



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

(11) DD 289 633 A5

5(51) H 05 B 3/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD H 05 B / 324 739 3

(22) 02.01.89

(44) 02.05.91

(71) Meßgeräte GmbH Magdeburg, Straße der DSF 124, O - 3011 Magdeburg, DE

(72) Gladigow, Herbert, Dipl.-Phys.; Schätzing, Wolfgang, Dr.-Ing.; Heymann, Dieter, Dr.-Ing.; Papendieck, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Schild, Ursula, Dipl.-Phys.; Mohs, Günter, Dr.-Ing.; Grill, Bernhard; Buhtz, Ralf, Dipl.-Ing.; Raschka, Werner, DE

(73) Meßgeräte GmbH Magdeburg, O - 3011 Magdeburg; Technische Universität „Otto von Guericke“, O - 3010 Magdeburg, DE

(54) Selbstregelnde elektrische Heizeinrichtung

(55) elektrische Heizeinrichtung, selbstregelnd; PTC-Heizelemente; Kontaktelement; Wärmekapazität; Stromaufnahme; Aufheizzeit; Begrenzung; Flächenbereich; Wärmeübergangswiderstand

(57) Die Erfindung betrifft eine selbstregelnde elektrische Heizeinrichtung mit PTC-Heizelementen, welche einen Heizkörper, auf dessen wärmeaufnehmender Seite mehrere PTC-Heizelemente in gutem thermischem und elektrischem Kontakt zum Heizkörper angeordnet sind, mehrere in elektrischem Kontakt zu den PTC-Heizelementen stehende Kontaktelemente, welche auf der der wärmeaufnehmenden Seite des Heizkörpers abgewandten Oberseite der PTC-Heizelemente angeordnet sind, ein zwischen Kontaktelement und PTC-Heizelementen befindliches Wärmeleitmittel und ein oder mehrere Halte- und Justierelemente zur sicheren elektrischen Kontaktierung der PTC-Heizelemente aufweist. Erfindungsgemäß dienen die Wärmekapazitäten der Kontaktelemente zur definierten Bestimmung der Aufheizzeit bis zum Erreichen der Arbeitstemperatur oder/und zur Verringerung der maximalen Stromaufnahme der elektrischen Heizeinrichtung. Durch Zuordnung sich in ihrer Wärmekapazität unterscheidende Kontaktelemente für je ein PTC-Heizelement wird eine Verringerung der maximalen Stromaufnahme der Heizeinrichtung erreicht. Fig. 2

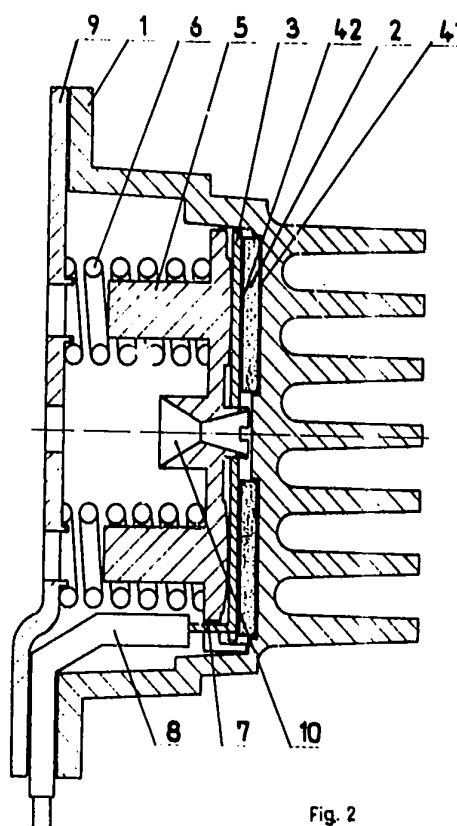


Fig. 2

Patentansprüche:

1. Selbstregelnde elektrische Heizeinrichtung mit PTC-Heizelementen, welche einen Heizkörper, auf dessen wärmeaufnehmender Seite mehrere PTC-Heizelemente in gutem thermischen und elektrischen Kontakt zum Heizkörper angeordnet sind, mehrere in elektrischem Kontakt zu den PTC-Heizelementen stehende Kontaktelemente, welche auf der der wärmeaufnehmenden Seite des Heizkörpers abgewandten Oberseite der PTC-Heizelemente angeordnet sind, ein zwischen Kontaktelementen und PTC-Heizelementen befindliches Wärmeleitmittel und ein oder mehrere Halte- und Justierelemente zur sicheren elektrischen Kontaktierung der PTC-Heizelemente aufweist, **gekennzeichnet dadurch**, daß die die Wärmekapazitäten der Kontaktelemente zur definierten Bestimmung der Aufheizzeit bis zum Erreichen der Arbeitstemperatur oder/und zur Verringerung der maximalen Stromaufnahme der elektrischen Heizeinrichtung in Abhängigkeit von der Größe der Masse oder/und vom spezifischen Wärmespeichervermögen der Kontaktelemente oder/und von der Größe der in thermischen Kontakt zum jeweiligen PTC-Heizelement stehenden Fläche des entsprechenden Kontaktelementes dienen und daß die Kontaktelemente durch den über das Halte- und Justierelement ausgeübten Druck zu den PTC-Heizelementen berührend angeordnet sind.
2. Selbstregelnde elektrische Heizeinrichtung mit PTC-Heizelementen nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß jedem PTC-Heizelement ein Kontaktelement zugeordnet ist, wobei die Kontaktelemente eine untereinander verschieden große Wärmekapazität aufweisen.
3. Selbstregelnde elektrische Heizeinrichtung mit PTC-Heizelementen nach Anspruch 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Kontaktelemente eine voneinander verschieden große Fläche und untereinander einen hohen Wärmeübergangswiderstand aufweisen.
4. Selbstregelnde elektrische Heizeinrichtung nach Anspruch 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die den einzelnen PTC-Heizelementen zugeordneten verschieden großen Kontaktelemente eine beliebige Form aufweisen.
5. Selbstregelnde elektrische Heizeinrichtung mit PTC-Heizelementen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die den einzelnen PTC-Heizelementen jeweils zugeordneten Kontaktelemente sich im Material oder/und in ihrer Masse voneinander unterscheiden.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung ist in Wärmegeräten aller Art mit einer Heizstufe, z.B. Löteinrichtungen und Luftduschen, und insbesondere zur Gemisch- oder Luftvorwärmung in Brennkraftmaschinen unter extremen Umgebungstemperaturen anwendbar.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es sind bereits eine Vielzahl technischer Lösungen für selbstregelnde Heizeinrichtungen mit PTC-Heizelementen bekannt. Gemeinsames Merkmal aller Heizeinrichtungen mit PTC-Heizelementen sind Vorrichtungen zur Realisierung eines guten Wärmekontaktes zwischen PTC-Heizelementen und einem Heizkörper, wobei die von den PTC-Heizelementen erzeugte Wärme von einer Seite oder beiden Seiten der PTC-Heizelemente dem Heizkörper zugeführt wird. In den DE-OS 26 10043, DE-OS 31 025 und EP 0061 848 sind Heizeinrichtungen zur Saugrohrbeheizung in Brennkraftmaschinen beschrieben, bei denen die PTC-Heizelemente mit einer Seite mittels wärmeleitender Metallplatte, silbergefülltem Epoxidharz, silbergefülltem Klebstoff auf Silikonbasis oder Wärmeleitgitter in einem guten thermischen und elektrischen Kontakt zum Heizkörper stehen. Auf der anderen Seite der PTC-Heizelemente sind elektrisch leitende Kontakte zur Stromzufuhr angebracht. Derartige Heizeinrichtungen besitzen den Nachteil, daß aufgrund der einseitigen Wärmeabführung von den PTC-Heizelementen diese inhomogen erwärmt werden und die Heizleistung der PTC-Heizelemente nicht optimal ausnutzbar ist. Das heißt die mit den elektrischen Kontakten zur Stromzufuhr verbundene Seite der PTC-Heizelemente wird in kürzester Zeit aufgeheizt, der elektrische Widerstand der PTC-Heizelemente steigt schnell an und begrenzt damit den Heizstrom und die von den PTC-Heizelementen maximal abgebbare Wärmemenge. Ein weiterer Nachteil dieser Heizeinrichtungen besteht in der Erhöhung des Wärmeübergangswiderstandes zwischen den PTC-Heizelementen und dem Heizkörper gegenüber technischen Lösungen mit direktem, innigen Kontakt der PTC-Heizelemente zum Heizkörper, was ebenfalls die maximal erreichbare Heiztemperatur und die Heizleistung vermindert. Von Nachteil ist auch der eingeschränkte Temperatureinsatzbereich dieser Heizeinrichtungen aufgrund der verwendeten Wärmeleitmittel zwischen PTC-Heizelementen und Heizkörper und ihrer Temperaturwechselbeständigkeit bei Extrembeanspruchungen von -40°C bis $+180^{\circ}\text{C}$ sowie der unterschiedlichen Wärmeausdehnungseigenschaften von PTC-Heizelement, Wärmeleitmittel und Heizkörper, welche nicht mit der erforderlichen konstruktiven Sicherheit und reproduzierbar ausgeglichen werden können. Bei Verwendung von Leitlebern zur Verbindung von PTC-Heizelementen und Heizkörper und in Kombination mit Kontaktfedern relativ geringer Federkraft als Stromzuführung für die PTC-Heizelemente können Schädigungen in der Verbindungsschicht zum Heizkörper oder an den PTC-Heizelementen auftreten und zum Ausfall oder zur Funktionsbeeinträchtigung der Heizeinrichtung führen.

Der Nachteil der einseitigen Wärmeabführung von den PTC-Heizelementen wird nach der Heizeinrichtung gemäß US-PS 4387 291 vermieden, wobei auf beiden Seiten der PTC-Heizelemente Wellfedern für den elektrischen Kontakt angebracht sind und für den thermischen Kontakt die PTC-Heizelemente vollständig von einem elektrisch isolierendem Wärmeleitmittel auf Silikonbasis umgeben sind sowie auf der dem Heizkörper abgewandten Seite der PTC-Elemente ein Wärmeleitmittel zur Wärmeabführung von dieser Seite der PTC-Heizelemente und mittelbaren Wärmeübertragung auf den Heizkörper vorhanden ist. Diese Lösung hat den Nachteil verhältnismäßig großer Wärmeübertragungswiderstände von den PTC-Heizelementen auf den Heizkörper und eine damit verbundene verminderte Heizleistung der gesamten Heizeinrichtung.

Aus der DE-OS 36 17 679 ist eine weitere Heizeinrichtung mit zweiseitiger Wärmeabführung von den PTC-Heizelementen bekannt, die für universelle Anwendung, insbesondere zur Saugrohrbeheizung in Brennkraftmaschinen nicht geeignet ist, da die konkreten Erfordernisse der elektrischen Isolation zu einem explosiven Kraftstoff-Luft-Gemisch nicht erfüllt werden. Von Nachteil ist auch die zwischen Wärmeleitmitteln und Heizkörper erforderliche Isolierfolie, welche die beabsichtigte Wirkung der Heizeinrichtung, eine optimale Ausnutzung der Wärmeenergie der PTC-Heizelemente zu gewährleisten, zumindest teilweise aufhebt. Weiterhin ist die vorgeschlagene Fixierung der PTC-Heizelemente zwischen zwei Wärmeleitmitteln mit elektrisch leitendem Klebstoff nachteilig, da die Klebstoffverbindung den Einsatztemperaturbereich der Heizeinrichtung einschränkt. Weitere bekannte Lösungen für Heizeinrichtungen mit PTC-Heizelementen und mit zweiseitiger Wärmeabfuhr von den PTC-Heizelementen sind in den DE-OS 28 04 860, DE-OS 28 35 742, DE-OS 29 32 026, DE-OS 29 48 592, DE-OS 34 36 826 und DE-OS 36 03 535 beschrieben. Diese Lösungen haben den gemeinsamen Nachteil, daß eine optimale Ausnutzung der Wärmeenergie der PTC-Heizelemente durch relativ große Wärmeübertragungswiderstände und erforderliche Maßnahmen zur elektrischen Isolation nicht möglich ist.

Gemeinsamer Nachteil aller bekannten technischen Lösungen ist, daß eine gezielte Beeinflussung des zeitlichen Verlaufs der Wärmeenergieerzeugung und der Anpassung der Arbeitstemperatur der Heizeinrichtung an die jeweiligen Erfordernisse sowie die Begrenzung der maximalen Stromaufnahme durch die PTC-Heizelemente nicht realisierbar ist. Bei den bekannten Lösungen laufen alle dynamischen elektrischen und thermischen Vorgänge in den PTC-Heizelementen qualitativ und quantitativ nahezu gleichartig und gleichzeitig ab. Dabei treten nach dem Einschalten der Heizeinrichtung sehr hohe elektrische Ströme auf, die in bestimmten Anwendungsfällen bei hoher Belastung der Stromversorgungsquelle oder der Stromzuführungsleitungen unzulässig sind.

Nicht zuletzt ist bei allen bekannten technischen Lösungen von Nachteil, daß diese wenig montagefreundlich sind und insbesondere die Verwendung von Klebstoffen, viskosen Wärmeleitmitteln oder Federelementen eine Fertigung der Heizeinrichtung mittels Industrierobotern sehr erschweren.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Nachteile des bekannten Standes der Technik zu vermeiden und eine selbstregelnde elektrische Heizeinrichtung zu schaffen, die bei geringem Montage- und Materialaufwand sowie robustem unkomplizierten Aufbau in einem extremen Umgebungstemperaturbereich einsetzbar ist und die wesentlich verbesserte dynamische Heizeigenschaften besitzt. Ziel ist es weiterhin, die Lebensdauer der Stromzuführungen und Kontaktbauelemente für die Heizeinrichtung zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine selbstregulierende elektrische Heizeinrichtung mit PTC-Heizelementen zu schaffen, welche einen Heizkörper, auf dessen wärmeaufnehmender Seite mehrere PTC-Heizelemente in gutem thermischen und elektrischen Kontakt zum Heizkörper angeordnet sind, mehrere in elektrischem Kontakt zu den PTC-Heizelementen stehende Kontaktelemente, welche auf der der wärmeaufnehmenden Seite des Heizkörpers abgewandten Oberseite der PTC-Heizelemente angeordnet sind, ein zwischen Kontaktelementen und PTC-Heizelementen befindliches Wärmeleitmittel und ein oder mehrere Halte- und Justierelemente zur sicheren elektrischen Kontaktierung der PTC-Heizelemente aufweist, und bei welcher die Aufheizzeit bis zum Erreichen der Arbeitstemperatur und/oder eine Verringerung der maximalen Stromaufnahme der Heizeinrichtung zur Anpassung der Aufheizcharakteristik an verschiedenste Anwendungsfälle vorherbestimmbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Wärmekapazitäten der Kontaktelemente zur definierten Bestimmung der Aufheizzeit bis zum Erreichen der Arbeitstemperatur oder/und zur Verringerung der maximalen Stromaufnahme der elektrischen Heizeinrichtung in Abhängigkeit von der Größe der Masse oder/und vom spezifischen Wärmespeichervermögen der Kontaktelemente oder/und von der Größe der in thermischen Kontakt zum jeweiligen PTC-Heizelement stehenden Fläche des Kontaktelementes dienen und daß die Kontaktelemente durch den über das Halte- und Justierelement ausgeübten Druck zu den PTC-Heizelementen berührend angeordnet sind. Die Aufheizzeit bis zum Erreichen der Arbeitstemperatur der Heizeinrichtung ist durch eine Vergrößerung der Masse oder durch eine Erhöhung des spezifischen Wärmespeichervermögens der Kontaktelemente entsprechend dem für die Kontaktelemente verwendeten Materials oder durch eine Vergrößerung der in thermischen Kontakt zu den PTC-Heizelementen stehenden Fläche der Kontaktelemente verlängerbar bzw. im umgekehrten Falle verkürzbar, wobei auch mehrere der genannten Maßnahmen gleichzeitig anwendbar sind. Die definierte Bestimmung der Aufheizzeit ist aus den Temperatur-Zeit-Verläufen des Aufheizvorganges in Abhängigkeit mindestens einer der genannten Parameter leicht möglich.

Die Verringerung der maximalen Stromaufnahme der Heizeinrichtung erfolgt durch Zuordnung sich in ihrer Wärmekapazität unterscheidenden Kontaktelemente zu je einem PTC-Heizelement, wobei mindestens zwei Kontaktelemente in ihrer Masse, im spezifischen Wärmespeichervermögen, d.h. im Material, oder in ihrer Größe voneinander verschieden sind. Damit wird erreicht, daß die Maxima der Stromaufnahme der einzelnen PTC-Heizelemente zeitlich gestaffelt sind. Da die Summe der Stromaufnahme jedes einzelnen PTC-Heizelementes die Stromaufnahme der Heizeinrichtung bestimmt, wird durch die zeitliche Staffelung das Maximum der Stromaufnahme der Heizeinrichtung verringert.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand nachfolgendem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Dabei zeigen

- Fig. 1 a: das thermische Ersatzschaltbild einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung
 Fig. 1 b: die Strom-Zeit-Kennlinie einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung
 Fig. 2 : eine erfindungsgemäße Anordnung für einen Gemischvorwärmer in Kraftfahrzeugen
 Fig. 4 : die Darstellung einer erfindungsgemäßen Anordnung für ein PTC-Heizelement 2.

Gemäß Fig. 2 besteht die erfindungsgemäße elektrische Heizeinrichtung für einen Gemischvorwärmer bekannterweise aus einem Heizkörper 1 mit mehreren PTC-Heizelementen, welche in Vertiefungen der Bodenfläche des Heizkörpers 1 lagefixiert sind und zur Gewährleistung eines guten thermischen Kontaktes zwischen der dem Heizkörper 1 zugewandten Unterseite 21 der PTC-Heizelemente 2 und der Bodenfläche des Heizkörpers 1 ein Wärmeleitmittel 41 angeordnet ist. Auf der dem Heizkörper 1 abgewandten Oberseite 22 der PTC-Heizelemente 2 befinden sich die Kontaktelemente 3, welche elektrisch leitfähig sind und über eine oder mehrere Anschlußfahnen 7 und ein Stromkabel 8 die Stromzuführung für die elektrische Heizeinrichtung realisieren sowie über ein Wärmeleitmittel 42 in gutem thermischen Kontakt zur Oberseite 22 der PTC-Heizelemente 2 steht. Zur lagerichtigen Fixierung des Kontaktelementes 3 bzw. der PTC-Heizelemente 2 ist oberhalb der Kontaktelemente 3 ein Haltemittel 4 angeordnet, welches aus einer Isolierplatte 5 und Druckfedern 6 besteht. Die Gegenkraft für die Druckfedern 6 wird durch einen am Heizkörper 1 befestigten Deckel 3 gebildet.

Das thermische Ersatzschaltbild für eine erfindungsgemäße Heizeinrichtung gemäß Fig. 2 bzw. für ein einzelnes PTC-Heizelement 2 gemäß Fig. 4 ist in Fig. 1 a dargestellt. Dabei wird das Wärmespeichervermögen des Heizkörpers 1 durch die Wärmekapazität CA charakterisiert. Der Heizkörper 1 besitzt die Temperatur TA und hat zur Umgebungsluft einen Wärmeübergangswiderstand RA. Gegenüber dem Wärmeübergangswiderstand RA kann der Wärmewiderstand des Heizkörpers 1, welcher aus thermisch gut leitendem Material besteht, vernachlässigt werden. Die PTC-Heizelemente 2 werden durch ihren Wärmewiderstand RG und durch ihre Wärmekapazität CG charakterisiert. Zwischen PTC-Heizelementen 2 und Heizkörper 1 besteht ein Wärmeübergangswiderstand RUG. Er kennzeichnet die thermischen Eigenschaften des Wärmeleitmittels 41. Das Wärmeleitmittel 41 wird durch den Wärmeübergangswiderstand RIG zwischen den PTC-Heizelementen 2 und den Kontaktelementen 3 gekennzeichnet. Die Kontaktelemente 3 besitzen die Wärmekapazität CAI. Erfindungsgemäß dient die Wärmekapazität CAI der Kontaktelemente 3 der definierten Bestimmung der Aufheizzeit des Gemischvorwärmers bis zum Erreichen seiner Arbeitstemperatur oder/und zur Verringerung der maximalen Stromaufnahme des Gemischvorwärmers. In Abhängigkeit von der Größe, der Masse oder/und vom spezifischen Wärmespeichervermögen der Kontaktelemente 3 oder/und von der Größe der in thermischen Kontakt zum jeweiligen PTC-Heizelement 2 stehenden Fläche der Kontaktelemente 3 ist die Aufheizzeit des Gemischvorwärmers vorherbestimmbar, da durch Veränderung einer der genannten Parameter mehr oder weniger Wärme von der Oberseite 22 der PTC-Heizelemente 2 an die Kontaktelemente 3 abgeführt wird und damit die Strom-Zeit-Kennlinie des Gemischvorwärmers oder einer anderen erfindungsgemäßen elektrischen Heizeinrichtung definiert beeinflussbar ist. Das heißt je mehr Wärme von der Oberseite 22 der PTC-Heizelemente 2 abgeführt wird und solange die von der Oberseite 22 der PTC-Heizelemente 2 abgeführte Wärmemenge kleiner ist als die von der Unterseite 21 der PTC-Heizelemente 2 vom Heizkörper 1 abgeführte Wärmemenge, um so langsamer heizen sich die PTC-Heizelemente 2 und der Heizkörper 1 auf, um so später erreicht die elektrische Heizeinrichtung ihren maximalen Stromverbrauch und um so kürzer ist die Aufheizzeit bis zum Erreichen der Arbeitstemperatur der elektrischen Heizeinrichtung. Die Verkürzung der Aufheizzeit bei einem später eintretenden Maximum der Stromaufnahme der PTC-Heizelemente 2 ist aufgrund der geringeren Steilheit der Strom-Zeit-Kennlinie, in Fig. 1 b dargestellt, und damit auch der Temperatur-Zeit-Kennlinie der jeweiligen Heizeinrichtung nachweisbar, d. h. in der gleichen Zeiteinheit wird eine größere Wärmemenge an den Heizkörper 1 abgegeben.

Die kürzeste Aufheizzeit bis zum Erreichen der Arbeitstemperatur wird erreicht, wenn auf beiden Seiten der PTC-Heizelemente 2 eine gleich große Wärmemenge abgeführt wird. Der Fall der Abführung einer größeren Wärmemenge von der Oberseite 22 der PTC-Heizelemente 2 als von ihrer Unterseite 21 führt wieder zu einer Verlängerung der Aufheizzeit der elektrischen Heizeinrichtung und ist wegen des umgekehrten Heizeffektes für den praktischen Einsatz nicht relevant.

Die definierte Bestimmung der Aufheizzeit ist aus den Temperatur-Zeit-Verläufen des Aufheizvorganges entsprechend der Kennlinienoptimierung in Abhängigkeit einer oder mehrerer der den Wärmeübergang zwischen Oberseite 22 der PTC-Heizelemente 2 und den Kontaktelementen 3 oder der Wärmekapazität CAI der Kontaktelemente 3 beeinflussenden Parameter leicht möglich. Eine Verringerung der maximalen Stromaufnahme der elektrischen Heizeinrichtung wird durch Zuordnung sich in ihrer Wärmekapazität unterscheidenden Kontaktelemente 3 zu je einem PTC-Heizelement 2 erreicht, wobei mindestens zwei Kontaktelemente 3 in ihrer Masse, im spezifischen Wärmespeichervermögen oder in ihrer Größe voneinander verschieden sind. Aus dieser Zuordnung resultiert eine zeitliche Staffelung der maximalen Stromaufnahme jeder PTC-Heizelementekombination gemäß Fig. 4. Das Maximum der Stromaufnahme der elektrischen Heizeinrichtung resultierend aus der Summe der Strom-Zeit-Verläufe der PTC-Heizelementekombinationen verringert sich aufgrund der zeitlichen Staffelung der Maxima der Stromaufnahme der einzelnen PTC-Heizelementekombinationen.

Eine vorherbestimmbare maximale Stromaufnahme der Heizeinrichtung ist aus der Summe der Strom-Zeit-Kennlinien jeder PTC-Heizelementekombination in Abhängigkeit von mindestens einem der genannten Parameter ermittelbar.

Zur Verbesserung des thermischen Kontaktes mit der Oberseite der PTC-Heizelemente 2 sind die Kontaktelemente 3 durch den über die Druckfedern 6 ausgeübten Druck berührend angeordnet, wobei gleichzeitig der elektrische Kontakt realisiert wird. Eine derartige Anordnung der Kontaktelemente 3 hat den wesentlichen Vorteil, daß das Wärmeleitmittel 42 auch elektrisch isolierend sein kann und daher über einen in der Isolierplatte 5 befindlichen Einfüllstutzen 10 nach dem Zusammenbau des Gemischvorwärmers bzw. einer anderen erfindungsgemäßen elektrischen Heizeinrichtung die identischen Wärmeleitmittel 41 und 42 gleichzeitig eingebracht werden können. Die Verwendung von teuren, elektrisch leitfähigen Stoffen, z. B. silbergefüllte Silikonklistoffe, als Wärmeleitmittel entfällt damit. Als Wärmeleitmittel 41 bzw. 42 für eine erfindungsgemäße Heizeinrichtung ist z. B. Silikonfett verwendbar, was aufgrund seiner Temperaturwechselbeständigkeit, insbesondere in Gemischvorwärmern für Kraftfahrzeuge, für Temperatureinsatzbereiche von -40 Grad Celsius bis +180 Grad Celsius ausgezeichnet geeignet ist.

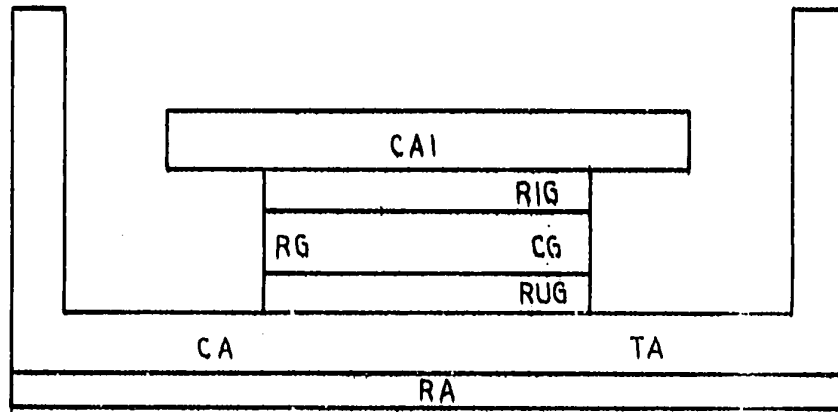


Fig. 1a

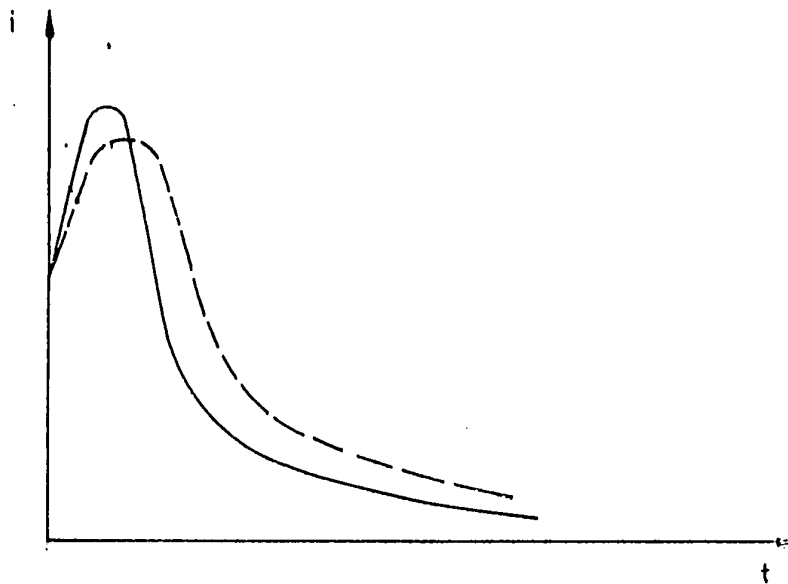


Fig. 1b

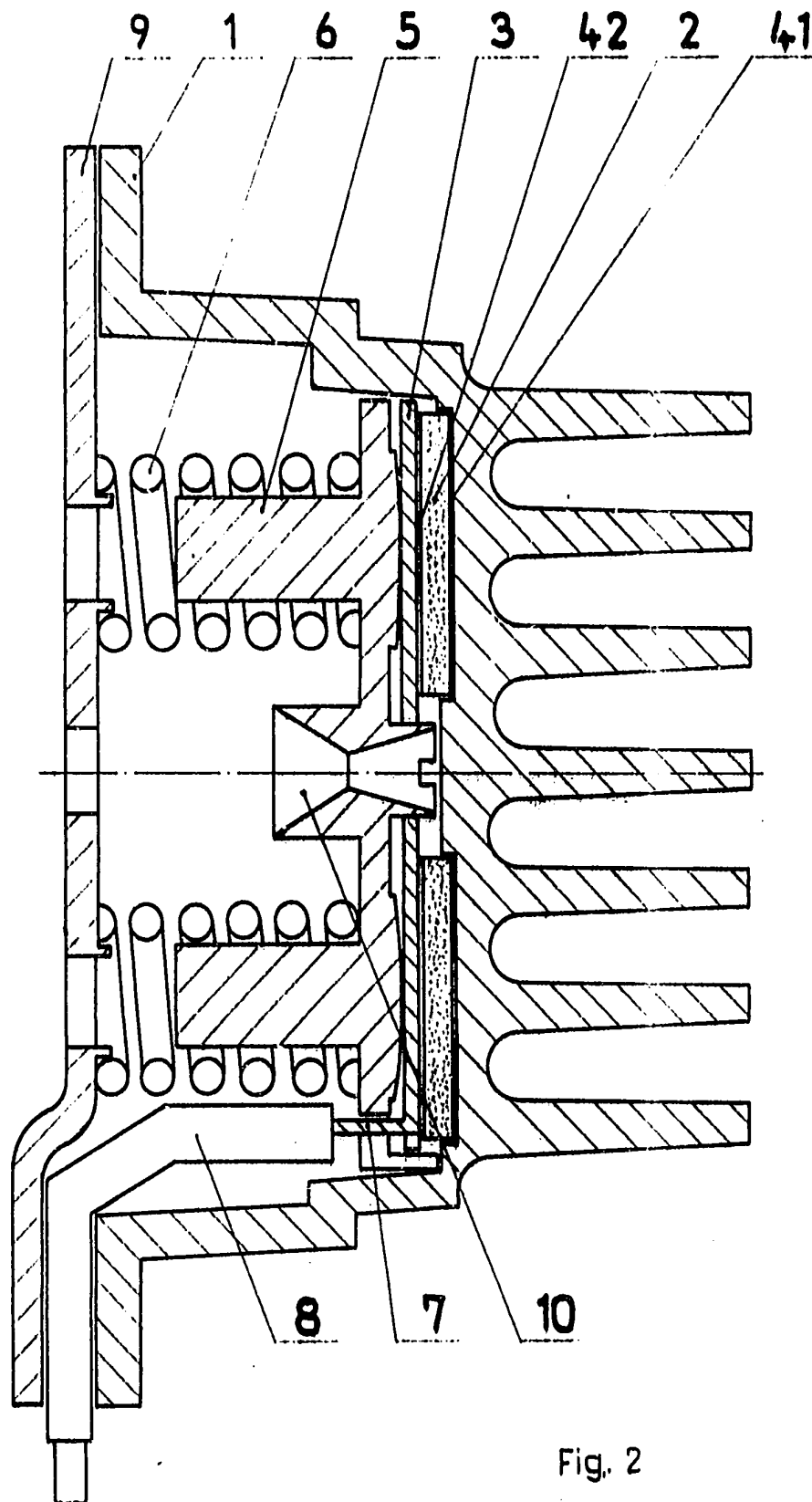


Fig. 2

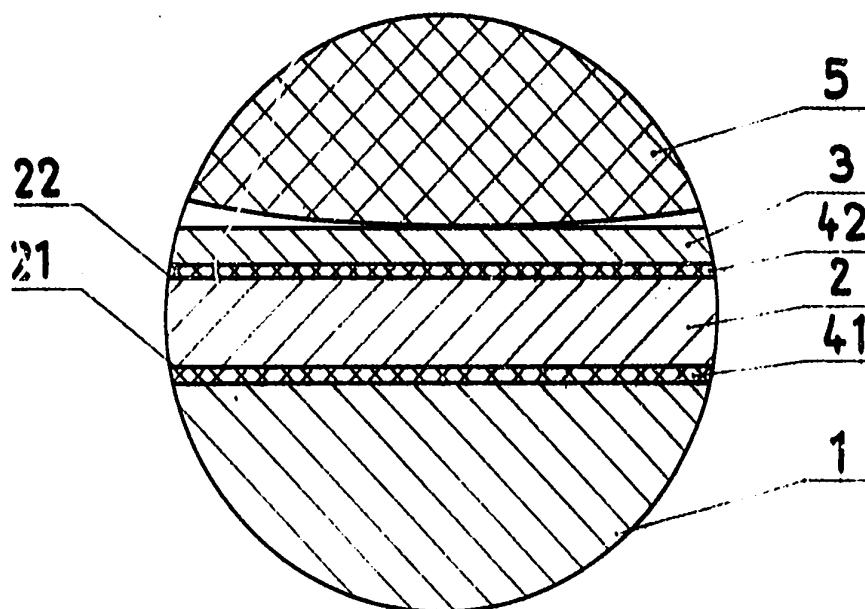


Fig. 4.