

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 640 995 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.06.1997 Patentblatt 1997/26

(51) Int Cl.⁶: **H01C 7/02**, H01C 7/13

(21) Anmeldenummer: **93113545.3**

(22) Anmeldetag: **25.08.1993**

(54) **Elektrisches Widerstandselement und Verwendung dieses Widerstandselementes in einem Strombegrenzer**

Electrical resistor and application of this resistor in a current limiter

Résistance électrique et application de cette résistance dans un limiteur de courant

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.03.1995 Patentblatt 1995/09

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

(72) Erfinder:
• **Baiatu, Tudor, Dr.**
CH-5200 Brugg (CH)
• **Greuter, Felix, Dr.**
CH-5406 Baden-Rüti (CH)
• **Strümpfer, Ralf, Dr.**
CH-5400 Baden (CH)

(74) Vertreter: **Kaiser, Helmut, Dr. et al**
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht (TEI)
Haselstrasse 16/699
5401 Baden (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 363 746 **EP-A- 0 548 606**
WO-A-91/03822 **WO-A-91/19297**
GB-A- 2 253 741 **US-A- 4 064 477**
US-A- 4 910 389

• **JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE Bd. 26 ,**
1991 , LONDON GB Seiten 145 - 154 T. R.
SHROUT ET AL. 'Composite PTCR thermistors
utilizing conducting borides, silicides, and
carbide powders.'

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).

EP 0 640 995 B1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem elektrischen Widerstandselement nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Die Erfindung betrifft auch die Verwendung eines derartigen Widerstandselements in einem Strombegrenzer.

STAND DER TECHNIK

Ein Widerstandselement der eingangs genannten Art ist aus EP 0 363 746 A1 und aus dem in ABB Technik 4/92 (1992), S.35-38 veröffentlichten Aufsatz von T. Hansson "Polyäthylen-Stromwächter für den Kurzschlußschutz" bekannt. Dieses Widerstandselement besteht aus einer dünnen Kunststoffplatte aus füllstoffhaltigem Polyäthylen, welche zwischen zwei vergleichsweise dicken Elektroden angeordnet ist. Bei Raumtemperatur weist dieses Widerstandselement einen sehr geringen Widerstand auf und kann dann problemlos den in einem Niederspannungs-Verteilnetz fließenden Nennstrom führen. Das Widerstandselement kann ohne weiteres über mehrere Sekunden auch einen um das Mehrfache erhöhten Nennstrom führen, da die vergleichsweise dicken Elektroden die im Widerstandselement erzeugte Stromwärme vorübergehend aufnehmen können. Beim Auftreten eines Kurzschlußstromes hingegen steigt die Temperatur des Widerstandselements in einer sehr dünnen Oberflächenschicht an den vorzugsweise aus versilbertem Kupfer bestehenden Elektroden sehr rasch an und schmilzt das in dieser Schicht befindliche Polyäthylen. Hierdurch erhöht sich der Widerstand des Widerstandselements sprunghaft und erreicht in weniger als einer Millisekunde das ca. 30-fache seines Anfangswerts. Der Kurzschlußstrom wird dadurch stark verringert und kann nun mit einem in Serie zum Widerstandselement geschalteten Leistungsschalter von geringem Kurzschlußschaltvermögen abgeschaltet werden.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung, wie sie in Patentanspruch 1 angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektrisches Widerstandselement der eingangs genannten Art zu schaffen, welches Kurzschlußströme dauerhaft begrenzen kann. Aufgabe der Erfindung ist zugleich auch die Verwendung dieses Widerstandselements in einem Strombegrenzer für Nennspannungen von mindestens 500 V.

Das elektrische Widerstandselement nach der Erfindung kann aus kommerziell erhältlichen Komponenten, wie einer Polymermatrix und geeigneten Füllstoffen in einfacher und kostengünstiger Weise hergestellt werden. Es weist im niederohmigen Zustand einen geringeren spezifischen Widerstand auf als das Wider-

standselement nach dem Stand der Technik auf und kann daher bei gleichen geometrischen Abmessungen größere Nennströme führen. Zudem kann ein solches Widerstandselement Kurzschlußströme auch ohne zusätzliche Schutzbeschaltung, wie etwa mit dem Widerstandselement in Serie geschaltete Schaltgeräte, abschalten.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung und die damit erzielbaren weiteren Vorteile werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigt:

- Fig.1 eine Aufsicht auf einen Schnitt durch einen Teil einer ersten Ausführungsform des elektrischen Widerstandselements nach der Erfindung,
- Fig.2 eine Aufsicht auf einen Schnitt durch einen Teil einer zweiten Ausführungsform des elektrischen Widerstandselements nach der Erfindung,
- Fig.3 eine Aufsicht auf einen Schnitt durch eine dritte Ausführungsform des elektrischen Widerstandselements nach der Erfindung, und
- Fig.4 eine Aufsicht auf einen Schnitt durch einen für eine Nennspannung von 1,5 kV vorgesehenen Strombegrenzer, in den Widerstandselemente nach der Erfindung eingebaut sind.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

In allen Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen auch gleichwirkende Teile. Ein in den Figuren 1 bis 3 dargestelltes Widerstandselement 10 enthält einen zwischen zwei plattenförmigen, massiven, kupferhaltigen Elektroden 1, 2 angeordneten Widerstandskörper 3 mit PTC-Verhalten. Unterhalb einer Übergangstemperatur T_c weist dieses Widerstandselement 10 einen geringen spezifischen Kaltwiderstand auf und bildet nach Einbau in einen Strombegrenzer einen zwischen den beiden Elektroden 1, 2 verlaufenden und im Normalfall Nennstrom führenden Pfad. Oberhalb der Übergangstemperatur T_c ändert das Widerstandselement 10 sprunghaft seine elektrische Leitfähigkeit und weist dann einen verglichen mit seinem spezifischen Kaltwiderstand großen spezifischen Heißwiderstand auf.

Der Widerstandskörper 3 ist gebildet von einer vorzugsweise ein Duro- oder Thermoplast oder ein Elastomer enthaltenden Polymermatrix. In diese typischerweise aus Polyäthylen bestehende Matrix sind zwei von elektrisch leitenden Teilchen gebildete Füllstoffkomponenten eingebettet.

Eine erste dieser Füllstoffkomponenten ist ein Material, welches - wie insbesondere Kohlenstoff - beim

Widerstandselement 10 zu der vom Stand der Technik her bekannten sprunghaften Widerstandsänderung aufgrund einer sich beim Auftreten eines Kurzschlußstromes bildenden Oberflächenschicht führt.

Eine zweite dieser Füllstoffkomponenten ist so ausgewählt, daß ein Polymermatrix, zweite Füllstoffkomponente sowie gegebenenfalls auch erste Füllstoffkomponente enthaltender Verbundwerkstoff PTC-Verhalten aufweist mit einem gegenüber der Oberflächenschicht um mindestens eine Größenordnung höheren Sprungverhalten des Widerstandes. Zugleich besitzt der vorgenannte Verbundwerkstoff einen um mindestens eine Größenordnung geringeren spezifischen Widerstand als ein von der Polymermatrix und der ersten Füllstoffkomponente gebildeter Vergleichverbundwerkstoff bei gleicher Menge an Füllstoff. Die zweite Füllstoffkomponente kann ein Metall, wie Ag, Au, Ni, Pd und/oder Pt, und/oder ein Borid, Silizid, Oxid und/oder Carbid, wie etwa SiC, TiC, TiB₂, MoSi₂, WSi₂, RuO₂ oder V₂O₃, jeweils in undotierter oder dotierter Form, sein. Der Füllstoffanteil ist hoch gewählt und kann beispielsweise zwischen 30 und 50 Volumenprozent betragen.

Die Größe der Teilchen der erste Füllstoffkomponente beträgt typischerweise bis zu 1 µm, diejenige der zweiten Füllstoffkomponente typischerweise zwischen 1 und 100 µm. Dadurch, dass die mittlere Größe von Teilchen der ersten Füllstoffkomponente um mindestens eine Größenordnung kleiner ist als die mittlere Größe von Teilchen der zweiten Füllstoffkomponente, sind die Teilchen der ersten Füllstoffkomponente in Lücken zwischen den Teilchen der zweiten Füllstoffkomponente angeordnet. Die zweite Füllstoffkomponente kann so bei Betriebstemperatur zahlreiche, für eine hohe Nennstromtragfähigkeit notwendige, perkolierende Strompfade ausbilden. Zugleich befindet sich aber auch in den oberflächennahen Bereichen des Widerstandskörpers eine zur Bildung der strombegrenzenden Oberflächenschicht ausreichend Menge an erster Füllstoffkomponente.

Zur Herstellung eines Widerstandselementes 10 nach der Erfindung werden mit einem Schermischer oder mit einem Extruder die erste und die zweite Füllstoffkomponente, mit Vorteil Ruß und Titandiborid (TiB₂), in ein Polymer, wie insbesondere Polyäthylen, eingemischt. Dieses Komposit wird bei Thermoplasten durch Heißpressen und bei Epoxiden durch Gießen und anschließendes Aushärten bei erhöhter Temperatur zum plattenförmigen Widerstandskörper 3 geformt. Die plan ausgebildeten Elektroden 1, 2 werden mittels Federdruck ständig gegen die Stirnflächen des Widerstandskörpers gepreßt.

Im Normalbetrieb bilden die im Widerstandskörper 3 des Widerstandselementes 10 vorgesehenen zweiten Füllstoffe durch den Widerstandskörper 3 hindurchgehende niederohmige Strompfade mit einem um Größenordnungen geringeren spezifischen Widerstand als ein mit vergleichbarer Menge, aber ausschließlich mit erster Füllstoffkomponente, gefülltes Widerstandsele-

ment nach dem Stand der Technik. Gegenüber einem vergleichbar dimensionierten Widerstandselement nach dem Stand der Technik weist ein solches Widerstandselement 10 daher eine wesentlich erhöhte Nennstromtragfähigkeit aus.

Beim Auftreten eines Kurzschlußstromes bildet sich aus dem auf den Elektroden 1, 2 aufliegenden Polyäthylen und dem Ruß innerhalb einer Millisekunde die zuvor erwähnte dünne Oberflächenschicht aus. Diese Schicht verringert den Kurzschlußstrom bereits ganz erheblich. Durch den noch fließenden Kurzschlußstrom erwärmt sich der verbleibende Teil des Widerstandskörpers 3. Sobald die Temperatur des verbleibenden Teils des Widerstandskörpers 3 die Übergangstemperatur T₀ überschreitet, erhöht sich der Widerstand des Widerstandskörpers sprunghaft um mehrere Größenordnungen und begrenzt den Kurzschlußstrom unter elektrischer und thermischer Entlastung der Oberflächenschicht dauerhaft. Der Kurzschlußstrom ist nun abgeschaltet. Das Widerstandselement 10 kühlt sich sodann ab und kann nun wieder Nennstrom führen.

Dieses Verhalten des Widerstandselementes 10 wird wie zuvor beschrieben durch Zumischen geeignet bemessener und dimensionierter Füllstoffkomponenten zum Polymer erreicht. Es kann aber auch dadurch erreicht werden, daß wie in den Figuren 1 bis 3 dargestellt ist, mindestens eine der Stirnflächen des Widerstandskörpers 3 von einer dünnen, mit erster Füllstoffkomponente gefüllten Schicht 4 der Polymermatrix gebildet ist. Diese Schicht 4 kann durch Eindiffundieren oder Einpressen von Ruß in die füllstofffreie oder bereits mit zweiter Füllstoffkomponente, wie insbesondere TiB₂, gefüllte Polymermatrix hergestellt werden. Die Schicht 4 sollte möglichst dünn, aber dennoch dick genug sein, um eine geforderte Anzahl an Kurzschlußhandlungen zu überstehen. Typischerweise beträgt die Dicke der Schicht 4 einige µm.

In der Polymermatrix kann die zweite Füllstoffkomponente gleichmäßig verteilt sein. Die Konzentration der zweiten Füllstoffkomponente kann aber auch von der Mitte des Widerstandskörpers zur Elektrode 1 und/oder 2 hin graduell abnehmen. Dadurch wird eine besonders ausgeprägte Grenzfläche 41 zwischen der Schicht 4 und der nur mit zweiter Füllstoffkomponente dotierten, verbleibenden Schicht des Widerstandskörpers 3 erreicht.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, kann im Unterschied zur Ausführungsform gemäß Fig. 2, auch die mit der Elektrode 2 kontaktierte Stirnfläche des Widerstandskörpers 3 als dünne, mit erster Füllstoffkomponente gefüllte Schicht ausgebildet sein. Diese Schicht ist mit dem Bezugszeichen 5 versehen. Ein solches Widerstandselement weist zwar bei Nennstrombetrieb einen etwas größeren Widerstand als das Widerstandselement gemäß Fig. 2 auf, bildet dann aber beim Auftreten eines Kurzschlußstromes zwei miteinander in Serie geschaltete, strombegrenzende Oberflächenschichten.

Die Grenzschicht 41 und eine zwischen der Schicht

5 und der mit zweiter Füllstoffkomponente dotierten Schicht vorgesehene Grenzsicht 51 enthalten ein Metallgitter und/oder eine flächige Metallisierung. Hierdurch wird eine gleichmäßige elektrische Feldbelastung der einzelnen Schichten des Widerstandskörpers 3 begünstigt.

Bei der Ausführungsform des Widerstandselements gemäß Fig. 3 weisen die Schichten 4 und 5 Unterbrechungen 6 auf, die mit lediglich zweite Füllstoffkomponente enthaltendem Polymer gefüllt sind. Ein solches Widerstandselement zeichnet sich gegenüber dem Widerstandselement gemäß Fig. 1 durch eine erhöhte Nennstromtragfähigkeit aus. Die Schichten 4 und 5 bestehen hierbei aus erste und gegebenenfalls auch zweite Füllstoffkomponente enthaltenden Bereichen 7, welche primär der Erzeugung eines Plasmas zur Bildung der Oberflächenschicht dienen.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, können die vom Widerstandskörper 3 abgewandten Flächen der Elektroden 1, 2 Kühlrippen 8 tragen. Anstelle von Kühlrippen 8 kann jede der Elektroden 1, 2 auch irgendeinen anderen Kühlkörper, beispielsweise einen Flüssigkeitskühler, tragen. Durch solche mit der Außenfläche zumindest einer der beiden Elektroden 1, 2 verbundene Kühlkörper kann infolge erhöhter Wärmeabfuhr die Nennstromtragfähigkeit zusätzlich gesteigert werden.

Wie in Fig. 3 bei der Elektrode 2 dargestellt ist, kann zwischen den Elektroden und den Kühlkörpern, beispielsweise den Kühlrippen 8, eine Zwischenschicht 9 aus elektrisch isolierendem, aber thermisch gut leitendem Material angeordnet sein, welche der Potentialtrennung zwischen dem Widerstandselement 10 und den Kühlkörpern dient. Diese Schicht kann von einer mit Füllstoff, wie Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid und/oder Bornitrid, gefüllten Silikonfolie oder einer Keramikscheibe, etwa auf der Basis von Al_2O_3 oder AlN, gebildet sein.

In Fig. 4 ist ein für Nennspannungen bis zu 1,5 kV einsetzbarer Strombegrenzer dargestellt, in dem drei gemäß den vorstehenden Ausführungsformen ausgebildete und miteinander in Serie geschaltete Widerstandselemente 10 verwendet werden. Anstelle von drei Widerstandselementen 10 können auch lediglich zwei oder gegebenenfalls vier und mehr Widerstandselemente verwendet werden. Die Elektroden 1, 2 dieser Widerstandselemente weisen Verlängerungen 11, 12 auf. Zwischen den beiden Verlängerungen 11 und 12 der beiden Elektroden 1, 2 ist jeweils mit Hilfe zweier federnder Kontaktelemente 13 ein Widerstand 14 elastisch federnd eingespannt. Dieser Widerstand kann lineares Spannungsverhalten aufweisen ist aber mit Vorteil ein nichtlinearer, spannungsabhängiger Widerstand, etwa auf der Basis von Metalloxid.

Die beiden Elektroden 1, 2, der Widerstandskörper 3, der parallel dazu geschaltete Widerstand 14 und die beiden federnden Kontaktelemente 13 bilden ein strombegrenzendes, spannungsgesteuertes Bauelement 15 des Strombegrenzers, welches für Nennspannungen bis höchstens 500V verwendet werden kann. Bei der in

Fig. 4 angegebenen Serienschaltung von drei solchen Bauelementen können Nennspannungen von bis zu 1,5 kV an den Strombegrenzer angelegt werden. Zwischen den Elektroden 1, 2 aufeinanderfolgender Bauelemente 15 sind im Bereich der Widerstandskörper 3 Federelemente 16 vorgesehen, welche die Elektroden 1, 2 mit Druckkraft beaufschlagen und so bei Raumtemperatur einen sicheren Strompfad für den Nennstrom I gewährleisten. Die Widerstandskörper 3 sind in einem Isolierstoffgehäuse 17 untergebracht. Die Verlängerungen 11, 12 der Elektroden 1, 2 sind durch die Wand des Isolierstoffgehäuses 17 geführt und halten die Widerstände 14 außerhalb des Gehäuses. Ein Randabschluß der Widerstandskörper 3 aus isolierendem Material ist mit dem Bezugszeichen 18 gekennzeichnet.

Bei diesem Strombegrenzer fließt der Strom zunächst in einem von der Verlängerung 11 der oberen Elektrode 1, einer Serienschaltung der drei Widerstandselemente 10 und der Verlängerung 12 der unteren Elektrode 2 gebildeten Strompfad. Beim Auftreten eines Kurzschlußstroms schaltet eines der Widerstandselemente 10 zuerst. An diesem und an dem parallelgeschalteten Widerstand 14 liegt dann die volle Systemspannung von 1,5 kV an. Der Widerstand 14 wird so bemessen, daß er bei dieser Spannung stromleitend wird, die hohe Spannung über dem Widerstandselement 10 abbaut und dieses so vor Zerstörung schützt. Nun kann ein weiteres der beiden anderen Widerstandselemente 10 schalten. Die Spannung ist jetzt über zwei der drei Widerstandselemente 10 verteilt. Bei geeigneter Bemessung der Widerstandselemente 10 ist eine Überbeanspruchung der beiden durchgeschalteten Widerstandselemente durch die nur vorübergehend voll wirksame Systemspannung nicht zu befürchten. Der nun mit verminderter Spannung beanspruchte Widerstand 14 geht in den nichtleitenden Zustand über. Der Strombegrenzer schaltet nun den Kurzschlußstrom endgültig ab.

Bei der Strombegrenzung aus den Widerstandselementen 10 ausgestoßene und insbesondere Ruß enthaltende Teilchen werden durch das Isolierstoffgehäuse 17 und/oder durch den gegebenenfalls vorgesehene Randabschluß 18 von den nichtlinearen, spannungsabhängigen Widerstandselementen 14 ferngehalten.

Eine besonders raumsparende Ausbildung des Strombegrenzers wird erreicht, wenn die Widerstände 14 treppenartig um beispielsweise 90° und 180° gegeneinander verdreht angeordnet sind. Bei geeigneter Ausbildung der Elektroden 1, 2 und der Zwischenisolation können die strombegrenzenden Widerstandselemente 10 und die Widerstände 14 auch übereinander angeordnet werden. Der Strombegrenzer weist dann eine besonders leicht handhabbare, säulenförmige Struktur auf.

BEZUGSZEICHENLISTE

1, 2 Elektroden

- 3 Widerstandskörper
- 4, 5 Schichten
- 6 Unterbrechungen
- 7 Bereiche
- 8 Kühlrippen
- 9 Zwischenschicht
- 10 Widerstandselemente
- 11, 12 Verlängerungen
- 13 Kontaktelemente
- 14 Widerstände
- 15 Bauelemente
- 16 Federelemente
- 17 Isolierstoffgehäuse
- 18 Randabschluß
- 41, 51 Grenzflächen

Patentansprüche

1. Strombegrenzendes Widerstandselement (1) mit einem zwischen zwei planparallelen, druckbeaufschlagten Elektroden (1, 2) angeordneten, PTC-Verhalten aufweisenden Widerstandskörper (3) aus einer Polymermatrix und mindestens einer in die Polymermatrix eingebetteten ersten Füllstoffkomponente aus elektrisch leitenden Teilchen, bei dem sich der spezifische Widerstand des Widerstandskörpers (3) beim Auftreten eines Kurzschlußstroms zumindest in einer auf einer ersten (1) der beiden Elektroden (1, 2) aufliegenden Oberflächenschicht oberhalb eines Temperaturgrenzwertes sprunghaft erhöht, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstandskörper (3) vollständig oder zumindest in einer parallel zur Oberflächenschicht erstreckten und den größten Teil seines Volumens einnehmenden Zone eine in die Polymermatrix eingebettete zweite Füllstoffkomponente aufweist, welche so ausgewählt ist, daß ein Polymermatrix, zweite Füllstoffkomponente sowie gegebenenfalls auch erste Füllstoffkomponente enthaltender Verbundwerkstoff PTC-Verhalten aufweist mit einem gegenüber der Oberflächenschicht um mindestens eine Größenordnung höheren Sprungverhalten und dieser Verbundwerkstoff zugleich einen um mindestens eine Größenordnung geringeren spezifischen Widerstand besitzt als ein von der Polymermatrix und der ersten Füllstoffkomponente gebildeter Vergleichsverbundwerkstoff.
2. Widerstandselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß erste und zweite Füllstoffkomponente gleichmäßig in der Polymermatrix verteilt sind.
3. Widerstandselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentration der zweiten Füllstoffkomponente in der Polymermatrix von der Mitte des Widerstandskörpers (3) zur ersten Elektrode (1) hin abnimmt.
4. Widerstandselement nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Größe von Teilchen der ersten Füllstoffkomponente um mindestens eine Größenordnung kleiner ist als die mittlere Größe von Teilchen der zweiten Füllstoffkomponente.
5. Widerstandselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstandskörper (3) mindestens zwei parallel zu den Elektroden verlaufende Schichten (4) unterschiedlicher elektrischer Leitfähigkeit aufweist, von denen eine erste (4) beider Schichten mit der ersten Elektrode (1) kontaktiert ist, und von denen eine zweite beider Schichten einen geringeren spezifischen Widerstand als die erste Schicht (4) aufweist und mit der ersten Schicht (4) und auf der entgegengesetzt angeordneten Seite entweder mit einer zweiten (2) beider Elektroden (1, 2) oder mit einer mit der ersten Schicht (4) vergleichbaren dritten Schicht (5) kontaktiert ist.
6. Widerstandselement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste (4) und die gegebenenfalls vorgesehene dritte Schicht (5) ein von erster Füllstoffkomponente und Polymermatrix oder von einem Gemisch aus erster und zweiter Füllstoffkomponente und Polymermatrix gebildeter Verbundwerkstoff ist.
7. Widerstandselement nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine von erster (4) und zweiter Schicht sowie von zweiter und gegebenenfalls vorgesehener dritter Schicht (5) gebildete Grenzschicht (41, 51) ein Metallgitter und/oder eine flächige Metallisierung enthält.
8. Widerstandselement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die erste (4) und die gegebenenfalls vorgesehene dritte Schicht (5) von der zweiten Schicht ausgefüllte Unterbrechungen aufweist.
9. Widerstandselement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der beiden Elektroden (1, 2) mit einem Kühlkörper (8) verbunden ist.
10. Widerstandselement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Elektrode (1, 2) und Kühlkörper (8) eine elektrisch isolierende Zwischenschicht (9) mit hoher thermischer Leitfähigkeit angeordnet ist.
11. Widerstandselement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Polymermatrix ein Thermoplast, wie insbesondere Polyäthylen, die erste Füllstoffkomponente Kohlenstoff

und die zweite Füllstoffkomponente Titandiborid enthält.

12. Verwendung des Widerstandselementes nach Anspruch 1 in einem Strombegrenzer mit mindestens einem Bauelement (15), welches das Widerstandselement (10) und einen parallel dazu geschalteten, vorzugsweise nichtlinearen, spannungsabhängigen, Widerstand (14) enthält, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei in Serie geschaltete Bauelemente (14) vorgesehen sind.

13. Verwendung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Widerstandskörpern (3) und den Widerständen (14) die Wand eines die Widerstandselemente (10) oder die Widerstände (14) einschließenden Isolierstoffgehäuses (17) angeordnet ist.

14. Verwendung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (1, 2) der Widerstandselemente (10) durch die Wand des Isolierstoffgehäuses (17) geführt sind.

Claims

1. Current-limiting resistance element (1), having a resistance body (3), which is arranged between two plane-parallel, pressurized electrodes (1,2), has PTC behaviour and comprises a polymer matrix and at least one first filler component of electrically conducting particles embedded into the polymer matrix, in which element the resistivity of the resistance body (3) when a short-circuit current occurs increases abruptly above a temperature limit value, at least in a surface layer resting on a first electrode (1) of the two electrodes (1,2), characterized in that the resistance body (3) has completely, or at least in a zone extending parallel to the surface layer and taking up the greatest part of its volume, a second filler component, which is embedded into the polymer matrix and is selected such that a composite material containing the polymer matrix, the second filler component and, if appropriate, also the first filler component has PTC behaviour, with an abruptly changing behaviour which is greater by at least one order of magnitude in comparison with the surface layer, and this composite layer at the same time has a resistivity which is lower by at least one order of magnitude than a comparative composite material formed by the polymer matrix and the first filler component.
2. Resistance element according to Claim 1, characterized in that the first filler component and second filler component are uniformly distributed in the polymer matrix.

3. Resistance element according to Claim 1, characterized in that the concentration of the second filler component in the polymer matrix decreases from the centre of the resistance body (3) towards the first electrode (1).

4. Resistance element according to one of Claims 2 or 3, characterized in that the average size of particles of the first filler component is smaller by at least one order of magnitude than the average size of particles of the second filler component.

5. Resistance element according to Claim 1, characterized in that the resistance body (3) has at least two layers (4) of different electric conductivity running parallel to the electrodes, of which a first layer (4) of the two layers is contacted with the first electrode (1), and of which a second layer of the two layers has a lower resistivity than the first layer (4) and is contacted with the first layer (4) and, on the oppositely arranged side, either with a second electrode (2) of the two electrodes (1,2) or with a third layer (5), comparable with the first layer (4).

6. Resistance element according to Claim 5, characterized in that the first layer (4) and the third layer (5), provided if appropriate, are a composite material formed by the first filler component and the polymer matrix or by a mixture of the first filler component, the second filler component and the polymer matrix.

7. Resistance element according to one of Claims 5 or 6, characterized in that a boundary layer (41,51), formed by the first layer (4) and the second layer and also by the second layer and the third layer (5), provided if appropriate, contains a metal grid and/or a sheet-like metallization.

8. Resistance element according to Claim 7, characterized in that the first layer (4) and the third layer (5), provided if appropriate, have interruptions filled by the second layer.

9. Resistance element according to one of Claims 1 to 8, characterized in that at least one of the two electrodes (1,2) is connected to a heat sink (8).

10. Resistance element according to Claim 9, characterized in that an electrically insulating intermediate layer (9) of high thermal conductivity is arranged between the electrode (1,2) and the heat sink (8).

11. Resistance element according to one of Claims 1 to 10, characterized in that the polymer matrix contains a thermoplastic, such as in particular polyethylene, the first filler component contains carbon and the second filler component contains titanium diboride.

ride.

12. Use of the resistance element according to Claim 1 in a current limiter having at least one component (15) which includes the resistance element (10) and a preferably nonlinear, voltage-dependent resistor (14) connected in parallel thereto, characterized in that at least two components (14) connected in series, are provided.
13. Use according to Claim 12, characterized in that there is arranged between the resistance bodies (3) and the resistors (14) the wall of a housing of insulating material (17), enclosing the resistance elements (10) or the resistors (14).
14. Use according to Claim 13, characterized in that the electrodes (1, 2) of the resistance elements (10) are led through the wall of the housing of insulating material (17).

Revendications

1. Élément de résistance électrique (1) limitant le courant, avec un corps de résistance (3), présentant un comportement PTC, disposé entre deux électrodes (1, 2) plane-parallèles appliquées par pression, en matrice polymère et au moins un premier composant de charge noyé dans la matrice polymère en particules électroconductrices, pour lequel la résistance spécifique du corps de résistance (3) augmente de manière discontinue au dessus d'une valeur limite de température, lors de l'apparition d'un courant de court-circuit au moins à une couche superficielle appliquée sur la première (1) des deux électrodes (1, 2), caractérisé en ce que le corps de résistance (3), complètement ou au moins dans une zone englobant la plus grande partie de son volume et se prolongeant de manière parallèle à la couche superficielle, présente un deuxième composant de charge noyé dans la matrice polymère, qui est choisi de sorte qu'un matériau composite contenant la matrice polymère, le deuxième composant de charge ainsi que, le cas échéant, également le premier composant de charge, présente un comportement PTC avec un comportement discontinu supérieur d'au moins un ordre de grandeur par rapport à la couche superficielle, et en ce que ce matériau composite possède simultanément une résistance spécifique inférieure d'au moins un ordre de grandeur à un matériau composite de comparaison formé par la matrice polymère et le premier composant de charge.
2. Élément de résistance selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier et le deuxième composants de charge sont répartis de manière unifor-

me dans la matrice polymère.

3. Élément de résistance selon la revendication 1, caractérisé en ce que la concentration du deuxième composant de charge dans la matrice polymère diminue à partir du milieu du corps de résistance (3) en direction de la première électrode (1).
4. Élément de résistance selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la grandeur moyenne des particules du premier composant de charge est inférieure d'au moins un ordre de grandeur à la grandeur moyenne des particules du deuxième composant de charge.
5. Élément de résistance selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps de résistance (3) présente au moins deux couches (4), se prolongeant de manière parallèle aux électrodes, de conductibilité électrique différente, dont la première (4) de deux couches est en contact avec la première électrode (1), et dont la deuxième des deux couches présente une résistance spécifique plus faible que la première couche (4) et est en contact avec la première couche (4) et, du côté opposé, soit avec la deuxième (2) des deux électrodes (1, 2), soit avec une troisième couche (5) comparable à la première couche (4).
6. Élément de résistance selon la revendication 5, caractérisé en ce que la première couche (4) et la troisième couche (5), prévue, le cas échéant, sont constituées d'un matériau composite formé du premier composant de charge et de matrice polymère, ou d'un mélange d'un premier composant de charge et d'un deuxième composant de charge et de matrice polymère.
7. Élément de résistance selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce qu'une couche limite (41, 51), formée par la première couche (4) et par la deuxième couche ainsi que par la troisième couche et la troisième couche (5), prévue, le cas échéant, contient une grille métallique et/ou une métallisation superficielle.
8. Élément de résistance selon la revendication 7, caractérisé en ce que la première couche (4) et la troisième couche (5), prévue, le cas échéant, présentent des interruptions remplies par la deuxième couche.
9. Élément de résistance selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'au moins une des deux électrodes (1, 2) est raccordée à un dissipateur de chaleur (8).
10. Élément de résistance selon la revendication 9, ca-

ractérisé en ce qu'une couche intermédiaire (9) électriquement isolante à haute conductibilité thermique est disposée entre les électrodes (1, 2) et le dissipateur de chaleur (8).

5

11. Élément de résistance selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la matrice polymère contient une résine thermoplaste, comme en particulier le polyéthylène, le deuxième composant de charge contient du carbone et le deuxième composant de charge contient du diborure de titane. 10
12. Utilisation de l'élément de résistance selon la revendication 1 dans un limiteur de courant ayant au moins un élément de construction (15), qui contient l'élément de résistance (10) et une résistance (14), indépendante de la tension, de préférence non linéaire, branchée en parallèle à cette dernière, caractérisée en ce que sont prévus au moins deux éléments de construction (14) branchés en série. 20
13. Utilisation selon la revendication 12, caractérisée en ce qu'entre les corps de résistance (3) et les résistances (14) est disposée la paroi d'un boîtier (17) en matériau isolant entourant les éléments de résistance (10) ou les résistances (14). 25
14. Utilisation selon la revendication 13, caractérisée en ce que les électrodes (1, 2) des éléments de résistance (10) sont conduites à travers la paroi du boîtier (17) en matériau isolant. 30

35

40

45

50

55

