

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 798 750 B1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**04.05.2005 Patentblatt 2005/18**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H01C 7/13, H01C 7/12,**  
**H01C 7/02, H01C 13/02**

(21) Anmeldenummer: **97810116.0**

(22) Anmeldetag: **03.03.1997**

### (54) Strombegrenzender Widerstand mit PTC-Verhalten

Current limiting resistor with PTC-behaviour

Résistance de limitation de courant à comportement PTC

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

- **Schüler, Claus, Dr.**  
8967 Widen (CH)
- **Skindhoj, Jorgen, Dr.**  
5400 Baden (CH)
- **Strümpler, Ralf, Dr.**  
5412 Gebenstorf (CH)

(30) Priorität: **30.03.1996 DE 19612841**

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**  
c/o ABB Schweiz AG  
Brown Boveri Strasse 6  
5400 Baden (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.10.1997 Patentblatt 1997/40**

(73) Patentinhaber: **ABB RESEARCH LTD.**  
**8050 Zürich (CH)**

- (56) Entgegenhaltungen:  
**US-A- 4 780 598**                   **US-A- 5 064 997**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 014, no. 108 (E-0896), 27. Februar 1990 & JP 01 310509 A (TDK CORP), 14. Dezember 1989
  - **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 013, no. 429 (E-823), 25. September 1989 & JP 01 158702 A (MURATA MFG CO LTD), 21. Juni 1989

(72) Erfinder:

- **Glatz-Reichenbach, Joachim, Dr.**  
5404 Baden-Dättwil (CH)
- **Greuter, Felix, Dr.**  
5406 Rütihof (CH)
- **Mauthe, Gerhard**  
5400 Baden (CH)
- **Pelanek, Zdenek**  
602 00 Brno (CZ)

EP 0 798 750 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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****TECHNISCHES GEBIET**

5 [0001] Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem elektrischen Widerstand nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Ein derartiger Widerstand erkennt und begrenzt in einem Lastkreis fliessende Kurzschluss- oder Überströme. Erst danach unterbricht ein im Lastkreis vorgesehener Schalter den begrenzten Strom. Der Schalter kann daher auf eine gegenüber der Kurzschlussleistung geringe Abschaltleistung ausgelegt sein.

**10 STAND DER TECHNIK**

[0002] Ein strombegrenzender Widerstand der zuvor genannten Art ist beispielsweise in US 5,313,184 A beschrieben. Ein solcher Widerstand enthält zwei Anschlusselektroden zwischen denen zueinander parallel geschaltet ein PTC-Verhalten aufweisender Widerstandskörper sowie ein Varistor angeordnet sind. Der Widerstandskörper und der 15 Varistor kontaktieren einander über die gesamte Isolationsstrecke zwischen den beiden Anschlusselektroden. Hierdurch werden lokale Überspannungen im Widerstandskörper und damit unzulässig hohe lokale thermische Belastungen des Widerstandskörpers vermieden.

[0003] Zur Erhöhung der dielektrischen Festigkeit dieses Widerstandes können mehrere Widerstände in Reihe geschaltet werden. Eine solche Anordnung ist relativ aufwendig, da sowohl zwischen den einzelnen Widerstandskörpern 20 als auch zwischen den einzelnen Varistoren metallene Elektroden angeordnet sind. Im normalen Betriebszustand des Widerstandes wird der Strom durch eine Reihenschaltung von mehreren PTC-Verhalten aufweisenden Widerstandskörpern, zwischen den jeweils eine metallene Elektrode angeordnet ist, geführt. Der Übergangswiderstand zwischen einer metallenen Elektrode und dem Material des Widerstandskörpers ist im allgemeinen relativ hoch und trägt bei 25 einem für Strombegrenzungsaufgaben typischen Widerstand mit einem Gesamtwiderstand von ca. 50 mΩ ebensoviel wie das Material des Widerstandskörpers zum Gesamtwiderstand bei. Darüber hinaus weisen metallene Elektroden und die üblicherweise als Material für den Widerstandskörper eingesetzten füllstoffgefüllten Polymere unterschiedliche elektrische Leitfähigkeiten und unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten auf. Dadurch können mechanische Spannungen im Inneren des Widerstandes entstehen, welche dessen mechanische und elektrische Eigenschaften gegebenenfalls beeinträchtigen können.

**30 KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

[0004] Der Erfindung, wie sie in Patentanspruch 1 angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, einen strombegrenzenden Widerstand mit PTC-Verhalten zu schaffen, welcher in einfacher und kostengünstiger Weise herstellbar ist und 35 sowohl eine hohe Nennstromtragfähigkeit und einen weiten Spannungsbereich als auch eine grosse Betriebssicherheit aufweist.

[0005] Beim erfindungsgemäßen Widerstand ist der PTC-Verhalten aufweisende Widerstandskörper derart ausgebildet, dass er sowohl den elektrischen Kontakt zu den Anschlusselektroden als auch zum Varistor gewährleistet. Dadurch werden der elektrischen Kontaktierung des Varistors dienende metallene Elektroden eingespart. Zugleich 40 kann der erfindungsgemäße Widerstand äusserst kostengünstig und in einem für eine Serienfertigung besonders geeigneten Verfahren hergestellt werden. Der den Varistor und die Anschlusselektroden haltende und üblicherweise von einem füllstoffgefüllten Polymer gebildete Widerstandskörper kann nämlich äusserst preiswert in einem gängigen Kunststoffverarbeitungsverfahren, wie etwa durch Spritzgiessen, erzeugt werden. Durch Einsticken des Varistors in den Widerstandskörper und Aufbringen der Anschlusselektroden an den Widerstandskörper kann dann in äusserst 45 einfacher Weise der erfindungsgemäße Widerstand fertiggestellt werden. Da sich das als füllstoffgefülltes Polymer ausgeführte Material des Widerstandskörpers besonders gut an den im allgemeinen aus einer Metalloxidkeramik bestehenden Körper des Varistors anpasst, kann zudem eine beim Varistor normalerweise vorgesehene flächenhafte Kontaktmetallisierung gegebenenfalls entfallen. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, dass die parallel zum Varistor geschaltete und einen PTC-Übergang ausführende Ansprechstelle durch geeignete Ausbildung des Widerstandskörpers in einem Abstand zum Varistor angeordnet werden kann, in dem eine thermische Rückkopplung zwischen der beim PTC-Übergang erwärmten Ansprechstelle und dem Varistor nicht zu befürchten ist.

[0006] Weist der erfindungsgemäße Widerstand mehr als zwei in Reihe geschaltete Varistoren auf, so entfallen 55 metallene Elektroden zwischen den einzelnen Varistoren und zwischen PTC-Verhalten aufweisenden Teilkörpern des Widerstandskörpers, welche ebenso wie die Varistoren in Reihe geschaltet sind. Der Kaltwiderstand des Widerstands wird so ganz wesentlich herabgesetzt und entsprechend die Nennstromtragfähigkeit des strombegrenzenden Widerstands nach der Erfindung erheblich verbessert. Eine besonders hohe Nennstromtragfähigkeit wird erreicht, wenn der Widerstandskörpers einstückig ausgebildet wird. Der sonst zwischen den einzelnen Teilkörpern vorhandene geringe Übergangswiderstand entfällt dann vollständig. Zudem kann der Widerstand dann in besonders kostengünstiger Weise

gefertigt werden.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

5 [0007] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung und die damit erzielbaren weiteren Vorteile werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0008] Hierbei zeigen die Figuren 1 bis 6, 10 und 11 jeweils in der Seitenansicht bevorzugte Ausführungsformen des strombegrenzenden Widerstands nach der Erfindung mit zwei zueinander parallel liegenden Anschlusselektroden, einem zwischen den Anschlusselektroden angeordneten Widerstandskörper mit PTC-Verhalten und einem oder mehreren mit dem Widerstandskörper kontaktierten Varistoren.

10 [0009] Die Figuren 7 bis 9 zeigen in einer Seitenansicht von rechts ein als Ansprechstelle ausgebildetes Teil des gemäss den Figuren 1 und 2 ausgeführten Widerstands.

[0010] Die Figur 12 schliesslich zeigt ein Diagramm, in dem der zeitliche Verlauf von elektrischen Grössen dargestellt ist, die beim Begrenzen eines Kurzschlussstroms für das Verhalten des gemäss Fig.2 ausgeführten Widerstands typisch sind, wie die am Widerstandskörper anliegende Spannung  $U_{PTC}$  sowie der im Widerstandskörper geführte Strom  $I_{PTC}$  und der im Varistor geführte Strom  $I_{Varistor}$ .

## WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

20 [0011] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleichwirkende Teile. Die in den Figuren 1 bis 6, 10 und 11 dargestellten strombegrenzenden Widerstände enthalten jeweils einen zwischen zwei parallel zueinander ausgerichteten metallenen Anschlusselektroden 1, 2 angeordneten und flächenhaft kontaktierten Widerstandskörper 3 sowie einen Varistor 40 oder mehrere Varistoren 40, 41, 42, 43, 44, 45.

25 [0012] Die Varistoren 40 - 45 sind vorzugsweise aus einer dotierten Keramik auf der Basis eines Metalloxids, wie etwa ZnO, oder eines Titanates, wie etwa SrTiO<sub>3</sub> oder BaTiO<sub>3</sub>, oder eines Carbides, wie etwa SiC, gebildet. Der in den Ausführungsformen gemäss den Figuren 1, 2 und 10 vorgesehene Varistor 40 weist eine Durchbruchsspannung auf, die oberhalb der Nennspannung des elektrischen Systems liegt, in der der Widerstand eingesetzt wird. Bei den Ausführungsformen gemäss den Figuren 3, 4, 5, 6 und 11 hingegen sind mehrere Varistoren, z.B. die Varistoren 40, 41, 42, 43, 44 und 45, in einem Stapel angeordnet in Reihe geschaltet. Dieser Varistorstapel weist eine Durchbruchsspannung auf, die ebenfalls oberhalb der Nennspannung des den strombegrenzenden Widerstand enthaltenden elektrischen Systems liegt.

30 [0013] Der Widerstandskörper 3 besteht aus einem PTC-Verhalten aufweisendem Material und kann von einem mit einem elektrisch leitenden Füllstoff, wie beispielsweise Leitfähigkeitsruss, TiC oder TiB<sub>2</sub>, gefüllten, insbesondere thermo- oder duroplastischen, Polymer gebildet sein.

35 [0014] Die erfindungsgemässen Widerstände können in einfacher Weise wie folgt hergestellt werden:

Zunächst werden nach einem in der Varistortechnik üblichen Verfahren, wie etwa durch Pressen oder Giessen und nachfolgendes Sintern einer mit verschiedenen Metalloxiden dotierten keramischen Grundsubstanz, wie etwa ZnO, Varistoren 40 bis 45 hergestellt. Diese Varistoren sind plattenförmig ausgebildet und weisen eine Dicke von beispielsweise 2 mm auf. Auf ihren flächigen Seiten können die Varistoren zur Verbesserung des Stromübergangs metallisiert sein. Mit einem Schermischer wird aus einem thermoplastischen Polymer, wie etwa einem Polyäthylen, und einem elektrisch leitfähigen, pulverförmigen Füllstoff, wie beispielsweise TiC, PTC-Material hergestellt. Aus dem PTC-Material wird etwa durch Spritzgiessen der Widerstandskörper 3 gefertigt. Je nach Ausbildung des Widerstandskörpers wird der Varistor 40 oder werden zwei oder mehrere der Varistoren 40 bis 45 in den Widerstandskörper 3 eingebaut. Sodann werden die Anschlusselektroden 1, 2 auf den Widerstandskörper gebracht und unter Ausübung von Kontaktdruck festgesetzt. Da der Widerstandskörper 3 aus kompressiblem Material hergestellt ist und zugleich in Druckrichtung elastisch verbiegbar ausgebildet ist, setzt der Kontaktdruck zugleich auch den Varistor oder die Varistoren im Widerstandskörper 3 fest.

50 [0015] In allen Ausführungsformen weist der Widerstandskörper 3 zwei Kontaktflächen 50, 51 auf sowie eine Ansprechstelle 60, welche über die zwei Kontaktflächen 50, 51 parallel zum Varistor 40 geschaltet ist. Die Ansprechstelle 60 ist derart bemessen, dass sie einen PTC-Übergang ausführt, wenn ein im Widerstand geführter Strom einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

55 [0016] Bei den Ausführungsformen gemäss den Figuren 1 und 2 ist der Widerstandskörper im wesentlichen jeweils U-förmig ausgebildet. Die Kontaktflächen 50 und 51 sind jeweils auf den Innenflächen der Schenkel des U angeordnet. Hierdurch wird erreicht, dass der Varistor 40 ohne zusätzliche metallene Kontakte über den Widerstandskörper 3 in elektrisch leitender Weise mit den Anschlusselektroden 1, 2 verbunden ist. Bei der Ausführungsform gemäss Fig.2 ist zusätzlich ein aus Metall oder leitfähigem Polymer bestehendes Zwischenstück 70 vorgesehen, welches zwischen

einer Kontaktfläche des Varistors 40 und der Kontaktfläche 51 des Widerstandskörpers 3 angeordnet ist. Dieses Zwischenstück ermöglicht zum einen die Aufweitung des U. Andererseits dient das Zwischenstück 70 der Absorption thermischer Energie aus dem Varistor 40. Eine solche Energie wird erzeugt, wenn aufgrund einer an den Kontaktflächen 50, 51 auftretenden Überspannung ein Ableitstrom durch den Varistor 40 geführt wird.

**[0017]** Bei beiden Ausführungsformen befindet sich die Ansprechstelle 60 im gebogenen Verbindungsteil des U. Durch diese Verlagerung der Ansprechstelle nach aussen wird zum einem der Varistor 40 vor thermischer Aufheizung bei einem PTC-Übergang geschützt und wird zum anderen beim PTC-Übergang der Aufbau unerwünschter mechanischer Spannungen im Widerstandskörper 3 weitgehend vermieden.

**[0018]** Die Ansprechstelle kann den gleichen Querschnitt wie der Widerstandskörper 3 im Bereich der beiden Kontaktflächen 50, 51 aufweisen, da durch die Biegung des U bereits eine lokale Erhöhung des Widerstands gewährleistet ist. Im allgemeinen wird die Ansprechstelle jedoch als Materialeinformung ausgebildet sein, welche den Querschnitt des U im Bereich seiner Biegung verringert. In jedem Fall sollte der Querschnitt des Widerstandskörpers 3 im Bereich der Ansprechstelle 60 kleiner sein als jede der beiden Kontaktflächen zwischen dem Widerstandskörper und den beiden Anschlusselektroden 1, 2, da nur dann der PTC-Übergang zur Ansprechstelle 60 hin verlagert werden kann.

**[0019]** Konstruktive Ausbildungen der Ansprechstelle 60 sind aus den Figuren 7, 8 und 9 ersichtlich und können durch Taillierung des Querschnitts des U quer zur Zeichenebene (Fig.7) oder in Richtung der Schenkel des U in der Zeichenebene (Fig.8 in Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2), durch Anordnung von in Richtung der Enden des U geführten und im wesentlichen zueinander parallel verlaufenden Schlitten 601 (Fig.9) oder in besonders einfacher Weise durch runde Durchgangslöcher erreicht werden. Insbesondere die geschlitzte Ausführungsform der Ansprechstelle 60 zeichnet sich dadurch aus, dass der Strom nicht nur gleichmässig über den eingeengten Querschnitt verteilt geführt wird, sondern dass beim Ausführen des PTC-Überganges das Material der Ansprechstelle sich in praktisch alle Richtungen bewegen kann, wodurch unerwünschte mechanische Spannungen im Widerstandskörper 3 in besonders starken Masse vermieden werden.

**[0020]** Bei Nennstrombetrieb des beispielsweise in einem Lastkreis als Strombegrenzer eingebauten Widerstands fliesst der über die Anschlusselektrode 1 eingespeiste Strom über den als U ausgebildeten Widerstandskörper 3 zur Anschlusselektrode 2. Tritt im Lastkreis ein Kurzschlussstrom oder ein unzulässig hoher Überstrom auf, so führt die an der Ansprechstelle 60 besonders hohe Stromdichte zu einem PTC-Übergang. Beim PTC-Übergang erhöht sich der ohmsche Widerstand des Widerstandskörpers 3 im Bereich der Ansprechstelle 60 sehr rasch um mehrere Grössenordnungen und wird so der durch den Widerstand fliessende Strom schnell begrenzt. Nach der Begrenzung des Stromes an den Anschlusselektroden 1, 2 auftretende Überspannungen werden durch Ableitströme abgebaut. Da der Varistor 40 hierbei Energie aufnimmt und erheblich aufgeheizt wird, ist es besonders vorteilhaft, dass die durch den PTC-Übergang ebenfalls stark aufgeheizte Ansprechstelle 60 vom Varistor 40 räumlich getrennt angeordnet ist.

**[0021]** Bei den gemäss den Figuren 3, 4, 5, 6 und 11 ausgeführten Widerständen ist neben dem Varistor 40 noch mindestens ein weiterer mit diesem Varistor in Reihe geschalteter Varistor 41 bis 45 vorgesehen. Dementsprechend weist der Widerstandskörper 3 weitere Kontaktflächen auf, von denen aus Gründen der Übersichtlichkeit nur die den Varistor 41 auf Potential führenden Kontaktflächen 52 und 53 bezeichnet sind. Über zwei der weiteren Kontaktflächen, wie z. B. 52, 53, jeweils parallel zu einem, wie z.B. 41, der weiteren Varistoren 41 bis 45 sind weitere Ansprechstellen geschaltet, von denen aus Gründen der Übersichtlichkeit nur die Ansprechstelle 61 dargestellt ist. Entsprechend der Ansprechstelle 60 sind auch diese weiteren Ansprechstellen, wie die Ansprechstelle 61, von den Varistoren lokal entkoppelt in den Widerstandskörper 3 eingeformt und führen entsprechend der Ansprechstelle 60 einen PTC-Übergang aus, wenn der im Widerstand geführte Strom den vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

**[0022]** Die mindestens zwei in Reihe geschaltete Varistoren 40, 41 enthaltenden Ausführungsformen des erfindungsgemässen Widerstands sind zum Einsatz in Lastkreisen mit hohen Spannungen vorgesehen. Beim Auftreten eines grossen Stroms führen die in Reihe geschalteten Ansprechstellen 60, 61 den PTC-Übergang aus und wird so der durch den Widerstand fliessende Strom schnell begrenzt. Nach der Begrenzung des Stromes an den Anschlusselektroden 1, 2 auftretende Überspannungen werden durch Ableitströme abgebaut, welche in den in Reihe geschalteten Varistoren 40, 41 geführt werden. Spricht eine der Ansprechstellen, beispielsweise die Ansprechstelle 61, an bevor die anderen Ansprechstellen angesprochen haben, so wird das Auftreten unzulässig hoher Überspannungen an dieser Ansprechstelle durch den parallel geschalteten Varistor vermieden.

**[0023]** Wie aus den Figuren 3 bzw. 5 bzw. 6 entnommen werden kann, ist der Widerstandskörper 3 aus Teilkörpern 30 bis 35 bzw. 30' bis 34' bzw. 36 und 37 mit jeweils zwei parallel zu den Anschlusselektroden verlaufenden Abschnitten und mindestens einem die beiden Abschnitte verbindenden und die Ansprechstelle, z.B. 60, 61, enthaltendem Teil aufgebaut. Zwischen den beiden Abschnitten der Teilkörper, z.B. 31, 31' oder 36, ist jeweils einer der Varistoren, z.B. 41, angeordnet.

**[0024]** Bei den Ausführungsform gemäss den Figuren 3 und 5 sind die Teilkörper 30 bis 35 jeweils als U ausgebildet und sind derart aneinandergefügt, dass der Widerstandskörper 3 ein Mäander bildet. Bei diesem Mäander sind je zwei im Mäander paarweise aufeinanderfolgende U gegeneinander um 180° gedreht und derart inandergeschoben, dass sich jeweils einer der Schenkel eines der U zwischen den Schenkeln des anderen U befindet. Die Varistoren können

dann ohne zusätzliche Abstandsmittel durch einfaches Einschieben in die U mit dem Widerstandskörper 3 kontaktiert werden.

**[0025]** Eine besonders gute mechanische Festigkeit des Widerstandskörpers 3 wird erhalten, wenn wie aus der Ausführungsform gemäss Fig.5 ersichtlich ist, zwischen den beiden Abschnitten mindestens eines der U, z.B. der Teilkörper 31', jeweils einer der Varistoren, z.B. 41, und je ein Schenkel zweier im Widerstandskörper benachbarter und lediglich durch den Varistor voneinander beabstandeter U, z.B. die Teilkörper 30' und 32', angeordnet sind. Sind zusätzlich die einander zugewandten Innenflächen der aufeinanderliegenden Schenkel der U, z.B. der Teilkörper 31' und 32' bzw. 30' und 31', keilförmig abgeschrägt ausgebildet, dann kann der Widerstandskörper 3 durch gegenseitiges Verkeilen der einzelnen U besonders einfach hergestellt werden. Zudem können die durch Spritzgießen hergestellten U dann problemlos aus der Spritzgussform entfernt werden.

**[0026]** Bei den Ausführungsformen nach den Figuren 3 und 5 können die im Widerstandskörper 3 aufeinanderfolgenden Varistoren 40 bis 45 bzw. 40 bis 44 zusätzlich durch U-förmig gebogene Zwischenstücke 701, 702 (aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur in der Fig.3 zwei derartige Teile gestrichelt angedeutet) verbunden werden. Hierdurch wird zum einen eine besonders niederohmige Reihenschaltung der Varistoren erreicht und zum anderen wird die von den Varistoren beim Auftreten von Ableitströmen erzeugte Wärme aus dem Inneren des Widerstands weggeführt.

**[0027]** Aus den Figuren 4 und 11 sind Ausführungsformen des erfundungsgemässen Widerstandes ersichtlich, bei denen der Widerstandskörper einstückig ausgebildet ist. Da bei diesen Ausführungsformen der Übergangswiderstand zwischen den einzelnen Teilkörpern entfällt, zeichnet sich der Widerstandskörper 3 durch einen besonders geringen ohmschen Widerstand aus. Zugleich kann der Widerstandskörper in einem Giessvorgang hergestellt werden und kann dann der Widerstand durch nachfolgendes Einsticken der Varistoren und der gegebenenfalls vorgesehenen Zwischenstücke 70 bis 73 bzw. 70, 71 in besonders einfacher und kostensparender Weise hergestellt werden. Bei scheibenförmiger Ausbildung der Varistoren weist der Widerstandskörper 3 dann nach vorne geöffnete und nach hinten geschlossene Taschen von halbrundem Querschnitt auf, in die bei der Fertigung des Widerstands die einzelnen Varistoren eingeschoben werden.

**[0028]** Der Widerstandskörper 3 kann wie folgt ausgebildet sein: als U mit gebogenem (Figuren 1 bis 5) oder geradem Verbindungsabschnitt, als Doppel-U mit gebogenen Verbindungsabschnitten (Fig.2 mit Strichelung) oder geraden Verbindungsabschnitten, als Schneckenlinie (Fig.10), als Doppel- oder Mehrfachschneckenlinie (Fig.10 mit Strichelung), als Mäander (Figuren 3 bis 5), als Doppelmäander (Figuren 6 und 11) oder Girlande bzw. Doppelgirlande (Übereinanderstapeln von mehreren Teilkörpern, welche gemäss dem Teil-körper nach Fig.10 ausgebildet sind).

**[0029]** Ist der Widerstandskörper als Doppel-U, Doppelschneckenlinie, Doppelmäander oder Doppelgirlande ausgebildet, so kann er neben der Ansprechstelle 60 eine dazu parallel geschaltete zusätzliche Ansprechstelle 60' aufweisen (Figuren 2, 6, 10 und 11). Ein mit einem derartigen Widerstandskörper 3 versehener Widerstand zeichnet sich durch grosse Festigkeit, grössere Stromtragfähigkeit und einfache Herstellbarkeit aus. Zugleich werden beim PTC-Übergang auftretende thermische und mechanische Kräfte gleichmässig im ganzen Widerstand verteilt.

**[0030]** Verläuft bzw. verlaufen wie bei den Ausführungsformen gemäss den Figuren 1 bis 6 das die Ansprechstelle 60 enthaltende Teil bzw. die die Ansprechstellen 60, 60', 61,...enthaltenden Teile des U oder des Doppel-U gebogen, so wird beim Ausführen des PTC-Übergangs durch starkes lokales Erwärmen des Widerstandskörpers im Bereich der Ansprechstellen erzeugte mechanische Kraft aufgrund der Federwirkung der Schenkel des U bzw. Doppel-U abgeschwächt auf den die Varistoren enthaltenden Teil des Widerstandskörpers übertragen. Werden die Ansprechstellen in überwiegend horizontal geführte Bereiche der Verbindungsteile des U bzw. Doppel-U geführt, so wird praktisch keine die vertikal wirkende Kontaktkraft des Widerstands schwächende Gegenkraft erzeugt.

**[0031]** Verläuft ein eine Ansprechstelle 60 enthaltendes Teil des U oder Doppel-U senkrecht zu den Schenkeln des U oder Doppel-U (Fig.11), so kann der Widerstand besonders platzsparend ausgebildet werden.

**[0032]** Ist der Widerstandskörper 3 als Schneckenlinie, Girlande oder Doppel- oder Mehrfachgirlande ausgebildet, so wird eine besonders gute Kühlung des Widerstands erreicht, da dann Umgebungsluft längs des schneckenlinienförmigen aufgebauten Widerstandskörpers 3 ins Innere des Widerstandes geführt wird. Zugleich sind die Ansprechstellen 60, 60' in einen überwiegend horizontal geführten Teil des Widerstandskörpers eingeformt. Beim Ausführen des PTC-Übergangs durch starkes lokales Erwärmen des Widerstandskörpers im Bereich der Ansprechstellen erzeugte mechanische Kraft wirkt dann überwiegend in horizontaler Richtung, so dass keine die vertikal wirkende Kontaktkraft des Widerstands schwächende Gegenkraft erzeugt wird.

**[0033]** Der Widerstandskörper kann auch andere, jedoch topologisch ähnliche Formen aufweisen, welche gegebenenfalls an die Topologie des Varistors bzw. der Varistoren angepasst sind. Der Varistor kann praktisch beliebige Querschnittsformen annehmen und beispielsweise rund, rechteckig oder oval ausgebildet sein.

**[0034]** Aus Figur 12 ist die Wirkungsweise eines erfundungsgemäss ausgebildeten Widerstands zu entnehmen. Dieser Widerstand ist entsprechend der Ausführungsform gemäss Fig.2 ausgebildet. Die U-Form des Widerstandskörpers 3 wurde durch Warmbiegen einer mit 90 mm x 40 mm x 1,5 mm bemessenen Platte aus PTC-Material um einen 6 mm dicken Stab erzeugt. Der gebogene Widerstandskörper 3 hatte über das ganze U konstanten Querschnitt und wies einen ohmschen Widerstand von 160 mΩ auf. In einem Lastkreis wurde dem Widerstand ein prospektiver Kurz-

schlussstrom von 12 kA zugeführt. Dieser Strom wurde ersichtlich auf eine Stromspitze von 1,2 kA begrenzt und war nach 1 ms bereits kleiner 200 A. Der Widerstand konnte die wiederkehrenden Spannung mindestens 100 ms, d.h. über 5 Perioden, problemlos halten. Mit einem entsprechend ausgebildeten Widerstand, bei dem jedoch die Biegung aufgrund von Durchgangsbohrungen bzw. einer Materialeinschnürung einen verringerten Querschnitt aufwies, wurde die Stromspitze sogar auf 1 kA begrenzt. Der ohmsche Widerstand dieses Elementes war jedoch mit 250 mΩ etwas grösser.

#### Bezugszeichenliste

##### 10 [0035]

1, 2	Anschlusselektroden
3	Widerstandskörper
30, 31, 32, 33, 34, 35,	
15 30', 31', 32', 33', 34'	Teilkörper
40, 41, 42, 43, 44, 45	Varistoren
50, 51, 52, 53	Kontaktflächen
60, 60', 61, 61'	Ansprechstellen
601	Schlitzte
20 70, 71, 72, 73, 701, 702	Zwischenstücke

#### Patentansprüche

- 25 1. Strombegrenzender Widerstand mit zwei parallel zueinander angeordneten Anschlusselektroden (1, 2), mit einem von den Anschlusselektroden (1, 2) flächenhaft kontaktierten und PTC-Verhalten aufweisenden Widerstandskörper (3) und mit einem mit dem Widerstandskörper (3) in elektrisch leitendem Kontakt befindlichen ersten Varistor (40), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstandskörper (3) zwei erste Kontaktflächen (50, 51) zum ersten Varistor (40) enthält sowie eine erste Ansprechstelle (60) aufweist, welche über die zwei ersten Kontaktflächen (50, 51) parallel zum ersten Varistor (40) geschaltet ist und oberhalb eines Schwellwertes eines durch den Widerstand fliessenden Stroms einen PTC-Übergang ausführt.
- 30 2. Widerstand nach Anspruch 1 mit mindestens einem mit dem ersten Varistor (40) in Reihe schaltbaren zweiten Varistor (41), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstandskörper (3) zwei zweite Kontaktflächen (52, 53) sowie mindestens eine zweite Ansprechstelle (61) enthält, welche über die zwei zweiten Kontaktflächen (52, 53) parallel zum zweiten Varistor (41) geschaltet ist und welche oberhalb des Schwellwertes den PTC-Übergang ausführt.
- 35 3. Widerstand nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine (50) der zwei ersten Kontaktflächen über ein elektrisch leitendes erstes Zwischenstück (70) mit einer Kontaktfläche des ersten Varistors (40) verbunden ist.
- 40 4. Widerstand nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der ersten (60) und/oder der mindestens einen zweiten Ansprechstelle (61) die Querschnittsfläche des Widerstandskörpers (3) geringer ist als jede der beiden Kontaktflächen zwischen dem Widerstandskörper (3) und den beiden Anschlusselektroden (1, 2).
- 45 5. Widerstand nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zu den Anschlusselektroden (1, 2) geführte Abschnitte des Widerstandskörpers (3) jeweils eine der beiden ersten (50, 51) oder zweiten Kontaktflächen (52, 53) enthalten, und dass die erste (60) oder die mindestens eine zweite Ansprechstelle (61) in ein zwei benachbarte dieser Abschnitte verbindendes Teil des Widerstandskörpers (3) eingeformt ist.
- 50 6. Widerstand nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste (60) und/oder die mindestens eine zweite Ansprechstelle (61) in Richtung der Abschnittsenden geführte und im wesentlichen zueinander parallel angeordnete Schlitzte (601) oder eine Taillierung enthalten.
- 55 7. Widerstand nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstandskörper (3) einstückig ausgebildet ist.

8. Widerstand nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstandskörper (3) aus Teilkörpern (30, 31, ..., 34') mit jeweils zwei parallel zu den Anschlusselektroden (1, 2) verlaufenden Abschnitten und mindestens einem die beiden Abschnitte verbindenden Teil aufgebaut ist.
- 5      9. Widerstand nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den beiden Abschnitten mindestens eines Teilkörpers (30) einer der Varistoren (40) und höchstens ein Abschnitt eines im Widerstandskörper (3) benachbarten Teilkörpers (31) angeordnet sind.
- 10     10. Widerstand nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den beiden Abschnitten mindestens eines der Teilkörper (31') einer der Varistoren (41) und je ein Abschnitt zweier im Widerstandskörper (3) benachbarter Teilkörper (30', 32') angeordnet sind.
- 15     11. Widerstand nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einander zugewandten Flächen der beiden Abschnitte der Teilkörper (30', 31', ...) keilförmig abgeschrägt ausgebildet sind.
12. Widerstand nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstandskörper (3) als U, Schneckenlinie, Doppel-U, Doppel- oder Mehrfachschneckenlinie, Mäander, Girlande, Doppel- oder Mehrfachmäander oder Doppel- oder Mehrfachgirlande ausgebildet ist.
- 20     13. Widerstand nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Ausbildung des Widerstandskörpers als Doppel-U, Doppelschneckenlinie, Doppelmäander oder Doppelgirlande neben der ersten (60) oder der zweiten Ansprechstelle (61) mindestens eine dazu parallel geschaltete zusätzliche Ansprechstelle (60', 61') vorgesehen ist.
- 25     14. Widerstand nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes eine Ansprechstelle (60) enthaltende Teil des U oder Doppel-U senkrecht zu den Schenkeln des U oder Doppel-U verläuft.
15. Widerstand nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes eine Ansprechstelle (60) enthaltende Teil des U oder Doppel- oder Mehrfach-U gebogen verläuft.

### Claims

1. Current-limiting resistor having two connection electrodes (1, 2) which are arranged parallel to one another, having a resistance body (3) which has PTC behaviour and with which two-dimensional contact is made by the connection electrodes (1, 2), and having a first varistor (40) which is in electrically conductive contact with the resistance body (3), **characterized in that** the resistance body (3) contains two first contact areas (50, 51) to the first varistor (40) and has a first response point (60) which is connected in parallel with the first varistor (40) via the two first contact areas (50, 51) and implements a PTC transition above a threshold value of a current flowing through the resistor.
2. Resistor according to Claim 1, having at least one second varistor (41) which can be connected in series with the first varistor (40), **characterized in that** the resistance body (3) contains two second contact areas (52, 53) as well as at least one second response point (61) which is connected in parallel with the second varistor (41) via the two second contact areas (52, 53) and implements the PTC transition above the threshold value.
3. Resistor according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** one (50) of the two first contact areas is connected to a contact area of the first varistor (40) via an electrically conductive first intermediate piece (70).
4. Resistor according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the cross-sectional area of the resistance body (3) is smaller in the region of the first (60) and/or of the at least one second response point (61) than each of the two contact areas between the resistance body (3) and the two connection electrodes (1, 2).
5. Resistor according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** sections of the resistance body (3) which are routed parallel to the connection electrodes (1, 2) each contain one of the two first (50, 51) or second contact areas (52, 53), and **in that** the first (60) or the at least one second response point (61) is shaped into a part of the resistance body (3) which connects two of such sections which are adjacent.
6. Resistor according to Claim 5, **characterized in that** the first (60) and/or the at least one second response point (61) contain slots (601), which are routed in the direction of the section ends and are arranged essentially parallel

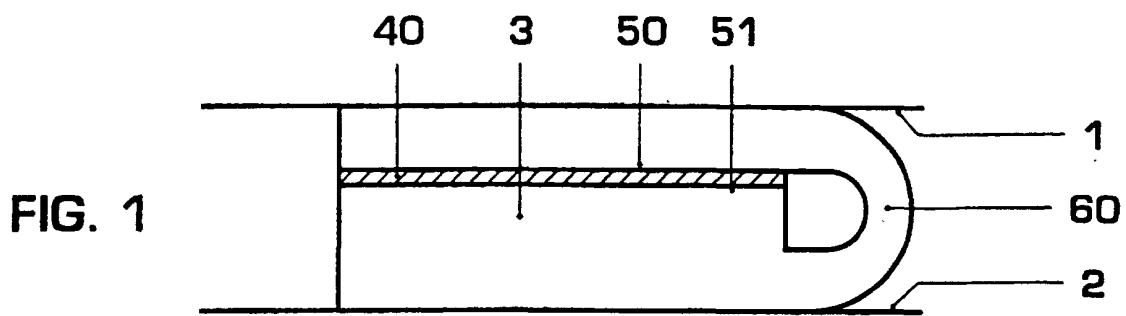
to one another, or a necking.

7. Resistor according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the resistance body (3) is of integral design.
- 5 8. Resistor according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the resistance body (3) is constructed from body elements (30, 31, ..., 34') each having two sections running parallel to the connection electrodes (1, 2) and at least one part which connects the two sections.
- 10 9. Resistor according to Claim 8, **characterized in that**, between the two sections of at least one body element (30), one of the varistors (40) and at most one section of an adjacent body element (31) in the resistance body (3) are arranged.
- 15 10. Resistor according to Claim 9, **characterized in that**, between the two sections of at least one of the body elements (31'), one of the varistors (41) and one section each of two adjacent body elements (30', 32') in the resistance body (3) are arranged.
- 20 11. Resistor according to Claim 10, **characterized in that** the mutually facing faces of the two sections of the body elements (30', 31', ...) are designed such that they are bevelled in a wedge-shaped manner.
- 25 12. Resistor according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the resistance body (3) is designed as a U, a helix, a double U, a double or multiple helix, a meander, a garland, a double or multiple meander or a double or multiple garland.
- 30 13. Resistor according to Claim 12, **characterized in that**, when the resistance body is designed as a double U, a double helix, a double meander or a double garland, there is provided, as well as the first (60) or the second response point (61), at least one additional response point (60', 61') which is connected in parallel therewith.
14. Resistor according to either of Claims 12 and 13, **characterized in that** every part of the U or double U which contains a response point (60) runs perpendicularly to the limbs of the U or double U.
- 35 15. Resistor according to either of Claims 12 and 13, **characterized in that** every part of the U or double or multiple U which contains a response point (60) has a bent profile.

### 35 Revendications

1. Résistance de limitation de courant avec deux électrodes de raccordement (1, 2) disposées en parallèle l'une par rapport à l'autre, avec un corps de résistance (3) contacté en surface par les électrodes de raccordement (1, 2) et présentant un comportement PTC et avec un premier varistor (40) se trouvant en contact électriquement conducteur avec le corps de résistance (3), **caractérisée en ce que** le corps de résistance (3) comporte deux premières faces de contact (50, 51) avec le premier varistor (40) ainsi qu'une première zone de réponse (60), qui est raccordée en parallèle avec le premier varistor (40) par les deux premières faces de contact (50, 51) et qui effectue une transition PTC au-dessus d'une valeur de seuil d'un courant circulant à travers la résistance.
- 45 2. Résistance selon la revendication 1 avec au moins un deuxième varistor (41) pouvant être raccordé en série avec le premier varistor (40), **caractérisée en ce que** le corps de résistance (3) présente deux deuxièmes faces de contact (52, 53) ainsi qu'au moins une deuxième zone de réponse (61), qui est raccordée en parallèle avec le deuxième varistor (41) par l'intermédiaire des deux deuxièmes faces de contacts (52, 53) et qui effectue la transition PTC au-dessus de la valeur de seuil.
- 50 3. Résistance selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'une** (50) des deux premières faces de contact est raccordée par une première pièce intermédiaire électriquement conductrice (70) à une face de contact du premier varistor (40).
- 55 4. Résistance selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la surface de la section transversale du corps de résistance (3) dans la région de la première (60) et/ou de la au moins une deuxième zone de réponse (61) est plus petite que chacune des deux faces de contact entre le corps de résistance (3) et les deux électrodes de raccordement (1, 2).

5. Résistance selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** des portions du corps de résistance (3) menées parallèlement aux électrodes de raccordement (1, 2) contiennent chacune une des deux premières (50, 51) ou deuxièmes (52, 53) faces de contact, et **en ce que** la première (60) ou la au moins une deuxième zone de réponse (61) est formée dans une partie du corps de résistance (3) reliant deux de ces portions voisines.
10. Résistance selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la première (60) et/ou la au moins une deuxième (61) zone de réponse contiennent des fentes (601) ou des encoches menées en direction des extrémités de la portion et sensiblement parallèles les unes aux autres.
15. Résistance selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** le corps de résistance (3) est formé d'un seul tenant.
20. Résistance selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** le corps de résistance (3) est composé de corps partiels (30, 31, ..., 34') comportant chacun deux portions orientées parallèlement aux électrodes de raccordement (1, 2) et au moins une partie reliant les deux portions.
25. Résistance selon la revendication 8, **caractérisée en ce qu'un** des varistors (40) et au maximum une portion d'un corps partiel (31) voisin dans le corps de résistance (3) sont disposés entre les deux portions d'au moins un corps partiel (30).
30. Résistance selon la revendication 9, **caractérisée en ce qu'un** des varistors (41) et chaque fois une portion de deux corps partiels (30', 32') voisins dans le corps de résistance (3) sont disposés entre les deux portions d'au moins un des corps partiels (31).
35. Résistance selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** les faces orientées l'une vers l'autre des deux portions des corps partiels (30', 31', ...) sont formées en oblique en forme de coin.
40. Résistance selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce que** le corps de résistance (3) est façonné en forme de U, de ligne hélicoïdale, de double U, de ligne hélicoïdale double ou multiple, de méandres, de guirlande, de méandres doubles ou multiples, ou de guirlande double ou multiple, etc.
45. Résistance selon la revendication 12, **caractérisée en ce que**, lorsque l'on façonne le corps de résistance en forme de double U, de ligne hélicoïdale double, de méandres doubles ou de guirlande double, il est prévu à côté de la première (60) ou de la deuxième (61) zone de réponse au moins une zone de réponse supplémentaire (60', 61') raccordée en parallèle avec celle-ci.
50. Résistance selon l'une des revendications 12 ou 13, **caractérisée en ce que** chaque partie du U ou du double U contenant une zone de réponse (60) est orientée perpendiculairement aux branches du U ou du double U.
55. Résistance selon l'une des revendications 12 ou 13, **caractérisée en ce que** chaque partie du U ou du double U ou du U multiple contenant une zone de réponse (60) est courbée.



**FIG. 1**

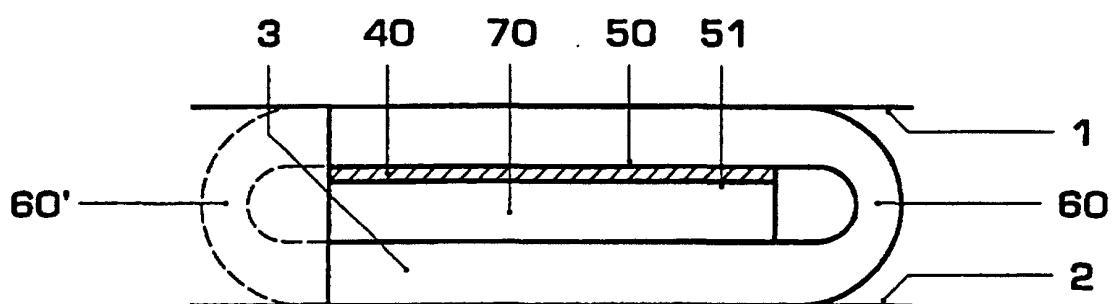
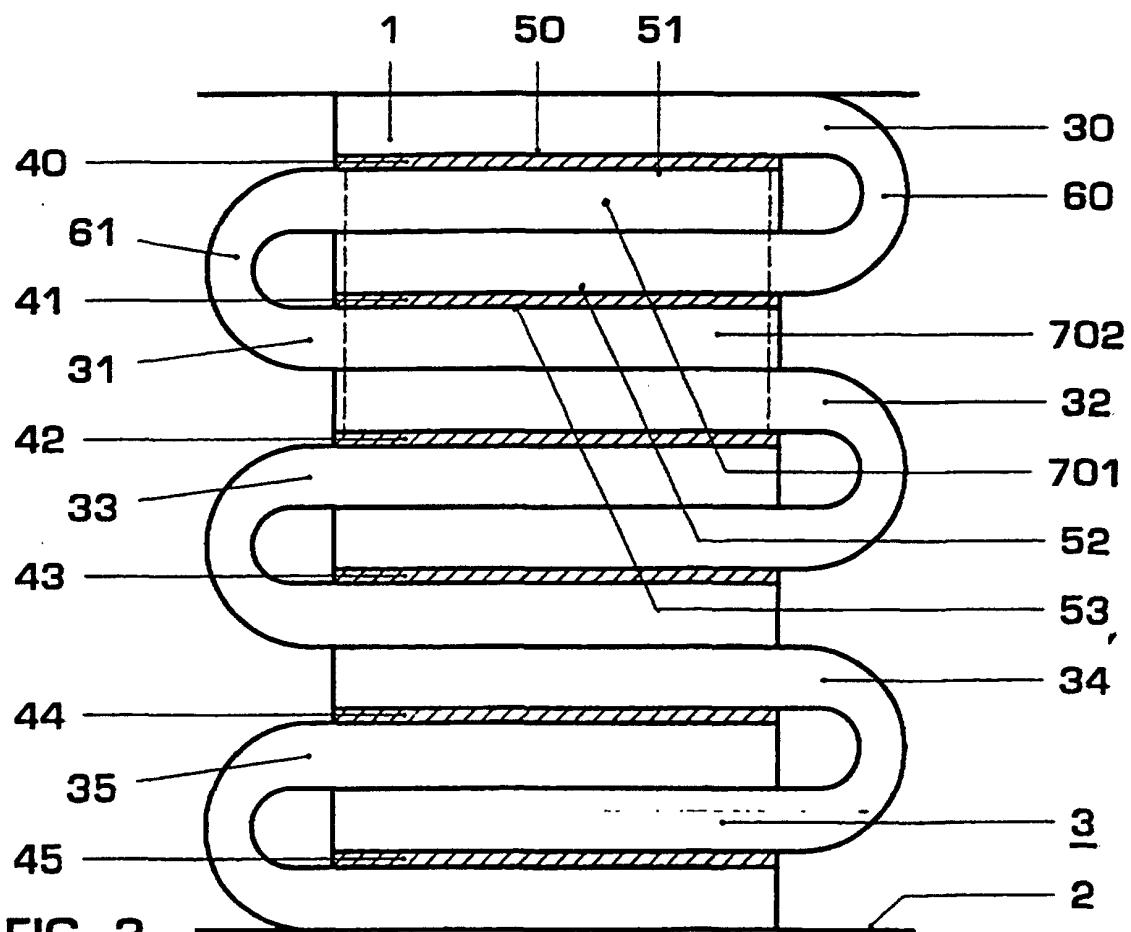
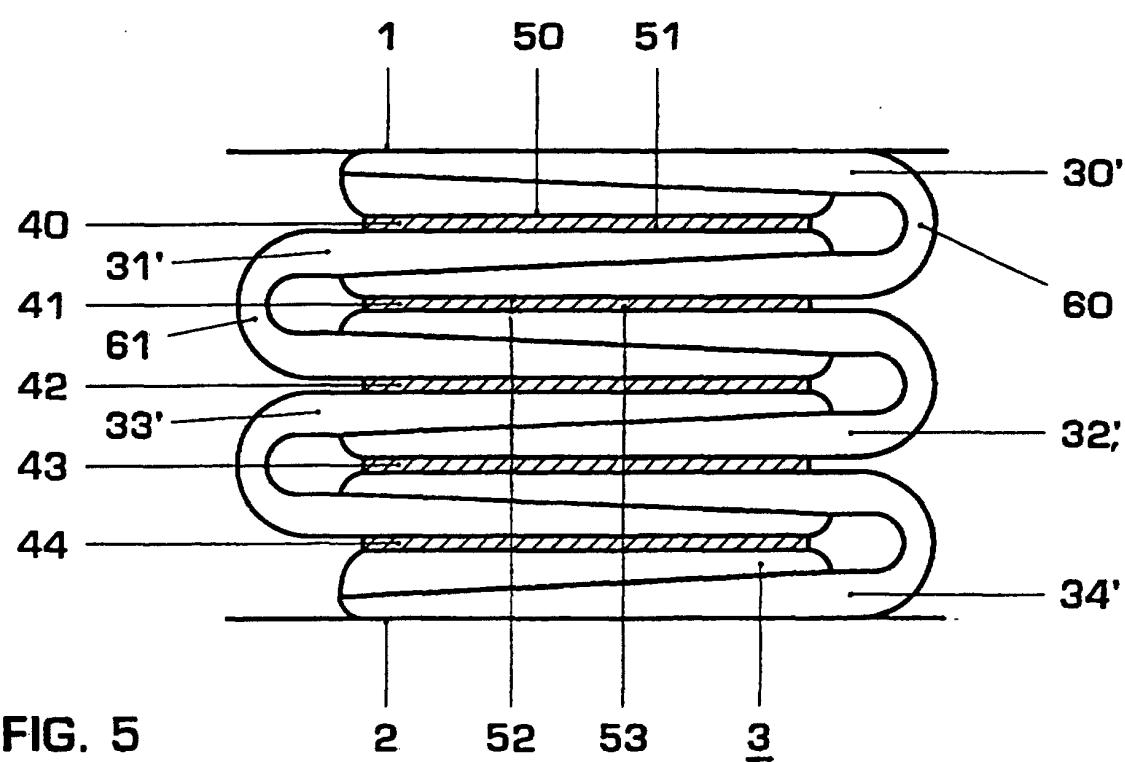
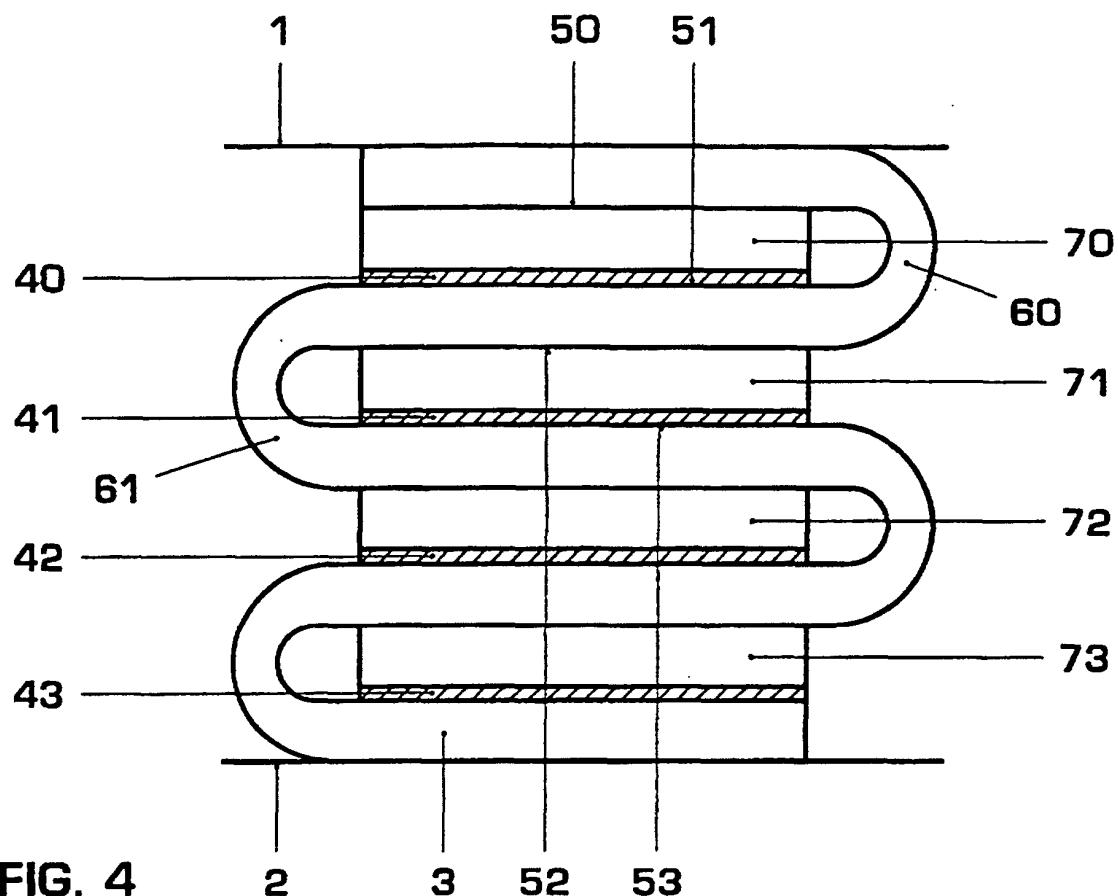


FIG. 2



**FIG. 3**



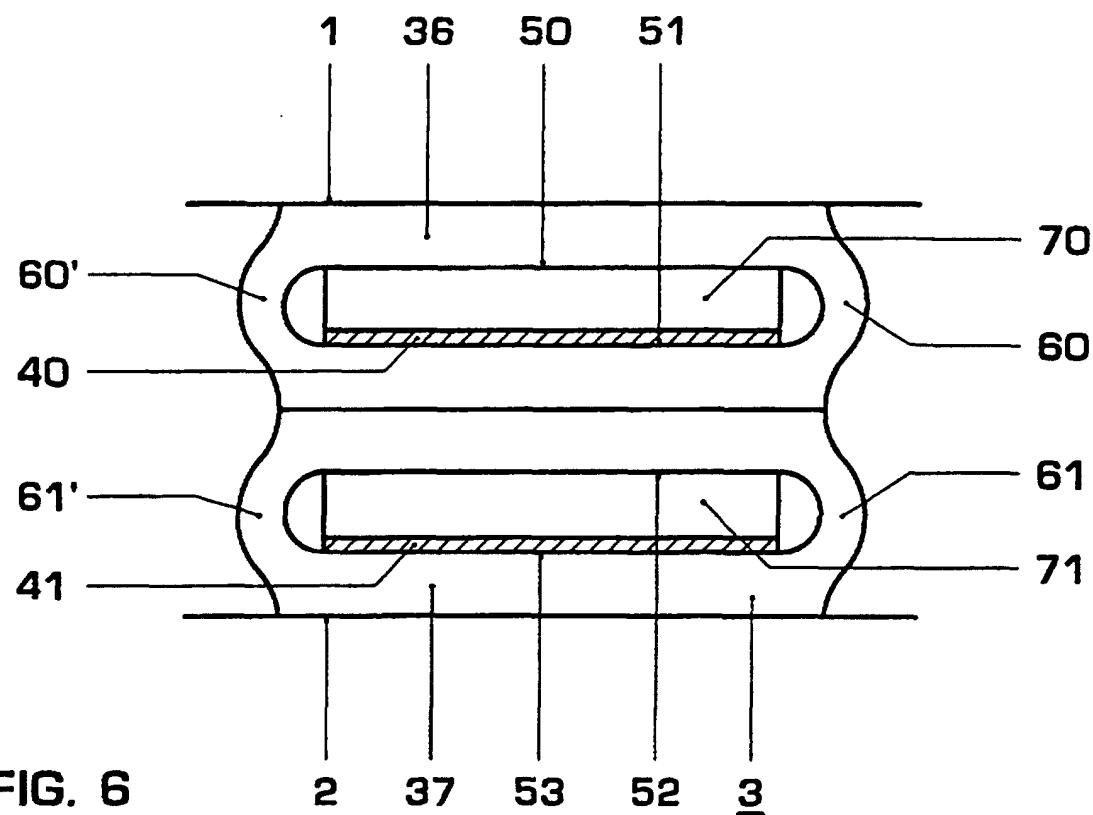


FIG. 6



FIG. 7

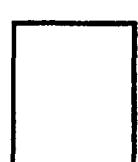


FIG. 8

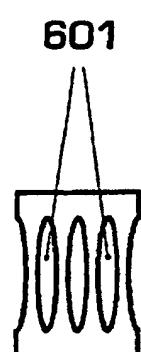
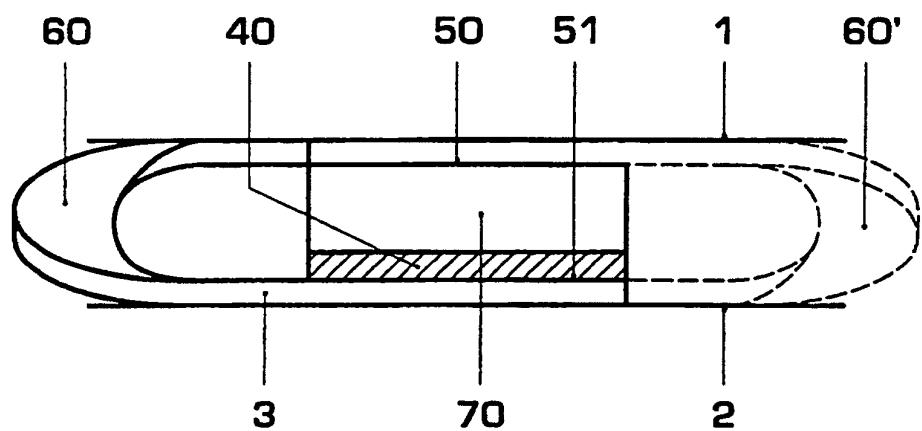
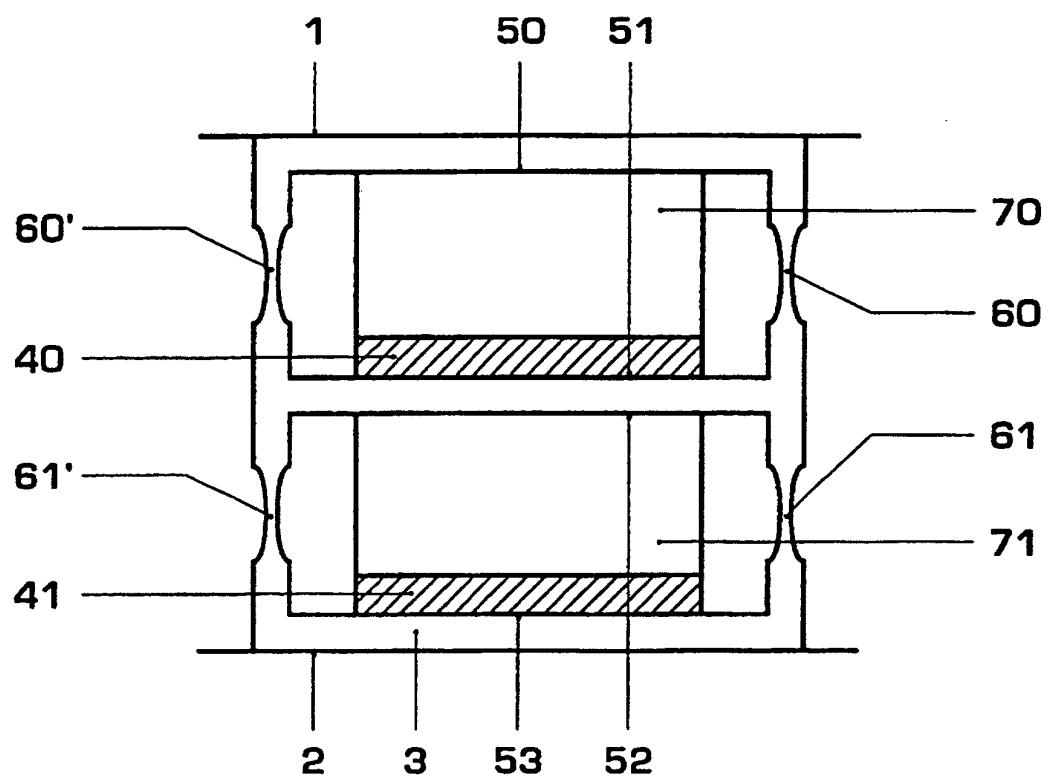


FIG. 9



**FIG. 10**



**FIG. 11**

13

FIG. 12

