

(19)



(11)

EP 1 425 762 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.01.2007 Patentblatt 2007/04

(51) Int Cl.:
H01C 7/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02754524.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2002/002952

(22) Anmeldetag: **12.08.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/028045 (03.04.2003 Gazette 2003/14)

(54) **ELEKTRISCHES VIELSCHICHTBAUELEMENT**

ELECTRICAL MULTI-LAYER COMPONENT

COMPOSANT MULTICOUCHE ELECTRIQUE

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

(30) Priorität: **10.09.2001 DE 10144364**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.06.2004 Patentblatt 2004/24

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

(72) Erfinder:
• **KRUMPHALS, Robert
A-8530 Deutschlandsberg (AT)**

- **PECINA, Axel
A-8530 Deutschlandsberg (AT)**
- **GREIER, Günther
A-8042 Graz-St. Peter (AT)**
- **KÖPPEL, Harald
A-8580 Köflach (AT)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 841 671 EP-A- 1 223 591
DE-A- 3 125 281 GB-A- 570 026
US-A- 4 811 164 US-A- 5 199 791
US-A- 5 495 213 US-A- 5 815 367

EP 1 425 762 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

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektrisches Vielschichtbauelement, was einen Grundkörper mit einem Stapel von übereinanderliegenden keramischen Dielektrikumschichten enthält. Darüber hinaus sind außen am Grundkörper Außenkontakte angeordnet. Im Innern des Grundkörpers ist ein Widerstand angeordnet, der mit den Außenkontakten verbunden ist.

[0002] Vielschichtbauelemente der eingangs genannten Art werden üblicherweise in der sogenannten Multilayer-Technologie hergestellt. Mit Hilfe dieser Technologie lassen sich beispielsweise Vielschichtvaristoren oder auch keramische Kondensatoren herstellen. Um diesen Bauelementen hinsichtlich ihrer Anwendung spezifische Eigenschaften zu verleihen, ist oftmals die Integration eines Widerstandes notwendig. Mittels eines solchen Widerstandes können beispielsweise Eigenschaften, wie das Frequenzverhalten, die Einfügedämpfung oder auch der Verlauf der Klemmenspannung bei einem in einen Varistor eingekoppelten elektrischen Puls in positiver Weise verändert werden. Die bekannten keramischen Bauelemente enthalten zusätzlich zu den Dielektrikumschichten noch elektrisch leitende Elektroden-schichten und bilden so einen Stapel von durch Dielektrikumschichten voneinander getrennten übereinanderliegenden Elektroden-schichten. Solche Stapel können beispielsweise Kondensatoren oder auch Varistoren bilden.

[0003] Aus der Druckschrift US 5,889,445 sind Vielschichtbauelemente der eingangs genannten Art bekannt, bei denen an den beiden Stirnseiten und an zwei Längsseiten des Grundkörpers jeweils ein Außenkontakt angeordnet ist. Diese Bauelemente sind dem Fachmann auch bekannt unter dem Namen "Feedthrough-Bauelemente". Bei dem bekannten Bauelement sind Widerstände integriert, die in Form einer entlang einer rechteckförmigen Bahn aufgedruckten Widerstandspaste zwischen zwei Keramiksichten integriert sind. Sie verbinden einen Außenkontakt des Bauelements mit einer Elektroden-schicht, die zu einem im Bauelement ebenfalls integrierten Kondensator gehört. Die Widerstandsstruktur befindet sich in derselben Ebene wie die zum Aufbau einer Kapazität benötigten Innenelektroden. Dadurch werden gemäß dem Stand der Technik Reihenschaltungen von Kondensatoren und Widerständen in ein Vielschichtbauelement integriert.

[0004] Der bekannte Widerstand hat den Nachteil, daß das den Widerstand bildende Material entlang einer breiten Bahn auf eine Dielektrikumschicht aufgedruckt ist. Dadurch ist es schwierig, große Widerstandswerte, wie sie normalerweise gewünscht werden, zu realisieren. Die Realisierung großer Widerstandswerte wird gemäß dem Stand der Technik dadurch ermöglicht, daß spezielle Widerstandspasten zur Anwendung gelangen. Diese speziellen Widerstandspasten haben jedoch den Nachteil, daß sie die üblicherweise bei der Herstellung von keramischen Bauelementen auftretenden hohen Sintertem-

peraturen > 1000°C nicht aushalten. Demnach ist gemäß dem Stand der Technik das Vielschichtbauelement eingeschränkt auf Keramikmaterialien, die mittels des sogenannten "LTCC-Sinterprozesses" gesintert werden können. Dabei handelt es sich um Keramikmaterialien, die bei niedrigen Temperaturen < 800°C gesintert werden können. Naturgemäß ist entsprechend dieser Anforderung die Auswahl an Keramikmaterialien stark eingeschränkt, was einen weiteren Nachteil des bekannten Vielschichtbauelements bedeutet.

[0005] Aus DE 3125281 A1 ist eine elektrische Bauelementenkombination bekannt, bei der die Deckfläche eines Vielschichtkondensators mit einer Widerstandsbahn versehen ist, die durch Materialabgleich auf den gewünschten Widerstandswert abgleichbar ist und aus einem Material besteht, dessen Temperaturkoeffizient im Hinblick zum Temperaturkoeffizient des Kondensators gegenläufig ist.

[0006] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Vielschichtbauelement anzugeben, das eine hohe Flexibilität bei der Integration von Widerständen in Vielschichtbauelemente ermöglicht.

[0007] Dieses Ziel wird erfindungsgemäß durch ein elektrisches Vielschichtbauelement nach Patentanspruch 1 erreicht. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind den abhängigen Patentansprüchen zu entnehmen.

[0008] Die Erfindung ist mit den Merkmalen des Anspruchs 1 definiert und gibt ein elektrisches Vielschichtbauelement an, das einen Grundkörper umfaßt, welcher einen Stapel von übereinanderliegenden keramischen Dielektrikumschichten enthält. Außen am Grundkörper sind wenigstens zwei Außenkontakte angeordnet. Im Innern des Grundkörpers ist zwischen zwei Dielektrikumschichten ein Widerstand angeordnet, der mit zwei der Außenkontakte kontaktiert ist. Der Widerstand hat die Form einer strukturierten Schicht, welche wenigstens eine mehrfach gekrümmte Bahn als Strompfad zwischen den Außenkontakten bildet.

[0009] Das erfindungsgemäße Vielschichtbauelement hat den Vorteil, daß aufgrund der Strukturierung der den Widerstand bildenden Schicht eine größere Auswahl bei den zu realisierenden Widerstandswerten besteht und daß insbesondere relativ große Widerstandswerte erzielt werden können.

[0010] Bei in Form von gedruckten Bahnen entsprechend der Leiterbahnen-Technologie hergestellten Widerständen kommt es insbesondere auf das Verhältnis von Länge der Bahn zu Breite der Bahn an. Je länger die Bahn ist, desto größer ist auch ihr Widerstand. Umgekehrt gilt, daß mit sinkender Breite der Bahn der Widerstand ansteigt. Ein großes Verhältnis Länge/Breite ist also günstig für die Realisierung eines großen Widerstands. Durch die Ausführung des Widerstands in Form einer strukturierten Schicht kann nun der - insbesondere bei kleinen Bauelement-Größen - zwischen den beiden Außenkontakten nur begrenzt zur Verfügung stehende Platz optimal zur Bildung eines großen Widerstands be-

nutzt werden. Demgegenüber würde eine nicht gekrümmte, lediglich geradlinig zwischen den beiden Außenkontakten verlaufende Widerstandsbahn nur einen sehr kleinen Widerstand erlauben. Zwar wäre es möglich, durch Verändern der Bahnbreite, insbesondere durch Verringerung der Bahnbreite, den Widerstand abzusenken. Jedoch würde eine zu geringe Bahnbreite bedeuten, daß auch die Stromtragfähigkeit des Widerstands gering ist, so daß der Widerstand bei einer entsprechend der Anwendung des Vielschichtbauelements auftretenden pulsartigen Hochstrombelastung oder auch bei dauerhafter Gleichstrombelastung durchschmelzen würde.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Widerstand in einer Ebene des Vielschichtbauelements angeordnet, die frei von elektrisch leitenden Elektrodenschichten ist. Dies bedeutet, daß die gesamte Fläche einer Ebene des Vielschichtbauelements für die Ausbildung des Widerstands zur Verfügung steht. Zusammen mit der mehrfach gekrümmten Bahn kann somit eine optimal große Fläche für die Realisierung eines besonders hohen Widerstands zur Verfügung gestellt werden.

[0012] Das erfindungsgemäße Vielschichtbauelement erlaubt aufgrund der strukturierten Schicht für den Widerstand das Gemeinsamsintern der Dielektrikumschichten mit dem Widerstand in einem einzigen Schritt. Dadurch kann ein monolithischer Körper gebildet werden, wie er für die Verwendung in der Multilayer-Technologie üblich ist und welcher die üblichen Vorteile aufweist.

[0013] In Bezug auf die Erzielung besonders großer Widerstände ist es desweiteren vorteilhaft, wenn der Widerstand zwischen den Außenkontakten in Form einer Bahn verläuft, deren Länge mindestens zehnmal größer ist als deren Breite.

[0014] Der Widerstand kann in einer Ausführungsform der Erfindung aus einer geschlossenen Widerstandsschicht gebildet sein, die nachträglich mit Aussparungen versehen ist. Dadurch kann der geradlinige Strompfad zwischen den Außenkontakten unterbrochen werden und der Strom auf mehrmals gekrümmte Bahnen gezwungen werden. Dadurch läßt sich ein hoher Widerstand erzielen.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann der Widerstand auch als mäanderförmige Bahn ausgeführt sein. Eine mäanderförmige Bahn mit einer Vielzahl von Windungen erlaubt die Realisierung eines sehr langen Strompfads entlang der Längsrichtung des Mäanders. Insbesondere kann durch eine Vielzahl von aufeinanderfolgenden, in entgegengesetzte Richtungen ausgeführte Krümmungen ein großer Widerstand realisiert werden.

[0016] Das Widerstandsmaterial kann beispielsweise eine Legierung aus Silber und Palladium enthalten, wobei Palladium einen Gewichtsanteil von 15 bis zu < 100 % an der Legierung aufweist. Es kann auch reines Palladium verwendet werden. Solche Materialien sind in der

Multilayer-Technologie bei der Herstellung von Vielschichtbauelementen bekannt. Bislang wurden aus diesen Materialien jedoch lediglich Elektrodenschichten hergestellt, bei denen es auf eine gute Leitfähigkeit ankommt. Diese Materialien haben den Vorteil, daß sie mit einer Vielzahl von Keramikmaterialien gemeinsam sinterbar sind. Sie weisen zwar keinen ausgesprochen hohen Widerstand auf, durch die erfindungsgemäße Strukturierung kann jedoch der Widerstand hinreichend erhöht werden.

[0017] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Widerstandsmaterial eine Legierung aus Silber und Palladium enthält, wobei Palladium einen Gewichtsanteil zwischen 50 und 70 % an der Legierung aufweist. Durch den hohen Palladiumanteil kann aufgrund der gegenüber Silber schlechteren Leitfähigkeit von Palladium der Widerstand etwa um den Faktor drei erhöht werden.

[0018] Desweiteren kann der Widerstand dadurch erhöht werden, daß der Widerstand aus einem Widerstandsmaterial gebildet ist, das in der strukturierten Schicht einen Flächenwiderstand von mindestens 0,1 Ohm aufweist.

[0019] Der Widerstand des Widerstandsmaterials kann zum Beispiel erhöht werden, indem das Widerstandsmaterial neben einer elektrisch leitenden Komponente noch Zusatzstoffe in einem Anteil von bis zu 70 Vol.-% beigefügt werden. Solche Zusatzstoffe können einen spezifischen Widerstand haben, der wenigstens zehnmal größer ist als der spezifische Widerstand der leitenden Komponente. Dabei ist darauf zu achten, daß die leitenden Bestandteile nicht isoliert in einer Matrix von isolierenden Zusatzstoffen liegen, da dann überhaupt keine Leitfähigkeit mehr vorhanden wäre.

[0020] Als Zusatzstoff kommt beispielsweise Aluminiumoxid (Al_2O_3) in Betracht.

[0021] Eine Legierung von Silber und Palladium mit einem Gewichtsverhältnis Ag/Pd = 70/30 weist für eine Schicht der Dicke 2 μm einen Flächenwiderstand von 0,04 Ω auf. Der Flächenwiderstand ist dabei der spezifische Widerstand des Material dividiert durch die Dicke einer zu betrachtenden Schicht in Form eines Rechtecks. Der Widerstand der Schicht ergibt sich dann durch Multiplikation des Flächenwiderstands mit der Schichtlänge und anschließende Division durch die Schichtbreite. Durch das Herstellen eines Widerstandsmaterials, das 70 Vol.% Al_2O_3 und 30 Vol.-% der genannten Legierung enthält, kann der Flächenwiderstand von 0,04 auf 0,12 Ω erhöht werden.

[0022] Bei der Verwendung eines geeigneten Widerstandsmaterials, ist es möglich, für das Keramikmaterial der Dielektrikumschichten Materialien zu verwenden, deren Sintertemperatur zwischen 950 und 1200°C liegt. Dies hat den Vorteil, daß für das erfindungsgemäße Vielschichtbauelement eine Vielzahl von Keramikmaterialien zur Verfügung steht, wodurch es ermöglicht wird, Bauelemente mit optimalen keramischen Eigenschaften herzustellen.

[0023] Beispielsweise kommen für die Dielektrikum-

schichten Keramikmaterialien auf der Basis von Bariumtitanat in Betracht. Mit Hilfe solcher Keramikmaterialien können beispielsweise Kondensatoren realisiert werden.

[0024] Desweiteren kommt es in Betracht, für die Dielektrikumschichten eine sogenannte "COG"-Keramik zu verwenden. Ein solches Material wäre beispielsweise eine (Sm, Ba) NdTiO₃-Keramik. Neben diesen Klasse 1 Dielektrika kommen auch sog. Klasse 2 Dielektrika, wie z.B. X7R-Keramiken in Betracht.

[0025] Für die Herstellung eines Varistors ist insbesondere Zinkoxid geeignet, gegebenenfalls mit Dotierungen von Praseodym oder Wismutoxid.

[0026] Es besteht desweiteren der Bedarf, die genannten keramischen Bauelemente mit sehr kleinen äußeren Abmessungen herzustellen. Dies erschwert die Realisierung großer Widerstände zusätzlich, da nur sehr kurze geradlinige Widerstandsbahnen dadurch ermöglicht werden. Durch die erfindungsgemäßen Struktur des Widerstands können jedoch hinreichend hohe Werte erzielt werden.

[0027] In einer speziellen Ausführungsform der Erfindung kann das Vielschichtbauelement so gestaltet sein, daß zwei nebeneinanderliegende Vielschichtvaristoren darin enthalten sind. Durch geeignete Anordnung eines oder mehrerer Widerstände kann durch ein solches Bauelement ein π -Filter realisiert werden. Solche π -Filter beruhen darauf, daß Vielschichtvaristoren naturgemäß neben ihrer Varistoreigenschaft auch noch eine nicht unerhebliche Kapazität aufweisen, die für das Dämpfungsverhalten eines solchen Filters verantwortlich ist.

[0028] Ein solches π -Filter kann gebildet sein in Form eines Bauelements, bei dem im Grundkörper nebeneinander zwei Stapel von jeweils übereinanderliegenden durch Dielektrikumschichten voneinander getrennten Elektroden-schichten angeordnet sind. Die Elektroden-schichten des ersten Stapels sind abwechselnd mit dem ersten und dem zweiten Außenkontakt eines ersten Paares von Außenkontakten kontaktiert. Durch diese abwechselnde Kontaktierung können kammartig ineinandergreifende Elektrodenstrukturen realisiert werden, die beispielsweise zur Erzielung von hohen Kapazitäten erforderlich sind. Entsprechend dem ersten Stapel sind auch die Elektroden-schichten des zweiten Stapels abwechselnd mit dem ersten und dem zweiten Außenkontakt eines zweiten Paares von Außenkontakten kontaktiert.

[0029] Die einem π -Filter entsprechende Verbindung der beiden so gebildeten Vielschichtbauelemente durch einen Widerstand wird dadurch realisiert, daß zu verschiedenen Paaren gehörende und auf einander gegenüberliegenden Seitenflächen des Grundkörpers liegende Außenkontakte durch einen Widerstand verbunden sind. Die Außenkontakte eines jeden Paares liegen dabei aufeinander gegenüberliegenden Seitenflächen des Grundkörpers. Insgesamt sind also auf zwei gegenüberliegenden Seitenflächen des Grundkörpers jeweils zwei Außenkontakte angeordnet. Dies entspricht der sogenannten "Feedthrough"-Ausführungsform von Bauele-

menten.

[0030] Indem die Dielektrikumschichten wenigstens teilweise eine Varistorkeramik enthalten, kann dafür gesorgt werden, daß jeder der Stapel von Elektroden-schichten Teil eines Vielschichtvaristors ist. Durch den zwei Außenkontakte verbindenden Widerstand kann aus den beiden Varistoren ein π -Filter gebildet werden.

[0031] Ein solches π -Filter weist aufgrund des erhöhten Kopplungswiderstands ein verbessertes Dämpfungsverhalten auf, wobei ein ganzes Frequenzband, das zwischen den beiden durch die Kapazitäten der Varistoren definierten Dämpfungsfrequenzen verläuft, bedämpft werden kann.

[0032] Desweiteren ist es vorteilhaft, wenn das Bauelement symmetrisch zu einer Ebene ausgebildet ist, die parallel zu einer Dielektrikumschicht verläuft. Dafür ist es erforderlich, daß beispielsweise oberhalb und unterhalb der Stapel jeweils ein Widerstand angeordnet ist. Diese Widerstände wären dann parallel zu schalten. Eine symmetrische Ausführungsform des Bauelements hat den Vorteil, daß es bei der Montage des Bauelements auf einer Leiterplatte insbesondere im Fall von Hochfrequenzanwendungen nicht mehr darauf ankommt, ob der Schichtstapel des Bauelements mit der- Unterseite oder mit der Oberseite auf der Leiterplatte aufliegt.

[0033] Das erfindungsgemäße Bauelement kann besonders vorteilhaft durch Sintern eines Stapels von übereinanderliegenden keramischen Grünfolien hergestellt sein. Dadurch entsteht ein monolithisches, kompaktes Bauelement, das sehr schnell und einfach in großen Stückzahlen hergestellt werden kann.

[0034] Das erfindungsgemäße Bauelement kann insbesondere in einer miniaturisierten Form ausgeführt sein, wobei die Grundfläche des Grundkörpers weniger als 2,5 mm² beträgt. Eine solche Grundfläche ließe sich beispielsweise durch eine Bauform des Grundkörpers realisieren, bei der die Länge 1,25 mm und die Breite 1,0 mm beträgt. Diese Bauform ist auch unter dem Namen "0405" bekannt.

[0035] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert:

Figur 1 zeigt den Schnitt D-D aus Figur 2.

Figur 2 zeigt einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Bauelement.

Figur 3 zeigt den Schnitt E-E aus Figur 2.

Figur 4 zeigt eine Draufsicht des Bauelements aus Figur 2.

Figur 5 zeigt eine Seitenansicht des Bauelements aus Figur 2.

Figur 6 zeigt ein Ersatzschaltbild für das Bauelement aus Figur 2.

Figur 7 10 zeigt eine weitere mögliche Ausführungsform für den in Figur 1 dargestellten Widerstand.

Figur 8 zeigt eine weitere mögliche Ausführungsform für den in den Figuren 1 und 7 dargestellten Widerstand.

Figur 9 zeigt schematisch das Dämpfungsverhalten eines Bauelements gemäß Figur 2.

[0036] Für alle Figuren gilt, daß gleiche Bezugszeichen auch gleiche Elemente bezeichnen.

[0037] Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement im schematischen Längsschnitt. Es umfaßt einen Grundkörper 1, der übereinanderliegende Dielektrikumschichten 2 in Form eines Stapels enthält. Die Dielektrikumschichten 2 enthalten ein Keramikmaterial. Sie sind in Figur 2 durch die gepunkteten Linien angedeutet. In dem Grundkörper 1 sind darüber hinaus Stapel 7, 8 von übereinanderliegenden Elektrodenschichten 9 enthalten. Diese Stapel 7, 8 bilden jeweils einen Varistor VDR1, VDR2. Oberhalb und unterhalb der Varistoren VDR1, VDR2 ist jeweils ein Widerstand 41, 42 angeordnet. Die Widerstände 41, 42 sind aus einer strukturierten Schicht 5 gebildet, deren Form insbesondere aus Figur 1 hervorgeht. In Figur 2 sind lediglich einzelne Streckenabschnitte eines Mäanders im Querschnitt erkennbar. Das in Figur 2 gezeigte Bauelement ist symmetrisch zu einer Ebene 14 ausgebildet, die parallel zu den Dielektrikumschichten 2 verläuft. Durch die Symmetrie hat das Bauelement insbesondere Vorteile für Anwendungen im Hochfrequenz-Bereich, wo es auf die Orientierung der Bauelemente auf der Leiterplatte ankommt. Eine symmetrische Ausführung des Bauelements bedeutet, daß auf die Lage des Bauelements bezüglich der Symmetrieebene nicht geachtet werden muß.

[0038] Figur 1 zeigt den Schnitt D-D des Bauelements in Figur 2.

[0039] In Figur 1 ist gezeigt, welche Form der Widerstand 41 aufweist. Er weist die Form eines Mäanders auf. Der Mäander wird geformt durch eine Bahn, die die Breite b aufweist. In dem in Figur 1 gezeigten Beispiel beträgt die Breite b $50\ \mu\text{m}$. Die Länge des in Figur 1 gezeigten Mäanders beträgt zirka $4000\ \mu\text{m}$. Die Länge wird dabei bestimmt durch Addition der Längen der einzelnen Rechtecke, aus denen der Mäander zusammengesetzt gedacht sein kann. Demnach weist die Ausführungsform der Erfindung gemäß Figur 1 bezüglich des Widerstands ein Verhältnis L/B von 80 auf. Dadurch lassen sich große Widerstände herstellen. Der in Figur 1 gezeigte Widerstand beträgt ca. 3 Ohm. Die in Figur 1 gezeigte Bahn ist in Form einer strukturierten Schicht 5 aufgetragen, wobei die Schichtdicke ca. $2\ \mu\text{m}$ beträgt. Der in Figur 1 gezeigte Widerstand ist gebildet aus einem Material, das eine Silber-Palladium-Legierung enthält, wobei Palladium einen Gewichtsanteil von 30 % an der

Legierung hat. Zudem enthält das Ausgangsmaterial des Widerstands noch eine organische Substanz und ein Lösungsmittel. Diese letztgenannten Zusätze sind lediglich in dem Widerstandsmaterial enthalten, um den Widerstand in Form einer Siebdruckpaste mit Hilfe eines Siebdruckverfahrens auf eine Keramikschicht aufbringen zu können. Diese Bestandteile werden während des Sinterns durch Ausbrennen entfernt. Es handelt sich dabei um organische Bestandteile.

[0040] Figur 1 ist noch zu entnehmen, daß der Widerstand 41 zwei Außenkontakte 3 des Bauelements miteinander verbindet.

[0041] Figur 1 ist weiterhin zu entnehmen, daß in der in Figur 1 gezeigten Ebene neben dem Widerstand 41 keine Elektrodenschichten, die zu einem Kondensator oder zu einem Varistor gehören, enthalten sind. Demnach steht die gesamte in Figur 1 gezeigte Fläche zur Ausfüllung mit dem einen Widerstand bildenden Mäander zur Verfügung.

[0042] Figur 3 zeigt den Schnitt E-E des Bauelements aus Figur 2. In Figur 3 ist auf der linken Seite eine Elektrodenschicht 9 eines Stapels 7 von Elektrodenschichten 9 und auf der rechten Seite eine Elektrodenschicht 9 eines Stapels 8 von Elektrodenschichten 9 zu sehen. Mehrere gleichartige solche Elektrodenschichten 9 sind in dem Bauelement übereinandergestapelt. Sie bilden aufgrund des zwischen den Elektrodenschichten 9 angeordneten Varistormaterials jeweils einen Varistor VDR1, VDR2, der jedoch aufgrund der großflächigen einander gegenüberstehenden Elektrodenschichten 9 auch einen hohen kapazitiven Anteil aufweist. Aus einer Zusammenschau von Figur 1 und Figur 3 ist ersichtlich, daß das erfindungsgemäße Bauelement gemäß dem speziellen Ausführungsbeispiel als Feedthrough-Bauelement ausgeführt ist. Jedem Stapel 7, 8 von Elektrodenschichten 9 ist ein Paar von Außenkontakten 10, 11 beziehungsweise 12, 13 zugeordnet. Innerhalb eines Stapels 7, 8 von Elektrodenschichten 9 erfolgt die Kontaktierung der Elektrodenschichten 9 mit den Außenkontakten 10, 11 beziehungsweise 12, 13 abwechselnd. Eine schaltungstechnische Kopplung der durch die Stapel 7, 8 gebildeten Varistoren erfolgt durch den Widerstand 41 beziehungsweise 42, wie aus Figur 1 beziehungsweise Figur 2 ersichtlich.

[0043] Den Figuren 4 und 5 ist die Lage der Außenkontakte 3 zu entnehmen. Sie sind an zwei gegenüberliegenden Seitenflächen des Grundkörpers 1 angeordnet. Die Draufsicht von Figur 4 zeigt, daß die Außenkontakte 3 auch auf die Oberseite beziehungsweise entsprechend auf die Unterseite des Grundkörpers 1 umgreifen. Dadurch kann das Bauelement auf der Oberseite oder auf der Unterseite durch eine Oberflächenmontagetechnik mit einer Leiterplatte elektrisch leitend verbunden werden.

[0044] Figur 6 zeigt ein Ersatzschaltbild des in den Figuren 1 bis 3 gezeigten erfindungsgemäßen Bauelements. Dabei ist ersichtlich, daß die beiden Varistoren VDR1, VDR2 durch einen schaltungstechnischen Wider-

stand R miteinander zu einem π -Filter verkoppelt sind. Der schaltungstechnische Widerstand R ergibt sich dabei durch eine Parallelschaltung der beiden Widerstände 41, 42 aus Figur 2. Dies ergibt sich daraus, daß der Widerstand 42 in Figur 2 genauso aussieht, wie der Widerstand 41 entsprechend Figur 1. In Figur 6 sind noch die Außenkontakte 3 des Bauelements im einzelnen mit Bezugszeichen bezeichnet, so daß die schaltungstechnische Zuordnung der physikalischen Außenkontakte des Bauelements erfolgen kann.

[0045] Die Figuren 7 und 8 zeigen weitere Ausführungsformen für einen Widerstand 4, wie er anstelle des in Figur 1 gezeigten Widerstandes 41 zum Einsatz kommen könnte. Demnach zeigt Figur 7 eine weitere Mäanderstruktur für den Widerstand 4. Dabei ist die den Widerstand 4 bildende Schicht 5 in der Form eines Mäanders strukturiert. Der Mäander wird gebildet durch eine Bahn mit der Breite b, die der Breite b aus Figur 1 entsprechen kann. Im Unterschied zu Figur 1 verläuft der Mäander in Figur 7 nicht in Längsrichtung des Grundkörpers 1, sondern in Querrichtung.

[0046] In Figur 8 ist ein Widerstand 4 gezeigt, der aus einer rechteckförmigen geschlossenen Schicht 5 gebildet ist durch Anordnen von Ausnehmungen 6 in der Schicht 5. Diese Ausnehmungen 6 können kreisförmig sein, sie können jedoch auch andere Formen, wie beispielsweise Rechtecke aufweisen. Durch eine gleichmäßige Verteilung einer Vielzahl von Aussparungen 6 kann der Widerstand der ursprünglich rechteckförmigen Schicht 5 deutlich erhöht werden. Als Effekt der Aussparungen 6 ergibt sich eine Vielzahl von mehrfach gekrümmten Strompfaden zwischen den Außenkontakten 3, die einen hohen Widerstand aufweisen.

[0047] Figur 9 zeigt die Einfügedämpfung des in Figur 2 beziehungsweise in Figur 6 dargestellten Bauelements. Die Einfügedämpfung S ist in der Einheit dB über der Frequenz f [MHz] aufgetragen. Durch die beiden in den Varistoren VDR1, VDR2 enthaltenen Kapazitäten C1, C2 werden Resonanzfrequenzen f_1 , f_2 gebildet. An den Stellen der Resonanzfrequenzen f_1 , f_2 zeigt das Bauelement eine erhöhte Dämpfung. Auch zwischen den Resonanzfrequenzen f_1 , f_2 weist das Bauelement aufgrund des die π -Schaltung realisierenden Widerstands R eine sehr gute Dämpfung auf, die im Frequenzintervall zwischen 740 MHz und 2,7 GHz besser als -20 dB ist. Dadurch ist das Bauelement zum Entstören eines Frequenzbandes geeignet, welches zwischen den Resonanzfrequenzen f_1 (gehört zu C1) und der Resonanzfrequenz f_2 (gehört zu C2) liegt. Die Resonanzfrequenzen f_1 und f_2 werden definiert durch die Kapazitäten C1 und C2 der Varistoren VDR1 und VDR2, welche durch Umrechnung der Frequenzen zu $C1 = 40$ pF und $C2 = 20$ pF bestimmt werden können. Der Widerstand R beträgt bei dem in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiel $1,8 \Omega$.

Patentansprüche

1. Elektrisches Vielschichtbauelement mit

- einem Grundkörper (1), der einen Stapel von übereinanderliegenden keramischen Dielektrikumsschichten (2) enthält,
- zwei außen am Grundkörper (1) angeordneten Außenkontakten (3),
- Elektrodenschichten (9), welche zusammen mit den Dielektrikumsschichten wenigstens eine Kapazität bilden,
- einem im Innern des Grundkörpers (1) zwischen zwei Dielektrikumsschichten (3), angeordneten Widerstand (4, 41, 42), **dadurch gekennzeichnet, daß** der Widerstand mit den Außenkontakten (3) kontaktiert ist, und die Form einer strukturierten Schicht (5) aufweist, welche wenigstens eine mehrfach gekrümmte Bahn als Strompfad zwischen den Außenkontakten bildet.

2. Bauelement nach Anspruch 1,

bei dem die Dielektrikumsschichten (2) und der Widerstand (4, 41, 42) in einem einzigen Sinterschritt gemeinsam gesintert sind und einen monolithischen Körper bilden.

3. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

bei dem im Grundkörper (1) Elektrodenschichten (9) angeordnet sind und bei dem die Ebene des Widerstands (4, 41, 42) frei von Elektrodenschichten (9) ist.

4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

bei dem der Widerstand (4) zwischen den Außenkontakten (3) in Form einer Bahn verläuft, deren Länge wenigstens zehnmal größer ist als deren Breite (b).

5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

bei dem der Widerstand (4, 41, 42) aus einer geschlossenen Schicht (5) gebildet ist, die mit Aussparungen (6) versehen ist.

6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

bei dem der Widerstand (4, 41, 42) die Form eines Mäanders aufweist.

7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

bei dem der Widerstand (4, 41, 42) aus einem Widerstandsmaterial gebildet ist, das in der strukturierten Schicht (5) einen Flächenwiderstand von wenigstens $0,1 \Omega$ aufweist.

8. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

bei dem der Widerstand (4, 41, 42) aus einem Widerstandsmaterial gebildet ist, welches eine Legie-

nung aus Silber und Palladium enthält, wobei das Palladium einen Anteil von 15 bis 100 Gew.-% an der Legierung aufweist.

9. Bauelement nach Anspruch 8,
bei dem der Anteil von Palladium zwischen 50 und 70 Gew.-% beträgt. 5
10. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
bei dem das Widerstandsmaterial zudem bis zu 70 Vol.-% eines Zusatzstoffes enthält, der einen spezifischen Widerstand aufweist, welcher wenigstens zehnmal größer ist als der spezifische Widerstand der übrigen Bestandteile des Widerstandsmaterials. 10
11. Bauelement nach Anspruch 10,
bei dem der Zusatzstoff Al_2O_3 enthält. 15
12. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
bei dem die Dielektrikumschichten (2) ein Keramikmaterial enthalten, dessen Sintertemperatur zwischen 950 und 1200°C beträgt. 20
13. Bauelement nach Anspruch 12,
bei dem die Dielektrikumschichten (2) eine Keramik auf der Basis von BaTiO_3 enthalten. 25
14. Bauelement nach Anspruch 12,
bei dem die Dielektrikumschichten (2) eine Varistor-keramik enthalten. 30
15. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
 - bei dem im Grundkörper (1) nebeneinander zwei Stapel (7, 8) von jeweils übereinanderliegenden durch Dielektrikumschichten (2) voneinander getrennten Elektrodenschichten (9) angeordnet sind, 35
 - bei dem die Elektrodenschichten (9) des ersten Stapels (7) abwechselnd mit einem ersten (10) und einem zweiten (11) Außenkontakt eines ersten Paares von Außenkontakten kontaktiert sind, 40
 - bei dem die Elektrodenschichten (9) des zweiten Stapels (8) abwechselnd mit einem ersten (12) und einem zweiten (13) Außenkontakt eines zweiten Paares von Außenkontakten kontaktiert sind, 45
 - und bei dem zu verschiedenen Paaren gehörende, auf einander gegenüberliegenden Seitenflächen des Grundkörpers (1) liegende Außenkontakte (10, 13; 11, 12) durch einen im Innern des Grundkörpers angeordneten Widerstand (4) verbunden sind. 50
16. Bauelement nach Anspruch 15,
bei dem die Stapel (7, 8) von Elektrodenschichten (9) jeweils Teil eines Vielschichtvaristors (VDR1, 55

VDR2) sind.

17. Bauelement nach Anspruch 16,
bei dem die beiden Varistoren (VDR1, VDR2) und der Widerstand (4) ein π -Filter bilden.
18. Bauelement nach Anspruch 17,
bei dem das Bauelement symmetrisch zu einer Ebene (14) gebildet ist, die parallel zu einer Dielektrikumschicht (2) verläuft und bei dem oberhalb und unterhalb des Stapels (7, 8) von Elektrodenschichten (9) je ein Widerstand (41, 42) angeordnet ist.

15 Claims

1. Electrical multilayer component with
 - a base body (1) containing a stack of ceramic dielectric layers (2) lying one on top of the other,
 - two external contacts (3) arranged on the outside of the base body (1),
 - electrode layers (9) forming, together with the dielectric layers, at least one capacitance,
 - a resistor (4, 41, 42) arranged between two dielectric layers (3) inside the base body (1),

characterized in that the resistor is contacted with the external contacts (3) and comprises the form of a structured layer (5) forming at least one multiply curved path as a current path between the external contacts.
2. Component according to Claim 1,
wherein the dielectric layers (2) and the resistor (4, 41, 42) are sintered together in a single sintering step and form a monolithic body.
3. Component according to either of Claims 1 and 2,
wherein electrode layers (9) are arranged in the base body (1) and wherein the plane of the resistor (4, 41, 42) is free of electrode layers (9).
4. Component according to one of Claims 1 to 3,
wherein the resistor (4) runs between the external contacts (3) in the form of a path whose length is at least ten times larger than its width (b).
5. Component according to one of Claims 1 to 4,
wherein the resistor (4, 41, 42) is formed from a closed layer (5) provided with recesses (6).
6. Component according to one of Claims 1 to 4,
wherein the resistor (4, 41, 42) comprises the form of a meander.
7. Component according to one of Claims 1 to 6,
wherein the resistor (4, 41, 42) is formed from a re-

sistance material having a sheet resistance of at least 0.1 ohm in the structured layer (5).

8. Component according to one of Claims 1 to 6,
wherein the resistor (4, 41, 42) is formed from a resistance material containing an alloy of silver and palladium, the palladium having a proportion of 15 to < 100% by weight of the alloy. 5
9. Component according to Claim 8,
wherein the proportion of palladium is between 50 and 70% by weight. 10
10. Component according to one of Claims 1 to 8,
wherein the resistance material additionally contains up to 70% by volume of an additive having a resistivity at least ten times larger than the resistivity of the other constituents of the resistance material. 15
11. Component according to Claim 10,
wherein the additive contains Al_2O_3 . 20
12. Component according to one of Claims 1 to 11,
wherein the dielectric layers (2) contain a ceramic material whose sintering temperature is between 950 and 1200°C. 25
13. Component according to Claim 12,
wherein the dielectric layers (2) contain a ceramic based on $BaTiO_3$. 30
14. Component according to Claim 12,
wherein the dielectric layers (2) contain a varistor ceramic. 35
15. Component according to one of Claims 1 to 14,
 - wherein two stacks (7, 8) of electrode layers (9), which respectively lie one on top of the other and are separated from each other by means of dielectric layers (2), are arranged next to each other in the base body (1), 40
 - wherein the electrode layers (9) of the first stack (7) are alternately contacted with a first external contact (10) and with a second external contact (11) of a first pair of external contacts, 45
 - wherein the electrode layers (9) of the second stack (8) are alternately contacted with a first external contact (12) and with a second external contact (13) of a second pair of external contacts, 50
 - and wherein external contacts (10, 13; 11, 12) belonging to different pairs and lying on mutually opposite side surfaces of the base body (1) are connected by means of a resistor (4) arranged inside the base body. 55

16. Component according to Claim 15,

wherein the stacks (7, 8) of electrode layers (9) are each part of a multilayer varistor (VDR1, VDR2).

17. Component according to Claim 16,
wherein the two varistors (VDR1, VDR2) and the resistor (4) form a π filter.
18. Component according to Claim 17,
wherein the component is formed symmetrically with respect to a plane (14) that runs parallel to a dielectric layer (2), and wherein a respective resistor (41, 42) is arranged above and below the stack (7, 8) of electrode layers (9).

Revendications

1. Composant électrique multicouche comprenant

- un corps (1) de base qui comporte une pile de couches (2) diélectriques en céramique superposées,
- deux contacts (3) extérieurs disposés à l'extérieur sur le corps (1) de base,
- des couches (9) d'électrodes qui forment, ensemble avec les couches diélectriques, au moins une capacité,
- une résistance (4, 41, 42) disposée à l'intérieur du corps (1) de base entre deux couches (3) diélectriques,

caractérisé en ce que la résistance est mise en contact avec les contacts (3) extérieurs et a la forme d'une couche (5) structurée qui forme au moins une piste courbée plusieurs fois en tant que trajet de courant entre les contacts extérieurs.

2. Composant suivant la revendication 1,
dans lequel les couches (2) diélectriques et la résistance (4, 41, 42) sont frittées conjointement dans un stade de frittage unique et forment une pièce monolithique.
3. Composant suivant l'une des revendications 1 ou 2,
dans lequel des couches (9) d'électrodes sont disposées dans le corps (1) de base et dans lequel le plan de la résistance (4, 41, 42) est exempt de couches (9) d'électrodes.
4. Composant suivant l'une des revendications 1 à 3,
dans lequel la résistance (4) s'étend entre les contacts (3) extérieurs sous la forme d'une piste dont la longueur est au moins dix fois plus grande que la largeur (b).
5. Composant suivant l'une des revendications 1 à 4,
dans lequel la résistance (4, 41, 42) est formée d'une couche (5) fermée qui est munie d'évidements (6).

6. Composant suivant l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la résistance (4, 41, 42) est sinueuse.
7. Composant suivant l'une des revendications 1 à 6, dans lequel la résistance (4, 41, 42) est formée en un matériau résistif qui a, dans la couche (5) structurée, une résistance de surface de moins de 0,1 ohm. 5
8. Composant suivant l'une des revendications 1 à 6, dans lequel la résistance (4, 41, 42) est formée d'un matériau résistif qui contient un alliage d'argent et de palladium, le palladium représentant une proportion de 15 à moins de 100 % en poids de l'alliage. 10
9. Composant suivant la revendication 8, dans lequel la proportion de palladium est comprise entre 50 et 70 % en poids. 15
10. Composant suivant l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le matériau résistif contient, en outre, jusqu'à 70 % en volume d'un additif qui a une résistance spécifique qui est au moins dix fois plus grande que la résistance spécifique des autres constituants du matériau résistif. 20 25
11. Composant suivant la revendication 10, dans lequel l'additif contient de l' Al_2O_3 .
12. Composant suivant l'une des revendications 1 à 11, dans lequel les couches (2) diélectriques contiennent un matériau céramique dont la température de frittage est comprise entre 950 et 1200°C. 30
13. Composant suivant la revendication 12, dans lequel les couches (2) diélectriques contiennent une céramique à base de $BaTiO_3$. 35
14. Composant suivant la revendication 12, dans lequel les couches (2) diélectriques contiennent une céramique formant varistance. 40
15. Composant suivant l'une des revendications 1 à 14, 45
- dans lequel il est disposé, dans le corps (1) de base, côte à côte, deux piles (7, 8) de couches (9) d'électrodes respectivement superposées, séparées les unes des autres par des couches (2) diélectriques,
 - dans lequel les couches (9) d'électrodes de la première pile (7) sont mises en contact en alternance avec un premier (10) et un deuxième (11) contact extérieur d'une première paire de contacts extérieurs, 50
 - dans lequel les couches (9) d'électrodes de la deuxième pile (8) sont mises en contact en alternance avec un premier (12) et un deuxième (13) contact extérieur d'une deuxième paire de contacts extérieurs, 55
 - et dans lequel des contacts (10, 13 ; 11, 12) extérieurs appartenant aux différentes paires et se trouvant sur des surfaces latérales mutuellement opposées du corps (1) de base sont reliés par une résistance (4) disposée à l'intérieur du corps de base.
16. Composant suivant la revendication 15, dans lequel les piles (7, 8) de couches (9) d'électrodes font respectivement partie d'une varistance (VDR1, VDR2) à couches multiples.
17. Composant suivant la revendication 16, dans lequel les deux varistances (VDR1, VDR2) et la résistance (4) forment un filtre π .
18. Composant suivant la revendication 17, dans lequel le composant est symétrique par rapport à un plan (14) qui est parallèle à une couche (2) diélectrique et dans lequel il y a respectivement une résistance (41, 42) au-dessus et en dessous de la pile ((7, 8) de couches (9) d'électrodes.

FIG 1

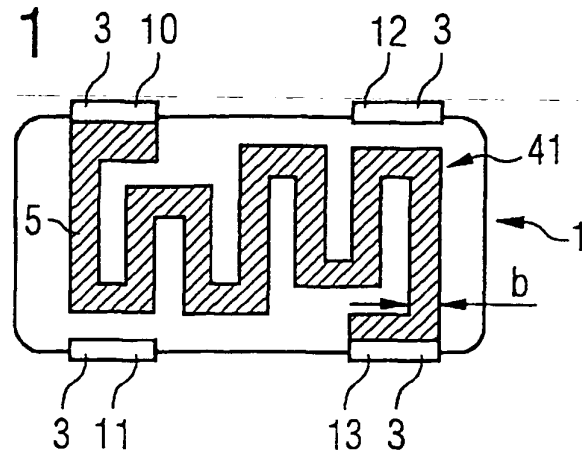


FIG 2

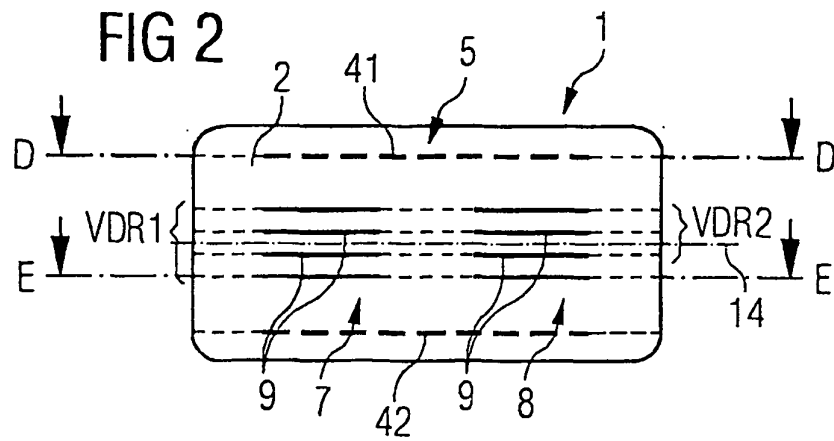


FIG 3

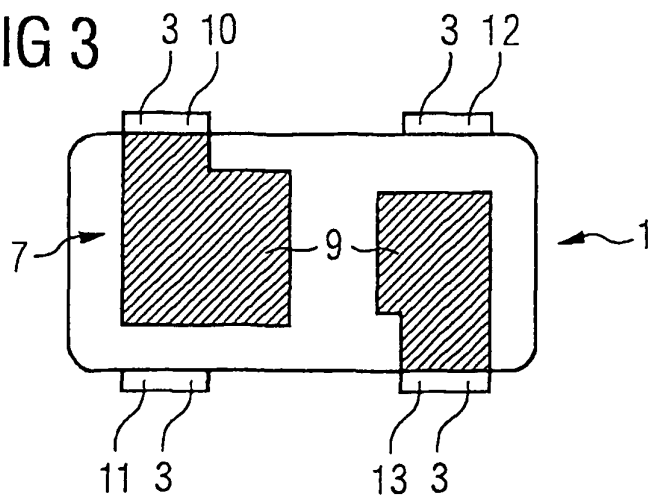


FIG 4

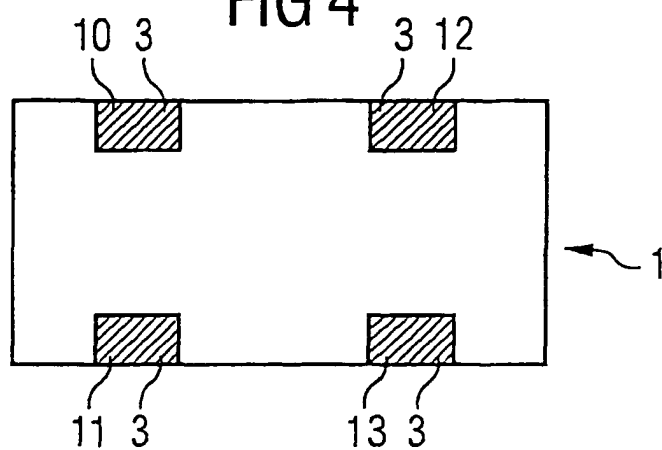


FIG 5

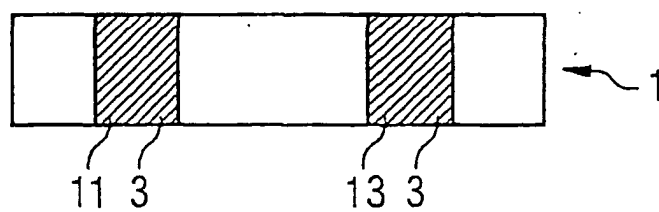


FIG 6

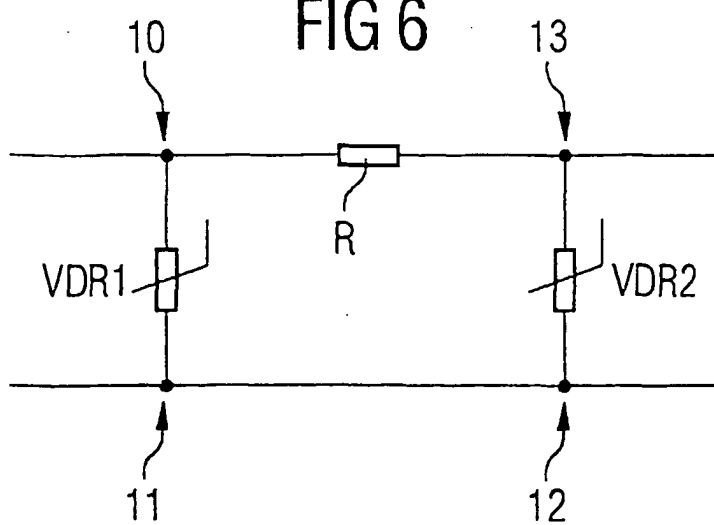


FIG 7

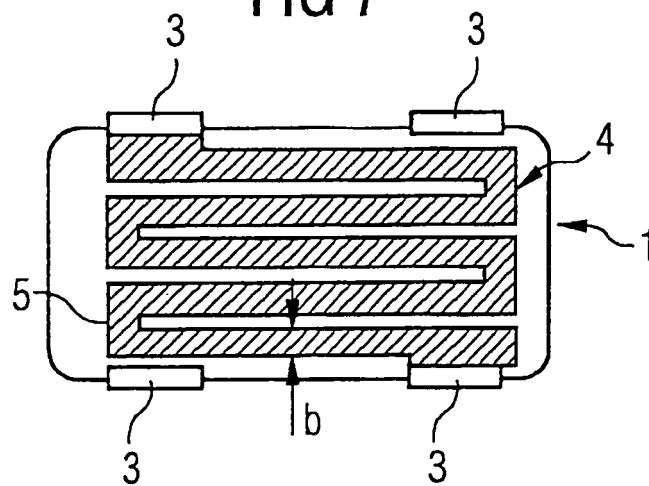


FIG 8

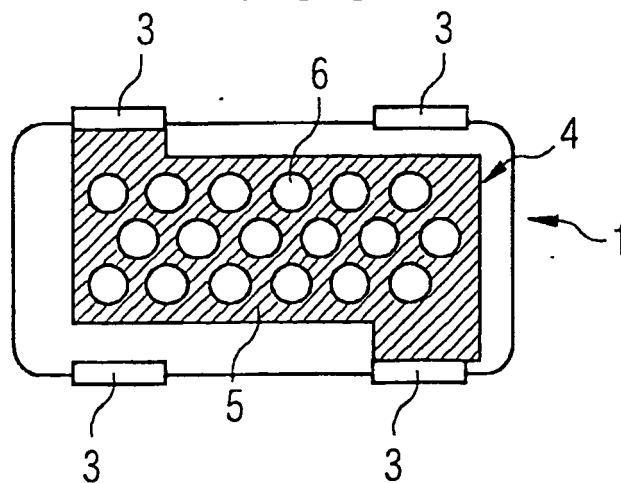


FIG 9

