

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Januar 2001 (11.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/03148 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01C 7/105**

Deutschlandsberg (AT). **ENGEL, Günter** [AT/AT];
Kapellenweg 38, A-8430 Leibnitz (AT). **SPERLICH,
Reinhard** [DE/DE]; Hölderlinstrasse 4, D-83059 Kolber-
moor (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02204

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Juli 2000 (06.07.2000)

(74) **Anwalt: EPPING HERMANN & FISCHER GBR;**
Postfach 12 10 26, D-80034 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

(30) **Angaben zur Priorität:**
199 31 056.4 6. Juli 1999 (06.07.1999) DE

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53,
D-81541 München (DE).

Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

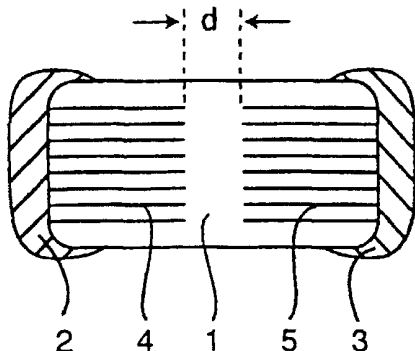
(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): GREIER, Günther**
[AT/AT]; Eichenweg 37, A-8042 Graz-St. Peter (AT).
ZÖDL, Heinrich [AT/AT]; Hauptplatz 14, A-8530

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** LOW CAPACITY MULTILAYER VARISTOR

(54) **Bezeichnung:** VIELSCHICHTVARISTOR NIEDRIGER KAPAZITÄT



(57) **Abstract:** The invention relates to a low capacity multilayer varistor that consists of a ceramic body (1) and two connections (2, 3) that are applied on the ceramic body (1) at a distance to each other. Said ceramic body (1) is configured as a multilayer structure produced by film techniques and preferably comprises internal electrodes (4, 5) whose ends face each other with a gap (d).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Vielschichtvaristor niedriger Kapazität mit einem Keramikkörper (1) und zwei Anschlüssen (2, 3), die im Abstand voneinander auf dem Keramikkörper (1) aufgebracht sind. Der Keramikkörper (1) ist in Folientechnologie mit Vielschichtstruktur aufgebaut und weist vorzugsweise Innenelektroden (4, 5) auf, deren Enden sich mit einem Gap (d) gegenüberliegen.

WO 01/03148 A2

Beschreibung

Vielschichtvaristor niedriger Kapazität

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

Bisher werden zum elektrostatischen bzw. ESD-Schutz von Hoch-
frequenzschaltungen und Datenleitungen bevorzugt Funkenstrek-
ken eingesetzt, die beispielsweise durch zwei einander gegen-
15 überliegende Spitzen einer Leiterbahn realisiert werden kön-
nen. Bei Auftreten einer für eine zu schützende Hochfrequenz-
schaltung oder Datenleitung unzulässig hohen Spannung zündet
die Funkenstrecke zwischen den beiden gegenüberliegenden
Spitzen der Leiterbahn, so daß diese unzulässig hohe Spannung
20 nicht an der Hochfrequenzschaltung bzw. Datenleitung anliegt.

Das Zünden der Funkenstrecke läuft entsprechend bestimmten
physikalischen Gesetzen ab, bei denen speziell die sogenannte
Gasentladungskennlinie durchlaufen werden muß. Dieser Vorgang
25 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.

30 Dies bedeutet zusammenfassend, daß Funkenstrecken infolge ih-
rer Trägheit als ESD-Schutz von Hochfrequenzschaltungen oder
Datenleitungen mit Nachteilen behaftet sind.

Vielschichtvaristoren zeichnen sich gegenüber Funkenstrecken
35 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 An-

sprechzeit 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.

5 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.

10

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).

15

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.

20

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.

25

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 gewünsch-

30

35

ten Betriebsspannung ergebenden Dicken der Keramiksichten bzw. aktiven Zonen 9.

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.

10

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.

15

Diese Aufgabe wird bei einem Vielschichtvaristor niedriger Kapazität mit einem Keramikkörper und zwei Anschlüssen, die im Abstand voneinander auf dem Keramikkörper aufgebracht sind, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Keramikkörper in Folientechnologie mit Vielschichtstruktur aufgebaut ist. 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.

20

25

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

30

35

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
5 durch das Aufbringen einer zusätzlichen Passivierungsschicht eliminieren, so daß mit einem solchen Ausführungsbeispiel die für ein gegebenes Volumen maximale Varistorspannung bei minimaler Kapazität erzielt werden kann.

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

Durch sich nicht überlappende Innenelektroden läßt sich bei
15 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
20 bestehenden Vielschichtvaristor verändert, und es wird so eine drastische Erhöhung der Varistorspannung ermöglicht.

Versuche der Erfinder haben ergeben, daß bei dem erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor durch die angegebene Anordnung
25 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.

30 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,
35

- Fig. 2 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit kammartiger Innenelektrodenanordnung,
- 5 Fig. 3 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit kammartiger Innenelektrodenanordnung mit unterschiedlicher Elektrodenlänge,
- 10 Fig. 4 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit kammartiger Innenelektrodenanordnung mit serieller Ausführung von Gaps,
- 15 Fig. 5 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit kammartiger Innenelektrodenanordnung mit serieller Ausführung von Gaps und Versatz der Innenelektroden zueinander,
- 20 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,
- 25
- Fig. 8 einen zu dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 ähnlichen Vielschichtvaristor mit geraden Elektrodenspitzen,
- 30
- Fig. 9 einen Schnitt DD durch den Vielschichtvaristor von Fig. 8,
- Fig. 10 einen Schnitt DD durch einen erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor mit konkaven Elektrodenspitzen,
- 35

Fig. 11 einen Schnitt DD durch einen erfindungsgemäßen Vielschichtvaristor mit konvexen Elektroden-
spitzen,

5

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

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

Die Fig. 13 bis 15 sind bereits eingangs erläutert worden.

15 In den Figuren sind einander entsprechende Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Vielschichtvaristor mit einem
Keramikkörper einer Länge l , einer Breite b und einer Höhe h ,
20 bei dem ein Strom in Richtung BB zwischen zwei (nicht darge-
stellten) Anschlüssen fließt. Eine Richtung CC bzw. DD ver-
läuft senkrecht zu der Richtung BB.

Die Fig. 2 bis 8 zeigen schematische Schnitte BB verschiede-
25 ner Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Vielschichtva-
ristors, während in den Fig. 9 bis 12 schematische Schnitte
DD des erfindungsgemäßen Vielschichtvaristors mit unter-
schiedlichen Elektroden-
spitzen dargestellt sind. Diese unter-
schiedlichen Elektroden-
spitzen können speziell bei einem
30 Vielschichtvaristor entsprechend den Ausführungsbeispielen
der Fig. 2 und 8 angewandt werden. Jedoch ist es auch mög-
lich, solche unterschiedlichen Elektroden-
spitzen bei den Aus-
führungsbeispielen der Fig. 3 bis 5 vorzusehen.

35 Der erfindungsgemäße Vielschichtvaristor zeichnet sich durch
einen Vielschichtaufbau in Folientechnologie aus, bei dem
verschiedene Schichten mit und ohne Innenelektroden überein-

ander 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.

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.

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.

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.

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 Innen-

elektroden 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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 niedriger Kapazität mit einem Keramikkörper (1), zwei Anschlüssen (2, 3), die im Abstand (d) voneinander auf dem Keramikkörper (1) aufgebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Keramikkörper (1) in Folientechnologie mit Vielschichtstruktur aufgebaut ist.
2. Vielschichtvaristor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Keramikkörper (1) mit Innenelektroden (4, 5; 10) versehen ist, die kammartig von den beiden Anschlüssen (2, 3) ausgehen, so daß sich in der Richtung zwischen den beiden Anschlüssen (2, 3) die Enden der Innenelektroden (4, 5; 10) mit einem Gap gegenüberliegen.
3. Vielschichtvaristor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenelektroden (4, 5; 10) mit unterschiedlicher Elektrodenlänge gestaltet sind.
4. Vielschichtvaristor nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenelektroden (4, 5; 10) mehrere Gaps in serieller Anordnung bilden.
5. Vielschichtvaristor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzen der Innenelektroden (4, 5; 10) unterschiedlich ausgeformt sind.
6. Vielschichtvaristor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Keramikkörper eine Passivierungsschicht (6) vorgesehen ist.

Fig. 1

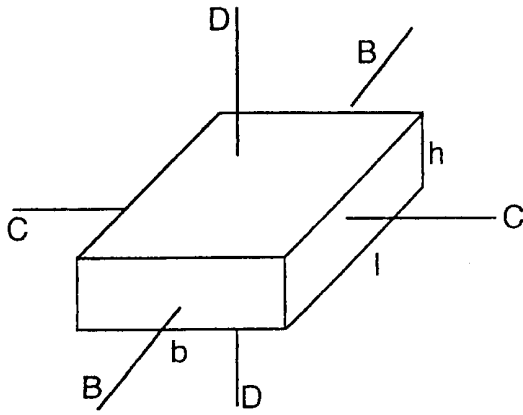


Fig. 2

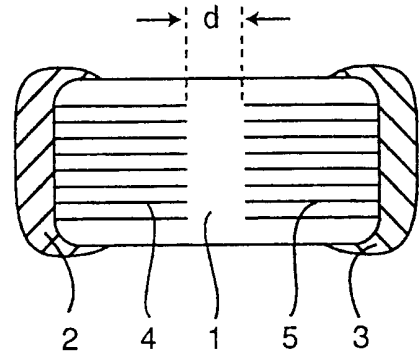


Fig. 3

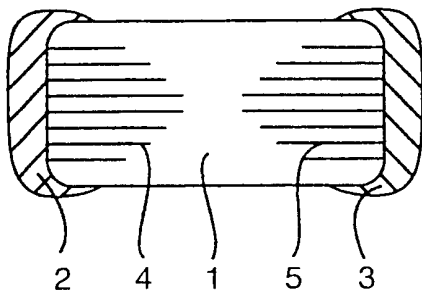


Fig. 4

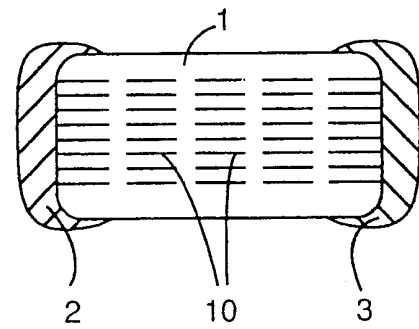


Fig. 5

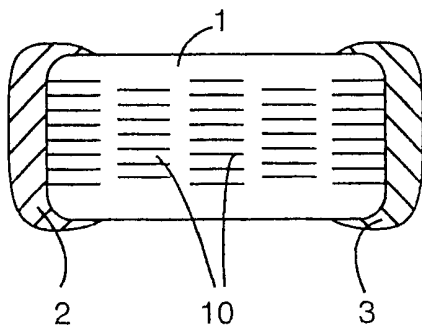


Fig. 6

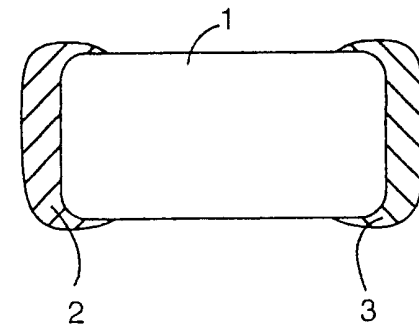


Fig. 7

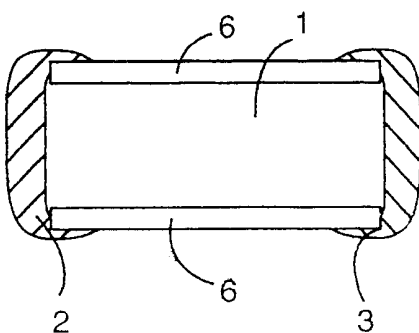


Fig. 8

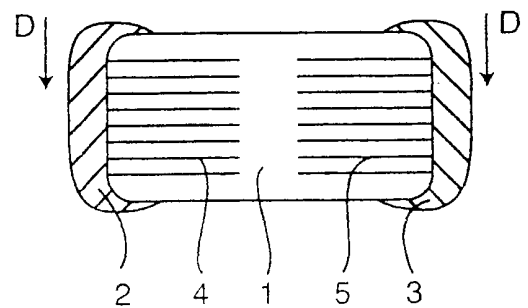


Fig. 9

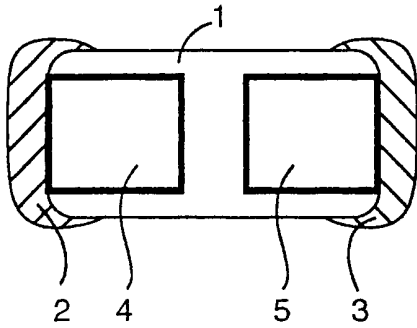


Fig. 10

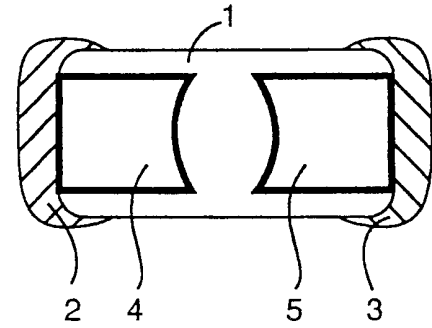


Fig. 11

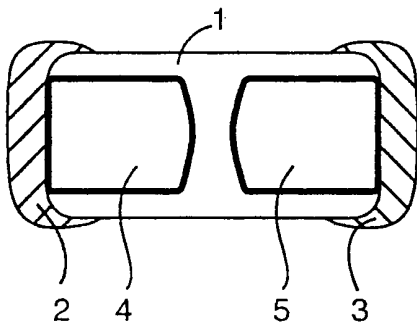


Fig. 12

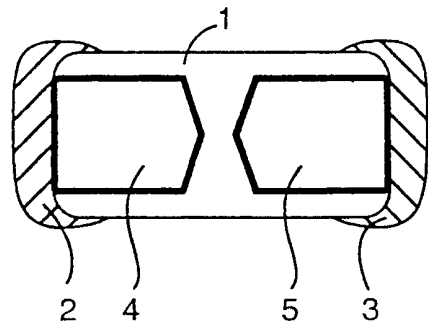


Fig. 13

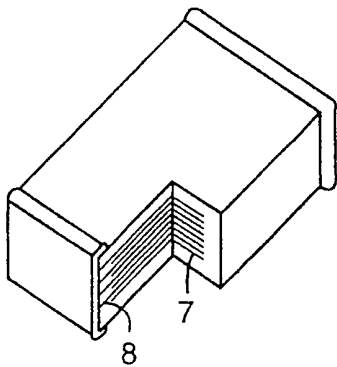


Fig. 14

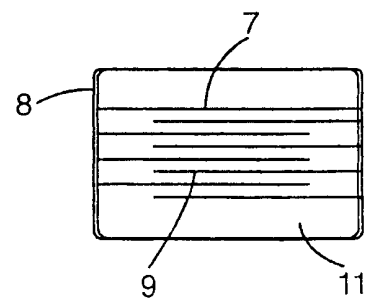


Fig. 15

