



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.11.2015 Patentblatt 2015/46

(51) Int Cl.:
F28F 21/06 ^(2006.01) **F28D 1/047** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15000405.9**

(22) Anmeldetag: **11.02.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Horský, Martin**
CZ-62100 Brno (CZ)
• **Raudenská, Lenka**
CZ-63000 Brno (CZ)
• **Dohnal, Miroslav**
CZ-66449 Ostopovice (CZ)

(30) Priorität: **13.02.2014 CZ 20140099**

(71) Anmelder: **Zena s.r.o**
66449 Ostopovice (CZ)

(74) Vertreter: **Markes, Libor**
PATENT ATTORNEY
Grohova 54
602 00 Brno (CZ)

(54) **WÄRMEAUSTAUSCHER AUS POLYMER-HOHLFASERN**

(57) In einem aus Polymer-Hohlfasern bestehenden Wärmeaustauscher, der Wärmeaustausch zwischen zwei strömenden Medien ermittelt, ist die Wärmeaustauschfläche in seiner Wärmeaustauschzone durch mindestens ein Bündel (3) von gekrümmten Hohlfasern ge-

bildet, die der Länge nach willkürlich und kontinuierlich verschiedene, sogar entgegengesetzte Richtungen annehmen und willkürlich in dem Raum angeordnet sind, wobei die Fasern an jedem Ende des Bündels (3) zusammen eingebettet sind.

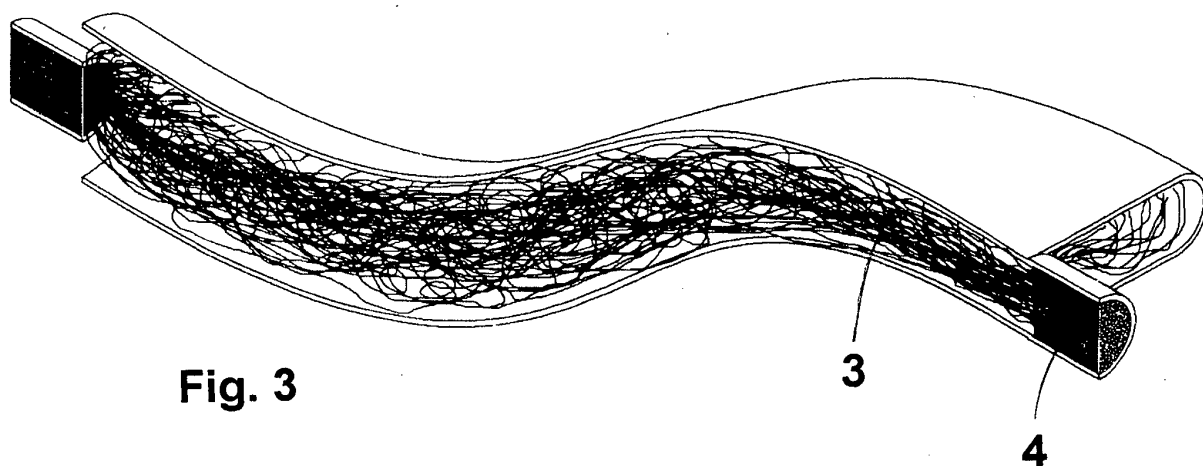


Fig. 3

3

4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen aus Polymer-Hohlfasern bestehenden Austauscher, der Wärmeaustausch zwischen zwei strömenden Medien ermittelt und insbesondere für Verkehrsmittel, Klimaanlage, Nahrungsmittelindustrie, chemische Industrie, Wärmerückgewinnung u.dgl. bestimmt ist.

[0002] Wärmeaustauscher, Kühler, Heizkörper u.dgl. werden häufig als Konstruktionselemente in verschiedenen Anlagen eingebaut, in denen Wärme zwischen strömenden Medien - Flüssigkeiten, Gasen, mehrphasigen Gemischen oder festen Partikeln - vermittelt wird. Die Wärmeaustauscher gewährleisten z.B. Kühlung und Konditionierung in Transportmitteln. Die in Transportmitteln benutzten Kühler bestehen überwiegend aus einem Paar von Sammelkästen, die durch eine Wärmeaustauschzone verbunden sind, welche aus vielen schmalen Passagen besteht. Eine Wärmeaustauschzone ist bei ihnen in einem verhältnismäßig geringen Raum konzentriert. Sie ist gewöhnlich durch unterschiedlich geformte Rohre mit Rippen gebildet. Diese sind so zusammengestellt, dass sie eine kompakte Konstruktionsgruppe bilden, wo ein Wärmeträger innerhalb der Rohre und ein anderer Wärmeträger außerhalb der Rohre strömen.

[0003] Sammelkästen der für Transportmittel bestimmten Austauscher werden gewöhnlich aus Plast und deren Wärmeaustauschzone aus Aluminium hergestellt. Die Strömung der Luft als Kühlmediums wird entweder durch die Bewegung des Fahrzeugs oder durch einen Kühllüfter ausgelöst, der bei Stillstand des Fahrzeugs die Strömung gewährleistet. Nachteilig an den gängigen Kühlern sind die Produktionskosten und deren relativ große Masse und Gesamtvolumen. Als Standort der Kühler kommen nur Vorderseite des Fahrzeugs oder ein zu diesem Zweck gebildeter Luftkanal in Frage.

[0004] Ähnliche Nachteile weisen auch die metallischen oder Plastikaustauscher aus, die in Klimaanlage eingesetzt werden. Sie sind relativ gewichtig, umfangreich und schwierig zu handhaben.

[0005] Es sind Wärmeaustauscher bekannt, deren Wärmeaustauschfläche durch Polymer-Hohlfasern gebildet ist. Sie werden insbesondere in medizinischen Apparaten benutzt, wo sie außer Wärmeaustausch auch Stoffaustausch zwischen zwei Medien vermitteln. Eine typische Verwendung stellt die Hämodialyse oder Blutoxidation dar. Die Hohlfasern sind da meistens parallel geleitet, wobei das Medium, das die äußere Seite der Fasern umspült, entweder parallel zu den Fasern, oder senkrecht zu ihnen strömt. Solche Austauscher sind z.B. in der US 4791054 beschrieben.

[0006] Ebenfalls die Fasern in dem zylinderförmigen Wärmeaustauscher nach der EP 1671695 sind parallel geleitet, jedoch regelmäßig sinusförmig gelockt.

[0007] Eine räumliche Anordnung der Fasern in einem Austauscher wird in der EP 2708279 entworfen. Die Fasern sind hier in Richtung von drei aufeinander senkrechten Achsen positioniert.

[0008] In einer der in der US 4791054 beschriebenen Austauscher-Ausführungen sind glatte Hohlfasern zwischen zwei in der Decke der Austauscherkammer positionierten Flanschen locker gehängt.

5 **[0009]** Die Struktur der Wärmeaustauschzone bei den oben erwähnten Hohlfaser-Austauschern ist durch die Bauart und den Standort des Austauschers vorbestimmt.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wärmeaustauscher an die Hand zu geben, der bei niedrigen Produktionskosten und niedrigem Gewicht und bei einem wesentlich erhöhten Verhältnis der Austauschfläche zum Volumen des Austauschers, einen intensiven Wärmeaustausch, variable Anordnung in verschiedentlich geformten Räumen und einfache Manipulation bei der Montage und Wartung gewährleistet.

10 **[0011]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen aus Polymer-Hohlfasern bestehenden Austauscher, der Wärmeaustausch zwischen zwei strömenden Medien ermittelt, gelöst, dessen Wärmeaustauschfläche in der Wärmeaustauschzone durch mindestens ein Bündel von gekrümmten, einen Klumpen bildenden Hohlfasern gebildet ist, wobei die Fasern an jedem Ende des Bündels zusammen eingebettet sind, z.B. Flansche bilden. Unter dem Begriff "Klumpen" ist ein Gebilde zu verstehen, das durch Fasern gebildet ist, die der Länge nach willkürlich und kontinuierlich verschiedene, sogar entgegengesetzte Richtungen annehmen und willkürlich im Raum angeordnet sind. Die Wärmeaustauschfläche stellt also einen elastischen und verformbaren Körper dar.

20 **[0012]** Die Faserbündel können zumindest an einem Ende an einem Sammelkasten des Austauschers angebracht sein.

25 **[0013]** In einer Ausführung des Wärmeaustauschers kann die Wärmeaustauschzone durch einen Rahmen abgegrenzt sein, der in einem die Fasern umfließenden Strom untergebracht ist.

30 **[0014]** Der Austauscher kann z.B. an einem Transportmittel angebracht und dem Luftzug ausgesetzt werden, der das Transportmittel umfließt, oder durchfließt.

35 **[0015]** Die Wärmeaustauschzone kann eine Höhle füllen, die mit dem Umgebungsmedium an Stellen verbunden ist, zwischen denen ein Druckabfall besteht, der die Strömung des Mediums durch die Wärmeaustauschzone gewährleistet.

40 **[0016]** Die Wärmeaustauschzone kann z.B. durch eine konstruktionsbedingte Höhle in einem Radgestell oder Wagenaufbau eines Transportmittels räumlich definiert werden.

45 **[0017]** Die mit Flanschen versehenen Enden der Faserbündel können an beliebigen Konstruktionsteilen einer Anlage angebracht werden, z.B. am Tragwerk einer Klimaanlage.

50 **[0018]** Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0019] Es zeigen:

- Fig. 1 einen Luft-Wasser-Kühler der Rahmenbauweise für einen Pkw-Motor,
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Wärmeaustauscher, dessen Wärmeaustauschzone durch ein Rohr abgegrenzt ist,
- Fig. 3 einen Schnitt durch eine Wärmeaustauschzone, die durch eine längsverlaufende Höhle mit einem veränderlichen Durchschnitt abgegrenzt ist, die einen realen konstruktionsbedingten Hohlraum in einer Fahrzeugkonstruktion nachahmt,
- Fig. 4 ein Längsprofil eines PKW, wo vertikale konstruktionsbedingte Hohlräume in dem Wagenaufbau, sowie Verlauf des Luftdrucks entlang des Wagenaufbaus während der Bewegung des Fahrzeugs dargestellt sind, und
- Fig. 5 ein bloßes, einen Klumpen bildendes Hohlfaserbündel mit Flanschen.

[0020] Ein erfindungsgemäßer Wärmeaustauscher, gestaltet als Kraftwagen-Kühler, der schematisch in Fig. 1 dargestellt ist, ist durch ein Paar von Sammelkästen 1 mit Rohrstützen 2 und einer Wärmeaustauschzone gebildet, die hier aus drei Hohlfaserbündeln 3 zusammengesetzt ist, deren Flansche 4 in die Sammelkästen 1 münden. Die Bündel 3 sind durch Hohlfasern von der gleichen Länge gebildet, die gekrümmt sind und einen Klumpen bilden. Der Klumpen füllt im Wesentlichen den Raum innerhalb des Kühler-Rahmens. Bei einer realen Ausführung wären Netze oder Gitter an den Außenseiten des Rahmens befestigt, die den Klumpen in dem bestimmten Raum zusammenhalten. Ein bloßes, einen Klumpen bildendes und mit Flanschen versehenes Hohlfaserbündel ist der Anschaulichkeit wegen in Fig. 4 dargestellt.

[0021] Die im Verbrennungsmotor eines Fahrzeugs aufgewärmte Flüssigkeit strömt in einen der Sammelkästen 1 hinein, von dort durch die Hohlfasern, wo sie mittels der strömenden Luft gekühlt wird, und danach wird sie aus dem anderen Sammelkasten 1 weggeführt. Der Wärmeaustauscher nach Fig. 1 kann als gangbarer Kraftwagen-Kühler eingesetzt werden, der üblicherweise vor dem Motorblock angebracht ist.

[0022] Der in einem Rohr eingebetteter Wärmeaustauscher nach Fig. 2 kann bei der Wärmeübertragung zwischen zwei Flüssigkeiten vorteilhaft benutzt werden.

[0023] Konstruktionsbedingte Hohlräume gehören zum Kraftwagenbau. Konstruktionsbedingte Höhlen 5 in einem Wagenaufbau eines gängigen PKW sind in Fig. 4 schematisch dargestellt. In Fig. 1 ist auch der Verlauf des Luftdrucks eingezeichnet, der während der Fahrzeugbewegung auf den umströmten Wagenaufbau wirkt. Der auf die Oberseite des Wagenaufbaus wirkende Druck in Stellen, wo die Höhlen münden, nimmt die Werte

P_1, P_2, P_3, P_4 an, während der auf die Unterseite des Wagenaufbaus wirkende Druck die Werte P'_1, P'_2, P'_3, P'_4 annimmt. Es ist offensichtlich, dass in den Höhlen, falls sie an ihren Enden mit der Umgebung verbunden sind, während der Fahrt so ein Druckabfall entsteht, der eine Luftströmung hervorruft. Wenn so eine Höhle mit einem Hohlfaser-Klumpen gefüllt ist, s. Fig. 3, stellt sie eine erfindungsgemäße Wärmeaustauschzone dar.

[0024] In Laborbedingungen wurde ein Wärmeaustauscher von der Rahmenkonstruktion nach Fig. 1 gefertigt, dessen Sammelkästen durch vier Faserbündel verbunden wurden. Seine Gestalt ähnelt einem gangbaren Kraftwagen-Kühler. Er wurde senkrecht zu der Stirnfläche durchgeblasen.

Austauscherparameter:

[0025]

Zahl der Fasern: 1880

Faserdurchmesser: äußerer $D_o = 0,7$ mm, innerer $D_i = 0,6$ mm,

Faserlänge: $L = 650$ mm

Wärmeübertragungsfläche im Inneren der Fasern - total: $A_{in} = 2,30$ m²

Verhältnis der Wärmeübertragungsfläche zum Volumen der aktiven Zone (ohne Flansche): $A_{in}/V = 330$ m²/m³

Testbedingungen:

[0026]

Inneres Medium: 50% Lösung Ethylenglycol/Wasser, Durchfluss: 10 l/min,

Eintrittstemperatur: 60°C

Äußeres Medium: Luft, Geschwindigkeit 10 m/s, Eintrittstemperatur: 20°C

Totalleistung des Austauschers: $Q = 11,3$ kW

Wärmeübertragungszahl: $U_o = 213$ W/m²K

Mittlere logarithmische Temperaturdifferenz: LMTD = 24,4 °C

Wirkungsgrad: $\epsilon = 0,483$

Anzahl der Übertragungseinheiten: NTU = 0,82

[0027] Ferner wurde ein Wärmeaustauscher hergestellt, dessen in Rohren angebrachte Wärmeaustauschzone durch vier Hohlfaserbündel gebildet wurde.

Austauscherparameter:

[0028]

Zahl der Fasern: 1880

Faserdurchmesser: äußerer $D_o = 0,7$ mm, innerer $D_i = 0,6$ mm,

Faserlänge: $L = 1300$ mm

Wärmeübertragungsfläche im Inneren der Fasern -

total: $A_{in} = 4,41 \text{ m}^2$

Verhältnis der Wärmeübertragungsfläche zum Volumen der aktiven Zone (ohne Flansche): $A_{in}/V = 900 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Testbedingungen:

[0029]

Inneres Medium: 50% Ethylenglycol/Wasser-Lösung, Durchfluss: 10 l/min, Eintrittstemperatur: 60°C

Äußeres Medium: Luft, Geschwindigkeit 10 m/s, Eintrittstemperatur: 20°C

Totalleistung des Austauschers: $Q = 8,3 \text{ kW}$

Wärmeübertragungszahl: $U_o = 79 \text{ W/m}^2\text{K}$

Mittlere logarithmische Temperaturdifferenz: $\text{LMTD} = 23,5 \text{ °C}$

Wirkungsgrad: $e = 0,483$

Anzahl der Übertragungseinheiten: $\text{NTU} = 0,543$

[0030] Beide Wärmeaustauscher wurden in einer anerkannten Prüfstelle für Kühltchnik getestet, und deswegen wurde als gekühltes Medium eine 50% Ethylenglycol/Wasser-Lösung benutzt, die für Kraftwagen-Kühler typisch ist. Bei der Benutzung von reinem Wasser hätten die Austauscher eine höhere Leistung erwiesen.

[0031] In Laborbedingungen wurde ein Austauscher für Wärmeaustausch zwischen zwei Flüssigkeiten hergestellt. Ein Hohlaserbündel wurde in einem Rohr verstaute. Das zu heizende Wasser floss durch die Fasern, und in dem Raum zwischen den Fasern floss in Gegenbewegung warmes Wasser, dem die Wärme abgenommen wurde.

Austauscherparameter:

[0032]

Zahl der Fasern: 470

Faserdurchmesser: äußerer $D_o = 0,7 \text{ mm}$, innerer $D_i = 0,6 \text{ mm}$,

Faserlänge: $L = 650 \text{ mm}$

Wärmeübertragungsfläche im Inneren der Fasern - total: $A_{in} = 0,57 \text{ m}^2$

Verhältnis der Wärmeübertragungsfläche zum Volumen der aktiven Zone (ohne Flansche): $A_{in}/V = 180 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Testbedingungen:

[0033]

Inneres Medium: Wasser, Durchfluss: 10 l/min, Eintrittstemperatur: 10°C

Äußeres Medium: Wasser, Geschwindigkeit 0,035 m/s (20 l/min), Eintrittstemperatur: 28°C

Totalleistung des Austauschers: $Q = 6,5 \text{ kW}$

Wärmeübertragungszahl: $U_o = 1800 \text{ W/m}^2\text{K}$

Mittlere logarithmische Temperaturdifferenz: $\text{LMTD} = 7 \text{ °C}$

Wirkungsgrad: $e = 0,76$

Anzahl der Übertragungseinheiten: $\text{NTU} = 1,88$

Patentansprüche

1. Ein aus Polymer-Hohlfasern bestehender Wärmeaustauscher, der Wärmeaustausch zwischen zwei strömenden Medien ermittelt, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Wärmeaustauschfläche in der Wärmeaustauschzone durch mindestens ein Bündel (3) von gekrümmten Hohlfasern gebildet ist, die der Länge nach willkürlich und kontinuierlich verschiedene, sogar entgegengesetzte Richtungen annehmen und willkürlich in dem Raum angeordnet sind, wobei die Fasern an jedem Ende des Bündels (3) zusammen eingebettet sind.
2. Der Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Faserbündel zumindest an einem Ende an einem Sammelkasten (1) des Austauschers angebracht sind.
3. Der Wärmeaustauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeaustauschzone durch einen Rahmen abgegrenzt ist, der in einem die Fasern umfließenden Strom eines Mediums untergebracht ist.
4. Der Wärmeaustauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeaustauschzone eine Höhle (5) füllt, die mit dem Umgebungsmedium an Stellen verbunden ist, zwischen denen ein Druckabfall besteht.
5. Der Wärmeaustauscher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeaustauschzone durch eine konstruktionsbedingte Höhle (5) in einem Radgestell oder Wagenaufbau eines Transportmittels räumlich definiert ist.

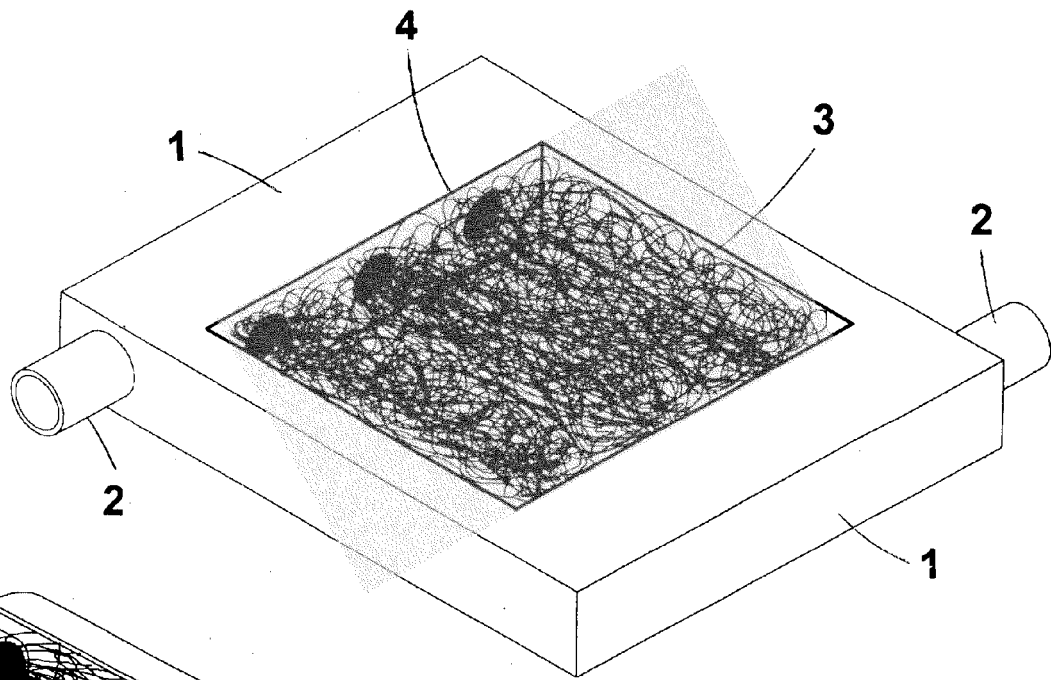


Fig. 1

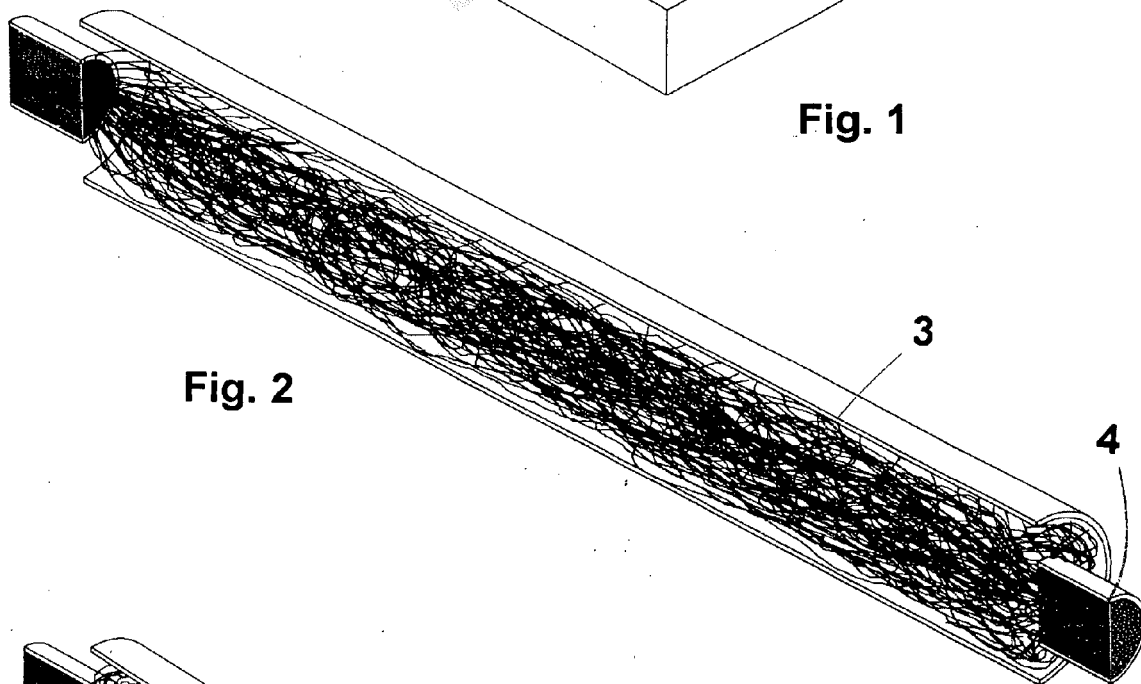


Fig. 2

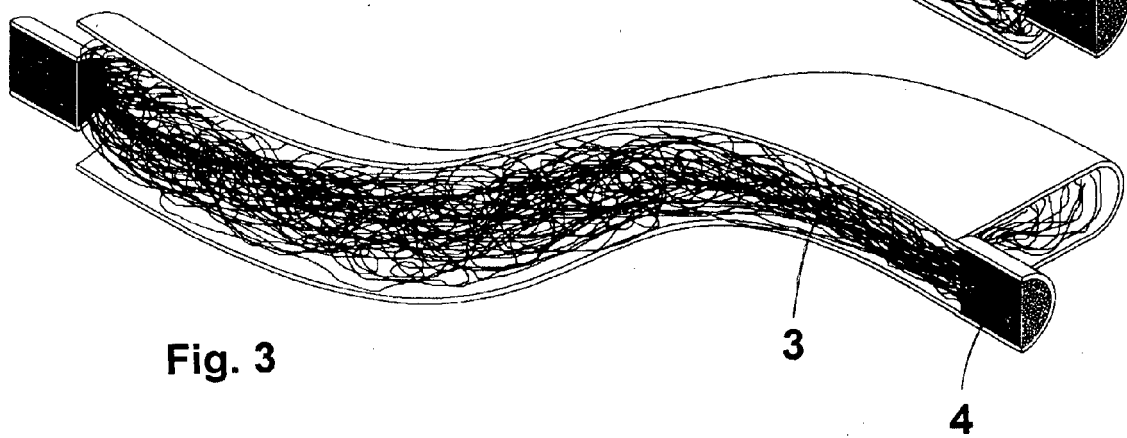


Fig. 3

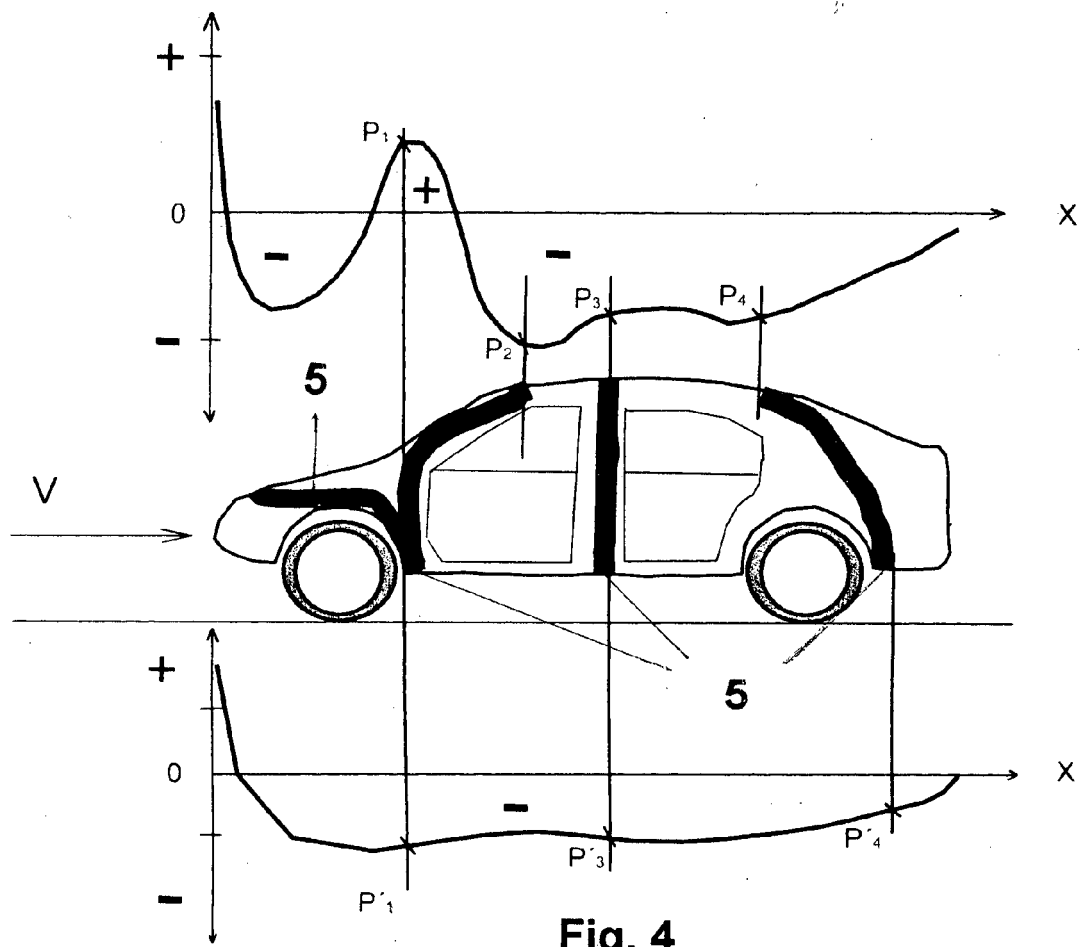


Fig. 4



Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 00 0405

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	US 4 791 054 A (HAMADA EIICHI [JP] ET AL) 13. Dezember 1988 (1988-12-13) * Spalte 5, Zeile 14 - Zeile 27; Abbildung 1 *	1-4	INV. F28F21/06 F28D1/047
X	JP H03 70991 A (TOKYU KENSETSU KK) 26. März 1991 (1991-03-26) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1-4	
A	DE 36 11 621 A1 (AKZO GMBH [DE]) 30. Oktober 1986 (1986-10-30) * Seite 13, Zeile 16 - Seite 14, Zeile 21; Abbildungen 10,11 *	1	
A	GB 1 417 282 A (RHONE POULENC SA) 10. Dezember 1975 (1975-12-10) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28F F28D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Oktober 2015	Prüfer Jessen, Flemming
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 00 0405

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-10-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4791054 A	13-12-1988	CA 1259870 A1	26-09-1989
		DE 3575075 D1	08-02-1990
		EP 0176651 A2	09-04-1986
		US 4791054 A	13-12-1988
JP H0370991 A	26-03-1991	KEINE	
DE 3611621 A1	30-10-1986	DE 3611621 A1	30-10-1986
		DE 3611623 A1	30-10-1986
		JP S61280396 A	10-12-1986
		JP S61293471 A	24-12-1986
GB 1417282 A	10-12-1975	BE 801855 A1	03-01-1974
		CA 1003401 A1	11-01-1977
		CH 582866 A5	15-12-1976
		DE 2334086 A1	24-01-1974
		FR 2191091 A1	01-02-1974
		GB 1417282 A	10-12-1975
		IT 990938 B	10-07-1975
		JP S4951660 A	20-05-1974
		NL 7308871 A	08-01-1974

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- US 4791054 A [0005] [0008]
- EP 1671695 A [0006]
- EP 2708279 A [0007]