(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 200 970 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.10.2004 Patentblatt 2004/43

(21) Anmeldenummer: **00956063.2**

(22) Anmeldetag: **06.07.2000**

(51) Int Cl.[7]: **H01C 7/105**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2000/002204

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/003148 (11.01.2001 Gazette 2001/02)

(54) **VIELSCHICHTVARISTOR NIEDRIGER KAPAZITÄT**

LOW CAPACITY MULTILAYER VARISTOR

VARISTOR MULTICOUCHE DE FAIBLE CAPACITE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorität: **06.07.1999 DE 19931056**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.05.2002 Patentblatt 2002/18

(73) Patentinhaber: **EPCOS AG**
81669 München (DE)

(72) Erfinder:
- **GREIER, Günther**
  A-8042 Graz-St. Peter (AT)
- **ZÖDL, Heinrich**
  A-8530 Deutschlandsberg (AT)
- **ENGEL, Günter**
  A-8430 Leibnitz (AT)
- **SPERLICH, Reinhard**
  D-83059 Kolbermoor (DE)

(74) Vertreter: **Epping Hermann & Fischer**
Ridlerstrasse 55
80339 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 857 174 **US-A- 5 245 309**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 11, 30. September 1998 (1998-09-30) & JP 10 163008 A (MURATA MFG CO LTD), 19. Juni 1998 (1998-06-19)**

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

EP 1 200 970 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Vielschichtvaristor niedriger Kapazität mit einem Keramikkörper und zwei Anschlüssen, die im Abstand voneinander auf dem Keramikkörper aufgebracht sind. Unter "niedriger Kapazität" soll dabei ein Kapazitätswert verstanden werden, der insbesondere kleiner als 10 pF ist.

[0002] Bisher werden zum elektrostatischen bzw. ESD-Schutz von Hochfrequenzschaltungen und Datenleitungen bevorzugt Funkenstrekken eingesetzt, die beispielsweise durch zwei einander gegenüberliegende Spitzen einer Leiterbahn realisiert werden können. Bei Auftreten einer für eine zu schützende Hochfrequenzschaltung oder Datenleitung unzulässig hohen Spannung zündet die Funkenstrecke zwischen den beiden gegenüberliegenden Spitzen der Leiterbahn, so daß diese unzulässig hohe Spannung nicht an der Hochfrequenzschaltung bzw. Datenleitung anliegt.

[0003] Das Zünden der Funkenstrecke läuft entsprechend bestimmten physikalischen Gesetzen ab, bei denen speziell die sogenannte Gasentladungskennlinie durchlaufen werden muß. Dieser Vorgang erfordert eine bestimmte Zeitdauer, so daß allein die Zeit, die zum Ionisieren der Funkenstrecke benötigt wird, in der Regel länger als die Anstiegszeit eines ESD-Impulses ist, welche in der Größenordnung von 700 ps liegen kann.

[0004] Dies bedeutet zusammenfassend, daß Funkenstrecken infolge ihrer Trägheit als ESD-Schutz von Hochfrequenzschaltungen oder Datenleitungen mit Nachteilen behaftet sind.

[0005] Vielschichtvaristoren zeichnen sich gegenüber Funkenstrecken durch eine erheblich kürzere Ansprechzeit aus: so liegt die Ansprechzeit von Vielschichtvaristoren in der Größenordnung von 500 ps, was um etwa einen Faktor 2 niedriger als die Ansprechzeit von Funkenstrecken ist. Dennoch werden bisher Vielschichtvaristoren als ESD-Schutz von Hochfrequenzschaltungen bzw. Datenleitungen nicht eingesetzt, was auf den laminaren Aufbau der Vielschichtvaristoren zurückzuführen ist. Dieser laminare Aufbau führt nämlich zu parasitären Kapazitäten, welche den Einsatz von Vielschichtvaristoren in Hochfrequenzschaltungen mit Frequenzen über 100 MHz nicht möglich macht. Solche Hochfrequenzschaltungen sind beispielsweise hochfrequente Eingangsschaltungen, wie Antenneneingänge usw.

[0006] US 4 675 644 A beschreibt einen Vielschichtvaristor mit Anschlüßen und einem Keramikkörper der mit Innenelektroden versehen ist, die kammartig von den beiden Anschlüßen ausgehen.

[0007] Die Fig. 13 bis 15 zeigen einen bestehenden Vielschichtvaristor in Perspektive (vgl. Fig. 13), im Schnitt (vgl. Fig. 14) bzw. in einer Gesamtdarstellung mit nach außen geführten Innenelektroden (vgl. Fig. 15).

[0008] Bei diesem Vielschichtvaristor ist ein Keramikkörper 1 an zwei gegenüberliegenden Seiten mit Anschlüssen 8 versehen, von denen jeweils Innenanschlüsse 7 ausgehen, die sich im Keramikkörper 1 im Abstand voneinander überlappen. In den Überlappungsbereichen werden dabei aktive Zonen 9 gebildet, während außerhalb der Überlappungsbereiche 9 Isolationszonen 11 entstehen.

[0009] Fig. 15 zeigt ein Element des Vielschichtvaristors von Fig. 14: eine Schicht des Keramikkörpers 1 ist zwischen zwei Innenelektroden 7 gelegt, welche auf dieser Schicht jeweils metallisierte Oberflächen 12 bilden.

[0010] Derartige bestehende Vielschichtvaristoren sind als ESD-Schutz von Hochfrequenzschaltungen und Datenleitungen infolge ihrer Kapazität wenig geeignet. Diese Kapazität wird bei einem gegebenen Keramikmaterial mit einer festgelegten Dielektrizitätskonstanten ε bestimmt von der Fläche der Innenelektroden 7 bzw. der Anschlüsse 8, der Anzahl der Schichten des Keramikkörpers 1 zwischen den Innenelektroden 7, also der Anzahl der aktiven Zonen 9 und der sich aufgrund der gewünschten Betriebsspannung ergebenden Dikken der Keramikschichten bzw. aktiven Zonen 9.

[0011] Bisher in derartiger Technologie hergestellte Vielschichtvaristoren haben Kapazitäten in der Größenordnung von wenigstens 30 bis 50 pF, was den Einsatz solcher Vielschichtvaristoren für den ESD-Schutz von beispielsweise empfindlichen Antenneneingängen trotz seiner niedrigen Ansprechzeit ausschließt.

[0012] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Vielschichtvaristor zu schaffen, der sich durch eine derart niedrige Kapazität auszeichnet, daß er ohne weiteres zum ESD-Schutz bei Hochfrequenzschaltungen, wie insbesondere Antenneneingängen, verwendet werden kann.

[0013] Diese Aufgabe wird bei einem Vielschichtvaristor niedriger Kapazität gemäß Anspruch 1 gelöst. Zweckmäßigerweise ist dabei der Keramikkörper mit Innenelektroden versehen, die kammartig von den beiden Anschlüssen ausgehen, so daß sich in der Richtung zwischen den beiden Anschlüssen die Enden der Elektroden mit einem Gap, bzw. Abstand, gegenüberliegen.

[0014] Bei dem erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor werden also die Innenelektroden insbesondere kammartig angeordnet, so daß sich die Elektroden von den beiden Anschlüssen nicht mehr überlappen, sondern vielmehr einander mit ihren Enden gegenüberliegen. Über den Abstand dieser sich gegenüberliegenden Enden der Elektroden, das sogenannte "Gap", wird die damit niedrige Kapazität des Vielschichtvaristors festgelegt. Bei gleichbleibendem bzw. nahezu gleichbleibendem Gap kann durch serielle Anordnung der Gaps die Kapazität weiter reduziert werden. Im Grenzfall läßt sich sogar die Varistorspannung weiter erhöhen und die Kapazität verkleinern, wenn auf Innenelektroden vollständig verzichtet wird. Der in diesem Grenzfall vorhandene Einfluß der Anschlüsse bzw. Außenterminierung auf die Varistorspannung und die Kapazität läßt sich durch das Aufbringen einer zusätzlichen Passivierungs-

schicht eliminieren, so daß mit einem solchen Ausführungsbeispiel die für ein gegebenes Volumen maximale Varistorspannung bei minimaler Kapazität erzielt werden kann.

[0015] Die Innenelektroden können mit unterschiedlicher Elektrodenlänge gestaltet werden. Außerdem ist es möglich, die Spitzen der Innenelektroden unterschiedlich voneinander auszuformen.

[0016] Durch sich nicht überlappende Innenelektroden läßt sich bei dem erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor der Elektrodenabstand erheblich vergrößern, was zu einer entsprechenden Reduzierung der Kapazität führt. Infolge der sich gegenüberliegenden Innenelektroden wird auch die Stromdurchflußrichtung bei dem erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor gegenüber dem bestehenden Vielschichtvaristor verändert, und es wird so eine drastische Erhöhung der Varistorspannung ermöglicht.

[0017] Versuche der Erfinder haben ergeben, daß bei dem erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor durch die angegebene Anordnung der Innenelektroden der Stromdichteverlauf positiv beeinflußt werden kann. Es ist somit möglich, einen Vielschichtvaristor mit nichtlinearer Spannungs/Strom-Kennlinie herzustellen, der bei Spannungen von beispielsweise 300 V und darüber hochohmig ist.

[0018] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine prinzipielle Darstellung eines Vielschichtvaristors in Perspektive zur Festlegung der jeweiligen Richtungen,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit kammartiger Innenelektrodenanordnung,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit kammartiger Innenelektrodenanordnung mit unterschiedlicher Elektrodenlänge,

Fig. 4 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit kammartiger Innenelektrodenanordnung mit serieller Ausführung von Gaps,

Fig. 5 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit kammartiger Innenelektrodenanordnung mit serieller Ausführung von Gaps und Versatz der Innenelektroden zueinander,

Fig. 6 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors ohne Innenelektroden,

Fig. 7 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors ohne Innenelektroden mit einer auf dem Keramikkörper aufgetragenen Passivierungsschicht,

Fig. 8 einen zu dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 ähnlichen Vielschichtvaristor mit geraden Elektrodenspitzen,

Fig. 9 einen Schnitt DD durch den Vielschichtvaristor von Fig. 8,

Fig. 10 einen Schnitt DD durch einen erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor mit konkaven Elektrodenspitzen,

Fig. 11 einen Schnitt DD durch einen erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor mit konvexen Elektrodenspitzen,

Fig. 12 einen Schnitt DD durch den erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor mit spitzen Elektrodenspitzen und

Fig. 13-15 Darstellungen zur Erläuterung eines bestehenden Vielschichtvaristors.

[0019] Die Fig. 13 bis 15 sind bereits eingangs erläutert worden.

[0020] In den Figuren sind einander entsprechende Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0021] Fig. 1 zeigt schematisch einen Vielschichtvaristor mit einem Keramikkörper einer Länge 1, einer Breite b und einer Höhe h, bei dem ein Strom in Richtung BB zwischen zwei (nicht dargestellten) Anschlüssen fließt. Eine Richtung CC bzw. DD verläuft senkrecht zu der Richtung BB.

[0022] Die Fig. 2 bis 8 zeigen schematische Schnitte BB verschiedener Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors, während in den Fig. 9 bis 12 schematische Schnitte DD des erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit unterschiedlichen Elektrodenspitzen dargestellt sind. Diese unterschiedlichen Elektrodenspitzen können speziell bei einem Vielschichtvaristor entsprechend den Ausführungsbeispielen der Fig. 2 und 8 angewandt werden. Jedoch ist es auch möglich, solche unterschiedlichen Elektrodenspitzen bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 3 bis 5 vorzusehen.

[0023] Der erfindungsgemäße Vielschichtvaristor zeichnet sich durch einen Vielschichtaufbau in Folientechnologie aus, bei dem verschiedene Schichten mit und ohne Innenelektroden übereinander gelegt sind und den Keramikkörper 1 bilden, auf dessen beide Enden in Richtung BB (vgl. Fig. 1) metallische Anschlüsse 2, 3 aus Aluminium oder auch anderen Materialien aufgebracht sind. Das Auftragen der Anschlüsse 2, 3 kann beispielsweise durch Aufdampfen erfolgen.

[0024] Fig. 2 zeigt nun ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit Innenelektroden 4, 5 in einem Keramikkörper 1. Die Innenelektroden 4 sind dabei mit dem Anschluß 2 verbunden, während die Innenelektroden 5 in Verbindung mit dem Anschluß 3 stehen. Die Enden der Innenelektroden 4 sind dabei unter einem Abstand bzw. "Gap" d von den Enden der Innenelektroden 5 vorgesehen. Die Innenelektroden 4, 5 sind jeweils kammartig angeordnet, so daß sich die Innenelektroden von den beiden Anschlüssen 4, 5 unter dem Abstand d gegenüberliegen. Durch diesen Abstand bzw. Gap d wird die niedrige Kapazität des Vielschichtvaristors festgelegt.

[0025] Infolge dieser niedrigen Kapazität kann der erfindungsgemäße Vielschichtvaristor ohne weiteres als ESD-Schutz von beispielsweise empfindlichen Antenneneingängen in SMD-Bauweise (SMD = "surface mounted device") geeignet.

[0026] Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 weisen die Innenelektroden 4, 5 jeweils die gleiche Länge auf. Dies muß nicht notwendig so sein. Vielmehr ist es möglich, die Innenelektroden 4, 5 mit unterschiedlicher Länge auszugestalten, wie dies bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3 vorgesehen ist. Hier haben die in der Mitte des Keramikkörpers 1 gelegenen Innenelektroden eine größere Länge als Innenelektroden am Rand des Keramikkörpers 1.

[0027] Bei gleichbleibender Länge des Gaps d kann durch serielle Anordnung dieser Gaps die Kapazität des Vielschichtvaristors weiter reduziert werden, wie dies in dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4 gezeigt ist. Hier haben die einzelnen Gaps zwischen Innenelektroden 10 ebenfalls die Länge d; die Innenelektroden 10 sind aber im Innern des Keramikkörpers 1 mehrmals unterbrochen, so daß lediglich diejenigen Innenelektroden 10, die an die Anschlüsse 2, 3 angrenzen, mit diesen verbunden sind, während die übrigen Innenelektroden elektrisch von diesen Anschlüssen und anderen Innenelektroden getrennt sind, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist. Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4 sind insgesamt vier Gaps zwischen den Innenelektroden 10 vorgesehen. Dies braucht nicht notwendig so zu sein: vielmehr ist es auch möglich, gegebenenfalls mehr als vier oder weniger als vier Gaps zwischen den einzelnen Reihen von Innenelektroden 10 vorzusehen.

[0028] Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors, das dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4 insoweit gleicht, als hier ebenfalls mehrere Reihen von Innenelektroden 10 insgesamt vier Gaps bilden. Im Unterschied vom Ausführungsbeispiel der Fig. 4 sind aber beim Ausführungsbeispiel der Fig. 5 die Innenelektroden 10 unter einem Versatz zueinander angeordnet. Das heißt, in der Richtung DD liegen die Innenelektroden 10 verschiedener Reihen auf einem unterschiedlichen Niveau. Durch eine derartige Gestaltung der Innenelektroden 10 kann eine weitere Reduzierung der Kapazität erreicht werden.

[0029] Im Grenzfall läßt sich die Varistorspannung weiter erhöhen und die Kapazität des Vielschichtvaristors verkleinern, indem vollständig auf Innenelektroden verzichtet wird, wie dies bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 6 gezeigt ist, in welchem lediglich die Anschlüsse 2, 3 auf den Keramikkörper 1 in Vielschichtaufbau aufgetragen sind. Der bei einem derartigen Aufbau vorhandene Einfluß der Außenterminierung durch die Anschlüsse 2, 3 auf die Varistorspannung und die Kapazität des Vielschichtvaristors kann durch Auftragen einer zusätzlichen Passivierungsschicht 6 eliminiert werden, wie dies in dem Ausführungsbeispiel von Fig. 7 gezeigt ist. Durch eine derartige Gestaltung läßt sich, bezogen auf ein Einheitsvolumen, eine maximale Varistorspannung bei einer minimalen Kapazität erzielen.

[0030] Wesentlich an der Erfindung ist die Vergrößerung des Elektrodenabstandes durch Verzicht auf Innenelektroden bzw. durch Verwendung von sich nicht überlappenden Innenelektroden. Durch die dadurch bedingte Änderung der Stromdurchflußrichtung im Keramikkörper läßt sich eine bedeutende Erhöhung der Varistorspannung bei gegebenem Volumen erzielen. Außerdem wird dabei die Kapazität bei diesem Volumen stark vermindert, so daß Kapazitätswerte unterhalb von 10 pF erreichbar sind.

[0031] Die Innenelektrodenspitzen können verschieden gestaltet werden, wie dies in den Ausführungsbeispielen der Fig. 9 bis 12 gezeigt sind, welche Schnitte in der Ebene BC bzw. Draufsichten aus der Richtung DD (vgl. Fig. 1) speziell auf die Vielschichtvaristoren der Fig. 2 und 8 veranschaulichen: Fig. 8 zeigt dabei ein Ausführungsbeispiel, das dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 insoweit gleicht, als Innenelektroden gleicher Länge vorgesehen sind. Dies braucht aber nicht notwendig so zu sein. Vielmehr ist es auch möglich, bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 8 Innenelektroden unterschiedlicher Länge vorzusehen, wie dies bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3 der Fall ist.

[0032] Es ist nun möglich, für die Innenelektroden 4, 5 gerade Elektrodenspitzen (vgl. Fig. 9), konkave Elektrodenspitzen (vgl. Fig. 10), konvexe Elektrodenspitzen (vgl. Fig. 11) oder "spitze" Elektrodenspitzen (vgl. Fig. 12) vorzusehen. Diese verschiedenen Gestaltungen der Elektrodenspitzen können gegebenenfalls auch bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 4 und 5 zur Anwendung gelangen, so daß hier die Innenelektroden 10 in ähnlicher Weise wie die Innenelektroden 4, 5 zu gestalten sind.

[0033] Bei dem erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor kann durch die Anordnung der Innenelektroden der Verlauf der Stromdichte zwischen den beiden Anschlüssen 2, 3 günstig beeinflußt werden, so daß infolge des durch die Folientechnologie bedingten Vielschichtaufbaues ein Bauelement mit nichtlinearer Spannungs/Strom-Kennlinie hergestellt werden kann, das bei Spannungen von etwa 300 V hochohmig ist.

Patentansprüche

1. Vielschichtvaristor mit den Merkmalen

   - ein Keramikkörper (1) ist in Folientechnologie aufgebaut,
   - zwei Anschlüssen (2, 3) sind im Abstand voneinander auf dem Keramikkörper (1) aufgebracht,
   - der Keramikkörper (1) ist mit Innenelektroden (4, 5; 10) versehen, die kammartig von den beiden Anschlüssen (2, 3) ausgehen, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich in der Richtung zwischen den beiden Anschlüssen (2, 3) die Enden der Innenelektroden (4, 5; 10) mit einem Abstand (d) gegenüberliegen.

2. Vielschichtvaristor nach Anspruch 1,
   bei dem die Innenelektroden (4, 5; 10) mit unterschiedlicher Elektrodenlänge gestaltet sind.

3. Vielschichtvaristor nach Anspruch 1 oder 2,
   bei dem die Innenelektroden (4, 5; 10) mehrere Abstände in serieller Anordnung bilden.

4. Vielschichtvaristor nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
   bei dem die Spitzen der Innenelektroden (4, 5; 10) unterschiedlich ausgeformt sind.

5. Vielschichtvaristor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
   bei dem auf dem Keramikkörper eine Passivierungsschicht (6) vorgesehen ist.

Claims

1. Multilayer varistor having the following features:

   - a ceramic body (1) is constructed using film technology,
   - two terminals (2, 3) are applied at a distance from one another on the ceramic body (1),
   - the ceramic body (1) is provided with internal electrodes (4, 5; 10) that proceed from the two terminals (2, 3) in a comb-like manner,

   characterized in that, in the direction between the two terminals (2, 3), the ends of the internal electrodes (4, 5; 10) lie opposite one another with a spacing (d).

2. Multilayer varistor according to Claim 1,
   in which the internal electrodes (4, 5; 10) are configured with different electrode lengths.

3. Multilayer varistor according to Claim 1 or 2,
   in which the internal electrodes (4, 5; 10) form a plurality of spacings in a serial arrangement.

4. Multilayer varistor according to one of Claims 1 to 3,
   in which the tips of the internal electrodes (4, 5; 10) are shaped differently.

5. Multilayer varistor according to one of Claims 1 to 4,
   in which a passivation layer (6) is provided on the ceramic body.

Revendications

1. Varistor multicouche ayant les caractéristiques :

   - un corps (1) en céramique est formé en technologie de feuille,
   - deux bornes sont déposées à distance l'une de l'autre sur le corps (1) en céramique,
   - le corps (1) en céramique est muni d'électrodes (4, 5; 10) intérieures, qui partent à la manière d'un peigne des deux bornes (2, 3), **caractérisé en ce que** les extrémités des électrodes (4, 5; 10) intérieures se font face dans la direction comprise entre les deux bornes (2, 3) à une distance (d).

2. Varistor multicouche suivant la revendication 1,
   dans lequel les électrodes (4, 5; 10) intérieures ont des longueurs différentes.

3. Varistor multicouche suivant la revendication 1 ou 2,
   dans lequel des électrodes (4, 5; 10) intérieures forment plusieurs distances suivant un montage en série.

4. Varistor multicouche suivant l'une des revendications 1 à 3,
   dans lequel les pointes des électrodes (4, 5; 10) intérieures sont conformées différemment.

5. Varistor multicouche suivant l'une des revendications 1 à 4,
   dans lequel il est prévu sur le corps en céramique une couche (6) de passivation.

Fig. 1

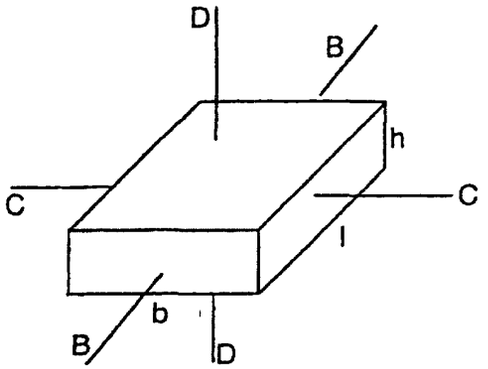


Fig. 2

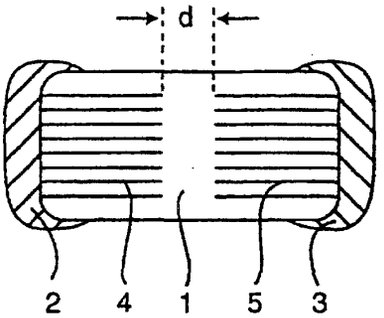


Fig. 3

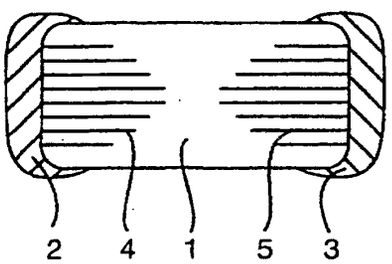


Fig. 4

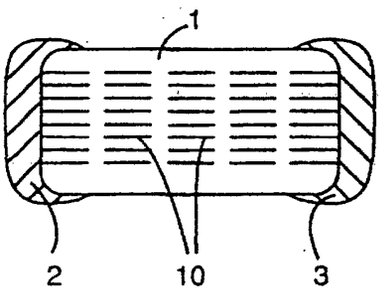


Fig. 5

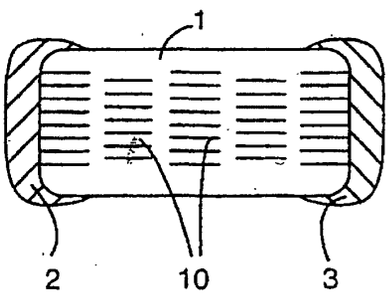


Fig. 6

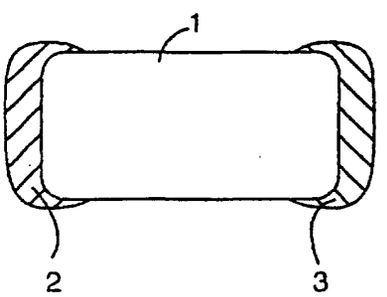


Fig. 7

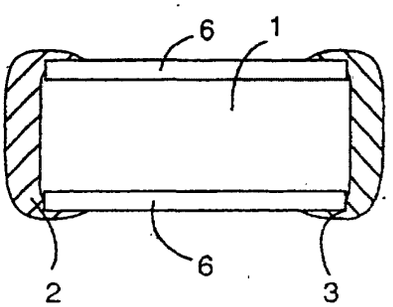


Fig. 8

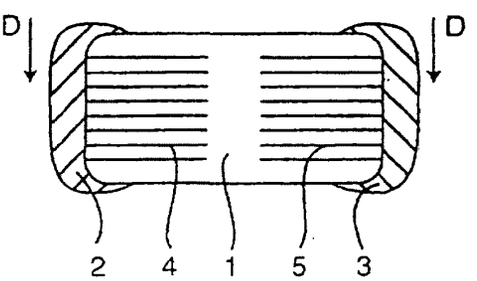


Fig. 9

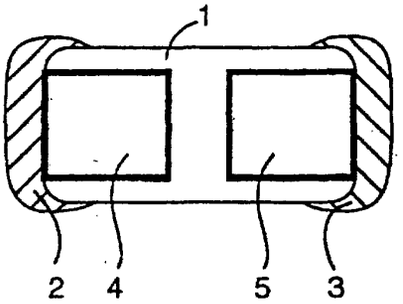


Fig. 10

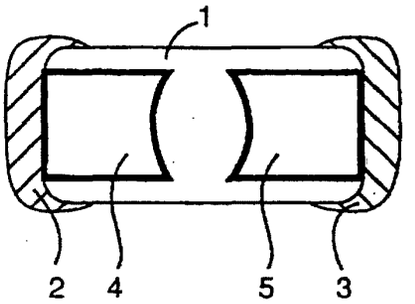


Fig. 11

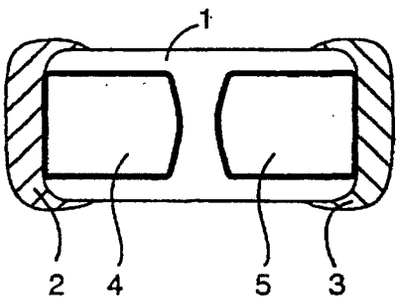


Fig. 12

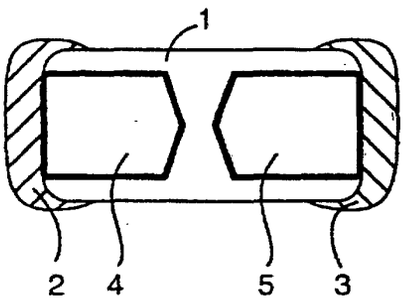


Fig. 13

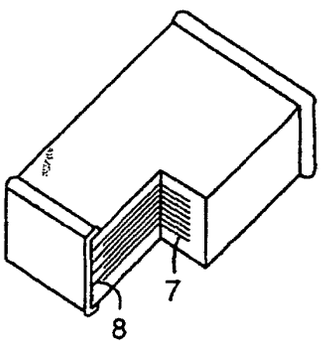


Fig. 14

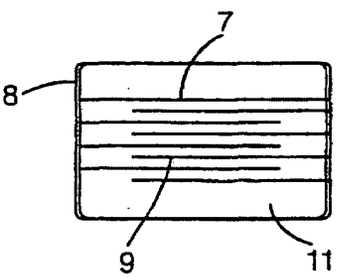


Fig. 15

