



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 955 644 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**02.03.2005 Patentblatt 2005/09**

(51) Int Cl.7: **H01C 7/108**, H01C 1/14,  
H01C 17/28

(21) Anmeldenummer: **99810304.8**

(22) Anmeldetag: **13.04.1999**

(54) **Verfahren zum Herstellen eines Varistors auf Basis eines Metalloxids und ein nach diesem Verfahren hergestellter Varistor**

Method of manufacturing a metal oxide varistor and varistor made according to this method

Procédé de fabrication d'une varistance à base d'oxide de metal et varistance fabriquée selon ce procédé

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE ES FI FR GB GR IE IT LI PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**SI**

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

(30) Priorität: **06.05.1998 DE 19820134**

(56) Entgegenhaltungen:

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.11.1999 Patentblatt 1999/45**

**EP-A- 0 494 507 DE-A- 3 405 834**  
**US-A- 4 157 527 US-A- 4 319 215**  
**US-A- 4 451 815 US-A- 4 692 735**

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

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 09, 30. September 1997 (1997-09-30) & JP 09 120908 A (TOSHIBA CORP), 6. Mai 1997 (1997-05-06)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 09, 13. Oktober 2000 (2000-10-13) & JP 2000 182807 A (TOSHIBA CORP), 30. Juni 2000 (2000-06-30)**

(72) Erfinder:

- **Greuter, Felix, Dr.**  
**5406 Baden-Rütihof (CH)**
- **Hagemeister, Michael**  
**8002 Zürich (CH)**
- **Kluge, Wolfgang, Dr.**  
**5405 Baden-Dättwil (CH)**

**EP 0 955 644 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem Verfahren zum Herstellen eines Varistors nach dem gemeinsamen Oberbegriff des Patentansprüche 1 bis 4. Die Erfindung betrifft auch einen nach diesem Verfahren hergestellten Varistor.

**[0002]** Ein nach dem obengenannten Verfahren hergestellter Varistor wird in Mittel- oder Hochspannungsanlagen für Mess-, Schutz- oder Steueraufgaben eingesetzt. Er weist einen zwischen zwei parallel ausgerichteten Elektroden angeordneten, zylinderförmigen Widerstandskörper aus einer Sinterkeramik oder einem mit einem keramischen Sintergranulat mit Varistorverhalten hochgefüllten Polymer auf. Die Sinterkeramik resp. das keramische Sintergranulat besteht im allgemeinen aus einem gezielt mit ausgewählten Metallen, wie Bi, Sb, Co und Mn, dotierten Zinkoxid.

**[0003]** Der Varistor wird bevorzugt in Überspannungsableitern verwendet und muss so spezifiziert sein, dass er durch Blitzeinschläge oder Schaltheilungen entstehende hochenergetische Stromimpulse schadlos führen kann. Solche Stromimpulse werden im Zuge des Fertigungsprozesses an die Elektroden des Varistors gelegt, um deren Hochstromfestigkeit zu überprüfen.

### STAND DER TECHNIK

**[0004]** Verfahren der eingangs genannten Art zum Herstellen von Varistoren sind in DE 34 05 834 C2 sowie EP 0 494 507 A1 angegeben. Dabei wird jeweils ein zylinderförmiger, keramischer Widerstandskörper auf der Basis von Zinkoxid hergestellt und auf den beiden zueinander parallelen, ebenen Stirnflächen des Widerstandskörpers je eine Elektrode aufgetragen.

**[0005]** Bei dem in DE 34 05 834 C2 beschriebenen Verfahren, werden am Widerstandskörper in den Randbereichen beider Stirnflächen umlaufende Stufen abgeschliffen. Danach wird der Widerstandskörper die Umfangsfläche und die Stufen bedeckend mit einem Isolationsmaterial versehen. Anschliessend werden die Stirnflächen und ein Teil des auf den Stufen angebrachten Isolationsmaterials abgeschliffen. Schliesslich werden dann die Elektroden aus Metall die mit dem Isolationsmaterial gefüllten Stufen teilweise überlappend aber nicht ganz bis zum Rand der Stirnfläche reichend auf die Stirnflächen aufgetragen. Dieses Verfahren ist sehr aufwendig und zudem Fehleranfällig, da es beim Auftragen des Elektrodenmaterials zu Metallspritzern im Bereich des Randes kommen kann, die zu dielektrischen Überschlägen bei Hochfeldbeanspruchung führen können. Zudem entstehen wegen der unvollständigen Elektrodenüberdeckung im Widerstandskörper lokale Überhöhungen der Stromdichte resp. des elektrischen Feldes, welche die Spannungsfestigkeit eines derart ausgeführten Varistors herabsetzen.

**[0006]** Bei dem in EP 0 494 507 A1 beschriebenen Verfahren, werden die Elektroden jeweils bis an den Rand der Stirnflächen des Widerstandskörpers angebracht. Da sich bei einem solchen Varistor jede der beiden Elektroden über die gesamte Stirnfläche des Widerstandskörpers erstreckt, bildet sich beim kurzzeitigen Führen eines grossen Stromes in seinem Inneren ein homogenes elektrisches Feld aus. Hierdurch werden eine gleichmässige Stromdichte und somit auch eine gleichmässige Aufheizung des Varistors erreicht. Da der ungeschützte Widerstandskörper im Bereich der Aussenränder der Stirnflächen Kanten und Spitzen aufweist, und da das an die Aussenränder geführte Elektrodenmaterial in die Mantelfläche des Widerstandskörpers gelangen kann, wird auf der Mantelfläche des Widerstandskörpers ein Ring aus einem Polymer mit hoher Dielektrizitätskonstante und mit hoher Temperaturbeständigkeit positioniert. Dieser Ring sorgt dafür, dass das elektrische Feld in der Mantelfläche herabgesetzt wird und so unerwünschte Überschläge vermieden werden. Auch ein solches Verfahren zur Herstellen von Varistoren ist sehr kostspielig und aufwendig.

**[0007]** US 4 157 527 beschreibt einen zylinderförmigen Varistor, der aus halbleitendem Zinkoxid-Material besteht, das durch Dotierung halbleitend ist. Auf den beiden Stirnflächen des Zylinders ist jeweils eine kreisförmige Metallelektrode aufgebracht. Die Metallelektroden bedecken die jeweiligen Stirnflächen bis auf einen Kreisring, der an die Kante der Stirnfläche heranreicht.

### KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0008]** Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen definiert ist, liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art, zum raschen und wirtschaftlichen Herstellen eines Varistor anzugeben. Zugleich soll ein nach diesem Verfahren hergestellter Varistor sowohl ein hervorragendes Energieaufnahmevermögen, als auch einen einfachen Aufbau aufweisen.

**[0009]** Die in den unabhängigen Patentansprüchen 1 bis 4 angegebenen erfindungsgemässen Verfahren zeichnen sich dadurch aus, dass sie für eine Serienfertigung geeignet sind und dass damit Varistoren mit grossem Energieaufnahmevermögen und hoher Hochstromfestigkeit rasch und wirtschaftlich gefertigt werden können.

**[0010]** Die erfindungsgemässen Verfahren sind durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet:

**[0011]** Auf jede der beiden Stirnflächen des Widerstandskörpers wird eine bis an deren Aussenrand geführte Schicht aus Elektrodenmaterial aufgebracht, und es wird entweder ein vom Aussenrand begrenzter und bis auf die Stirnfläche des Widerstandskörpers geführter Kreisring von ca. 10 bis ca. 500 µm Breite aus der Schicht entfernt, oder es werden der Widerstandskörper oder alternativ der Widerstandskörper und die Schicht aus Elektrodenmaterial am Aussenrand abgeschragt.

**[0012]** Gegenüber Verfahren zum Herstellen von Varistoren nach dem Stand der Technik, bei denen beim Aufbringen der Elektroden-schichten unvermeidlich auftretende Metallisierungsfehler mit sehr komplizierten und kostspieligen Prozessen zu vermeiden versucht werden, werden diese bei den erfindungsgemässen Verfahren nachträglich entfernt.

**[0013]** Das grosse Energieaufnahmevermögen und die hohe Hochstromfestigkeit der mit den erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Varistoren sind zum einen dadurch bedingt, dass durch möglichst nahe an den als Kante ausgebildeten Aussenrand der Stirnflächen geführte Elektroden Inhomogenitäten im elektrischen Feld und in der Stromdichte im Varistor beim Auftreten eines hochenergetischen Stromimpulses weitgehend vermieden werden. Solche Inhomogenitäten können durch metallisierte Kantendefekte oder durch Metallspritzer hervorgerufen werden, welche über die Kante hinaustreten. Durch einen schmalen elektrodenfreien Rand bzw. durch eine Abschrägung wird zwar der ideale, homogene Zustand mit an die Kanten geführten Elektroden geringfügig gestört, aber die grossen Inhomogenitäten (metallisierte Randdefekte, welche zum Versagen führen) werden effizient eliminiert.

Zum anderen ist dies auch eine Folge einer geeigneten Ausbildung der hohen dielektrischen Belastungen ausgesetzten Oberfläche des Varistors zwischen den beiden Elektroden. Diese Oberfläche kann in einer ersten bevorzugten Ausführungsform des Varistors seine zylinderförmige Mantelfläche und zwei sich daran anschliessende, weniger als 500 µm breite kreisringförmige Abschnitte seiner Stirnflächen umfassen. In einer bevorzugten zweiten Ausführungsform enthält die Oberfläche unmittelbar bis zum Rand der Elektroden geführte Abschrägungen, die in die zylinderförmige Mantelfläche des Varistors übergehen.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0014]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele von mit den erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Varistoren und die damit erzielbaren weiteren Vorteile werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig.1 eine Aufsicht auf einen axial geführten Schnitt durch einen Teil eines Varistors,

Fig.2 eine Aufsicht auf einen axial geführten Schnitt durch einen Teil einer ersten Ausführungsform eines nach einem der erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Varistors während seiner Fertigung,

Fig.3 eine Aufsicht auf einen axial geführten Schnitt durch einen Teil einer zweiten Ausführungsform eines nach einem zweiten erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Varistors wäh-

rend seiner Fertigung,

Fig.4 eine Aufsicht auf einen axial geführten Schnitt durch einen Teil einer dritten Ausführungsform eines nach einem dritten erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Varistors während seiner Fertigung, und

Fig.5 eine Aufsicht auf einen axial geführten Schnitt durch einen Teil einer vierten Ausführungsform eines nach einem vierten erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Varistors.

#### WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0015]** In allen Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen auch gleichwirkende Teile. Das Bezugszeichen 1 bezieht sich auf einen Widerstandskörper aus einer Varistorverhalten aufweisenden, zum Stand der Technik zählenden Keramik, die wie folgt hergestellt wurde:

Ca. 97 Mol% Zn, ca. 0,5 Mol% Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ca. 1,0 Mol% Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ca. 0,5 Mol% Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ca. 0,5 Mol% MnO<sub>2</sub>, ca. 0,5 Mol% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und weitere Metalloxidzusätze wurden in einer Kugelmühle gemischt und zu einer homogenen Pulvermischung mit Partikeldurchmessern zwischen ca. 1 und ca. 5 µm gemahlen. Die Pulvermischung wurde in destilliertem Wasser aufgeschlämmt. Die Aufschlämmung wurde in einem Sprühtrockner in ein rieselfähiges, trockenes Granulat übergeführt. Die durchschnittliche Grösse der dabei erzeugten Körner lag bei ca. 100 µm. Aus dem Granulat wurden zylinderförmige Presskörper geformt, aus denen bei einer Temperatur von ca. 1200°C während ca. 2 h zylinderscheibenförmige Widerstandskörpern von ca. 38 mm Durchmesser und ca. 20 mm Länge gesintert wurden.

**[0016]** Auf den Stirnseiten des Widerstandskörpers 1 sind Elektroden 2 und 3 aus Elektrodenmaterial, wie insbesondere Aluminium, angeordnet. Zur Herstellung der Elektroden 2 und 3 wird auf jede der beiden Stirnflächen zunächst eine bis an den Aussenrand 9 der Stirnfläche geführte Schicht aus Elektrodenmaterial aufgebracht (Fig.1). Mit Vorteil wird das Elektrodenmaterial etwa durch Flamm-spritzen oder durch Lichtbogen-auftrag aufgesprüht. Es entstehen so verhältnismässig poröse Schichten von typischerweise ca. 50 -150 µm Dicke. Es wurden zwanzig derart ausgebildete Varistoren hergestellt. Von diesen zwanzig wurden acht unverändert beibehalten und dienten in nachfolgend beschriebenen Versuchen zu Vergleichszwecken.

**[0017]** Von den verbleibenden zwölf Varistoren wurden sechs entsprechend der Ausführungsform nach Fig.2 modifiziert. Zu diesem Zweck wurde ein vom Aussenrand 9 begrenzter und bis auf die Stirnfläche des Widerstandskörpers geführter Kreisring 4 mit einer Dicke d aus der Schicht entfernt. Weitere sechs Varistoren

wurden entsprechend der Ausführungsform nach Fig.3 modifiziert. Bei dieser Ausführungsform wurden der Widerstandskörper 1 und die Schicht aus Elektrodenmaterial am Aussenrand abgeschrägt. Es entstand so eine konische Abschrägung 5 der Mantelfläche, welche mit der Stirnfläche einen stumpfen Winkel von vorzugsweise 100° bis 120°, gegebenenfalls bis zu 150° bildet. Das Entfernen des Kreisrings 4 oder das Abschrägen wird mit Vorteil durch Schneiden mit einem vorzugsweise mit einem abrasiven Pulver beladenen Gas - oder Flüssigkeitsstrahl 6 ausgeführt.

**[0018]** Zum Entfernen des Kreisrings 4 nach Fig.2 wird der Gas - oder Flüssigkeitsstrahl 6 schräg von oben auf die Elektrode 2 geführt. Es kann so in einfacher Weise ein Kreisring mit geringer Dicke d im Bereich der Stirnfläche entfernt werden. Das Entfernen des Kreisrings wird nach dem Auftragen der Elektroden ausgeführt. Ein poröses Elektrodenmaterial kann besonders wirksam vom Gas- oder Flüssigkeitsstrahl 6 angegriffen und - ohne dielektrisch unerwünschte Löcher oder Risse zu hinterlassen - entfernt werden. Um dielektrisch gute Eigenschaften einhalten zu können, sollte der Kreisring höchstens 500 µm, vorzugsweise höchstens 300 µm, vom Aussenrand 9 der das Elektrodenmaterial tragenden Stirnfläche entfernt sein. Mit einem geringen Abstand von mindestens 10 µm, vorzugsweise mindestens 20 µm, ist sichergestellt, dass Inhomogenitäten der Elektroden bzw. Elektrodenmaterialabtrag die dielektrische Festigkeit des Varistors nicht herabsetzen können.

**[0019]** Beim Abschrägen nach Fig.3 wird der Gas - oder Flüssigkeitsstrahl 6 schräg von unten an den Widerstandskörper 1 und die Elektrode 2, geführt. Es ist dann sichergestellt, dass das abgeschrägte Elektrodenmaterial nicht an die konische Abschrägung 5 der Mantelfläche gelangen kann und die dielektrischen Eigenschaften des Varistors beeinträchtigt. Anstelle einen Gas - oder Flüssigkeitsstrahl 6 zu benutzen, kann die Abschrägung auch durch Abschleifen erzeugt werden. In einer Prüfvorrichtung wurden die zwanzig Varistoren jeweils mit mehrern annähernd rechteckigen Stromimpulsen von 2 ms Dauer und mit einer Amplitude von mehreren 100 A belastet. Danach wurden die Probewiderstände durch Augenschein begutachtet. Hierbei wurde festgestellt, dass von den acht Varistoren gemäss Fig.1 die Hälfte einen Defekt erlitten hatten, wohingegen die gemäss den Figuren 2 und 3 ausgeführten Varistoren vollauf funktionsfähig geblieben waren.

**[0020]** Fig.4 zeigt einen Varistor während der Fertigung bei dem eine Kombination der Verfahren gemäss Fig.2 und Fig.3 angewendet wird, in dem zuerst gemäss Fig.2 der Kreisring 4 abgetragen wird und anschliessend gemäss Fig.3 die konische Abschrägung 5 vorgenommen wird.

**[0021]** Für die zweite Seite des Varistors kann entweder das gleiche Verfahren wie für die erste Seite angewendet werden (Fig.2, Fig.3, und Fig.4), oder aber eines der anderen beiden Verfahren (Fig.5).

## Bezugszeichenliste

### [0022]

5	1	Widerstandskörper
	2, 3	Elektroden
	4	Kreisring
	5, 5'	konische Abschrägungen der Mantelfläche
	6	Gas - oder Flüssigkeitsstrahl
10	8	Mantelfläche
	9	Aussenrand
	d	Kreisringdicke

### 15 Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Varistors, der in einem elektrischen Feld vorgegebener Grösse mit mindestens einem hochenergetischen Stromimpuls definierter Amplitude, Form und Dauer belastbar ist, und der einen zylinderförmigen Widerstandskörper (1) aus einem Werkstoff auf der Basis von Metalloxid sowie zwei jeweils auf einer von zwei parallel zueinander ausgerichteten Stirnflächen des zylinderförmigen Widerstandskörpers (1) angeordnete Elektroden (2, 3) aufweist, bei dem zuerst der Widerstandskörper hergestellt und danach mit den Elektroden (2, 3) versehen wird, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** auf die beiden Stirnflächen jeweils eine bis an deren als Kante ausgebildeten Aussenrand (9) geführte Schicht (2, 3) aus Elektrodenmaterial aufgebracht wird, und **dass** anschliessend je ein vom Aussenrand (9) begrenzter und bis auf die Stirnfläche des Widerstandskörpers (1) geführter Kreisring (4) mit einer Breite von 10 bis 500 µm aus der Schicht (2, 3) mit Elektrodenmaterial entfernt wird.
2. Verfahren zum Herstellen eines Varistors, der in einem elektrischen Feld vorgegebener Grösse mit mindestens einem hochenergetischen Stromimpuls definierter Amplitude, Form und Dauer belastbar ist, und der einen zylinderförmigen Widerstandskörper (1) aus einem Werkstoff auf der Basis von Metalloxid sowie zwei jeweils auf einer von zwei parallel zueinander ausgerichteten Stirnflächen des zylinderförmigen Widerstandskörpers (1) angeordnete Elektroden (2, 3) aufweist, bei dem zuerst der Widerstandskörper hergestellt und danach mit den Elektroden (2, 3) versehen wird, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** auf die beiden Stirnflächen jeweils eine bis an deren als Kante ausgebildeten Aussenrand (9) geführte Schicht (2, 3) aus Elektrodenmaterial aufgebracht wird, und **dass** anschliessend der Widerstandskörper (1) und auch jede der beiden Schichten (2, 3) aus Elektro-

denmaterial am Aussenrand (9) abgeschrägt werden.

3. Verfahren zum Herstellen eines Varistors, der in einem elektrischen Feld vorgegebener Grösse mit mindestens einem hochenergetischen Stromimpuls definierter Amplitude, Form und Dauer belastbar ist, und der einen zylinderförmigen Widerstandskörper (1) aus einem Werkstoff auf der Basis von Metalloxid sowie zwei jeweils auf einer von zwei parallel zueinander ausgerichteten Stirnflächen des zylinderförmigen Widerstandskörpers (1) angeordnete Elektroden (2, 3) aufweist, bei dem zuerst der Widerstandskörper hergestellt und danach mit den Elektroden (2, 3) versehen wird, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** auf die beiden Stirnflächen jeweils eine bis an deren als Kante ausgebildeten Aussenrand (9) geführte Schicht (2, 3) aus Elektrodenmaterial aufgebracht wird, und **dass** anschliessend je ein vom Aussenrand (9) begrenzter und bis auf die Stirnfläche des Widerstandskörpers (1) geführter Kreisring (4) mit einer Breite von 10 bis 500 µm aus der Schicht (2, 3) mit Elektrodenmaterial entfernt und danach der Widerstandskörper (1) am Aussenrand (9) abgeschrägt wird.
4. Verfahren zum Herstellen eines Varistors, der in einem elektrischen Feld vorgegebener Grösse mit mindestens einem hochenergetischen Stromimpuls definierter Amplitude, Form und Dauer belastbar ist, und der einen zylinderförmigen Widerstandskörper (1) aus einem Werkstoff auf der Basis von Metalloxid sowie zwei jeweils auf einer von zwei parallel zueinander ausgerichteten Stirnflächen des zylinderförmigen Widerstandskörpers (1) angeordnete Elektroden (2, 3) aufweist, bei dem zuerst der Widerstandskörper hergestellt und danach mit den Elektroden (2, 3) versehen wird, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** auf die beiden Stirnflächen jeweils eine bis an deren als Kante ausgebildeten Aussenrand (9) geführte Schicht (2, 3) aus Elektrodenmaterial aufgebracht wird, und **dass** anschliessend ein vom Aussenrand (9) begrenzter und bis auf die Stirnfläche des Widerstandskörpers (1) geführter Kreisring (4) mit einer Breite von 10 bis 500 µm aus einer ersten (2) der beiden Schichten (2, 3) mit Elektrodenmaterial entfernt wird und der Widerstandskörper (1) und die zweite (3) der beiden Schichten (2, 3) aus Elektrodenmaterial am Aussenrand (9) abgeschrägt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Entfernen des Kreisrings (4) oder das Abschrägen durch Schnei-

den mit einem gegebenenfalls mit einem abrasiven Pulver beladenen Gas- oder Flüssigkeitsstrahl (6) ausgeführt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Abschrägen durch Abschleifen ausgeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Elektrodenmaterial aufgesprüht wird.
8. Varistor, hergestellt durch das Verfahren nach Anspruch 1, der in einem elektrischen Feld vorgegebener Grösse mit mindestens einem hochenergetischen Stromimpuls definierter Amplitude, Form und Dauer belastbar ist, und der einen zylinderförmigen Widerstandskörper (1) aus einem Werkstoff auf der Basis von Metalloxid aufweist sowie zwei jeweils auf einer von zwei parallel zueinander ausgerichteten ersten und zweiten Stirnflächen des zylinderförmigen Widerstandskörpers (1) angeordnete Elektroden (2, 3), **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Elektrode (2) der ersten und die Elektrode (3) der zweiten Stirnfläche bis auf mindestens 500 µm und bis auf höchstens 10 µm an den als Kante ausgebildeten Aussenrand (9) dieser Stirnflächen geführt sind.
9. Varistor, hergestellt durch das Verfahren nach Anspruch 2, der in einem elektrischen Feld vorgegebener Grösse mit mindestens einem hochenergetischen Stromimpuls definierter Amplitude, Form und Dauer belastbar ist, und der einen zylinderförmigen Widerstandskörper (1) aus einem Werkstoff auf der Basis von Metalloxid aufweist sowie zwei jeweils auf einer von zwei parallel zueinander ausgerichteten ersten und zweiten Stirnflächen des zylinderförmigen Widerstandskörpers (1) angeordnete Elektroden (2, 3), **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Widerstandskörper (1) eine von der Elektrode (2) der ersten und eine von der Elektrode (3) der zweiten Stirnfläche auf seine Mantelfläche (8) geführte konische Abschrägung (5, 5') aufweist.
10. Varistor, hergestellt durch das Verfahren nach Anspruch 3, der in einem elektrischen Feld vorgegebener Grösse mit mindestens einem hochenergetischen Stromimpuls definierter Amplitude, Form und Dauer belastbar ist, und der einen zylinderförmigen Widerstandskörper (1) aus einem Werkstoff auf der Basis von Metalloxid aufweist sowie zwei jeweils auf einer von zwei parallel zueinander ausgerichteten ersten und zweiten Stirnflächen des zylinderförmigen Widerstandskörpers (1) angeordnete Elektroden (2, 3), **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Elektrode (2) der ersten und die Elektrode (3) der zweiten Stirnfläche bis auf mindestens 500

µm und bis auf höchstens 10 µm an den als Kante ausgebildeten Aussenrand (9) dieser Stirnflächen geführt sind, und

**dass** der Widerstandskörper (1) eine von jeder dieser Stirnflächen auf seine Mantelfläche (8) geführte konische Abschrägung (5, 5') aufweist.

11. Varistor, hergestellt durch das Verfahren nach Anspruch 4, der in einem elektrischen Feld vorgegebener Grösse mit mindestens einem hochenergetischen Stromimpuls definierter Amplitude, Form und Dauer belastbar ist, und der einen zylinderförmigen Widerstandskörper (1) aus einem Werkstoff auf der Basis von Metalloxid aufweist sowie zwei jeweils auf einer von zwei parallel zueinander ausgerichteten ersten und zweiten Stirnflächen des zylinderförmigen Widerstandskörpers (1) angeordnete Elektroden (2, 3), **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Elektrode (2) der ersten Stirnfläche bis auf mindestens 500 µm und bis auf höchstens 10 µm an den als Kante ausgebildeten Aussenrand (9) dieser Stirnfläche geführt ist, und **dass** der Widerstandskörper (1) eine von der Elektrode (3) der zweiten Stirnfläche auf seine Mantelfläche (8) geführte konische Abschrägung (5') aufweist.
12. Varistor nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die konische Abschrägung (5, 5') mit der zugeordneten Stirnfläche einen stumpfen Winkel bildet.
13. Varistor nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Winkel 100° bis 150°, vorzugsweise 100° bis 120°, beträgt.

## Claims

1. Method for producing a varistor which, in an electric field of predetermined magnitude, can have at least one high-power current pulse of defined amplitude, form and duration applied to it, and which has a cylindrical resistance body (1) made from a material which is based on metal oxide, and two electrodes (2, 3), each arranged on one of two mutually parallel end faces of the cylindrical resistance body (1), in which method firstly the resistance body is produced and then it is provided with the electrodes (2, 3), **characterized in that** a layer (2, 3) of electrode material is applied to the two end faces, which layer runs to as far as the outer boundary (9), which is designed as a sharp edge, of said end faces, and in **that** then a circular ring (4), which is delimited by the outer boundary (9), runs to as far as the end face of the resistance body (1) and has a width of from 10 to 500 µm, is removed from the layer (2, 3)

containing electrode material.

2. Method for producing a varistor which, in an electric field of predetermined magnitude, can have at least one high-power current pulse of defined amplitude, form and duration applied to it, and which has a cylindrical resistance body (1) made from a material which is based on metal oxide, and two electrodes (2, 3), each arranged on one of two mutually parallel end faces of the cylindrical resistance body (1), in which method firstly the resistance body is produced and then it is provided with the electrodes (2, 3), **characterized in that** a layer (2, 3) of electrode material is applied to the two end faces, which layer runs to as far as the outer boundary (9), which is designed as a sharp edge, of said end faces, and in **that** then the resistance body (1) and each of the two layers (2, 3) of electrode material are bevelled at the outer boundary (9).
3. Method for producing a varistor which, in an electric field of predetermined magnitude, can have at least one high-power current pulse of defined amplitude, form and duration applied to it, and which has a cylindrical resistance body (1) made from a material which is based on metal oxide, and two electrodes (2, 3), each arranged on one of two mutually parallel end faces of the cylindrical resistance body (1), in which method firstly the resistance body is produced and then it is provided with the electrodes (2, 3), **characterized in that** a layer (2, 3) of electrode material is applied to the two end faces, which layer runs to as far as the outer boundary (9), which is designed as a sharp edge, of said end faces, and in **that** then in each case one circular ring (4), which is delimited by the outer boundary (9), runs to as far as the end face of the resistance body (1) and has a width of from 10 to 500 µm, is removed from the layer (2, 3) containing electrode material and then the resistance body (1) is bevelled at the outer boundary (9).
4. Method for producing a varistor which, in an electric field of predetermined magnitude, can have at least one high-power current pulse of defined amplitude, form and duration applied to it, and which has a cylindrical resistance body (1) made from a material which is based on metal oxide, and two electrodes (2, 3), each arranged on one of two mutually parallel end faces of the cylindrical resistance body (1), in which method firstly the resistance body is produced and then it is provided with the electrodes (2, 3), **characterized in that** a layer (2, 3) of electrode material is applied to the two end faces, which layer runs to as far as the outer boundary (9), which is designed as a sharp

edge, of said end faces, and in

**that** then a circular ring (4), which is delimited by the outer boundary (9), runs to as far as the end face of the resistance body (1) and has a width of from 10 to 500  $\mu\text{m}$  is removed from a first (2) of the two layers (2, 3) containing electrode material and the resistance body (1) and the second (3) of the two layers (2, 3) made from electrode material are bevelled at the outer boundary (9).

5. Method according to one of Claim 1 to 4, **characterized in that** the removal of the circular ring (4) or the bevelling is carried out by cutting using a gas or liquid jet (6) which may be laden with an abrasive powder.
6. Method according to one of Claim 2 to 4, **characterized in that** the bevelling is carried out by grinding.
7. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the electrode material is sprayed on.
8. Varistor produced using the method according to Claim 1, which, in an electric field of predetermined magnitude, can have at least one high-power current pulse of defined amplitude, form and duration applied to it and which has a cylindrical resistance body (1) made from a material based on metal oxide, and two electrodes (2, 3) which are each arranged on one of two mutually parallel first and second end faces of the cylindrical resistance body (1), **characterized in that** the electrode (2) on the first and the electrode (3) on the second end face run to as far as at least 500  $\mu\text{m}$  and at most 10  $\mu\text{m}$  from the outer boundary (9), which is designed as a sharp edge, of these end faces.
9. Varistor produced using the method according to Claim 2, which, in an electric field of predetermined magnitude, can have at least one high-power current pulse of defined amplitude, form and duration applied to it and which has a cylindrical resistance body (1) made from a material based on metal oxide, and two electrodes (2, 3) which are each arranged on one of two mutually parallel first and second end faces of the cylindrical resistance body (1), **characterized in that** the resistance body (1) has a conical bevel (5) which runs from the electrode (2) of the first and a conical bevel (5') which runs from the electrode (3) of the second end face to the circumferential surface (8) of said resistance body.
10. Varistor produced using the method according to Claim 3, which, in an electric field of predetermined magnitude, can have at least one high-power current pulse of defined amplitude, form and duration applied to it and which has a cylindrical resistance

body (1) made from a material based on metal oxide, and two electrodes (2, 3) which are each arranged on one of two mutually parallel first and second end faces of the cylindrical resistance body (1), **characterized in that** the electrode (2) of the first and the electrode (3) of the second end face run to as far as at least 500  $\mu\text{m}$  and at most 10  $\mu\text{m}$  from the outer boundary (9), which is designed as a sharp edge, of these end faces, and **in that** the resistance body (1) has a conical bevel (5, 5') which runs from each of these end faces to the circumferential surface (8) of said resistance body.

11. Varistor produced using the method according to Claim 4, which, in an electric field of predetermined magnitude, can have at least one high-power current pulse of defined amplitude, form and duration applied to it and which has a cylindrical resistance body (1) made from a material based on metal oxide, and two electrodes (2, 3) which are each arranged on one of two mutually parallel first and second end faces of the cylindrical resistance body (1), **characterized in that** the electrode (2) of the first end face runs to as far as at least 500  $\mu\text{m}$  and at most 10  $\mu\text{m}$  from the outer boundary (9), which is designed as a sharp edge, of this end face, and **in that** the resistance body (1) has a conical bevel (5') which runs from the electrode (3) of the second end face to the circumferential surface (8) of said resistance body.
12. Varistor according to Claims 9 to 11, **characterized in that** the conical bevel (5, 5') forms an obtuse angle with the associated end face.
13. Varistor according to Claim 12, **characterized in that** the angle is 100° to 150°, preferably 100° to 120°.

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'une varistance qui, dans un champ électrique de niveau prédéfini, peut supporter au moins une impulsion de courant de haute énergie dont l'amplitude, la forme et la durée sont définies, et qui présente un corps cylindrique de résistance (1) en un matériau à base d'oxyde métallique ainsi que deux électrodes (2, 3) dont chacune est agencée sur l'une des deux surfaces frontales du corps cylindrique de résistance (1) orientées parallèlement l'une à l'autre, dans lequel on produit d'abord le corps de résistance et on le munit ensuite des électrodes (2, 3),  
**caractérisé en ce que** sur chacune des deux surfaces frontales, on applique une couche (2, 3) de matériau d'électrode qui s'étend jusque sur leur bord extérieur (9)

configuré comme chant et qu'ensuite chaque couronne (4) délimitée par le bord extérieur (9) qui s'étend jusqu'à la surface frontale du corps de résistance (1) et dont la largeur est comprise entre 10 et 500  $\mu\text{m}$  est retirée de la couche (2, 3) de matériau d'électrode.

2. Procédé de fabrication d'une varistance qui, dans un champ électrique de niveau prédéfini, peut supporter au moins une impulsion de courant de haute énergie dont l'amplitude, la forme et la durée sont définies, et qui présente un corps cylindrique de résistance (1) en un matériau à base d'oxyde métallique ainsi que deux électrodes (2, 3) dont chacune est agencée sur l'une des deux surfaces frontales du corps cylindrique de résistance (1) orientées parallèlement l'une à l'autre, dans lequel on produit d'abord le corps de résistance et on le munit ensuite des électrodes (2, 3),

**caractérisé**

**en ce que** sur chacune des deux surfaces frontales, on applique une couche (2, 3) de matériau d'électrode qui s'étend jusque sur leur bord extérieur (9) configuré comme chant et qu'ensuite le corps de résistance (1) et également chacune des deux couches (2, 3) de matériau d'électrode sont chanfreinés sur le bord extérieur (9).

3. Procédé de fabrication d'une varistance qui, dans un champ électrique de niveau prédéfini, peut supporter au moins une impulsion de courant de haute énergie dont l'amplitude, la forme et la durée sont définies, et qui présente un corps cylindrique de résistance (1) en un matériau à base d'oxyde métallique ainsi que deux électrodes (2, 3) dont chacune est agencée sur l'une des deux surfaces frontales du corps cylindrique de résistance (1) orientées parallèlement l'une à l'autre, dans lequel on produit d'abord le corps de résistance et on le munit ensuite des électrodes (2, 3),

**caractérisé**

**en ce que** sur chacune des deux surfaces frontales, on applique une couche (2, 3) de matériau d'électrode qui s'étend jusque sur leur bord extérieur (9) configuré comme chant et qu'ensuite chaque couronne (4) délimitée par le bord extérieur (9) qui s'étend jusqu'à la surface frontale du corps de résistance (1) et dont la largeur est comprise entre 10 et 500  $\mu\text{m}$  est retirée de la couche (2, 3) de matériau d'électrode et ensuite le corps de résistance (1) est chanfreiné sur le bord extérieur (9).

4. Procédé de fabrication d'une varistance qui, dans un champ électrique de niveau prédéfini, peut supporter au moins une impulsion de courant de haute énergie dont l'amplitude, la forme et la durée sont

définies, et qui présente un corps cylindrique de résistance (1) en un matériau à base d'oxyde métallique ainsi que deux électrodes (2, 3) dont chacune est agencée sur l'une des deux surfaces frontales du corps cylindrique de résistance (1) orientées parallèlement l'une à l'autre, dans lequel on produit d'abord le corps de résistance et on le munit ensuite des électrodes (2, 3),

**caractérisé**

**en ce que** sur chacune des deux surfaces frontales, on applique une couche (2, 3) de matériau d'électrode qui s'étend jusque sur leur bord extérieur (9) configuré comme chant et qu'ensuite une couronne (4) délimitée par le bord extérieur (9) qui s'étend jusqu'à la surface frontale du corps de résistance (1) et dont la largeur est comprise entre 10 et 500  $\mu\text{m}$  est retirée d'une première (2) des deux couches (2, 3) de matériau d'électrode, le corps de résistance (1) et la deuxième des deux couches (3) de matériau d'électrode étant chanfreinés sur le bord extérieur (9).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le retrait de la couronne (4) ou le chanfreinage par découpage sont effectués avec un jet (6) de liquide ou de gaz éventuellement chargé d'une poudre abrasive.

6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** le chanfreinage est effectué par meulage.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le matériau d'électrode est déposé par pulvérisation.

8. Varistance fabriquée par le procédé selon la revendication 1, qui, dans un champ électrique de niveau prédéfini, peut supporter au moins une impulsion de courant de haute énergie dont l'amplitude, la forme et la durée sont définies, et qui présente un corps cylindrique de résistance (1) en un matériau à base d'oxyde métallique ainsi que deux électrodes (2, 3) dont chacune est agencée sur l'une parmi une première surface frontale et une deuxième surface frontale du corps cylindrique de résistance (1) orientées parallèlement l'une à l'autre,

**caractérisée**

**en ce que** l'électrode (2) de la première et l'électrode (3) de la deuxième surface frontale s'étendent au moins jusqu'à 500  $\mu\text{m}$  et au plus jusqu'à 10  $\mu\text{m}$  du bord extérieur (9) de cette surface frontale configuré comme chant.

9. Varistance fabriquée par le procédé selon la revendication 2, qui, dans un champ électrique de niveau prédéfini, peut supporter au moins une impulsion de courant de haute énergie dont l'amplitude, la for-

me et la durée sont définies, et qui présente un corps cylindrique de résistance (1) en un matériau à base d'oxyde métallique ainsi que deux électrodes (2, 3) dont chacune est agencée sur l'une parmi une première surface frontale et une deuxième surface frontale du corps cylindrique de résistance (1) orientées parallèlement l'une à l'autre,

**caractérisée**

**en ce que** le corps de résistance (1) présente un chanfrein conique (5) qui s'étend de l'électrodes (2) de la première et un chanfrein conique (5') qui s'étend de l'électrode (3) de la deuxième surface frontale jusque sur sa surface d'enveloppe (8).

10. Varistance fabriquée par le procédé selon la revendication 3, qui, dans un champ électrique de niveau prédéfini, peut supporter au moins une impulsion de courant de haute énergie dont l'amplitude, la forme et la durée sont définies, et qui présente un corps cylindrique de résistance (1) en un matériau à base d'oxyde métallique ainsi que deux électrodes (2, 3) dont chacune est agencée sur l'une parmi une première surface frontale et une deuxième surface frontale du corps cylindrique de résistance (1) orientées parallèlement l'une à l'autre,

**caractérisée**

**en ce que** l'électrode (2) de la première et l'électrode (3) de la deuxième surface frontale s'étendent au moins jusqu'à 500 µm et au plus jusqu'à 10 µm du bord extérieur (9) de cetttes surfaces frontales configuré comme chant et en ce que le corps cylindrique de résistance (1) présente un chanfrein conique (5, 5') qui s'étend de chaque de cetttes surfaces frontales jusque sur sa surface d'enveloppe (8).

11. Varistance fabriquée par le procédé selon la revendication 4, qui, dans un champ électrique de taille prédéfinie, peut supporter au moins une impulsion de courant de haute énergie dont l'amplitude, la forme et la durée sont définies et qui présente un corps cylindrique de résistance (1) en un matériau à base d'oxyde métallique ainsi que deux électrodes (2, 3) dont chacune est agencée sur l'une parmi une première surface frontale et une deuxième surface frontale du corps cylindrique de résistance (1) orientées parallèlement l'une à l'autre,

**caractérisée**

**en ce que** l'électrode (2) de la première surface frontale s'étend au moins jusqu'à 500 µm et au plus jusqu'à 10 µm du bord extérieur (9) de cette surface frontale, configuré comme chant et

**en ce que** le corps de résistance (1) présente un chanfrein conique (5') qui s'étend de l'électrode (3) de la deuxième surface frontale jusque sur sa surface d'enveloppe (8).

12. Varistance selon les revendications 9 à 11, **caractérisée en ce que** le chanfrein conique (5, 5') forme

un angle obtus avec la surface frontale associée.

13. Varistance selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** l'angle est compris entre 100° et 150° et de préférence entre 100° et 120°.

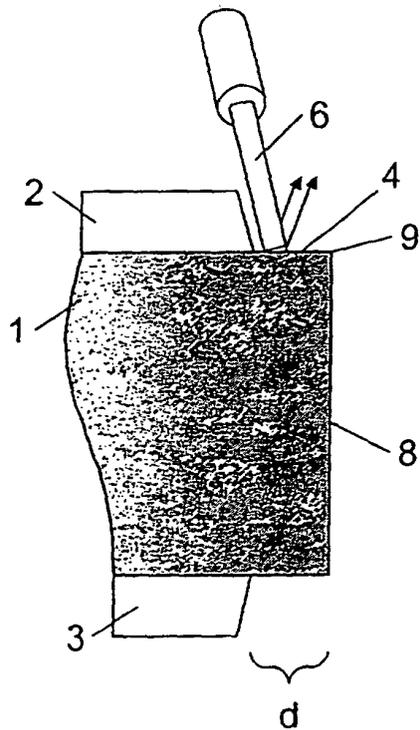
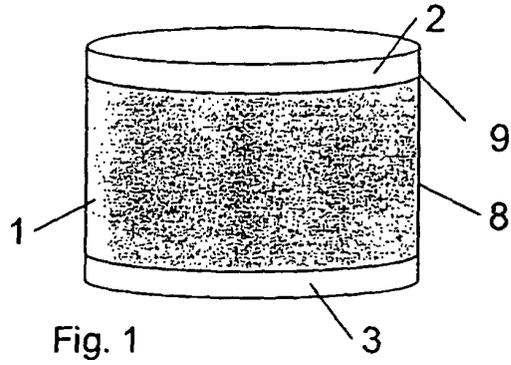


Fig. 2

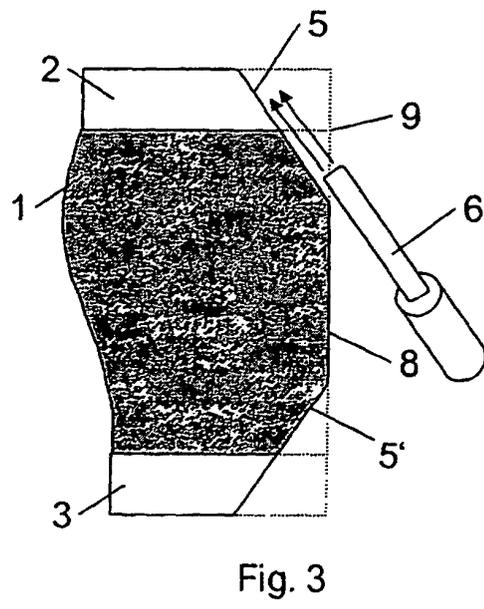


Fig. 3

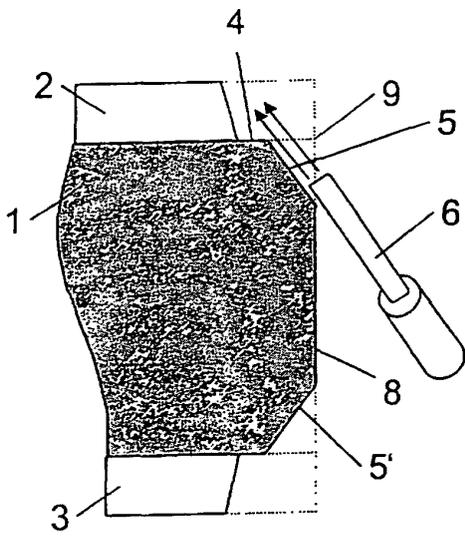


Fig. 4

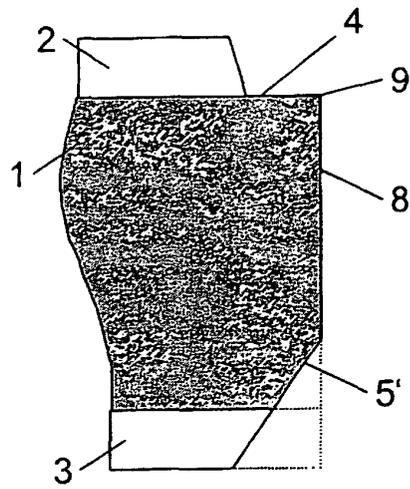


Fig. 5