

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 355 327 A2

(12)

EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Veröffentlichungstag:

22.10.2003 Patentblatt 2003/43(51) Int Cl.7: **H01C 7/12**(21) Anmeldenummer: **02405343.1**(22) Anmeldetag: **25.04.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **18.04.2002 EP 02405318**(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.****8050 Zürich (CH)**

(72) Erfinder:

- **Ritzer, Leopold**
5417 Untersiggenthal (CH)
- **Hitz, Patrik**
8953 Dietikon (CH)

• **Greuter, Felix****5406 Rütihof (CH)**• **Kluge-Weiss, Petra****5405 Dättwil (CH)**• **Dirix, Yvo****8057 Zürich (CH)**• **Kessler, Reto****8004 Zürich (CH)**• **Loitzl-Jelenic, Ruzica****5416 Kirchdorf (CH)**(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**

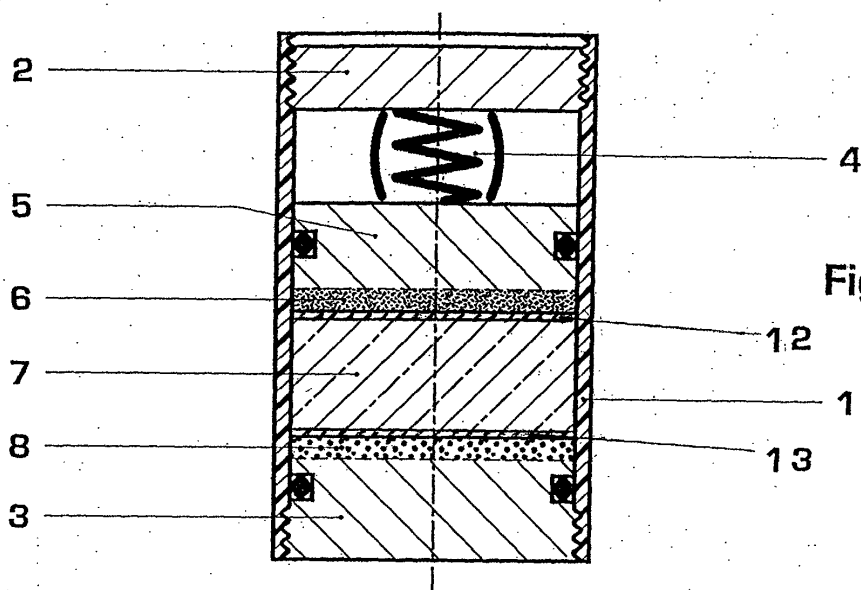
**c/o ABB Schweiz AG,
Intellectual Property (CH-LC/IP),
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)**

(54) **Surge voltage arrester and method to produce such a surge voltage arrester**

(57) Der Überspannungsableiter weist zwei feststehend gehaltene Stromanschlüsse (2, 3) sowie einen nichtlinearen elektrischen Widerstand auf, welcher zwei in Richtung einer Achse voneinander beabstandete Elektroden (6,8) enthält sowie einen Widerstandskörper (7) aus einer Matrix und einem in die Matrix eingebetteten, pulverförmigen Füllstoff mit Varistorverhalten. Der

Widerstandskörper (7) ist von einem kaltverformbaren Verbundstoff gebildet und ist unter Bildung des nichtlinearen elektrischen Widerstands zwischen den beiden Elektroden (6, 8) verpresst.

Der Überspannungsableiter kann einfach und kostengünstig hergestellt werden und zeichnet sich dennoch durch eine vergleichsweise hohe Leistungsaufnahme aus.

**Fig. 1****EP 1 355 327 A2**

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem Überspannungsableiter nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Überspannungsableiters. Der Überspannungsableiter enthält zwei feststehend gehaltene Stromanschlüsse und einen nichtlinearen elektrischen Widerstand, enthaltend zwei in Richtung einer Achse voneinander beabstandete Elektroden und einen Widerstandskörper aus einem Polymerverbundstoff mit einer polymeren Matrix und einem in die Matrix eingebetteten, pulverförmigen Füllstoff mit Varistorverhalten. Der Füllstoff enthält im allgemeinen ein gesintertes Varistorgranulat mit überwiegend kugelförmigen Teilchen aus dotiertem Metalloxid. Die Teilchen sind aus kristallinen, durch Korngrenzen voneinander getrennten Körner aufgebaut. Da gegenüber vergleichbar wirkenden Überspannungsableitern mit nichtlinearen Widerständen auf der Basis einer Sinterkeramik zusätzliche Prozesse entfallen, können derartige Überspannungsableiter verhältnismässig einfach und in grosser Formenvielfalt hergestellt werden.

STAND DER TECHNIK

[0002] Ein Überspannungsableiter der vorgenannten Art kann beispielsweise DE 198 24 104 A1 oder R. Strümpfer, P.Kluge-Weiss und F.Greuter "Smart Varistor Composites", Proceedings of the 8th CIMTECH-World Ceramic Congress and Forum on New Materials, Symposium VI (Florence, June 29 - July 4, 1994) entnommen werden. Dieser Überspannungsableiter enthält einen nichtlinearen elektrischen Widerstand mit einem Widerstandskörper aus einem eine Polymermatrix und einem darin enthaltenden Pulver bestehenden Verbundstoff.

[0003] Als Pulver wird ein Granulat verwendet, welches durch Sintern eines sprühgetrockneten Varistorpulvers auf der Basis eines mit Oxiden von Bi, Sb, Mn, Co, Al und/oder weiterer Metallen dotierten Zinkoxids erzeugt wurde. Dieses Granulat weist nach Art eines Fussballs geformte, kugelförmige Teilchen mit Varistorverhalten auf, welche aus kristallinen, durch Korngrenzen voneinander getrennten Körnern aufgebaut sind. Die Durchmesser dieser Teilchen betragen bis zu 300 μm . Durch Veränderung der Dotierstoffe und der Sinterbedingungen können die elektrischen Eigenschaften des Sintergranulats, wie der Nichtlinearitätskoeffizient α_B oder die Durchbruchfeldstärke U_B [V/mm] über einen grossen Bereich eingestellt werden. Für Leistungsanwendungen in einem Überspannungsableiter werden bei der Herstellung des Widerstandskörpers in den Polymerverbundstoff zwei Elektroden eingegossen oder nach Fertigung des Widerstandskörpers in Form einer Metallschicht auf dessen Oberfläche aufgebracht.

[0004] In EP 0 875 087 B1 ist ein Verbundwerkstoff auf der Basis einer polymeren, insbesondere elastomeren, Matrix und eines in diese Matrix eingebetteten Pulvers beschrieben. Als Pulver wird ein Granulat verwendet, welches ebenfalls durch Sintern eines sprühgetrockneten Varistorpulvers auf der Basis eines mit Oxiden von Bi, Sb, Mn, Co, Al und/oder weiterer Metalle dotierten Zinkoxids erzeugt wurde. Dieses Granulat weist nach Art eines Fussballs geformte, kugelförmige Teilchen mit Varistorverhalten auf, welche aus kristallinen, durch Korngrenzen voneinander getrennten Körnern aufgebaut sind. Die Teilchen haben Durchmesser bis höchstens 125 μm und weisen eine Grössenverteilung auf, welche einer Gaussverteilung folgt. Dieses Material wird in Kabelverbindungen und Kabelendverschlüssen eingesetzt und bildet dort spannungssteuernde Schichten.

[0005] Ein Überspannungsableiter mit einem Varistor auf der Basis von Mikrokugeln aus dotiertem Zinkoxid, die erst gesintert und dann gepresst bzw. erst gepresst und dann gesintert wurden, ist aus US 5,231,370 A bekannt. Da die Mikrokugeln als Ausgangsprodukt für den Varistor zunächst in Form eines Gels vorliegen, ist die Herstellung des Überspannungsableiters relativ aufwendig. Zudem ist nicht auszuschliessen, dass beim Sintern zwischen den einzelnen Mikrokugeln Luftzwischenräume verbleiben, welche die dielektrische Festigkeit des Varistors und damit auch des Überspannungsableiters herabsetzen. Im genannten Dokument wird auch erwähnt, dass gesinterte Mikrokugeln nicht nur als Varistoren, sondern auch als Füllstoff für elektrischen Gummiwaren verwendet werden können.

[0006] US 5,955,936 A beschreibt einen PTC-Widerstand aus einem Polymerkomposit, enthaltend eine Polymermatrix und einen darin eingebetteten, elektrisch leitfähigen Füllstoff. Zur Kontaktierung dieses Widerstands werden zwei Elektroden aus einem Metallschaum eingesetzt, welche unmittelbar oder über leitfähige Schichten mit dem Komposit elektrisch leitend verbunden sind.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, einen Überspannungsableiter der eingangs genannten Art anzugeben, welcher trotz einer guten Schutzcharakteristik einfach zu fertigen ist, und zugleich ein Verfahren zu schaffen, mit dem in wirtschaftlicher Weise eine zur Lösung sehr verschiedener Schutzaufgaben benötigte Vielfalt an Überspannungsableitern hergestellt werden kann.

[0008] Beim Überspannungsableiter nach der Erfindung ist der Widerstandskörper von einem kaltverformbaren Polymerverbundstoff gebildet und unter Bildung eines nichtlinearen elektrischen Widerstands zwischen zwei Elektroden verpresst. Wegen der Kaltverformbarkeit liegt der Widerstandskörper mit konstanter Flächenpressung auf den Elektroden auf, so dass Inhomogeni-

täten an der Grenzfläche zwischen Widerstandskörper und Elektroden vermieden und ein geringer Kontaktwiderstand erreicht wird. Im Betrieb des Überspannungsableiters infolge Schalthandlungen oder Blitzschlag auftretende Stromstösse mit hohen Stromamplituden können wegen des homogenen und niederohmigen Übergangswiderstandes zwischen den Elektroden und dem Widerstandskörper sicher im Widerstand geführt werden, ohne dass eine zu einem vorzeitigen Versagen des Überspannungsableiters führende lokale Überhitzung des nichtlinearen Widerstands zu befürchten ist.

[0009] Eine besonders gleichmässige Flächenpressung wird erreicht, wenn die Matrix von einem Polymer auf der Basis einer Flüssigkeit, eines Gels oder eines Elastomers gebildet ist und vorzugsweise ein Silicon oder eine Mischung von Siliconen enthält. Andere geeignete Polymere sind flexible Polyurethane, Epoxide, Fette oder Öle.

[0010] Geeignet sind auch andere weitmaschig vernetzte Polymere sowie feinporige Schäume. Durch das Füllen eines flüssigen Polymers, etwa eines Siliconöls, oder eines nur schwach vernetzten polymeren Gels mit dem Füllstoff, wird ein als Paste ausgeführter Verbundstoff erreicht.

[0011] Im allgemeinen liegen die Füllstoff enthaltenden Flächen des Widerstandskörpers an den Elektroden an. Durch den unmittelbaren Kontakt der Varistoreigenschaft aufweisenden Füllstoffteilchen mit den Elektroden werden so der Übergangswiderstand und damit der ohmsche Widerstand des nichtlinearen Widerstands beim Ableiten einer Überspannung klein gehalten.

[0012] Vorzugsweise weist der Überspannungsableiter ein den Widerstandskörper aufnehmendes Gehäuse auf. Der nichtlineare Widerstand ist so nicht nur geschützt untergebracht, sondern es wird so zugleich auch vom Gehäuse die zur Flächenpressung notwendige Kraft aufgenommen. Diese Kraft kann in besonders wirkungsvoller Weise durch eine vorgespannte Feder oder durch Einpressen eines aus dem kaltverformbaren Polymerverbundstoff gebildeten Vorläuferelements des Widerstandskörpers zwischen die Elektroden erzeugt werden. Da hierbei der Widerstandskörper wegen der Kaltverformbarkeit des Polymerverbundstoffs im allgemeinen mit einer zwischen den beiden Elektroden angeordneten Mantelfläche auf dem Gehäuse abgestützt ist, können die Abmessungen des Vorläuferelements noch ganz erheblich von den definitiven Abmessungen des Widerstandskörpers abweichen. Ein derart ausgeführter Überspannungsableiter nach der Erfindung kann so äusserst kostengünstig gefertigt werden.

[0013] Für viele Anwendungen ausreichend ist es, wenn das Gehäuse elastisch verformbar oder schrumpfbar ausgebildet ist. Die zur Pressung des Widerstandskörpers notwendige Kraft kann durch Spannen oder durch Schrumpfen des Gehäuses erzeugt werden.

[0014] Um Volumenänderungen des Widerstands zu

kompensieren, die bei Betrieb des Überspannungsableiters durch Erwärmen hervorgerufen werden, empfiehlt es sich, das Gehäuse in Richtung der Achse längsversteift und in Umfangsrichtung elastisch verformbar auszubilden. Die Längsversteifung kann beispielsweise durch einen vorwiegend axial gerichteten, steilen Kreuzwickel erreicht werden. Durch die Längsversteifungen werden die Abmessungen des Widerstandskörpers in axialer Richtung konstant gehalten. Die durch Erwärmen hervorgerufenen Volumenänderungen des Widerstandskörpers wirken sich dann wegen dessen Kaltverformbarkeit in Änderungen seiner radialen Abmessungen aus. Diese Änderungen werden vom dem in Umfangsrichtung elastisch verformbaren Gehäuse aufgenommen. Der derart weitergebildete Überspannungsableiter kann sich so quasi durch "Atmen" an die herrschenden Betriebsbedingungen anpassen.

[0015] Es empfiehlt sich, den Verbundstoff in einem etwa mittels Dichtungsringen-nach aussen abgedichteten Teil des Gehäuses vorzusehen. Ist der Verbundstoff als Paste ausgeführt und weist er dann ein Polymer mit einer relativ geringen Viskosität, wie insbesondere Öl, auf, so gelangt das Polymer auch bei einer Volumenänderung des Widerstandskörpers bzw. des Polymerverbundstoffs nicht nach aussen.

[0016] Die Volumenänderung des Widerstandskörpers kann auch durch eine elektrisch leitende, kaltverformbare und reversibel komprimierbare Zwischenschicht kompensiert werden, welche zwischen dem Verbundstoff und einer der beiden Elektroden angeordnet ist. Durch diese Schicht kann zugleich auch der elektrische Kontakt zwischen Widerstandskörper und Elektrode verbessert werden.

[0017] Insbesondere für Nieder- und Mittelspannungsanwendungen ist es fertigungstechnisch von Vorteil, wenn das Gehäuse mehrteilig ausgeführt ist, und wenn die zur Pressung des Widerstandskörpers notwendige Kraft durch Verspannen zweier relativ zueinander bewegbarer Teile des Gehäuses erzeugt wird.

[0018] Durch einen besonders geringen Kontaktwiderstand zeichnet sich ein Überspannungsableiter aus, bei dem mindestens eine der beiden Elektroden porös ausgeführt ist. Das Material des Widerstandskörpers schmiegt sich dann beim Verpressen besonders eng an die poröse und daher rauhe Oberfläche des Widerstandskörpers an und dringt dann zugleich in die Poren ein. Um ein Durchtreten des Materials des Widerstandskörpers, insbesondere bei Verwendung einer flüssigen Matrix, zu verhindern und um einen gleichförmig ausgebildeten Widerstandskörper mit einer homogenen Stromführung zu gewährleisten, sollte jedoch die Grösse der Poren wenigstens in einer Richtung zur Achse, beispielsweise senkrecht oder parallel dazu, nicht wesentlich grösser sein als die mittlere Grösse der Füllstoffteilchen.

[0019] Geeignete Materialien für eine poröse Elektrode sind Metallvliese, vor allem solche auf der Basis Edelstahl, Kupfer oder Bronze, Metallschäume, vorteil-

hafterweise solche auf der Basis Nickel oder Aluminium, oder Sinterkörper, vorzugsweise auf der Basis Bronze, Messing, Kupfer, Silber oder Nickel. Diese Materialien weisen nicht nur gute elektrische Eigenschaften auf, sondern lassen sich unter Bildung eines geringen Kontaktwiderstands fest in den Widerstandskörper einbinden. Zum Versagen des Überspannungsableiters führende Grenzschichtprobleme werden so weitgehend vermieden. Die Grenzschicht zwischen Elektrode und Widerstand wird so selbst bei Hochstrombelastungen nicht zum leistungsbegrenzenden Faktor, so dass Leistungsaufnahmen bis zu 200J/cm² möglich sind. Ist die poröse Elektrode als Metallvlies oder als Metallschaum ausgeführt, so kann sie durch Pressen leicht verformt werden. Es kann so die erwünschte Porengrösse in besonders einfacher Weise erzeugt werden. Durch Stanzen, Prägen, Schleifen oder weitere ähnliche mechanische Bearbeitungsverfahren kann der porösen Elektrode eine vorgegebene erwünschte geometrische Formen gegeben werden.

[0020] Sind Metallvlies, Metallschaum oder Sinterkörper auf einem Stromanschluss oder einem anderen stromleitenden Teil des Überspannungsableiters aufgebracht, so kann die aus einem solchen Material bestehende poröse Elektrode gegebenenfalls eine sehr geringe Schichtdicke, von beispielsweise 0,1 mm, aufweisen. Die Elektrode weist trotz der geringen Dicke wegen des sie haltenden Tragkörpers eine hohe mechanische Festigkeit auf. Typische Schichtdicken bewegen sich zwischen 0,1 und 10 mm. Die Verbindung zwischen poröser Elektrode und stromleitendem Tragkörper wird mit Vorteil durch Löten, Kleben mit leitfähigen Klebern, Sintern (aufgesinterte Elektroden) oder Ultraschallschweißen erzielt.

[0021] Der Überspannungsableiter nach der Erfindung lässt sich besonders vorteilhaft fertigen, wenn aus einem vom Polymerverbundstoff gebildeten Ausgangskörper ein kaltverformbares Vorläuferelement abgetrennt wird, und wenn das Vorläuferelement unter Bildung von Auflageflächen zwischen zwei Elektroden angeordnet und unter Bildung des nichtlinearen elektrischen Widerstands verpresst wird. Im allgemeinen, insbesondere jedoch bei Hochspannungsanwendungen, wird das Vorläuferelement die Form einer Scheibe oder Platte aufweisen. Der Ausgangskörper ist dann zweckmässigerweise nach Art einer Wurst oder eines Bandes ausgebildet. Er kann dann etwa durch Extrusion kontinuierlich hergestellt werden und das Vorläuferelement kann durch Abtrennen der Scheibe oder der Platte sehr einfach erreicht werden. Der Überspannungsableiter kann so nicht nur äusserst kostengünstig gefertigt werden, über eine Kontrolle des Gewichts der Vorläuferelemente kann zugleich eine gleichbleibende Qualität der Überspannungsableiter innerhalb eines schmalen Toleranzbereichs erreicht werden. Durch die Möglichkeit, bei der Fertigung des Überspannungsableiters dem Widerstandskörper beim Verpressen des Vorläuferelements unterschiedliche Formen zu geben, können in

sehr einfacher Weise die elektrischen Eigenschaften des Überspannungsableiters an unterschiedliche Schutzanforderungen angepasst werden.

[0022] Ist der Polymerverbundstoff als Gel oder Paste ausgebildet, so kann in einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemässen Verfahrens das Vorläuferelement in ein verschliessbares und zwei feststehend gehaltene Elektroden enthaltendes Gehäuse gepresst und das Gehäuse nach Erreichen eines vorgegebenen Druckwerts verschlossen werden. Durch diese Verfahrensschritte wird mit besonders einfachen Mitteln und ohne zusätzliche Bearbeitung ein an praktisch beliebige Gehäusegeometrien exakt angepasster Widerstandskörper erreicht.

[0023] Bei Ausbildung des Polymerverbundstoffs als Elastomer kann das Vorläuferelement in ein nicht notwendigerweise verschliessbar ausgebildetes Gehäuse eingesetzt werden, kann das Vorläuferelement sodann mit zwei Elektroden kontaktiert und nachfolgend durch Verschieben einer der beiden Elektroden bis zu einem vorgegebenen Druckwert verpresst werden. Hierdurch kann in besonders einfacher Weise ein für viele Anwendungen ausreichend guter Überspannungsableiter gefertigt werden.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] Diese und weitere Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigt:

- Fig.1 eine Aufsicht auf einen Schnitt durch eine erste Ausführungsform eines Überspannungsableiters nach der Erfindung,
 Fig.2 eine Aufsicht auf einen Schnitt durch ein Gehäuse einer zweiten Ausführungsform des Überspannungsableiters nach der Erfindung während des Füllens mit einem als Gel ausgeführten Polymerverbundstoff.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0025] Der in Fig.1 dargestellte Überspannungsableiter weist ein als Hohlzylinder ausgeführtes Gehäuse 1 auf, in das am oberen und unteren Ende jeweils ein nicht bezeichnetes Innengewinde eingelassen ist. Das am oberen Ende vorgesehene Innengewinde wirkt zusammen mit dem Aussengewinde eines als Schraube ausgeführten Stromanschlusses 2, während das am unteren Ende vorgesehene Innengewinde zusammenwirkt mit dem Aussengewinde eines ebenfalls als Schraube ausgeführten Stromanschlusses 3. Zwischen den beiden Stromanschlüssen 2 und 3 längs der nicht bezeichneten Zylinderachse angeordnet sind der Reihe nach von oben nach unten eine Druckfeder 4 sowie jeweils als Kreisscheibe ausgeführt ein Druckkörper 5, eine Elektrode 6, ein Widerstandskörper 7 und eine Elektrode 8.

[0026] Das Gehäuse 1 ist vom einem mechanisch und elektrisch hochwertigen Isolierstoff gebildet. Ein geeigneter Isolierstoff ist beispielsweise eine Keramik, wie etwa Porzellan, oder ein Kunststoff auf der Basis eines Polymers, wie etwa eines vorzugsweise faserverstärkten Duromers, insbesondere eines Epoxids, oder eines Thermoplasts, etwa eines Acrylats, wie etwa PMMA. Zur Verwendung in Freiluft kann das Gehäuse mit kriechwegverlängernden Rippen oder Schirmen versehen sein und aus einem freilufttauglichen Material bestehen. Das Gehäuse übernimmt vor allem Trag- und Stützfunktionen.

[0027] Die Stromanschlüsse 2 und 3, die Druckplatte 5 und die Elektroden 6 und 8 sind jeweils von einem elektrisch gut leitenden Metall gebildet. Solche Metalle sind typischerweise Kupfer, Nickel, Aluminium, Edelstahl sowie Legierungen auf der Basis Kupfer, wie etwa Bronze oder Messing, und/oder Aluminium.

[0028] Als Elektroden werden Sinterkörper, vor allem aus Bronze, Messing, Kupfer, Nickel oder Silber, Metallschaum, wie etwa feinporiger Nickelschaum oder grobporiger, uniaxial verdichteter Aluminiumschaum, Metallvlies oder-gewebe, komprimierbares Graphit in Schicht- oder Folienform, auf massive Unterlagen aufgesinterte poröse Metallschichten, etwa aus Bronze, oder sandgestrahlte Metallkörper, etwa aus Aluminium oder Kupfer, verwendet. Die porösen Metallschichten können ein- oder mehrlagig aufgesintert sein und Dicken grösser ca. 0,1 mm und bis zu einigen Zentimetern aufweisen. Durch mechanisches Bearbeiten, etwa Stanzen, Prägen, Schleifen und/oder Drehen, kann den Elektroden 6, 8 eine wohldefinierte Form gegeben werden, wobei bei der Formgebung vor allem darauf zu achten ist, dass die Elektroden an ihrer Auflagefläche am Widerstandskörper 7 abgerundete Kanten aufweisen.

[0029] Die Druckfeder kann von einer gut stromleitenden Metallegierung, etwa auf der Basis Stahl oder Bronze, gebildet sein, kann aber auch aus einem mässig oder nicht stromleitenden Material, etwa Kunststoff, bestehen. Im allgemeinen ist die Druckfeder über mehrere als Kontaktband wirkende Stromleiterelemente überbrückt. Diese in Fig.1 nicht bezeichneten Elemente verbinden den Stromanschluss 2 und die Druckplatte 5 miteinander in elektrisch leitender Weise.

[0030] Der Widerstandskörper wird von einem kaltverformbaren Polymerverbundstoff aus einer polymeren Matrix und einem in die Matrix eingebetteten, pulverförmigen Füllstoff mit Varistorverhalten gebildet. Das die Matrix bildende Polymer ist im allgemeinen ein Gel oder ein Elastomer, vorzugsweise jeweils auf der Basis von Silicon, kann aber auch eine Flüssigkeit sein, wie vorzugsweise ein Öl, etwa auf der Basis Mineral- oder Siliconöl. Der Füllstoff enthält Varistorteilchen aus dotiertem Metalloxid mit überwiegend kugelförmiger Struktur, wobei die Teilchen aus kristallinen, durch Korngrenzen voneinander getrennten Körnern aufgebaut sind. Herstellung und Eigenschaften des Füllstoffs sind im genannten Stand der Technik beschrieben. Zur Ver-

besserung des elektrischen Kontakts zwischen den einzelnen Varistorteilchen und damit der Energieaufnahme des Überspannungsableiters kann der Füllstoff einige Gewichtsprozent Metallpulver enthalten.

[0031] Zur Verbesserung des Kontakts zwischen dem aus Polymerverbundstoff bestehenden Widerstandskörper 7 und den Elektroden 6, 8 können - wie in Fig.1 dargestellt ist - zusätzlich zwei elektrisch leitfähige, kaltverformbare und elastisch reversibel komprimierbare Zwischenschichten 12, 13 vorgesehen sein. Diese Zwischenschichten bestehen im allgemeinen aus einem elektrisch gut leitenden, komprimierbaren Polymerverbundstoff, vorzugsweise einem mit leitfähigen Pulver, wie etwa Nickel oder Titandiborid, und insbesondere polymeren Mikrohohlkugeln (etwa solche, wie sie unter dem Handelsnamen Expancel vertrieben werden) gefüllten polymeren Gel, können aber auch als elektrisch leitender Schaum oder als anderer elektrisch leitender, komprimierbarer Körper mit Federwirkung (Vlies, Gewebe) ausgeführt sein. Die Zwischenschichten 12, 13 verbessern nicht nur den elektrischen Kontakt, sondern können zugleich auch Volumenänderungen des Widerstandskörpers 7 kompensieren. Sie verhindern so äusserst wirksam ein Überdehnen eines starr ausgeführten Gehäuses.

[0032] Ein für den erfindungsgemässen Überspannungsableiter typischer Widerstandskörper wies folgende Rezeptur in Gewichtsteilen (GT) auf:

SYLGARD 527 A	100 GT
SYLGARD 527 B	100 GT
Füllstoff	1000 GT

[0033] SYLGARD ist ein von der Firma Dow Corning unter diesem Handelsnamen vertriebenes Silikonharz. Der Füllstoff entsprach dem im Stand der Technik nach DE 198 24 104 A1 beschriebenen Füllstoff.

[0034] Der Polymerverbundstoff wurde durch Mischen der vorgenannten Ausgangskomponenten hergestellt. Hierbei wurden die Komponenten bei Raumtemperatur vermischt und dann bei einem Unterdruck von typischerweise 50 bis 100 mbar entlüftet. Alternativ wurde in einem anderen Herstellungsverfahren der Füllstoff bei einem Druck von ca. 1 mbar vorevakuert und dann bei einem Druck von ca. 100 mbar mit dem durch Mischen der beiden vorgenannten Harzkomponenten gebildeten Silicon infiltriert. Zur Erzielung eines hohen Füllgrades wurden die infiltrierten Proben in einer Zentrifuge geschleudert. Alternativ kann ein hoher Füllgrad durch Auspressen von überschüssigem Siliconharz erreicht werden. Nach einer Aushärtzeit von ca. 24 Stunden bei Raumtemperatur wurde ein kaltverformbarer, gummiartiger Polymerwerkstoff gebildet.

[0035] Bei der Ausführungsform gemäss Fig.1 wurde der Polymerverbundstoff in Form eines wurstförmigen Ausgangskörper hergestellt und wurde hieraus als Vorläuferelement für den Widerstandskörper 7 eine im we-

sentlichen kreisförmig ausgebildete Werkstoffscheibe abgetrennt. Dieses Vorläuferelement wurde in das bereits den Stromanschluss 3 und die Elektrode 8 enthaltende Gehäuse 1 gebracht. Danach wurden der Reihen nach die Elektrode 6, der Druckkörper 5 und die Druckfeder 4 ins Gehäuse 1 gebracht und anschliessend der so gebildete Stapel mit Hilfe des Stromanschlusses 2 verschraubt. Durch das Verschrauben der beiden Stromanschlüsse 2 und 3 relativ zueinander wird die Druckfeder 4 komprimiert. Die mit Kompressionskraft beaufschlagte Druckplatte 5 presst nun die Elektroden 6 bzw. 8 von oben bzw. von unten gegen das Vorläuferelement. Wegen seiner guten Kaltverformbarkeit wird dieses Element schon bei einem verhältnismässig geringem Druck von wenigen, beispielsweise 1 bis 2, bar zum Widerstandskörper 7 verpresst. Dieser Widerstandskörper 7 weist zum einen zwei spaltfrei an den Elektroden 6 und 8 anliegende Stirnflächen sowie eine spaltfrei an der Innenseite des Gehäuses anliegende Mantelfläche auf. Durch das Verpressen wird so ein spaltfrei ins Gehäuse eingesetzter nichtlinearer elektrischer Widerstands gebildet. Durch die Pressung wird zugleich ein ausreichend hoher und über die Stirnflächen gleichmässig verteilter Kontaktdruck zwischen den Füllstoffteilchen und den Elektroden erreicht. Eine Metallisierung der Stirnfläche des Widerstandskörpers 7 kann daher entfallen.

[0036] An zwei derart gefertigten Ausführungsformen 1 und 2 des Überspannungsableiter nach der Erfindung mit einem zylinderförmig ausgebildeten Widerstandskörper 7 von ca. 40 mm Durchmesser und einer Höhe von ca. 15 mm wurden die Durchbruchfeldstärke U_B [V/mm], der Nichtlinearitätskoeffizient α_B und die maximal aufgenommene Leistung P [J/cm³] ermittelt. Die ermittelten Werte sind in der nachfolgenden Tabelle eingetragen. Bei der Ausführungsform 1 wurden Elektroden aus Sinterbronze 7 und bei der Ausführungsform 2 Elektroden aus sandgestrahltem Aluminium verwendet. Beim Vergleichsbeispiel 3 wurden die Elektroden in den Polymerverbund eingegossen.

[0037] Beispiel 4 bezieht sich auf eine Ausführungsform des erfindungsgemässen Überspannungsableiters, bei der der Polymerverbundstoff als Paste mit ca. 85 Volumenteilen Füllstoff und ca. 15 Volumenteilen Siliconöl ausgeführt ist. Die Elektroden waren hierbei von Sinterbronze gebildet.

[0038] Wie in Fig.1 dargestellt ist, können alternativ auch andere Elektroden verwendet werden. So kann wie dargestellt, etwa die Elektrode 6 aus Nickelschaum und die Elektrode 8 aus einer Sinterbronze bestehen und können wie ebenfalls dargestellt beide Elektroden 6 bzw. 8 durch Kleben, Löten, Sintern oder Schweiessen fest mit der Druckplatte 5 bzw. dem Stromanschluss 3 verbunden sein. Alternativ können beide Elektroden aus dem gleichen Material, etwa Sinterbronze bestehen, und kann lediglich eine oder keine beider Elektroden mit dem zugeordneten elektrisch leitfähigen Tragkörper verbunden sein.

[0039] Zur Bestimmung von U_B und α wurden die DC-Strom-Spannungs-Kennlinien ermittelt der drei Proben ermittelt und wurde hieraus die Durchbruchfeldstärke U_B des zugeordneten Widerstandes bei einer Stromdichte von 1×10^{-4} [A/cm²] ermittelt. α_B wurde für jeden der drei Überspannungsableiter aus der Steigung der Tangente an die doppelt logarithmisch dargestellte, zugeordnete Strom-Spannungs-Kennlinie in dem durch die Durchbruchfeldstärke U_B bestimmten Punkt entnommen.

[0040] P wurde aus Stromimpulsversuchen ermittelt, bei denen die Widerstände in einer Prüfvorrichtung mehreren 8/20 μ s Stromimpulsen mit Stromdichteampplituden bis zu 1 [kA/cm²] bei elektrischen Feldstärken bis zu 800 [V/mm] ausgesetzt waren.

Probe	U_B [V/mm]	α_B	P [J/cm ³]
1	229	41	62
2	233	44	80
3	220	30	77
4	159	55	201

[0041] Hieraus ist ersichtlich, dass Überspannungsableiter nach der Erfindung, obwohl sie wesentlich einfacher und kostengünstiger gefertigt wurden, elektrische Eigenschaften aufweisen, die mit den entsprechenden Eigenschaften eines nach dem Stand der Technik hergestellten Überspannungsableiter weitgehend übereinstimmen. Der gemäss Probe 4 ausgeführte Überspannungsableiter mit einem pastösen Polymerverbundstoff kann besonders grosse Leistungen aufnehmen. Dieser Überspannungsableiter kann überall dort angewendet werden, wo vom Ableiter ein hohes Energieabsorptionsvermögen gefordert wird.

[0042] Wie aus Fig.2 ersichtlich ist, kann bei Verwendung eines als Paste ausgeführten Polymerverbundstoffs (flüssiges Polymer, welches hoch mit Füllstoff gefüllt ist) oder eines schwach vernetzten, gefüllten Gels das mit Pfeilen gekennzeichnete Vorläuferelement durch eine Öffnung 9 in ein verschliessbar ausgeführtes Gehäuse 10 gepresst werden. Die beiden Elektroden 6 und 8 sind feststehend im Gehäuse angeordnet. Da sie durch die Gehäusewand geführt sind, können sie zugleich als Stromanschluss eingesetzt werden. Durch die Presskraft wird im Gehäuseinneren der Widerstandskörper gebildet, welcher spaltlos an die Gehäuseinnenseite, insbesondere die beiden Elektroden 6 und 8, angepresst ist. Durch Verschliessen der Öffnung 9, beispielsweise Abquetschen eines Gehäuseansatzes 11, kann so der Überspannungsableiter fertiggestellt werden.

Bezugszeichenliste

[0043]

1	Gehäuse
2, 3	Stromanschlüsse
4	Druckfeder
5	Druckkörper
6, 8	Elektroden
7	Widerstandskörper
9	Öffnung
10	Gehäuse
11	Gehäuseansatz
12, 13	Zwischenschichten

Patentansprüche

1. Überspannungsableiter mit zwei feststehend gehaltenen Stromanschlüssen (2, 3) und mit einem nichtlinearen elektrischen Widerstand, enthaltend zwei in Richtung einer Achse voneinander beabstandete Elektroden (6, 8) und einen Widerstandskörper (7) aus einer Matrix und einem in die Matrix eingebetteten, pulverförmigen Füllstoff mit Varistorverhalten, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstandskörper (7) von einem kaltverformbaren Verbundstoff gebildet und unter Bildung des nichtlinearen elektrischen Widerstands zwischen den beiden Elektroden (6, 8) verpresst ist. 20
2. Überspannungsableiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Matrix von einem Polymer auf der Basis einer Flüssigkeit, eines Gels oder eines Elastomers, vorzugsweise auf der Basis von Silicon, gebildet ist. 25
3. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Füllstoff enthaltende Flächen des Widerstandskörpers (7) an den Elektroden (6, 8) anliegen. 30
4. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstandskörper (7) in einem Gehäuse (1, 10) angeordnet ist, welches die zur Verpressung des Widerstandskörpers (7) notwendige Kraft aufnimmt. 35
5. Überspannungsableiter nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstandskörper (7) mit einer zwischen den beiden Elektroden (6, 8) angeordneten Mantelfläche auf dem Gehäuse (1, 10) abgestützt ist. 40
6. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraft durch eine Feder (4) erzeugt ist. 45
7. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektroden feststehend im Gehäuse gehalten sind, und dass die Kraft beim Einpressen eines aus dem kaltverformbaren Verbundstoffs gebildeten Vorläuferelements des Widerstandskörpers zwischen die Elektroden erzeugt ist. 5
8. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (1, 10) elastisch verformbar oder schrumpfbar ausgebildet ist, und dass die Kraft durch Entspannen des vorgespannten Gehäuses oder durch Schrumpfen des Gehäuses erzeugt ist. 10
9. Überspannungsableiter nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (1, 10) in Richtung der Achse längsversteift und in Umfangsrichtung elastisch verformbar ausgebildet ist. 15
10. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse mehrteilig ausgeführt ist, und dass die Kraft durch Verspannen zweier relativ zueinander bewegbarer Teile des Gehäuses erzeugt ist. 20
11. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der beiden Elektroden (6, 8) porös ausgeführt ist. 25
12. Überspannungsableiter nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grösse der Poren in einer vorgegebenen Richtung zur Achse nicht grösser ist als die mittlere Grösse der Füllstoffteilchen. 30
13. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Elektrode (6, 8) als Metallvlies, Metallschaum oder Sinterkörper ausgeführt ist. 35
14. Überspannungsableiter nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** Metallvlies, Metallschaum oder Sinterkörper auf einen als Stromanschluss (3) oder Druckplatte (5) ausgeführten Tragkörper des Überspannungsableiters aufgebracht sind. 40
15. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Verbundstoff und einer der beiden Elektroden (6, 8) eine elektrisch leitende, kaltverformbare und reversibel komprimierbare Zwischenschicht (12, 13) angeordnet ist. 45
16. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 4 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ver-

bundstoff in einem nach aussen abgedichteten Teil des Gehäuses (1) vorgesehen ist.

17. Verfahren zur Herstellung eines Überspannungsableiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus einem vom Polymerverbundstoff gebildeten Ausgangskörper ein kaltverformbares Vorläuferelement abgetrennt wird, und dass das Vorläuferelement unter Bildung von Auflageflächen zwischen zwei Elektroden (6, 8) angeordnet und unter Bildung des nichtlinearen elektrischen Widerstands verpresst wird. 5 10
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Ausbildung des Polymerverbundstoffs als Gel oder Paste das Vorläuferelement in ein verschliessbares und zwei feststehend gehaltene Elektroden (6, 8) enthaltendes Gehäuse (10) gepresst wird, und dass nach Erreichen eines vorgegebenen Druckwerts das Gehäuse (10) verschlossen wird. 15 20
19. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Ausbildung des Polymerverbundstoffs als Elastomer das Vorläuferelement in ein Gehäuse (1) eingesetzt, mit zwei Elektroden (6, 8) kontaktiert und nachfolgend durch Verschieben einer (6) der beiden Elektroden (6, 8) bis zu einem vorgegebenen Druckwert verpresst wird. 25 30
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorläuferelement in Form einer Scheibe oder Platte von einem wurst- oder bandförmig ausgebildeten Ausgangskörper abgetrennt wird. 35

40

45

50

55

