dosée d'adhésif au silicone (SK) est préalablement appliquée sur la plaque de montage (10) et est refoulée dans les espaces annulaires (6) lorsque la plaque de montage (10) est rapprochée du caisson collecteur (5).
26. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** la plaque de montage (10) présente un bord relevé (11) suffisamment haut pour que le bord (11) soit d'abord inséré dans une fente (50) qui lui correspond dans le caisson collecteur (5) lorsque la plaque de montage (6) est rapprochée du caisson collecteur (5), avant que l'adhésif au silicone (SK) soit enfoncé.
27. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce qu'**un catalyseur est préalablement ajouté à l'adhésif au silicone.
28. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** les extrémités (2) des tubes plats sont d'abord débarrassées par exemple de flux de brasage pour garantir un contact métallique direct avec l'adhésif au silicone (SK).
29. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** l'adhésif au silicone (SK) est constitué d'un composé ou est avant d'être utilisé obtenu par mélange d'au moins deux composants.
30. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** la liaison collée et l'échangeur de chaleur sont exposés à une température d'environ 80 à 180°C pendant une durée de 1 à 60 minutes pour permettre à l'adhésif au silicone (SK) de durcir.

FIG. 1

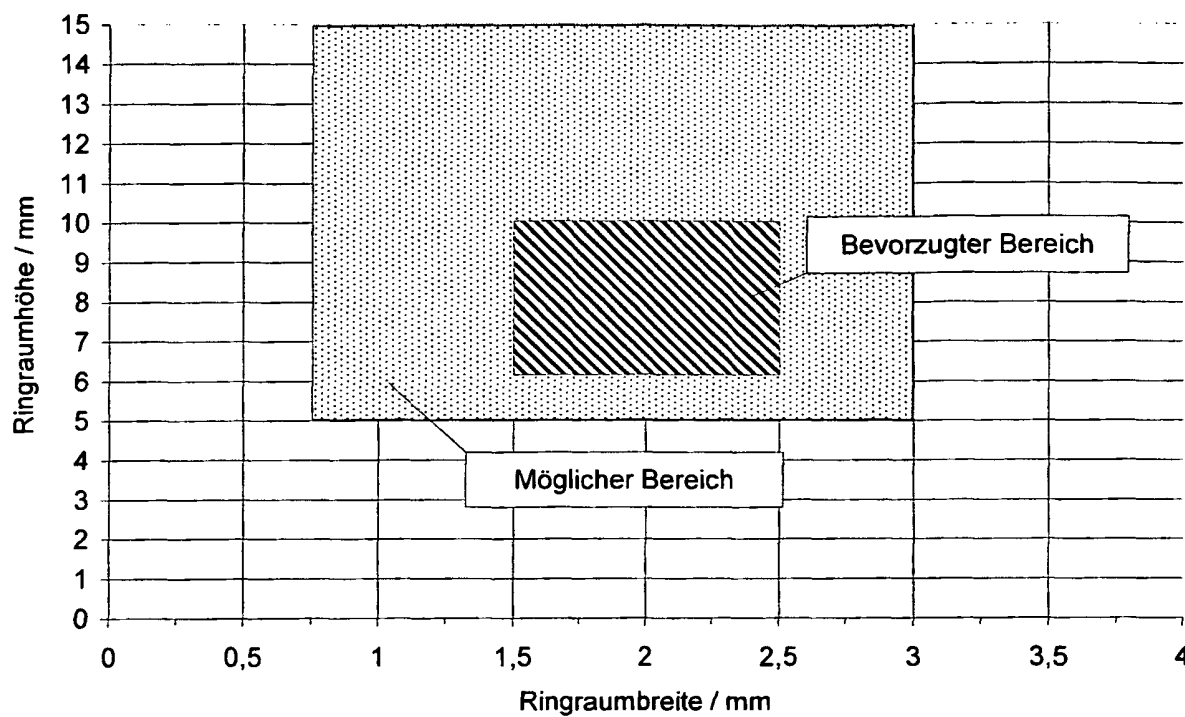


FIG. 2

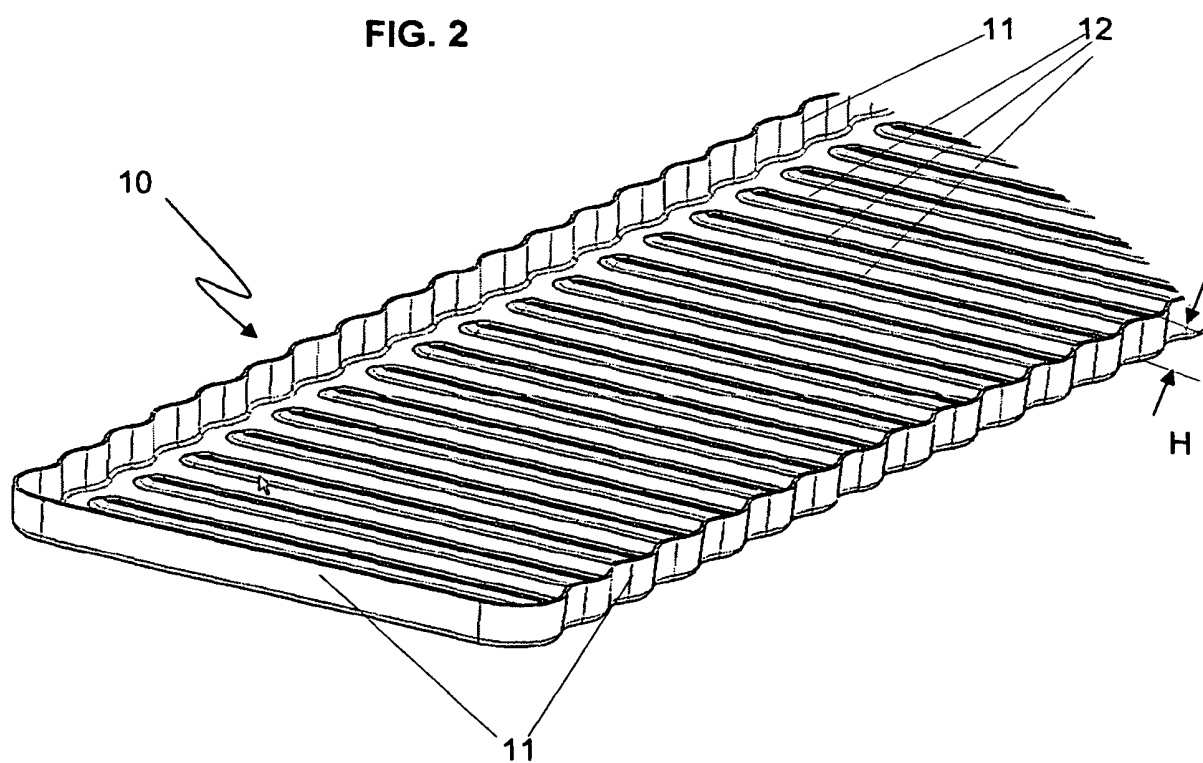


FIG. 3

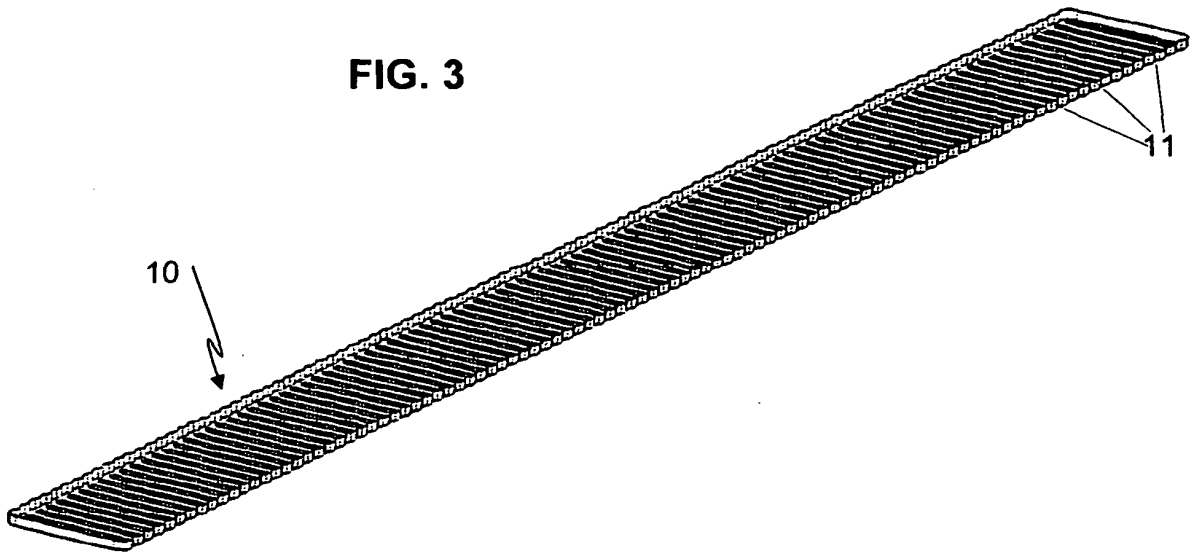


FIG. 4

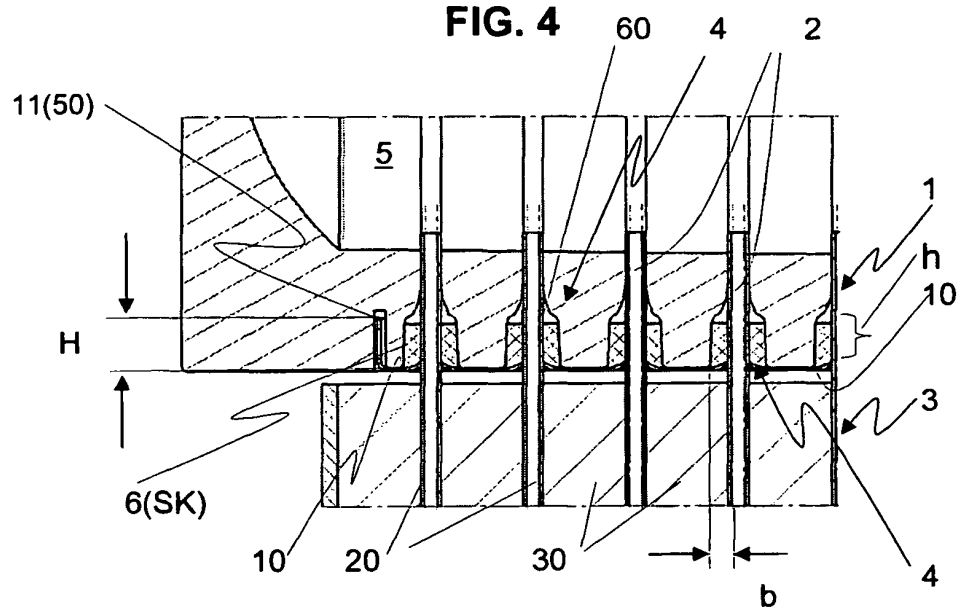


FIG. 5

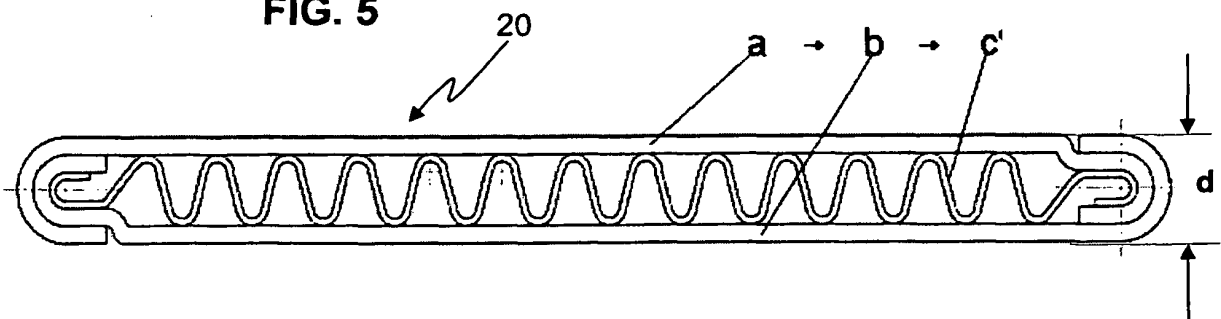


FIG. 6

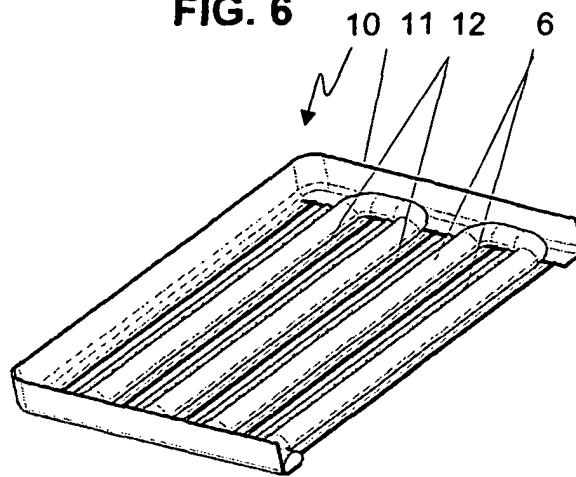


FIG. 7

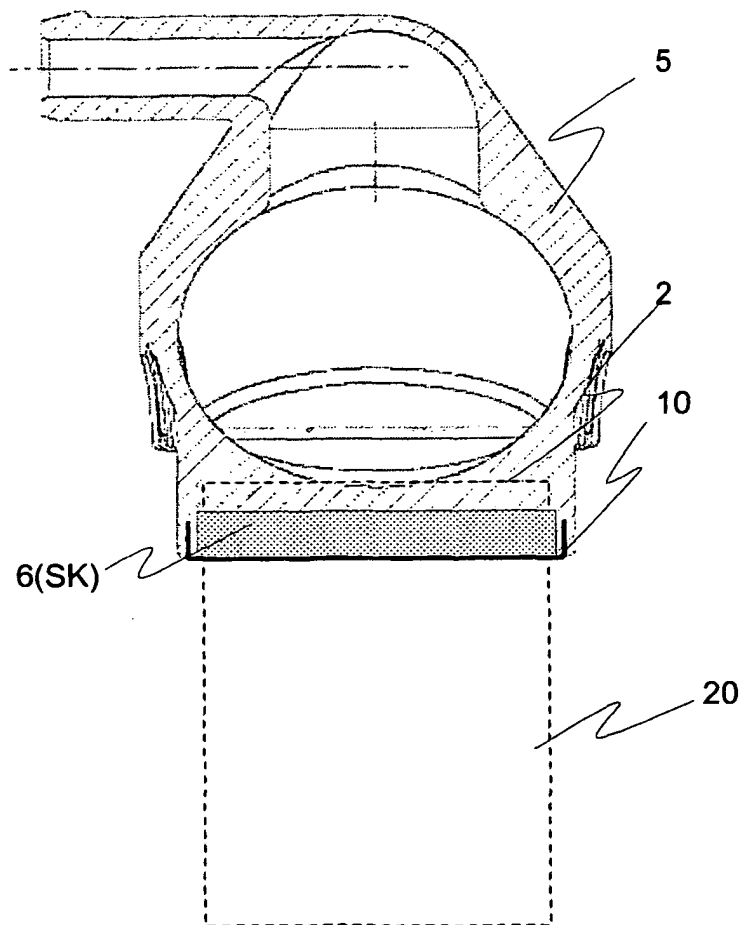


Fig. 8

siehe Fig. 9

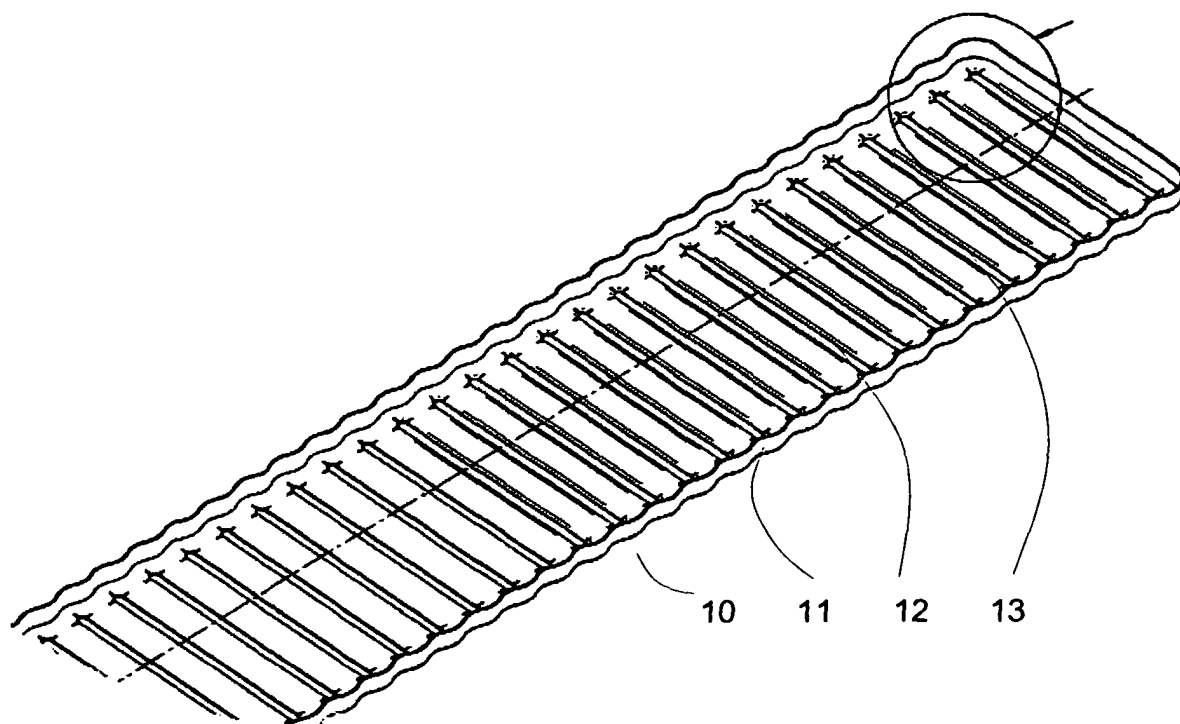


Fig. 9

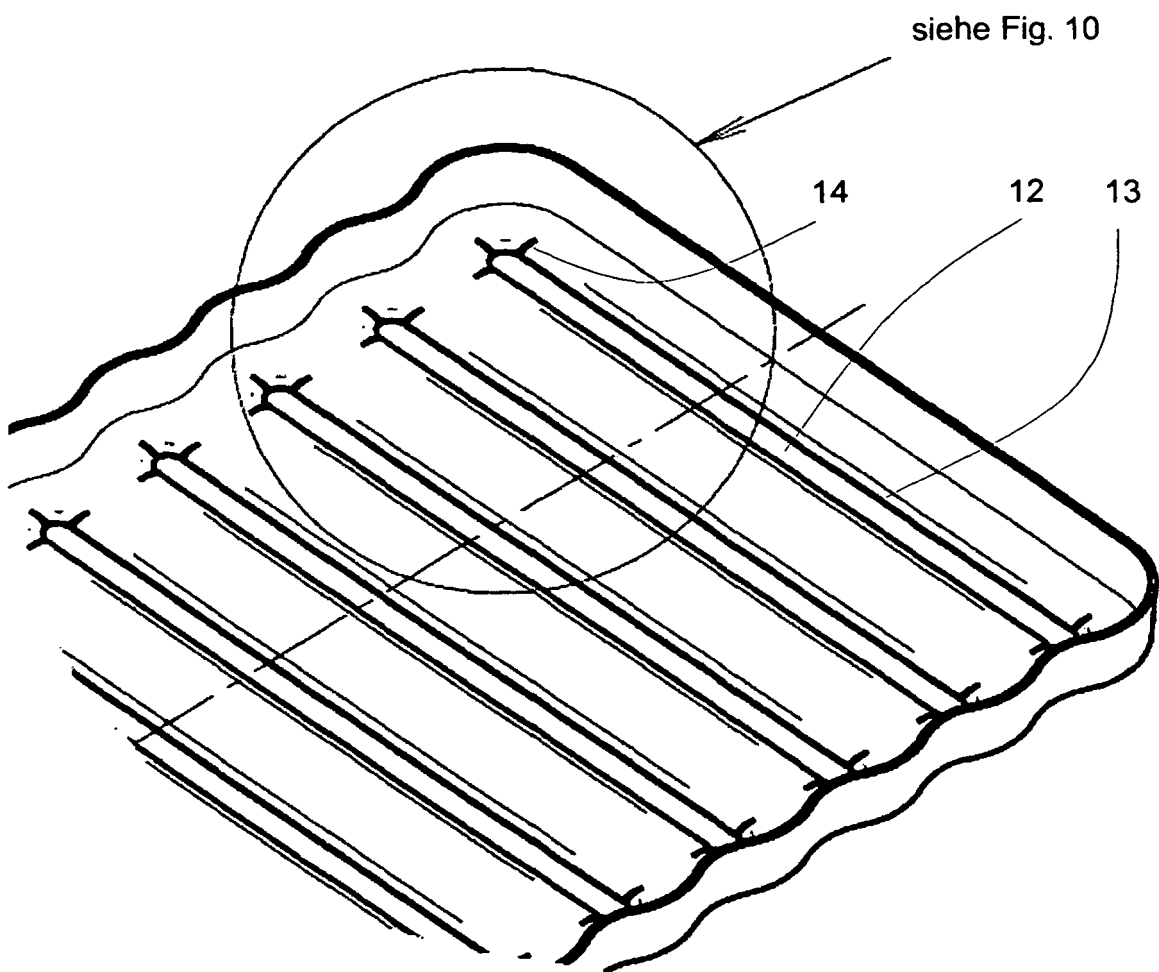


Fig. 10

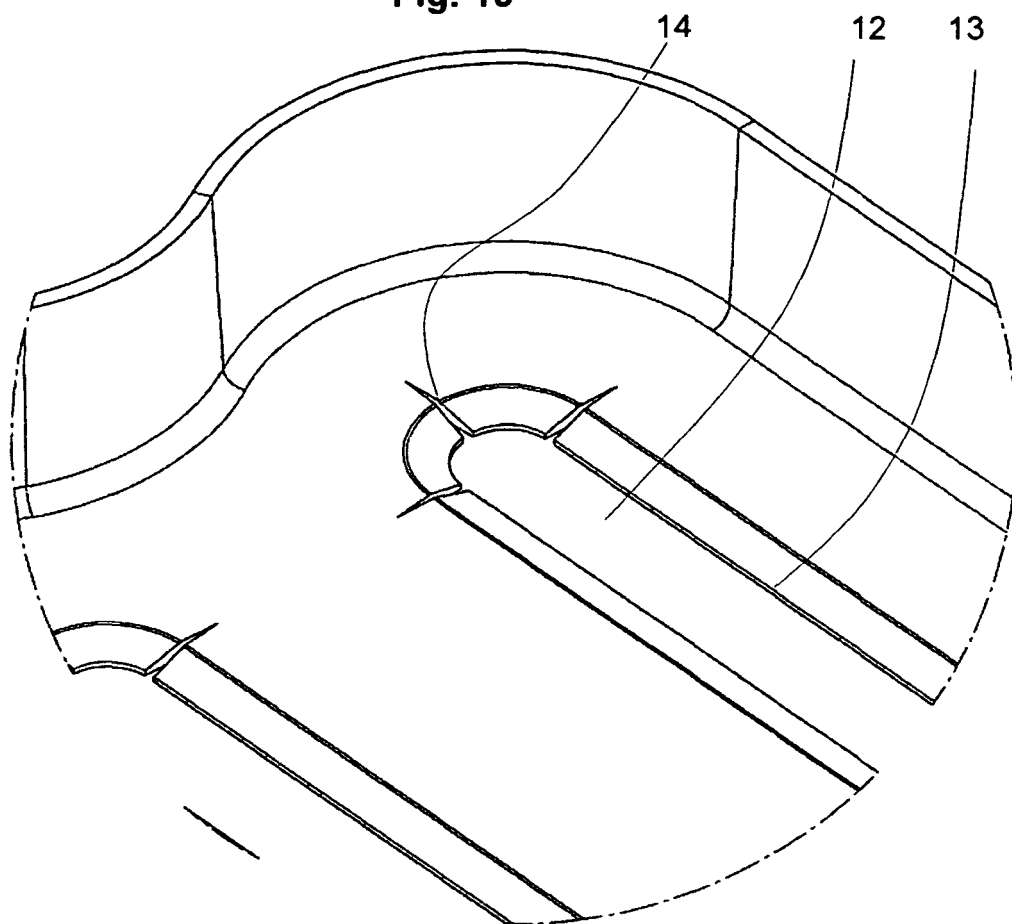


Fig. 11

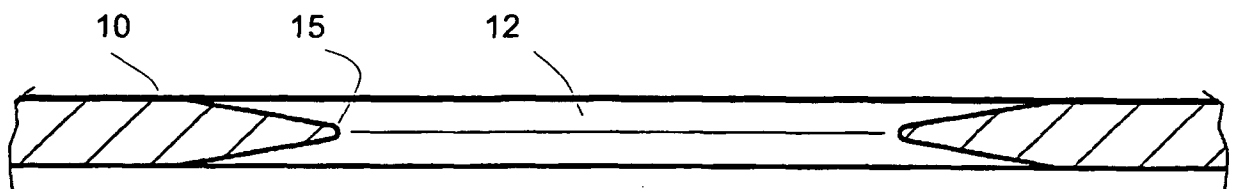


Fig. 12

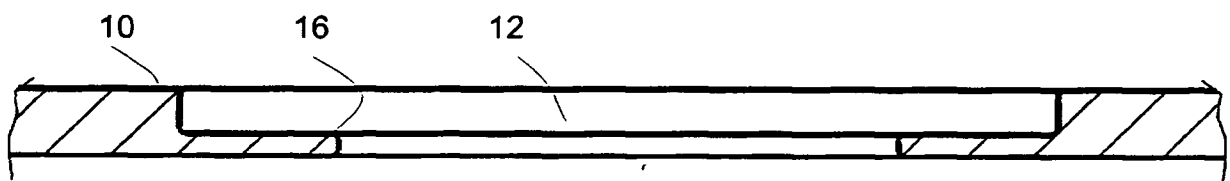


Fig. 13

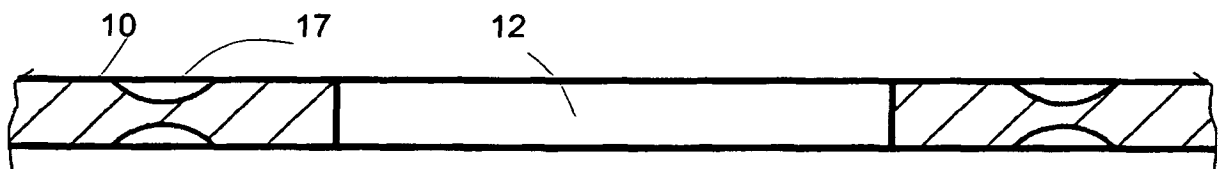


Fig. 14

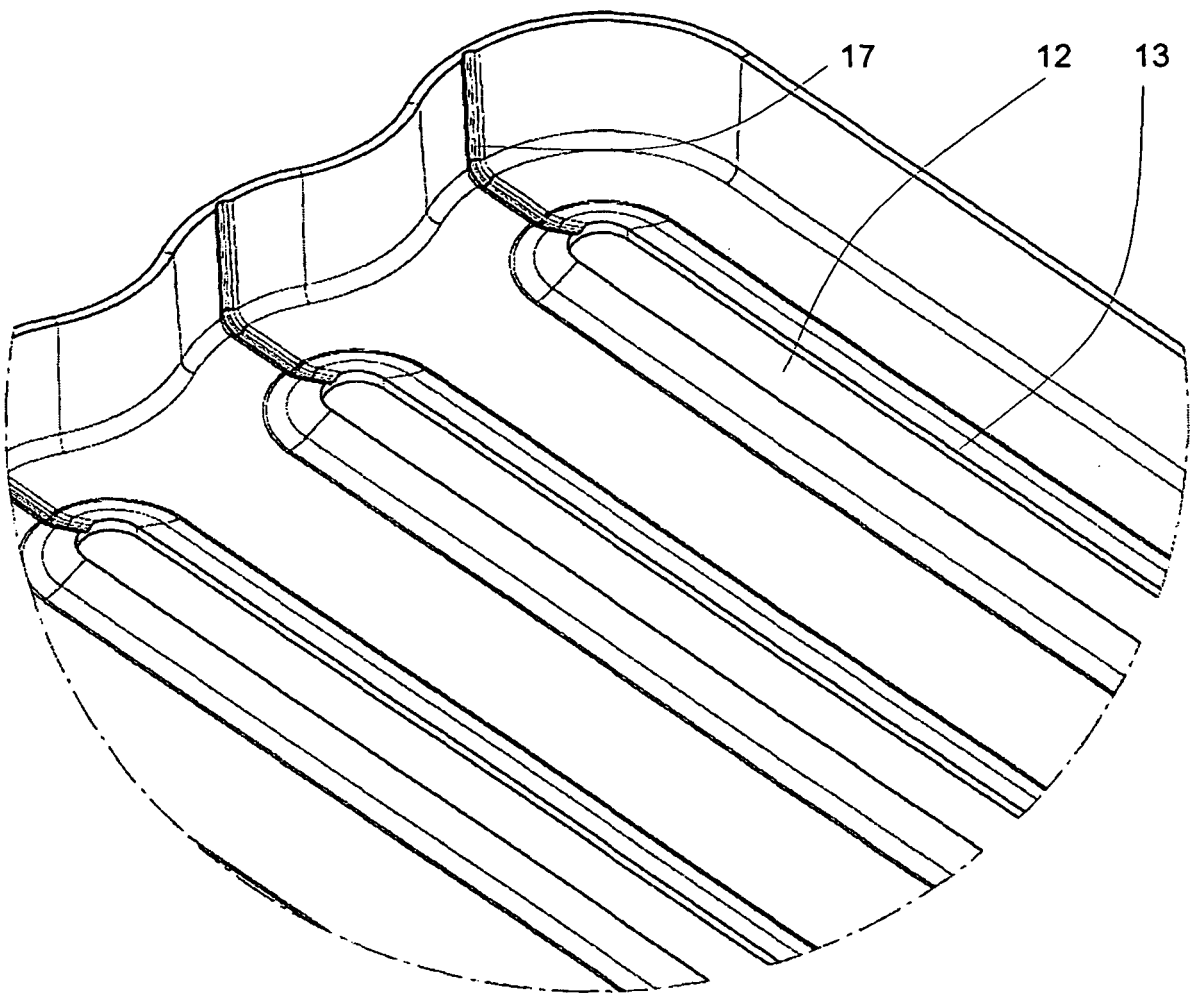


Fig. 15

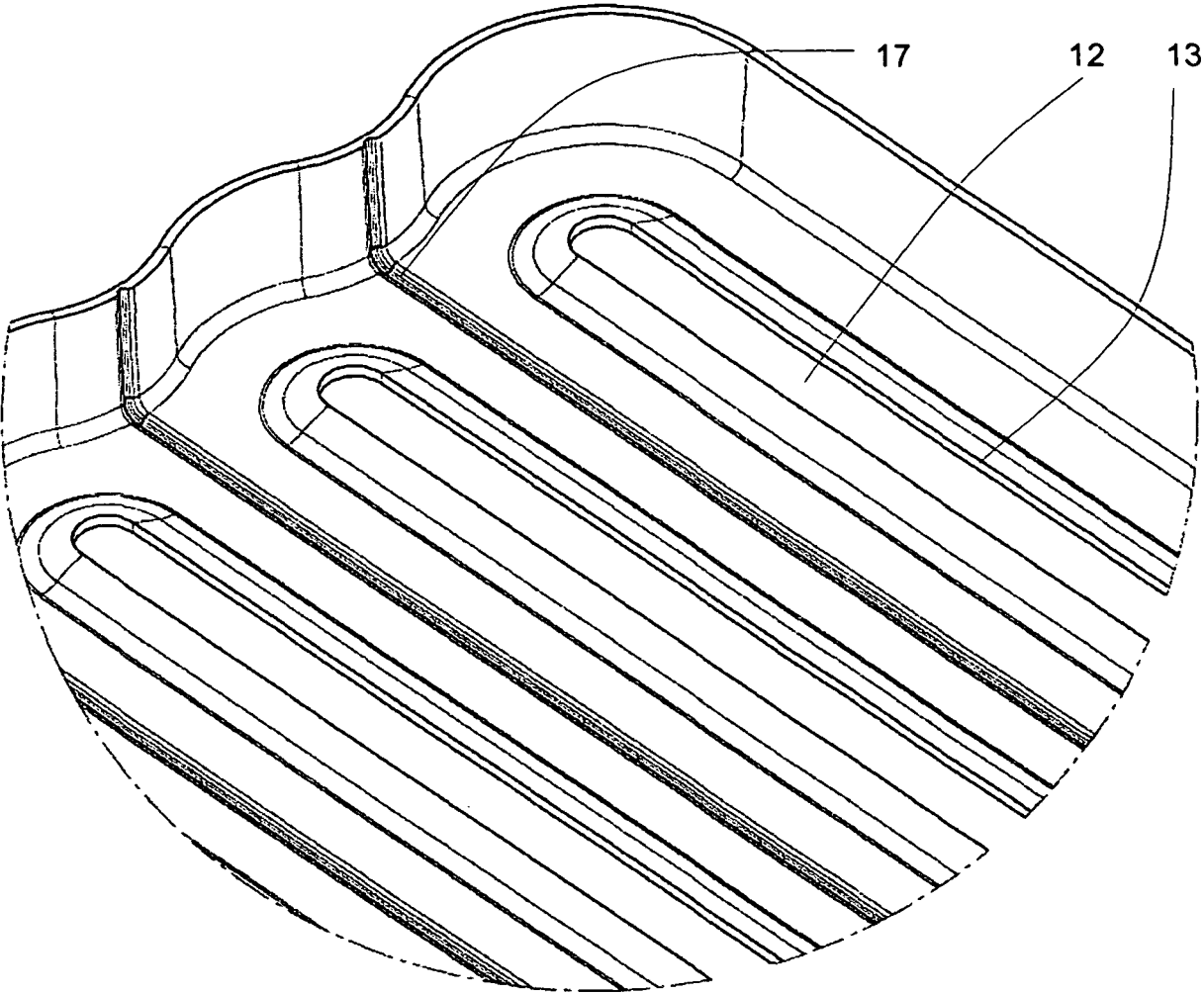


FIG. 16

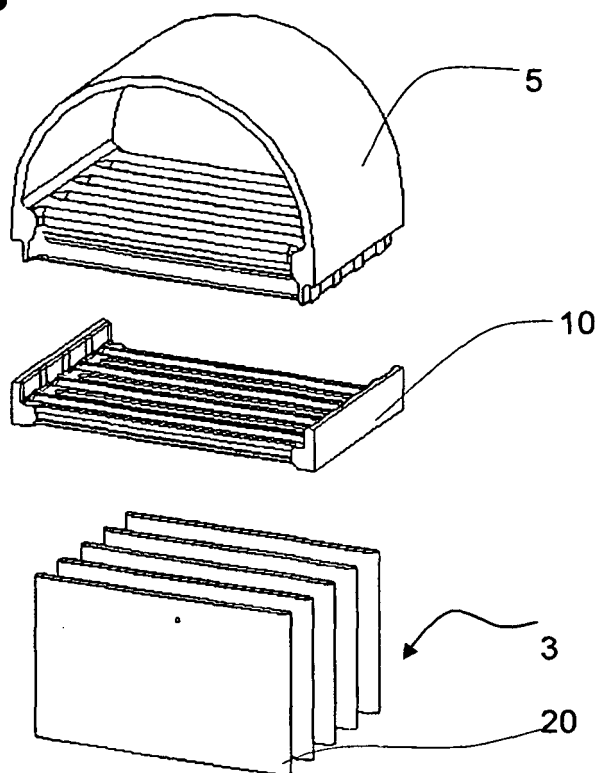
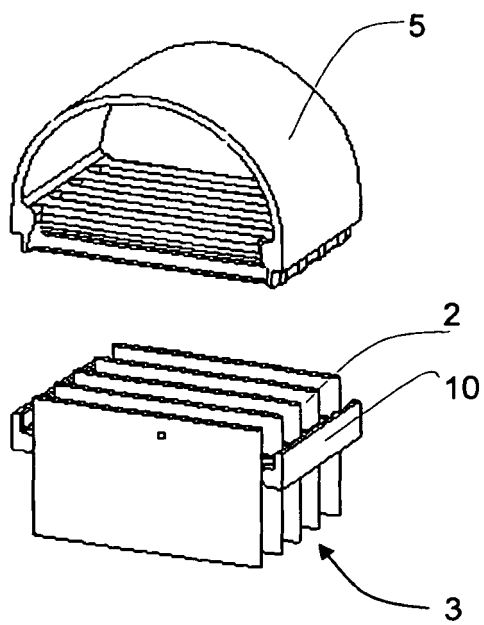
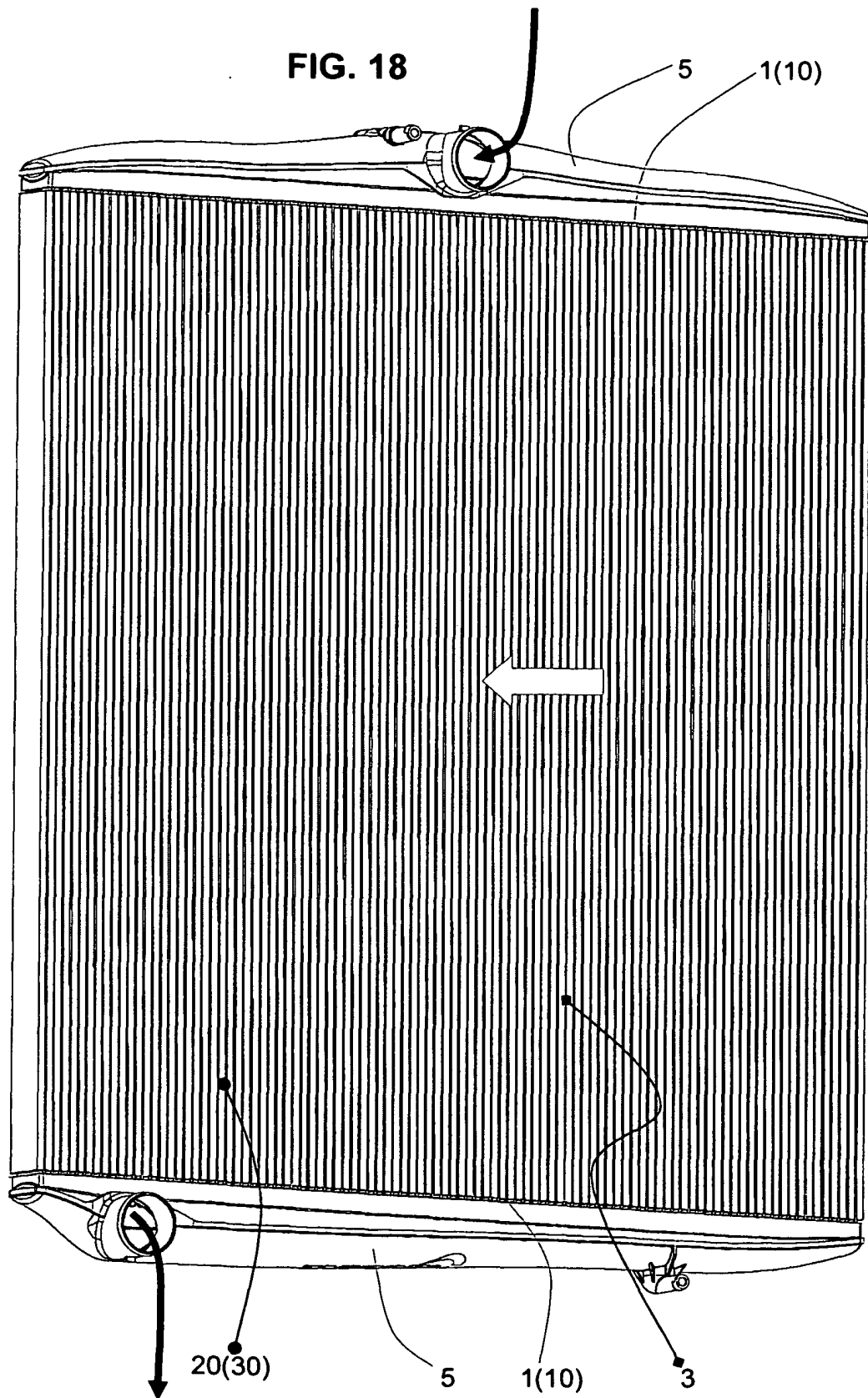


FIG. 17





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

- DE 102008021544 [0002]
- WO 2006010435 A1 [0003]
- WO 2007009588 A1 [0004]
- DE 3809944 C2 [0005]
- FR 2794227 [0006]
- EP 159729 A [0007]