



EP 2 190 256 B2

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
24.04.2024 Patentblatt 2024/17

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
02.11.2016 Patentblatt 2016/44

(21) Anmeldenummer: **09175647.8**

(22) Anmeldetag: **11.11.2009**

(54) Wärmeübertrager

Heat exchanger

Caloporteur

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

(30) Priorität: **20.11.2008 EP 08291088**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.05.2010 Patentblatt 2010/21

(73) Patentinhaber: **Mahle Behr France Rouffach S.A.S.
68250 Rouffach (FR)**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H05B 3/50 (2006.01) F24H 9/18 (2022.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**H05B 3/50; F24H 3/0405; F24H 3/0429;
F24H 3/0435; F24H 3/0452; F24H 3/0476;
F24H 3/082; F24H 9/1872; H05B 2203/02**

(72) Erfinder: **Clauss, Thierry
67120 Dachstein (FR)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 768 457 EP-A- 2 023 056
US-B1- 6 178 292**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und eine diesbezügliche Kraftfahrzeugklimaanlage.

[0002] Kraftfahrzeugklimaanlagen dienen dazu, die dem Innenraum eines Kraftfahrzeugs zuzuführende Luft zu erwärmen und/oder zu kühlen. In Kraftfahrzeugklimaanlagen werden elektrische Heizeinrichtungen eingesetzt, um die Luft zu erwärmen, welche dem Innenraum zugeführt wird. Die elektrische Heizeinrichtung umfasst einen Wärmeübertrager mit einem PTC-Element. PTC-Elemente (PTC: Positive Temperature Coefficient) sind Strom leitende Materialien, die einen elektrischen Widerstand aufweisen und bei tieferen Temperaturen den Strom besser leiten können als bei höheren Temperaturen. Ihr elektrischer Widerstand vergrößert sich somit bei steigender Temperatur. Das PTC-Element besteht im Allgemeinen aus Keramik und ist ein Kaltleiter. Dadurch stellt sich unabhängig von den Randbedingungen - wie z.B. angelegte Spannung, Nominalwiderstand oder Luftmenge an dem PTC-Element - eine sehr gleichmäßige Oberflächentemperatur am PTC-Element ein. Eine Überhitzung kann verhindert werden wie sie z. B. mit einem normalen Wärme abgebenden Heizdraht auftreten könnte, da hier unabhängig von den Randbedingungen immer ungefähr der gleiche Widerstand und dadurch eine im Wesentlichen identische elektrische Heizleistung aufgebracht wird

[0003] Ein Wärmeübertrager umfasst ein PTC-Element, wenigstens zwei elektrische Leiter mittels denen elektrischer Strom durch das PTC-Element geleitet wird und Wärmeleitelemente, insbesondere Lamellen, mittels denen die Oberfläche zum Erwärmen der Luft vergrößert und somit die Wärme von dem PTC-Element auf das Wärmeleitelement und die Luft übertragen wird. In zunehmendem Maße werden Kraftfahrzeuge hergestellt, welche über einen ausschließlichen elektrischen Antrieb oder über einen Hybridantrieb verfügen. Kraftfahrzeugklimaanlagen für diese Kraftfahrzeuge verfügen im Allgemeinen nicht mehr über einen Wärmeaustauscher zum Erwärmen der Luft der von Kühlflüssigkeit durchströmt wird. Die gesamte Heizleistung der Kraftfahrzeugklimaanlage muss deshalb von der elektrischen Heizeinrichtung aufgebracht werden. Aus diesem Grund ist es erforderlich, das PTC-Element auch mit Hochspannung, z. B. im Bereich von 50 bis 50 Volt anstelle von Niederspannung mit 12 Volt, zu betreiben. Hochspannung in einer Kraftfahrzeugklimaanlage stellt jedoch ein Sicherheitsproblem dar, weil beispielsweise durch eine menschliche Berührung von unter Hochspannung stehenden Teilen dem Menschen von der Hochspannung gesundheitlicher Schaden zugefügt werden kann.

[0004] Die US 4 327 282 zeigt einen Wärmeübertrager mit einem PTC-Heizelement. Mittels Kontaktplatten wird Strom durch das PTC-Heizelement geleitet und an den Kontaktplatten ist eine Isolierschicht angeordnet. Die Komponenten werden mittels eines U-förmigen Clipses

zusammengehalten.

[0005] Aus der EP 1 768 458 A1 ist ein Wärme erzeugendes Element einer Heizvorrichtung zur Lufterwärmung bekannt, umfassend wenigstens ein PTC-Element und an gegenüberliegenden Seitenflächen des PTC-Elementes anliegende elektrische Leiterbahnen, wobei die beiden elektrischen Leiterbahnen außenseitig von einer nicht elektrisch leitenden Isolierschicht umgeben sind.

[0006] Die EP 1 768 457 A1 offenbart ein wärmeerzeugendes Element einer Heizvorrichtung, wobei das wärmeerzeugende Element ein PTC-Element aufweist, welches zwischen elektrischen Leiterbahnen angeordnet ist. Zur Sicherheit gegen elektrische Überschläge und Kriechströme ist zwischen einem Positionsrahmen und dem PTC-Element ein Isolierspalt vorgesehen.

[0007] Die US 6 178 292 B1 offenbart einen fluiddurchströmten Heizkörper mit einem daran angeordneten elektrischen Heizkörper.

[0008] Die EP 2 023 056 A1 offenbart einen Verbindungsprozess für einen Luftheizer.

[0009] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Wärmeübertrager und eine Kraftfahrzeugklimaanlage zur Verfügung zu stellen, bei dem ein mit elektrischem Strom unter Hochspannung, z. B. mehr als 50 V, betriebener Wärmeübertrager ohne Gefährdung für die Umwelt, insbesondere Menschen, betrieben werden kann. Der Wärmeübertrager und die Kraftfahrzeugklimaanlage sollen in der Herstellung preiswert sein und zuverlässig im Betrieb arbeiten.

[0010] Diese Aufgabe wird mit einem Wärmeübertrager gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0011] Dieser Wärmeübertrager umfasst gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 wenigstens ein PTC-Element, wenigstens zwei mit dem wenigstens einen PTC-Element elektrisch leitend verbundene Leiter, insbesondere Leiterplatten, um elektrischen Strom durch das wenigstens eine PTC-Element zu leiten und dadurch das PTC-Element zu erwärmen und wenigstens ein Wärmeleitelement zur Übertragung von Wärme von dem wenigstens einen PTC-Element auf ein zu erwärmendes Fluid und wenigstens ein Mittel zum Verbinden des wenigstens einen PTC-Elements, der wenigstens zwei Leiter und des wenigstens einen Wärmeleitelementes miteinander, wobei mittels wenigstens eines ersten elektrischen Isolierelementes wenigstens ein Wärmeleitelement elektrisch von wenigstens einem Leiter isoliert ist.

[0012] Erfindungsgemäß ist das wenigstens eine erste elektrische Isolierelement zwischen wenigstens einem Leiter und wenigstens einem Wärmeleitelement angeordnet und wenigstens ein zweites elektrisches Isolierelement isoliert elektrisch wenigstens ein PTC-Element und wenigstens einen Leiter, wobei das wenigstens eine erste elektrische Isolierelement aus einem anderen Material besteht als das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement.

[0013] In einer ergänzenden Ausführungsform steht das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement in, vorzugsweise unmittelbaren, Kontakt zu dem wenigstens

tens einen PTC-Element und/oder dem wenigstens einen Leiter und/oder dem wenigstens einen Wärmeleitelement, insbesondere eine Wärmeleitplatte des Wärmeleitelementes.

[0014] Erfindungsgemäß ist das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement ein erhärtbares oder erhärtetes Fluid oder Gel, z. B. ein Klebstoff, insbesondere Silikon-Klebstoff, oder ein Isoliergel bzw. -fluid ist. Das Fluid oder Gel isoliert elektrisch.

[0015] Eine stoffschlüssige Verbindung hat den Vorteil, dass als Mittel zum Verbinden der Komponenten des Wärmeübertragers, d. h. des wenigstens einen PTC-Elementes, der wenigstens zwei Leiter und des wenigstens einen Wärmeleitelementes, keine aufwendige Halteeinrichtung, z. B. ein Clip oder ein Rahmen, erforderlich ist. Als Mittel zum Verbinden dient somit das Material, welches die stoffschlüssige Verbindung herstellt.

[0016] Erfindungsgemäß isoliert das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement das wenigstens eine PTC-Element und den wenigstens einen Leiter in denjenigen Bereichen und deckt eine Oberfläche davon ab, in welchen das wenigstens eine PTC-Element oder der wenigstens eine Leiter nicht Kontakt oder Verbindung zu dem wenigstens einen PTC-Element oder dem wenigstens einen Leiter oder dem wenigstens einen Wärmeleitelement oder dem wenigstens einen ersten elektrischen Isolierelement steht.

[0017] In einer Variante ist das wenigstens eine zweite Isolierelement von einem Rahmenprofil und/oder dem ersten elektrischen Isolierelement und/oder der Wärmeleitplatte wenigstens teilweise eingeschlossen oder abgedeckt.

[0018] In einer weiteren Ausgestaltung umfasst das wenigstens eine erste elektrische Isolierelement Keramik und/oder Kunststoff, z. B. Polyimid, und/oder ein Mineral, z. B. MICA, und/oder das wenigstens eine erste elektrische Isolierelement ist eine Folie, eine Platte oder eine Beschichtung.

[0019] Insbesondere ist das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement mittels Einspritzen in einen Hohlraum eingebracht zum Isolieren und/oder das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement ist ein Klebstoff, z. B. Silikon-Klebstoff, und ein Überschuss an Klebstoff ist in den Hohlraum aufgrund eines Verbindens des wenigstens einen PTC-Elements und/oder des wenigstens einen Leiters und/oder des wenigstens einen ersten Isolierelementes und/oder des wenigstens einen Wärmeleitelement, insbesondere der Wärmeleitplatte des Wärmeleitelementes, miteinander mittels des Klebstoffes gepresst.

[0020] Eine erfindungsgemäße Kraftfahrzeugklimaanlage umfasst wenigstens einen in dieser Anmeldung beschriebenen Wärmeübertrager.

[0021] Ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertragers, insbesondere eines in dieser Anmeldung beschriebenen Wärmeübertragers, ist mit den Schritten ausgebildet: zur Verfügung stellen wenigstens eines PTC-Elements, zur Verfügung stellen von wenigstens

zwei elektrischen Leitern, insbesondere Leiterplatten, zum Durchleiten von elektrischem Strom durch das wenigstens eine PTC-Element, zur Verfügung stellen wenigstens eines Wärmeleitelementes zur Übertragung von

5 Wärme von dem wenigstens einen PTC-Element auf ein zu erwärmendes Fluid, Verbinden der wenigstens zwei Leiter mit dem wenigstens einen PTC-Element, Verbinden des wenigstens einen Wärmeleitelementes mit wenigstens einem Leiter und/oder wenigstens einem PTC-Element, wobei wenigstens ein erstes elektrisches Isolierelement zur Verfügung gestellt wird und das wenigstens ein erstes elektrisches Isolierelement mit wenigstens einem Leiter und/oder wenigstens einem Wärmeleitelement verbunden wird, um wenigstens ein Wärmeleitelement elektrisch von wenigstens einem Leiter zu isolieren.

[0022] In einer Variante wird wenigstens ein, insbesondere als, vorzugsweise erhärtbares und/oder erhärtetes, Fluid oder, vorzugsweise erhärtbares und/oder erhärtetes, Gel oder Isoliergel bzw. -fluid ausgebildetes, zweites elektrisches Isolierelement, z. B. ein Klebstoff, insbesondere Silikon-Klebstoff, auf das wenigstens eine PTC-Element und/oder den wenigstens einen Leiter und/oder das wenigstens eine Wärmeleitelement, insbesondere eine

20 Wärmeleitplatte des Wärmeleitelementes, aufgebracht, insbesondere mittels Spritzen, Pumpen oder Pressen, so dass vorzugsweise das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement das wenigstens eine PTC-Element und/oder den wenigstens einen Leiter und/oder das wenigstens eine Wärmeleitelement, insbesondere die Wärmeleitplatte des Wärmeleitelementes, in denjenigen Bereichen wenigstens teilweise elektrisch isoliert, in welchen das wenigstens eine PTC-Element und/oder der wenigstens eine Leiter und/oder das wenigstens eine

25 Wärmeleitelement nicht in mittelbaren, z. B. mittels eines Klebstoffes, oder in unmittelbaren Kontakt zu dem wenigstens einen PTC-Element und/oder dem wenigstens einen Leiter und/oder dem wenigstens einen ersten Isolierelement und/oder dem wenigstens einen Wärmeleitelement steht.

[0023] In einer zusätzlichen Ausführungsform ist das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement ein Klebstoff zum Verbinden des wenigstens einen PTC-Elements und/oder des wenigstens einen Leiters und/oder

45 des wenigstens einen ersten Isolierelementes und/oder des wenigstens einen Wärmeleitelement, insbesondere eine Wärmeleitplatte des Wärmeleitelementes, miteinander und mittels des Klebstoffes das wenigstens eine PTC-Element und/oder der wenigstens eine Leiter und/oder das wenigstens eine Wärmeleitelement, insbesondere eine Wärmeleitplatte des Wärmeleitelementes, miteinander stoffschlüssig verbunden werden.

[0024] In einer weiteren Ausgestaltung wird auf das wenigstens eine PTC-Element und/oder den wenigstens einen Leiter und/oder das wenigstens eine erste Isolierelement und/oder das wenigstens eine Wärmeleitelement, ein Überschuss an Klebstoff aufgebracht als zum Verbinden erforderlich ist und beim stoffschlüssigen Ver-

binden, d. h. Zusammenpressen, der Überschuss auf das wenigstens eine PTC-Element und/oder den wenigstens einen Leiter und/oder das wenigstens eine Wärmeleitelement gepresst oder gedrückt wird, so dass vorzugsweise das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement das wenigstens eine PTC-Element und/oder den wenigstens einen Leiter und/oder das wenigstens eine Wärmeleitelement, insbesondere die Wärmeleitplatte des Wärmeleitelementes, in denjenigen Bereichen wenigstens teilweise elektrisch isoliert, in welchen das wenigstens eine PTC-Element und/oder der wenigstens eine Leiter und/oder das wenigstens eine Wärmeleitelement nicht in mittelbaren, z. B. mittels eines Klebstoffes, oder in unmittelbaren Kontakt zu dem wenigstens einen PTC-Element und/oder dem wenigstens einen Leiter und/oder das wenigstens eine erste Isolierelement und/oder dem wenigstens einen Wärmeleitelement steht.

[0025] Insbesondere wird das wenigstens eine erste Isolierelement anders mit dem Wärmeübertrager verbunden als das wenigstens eine zweite Isolierelement.

[0026] Vorzugsweise wird das wenigstens eine erste Isolierelement anders in den Wärmeübertrager eingebracht als das wenigstens eine zweite Isolierelement.

[0027] In einer weiteren Ausgestaltung erfolgt in der Kraftfahrzeugklimaanlage das Erwärmen der Luft ausschließlich mittels wenigstens einer elektrischen Heizeinrichtung, insbesondere ein in dieser Anmeldung beschriebener Wärmeübertrager mit einem PTC-Element.

[0028] In einer weiteren Ausgestaltung weist das wenigstens eine erste und/oder das wenigstens eine zweite Wärmeleitelement eine Wärmeleitfähigkeit von wenigstens 1 W/mK, insbesondere wenigstens 30 W/mK auf.

[0029] In einer weiteren Ausführungsform weist das wenigstens eine erste und/oder das wenigstens eine zweite Isolierelement eine elektrische Isolation von wenigstens 1 kV/mm, insbesondere wenigstens 25 kV/mm auf.

[0030] In einer Variante weist das wenigstens eine erste und/oder das wenigstens eine zweite Isolierelement im Querschnitt eine Durchschlagfestigkeit von wenigstens 1 kV auf.

[0031] In einer weiteren Ausgestaltung weist das wenigstens eine erste und/oder das wenigstens eine zweite Isolierelement eine Wärmeleitfähigkeit von wenigstens 1 W/mK, insbesondere wenigstens 25 W/mK auf. Das wenigstens eine erste und/oder das wenigstens eine zweite Isolierelement kann damit einerseits gute elektrisch isolieren und kann andererseits ausreichend gut die Wärme von dem PTC-Element zu dem Wärmeleitelement leiten.

[0032] In einer weiteren Ausgestaltung ist das wenigstens eine erste Isolierelement wenigstens zweiteilig. Das wenigstens eine erste Isolierelement kann beispielsweise eine Folie und eine Platte umfassen. Die Platte weist eine ausreichend große Steifigkeit auf und ist somit nicht leicht biegsam wie die Folie.

[0033] Im Nachfolgenden werden Ausführungsbei-

spiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigt:

5 Fig. 1 einen Querschnitt einer Kraftfahrzeugklimaanlage,

Fig. 2 einen Querschnitt des Wärmeübertragers gemäß Fig. 2 in einer ersten Ausführungsform,

10 Fig. 3 einen Querschnitt des Wärmeübertragers gemäß Fig. 2 in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 4 einen Querschnitt des Wärmeübertragers gemäß Fig. 2 in einer dritten Ausführungsform,

15 Fig. 5 einen Querschnitt des nicht erfindungsgemäß Wärmeübertragers und

Fig. 6 eine Explosionsdarstellung des Wärmeübertragers in einem Schichtaufbau.

[0034] Fig. 1 zeigt eine Kraftfahrzeugklimaanlage 7. In einem Klimaanlagengehäuse 9 mit einer Bodenwandung 10 und einer Austrittsöffnung 12 ist ein Gebläse 8, ein

25 Filter 13, ein Kältemittelverdampfer 14 und eine elektrische Heizeinrichtung 15 angeordnet. Das Klimaanlagengehäuse 9 bildet somit einen Kanal 18 zum Durchleiten der Luft. Wandungen 11 des Klimaanlagengehäuses 9 weisen an der Innenseite eine Oberfläche 19 auf, welche den Kanal 18 begrenzen. Die Luft für den Innenraum eines Kraftfahrzeugs wird mittels des Gebläses 8 durch den Filter 13, den Kältemittelverdampfer 14 sowie die elektrische Heizeinrichtung 15 geleitet.

[0035] Die Kraftfahrzeugklimaanlage 7 ist somit nicht 35 mit einem von Kühlmittel durchströmten Wärmeaustauscher versehen zum Erwärmen der durch die Kraftfahrzeuganlage 7 geleiteten Luft. Die durch die Kraftfahrzeugklimaanlage 7 geleitete Luft wird ausschließlich mittels der elektrischen Heizeinrichtung 15 erwärmt. Die 40 Kraftfahrzeugklimaanlage 7 wird vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug mit ausschließlich elektrischem Antrieb oder mit einem Hybridantrieb eingesetzt (nicht dargestellt). Um mittels der elektrischen Heizeinrichtung 15 die notwendige Heizleistung zu erreichen, muss die elektrische Heizeinrichtung 15 mit Hochspannung, z. B. mit mehr als 50 Volt, betrieben werden.

[0036] In Fig. 2 ist ein erstes Ausführungsbeispiel der 45 als Wärmeübertrager 6 ausgebildeten elektrischen Heizeinrichtung 15 der Kraftfahrzeugklimaanlage 7 abgebildet. Der Wärmeübertrager 6 umfasst ein plattenförmiges PTC-Element 1 aus Keramik, eine erste Leiterplatte 3 und eine zweite Leiterplatte 4 jeweils als Leiter 20, um elektrischen Strom durch das PTC-Element 1 leiten zu können. Wellrippen 21 als Wärmeleitelemente 2 leiten die in dem PTC-Element 1 aufgrund des elektrischen Widerstandes des PTC-Elementes 1 erzeugte Wärme auf die durch die Kraftfahrzeugklimaanlage 7 geleitete Luft. Die Wellrippen 21 sind an einer Wärmeleitplatte 16 be-

festigt. Die Wellrippen 21 vergrößern die Oberfläche, welche zur Verfügung steht, um Wärme auf die Luft zu übertragen. Die beiden Leiterplatten 3, 4 sind dabei auf dem PTC-Element 1 aufgeklebt. Die Wärmeleitelemente 2 und die Leiter 20 bestehen aus Metall, z. B. aus Aluminium.

[0037] Die Verbindung oder der Kontakt zwischen den Wellrippen 21 bzw. der Wärmeleitplatte 16 als Bestandteil des Wärmeleitelementes 2 und den Leiterplatten 3, 4 erfolgt dabei mittelbar mit einem ersten Isolierelement 5a.

[0038] Das erste elektrische Isolierelement 5a besteht aus Kunststoff, z. B. Polyimid, Keramik oder Mineralien, z. B. MICA, oder einem sonstigen Material mit einer ausreichend guten Wärmeleitfähigkeit, um die Wärme von dem PTC-Element 1 zu den Wellrippen 21 leiten zu können und andererseits eine ausreichend gute elektrische Isolation aufweist, um die Wellrippen 21 von den unter Hochspannung stehenden Leiterplatten 3, 4 elektrisch zu isolieren und dadurch bei einem Berühren der Wellrippen 21 einen Stromschlag einer Person verhindern zu können. Die ersten Isolierelemente 5a decken dabei eine Breitseite der Leiterplatten 3, 4 vollständig ab, so dass die Leiterplatten 3, 4 lediglich in denjenigen Bereichen zusätzlich isoliert werden muss, an denen die Leiterplatten 3, 4 nicht mit dem ersten Isolierelement 5a und dem PTC-Element 1 in Kontakt stehen. Die Leiterplatten 3, 4 sind mit dem ersten Isolierelement 5a mittels Klebstoff 23 stoffschlüssig verbunden. Dies gilt auch für die Verbindung zwischen dem ersten Isolierelement 5a und der Wärmeleitplatte 16 sowie der Verbindung zwischen dem PTC-Element 1 und der ersten und zweiten Leiterplatte 3, 4.

[0039] In einen Hohlraum 22, der im Wesentlichen von einem Rahmenprofil 17, dem PTC-Element 1, den beiden Leiterplatten 3, 4, den beiden ersten Isolierelementen 5a und den beiden Wärmeleitplatten 16 eingeschlossen ist, ist ein zweites elektrisches Isolierelement 5 b eingebracht. Das zweite elektrische Isolierelement 5 b ist ein, insbesondere erhärtbares bzw. erhärtetes, Fluid oder Gel, z. B. ein Klebstoff 23, oder ein im Wesentlichen nicht erhärtbares bzw. erhärtetes Isolierfluid oder -gel 24. Beim zweiten elektrischen Isolierelement 5 b ist normalerweise keine ausreichend hohe Wärmeleitfähigkeit erforderlich wie bei dem ersten Isolierelement 5a, weil durch das zweite elektrische Isolierelement 5 b im Wesentlichen keine Wärme oder nur eine geringe Wärmemenge zu dem Wärmeleitelement 2 geleitet werden muss. Das zweite elektrische Isolierelement 5 b weist eine ausreichend hohe elektrische Isolation auf.

[0040] Das zweite Isolierelement 5 b kann auf verschiedene Art und Weise in den Hohlraum 22 eingebracht werden. In einer ersten Variante wird das Isoliergel 24 oder ein Klebstoff 23 in den Hohlraum 22 durch Öffnungen in dem Rahmenprofil 17 oder Öffnungen im Bereich des Rahmenprofils 17 eingespritzt oder eingepumpt. Das Isoliergel 24 oder der Klebstoff 23 mit den Eigenschaften eines Fluides und einer hohen Viskosität

passt sich dabei den Begrenzungsflächen des Hohlraumes 22, gebildet im Wesentlichen von dem Rahmenprofil 17, dem PTC-Element 1, den beiden Leiterplatten 3, 4, den beiden ersten Isolierelementen 5a und den beiden Wärmeleitplatten 16, im Wesentlichen vollständig an, so dass der Hohlraum 22 vollständig von dem Klebstoff 23 oder dem Isoliergel 24 ausgefüllt ist.

[0041] Damit sind insbesondere das PTC-Element 1 und die beiden Leiterplatten 3, 4 vollständig gegenüber der Umgebung elektrisch isoliert, weil in den anderen Bereichen das PTC-Element 1 mit den Leiterplatten 3, 4 in Verbindung stehen und die beiden Leiterplatten 3, 4 mit dem PTC-Element 1 und dem ersten elektrischen Isolierelement 5a mittelbar oder unmittelbar in Verbindung steht. Aufgrund des vollständigen, hohlraumfreien Ausfüllens des Hohlraumes 22 mit dem Klebstoff 23 oder dem Isoliergel 24 sind das PTC-Element und die beiden Leiterplatten 3, 4 fluddicht in dem Wärmeübertrager 6 eingeschlossen, so dass im Allgemeinen auch keine Kriechströme an der Außenseite des Wärmeübertragers 6 auftreten oder ein Berühren des Wärmeübertragers 6, auch bei Feuchtigkeit an der Oberfläche des Wärmeübertragers 6, keine Gefahr darstellt. Das Isoliergel 24 ist dabei dahingehend ausgebildet, dass es nach dem Einbringen in den Hohlraum 22 nicht auslaufen kann, indem entweder das Isoliergel 24 eine ausreichend hohe Viskosität aufweist oder bei Kontakt mit Luft die Viskosität erhöht wird oder das Isoliergel 24 an der in mit Luft in Kontakt stehenden Bereich geringfügig erhärtet.

[0042] In einer nicht dargestellten Ausführungsform ist der Hohlraum 22 mit der Umgebung nur mit einer Öffnung, z. B. in dem Rahmenprofil 17, verbunden. Durch diese Öffnung wird der Klebstoff 23 oder das Isoliergel 24 bzw. das Isolierfluid 24 eingespritzt und anschließend die Öffnung fluddicht, z. B. mittels eines Stopfens, verschlossen. In dieser nicht dargestellten Ausführungsform ist somit ein Erhärten des Klebstoffes 23 oder eine ausreichend hohe Viskosität des Isolierfluides 24 nicht erforderlich (nicht dargestellt).

[0043] In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform ist das zweite Isolierelement 5 b ein Feststoff wie das erste Isolierelement 5a. Das zweite Isolierelement 5 b weist dabei genau die komplementäre Form zu dem Hohlraum 22 auf, so dass das zweite Isolierelement 5 b lediglich in den Hohlraum 22 eingelegt werden muss. Die Verbindung zwischen dem zweiten Isolierelement 5 b als Feststoff und dem Hohlraum 22 erfolgt stoff- und/oder kraftund/oder formschlüssig. Beispielsweise wird auf das zweite elektrische Isolierelement 5 b eine dünne Schicht Klebstoff 23 aufgebracht und/oder das zweite Isolierelement 5 b ist zwischen dem Rahmenprofil 17 und dem PTC-Element 1 sowie den beiden Leiterplatten 3, 4 eingeklemmt (nicht dargestellt).

[0044] In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform besteht das erste Isolierelement 5 a aus Kunststoff und wird mittels Umspritzen der ersten und zweiten Leiterplatte 3, 4 mit der ersten und zweiten Leiterplatte 3, 4 verbunden. Hierzu wird eine Leiterplatte 3,

4 in ein Spritzgießwerkzeug eingelegt und anschließend in das Spritzgießwerkzeug, vorzugsweise thermoplastischer, Kunststoff eingebracht. Das erste Isolierelement 5 a aus Kunststoff ist damit unmittelbar mit der ersten und zweiten Leiterplatte 3, 4 verbunden. Zur besseren Verbindung des ersten Isolierelementes 5 a mit der ersten und zweiten Leiterplatte 3, 4 können auf der ersten oder zweiten Leiterplatte 3, 4 Haftmittel aufgebracht werden vor dem Einbringen der ersten oder zweiten Leiterplatte 3, 4 in das Spritzgießwerkzeug (nicht dargestellt).

[0045] Das PTC-Element 1 ist mit den beiden Leiterplatten 3, 4 in dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 mittels Klebstoff 23 verbunden und die beiden Leiterplatten 3, 4 sind ebenfalls mittels Klebstoff 23 mit dem ersten Isolierelement 5a verbunden. Dieser Klebstoff 23 für die stoffschlüssige Verbindung ist in den Figuren nicht dargestellt. Vor dem stoffschlüssigen Verbinden wird ein Überschuss an Klebstoff 23 auf das PTC-Element 1 aufgebracht, so dass beim Verbinden des PTC-Elementes 1 mit der Leiterplatte 3, 4 der Überschuss, welcher nicht für die stoffschlüssige Verbindung benötigt wird, in den Hohlraum 22 gepresst oder gedrückt wird während das PTC-Element 1 auf die Leiterplatte 3, 4 aufgedrückt wird. Der Überschuss an Klebstoff 23 ist dabei dahingehend bemessen, dass der Hohlraum 22 an beiden Schmalseiten des PTC-Elementes 1 vollständig ausgefüllt wird. Der Klebstoff 23 erhärtet nach dem Verbinden in dem Hohlraum 22, so dass der Klebstoff 23 nicht mehr aus dem Hohlraum 22 auslaufen kann und eine dauerhafte Isolierung der unter elektrischen Strom stehenden Teile 1, 3, 4 gewährleistet ist.

[0046] In Fig. 3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel des Wärmeübertragers 6 abgebildet. Im Nachfolgenden werden nur die Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 beschrieben. Der Wärmeübertrager 6 ist nicht mit einem Rahmenprofil 17 versehen, so dass der Hohlraum 22 an einer Außenseite keine Begrenzung aufweist. In den Hohlraum 22 kann damit der Klebstoff 23 oder das Isolierfluid 24 besonders einfach von außen eingebracht werden. Der Klebstoff 23 oder das Isolierfluid 24 muss dabei nach dem Einbringen in den Hohlraum 22 eine ausreichende Härte oder Viskosität aufweisen, dass der Hohlraum 22 dauerhaft mit dem Klebstoff 23 oder dem Isolierfluid 24 als zweites elektrisches Isolierelement 5 b gefüllt ist.

[0047] In Fig. 4 ist ein drittes Ausführungsbeispiel des Wärmeübertragers 6 abgebildet. Im Nachfolgenden werden nur die Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 beschrieben. Anstelle mit dem Rahmenprofil 17 ist der Hohlraum 22 von der Wärmeleitplatte 16 des Wärmeleitelementes 2 abgedeckt. Die Wärmeleitplatte 16, auf der die Wellrippen 21 befestigt sind, ist dabei im Endbereich im Querschnitt bogenförmig oder L-förmig ausgebildet. Die Wärmeleitplatten 16 sind mittels des ersten elektrischen Isolierelementes 5 a von den beiden Leiterplatten 3, 4 elektrisch isoliert, so dass von den beiden Wärmeleitplatten 16 keine Gefahr für die Umgebung ausgehen kann.

[0048] In Fig. 5 ist ein nicht erfindungsgemäßes Beispiel des Wärmeübertragers 6 abgebildet. Im Nachfolgenden werden nur die Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 beschrieben. Anstelle des Rahmenprofils 17 deckt ein im Endbereich im Querschnitt T-förmiges erstes Isolierelement 5 a den Hohlraum 22 teilweise ab. Die Wellrippen 21 sind unmittelbar an dem ersten Isolierelement 5 a ohne eine Wärmeleitplatte 16 befestigt.

[0049] In Fig. 6 ist eine Explosionsdarstellung des Wärmeübertragers 6 ohne das zweite elektrische Isolierelement 5 b abgebildet. Mehrere PTC-Elemente 1 sind in Ausnehmungen einer Fixierungsplatte 25 befestigt bzw. fixiert. Die ersten Isolierelemente 5 a, Leiterplatten 3, 4 und Wellrippen 21 mit Wärmeleitplatten 16 sind schichtartig übereinander angeordnet. Die beiden Leiterplatten 3, 4 sind lediglich mittels elektrischer Kontakte 26 oder elektrischer Leitungen mit der Umgebung des Wärmeübertragers 6 verbunden, um elektrischen Strom durch die beiden Leiterplatten 3, 4 und damit das PTC-Element 1 leiten zu können. Es können auch mehrere der in Fig. 6 abgebildeten Wärmeübertrager 6 übereinander schichtartig angeordnet werden (nicht dargestellt).

[0050] In Fig. 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 6 abgebildet. In dieser Ausführungsform weist das erste Isolierelement 5a einen Überstand gegenüber den Wärmeleitplatten 16 auf. Der Zwischenraum, der durch den Überstand gebildet wird, wird gänzlich mit Klebstoff 23 ausgefüllt. Durch eine derartige Ausführungsform kann insbesondere ein Kurzschluss zwischen den beiden Wärmeleitplatten 16, die auf einem unterschiedlichen elektrischen Potential liegen können, vermieden werden.

[0051] In den Fig. 8a und 8b sind zwei weitere Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 6 abgebildet. In diesen Ausführungsformen sind die Leiterplatten 3, 4 gänzlich mit einem Klebstoff umspritzt. Die PTC-Elemente 1 können entweder in einem Rahmen 17 gehalten werden (siehe Fig. 8b), oder es kann auch auf den Rahmen verzichtet werden (siehe Fig. 8a).

[0052] Fig. 9 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 6 abgebildet. In dieser Ausführungsform sind sowohl die PTC-Elemente 1, als auch die beiden Leiterplatten 3, 4 und die Wärmeleitelemente 2 von einer Isolierung umgeben. Die Isolierung kann beispielsweise durch eine Oberflächenbehandlung in einem Isolierbad bereitgestellt werden. Die stoffschlüssige Verbindung zwischen den PTC-Elementen und den beiden Leiterplatten 3 und 4 beziehungsweise zwischen den Wärmeleitelementen 2 und den beiden Leiterplatten 3 und 4 wird durch einen Klebstoff bereitgestellt.

Insgesamt betrachtet sind mit dem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager 6 und der erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugklimaanlage 7 wesentliche Vorteile verbunden. Das PTC-Element 1 und die beiden Leiterplatten 3, 4 sind im Wesentlichen vollständig elektrisch gegenüber

der Umgebung isoliert, so dass von der Hochspannung keine Gefahr für die Umgebung ausgehen kann.

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager (6) für eine Kraftfahrzeugklimaanlage zum Betrieb mit Hochspannung, umfassend

- wenigstens ein PTC-Element (1),
- wenigstens zwei mit dem wenigstens einen PTC-Element (1) elektrisch leitend verbundene Leiter (20) um elektrischen Strom durch das wenigstens eine PTC-Element (1) zu leiten und dadurch das PTC-Element (1) zu erwärmen und
- wenigstens ein Wärmeleitelement (2) zur Übertragung von Wärme von dem wenigstens einen PTC-Element (1) auf ein zu erwärmendes Fluid und
- wenigstens ein Mittel zum Verbinden des wenigstens einen PTC-Elements (1), der wenigstens zwei Leiter (20) und des wenigstens einen Wärmeleitelementes (2) miteinander,

wobei mittels wenigstens eines ersten elektrischen Isolierelementes (5a) wenigstens ein Wärmeleitelement (2) elektrisch von wenigstens einem Leiter (20) isoliert ist, wobei das wenigstens eine erste elektrische Isolierelement (5a) zwischen wenigstens einem Leiter (20) und wenigstens einem Wärmeleitelement (2) angeordnet ist und eine Platte oder Beschichtung aus Keramik oder eine Folie oder Beschichtung aus Kunststoff oder eine Platte oder Beschichtung aus Mineral ist, und wobei wenigstens ein zweites elektrisches Isolierelement (5b) vorgesehen ist, welches das wenigstens eine PTC-Element (1) und den wenigstens einen Leiter (20) elektrisch isoliert und

das wenigstens eine erste elektrische Isolierelement (5a) aus einem anderen Material besteht als das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement (5b) und wobei das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement (5b) ein erhärtbares oder erhärtetes Fluid oder Gel ist und das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement (5b) das wenigstens eine PTC-Element (1) und den wenigstens einen Leiter (20) in denjenigen Bereichen elektrisch isoliert und eine Oberfläche davon abdeckt, in welchen das wenigstens eine PTC-Element (1) oder der wenigstens eine Leiter (20) nicht in Kontakt oder Verbindung zu dem wenigstens einen PTC-Element (1) oder dem wenigstens einen Leiter (20) oder

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

dem wenigstens einen Wärmeleitelement (2) oder dem wenigstens einen ersten elektrischen Isolierelement (5a) steht und wobei das Wärmeleitelement (2) als Wellrippe (21) ausgebildet ist, wobei die Wellrippe (21) an einer Wärmeleitplatte (16) befestigt ist, die auch Bestandteil des Wärmeleitelements (2) ist, wobei das wenigstens eine PTC-Element (1) und der wenigstens eine Leiter (20) stoffschlüssig miteinander verbunden sind und **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Wärmeleitelement (2) und das wenigstens eine erste elektrische Isolierelement (5a), stoffschlüssig miteinander verbunden sind und der wenigstens eine Leiter (20) und das wenigstens eine erste elektrische Isolierelement (5a) stoffschlüssig miteinander verbunden sind.

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement (5b) in Kontakt zu dem wenigstens einen PTC-Element (1) oder dem wenigstens einen Leiter (20) oder dem wenigstens einen Wärmeleitelement (2) steht.

3. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine zweite Isolierelement (5b) von einem Rahmenprofil (17) oder dem ersten elektrischen Isolierelement (5a) oder der Wärmeleitplatte (16) wenigstens teilweise eingeschlossen oder abgedeckt ist.

4. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement (5b) mittels Einspritzen in einen Hohlraum (22) eingebracht ist zum Isolieren.

5. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine zweite elektrische Isolierelement (5b) ein Klebstoff (23) ist und ein Überschuss an Klebstoff (23) in den Hohlraum (22) aufgrund eines Verbindens des wenigstens einen PTC-Elements (1) oder des wenigstens einen Leiters (20) oder des wenigstens einen ersten elektrischen Isolierelementes (5a) oder des wenigstens einen Wärmeleitelement (2) miteinander mittels des Klebstoffes (23) gepresst ist.

6. Kraftfahrzeugklimaanlage, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftfahrzeugklimaanlage wenigstens einen Wärmeübertrager (6) gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

Claims

1. A heat exchanger (6) for a vehicle air-conditioning system for high-voltage operation, comprising

- at least one PTC element (1),
 - at least two conductors (20) connected to the at least one PTC element (1) in an electrically conductive manner in order to direct electrical current through the at least one PTC element (1) and thereby heat the PTC element (1) and
 - at least one thermally conductive element (2) for transferring heat from the at least one PTC element (1) to a fluid to be heated and
 - at least one means for connecting the at least one PTC element (1), the at least two conductors (20) and the at least one thermally conductive element (2) to one another, wherein at least one thermally conductive element (2) is electrically insulated from at least one conductor (20) by means of at least one first electrical insulating element (5a), wherein the at least one first electrical insulating element (5a) is arranged between at least one conductor (20) and at least one thermally conductive element (2) and comprises a plate or coating made of ceramic or a film or coating made of plastic or a plate or coating made of mineral, and wherein at least one second electrical insulating element (5b) which electrically insulates the at least one PTC element (1) and the at least one conductor (20) is provided and the at least one first electrical insulating element (5a) consists of another material than the at least one second electrical insulating element (5b) and wherein the at least one second electrical insulating element (5b) is a curable or cured fluid or gel and the at least one second electrical insulating element (5b) electrically insulates the at least one PTC element (1) and the at least one conductor (20) in the areas in which the at least one PTC element (1) or the at least one conductor (20) are not in contact with or connected to the at least one PTC element (1) or the at least one conductor (20) or the at least one thermally conductive element (2) or the at least one first electrical insulating element (5a) and covers a surface thereof and wherein the thermally conductive element (2) is formed as a corrugated rib (21), wherein the corrugated rib (21) is fastened to a thermally conductive plate (16) which is also part of the thermally conductive element (2), wherein the at least one PTC element (1) and the at least one conductor (20) are materially connected to one another and

characterised in that

the at least one thermally conductive element (2) and the at least one first electrical insulating element (5a) are materially connected to one another and the at least one conductor (20) and the at least one first electrical insulating element (5a) are materially connected to one another.

2. The heat exchanger according to claim 1, **characterised in that** the at least one second electrical insulating element (5b) is in contact with the at least one PTC element (1) or the at least one conductor (20) or the at least one thermally conductive element (2).
3. The heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterised in that** the at least one second insulating element (5b) is at least partially enclosed or covered by a frame profile (17) or the first electrical insulating element (5a) or the thermally conductive plate (16).
4. The heat exchanger according to one of the preceding claims 1 to 3, **characterised in that** the at least one second electrical insulating element (5b) is introduced into a cavity (22) by means of injection for insulating purposes.
5. The heat exchanger according to one of the preceding claims 1 to 3, **characterised in that** the at least one second electrical insulating element (5b) is an adhesive (23) and an excess of adhesive (23) is pressed into the cavity (22) due to a connection of the at least one PTC element (1) or the at least one conductor (20) or the at least one first electrical insulating element (5a) or the at least one thermally conductive element (2) to one another by means of the adhesive (23).
6. A vehicle air-conditioning system, **characterised in that** the vehicle air-conditioning system comprises at least one heat exchanger (6) according to one or more of the preceding claims.

Revendications

1. Echangeur de chaleur (6) pour un système de climatisation d'un véhicule automobile conçu pour fonctionner à haute tension, ledit échangeur de chaleur comprenant :
- au moins un élément (1) - CTP - à coefficient de température positif,
 - au moins deux conducteurs (20) reliés de façon électroconductrice à l'au moins un élément CTP (1), pour fournir du courant électrique à travers l'au moins un élément CTP (1) et, ainsi, permet-

tre de chauffer l'élément CTP (1), et
 - au moins un élément conducteur de la chaleur (2) servant à la transmission de la chaleur provenant de l'au moins un élément CTP (1), à un fluide à chauffer, et 5
 - au moins un moyen servant à assembler les uns aux autres l'au moins un élément CTP (1), les au moins deux conducteurs (20) et l'au moins un élément conducteur de la chaleur (2), où au moins un élément conducteur de la chaleur (2) est isolé électriquement au moins d'un conducteur (20), au moyen au moins d'un premier élément isolant électrique (5a), où l'au moins un premier élément isolant électrique (5a) est disposé entre au moins un conducteur (20) et au moins un élément conducteur de la chaleur (2), et comprend une plaque ou un revêtement en céramique, ou bien une feuille ou un revêtement en matière plastique, ou bien une plaque ou un revêtement se composant d'un minéral, et où :

il est prévu au moins un deuxième élément isolant électrique (5b) qui isole électriquement l'au moins un élément CTP (1) et l'au moins un conducteur (20), et 25
 l'au moins un premier élément isolant électrique (5a) se compose d'un matériau autre que celui de l'au moins un deuxième élément isolant électrique (5b), et où :

l'au moins un deuxième élément isolant électrique (5b) est un fluide ou un gel durcissable ou durci, et 35
 l'au moins un deuxième élément isolant électrique (5b) isole électriquement l'au moins un élément CTP (1) et l'au moins un conducteur (20) et recouvre une surface de ces éléments, dans les zones dans lesquelles l'au moins un élément CTP (1) ou l'au moins un conducteur (20) n'est pas en contact ou en liaison avec l'au moins un élément CTP (1) ou avec l'au moins un conducteur (20) ou avec l'au moins un élément conducteur de la chaleur (2) ou avec l'au moins un premier élément isolant électrique (5a), et où l'élément conducteur de la chaleur (2) est configuré comme une ailette ondulée (21), où l'aillette ondulée (21) 40
 est fixée sur une plaque conductrice de la chaleur (16), plaque qui fait partie également de l'élément conducteur de la chaleur (2), où l'au moins un élément CTP (1) et l'au moins un conducteur (20) sont assemblés l'un à l'autre par complémentarité de matière, et 50
 où l'au moins un élément CTP (1) et l'au moins un conducteur (20) sont assemblés l'un à l'autre par complémentarité de matière, et 55

caractérisé en ce que

l'au moins un élément conducteur de la chaleur (2) et l'au moins un premier élément isolant électrique (5a) sont assemblés l'un à l'autre par complémentarité de matière, et l'au moins un conducteur (20) et l'au moins un premier élément isolant électrique (5a) sont assemblés l'un à l'autre par complémentarité de matière.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'au moins un deuxième élément isolant électrique (5b) est en contact avec l'au moins un élément CTP (1) ou avec l'au moins un conducteur (20) ou avec l'au moins un élément conducteur de la chaleur (2).
3. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'au moins un deuxième élément isolant (5b) est entouré ou recouvert au moins partiellement par un profilé de cadre (17) ou par le premier élément isolant électrique (5a) ou par la plaque conductrice de la chaleur (16).
4. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'au moins un deuxième élément isolant électrique (5b) servant à l'isolation est introduit dans un espace creux (22), par injection.
5. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'au moins un deuxième élément isolant électrique (5b) est une colle (23), et un excédent de colle (23) est comprimé dans l'espace creux (22), en raison d'un assemblage de l'au moins un élément CTP (1) ou de l'au moins un conducteur (20) ou de l'au moins un premier élément isolant électrique (5a) ou de l'au moins un élément conducteur de la chaleur (2), lesdits éléments étant assemblés les uns aux autres au moyen de la colle (23).
6. Système de climatisation d'un véhicule automobile, **caractérisé en ce que** le système de climatisation d'un véhicule automobile comprend au moins un échangeur de chaleur (6) selon l'une quelconque ou plusieurs des revendications précédentes.

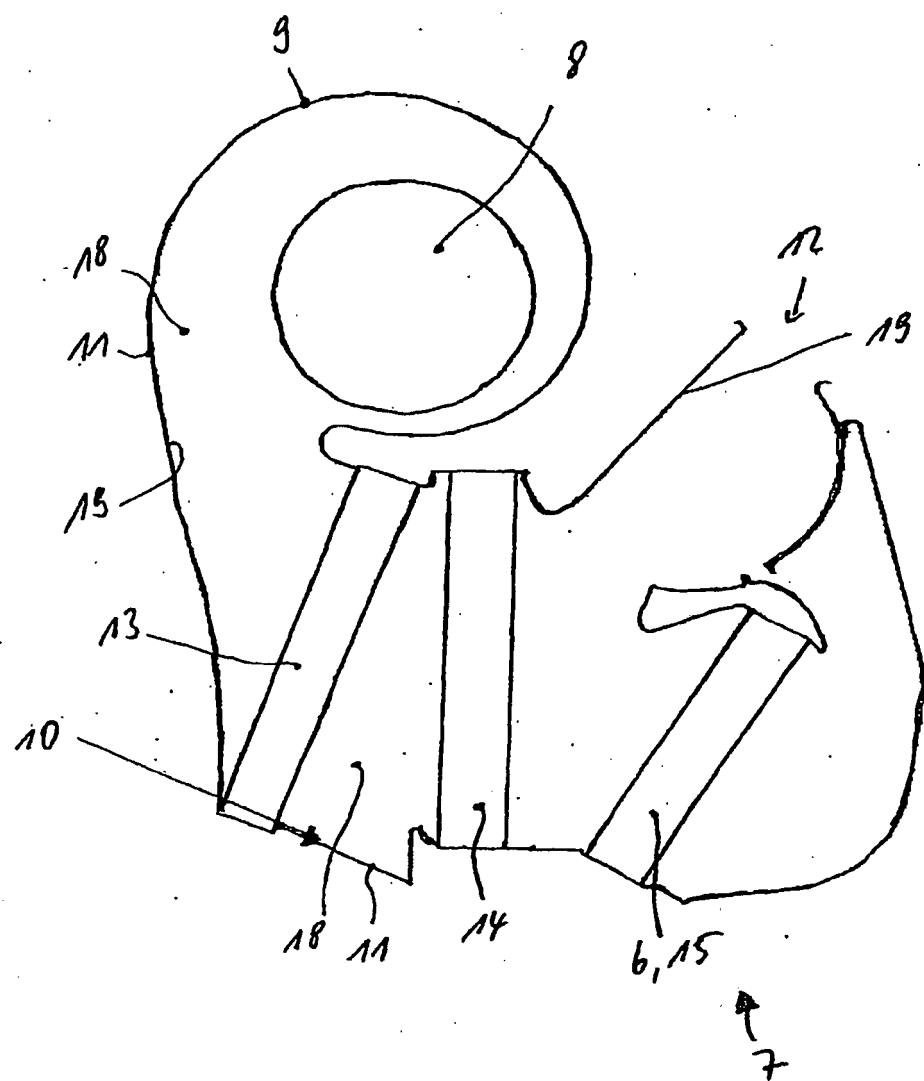


Fig. 1

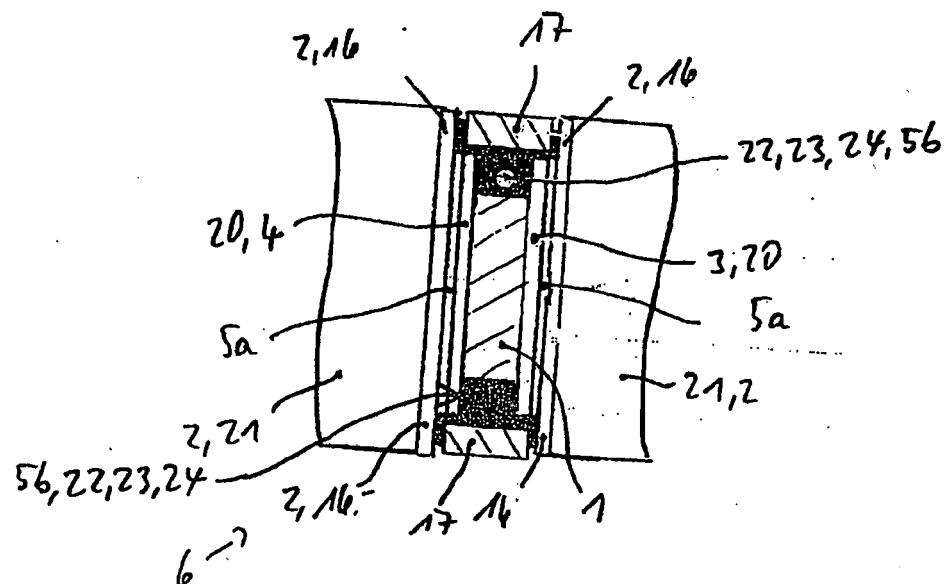


Fig. 2

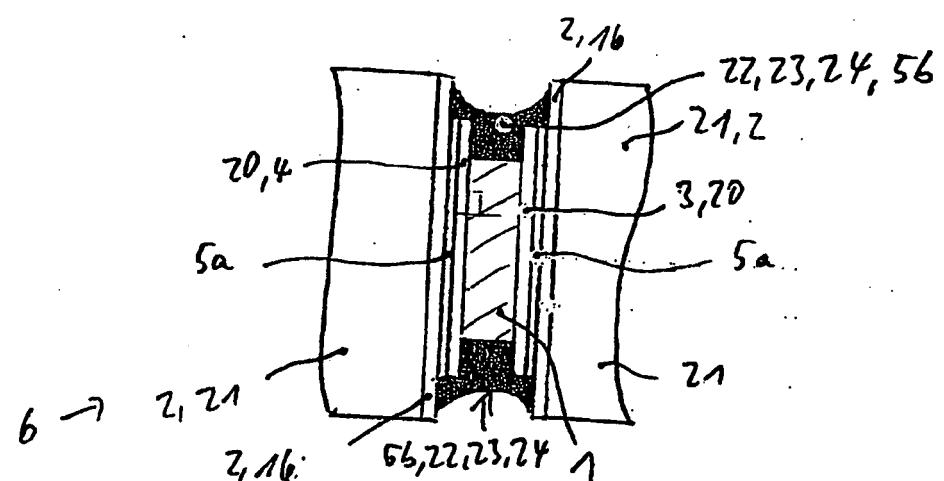


Fig. 3

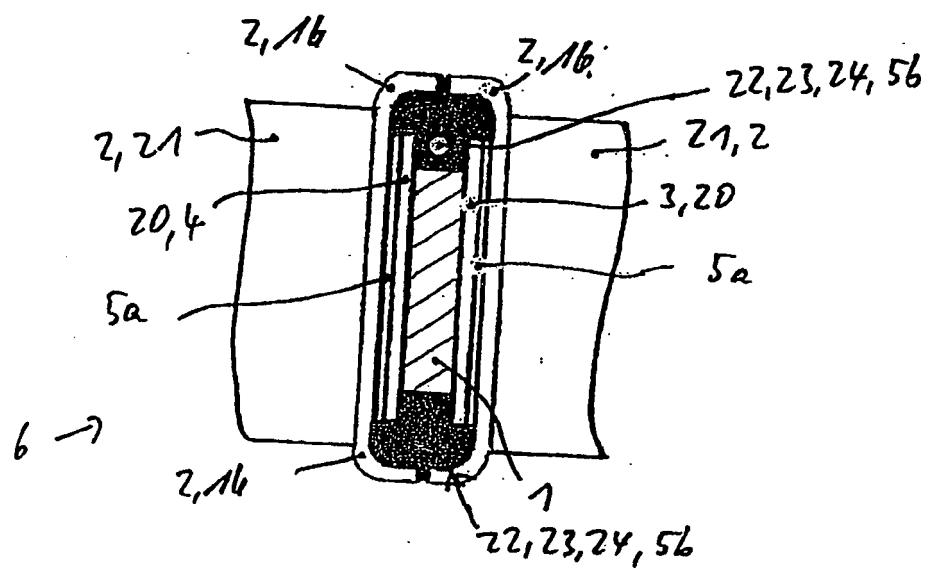


Fig. 4

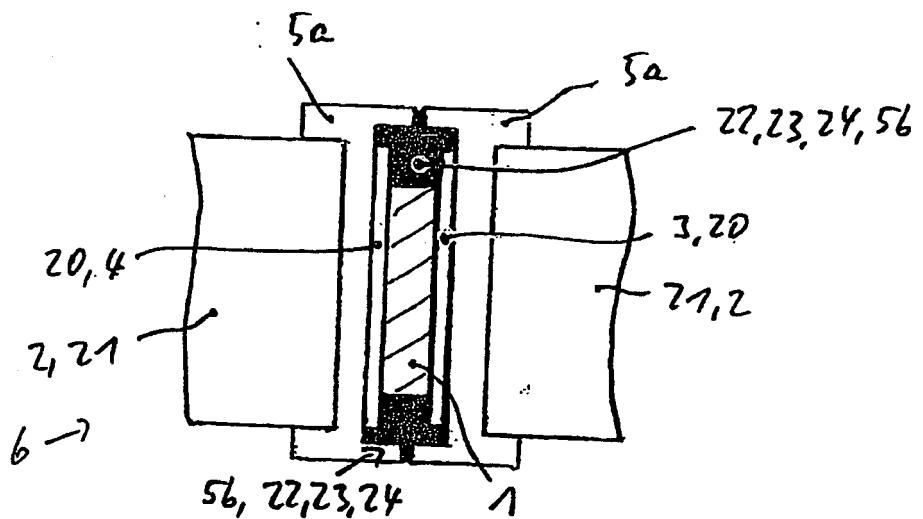


Fig. 5

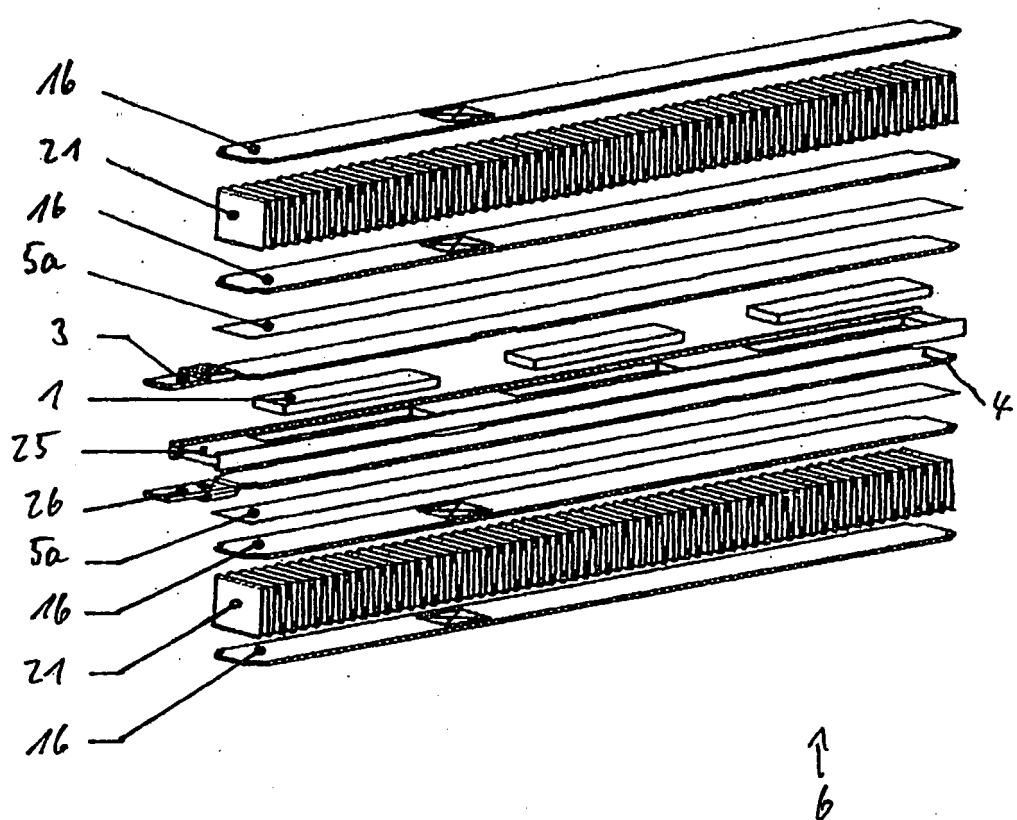


Fig. 6

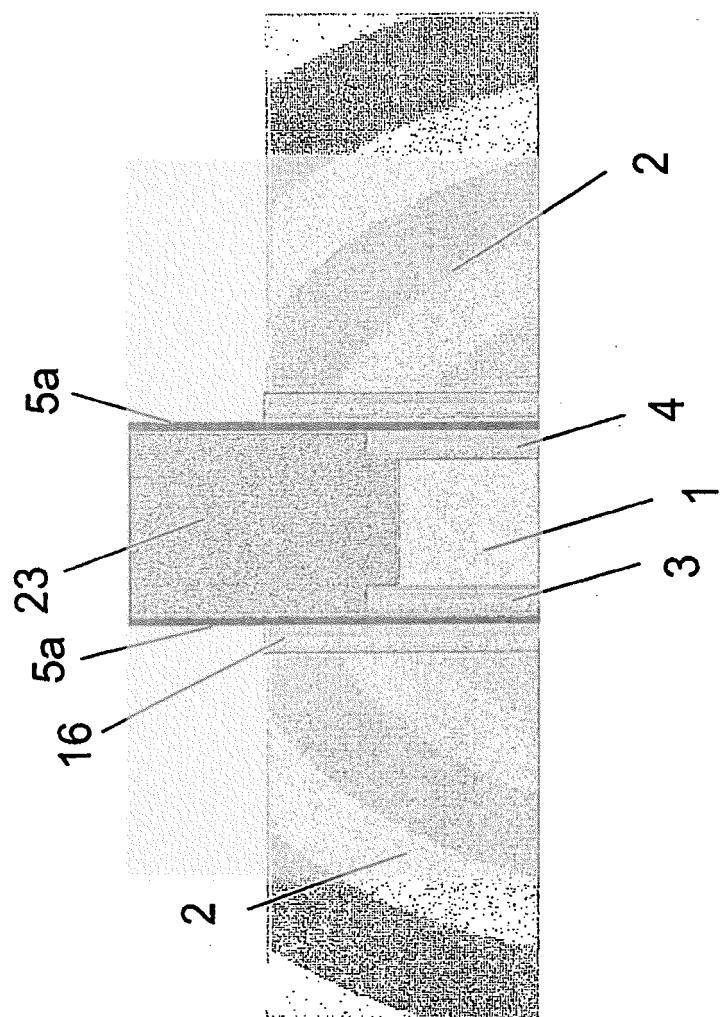


Fig. 7

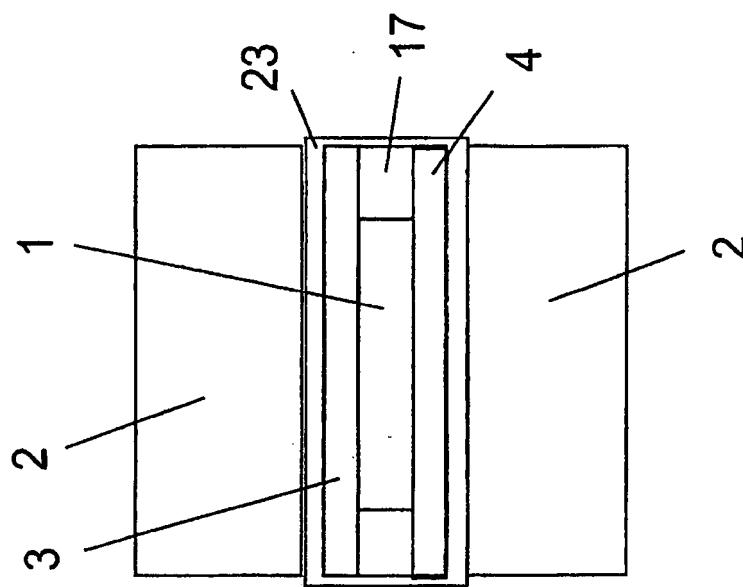


Fig. 8b

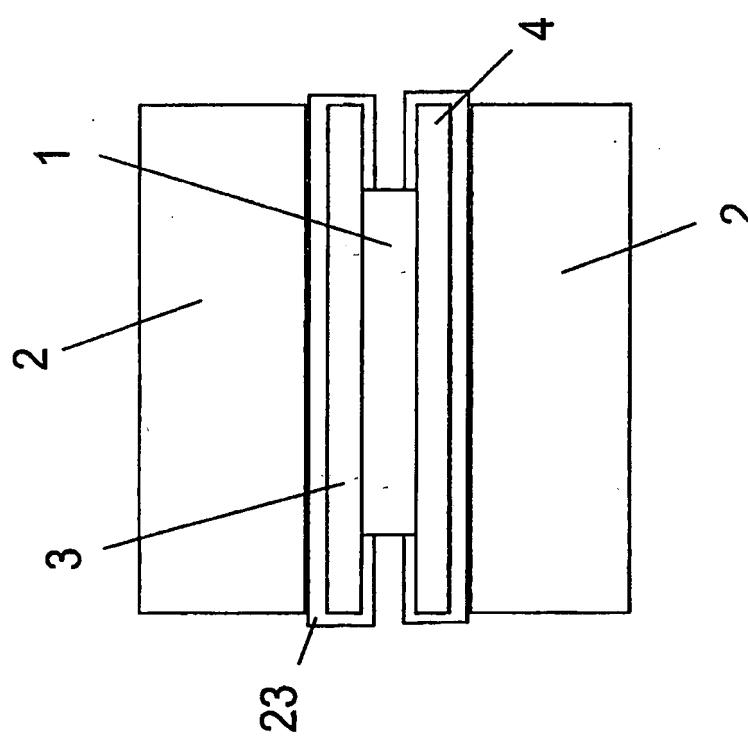
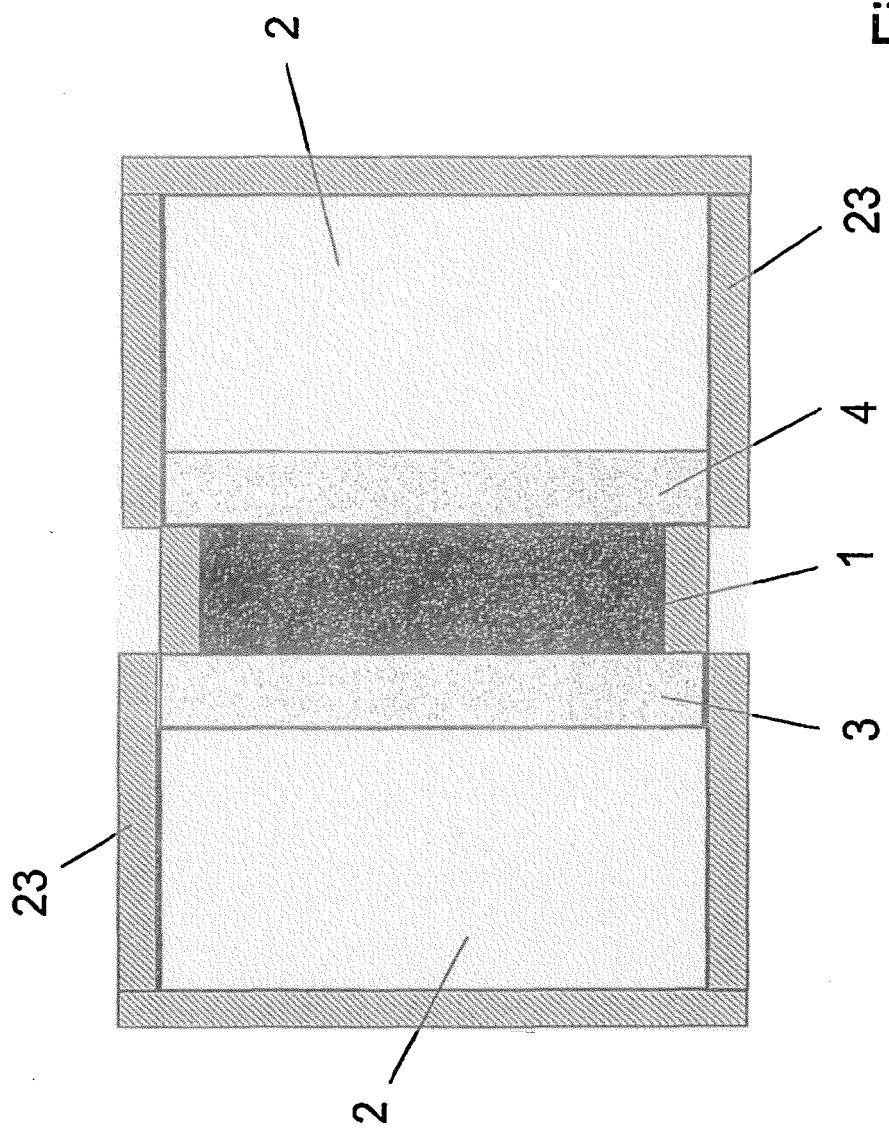


Fig. 8a

Fig. 9



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 4327282 A [0004]
- EP 1768458 A1 [0005]
- EP 1768457 A1 [0006]
- US 6178292 B1 [0007]
- EP 2023056 A1 [0008]