



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 026 294 A1** 2006.12.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 026 294.5**

(22) Anmeldetag: **08.06.2005**

(43) Offenlegungstag: **14.12.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F28F 1/00** (2006.01)

F28F 9/00 (2006.01)

F28D 1/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Behr GmbH & Co. KG, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Ghiani, Franco, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE

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

DE 198 58 499 A1

DE 23 32 200 A1

DE 14 79 420 A

US 41 93 180

EP 06 79 853 A1

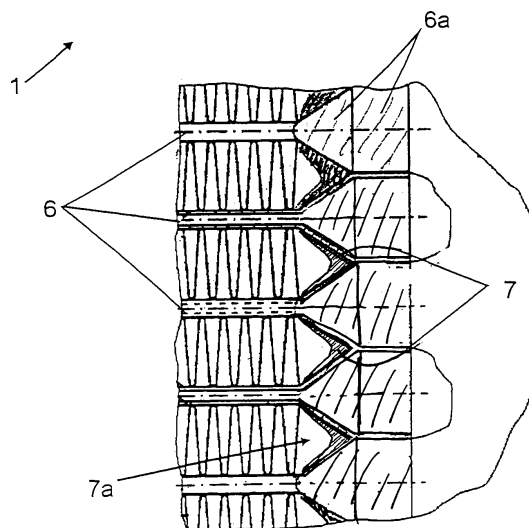
JP 01-2 96 096 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscher für ein Kraftfahrzeug und Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher für ein Kraftfahrzeug, insbesondere zur Kühlung eines Hauptantriebs des Kraftfahrzeugs, umfassend eine Mehrzahl von benachbarten Rohren (6, 6') aus Metall zur Durchströmung mit einem flüssigen Kühlmittel, wobei jeweils ein Endbereich eines Rohres (6, 6') in einen von dem Kühlmittel durchströmten Sammelbereich (4, 4') aus Metall einmündet. Ein Wärmetauscher, der hinsichtlich seiner Lebensdauer und Zuverlässigkeit verbessert ist, wird erfindungsgemäß dadurch geschaffen, daß der Endbereich des Rohres (6, 6') und/oder der Sammelbereich (4, 4') zumindest teilweise mit einem Kunststoff (7, 7') beschichtet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher für ein Kraftfahrzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers für ein Kraftfahrzeug nach den Merkmalen des Anspruchs 16.

Stand der Technik

[0002] Moderne Wärmetauscher bzw. Hauptkühler von Kraftfahrzeugen sollen in der Regel einen hohen Wärmeumsatz bei geringem Gewicht gewährleisten. Die hierzu regelmäßig angewendeten Bauweisen, etwa mittels Flachrohren auf Basis von Aluminiumlegierungen, sind hinsichtlich Dichtheit und Ausschußquote bei der Produktion oft problematisch. Dabei stellen besonders solche Bereiche, in denen die Kühlerrohre in einen Sammelbereich einmünden bzw. Bereiche von Verlotungen oder Verschweißungen der Rohre, kritische Stellen dar. Druckschwankungen im Kühlsystem sowie thermisch bedingte Materialspannungen können in Verbindung mit einer Leichtbauweise und geringen Wandstärken zu Haarrissen oder ähnlichen Gründen für Undichtigkeiten führen.

Aufgabenstellung

[0003] Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen eingangs genannten Wärmetauscher anzugeben, der hinsichtlich seiner Lebensdauer und Zuverlässigkeit verbessert ist. Es ist ferner die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Wärmetauschers anzugeben.

[0004] Diese Aufgabe wird für einen eingangs genannten Wärmetauscher erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Durch die zumindest teilweise Beschichtung von Endbereich des Rohres und Sammelbereich mit einem Kunststoff wird eine Abdichtung von bestehenden oder im Zuge eines Betriebs noch auftretenden Haarrissen vorteilhaft gewährleistet. Insbesondere können bereits bei der Produktion sämtliche Übergangsstellen zwischen den Rohren und dem Sammelbereich auf diese Weise vorsorglich geschützt werden.

[0006] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Rohre als Flachrohre ausgebildet, die in ihrem Endbereich eine Auftulung aufweisen. Derartige Rohre mit Auftulungen sind für eine kostengünstige Leichtbauweise besonders geeignet, wobei die aufgetulpten Endbereiche naturgemäß besonders anfällig gegen Materialrisse sind. Eine Kombination mit der erfindungsgemäßen Kunststoffbeschichtung ist somit besonders vorteilhaft. Weiterhin bevorzugt ist der Kunststoff daher im wesentlichen im Bereich der Auftulungen angeordnet.

[0007] Vorteilhaft sind die Rohre in ihren Endbereichen verschweißt und/oder verlötet. Bevorzugt ist die Verschweißung und/oder Verlotung bezüglich des Kühlmittels dichtend, wobei der Kunststoff zusätzlich auf verschweißte und/oder verlötete Bereiche aufgebracht ist. Der Kunststoff hat somit nicht die primäre Funktion einer Dichtung der Rohre in ihren Endbereichen, sondern lediglich die Funktion einer Sicherung gegen späteres Auftreten von Haarrissen oder ähnlichen Beschädigungen. Hierdurch ergibt sich insgesamt eine besonders hohe Sicherheit gegen Leckagen des Wärmetauschers.

[0008] Besonders bevorzugt weist der Kunststoff eine Materialstärke auf, mittels derer ein mechanischer Widerstand gegen eine betriebsbedingte Deformation des Wärmetauschers im Endbereich der Rohre aufbringbar ist. Eine solche Deformation kann etwa durch Druckschwankungen des Kühlmittels hervorgerufen werden, wobei die Wandstärken von Wärmetauscher-Flachrohren in Leichtbauweise meist deutlich weniger als einen Millimeter betragen. Insgesamt ist durch die erhöhte mechanische Stabilität ein verbesserter Schutz gegen erst während der Betriebszeit auftretende Haarrisse gegeben. Bevorzugt weist der Kunststoff dabei eine Schichtdicke von mindestens 1 mm, besonders bevorzugt mindestens 2 mm auf. Allgemein hängt eine notwendige Schichtdicke auch von der Größe der Rohre des Wärmetauschers und anderen Faktoren ab.

[0009] Weiterhin bevorzugt erfolgt eine Aufbringung des Kunststoffs zunächst in Pulverform, wobei der Kunststoff anschließend durch Hitzeeinwirkung geschmolzen wird. Hierdurch ist die Verteilung des Kunststoffes besonders gut einstellbar. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung kann auch erst die Erhitzung erfolgen und anschließend die Auftragung des Kunststoffes, beispielsweise durch ein Pulver.

[0010] Vorteilhaft umfaßt der Kunststoff Polyethylen als wesentlichen Bestandteil. Es sind aus dem Stand der

Technik gut geeignete pulverbeschichtbare Kunststoffe auf Polyethylenbasis bekannt. Eine geeignete Alternative ist auch Polyamid als Kunststoff, welches gute mechanische und thermische Eigenschaften aufweist.

[0011] Vorteilhaft enthält der Kunststoff Anteile von Fasern, insbesondere Glasfasern. Hierdurch werden die mechanischen Eigenschaften des Kunststoffs weiter verbessert.

[0012] Bevorzugt weist der Kunststoff einen Schmelzbereich auf, der oberhalb von 120°C, insbesondere bevorzugt oberhalb von 140°C, liegt. Hierdurch ist sichergestellt, daß der Kunststoff auch bei maximalen Kühler-temperaturen ausreichend mechanisch stabil ist.

[0013] Zur Sicherstellung einer vorteilhaften mechanischen Verstärkung weist der Kunststoff eine Zugfestigkeit von mehr als 5 MPa, insbesondere bevorzugt von mehr als 10 MPa, auf (gemessen nach ISO 527-1). Weiterhin bevorzugt hat der Kunststoff eine Härte von zumindest 30 Shore D, insbesondere bevorzugt von mehr als 50 Shore D (gemessen nach DIN 53505 bzw. ASTM D2240).

[0014] Allgemein bevorzugt bestehen die Rohre des Wärmetauschers im wesentlichen aus Aluminium bzw. aus einer Leichtmetalllegierung, da so besonders große Verbesserungen der Stabilität durch die Kunststoffbeschichtung erzielt werden. Es können aber grundsätzlich sämtliche Metalle Verwendung finden.

[0015] Die Aufgabe wird für ein erfindungsgemäßes Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 16 gelöst. Vorteilhaft wird durch das Aufbringen des Kunststoffs in Pulverform zunächst eine gewünschte Verteilung in den kritischen Bereichen ermöglicht, wonach durch das Erhitzen des pulverförmigen Kunststoffs eine deckende Beschichtung der gewünschten Bereiche erfolgt.

[0016] Der Kunststoff wird dabei bevorzugt aufgeblasen. Alternativ oder ergänzend kann er auch durch Eintauchen des Wärmetauschers in den Kunststoff aufgebracht werden.

[0017] In einer besonders bevorzugten Ausführung werden zumindest Bereiche des Wärmetauschers vor dem Aufbringen des Kunststoffs erhitzt. Auf diese Weise kann eine Lokalisierung der zu beschichtenden Stellen auch einfach durch eine entsprechende lokale Erhitzung erfolgen, wonach der Kunststoff aufgebracht wird und nur an den erhitzten Stellen schmilzt und eine Beschichtung ausformt.

[0018] In einer vorteilhaften Weiterbildung kann der Kunststoff auch in mehreren Schichten aufgebracht werden. Hierdurch kann erreicht werden, daß der Kunststoff in Bereichen, in denen er auch eine mechanische Verstärkung bewirken soll, besonders dick ausgebildet ist.

[0019] Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus den bevorzugten Ausführungsbeispielen sowie aus den abhängigen Ansprüchen.

Ausführungsbeispiel

[0020] Nachfolgend werden zwei bevorzugte Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers beschrieben und anhand der anliegenden Zeichnungen näher erläutert.

[0021] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers.

[0022] [Fig. 2](#) zeigt eine Detailansicht des Wärmetauschers aus [Fig. 1](#) gemäß dem Bereich A.

[0023] [Fig. 3](#) zeigt eine Draufsicht auf einen Schnitt durch den Wärmetauscher aus [Fig. 1](#) entlang der Linie B-B.

[0024] [Fig. 4](#) zeigt eine Detailansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers.

[0025] Wie [Fig. 1](#) zeigt, umfaßt das erste Ausführungsbeispiel einen Wärmetauscher **1** mit einem Einlaß **2** und einem Auslaß **3** für eine Kühlflüssigkeit. Einlaß **2** und Auslaß **3** sind jeweils Bestandteile gegenüberliegender, kastenartiger Sammelbereiche **4**, **5**. Diese bilden jeweils einen senkrecht orientierten, länglichen Hohlraum. Eine Vielzahl von benachbarten, von der Kühlflüssigkeit durchströmten Rohren **6** (in [Fig. 1](#) sind die meisten Rohre **6** der Übersichtlichkeit wegen nicht dargestellt) verbindet die beiden Sammelbereiche **4**, **5**.

[0026] Jedes der Rohre **6** ist als Flachrohr aus einer Aluminiumlegierung ausgebildet und weist an jedem seiner Enden eine Aufweitung oder Auftulung **6a** auf. Diese Auftulungen **6a** haben wie die nicht aufgetulpten Bereiche der Flachrohre **6** einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt, wobei das Verhältnis von Längsseite zu Schmalseite im nicht aufgetulpten Bereich deutlich größer ist.

[0027] Wie insbesondere aus der Schnittansicht gemäß [Fig. 3](#) erkennbar ist, sind die Rohre im Bereich ihrer Auftulungen von einer kastenartigen Wandung **4a** des Sammelbereichs **4** umgriffen. Durch Verlötung der Wandung **4a** mit den Endbereichen bzw. Auftulungen **6a** der Rohre **6** sowie Verlötung benachbarter Rohrenden **6a** untereinander wird der Sammelbereich **4** bzw. **5** geschlossen bzw. flüssigkeitsdicht gemacht.

[0028] Nach der so erfolgten Herstellung eines z.B. aus der Druckschrift DE 195 43 986 A1 bekannten Wärmetauschers wird ein Kunststoff **7** auf kritische Bereiche des Wärmetauschers **1** aufgebracht. Diese kritischen Bereiche sind vornehmlich die Endbereiche der Rohre bzw. die Bereiche der Auftulungen **6a**. Der Kunststoff **7** ist in den Zeichnungen jeweils feinschraffiert dargestellt. In [Fig. 2](#) ist der Übersichtlichkeit halber nur ein Teil des aufgetragenen Kunststoffes gezeigt, wobei die Kunststoffbeschichtung bevorzugt über die gesamte Länge des Sammelbereichs bzw. über sämtliche Auftulungen **6a** der Rohre **6** erfolgt.

[0029] Insbesondere Bereiche **7a** des Kunststoffes in einem V-förmigen Bereich zwischen benachbarten Auftulungen **6a** sowie Bereiche **7b** an der Übergangsstelle zwischen der Wandung **4a** des Sammelbereichs **4** und den Auftulungen **6a** sind mit einer besonders dicken Kunststoffschicht belegt. Dies sind beispielhaft Bereiche, in denen der Kunststoff eine signifikante mechanische Verstärkung für die dünnwandigen Auftulungen bewirkt. Eine Bewegung der Rohrwände in den Bereichen **7a** und insbesondere **7b**, wobei in letzterem Fall noch eine ungünstige Kerbwirkung durch das angelötete Ende der dickeren Kastenwand **4a** hinzukommt, etwa aufgrund von Temperatur- oder Druckänderungen, wird daher durch den Kunststoff verringert oder gar vermieden. Somit besteht eine verringerte Gefahr des Auftretens von Materialrissen über die Lebensdauer des Wärmetauschers.

[0030] Sollten dennoch Risse auftreten oder gar nach dem Verlöten der Bauteile vorhanden sein, so stellt der Kunststoff eine zuverlässige und langlebige Sicherung gegen das Auftreten von Leckagen dar.

[0031] Bei dem Kunststoff gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel handelt es sich um das Produkt „Flamulit® HTC 377 UV“ des Unternehmens DuPont, Wilmington, USA. Dieser Kunststoff ist ein pulverförmiger, thermoplastischer Kunststoff auf Basis von Polyethylen (LDPE). Eigenschaften des Kunststoffes sind. Es sind jedoch auch andere Kunststoffe geeignet.

Eigenschaft	Wert	gemessen nach
Dichte	0,91-0,94 g/cm ³	DIN 53479
Schmelzbereich	162-166 °C	ASTM D3418
Zugfestigkeit	25 MPa	ISO 527-1
Härte	63 Shore D	DIN 53505 / ASTM D2240
Vicat-Erweichungspunkt	140 °C	ASTM D1525/DIN 53460

[0032] Das zweite Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 4](#) unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel lediglich in der Struktur des Sammlerbereichs **4'**. Dieser weist keine zusätzliche Wandung auf, sondern ist aus Auftulungen **6a'** der Flachrohre **6'** selbst aufgebaut. Hierzu sind die Auftulungen endseitig mittels einer Falz **6b'** verschlossen und weisen zentrale Bohrungen **6c'** in den längsseitigen Wänden auf. Aufeinandergelegt und miteinander verlötet bilden die Auftulungen somit insgesamt einen Sammelbereich **4'**, der zugleich einen Endbereich der Flachrohre **6'** darstellt. Derartige Ausführungen von Wärmetauschern sind grundsätzlich aus der Druckschrift DE 197 23 878 A1 bekannt.

[0033] Auch hier ist der Kunststoff zweckmäßig in den Bereichen der Lötstellen aufgebracht. Zweckmäßig ist der Kunststoff zudem in V-förmigen Bereichen **7a** zwischen benachbarten Auftulungen besonders dick aufgebracht, um eine zusätzliche mechanische Stabilität zu gewährleisten. Wie auch im ersten Ausführungsbeispiel können Materialstärken des Kunststoffes von mehreren Millimetern sinnvoll sein. Grundsätzlich sollte an derartigen Stellen die Dicken des Kunststoffes zumindest ein mehrfaches der Wanddicke der Tauscherohre sein, um unter Berücksichtigung des im Vergleich zu einem Metall schwächeren Kunststoffmaterials eine sig-

nifikante mechanische Verstärkung zu erlangen.

[0034] Hinsichtlich der Herstellung der beschriebenen Wärmetauscher wird in beiden Fällen so verfahren, daß die Wärmetauscher zunächst bis auf den Kunststoff auf bekannte Weise hergestellt werden. Sodann werden diejenigen Stellen der Wärmetauscher, auf die Kunststoff aufgebracht werden soll, erhitzt. Dabei kann vorteilhaft ausgenutzt werden, daß Stellen von geringer Materialstärke schneller erhitzbar sind, so daß gerade diese kritischen Stellen durch den Erhitzungsvorgang selbst selektierbar sind. Nach dem Erhitzen des Werkstücks bzw. Wärmetauschers wird der Kunststoff in Pulverform aufgeblasen, wonach er schmilzt und den Wärmetauschers lokal beschichtet. Je nach Kunststoffart und Anforderungen kann eine Beschichtung in mehreren Arbeitsgängen erfolgen, um die gewünschten Materialstärken des Kunststoff zu erhalten. Der Kunststoff kann alternativ oder ergänzend auch in einem Tauchverfahren aufgebracht werden.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher für ein Kraftfahrzeug, insbesondere zur Kühlung eines Hauptantriebs des Kraftfahrzeugs, umfassend eine Mehrzahl von benachbarten Rohren (**6, 6'**) aus Metall zur Durchströmung mit einem flüssigen Kühlmittel, wobei jeweils ein Endbereich eines Rohres (**6, 6'**) in einen von dem Kühlmittel durchströmten Sammelbereich (**4, 4'**) aus Metall einmündet, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Endbereich des Rohres (**6, 6'**) und/oder der Sammelbereich (**4, 4'**) zumindest teilweise mit einem Kunststoff (**7, 7'**) beschichtet sind.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (**6, 6'**) als Flachrohre ausgebildet sind, die in ihren Endbereichen jeweils eine Auftulping (**6a, 6a'**) aufweisen.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (**7, 7'**) im wesentlichen im Bereich der Auftulpingen (**6, 6'**) angeordnet ist.

4. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (**6, 6'**) in ihren Endbereichen verschweißt und/oder verlötet sind.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschweißung und/oder Verlötung bezüglich des Kühlmittels dichtend ist, wobei der Kunststoff (**7, 7'**) zusätzlich auf verschweißte und/oder verlötete Bereiche aufgebracht ist.

6. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (**7, 7a, 7a', 7b**) eine Materialstärke aufweist, mittels derer ein mechanischer Widerstand gegen eine betriebsbedingte Deformation des Wärmetauschers im Endbereich der Rohre aufbringbar ist.

7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aufbringung des Kunststoff (**7, 7'**) zunächst in Pulverform erfolgt, wobei der Kunststoff (**7, 7'**) anschließend durch Hitzeeinwirkung geschmolzen wird oder das Bauteil erst erhitzt wird und anschließend der Kunststoff aufgebracht wird..

8. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (**7, 7'**) Polyethylen als wesentlichen Bestandteil umfaßt.

9. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (**7, 7'**) Polyamid als wesentlichen Bestandteil umfaßt.

10. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (**7, 7'**) Anteile von Fasern, insbesondere Glasfasern, enthält.

11. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (**7, 7'**) einen Schmelzbereich aufweist, der oberhalb von 120°C, insbesondere oberhalb von 140°C liegt.

12. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (**7, 7'**) eine Zugfestigkeit von mehr als 5 MPa, insbesondere von mehr als 10 MPa, aufweist.

13. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (**7, 7'**) eine Härte von zumindest 30 Shore D, insbesondere mehr als 50 Shore D, aufweist.

14. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (7, 7') in einer Schichtdicke von mehr als 1 mm, insbesondere mehr als 2 mm vorliegt.
15. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (6, 6') im wesentlichen aus Aluminium bestehen.
16. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 16, umfassend folgende Schritte:
- a. Herstellung des Wärmetauschers (1) bis auf die Kunststoffbeschichtung mittels eines an sich bekannten Herstellungsverfahrens und entweder
 - b. Aufbringen des Kunststoffes (7, 7') vorzugsweise in Pulverform zumindest auf den Endbereich eines oder mehrerer der Rohre (6, 6');
 - c. Schmelzen des Kunststoffes zur deckenden Beschichtung zumindest der Endbereiche mit dem Kunststoff (7, 7')
- oder
- b' Erwärmen des Bauteils, wie Wärmetauscher und
 - c' Aufbringen des Kunststoffes vorzugsweise in Pulverform zumindest auf den Endbereich eines oder mehrerer der Rohre (6, 6');
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (7, 7') aufgeblasen wird.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (7, 7') durch Eintauchen von Bereichen des Wärmetauschers in den Kunststoff aufgebracht wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest Bereiche des Wärmetauschers (1) vor einem Aufbringen des Kunststoffes (7, 7') erhitzt werden.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff (7, 7') in mehreren Schichten aufgebracht wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

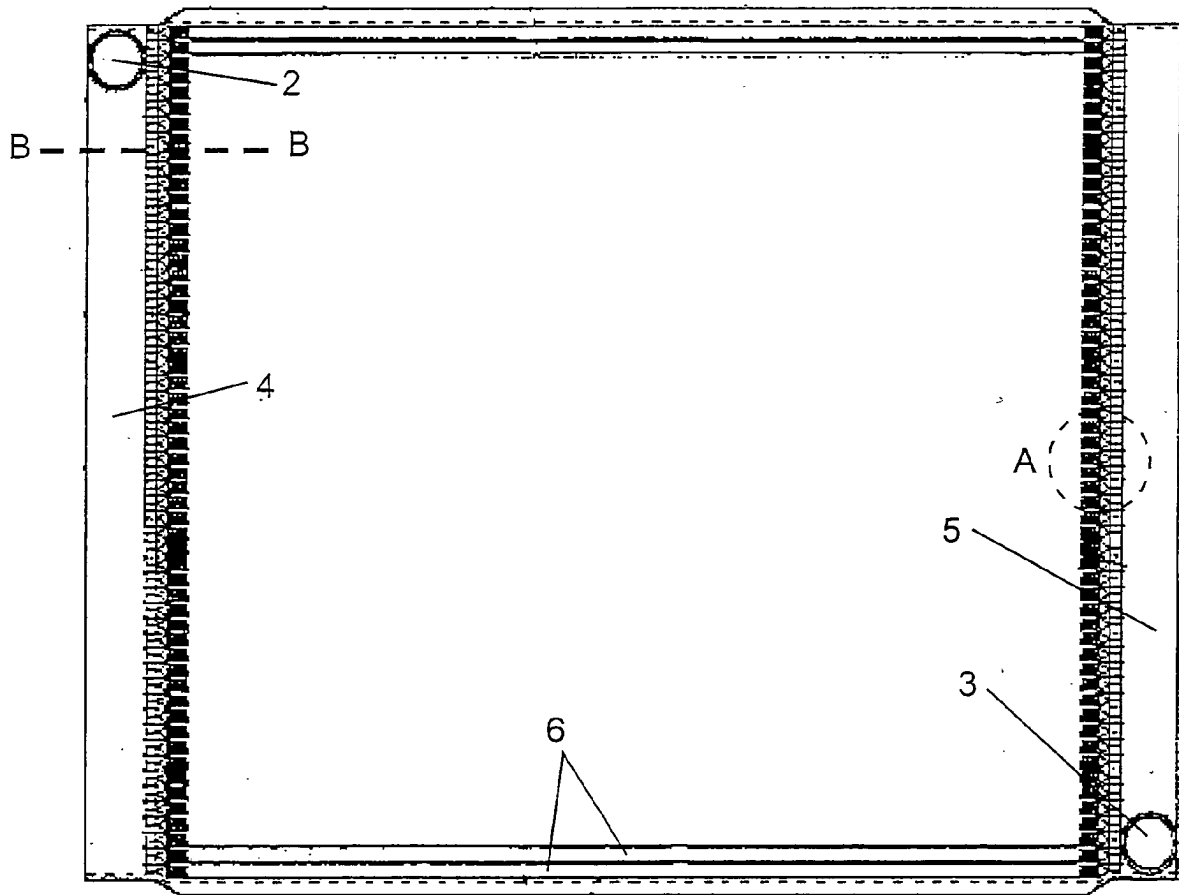


Fig. 1

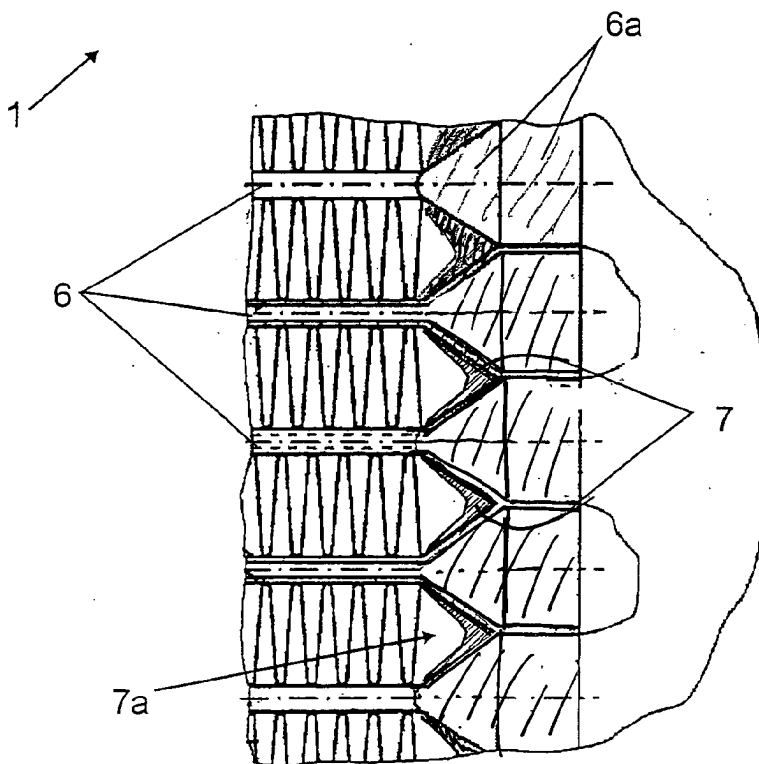


Fig. 2

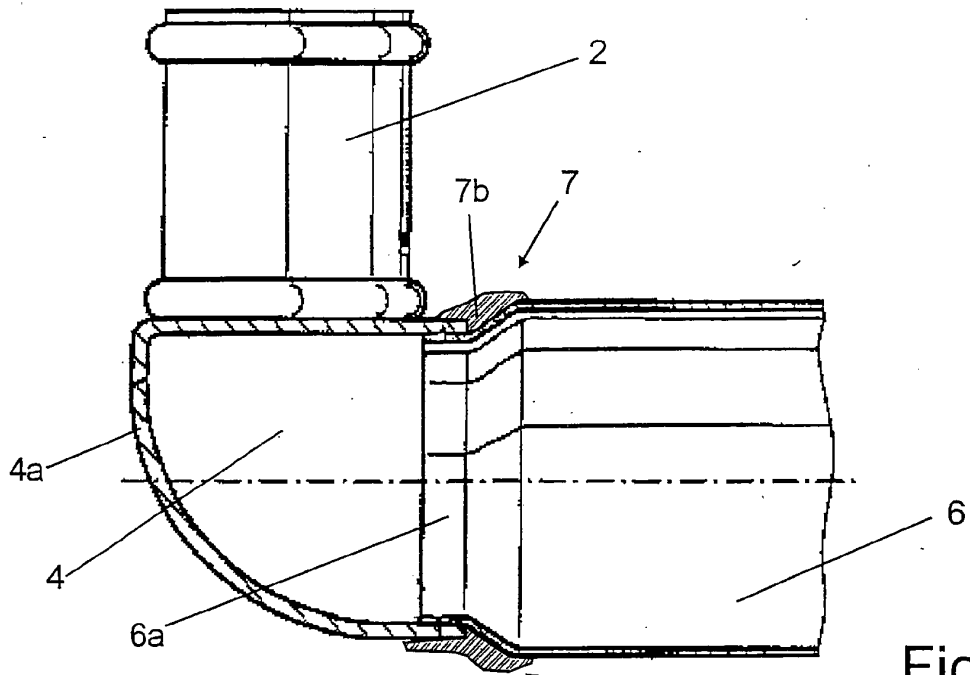


Fig. 3

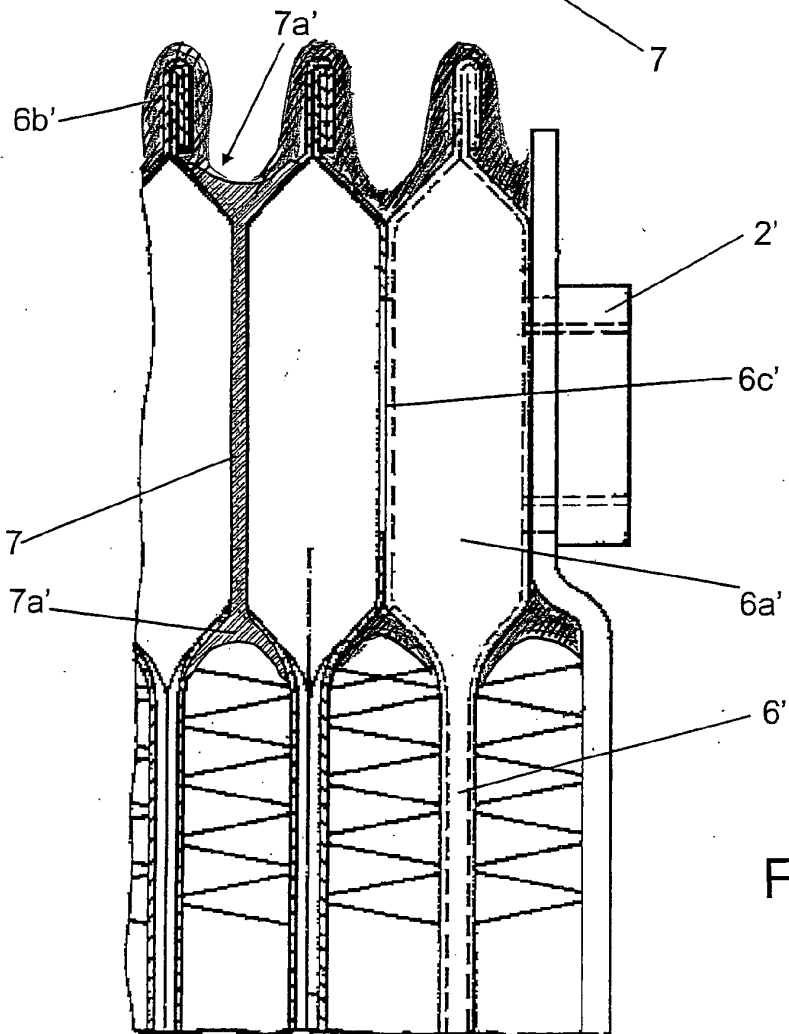


Fig. 4