

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 274 102 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

08.01.2003 Patentblatt 2003/02(51) Int Cl.7: **H01C 7/112**(21) Anmeldenummer: **01810645.0**(22) Anmeldetag: **02.07.2001**

(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(71) Anmelder: **ABB Schweiz AG****5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder:

- **Greuter, Felix**
5406 Rütihof (CH)

• **Dirix, Yvo****8057 Zürich (CH)**• **Kluge-Weiss, Petra****5405 Dättwil (CH)**• **Kessler, Reto****8004 Zürich (CH)**• **Schmidt, Walter****5454 Bellikon (CH)**(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys****c/o ABB Schweiz AG****Brown Boveri Strasse 6****5400 Baden (CH)**

(54) **Polymercompound mit nichtlinearer Strom-Spannungs-Kennlinie und Verfahren zur Herstellung eines Polymercompounds**

(57) Das Polymercompound enthält eine Polymermatrix und einen in die Matrix eingebetten Füllstoff. Der Füllstoff umfasst zwei Füllstoffkomponenten mit voneinander abweichenden nichtlinearen Strom-Spannungs-

Kennlinien. Durch Auswahl geeignet bemessener Mengen dieser Füllstoffkomponenten kann so ein Polymercompound mit einer vorbestimmten, von diesen beiden Kennlinien abweichenden nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinie gebildet werden.

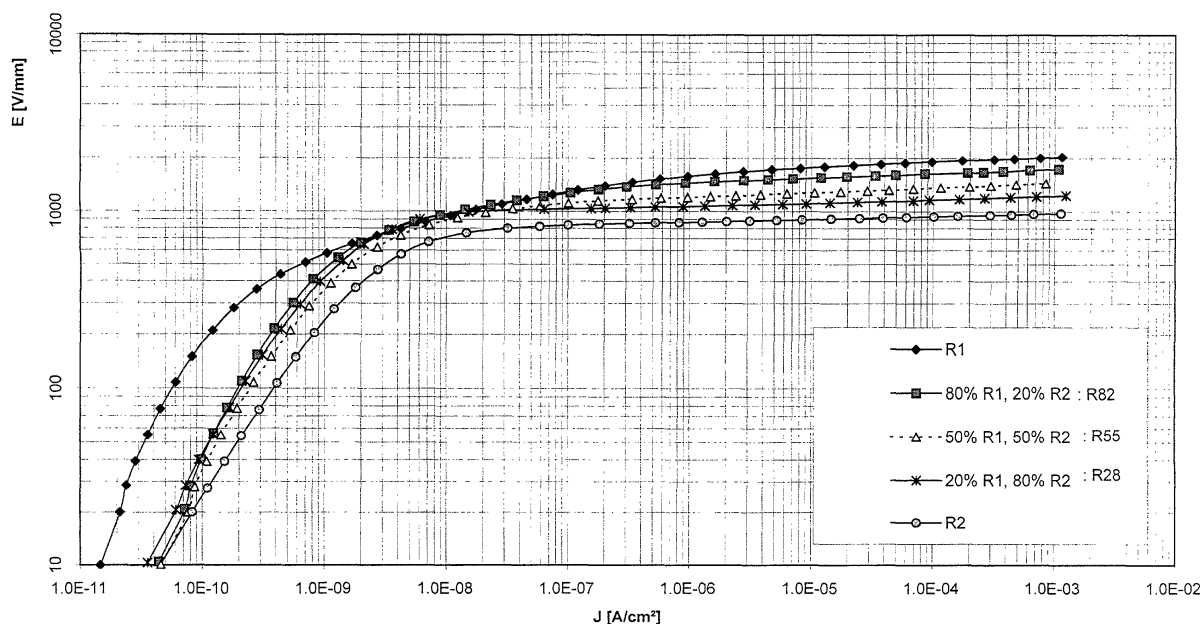


Fig.1

EP 1 274 102 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem Polymercompound nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 sowie von einem Verfahren zur Herstellung eines Polymercompounds nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 14. Der Polymercompound enthält eine Polymermatrix, in die als Füllstoff elektrisch leitende Teilchen, wie Leitfähigkeitsruss und/oder Metallpulver und/oder elektrisch halbleitende Teilchen, wie etwa SiC oder ZnO, eingebettet sind. Dieser Polymercompound weist eine nichtlineare Strom-Spannungs-Kennlinie auf, welche vom Füllstoffgehalt und der Dispersion des Füllstoffs beeinflusst wird. Der durch die Strom-Spannungs-Kennlinie bestimmte spezifische Widerstand und andere elektrische Eigenschaften können in Abhängigkeit von der Stärke eines am Polymercompound anliegenden elektrischen Feldes im allgemeinen nur über den Füllstoffgehalt und den Dispersionsgrad beeinflusst werden.

[0002] Der Polymercompound kann mit Vorteil als Basismaterial in spannungsbegrenzenden Widerständen (Varistoren) eingesetzt werden oder als feldsteuerndes Material in energietechnischen Anlagen und Apparaten, wie insbesondere in Kabelendverschlüssen oder in Kabelverbindungsmuffen.

STAND DER TECHNIK

[0003] Ein Polymercompound der eingangs genannten Art und ein Verfahren der eingangs genannten Art sind in einem Aufsatz von R. Strümpfer et al. "Smart Varistor Composites" Proc. of the 8th CIMTEC Ceramic Congress. June 1994 sowie in EP 875 087 B1 und WO 99/56290 A1 beschrieben. Als Füllstoff sind in diesem Polymercompound dotierte und gesinterte Teilchen von Zinkoxid vorgesehen.

[0004] Typische Dotierstoffe sind Metalle, wie sie bei der Herstellung von Metalloxid-Varistoren verwendet werden und typischerweise Bi, Cr, Co, Mn und Sb umfassen. Dotiertes ZnO-Pulver wird bei 800 bis 1300°C gesintert. Durch geeignet bemessene Sintertemperaturen und -zeiten werden erwünschte elektrische Eigenschaften des Füllstoffs erreicht. Nach dem Sintern weist jedes Teilchen eine elektrische Leitfähigkeit auf, welche sich in Abhängigkeit von einem angelegten elektrischen Feld nichtlinear ändert. Jedes Teilchen wirkt daher als kleiner Varistor. Durch die geeignet bemessenen Sinterbedingungen kann das nichtlineare Verhalten des Füllstoffs innerhalb bestimmter Grenzen eingestellt werden. Die nichtlinearen elektrischen Eigenschaften des Polymercompounds können daher während der Herstellung des Compounds nicht nur über den Füllstoffgehalt und den Dispersionsgrad sondern auch über die Sinterbedingungen des Füllstoffs eingestellt werden.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, einen Polymercompound der eingangs genannten Art zu schaffen, dessen nichtlinearen elektrischen Eigenschaften während des Herstellprozesses in einfacher Weise eingestellt werden können und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Polymercompounds anzugeben, mit dem in wirtschaftlicher Weise Polymercompounds mit vorgegebenen nichtlinearen elektrischen Eigenschaften gefertigt werden können.

[0006] Beim erfindungsgemässen Polymercompound enthält der Füllstoff mindestens zwei Füllstoffkomponenten mit voneinander abweichenden nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinien. Durch Auswahl geeignet bemessener Mengen dieser Füllstoffkomponenten kann so ein Polymercompound mit einer von diesen beiden Kennlinien abweichenden nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinie erreicht werden. Der erfindungsgemässe Polymercompound zeichnet sich daher dadurch aus, dass er trotz genau definierter nichtlinearer elektrischer Eigenschaften mit geringem Aufwand hergestellt werden kann. Aus einem kleinen Basissatz an Füllstoffkomponenten jeweils mit definierter nichtlinearer Strom-Spannungs-Kennlinie können Polymercompounds mit nahezu beliebig ausgebildeten Strom-Spannungs-Kennlinien gefertigt werden.

[0007] Durch die Kombination der beiden Füllstoffkomponenten können dem Polymercompound nicht nur vorbestimmte elektrische Eigenschaften verliehen werden, es kann dadurch auch dessen Wärmeleitfähigkeit ganz entscheidend beeinflusst werden. Bei der Verwendung von Polymercompounds als Feldsteuermaterial etwa in Kabelgarnituren ist dies besonders wichtig, da wegen dielektrischer Verluste im Polymercompound und wegen elektrischer Verluste im metallischen Leiter die Kabelgarnitur stark erwärmt wird. Die im allgemeinen geringe Wärmeleitfähigkeit des Polymers wird aufgehoben durch geeignet ausgewählte Füllstoffkomponenten, welche neben dem guten elektrischen Verhalten dem Polymercompound auch ausreichend gute Wärmeleitfähigkeit geben.

[0008] Bei Anwendungen des Polymercompounds, bei denen wie bei Überspannungsableitern oder Feldsteuermaterial nichtlineares elektrisches Verhalten im Vordergrund steht, ist es besonders vorteilhaft, wenn die beiden Füllstoffkomponenten jeweils von einem dotierten, gesinterten Metalloxid mit Korngrenzen enthaltenden Teilchen gebildet sind und sich voneinander unterscheiden durch abweichende Stöchiometrie der Dotierstoffe und/oder durch voneinander abweichende, durch unterschiedliche Sinterbedingungen hervorgerufene Korngrenzenstrukturen mit unterschiedlichen Korngrößen. Das Metalloxid ist im allgemeinen Zinkoxid, kann mit Vorteil aber auch Zinndioxid oder Titandioxid sein. Die voneinander abweichenden Strom-Spannungs-Kennlinien können erreicht werden durch unter-

schiedliche Gewichtsanteile der Dotierstoffe, d.h. durch unterschiedliche Rezepturen der beiden Füllstoffkomponenten oder durch unterschiedlich Bedingungen beim Sintern der Füllstoffkomponenten. Die Sinterbedingungen umfassen vor allem die Sintertemperatur, die Verweildauer, die Gaszusammensetzung der Sinteratmosphäre sowie die Aufheiz- und Abkühlraten. Im allgemeinen kann durch Erhöhen der Sintertemperatur die Leitfähigkeit von mit mehreren Metallen dotiertem pulverförmigem Zinkoxid bei einer vorgegebenen elektrischen Feldstärke erhöht werden.

[0009] Um die Strom-Spannungs-Kennlinie zu verändern, kann der Polymercompound elektrisch leitendes oder elektrisch halbleitendes Material, wie etwa Leitfähigkeitsruss oder Metallpulver, enthalten. Durch dieses Material wird vor allem aber eine bessere Kontaktierung der einzelnen Teilchen der nichtlinearen elektrischen Verhalten aufweisenden Füllstoffkomponenten erreicht. Die Energieaufnahme des Polymercompounds wird so wesentlich erhöht. Ein erfindungsgemässes Polymercompound enthaltender Überspannungsableiter zeichnet sich dann durch eine hohe Impulsfestigkeit aus. Um eine ausreichende Wirkung zu erreichen, sollte der Anteil an Zusatzkomponente 0,01 bis 15 Volumenprozent des Polymercompounds betragen.

[0010] Zur Lösung feldsteuernder Aufgaben ist es von besonderem Vorteil, wenn die Zusatzkomponente Teilchen mit einem grossen Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis enthält, wie insbesondere Nanotubes. Wird die Polymermatrix bei der Herstellung des Polymercompounds etwa durch Spritzgiessen in einer Vorzugsrichtung ausgerichtet, so können wegen des grossen Länge-zu-Durchmesser-Verhältnisses diese Teilchen in Vorzugsrichtung orientiert und so in einfacher Weise ein Polymercompound mit anisotropen elektrischen Eigenschaften erreicht werden. Ein solches Material kann mit Vorteil zur Lösung von Feldsteueraufgaben in Kabelverbindungs-muffen oder in Kabelendverschlüssen eingesetzt werden.

[0011] Wird als Füllstoff dotiertes Metalloxid, wie etwa dotiertes Zinkoxid eingesetzt, so weist der Polymercompound eine hohe Dielektrizitätszahl auf. Der erfindungsgemässe Polymercompound kann dann in einfacher Weise ein elektrisches Feld steuern. Ein solche Feldsteuerung kann beispielsweise die Homogenisierung der Verteilung elektrischer Felder energietechnischer Anlagen oder Apparate im Normalbetrieb betreffen. Die feldsteuernde Funktion des erfindungsgemässen Polymers kann dadurch verbessert werden, dass der Füllstoff eine Zusatzkomponente aufweist aus einem Material mit einer hohen Dielektrizitätszahl. Solche Zusatzkomponenten sind beispielsweise BaTiO_3 oder TiO_2 .

[0012] Die Polymermatrix enthält typischerweise ein einzelnes Polymer oder ein Gemisch von Polymeren. Das dielektrische Verhalten des Polymercompounds kann dadurch weiter verbessert werden, wenn das einzelne Polymer oder mindestens eines der Polymere des Gemischs polare Gruppen enthält und/oder ein intrin-

sisch elektrisch leitfähiges Polymer ist. Ein typisches Polymer mit polaren Gruppen ist zum Beispiel ein Polyamid. Der Anteil an polare Gruppen enthaltendem Polymer und/oder intrinsisch elektrisch leitfähigem Polymer beträgt mit Vorteil 0,01 bis 50 Volumenprozent der Polymermatrix.

[0013] Im Polymercompound kann zusätzlich ein Additiv vorgesehen sein, welches mindestens einen Stabilisator, ein Flammschutzmittel und/oder ein Verarbeitungshilfsmittel enthält. Der Anteil dieses Additivs kann zwischen 0,01 bis 5 Volumenprozent des Polymercompounds betragen.

[0014] Ein flammgeschützter Polymercompound kann dann besonders wirtschaftlich gefertigt werden, wenn er als Flammschutzmittel wirkendes Aluminium- und/oder Magnesiumhydroxid enthält. Da aus Gründen des Flammschutzes die Polymermatrix in vielen Fällen einen vorgegebenen LOI (Limited Oxygen Index)-Wert nicht unterschreiten darf (je kleiner der LOI-Wert, umso leichter kann der Polymercompound brennen), kann durch den Einsatz der preiswert erhältlichen Hydroxide der LOI-Wert in äusserst kostengünstiger Weise erhöht werden.

[0015] Eine gute mechanische Festigkeit weist der Polymercompound dann auf, wenn zusätzlich ein die Haftung zwischen Polymer und Füllstoff erhöhender Haftvermittler vorgesehen ist. Der Anteil an Haftvermittler sollte zwischen 0,01 bis 5 Volumenprozent des Polymercompounds betragen. Der Haftvermittler, welcher vorzugsweise als Silan ausgebildet ist, koppelt die Polymermatrix fest an den Füllstoff an. Rissbildung im Polymercompound aufgrund mangelnder Haftung der Polymermatrix am Füllstoff und dadurch eingeleiteter Materialbruch wird so mit grosser Sicherheit vermieden. Zugleich verbessert der Haftvermittler die elektrischen Eigenschaften des erfindungsgemässen Polymercompounds ganz wesentlich. Dies vor allem deswegen, da durch die verbesserte Haftung die Bildung kleiner Hohlräume im Polymercompound vermieden und so das Risiko des Auftretens unerwünschten Teilentladungen bei der Einwirkung eines starken elektrischen Feldes ganz wesentlich reduziert wird. Diese Wirkung ist besonders vorteilhaft bei einem Polymercompound auf der Basis eines elastomeren Polymers, so wie er etwa als Feldsteuerelement für Kabelendverschlüsse oder Kabelverbindungs-muffen eingesetzt wird, da dann der Compound stark verformt werden kann, ohne dass unerwünschte Hohlraum- oder Rissbildung auftritt.

[0016] Beim erfindungsgemässen Verfahren zur Herstellung eines Polymercompounds wird der Füllstoff aus einem Basissatz von mindestens zwei Füllstoffkomponenten mit voneinander abweichenden nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinien gemischt. Hierbei wird das Mischungsverhältnis der Komponenten derart ausgewählt, dass das Polymercompound die vorbestimmte Kennlinie aufweist. Der Polymercompound kann nun ohne umfangreiche Voruntersuchungen in einfacher und wirtschaftlicher Weise gefertigt werden. Für eine

besonders einfache Fertigung empfiehlt es sich, dass das Mischungsverhältnis ausgewählt wird aus einem vorbestimmten Kennlinienfeld von Polymercompounds, von denen zwei jeweils höchstens eine der mindestens zwei Füllstoffkomponenten enthalten und mindestens ein weiterer die mindestens zwei mit einem vorgegebenen Verhältnis gemischten Füllstoffkomponenten.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] Anhand von Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert. Hierbei zeigen alle Figuren DC-Strom-Spannungs-Kennlinien von Polymercompounds nach dem Stand der Technik und nach der Erfindung (Kennlinienfelder).

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0018] Nach bekannten, beispielsweise im einleitend genannten Stand der Technik beschriebenen Verfahren wurden Varistorpulver R1, R2, S1 und S2 hergestellt. Die Pulver enthielten als Hauptbestandteil (mehr als 90 Molprozent) gesintertes Zinkoxid, welches mit Zusatzstoffen, vorwiegend Sb, Bi, Co, Mn und Cr, (insgesamt weniger als 10 Molprozent) dotiert war. Das Varistorpulver R1 wies einen kleineren Bismutanteil auf als das Varistorpulver R2. Die Pulver R1 und R2 wurden unter gleichen Sinterbedingungen hergestellt, nämlich durch Sintern bei ca. 1100°C in einem Keramikrohr eines Drehrohrofens. Die Pulver S1 und S2 hatten die gleiche Zusammensetzung, wurden aber bei unterschiedlichen Sinterbedingungen hergestellt. Das Pulver S1 wurde durch einen kontinuierlichen Sinterprozess in einem Drehrohrföfen bei einer maximalen Sintertemperatur von ca. 1070 °C hergestellt, das Pulver S2 in einem Chargen-Ofen bei maximalen Sintertemperatur von ca. 1200 °C und einer Verweilzeit der Chargen im Ofen von ca. 18 Stunden. Durch Sieben, dem gegebenenfalls Mahlen voranging, wurden die Teilchengrößen der Pulver auf Werte eingeschränkt, die typischerweise zwischen 32 und 125 µm lagen.

[0019] Aus den Varistorpulvern wurden Mischungen hergestellt, deren Zusammensetzungen aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich sind:

Füllstoff	Füllstoffkomponente in Gew%			
	R1	R2	S1	S2
R1	100	-	-	-
R82	80	20		
R55	50	50	-	-
R28	20	80	-	-
R2	.-	100	-	-
S1	-	-	100	-

(fortgesetzt)

Füllstoff	Füllstoffkomponente in Gew%			
	R1	R2	S1	S2
S73	.-	-	70	30
S37	-	-	30	70
S2	-	-	-	100

[0020] In eine als elektrisch isolierendes Rohr ausgebildete Form aus Kunststoff mit einem Innendurchmesser von 1 bis 2 Zentimetern wurde auf einer Höhe von 2 bis 5 Millimeter Füllstoff eingefüllt. Um eine Vergleichsbasis zu haben, wurden stets die gleichen Füllstoffmengen, beispielsweise 50 Vol% des herzustellenden Compounds, eingefüllt. Der Füllstoff wurde unter Vakuum mit Öl, beispielsweise einem Silikon- oder Esteröl, getränkt und so einem Polymercompound vergleichbare Probekörper gebildet. Diese Probekörper wurden oben und unten im vertikal gehaltenen Rohr mit Elektroden kontaktiert und flüssigkeitsdicht abgeschlossen.

[0021] Als Matrixmaterial wurde Öl eingesetzt, da so in besonders einfacher Weise Probekörper gefertigt werden konnten. Anstelle von Öl kann aber auch ein Duromer, ein Elastomer, ein Thermoplast, ein Copolymer, ein thermoplastisches Elastomer oder ein Gel oder eine Mischung mindestens zweier dieser Stoffe verwendet werden.

[0022] An die beiden Elektroden wurde eine variable Gleichspannungsquelle angelegt. Durch Verändern der Höhe der Gleichspannung wurde das im zugeordneten Probekörper wirkende elektrische Feld E [V/mm] eingestellt und der im Probekörper fließende Strom gemessen. Über die hieraus ermittelte Stromdichte J [A/cm²] wurden so die aus den Figuren 1 und 2 ersichtlichen DC-Strom-Spannungs-Kennlinien gewonnen.

[0023] Aus Fig.1 ist ersichtlich, dass die durch Mischen der zwei unterschiedliche Stöchiometrie aufweisenden Füllstoffkomponenten R1 und R2 gebildeten Füllstoffe R82, R55 und R28 zu Probekörpern führen, deren DC-Strom-Spannungs-Kennlinien einem Kennlinienfeld angehören, welches von den beiden Kennlinien der mit R1 und R2 gefüllten Probekörper begrenzt ist. Durch Veränderung des Mischungsverhältnisses der beiden Füllstoffkomponenten wurden so in einfacher Weise Probekörper mit Kennlinien erreicht, die zwischen den beiden Grenz-Kennlinien liegen.

[0024] Entsprechend ist aus Fig.3 ersichtlich, dass die durch Mischen der zwei bei unterschiedlichen Sinterbedingungen erzeugten Füllstoffkomponenten S1 und S2 gebildeten Füllstoffe S73 und S37 zu Probekörpern führen, deren DC-Strom-Spannungs-Kennlinien einem Kennlinienfeld angehören, welches von den beiden Kennlinien der mit S1 und S2 gefüllten Probekörper begrenzt ist. Durch Veränderung des Mischungsverhältnisses der beiden Füllstoffkomponenten wurden

auch mit diesen Füllstoffen in einfacher Weise Probekörper mit Kennlinien erreicht, die zwischen den beiden Grenz-Kennlinien liegen.

[0025] Soll nun ein Polymercompound mit einer vorgegebenen Kennlinie hergestellt werden, so kann aus einem in entsprechender Weise für Polymercompounds ermittelten Kennlinienfeld das Mischungsverhältnis bestimmt werden. Durch Mischen der Füllstoffkomponenten gemäss diesem Mischungsverhältnis wird der Füllstoff erstellt und der gewünschte Polymercompound durch Mischen des Füllstoffs mit Polymer, beispielsweise Silikon, gefertigt.

[0026] Entsprechendes gilt auch für Polymercompounds mit Füllstoffen, welche durch Mischen der Füllstoffkomponenten R1 oder R2 und S1 oder S2 oder durch Mischen von drei oder vier dieser Füllstoffkomponenten erreicht werden.

[0027] Die Füllstoffkomponenten müssen nicht notwendigerweise von ZnO-Pulver gebildet sein. Sie können auch ein anderes pulverförmiges Material mit nichtlinearer Strom-Spannungs-Kennlinie, wie etwa dotiertes Siliciumcarbid, Zinndioxid oder Titandioxid, enthalten.

[0028] Durch geeignete Zugabe von elektrisch leitendem oder elektrisch halbleitendem Material, beispielsweise Si, kann die elektrische Leitfähigkeit des Polymercompounds im Bereich kleiner elektrischer Feldstärken um mehrere Grössenordnungen erhöht werden, und so ein Polymer mit einer flach verlaufenden DC-Strom-Spannungs-Kennlinie erreicht werden.

Patentansprüche

1. Polymercompound mit einer nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinie aus einer Polymermatrix und einem in die Matrix eingebetten Füllstoff mit einer nichtlinearen Strom-Spannungskennlinie, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff mindestens zwei Füllstoffkomponenten enthält mit voneinander abweichenden nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinien.
2. Polymercompound nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Füllstoffkomponenten jeweils von einem dotierten, gesinterten Metalloxid mit Korngrenzen enthaltenden Teilchen gebildet sind und sich voneinander unterscheiden durch abweichende Stöchiometrie der Dotierstoffe und/oder durch voneinander abweichende, durch unterschiedliche Sinterbedingungen hervorgerufene Korngrenzenstrukturen.
3. Polymercompound nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Polymercompound zusätzlich elektrisch leitendes oder elektrisch halbleitendes Material enthält.
4. Polymercompound nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das elektrisch leitende oder elektrisch halbleitende Material Teilchen mit einem grossen Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis enthält, wie insbesondere Nanotubes.
5. Polymercompound nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff eine Zusatzkomponente aufweist aus einem Material mit einer hohen Dielektrizitätszahl.
6. Polymercompound nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Polymercompound zusätzlich ein Additiv enthält, welches mindestens einen Stabilisator, ein Flammschutzmittel und/oder ein Verarbeitungshilfsmittel enthält.
7. Polymercompound nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil an Additiv 0,01 bis 5 Volumenprozent des Polymercompounds beträgt.
8. Polymercompound nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Polymercompound zusätzlich als Flammschutzmittel wirkendes Aluminium- und/oder Magnesiumhydroxid enthält.
9. Polymercompound nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Polymercompound zusätzlich einen die Haftung zwischen Polymer und Füllstoff erhöhenden Haftvermittler enthält.
10. Polymercompound nach Anspruchs 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil an Haftvermittler 0,01 bis 5 Volumenprozent des Polymercompounds beträgt.
11. Polymercompound nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polymermatrix ein einzelnes Polymer oder ein Gemisch von Polymeren enthält.
12. Polymercompound nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das einzelne Polymer oder mindestens eines der Polymere des Gemischs polare Gruppen enthält und/oder ein intrinsisch elektrisch leitfähiges Polymer ist.
13. Polymercompound nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil an polare Gruppen enthaltendem Polymer und/oder intrinsisch elektrisch leitfähigem Polymer 0,01 bis 50 Volumenprozent der Polymermatrix beträgt.
14. Verfahren zur Herstellung eines Polymercompounds mit einer vorbestimmten nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinie durch Mischen eines

Polymers und eines Füllstoffs mit einer nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinie, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus einem Basissatz von mindestens zwei Füllstoffkomponenten mit voneinander abweichenden nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinien der Füllstoff gemischt wird, wobei das Mischungsverhältnis der Komponenten derart gewählt wird, dass das Polymercompound die vorbestimmte Kennlinie aufweist.

5

10

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mischungsverhältnis gewählt wird aus einem vorbestimmten Kennlinienfeld von mindestens drei Polymercompounds, von denen zwei jeweils höchstens eine der mindestens zwei Füllstoffkomponenten enthalten und ein dritter die mindestens zwei mit einem vorgegebenen Verhältnis gemischten Füllstoffkomponenten

15

20

25

30

35

40

45

50

55

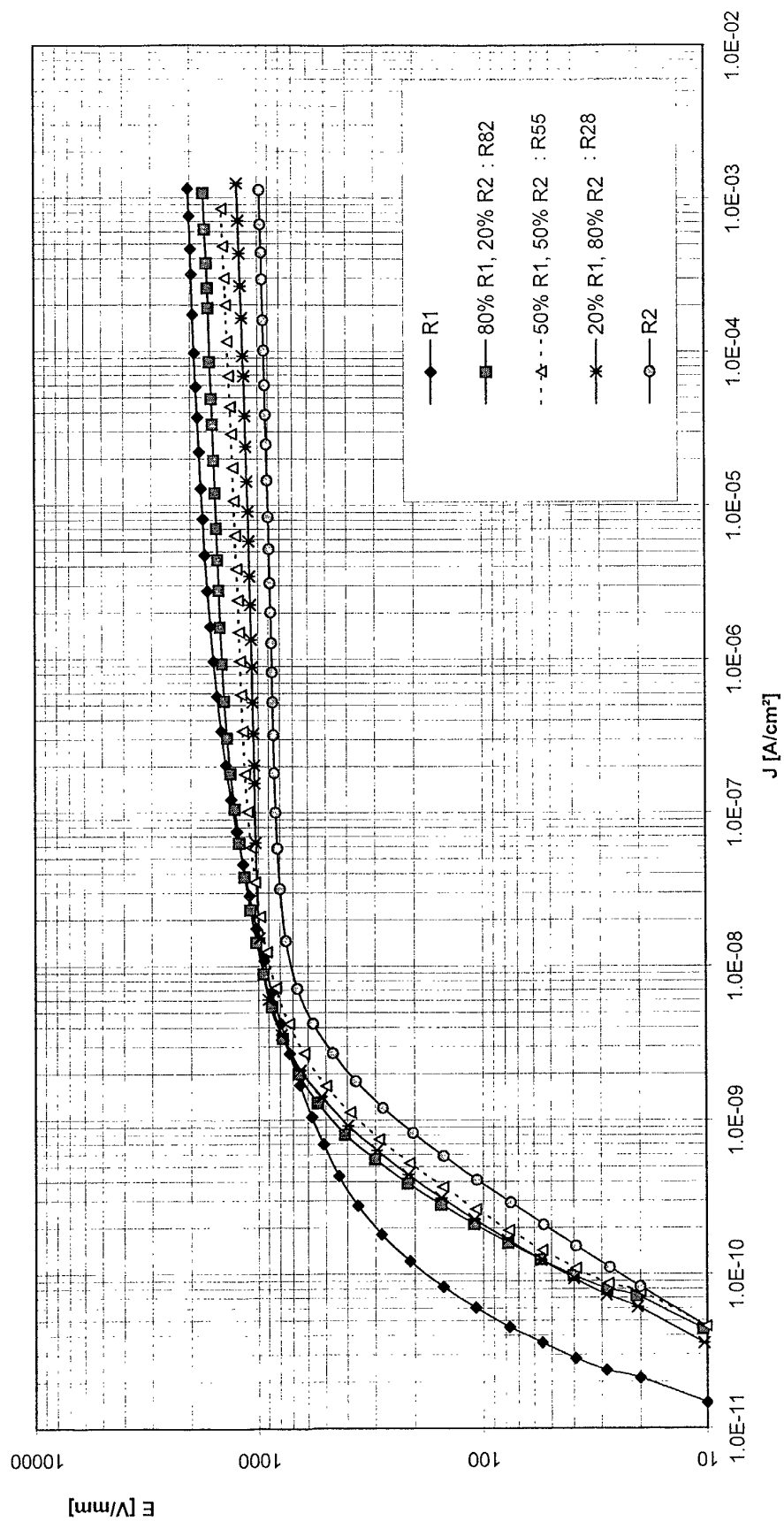


Fig.1

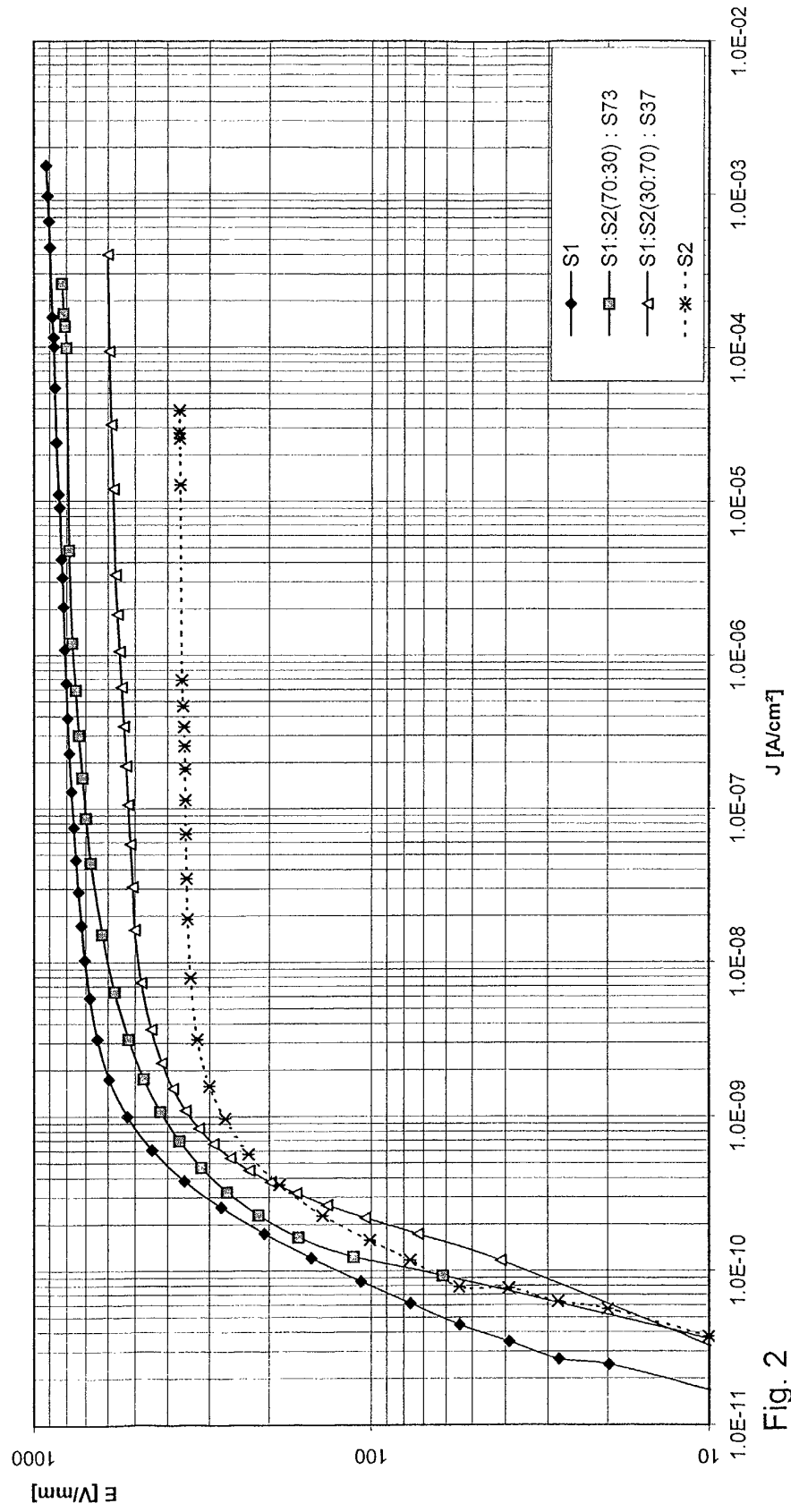


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 81 0645

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 23 63 172 A (SIEMENS AG) 19. Juni 1975 (1975-06-19) * das ganze Dokument *	1-3, 14	H01C7/112
A	----- * das ganze Dokument *	4-13, 15	
A	CH 664 231 A (BRUGG AG KABELWERKE) 15. Februar 1988 (1988-02-15) * das ganze Dokument *	1-15	
D,A	STRUMPLER R ET AL: "Smart varistor composites" INTELLIGENT MATERIALS AND SYSTEMS. PROCEEDINGS OF TOPICAL SYMPOSIUM VI ON INTELLIGENT MATERIALS AND SYSTEMS OF THE 8TH CIMTEC-WORLD CERAMICS CONGRESS AND FORUM ON NEW MATERIALS, PROCEEDINGS OF TOPICAL SYMPOSIUM IV ON INTELLIGENT MATERIALS AND SYSTEMS, Seiten 15-22, XP001051331 1995, Faenza, Italy, TECHNIA, Italy ISBN: 88-86538-09-X * das ganze Dokument *	1-15	
D,A	WO 99 56290 A (KLUGE WEISS PETRA ;GREUTER FELIX (CH); STRUEMPLER RALF (CH); ABB R) 4. November 1999 (1999-11-04) * das ganze Dokument *	1-15	H01C C08K
A	US 5 669 381 A (HYATT HUGH M) 23. September 1997 (1997-09-23) * das ganze Dokument *	1-15	
A	DE 198 21 239 A (SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS) 25. November 1999 (1999-11-25) * das ganze Dokument *	1-15	
A	US 4 981 624 A (TSUDA KOICHI ET AL) 1. Januar 1991 (1991-01-01) * das ganze Dokument *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 20. Dezember 2001	Prüfer Kirkwood, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/92 (P04003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 81 0645

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-12-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2363172 A	19-06-1975	DE 2363172 A1	19-06-1975
		JP 50094889 A	28-07-1975
CH 664231 A	15-02-1988	CH 664231 A5	15-02-1988
WO 9956290 A	04-11-1999	DE 19824104 A1	28-10-1999
		AU 3404399 A	16-11-1999
		WO 9956290 A1	04-11-1999
		CN 1266534 T	13-09-2000
		EP 0992042 A1	12-04-2000
		PL 337696 A1	28-08-2000
US 5669381 A	23-09-1997	US 4992333 A	12-02-1991
		US 5781395 A	14-07-1998
		US 5476714 A	19-12-1995
		AU 629592 B2	08-10-1992
		AU 4444489 A	24-05-1990
		CA 2001740 A1	18-05-1990
		EP 0369826 A2	23-05-1990
		JP 2152204 A	12-06-1990
		JP 2934884 B2	16-08-1999
		KR 9203997 B1	21-05-1992
		MX 166088 B	17-12-1992
		TR 24593 A	05-12-1991
DE 19821239 A	25-11-1999	DE 19821239 A1	25-11-1999
US 4981624 A	01-01-1991	JP 1071103 A	16-03-1989
		JP 1904249 C	08-02-1995
		JP 6030284 B	20-04-1994
		DE 3830597 A1	30-03-1989

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82