

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **09.01.91**

⑥ Int. Cl.⁵: **F 24 H 1/12, F 24 H 3/04, H 05 B 3/14**

⑦ Anmeldenummer: **88103909.3**

⑧ Anmeldetag: **11.03.88**

⑤ **Heizelement zum Erwärmen strömender Medien.**

③ Priorität: **12.03.87 DE 3708056**
12.03.87 DE 8703749 u

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.09.88 Patentblatt 88/37

⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
09.01.91 Patentblatt 91/02

⑥ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

⑦ Entgegenhaltungen:
EP-A-0 019 376
DE-A-2 948 591
GB-A-2 090 710

⑧ Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2 (DE)

⑨ **BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE**

⑩ Patentinhaber: **Siemens Bauelemente OHG**
Siemensstrasse 43
A-8530 Deutschlandsberg (AT)

⑪ **AT**

⑫ Erfinder: **Schwarzl, Helmut**
Arnfelderstrasse 12
A-8463 Leutschach (AT)
Erfinder: **Unterlass, Josef, Dipl.-Ing.**
Leonhardstrasse 100A
A-8010 Graz (AT)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Hezelement zum Erwärmen strömender Medien, bei dem als Wärmetauscher ein aus gut wärmeleitendem Metall, insbesondere aus Aluminium oder Kupfer oder aus Legierungen mit hohem Anteil dieser Metalle bestehender, mit regelmäßig angeordneten, in Strömungsrichtung sich geringfügig konisch verjüngenden Durchlaßöffnungen versehener Metallkörper dient, bei dem das Volumen sämtlicher zwischen den Durchlaßöffnungen befindlicher Teile des Metallkörpers gleich oder größer als das Volumen sämtlicher Durchlaßöffnungen ist, der Metallkörper mit scheibenförmigen, keramischen Kaltleitern (PTC-Widerständen) beheizt wird, die an einem Teil der Oberfläche des Metallkörpers mit thermisch und elektrisch leitfähigem Kunststoffkleber befestigt sind.

Es ist bekannt, als Hezelement einen keramischen Kaltleiter, auch PTC-Widerstand genannt, zu benutzen. Ein Kaltleiter besteht aus dotiertem polykristallinem Keramikmaterial mit Perowskitstruktur auf der Basis von Bariumtitanat, dessen wesentliche Eigenschaft das Zusammenwirken von Halbleitung und Ferroelektrizität ist. Als Folge dieser Eigenschaft ergibt sich in einem bestimmten Temperaturbereich ein ausgeprägter positiver Temperaturkoeffizient des Widerstandes. Ab einer bestimmten Temperatur, der Curietemperatur, die von der chemischen Zusammensetzung der Titanat-Keramik abhängt, steigt der Widerstand nahezu sprunghaft um einige Zehnerpotenzen an.

Wird also der Kaltleiter von einem Strom durchflossen, so heizt er sich auf, bis er die Curietemperatur erreicht hat, um dann, durch den sprunghaft ansteigenden Widerstand, kaum noch von Strom durchflossen zu werden und sich daher energiemäßig zu stabilisieren. Sobald der Kaltleiter gekühlt wird, kann er wieder von Strom durchflossen werden und sich wieder aufheizen (Selbststabilisierung). Damit eignet sich ein Kaltleiter besonders als Hezelement mit Selbstregelungseffekt. Ein Überhitzen und folglich eine Zerstörung eines solchen Hezelementes ist damit ausgeschlossen.

Wie schon erwähnt, kann die Maximaltemperatur des Hezelementes über die Materialzusammensetzung gezielt eingestellt werden. Gegenwärtig sind Temperaturen bis zu 320°C realisierbar.

In der Regel werden Kaltleiter als Scheiben oder in Form dünner Platten hergestellt, auf denen an zwei gegenüberliegenden grossen Flächen sperrschichtfreie Metallelektroden aufgebracht werden, die, wie hinreichend bekannt, z.B. überwiegend Silber oder Nickel enthalten.

Bekannt und zu beachten ist, daß die Kaltleiterkeramik vor allem im Oberflächenbereich im Zusammenhang mit den Metallelektroden eine ausgeprägte Empfindlichkeit gegen gewisse äußere Einflüsse aufweist, denn nur durch eine gezielte Metallbeschichtung, bei der die Sperrschicht zwischen dem halbleitenden Kaltleiterma-

terial und dem metallischen Elektrodenmaterial abgebaut wird bzw. nicht entsteht, ist der PTC-Effekt wirksam. Diese Metallbeschichtung muß daher, ebenso wie der Keramikkörper selbst, vor schädigenden Einflüssen bewahrt werden.

Die Verwendung von Kaltleitern zum Aufheizen strömender Medien ist bekannt. So ist in der DE-PS 28 04 818 eine elektrische Hezeinrichtung beschrieben, insbesondere für Getränkezubereitungs-
maschinen, deren Heizwirkung auf der Verwendung von PTC-Hezelementen beruht, wobei diese Hezelemente durch Einlagen aus elektrisch isolierendem und gut wärmeleitendem Material von Heizplattensegmenten isoliert sind und freie Zwischenräume zwischen benachbarten Heizplattensegmenten mit einer elektrisch isolierenden und gut wärmeleitenden Füllmasse ausgefüllt sein können.

Aus der DE-OS 28 04 749 bzw. der DE-PS 28 04 749 ist ein Durchlauferhitzer bekannt, dessen Hezelemente aus PTC-Keramik bestehen und dessen Wärmeübertrager aus sich zu einer im wesentlichen zylinderförmigen Anordnung ergänzenden Zylindersektoren aufgebaut ist, wobei die Zylindersektoren durch einen Zylindermantel umfangsseitig miteinander verspannt sind und die Hezelemente zwischen einander zugewandten Flächen benachbarter Zylindersektoren angeordnet sind und durch den Druck an die Zylindersektoren gepreßt werden.

Um eine elektrisch isolierende, aber gut wärmeleitende Verbindung zwischen dem Hezelement und dem Zylindersektor zu erzielen, befindet sich zwischen dem Hezelement und dem Zylindersektor eine Aluminiumoxidkeramik. Eventuell vorhandene Zwischenräume, die durch die Aluminiumoxidkeramik nicht ausgefüllt werden, sind mit einer wärmeleitenden und elektrisch isolierenden Füllmasse, wie beispielsweise Silikonkautschuk, umgossen.

Aus der DE-OS-31 19 302 ist eine Luftheizvorrichtung bekannt. Die wärmeabstrahlenden Anordnungen aus Metall stehen hierbei in Berührung mit den Oberflächen der Elektroden der jeweiligen Hezelemente mit positivem Temperaturkoeffizienten. Die Hezelemente können dabei zwischen zwei Abstrahlungsanordnungen durch wärmebeständige und wärmeleitfähige Silikonkleberschichten eingespannt sein, und die vorstehenden Teile der Elektroden der Hezelemente können durch Leitungsdrähte an elektrisch leitfähige Klebstoffschichten angeschlossen sein. Es ist aber auch möglich, durch einen wärmebeständigen und elektrisch leitfähigen Klebstoff die elektrischen Verbindungsdrähte unmittelbar an die Abstrahlungsanordnungen anzuschließen.

Elektrisch und thermisch leitfähige Klebstoffe für höhere Betriebstemperaturen sind beispielsweise in der US-PS-3-898-422 beschrieben. Allerdings wird dort das PIC-Hezelement nur einseitig an das aufzuheizende Objekt mit einem solchen Klebstoff angeklebt, während die zweite Seite des PTC-Hezelementes über eine Klemmfeder kontaktiert wird.

In der US-PS 4 346 285 ist ein PTC-Ele-

ment anwendende Heizeinrichtung beschrieben. Die wärmeabstrahlenden Körper aus einem gut wärmeleitendem Material weisen Löcher auf, durch die das aufzuheizende Medium strömt. Die Wärmeübertragungskörper sind mit dem PTC-Element wärmeleitend durch die klemmende Wirkung einer Schraubverbindung oder über einen elektrisch isolierenden Klebstoff verbunden. Im Falle eines elektrisch leitenden Klebers werden die Wärmeübertragungskörper über eine zusätzliche Zwischenlage vom PTC-Element elektrisch isoliert. Um die PTC-Elemente vor dem zu erwärmenden Medium zu schützen, können sie von einem Ring aus Kunststoff umgeben sein. Um jedoch die klemmende Wirkung einer Schraubverbindung nicht zu stören, ist die Dicke dieses Ringes geringfügig kleiner als die Dicke des PTC-Elementes. Dadurch ist aber auch kein vollkommener Schutz mehr gewährleistet, da aufgrund der Dickentoleranzen sowohl der Ringe wie auch der PTC-Elemente eine vollständige Abdichtung nicht gewährleistet ist.

Aus der EP—OS 0 194 507 ist ein Heizelement zum Erwärmen strömender Medien bekannt, bei dem als Wärmetauscher ein Metallkörper dient, der mit scheibenförmigen keramischen Kaltleitern beheizt wird, die an einem Teil der Oberfläche des Metallkörpers mit Kunststoffkleber befestigt sind. Der Metallkörper besteht aus gut wärmeleitendem Metall und weist regelmäßig angeordnete Durchlaßöffnungen auf, wobei der Anteil der Durchlaßöffnungen am Gesamtvolumen weniger als 50% beträgt. Die keramischen Kaltleiter sind an gegenüberliegenden Teilen der Außenoberfläche des Metallkörpers angeklebt, eventuell auch in innerhalb des Metallkörpers vorhandenen Aussparungen. Die zweite Elektrode der Kaltleiter wird dabei grundsätzlich über eine Klemmfeder kontaktiert. Dort wird somit nur eine einseitige Auskoppelung der vom Kaltleiter gelieferten Wärme ausgenutzt. Diese einseitige Auskoppelung reduziert den Wirkungsgrad des Heizelementes.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Heizelement zum Erwärmen strömender Medien, insbesondere zur Anwendung in Kraftfahrzeugen (Erwärmung der Ansaugluft, des Luft-Brennstoffgemisches, Beheizung der Fahrgestelle) und zur Ölvorwärmung anzugeben, das eine höchstmögliche Auskoppelung der durch die Heizelemente abgegebenen Wärme gewährleistet, einen weitgehenden Schutz der Kaltleiter gegenüber dem zu erwärmenden Medium bietet, dem zu erwärmenden Medium nur einen geringen Stromungswiderstand bietet, mechanisch, elektrisch und thermisch flexibel aufgebaut ist und kostengünstig hergestellt werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das Heizelement der eingangs angegebenen Art erfindungsgemäß gekennzeichnet durch die Merkmale:

a) Der Metallkörper besteht aus mehreren, sich zu einer im wesentlichen zylinderförmigen Anordnung ergänzenden Einzelkörpern, insbesondere Sektoren oder Segmenten, die gleichzeitig als Stromzuführungen zu den Kaltleitern dienen,

b) zwischen den Grenzflächen zweier benachbarter Einzelkörper ist mindestens ein keramischer, scheibenförmiger Kaltleiter enthalten, welcher mit seinen die Belegungen tragenden grossen Stirnflächen an jede der beiden Grenzflächen benachbarter Einzelkörper mittels eines elektrisch und thermisch leitenden Klebers befestigt ist,

c) zusätzlich sind die benachbarten Einzelkörper untereinander mechanisch fixiert, indem in je wenigstens zwei an jeder Grenzfläche befindlichen Öffnungen elektrisch isolierender Kunststoff vorhanden ist, der diese Durchlaßöffnungen paarweise durch wenigstens einen Steg aus dem gleichen Kunststoff verbindet,

d) der Hohlraum, der zwischen zwei Grenzflächen benachbarter Einzelkörper um die Kaltleiter und den Kleber herum verbleibt, ist mit der Kaltleiter vollständig umhüllenden, elektrisch isolierendem Kunststoff gefüllt,

e) der Kunststoff für die mechanische Fixierung der Einzelkörper und für die Umhüllung der Kaltleiter sowie zur Füllung der Hohlräume besitzt vollständig oder nahezu denselben thermischen Ausdehnungskoeffizienten wie das als Wärmetauscher dienende Metall.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des Heizelementes ist dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtheit der den Metallkörper bildenden Einzelkörper mit einer die Umfangsfläche desselben ringförmig umschließenden Umhüllung versehen ist.

Eine andere Ausführungsform des Heizelementes ist dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff für die mechanische Fixierung der Einzelkörper, für die Umhüllung der Kaltleiter, zur Füllung der Hohlräume und für die Umhüllung des Metallkörpers aus zu 30 bis 50 Gew.-% mit Glasfasern und/oder mit Mikrokugeln verstärktem, spritzgußfähigem, im ausgehärteten Zustand bei der Arbeitstemperatur ausreichend elastischem Kunststoffmaterial, insbesondere Polyphenylensulfid, besteht.

Eine weitere Ausführungsform des Heizelementes ist dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Abmessungen der Umhüllung des Metallkörpers für einen späteren Einbau in ein Rohrleitungssystem dimensioniert sind.

Ein anderes Heizelement ist dadurch gekennzeichnet, daß die beiden für die Bildung der mechanischen Fixierungen benutzten Durchlaßöffnungen zur jeweiligen Grenzfläche der Einzelkörper hin über die gesamte Dicke des Metallkörpers geöffnet sind und diese beiden Öffnungen dadurch miteinander einen Kanal ergeben, der ebenfalls mit Kunststoff gefüllt ist und einen Steg darstellt.

Eine andere Ausführungsform des Heizelementes ist dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung des Steges die Kunststofffüllungen der beiden Durchlaßöffnungen beidseitig über den Metallkörper hinausragen und diese herausragenden Enden durch dasselbe Kunststoffmaterial miteinander verbunden sind.

Eine weitere Ausführungsform eines Heizele-

mentes ist dadurch gekennzeichnet, daß die Stromzuleitungen zu einem Einzelkörper über mindestens einen in mindestens eine Durchlaßöffnung gesteckten Stecker erfolgt.

Eine andere vorteilhafte Ausführungsform eines Heizelementes ist dadurch gekennzeichnet, daß die Stromzuführung zu einem Einzelkörper über eine an diesen angeformte Lasche erfolgt.

Eine andere vorteilhafte Ausführungsform eines Heizelementes ist dadurch gekennzeichnet, daß die Stromzuführungen einander diametral gegenüberstehen und als Stifte so ausgebildet sind, daß das Heizelement nach Einbau in ein Rohrleitungssystem drehbar ist.

Eine andere Ausführungsform eines Heizelementes ist dadurch gekennzeichnet, daß zur Verringerung des Strömungswiderstandes sich auf der Einlaßseite der Einzelkörper konische Einlaßöffnungen überschneiden, so daß aneinander grenzende Durchlaßöffnungen durch scharfe Kanten voneinander getrennt sind.

Die Vorteile der Erfindung liegen darin, daß durch das beiseitige Ankleben der Wärmeübertragungskörper ein sehr guter thermischer Kontakt zwischen dem PTC-Element und dem Wärmetauscher besteht, wodurch sowohl die erzeugte Wärme optimal ausgekoppelt, als auch eine bessere Rückkoppelung auf die Selbstregelung des PTC-Elementes erzielt werden kann. Weiterhin ist der Aufbau des Heizelementes sehr einfach und kostengünstig, da es lediglich aus den Wärmetauschern, den Heizelementen, dem elektrisch und thermisch leitenden Klebstoff sowie dem nur Kapselung der PTC-Elemente und zur Fixierung der Wärmetauscher dienenden Kunststoff besteht. Zusätzliche Schraubverbindungen oder Klemmschellen sind nicht erforderlich.

In der "Technischen Information" 830314 mit dem Titel "Kaltleiter als Heizelemente", Seiten 1 bis 10, der Firma VALVO, die selbst Kaltleiter und mit Kaltleitern beheizte Vorrichtungen herstellt und eine große Erfahrung auf diesem Spezialgebiet besitzt, wird auf Seite 5 unter Punkt 5.3, Absatz 2, festgestellt, daß bevorzugt bei zweiseitiger Verklebung wegen der durch die thermische Wechselbelastung ausgelösten mechanischen Spannungen die Möglichkeit besteht, daß sich die Verklebung löst oder daß Risse in der Kaltleiter-scheibe auftreten. Die vorliegenden Erfindung, die durch den Stand der Technik nicht nahegelegt ist, vermeidet diese Schwierigkeiten, denn die zusätzlich zur Verklebung vorhandene spezielle mechanische Fixierung mittels elastischem Kunststoff beugt diesen bekannten Problemen vor. Dies wurde an drei Heizelementen (Heizwaben) durch je 40.000 Belastungszyklen Erwärmung auf 230°C in ca. 30 Sekunden, Haltezeit 2 Minuten, Abkühlung in 3 Minuten auf Raumtemperatur, dann erneuter Zyklus) nachgewiesen. Alle drei Heizwaben waren nach diesen Tests voll funktionsfähig. Risse oder Ablösungserscheinungen waren nicht feststellbar.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden näher beschrieben und sind in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf ein Heizelement,

Fig. 2 eine Seitenansicht desselben Heizelementes,

Fig. 3 einen Schnitt durch dasselbe Heizelement,

Fig. 4 einen Teilschnitt durch dasselbe Heizelement,

Fig. 5 eine Draufsicht auf das geschnittene Heizelement,

Fig. 6 einen weiteren Querschnitt durch dasselbe Heizelement,

Fig. 7 einen Teilausschnitt des Heizelementes,

Fig. 8 Durchlaßkanäle im Detail,

Fig. 9 eine drehbare Ausführung des Heizelementes,

Fig. 10 eine Draufsicht auf ein Heizelement mit Stromzuführungslaschen,

Fig. 11 einen Schnitt des Heizelementes mit Stromzuführungslaschen.

In Fig. 1 ist eine Draufsicht auf ein Heizelement gezeigt. Als Wärmetauscher dienen hierbei zwei aus Aluminium, Kupfer oder einer Legierung mit einem hohen Anteil dieser Metall bestehende Einzelkörper 1, 2, die eine Vielzahl von Durchlaßöffnungen 3 aufweisen. Zur Einlaßöffnung hin sind diese Durchlaßöffnungen 3 konisch aufgeweitet, so daß durch die geringen Abstände der einzelnen Durchlaßöffnungen 3 voneinander sich die Einlaßöffnungen überschneiden und scharfe Kanten 5 entstehen, die zwei benachbarte Durchlaßöffnungen 3 voneinander trennen. Daher weist eine vollständig von anderen Durchlaßöffnungen 3 umgebene Durchlaßöffnung 3 einen sechseckigen Rand auf.

In der Verbindungsebene zwischen dem Einzelkörper 1 und dem Einzelkörper 2 liegen die PTC-Elemente. Sie sind von einer Kunststoffumhüllung vollständig eingeschlossen. Unmittelbar an der Verbindungsebene gelegene Durchlaßöffnungen können als Öffnungen für Stege 4 ausgebildet sein. Der Verbindungssteg zwischen diesen Öffnungen kann dabei entweder durch eine Einfräsung in die Einzelkörper 1, 2 hergestellt werden oder durch eine außerhalb der Einzelkörper 1, 2 liegende Verbindung, z.B. als Steg 6, hergestellt sein. Zusätzlich können die Einzelkörper 1, 2 noch von einer ringförmigen Umhüllung 7 umgeben sein, die beim Einbau in ein Metallrohr zur Wärmedämmung und zur elektrischen Isolation dient. Die mechanische Fixierung der beiden Einzelkörper 1 und 2 erfolgt aber lediglich über Verbindungsstege, wie den Steg 4 oder den Steg 6, so daß die ringförmigen Umhüllung bei einem Einbau in ein nicht wärmeleitendes und gegebenenfalls elektrisch isolierendes Kunststoffrohr auch eingespart werden kann.

In Fig. 2 ist eine Seitenansicht des Heizelementes gezeigt. Man erkennt wiederum die ringförmige Umhüllung 7, die als Wärmedämmung die beiden Einzelkörper 1 und 2 umschließt. Der mechanischen Fixierung der Einzelkörper 1 und 2 dienen die Stege 6, die über hier nicht sichtbare Öffnungen für Stege die Einzelkörper 1 und 2 zusammenhalten.

Der in Fig. 3 dargestellte Schnitt zeigt eine der

Möglichkeiten zur gegenseitigen mechanischen Fixierung der Einzelkörper 1, 2. Die unmittelbar an der Verbindungsebene gelegenen Durchlaßöffnungen, die durch den Steg 4 verbunden werden sollen, besitzen keine konischen Einlaßöffnungen. Statt dessen ist über die ganze Dicke des jeweiligen Einzelkörpers 1 oder 2 je eine zur Verbindungsfläche offene Nut eingefräst, wodurch zwischen zwei aneinander grenzenden, benachbarten Einzelkörpern 1, 2 ein Verbindungskanal 8 zwischen den jeweiligen Öffnungen entsteht. Dieser Verbindungskanal 8 ist mit demselben Kunststoff gefüllt, der auch die ringförmige Umhüllung 7 bildet bzw. als Steg 6 dient und stellt damit den Steg 4 dar. Bei einem Steg 6 existiert zwischen den benachbarten Durchlaßöffnungen kein Verbindungskanal 8, sondern die mechanisch fixierende Verbindung entsteht durch den Steg 6 selbst.

In Fig. 4 ist eine andere Seitenansicht mit einem Teilschnitt gezeigt. Man erkennt die ringförmige Umhüllung 7, sowie den beidseitig zweier Durchlaßöffnungen vorhandenen Steg 6, der zur gegenseitigen mechanischen Fixierung der Einzelkörper 1 und 2 dient. Der Schnitt durch eine größere Anzahl von Durchlaßöffnungen 3, die sich im Einzelkörper 1 befinden, läßt deutlich die scharfe Kante 4 erkennen, die durch Überschneiden der konischen Einlaßöffnungen entsteht.

Der Pfeil A in den Figuren 3 und 4 zeigt die Strömungsrichtung des zu erwärmenden Mediums.

Fig. 5 zeigt im Schnitt V—V der Fig. 2 eine Aufsicht auf ein Heizelement. Der Schnitt erfolgte unterhalb der konischen Erweiterung der Durchlaßöffnungen 3. Zur gegenseitigen mechanischen Fixierung der Einzelkörper 1 und 2 dienen die durch den Steg 4 im Verbindungskanal 8 miteinander verbundenen Öffnungen. Die weiteren Öffnungen 9, 10 sind nicht durch einen Verbindungskanal verbunden, sondern durch den in der Fig. 1 gezeigten Steg 6. Zwischen den Einzelkörpern 1, 2 befinden sich die Kaltleiter 11, die, wie in Fig. 6 zu erkennen ist, von Kunststoff 14 umschlossen sind.

In Fig. 6 ist das Heizelement aus Fig. 1 längs der Linien VI—VI gezeigt. Bei diesen Durchlaßöffnungen 3 sind hier keine konischen Einlaßaufweitungen gezeigt. Die das Loch 10 aus Fig. 5 vollständig ausfüllende Kunststofffüllung 13 geht nahtlos in den aus Fig. 1 bekannten Steg 6 über und bewirkt damit eine mechanische Fixierung der beiden Einzelkörper 1 und 2.

In Fig. 7 ist die Kunststoffumhüllung 14 des Kaltleiters 11 vergrößert dargestellt. Mit den Einzelkörpern 1, 2 sind die Belegungen 12 des Kaltleiters 11 über den elektrisch und thermisch leitenden Kleber 15 verbunden. Gegen die Umwelt ist der Kaltleiter 11 vollständig durch die Kunststoffumhüllung 14 abgeschirmt. Eine zusätzliche Abdichtung erfolgt dabei durch die Dichtkante 26, die sich in den Verbindungsflächen der Einzelkörper 1 und 2 befindet.

In Fig. 8 sind die scharfen Kanten 5, die die Durchlaßöffnungen 3 voneinander trennen, in vergrößerter Form zu erkennen.

In Fig. 9 ist eine Ausführung eines Heizelementes gezeigt, die beispielsweise für die Anwendung als Defroster in einem Kraftfahrzeug geeignet ist. Der grundsätzliche Aufbau des Heizelementes ist bereits aus der Fig. 1 bekannt, zusätzlich weist dieses Heizelement jedoch noch Kontakte 21, 22 auf, die als Stromzuführung dienen. Ferner dienen diese Kontakte 21, 22 als Montageelement für die Positionierung des Heizelementes in einer speziellen gestalteten Einbaufassung 25 aus Kunststoff. In dieser Einbaufassung 25 sitzen zwei selbstschmierende Hülsen 24, durch deren Bohrung das Heizelement mittels der beiden Kontaktstifte 21, 22 drehbar gelagert ist. An dem Kontaktstift 22 ist außerhalb der Einbaufassung ein Drehhebel 23 angebracht, über den die Position des Heizelementes von außen eingestellt werden kann und gewissermaßen wie eine Drosselklappe drehbar ist.

In der Ruhestellung, d.h., wenn die Erwärmung der Strömungsluft nicht erforderlich ist, steht das Heizelement parallel zur durch den Strömungskanal 19 herangeführten Strömung A, um den Strömungswiderstand möglichst gering zu halten (gestrichelte runde Scheibe). Im Betriebsfall wird das Heizelement um 90° gedreht und steht somit quer zur Strömung A. Bei Anlegen der Betriebsspannung wird die einströmende Luft erwärmt.

In der Fig. 10 ist eine andere Ausführungsform des Heizelementes dargestellt. Der Grundaufbau ist derselbe wie schon aus der Fig. 1 bekannt, allerdings weist diese Ausführungsform des Heizelementes eine besondere Ausgestaltung der ringförmigen Umhüllung 16 auf, die sie für einen Einbau in ein Rohrleitungssystem besonders geeignet macht. Weiterhin sind Stromzuführungsglaschen 17, 18 vorhanden, die in direkten elektrischen Kontakt mit den Einzelkörpern 1, 2 stehen, welche wiederum als Stromzuführung zu den Kaltleitern dienen.

In Fig. 11 ist das Heizelement aus Fig. 10 im Querschnitt gezeigt. Man erkennt, daß in diesem Falle die Stromzuführungsglaschen 17, 18 direkt an den Einzelkörper 2 bzw. 1 angeformt sind. Die ringförmige Umhüllung 16 weist zusätzliche Aussparungen auf, um Dichtringe 20 aufnehmen zu können. Durch diese Dichtringe 20 wird eine verbesserte Abdichtung zwischen dem Rohrleitungssystem 19 und dem Heizelement erreicht.

Nachfolgend werden einige technische Daten bezüglich des Aufbaus und der Anwendungsmöglichkeiten einer erfindungsgemäßen Heizzwabe angegeben.

Der Betriebsspannungsbereich erstreckt sich je nach Bauform der Kaltleiter von 6 V bis 240 V, wobei Leistungen bis zu 800 W realisierbar sind. Die höchste erreichbare Temperatur liegt bei 250°C. Dieser Wert resultiert vor allem aus der Leistungsfähigkeit des Klebers sowie der Kunststoffumhüllung.

Die als Kleber geeigneten Materialien sind in der schon erwähnten US-PS 3 898 422 beschrieben. Selbstverständlich kann auch ein anderer Klebstoff verwendet werden, wenn er die folgenden Kriterien erfüllt:

Temperaturbeständigkeit mindestens 250°C,
ausgezeichnete elektrische Leitfähigkeit, spezi-
fischer Widerstand maximal 0,001 Ohm×cm,
hervorragende Wärmeleitfähigkeit, mindestens
12 W/mK,

lineare Wärmeausdehnungskoeffizient im
Bereich von 60 bis 80×10⁻⁶ I/K,
erforderliche Zugfestigkeit 20 bis 30 Kg/cm²,
elastische Eigenschaften

Korngröße des Feststoffanteils kleiner 15 µm,
Feststoffmenge etwa 72 Gew.-%, Feststoff z.B.
versilberte Kupferpartikel.

Der verwendete Kunststoff ist ebenfalls von
erheblicher Bedeutung. Einerseits soll der Kunst-
stoff die Keramik mechanisch und chemisch
gegen das zu erwärmende Medium schützen,
andererseits soll er die thermomechanischen
Kräfte auf Klebeverbindung und Keramik durch
die mechanische Fixierung der Einzelkörper mini-
mieren. Weiterhin soll er die Einzelkörper gegen
eine eventuell elektrisch leitende Rohrwandung
isolieren und erforderlichenfalls auch als thermi-
sche Isolierung dienen. Damit ergeben sich fol-
gende Forderungen an den Kunststoff:

Temperaturbeständigkeit mindestens 250°C,
lineare Wärmeausdehnungskoeffizient maxi-
mal 22×10⁻⁶ I/K,

Brennbarkeit nach UL 94 V/O (UL: gemäß Vor-
schriften der Underwriters Laboratories Inc.), d.h.
selbstlöschend,

Resistenz gegenüber dem zu erwärmenden
Medium,

Zugfestigkeit mindestens 100 N/mm².

Ein Material, das diesen Anforderungen gerecht
wird, ist das mit Glasfasern oder mit Glaskugeln
verstärkte Polyphenylensulfid von L.N.P. Plastics,
Nederland B.V., mit einem Glasanteil von 40
Gew.-%.

Die zur Wärmeübertragung dienenden Einzel-
körper werden vorzugsweise aus Aluminium oder
einer Aluminiumlegierung im Druckgußverfahren
hergestellt. Die äußere Form ist je nach Anwen-
dung kreisrund, oval oder vieleckig. Für den
Aufbau des Heizsystems sind mindestens zwei
solcher Wärmeübertrager erforderlich. An der
jeweiligen Verbindungsstelle besitzen die Wär-
meübertrager eine plane Fläche zur Aufnahme
der PTC-Elemente. Mögliche Grundformen des
aus den Einzelkörpern zusammengesetzten
Metallkörpers sind z.B. ein aus 4 Vierteln beste-
hender Zylinder oder ein aus zwei Hälften beste-
hender Zylinder. Auch ein dreigeteilter Zylinder,
der aus einem Mittelblock mit parallelen Verbin-
dungsflächen und zwei Zylindersegmenten
besteht, ist realisierbar, wobei der Mittelblock an
den Plus-Pol und die beiden Kreissegmente an
den Minus Pol der Spannungsquelle angeschlos-
sen werden.

Zu beachten ist, daß die Einzelkörper als Strom-
zuführung dienen und daher immer die Möglich-
keit bestehen muß, an das zwischen zwei Einzel-
körpern sich befindende PTC-Element sowohl
eine positive wie auch eine negative Spannung
anlegen zu können. Die Stromzuführung an den
Einzelkörper kann dabei über Klemmen oder in

eine Durchlaßöffnung gesteckte Stecker oder
Druckfedern oder ähnliche elektrisch leitende
Gegenstände erfolgen. Zu beachten ist bei der
Anwendung jedoch, daß das strömende Medium
höchstens eine geringe elektrische Leitfähigkeit
besitzen darf, um einen Kurzschluß zwischen den
Einzelkörpern zu vermeiden.

Zur Verringerung des Strömungswiderstandes
besitzen die Einzelkörper eine Vielzahl regelmä-
ßig angeordneter Durchlässe, die einen kreisrun-
den Querschnitt aufweisen. Die lichte Weite
nimmt dabei von der Einlaßseite mit einem kon-
stanten Krümmungsradius bis zu maxial 1/3 der
Durchlaßlänge ab und bleibt anschließend bis zur
Auslaßseite konstant oder weist über die gesamte
Dicke des Körpers höchstens eine Konizität von
zwei Winkelgraden auf.

Im Einlaßbereich laufen die Krümmungsradien
der einzelnen Durchlässe gegenseitig bis auf eine
Kante zusammen, so daß quer zur Strömungs-
richtung keine Flächen verbleiben. Jede dieser
Kanten weist einen Radius von 0,1 bis 0,2 mm auf.
Die Draufsicht auf die Durchlässe zeigt dann eine
wabenähnliche Form mit einer Vielzahl einzelner
Sechseckstrukturen.

Das Volumen sämtlicher zwischen den Durch-
lässen befindlicher Teile des Metallkörpers ist
gleich oder maximal um 30% größer als das
Volumen sämtlicher Durchlässe.

Um eine möglichst einfache und preisgünstige
Herstellung der Einzelkörper zu erreichen, ist es
ratsam, den gesamten, wärmeübertragenden
Metallkörper aus identisch aufgebauten Einzel-
körpern zusammenzusetzen.

Weitere Vorteile der Erfindung bestehen in
folgendem:

Verglichen zur bekannten Keramikwabe oder
anderen Heizungen mit asymmetrischer Tempe-
raturauskoppelung von Kaltleitern, ergibt sich bei
der vorliegenden Erfindung eine deutliche
Kosteneinsparung in der Größenordnung von bis
zu 40%.

Dafür zeigen sich mehrere Aspekte verantwor-
tlich:

Zum einen fallen Kontaktierungsfedern, auf-
wendige Gehäusekonstruktionen sowie erforder-
liche Isolierteile weg. Zum anderen kann durch
die symmetrische Auskoppelung die Anzahl der
Kaltleiter reduziert werden. Der Aufbau besteht
lediglich aus vier verschiedenen Komponenten
wie Kaltleiter, Wärmeübertrager, Kleber und
Kunststofffassung.

Mit den Einzelkomponenten Wärmeübertrager,
Kaltleiter und Kleber erfolgt die Vormontage des
Verklebens. Die Endmontage ist das Umspritzen
mit dem Kunststoff. Die Gesamtmontage
beschränkt sich auf zwei Vorgänge, die kosten-
günstig in einer Serienfertigung realisierbar sind.

Bezugszeichenliste

- 1 Einzelkörper
- 2 Einzelkörper
- 3 Durchlaßöffnung
- 4 Steg
- 5 scharfe Kante
- 6 Steg
- 7 ringförmige Umhüllung
- 8 Verbindungskanal
- 9 Öffnung für Steg
- 10 Öffnung für Steg
- 11 Kaltleiter
- 12 Belegung des Kaltleiters
- 13 Kunststofffüllung
- 14 Kunststoffumhüllung des Kaltleiters
- 15 Kleber
- 16 ringförmige Umhüllung
- 17 Stromzuführungslasche
- 18 Stromzuführungslasche
- 19 Rohrleitungssystem
- 20 Dichtring
- 21 Stromzuführungsstift
- 22 Stromzuführungsstift
- 23 Drehhebel
- 24 Hülse
- 25 Einbaufassung
- 26 Dichtkante

Patentansprüche

1. Heizelement zum Erwärmen strömender Medien, bei dem als Wärmetauscher ein aus gut wärmeleitendem Metall, insbesondere aus Aluminium oder Kupfer oder aus Legierungen mit hohem Anteil dieser Metalle bestehender, mit regelmäßig angeordneten, in Strömungsrichtung sich geringfügig konisch verjüngenden Durchlaßöffnungen (3) versehener Metallkörper dient, bei dem das Volumen sämtlicher, zwischen den Durchlaßöffnungen (3) befindlicher Teile des Metallkörpers gleich oder größer als das Volumen sämtlicher Durchlaßöffnungen (3) ist, der Metallkörper mit scheibenförmigen, keramischen Kaltleitern (11) (PTC-Widerstände) beheizt wird, die an einem Teil der Oberfläche des Metallkörpers mit thermisch und elektrisch leitfähigem Kunststoffkleber befestigt sind, gekennzeichnet durch die Merkmale:

a) der Metallkörper besteht aus mehreren, sich zu einer im wesentlichen zylinderförmigen Anordnung ergänzenden Einzelkörpern (1, 2), insbesondere Sektoren oder Segmenten, die gleichzeitig als Stromzuführungen zu den Kaltleitern (11) dienen,

b) zwischen den Grenzflächen zweier benachbarter Einzelkörper (1, 2) ist mindestens ein keramischer, scheibenförmiger Kaltleiter (11) enthalten, welcher mit seinen die Belegungen (12) tragenden großen Stirnflächen an jede der beiden Grenzflächen benachbarter Einzelkörper (1, 2) mittels eines elektrisch und thermisch leitenden Klebers (15) befestigt ist,

c) zusätzlich sind die benachbarten Einzelkörper

(1, 2) untereinander mechanisch fixiert, indem in je wenigstens zwei an jeder Grenzfläche befindlichen Öffnungen (9, 10) elektrisch isolierender Kunststoff (13) vorhanden ist, der diese Durchlaßöffnungen paarweise durch wenigstens einen Steg (4, 6) aus dem gleichen Kunststoff verbindet,

d) der Hohlraum, der zwischen zwei Grenzflächen benachbarter Einzelkörper (1, 2) um die Kaltleiter (11) und den Kleber (15) herum verbleibt, ist mit die Kaltleiter (11) vollständig umhüllendem, elektrisch isolierendem Kunststoff (14) gefüllt,

e) der Kunststoff für die mechanische Fixierung der Einzelkörper (1, 2) und für die Umhüllung (14) der Kaltleiter (11) sowie zur Füllung der Hohlräume besitzt vollständig oder nahezu denselben thermischen Ausdehnungskoeffizienten wie das als Wärmetauscher dienende Metall.

2. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtheit der den Metallkörper bildenden Einzelkörper (1, 2) mit einer die Umfangsfläche desselben ringförmig umschließenden Umhüllung (7) versehen ist.

3. Heizelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff für die mechanische Fixierung der Einzelkörper (1, 2), für die Umhüllung (14) der Kaltleiter (11), zur Füllung der Hohlräume für die ringförmige Umhüllung (7) des Metallkörpers aus zu 30 bis 50 Gew.-% mit Glasfasern und/oder mit Mikrokugeln verstärktem, spritzgußfähigem, im ausgehärteten Zustand bei Arbeitstemperatur ausreichend elastischem Kunststoffmaterial, insbesondere Polyphenylensulfid, besteht.

4. Heizelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Abmessungen der ringförmigen Umhüllung (7) des Metallkörpers für einen späteren Einbau in ein Rohrleitungssystem (19) dimensioniert sind.

5. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden für die Bildung der mechanischen Fixierungen benutzten Öffnungen zur jeweiligen Grenzfläche der Einzelkörper (1, 2) hin über die gesamte Dicke des Metallkörpers geöffnet sind und diese beiden Öffnungen dadurch miteinander einen Verbindungskanal (8) ergeben, der ebenfalls mit Kunststoff gefüllt ist und einen Steg (4) darstellt.

6. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung eines Steges (6) die Kunststofffüllungen (13) der beiden Öffnungen (9, 10) beidseitig über den Metallkörper hinausragen und diese herausragenden Enden durch dasselbe Kunststoffmaterial miteinander verbunden sind.

7. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromzuführung zu einem Einzelkörper über mindestens einen, in mindestens eine Durchlaßöffnung gesteckten Stecker erfolgt.

8. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromzuführung zu einem Einzelkörper (2) über eine an diesen angeformte Lasche (17) erfolgt.

9. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch

gекennzeichnet, daß die Stromzuführungen einander diametral gegenüberstehen und als Stifte (21, 22) so ausgebildet sind, daß das Heizelement nach Einbau in ein Rohrleitungssystem (19) drehbar ist.

10. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verringerung des Strömungswiderstandes sich auf der Einlaßseite der Einzelkörper (1, 2) konische Einaßöffnungen so überschneiden, daß aneinander grenzende Durchlaßöffnungen (3) durch scharfe Kanten (5) voneinander getrennt sind.

Revendications

1. Elément de chauffe pour réchauffer des fluides en écoulement dans lequel on se sert, comme échangeur de chaleur, d'un corps métallique en un métal bon conducteur de la chaleur, notamment en aluminium ou en cuivre ou en alliages ayant une grande proportion de ces métaux et muni d'ouvertures de passage (3) disposées régulièrement et se rétrécissant légèrement de manière conique dans le sens de l'écoulement, dans lequel le volume de toutes les parties du corps métallique se trouvant entre les ouvertures de passage (3) est égal ou est supérieur au volume de toutes les ouvertures de passage (3), le corps métallique est chauffé par des thermistances à coefficient de température positif (11) (thermistances CTP) en céramique en forme de disque qui sont fixés à une partie de la surface du corps métallique par un adhésif en matière plastique conducteur de la chaleur et de l'électricité, remarquable par les caractéristiques suivantes:

a) le corps métallique est constitué de plusieurs corps individuels (1, 2), notamment de secteurs ou de segments se complétant en un agencement de forme sensiblement cylindrique, qui servent en même temps de conducteurs d'amenée du courant électrique aux thermistances à coefficient de température positif (11),

b) entre les surfaces limites de deux corps individuels (1, 2) voisins est contenue au moins une thermistance à coefficient de température positif (11) en céramique et en forme de disque, qui est fixée par ses grandes surfaces frontales portant les revêtements (12), à chacune des deux surfaces limites de deux corps individuels (1, 2) voisins au moyen d'un adhésif (15) conducteur de l'électricité et de la chaleur,

c) en outre, les corps individuels (1, 2) voisins sont fixés mécaniquement entre eux, en prévoyant, dans chacune d'au moins deux ouvertures (9, 10) se trouvant sur chaque surface-limite, une matière plastique (13) électriquement isolante qui relie ces ouvertures de passage par paires par au moins une barrette (4, 6) en la même matière plastique,

d) la cavité qui subsiste entre deux surfaces-limites de corps individuels (1, 2) voisins, autour de la thermistance à coefficient de température positif (11) et de l'adhésif (15), est emplie de matière plastique (14) électriquement isolante

enrobant entièrement la thermistance à coefficient de température positif (11),

e) la matière plastique, pour la fixation mécanique des corps individuels (1, 2) et pour l'enrobage (14) de la thermistance à coefficient de température positif (11), ainsi que pour le remplissage des cavités, possède exactement ou presque le même coefficient de dilatation thermique que le métal servant comme échangeur de chaleur.

2. Elément de chauffe suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble des corps individuels (1, 2) formant le corps métallique est muni d'un enrobage (7) entourant annulairement la surface périphérique de ce ceux-ci.

3. Elément de chauffe suivant la revendication 2, caractérisé en ce que la matière plastique, pour la fixation mécanique des corps individuels (1, 2), pour l'enrobage (14) de la thermistance à coefficient de température positif, ont pour le remplissage des cavités, pour l'enrobage (7) annulaire du corps métallique, est en une matière plastique notamment en poly(sulfure de phénylène) renforcé de 30 à 50% en poids de fibres de verre et/ou de billes microscopiques susceptible d'être moulée par injection et suffisamment élastiques à l'état durci à la température opératoire.

4. Elément de chauffe suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les dimensions extérieures de l'enrobage (7) annulaire du corps métallique sont telles qu'elles permettent le montage ultérieur dans un système de canalisations (19).

5. Elément de chauffe suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les deux ouvertures utilisées pour la formation des fixations mécaniques sont ouvertes en direction des surfaces-limites des corps individuels (1, 2) et sur toute l'épaisseur du corps métallique et ces deux ouvertures forment ainsi entre elles un canal de liaison (8) qui est empli également de matière plastique et qui représente une barrette (4).

6. Elément de chauffe suivant la revendication 1, caractérisé en ce que, pour constituer une barrette (6), les remplissages de matière plastique (13) des deux ouvertures (9, 10) débordent des deux côtés le corps métallique et ces extrémités en débordement sont reliées l'une à l'autre par le même matériau en matière plastique.

7. Elément de chauffe suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'amenée du courant électrique aux corps individuels s'effectue par au moins une fiche enfichée dans au moins une ouverture de passage.

8. Elément de chauffe suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'amenée du courant électrique à un corps individuel (2) s'effectue par une patte (17) issue de celui-ci.

9. Elément de chauffe suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les amenées de courant électrique sont opposées diamétralement entre elles et sont constituées sous la forme de broches (21, 22), de manière que l'élément de chauffe puisse tourner, après avoir été introduit dans un système de canalisations (19).

10. Elément de chauffe suivant la revendication

1, caractérisé en ce que, pour diminuer la résistance à l'écoulement, des ouvertures d'entrée coniques du côté d'entrée des corps individuels (2) se coupent de façon que des ouvertures de passage (3), adjacentes l'une à l'autre, soient séparées l'une de l'autre par des bords ou des arêtes vives (5).

Claims

1. Heating element for the heating of flowing media, in which the heat exchanger is a metal body consisting of metal of high thermal conductivity, preferably of aluminium or copper or of alloys with a high proportion of these metals and equipped with regularly arranged passage orifices (3) tapering slightly conically in the flow direction, and in which the volume of all the parts of the metal body which are located between the passage orifices (3) is equal to or larger than the volume of all the passage orifices (3), and the metal body is heated by disc-shaped ceramic cold conductors (11) (PTC-resistors) which are fastened to a part of the surface of the metal body by means of thermally and electrically conductive plastic adhesive, characterized by the features:

a) the metal body consists of a plurality of individual bodies (1, 2), preferably sectors or segments, which complete one another to form an essentially cylindrical arrangement and which serve at the same time as current feeds to the cold conductors (11),

b) between the interfaces of two adjacent individual bodies (1, 2) is contained at least one ceramic disc-shaped cold conductor (11) which is fastened by its large end faces carrying the coatings (12) to each of the two interfaces of adjacent individual bodies (1, 2) by means of an electrically and thermally conductive adhesive (15),

c) additionally, the adjacent individual bodies (1, 2) are fixed mechanically to one another by providing in each of at least two orifices (9, 10) located at each interface electrically insulating plastic (13) which connects these passage orifices in pairs by means of at least one web (4, 6) made of the same plastic,

d) the cavity remaining between two interfaces of adjacent individual bodies (1, 2) around the cold conductors (11) and the adhesive (15) is filled with electrically insulating plastic (14) completely enveloping the cold conductors (11),

e) the plastic for the mechanical fixing of the individual bodies (1, 2) and for the enveloping (14) of the cold conductors (11) and filling of the cavities possesses completely or virtually the

same coefficient of thermal expansion as the metal serving as the heat exchanger.

2. Heating element according to Claim 1, characterized in that the entirety of the individual bodies (1, 2) forming the metal body is equipped with an envelope (7) surrounding the circumferential surface of the latter annularly.

3. Heating element according to Claim 2, characterized in that the plastic for the mechanical fixing of the individual bodies (1, 2), for the enveloping (14) of the cold conductors (11) and for filling the cavities for the annular enveloping (7) of the metal body consists of injection-mouldable plastic material, preferably polyphenylene sulphide, sufficiently elastic in the cured state at the working temperature and reinforced at 30 to 50% by weight with glass fibres and/or with microballs.

4. Heating element according to Claim 2, characterized in that the outer dimensions of the annular envelope (7) of the metal body are designed for a subsequent installation in a pipeline system (19).

5. Heating element according to Claim 1, characterized in that the two orifices used for forming the mechanical fixings are open towards the respective interface of the individual bodies (1, 2) over the entire thickness of the metal body, and these two orifices thereby together provide a connecting channel (8) which is likewise filled with plastic and which constitutes a web (4).

6. Heating element according to Claim 1, characterized in that, to produce a web (6), the plastic fillings (13) of the two orifices (9, 10) project beyond the metal body on both sides, and these projecting ends are connected to one another by means of the same plastic material.

7. Heating element according to Claim 1, characterized in that the current feed to an individual body takes place via at least one plug plugged into at least one passage orifice.

8. Heating element according to Claim 1, characterized in that the current feed to an individual body (2) takes place via a tab (17) formed on this.

9. Heating element according to Claim 1, characterized in that the current feeds are located diametrically opposite one another and are designed as pins (21, 22) so that the heating element is rotatable after installation in a pipeline system (19).

10. Heating element according to Claim 1, characterized in that, to reduce the flow resistance, on the inlet side of the individual bodies (1, 2) conical inlet orifices so intersect that mutually adjacent passage orifices (3) are separated from one another by sharp edges (5).

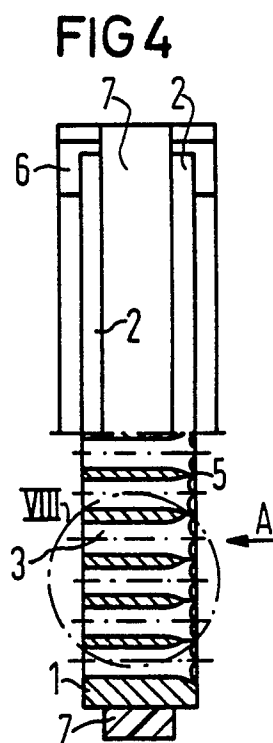
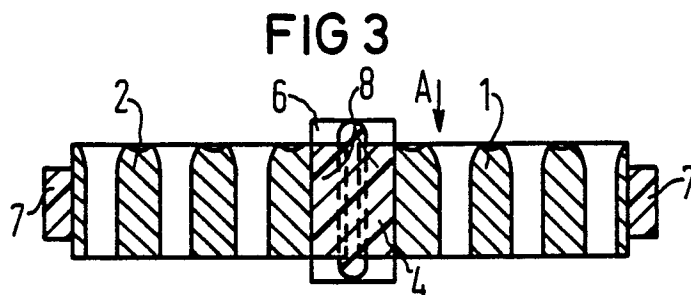
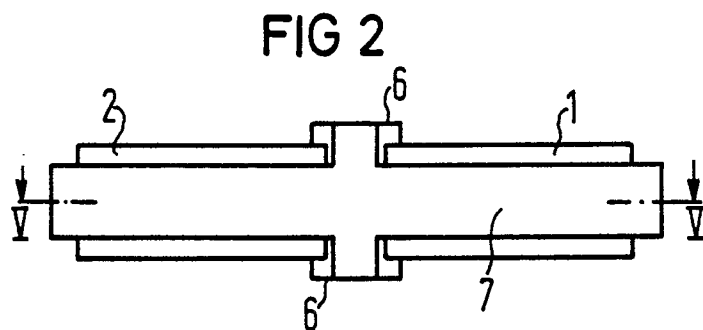
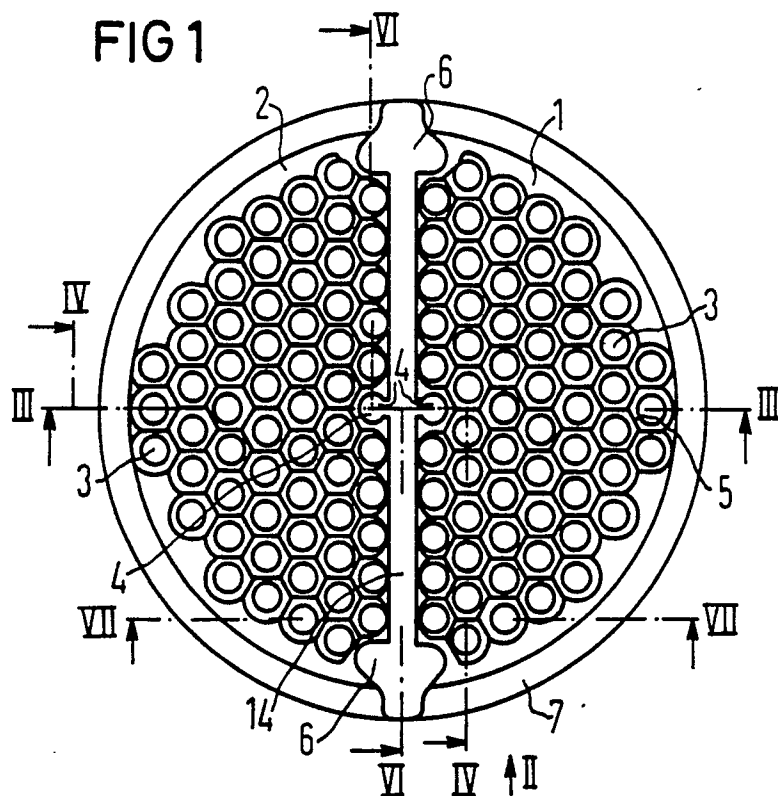


FIG 5

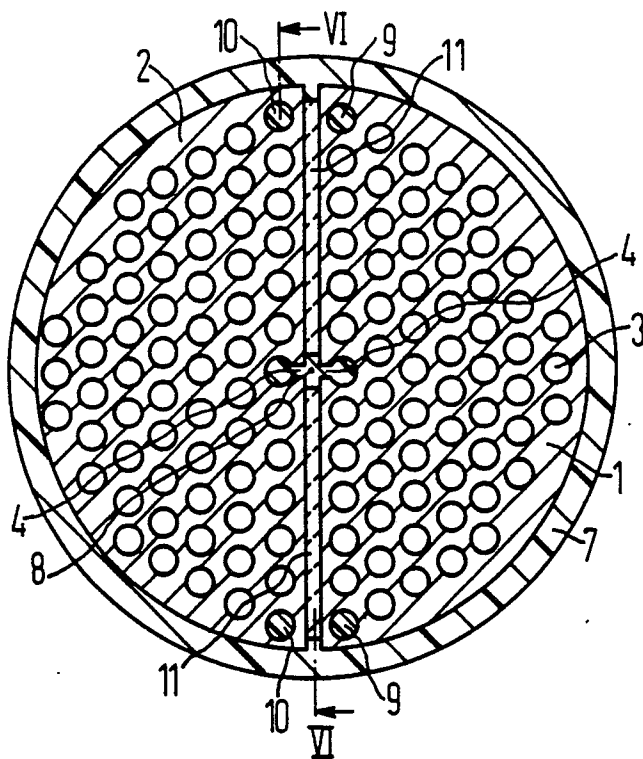


FIG 6

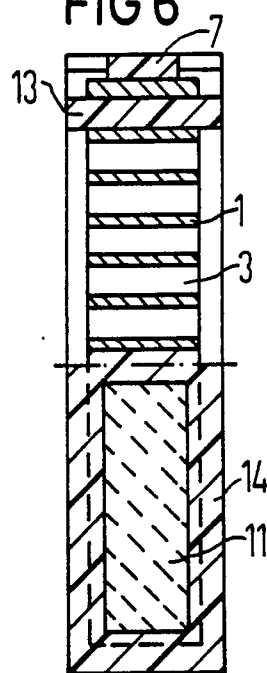


FIG 7

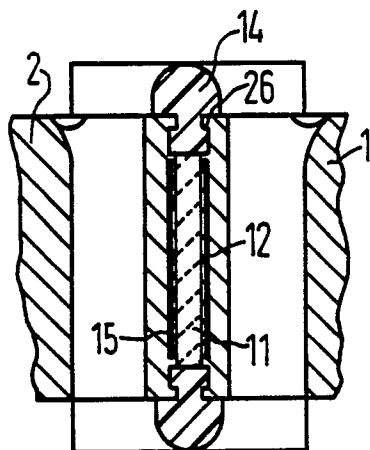


FIG 8

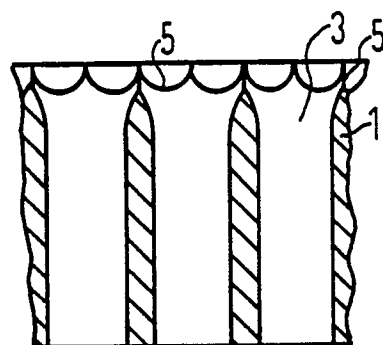


FIG 9

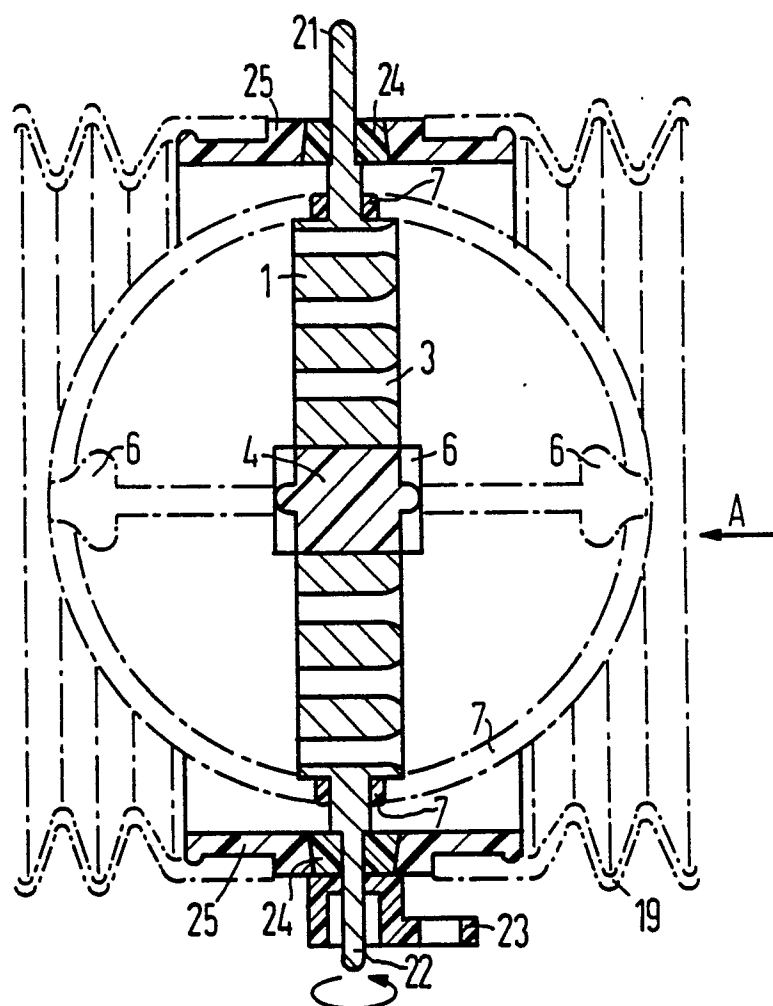


FIG 10

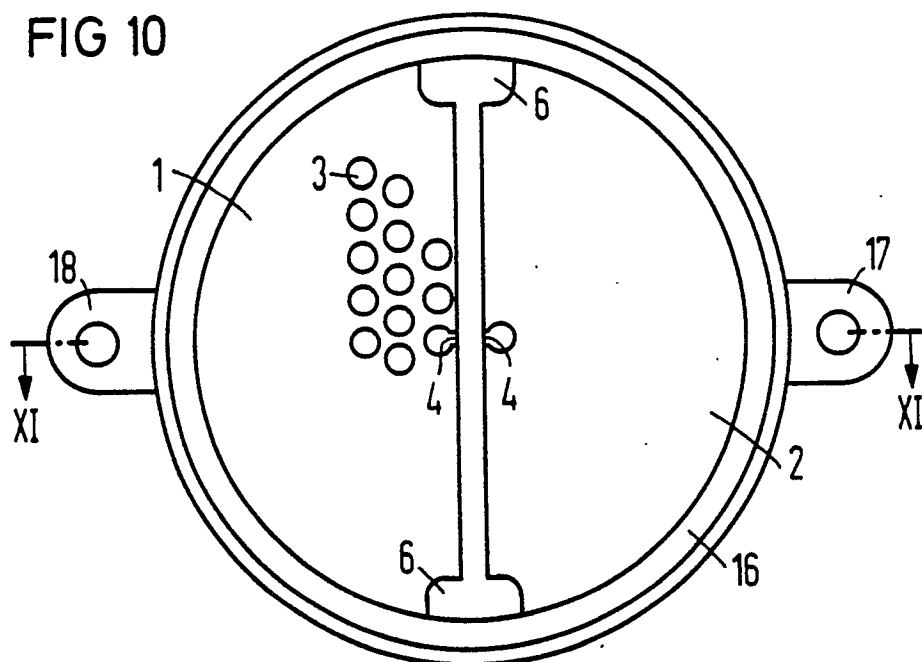


FIG 11

