

(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
12. Juni 2003 (12.06.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/049126 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01C 17/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04409

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Dezember 2002 (02.12.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 59 451.8 4. Dezember 2001 (04.12.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669
München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FEICHTINGER,
Thomas** [AT/AT]; Tummelplatz 5, A-8010 Graz (AT).
HESSE, Christian [AT/AT]; Kienburgweg 4, A-8535

Deutschlandsberg (AT). **KRUMPHALS, Robert** [AT/AT];
Karl-Hubmann-Str. 1, A-8530 Deutschlandsberg (AT).
PECINA, Axel [DE/AT]; Hollenegg 43, A-8530 Deutsch-
landsberg (AT). **WISCHNAT, Volker** [DE/AT]; Menigweg
1a, A-8523 Frauental (AT).

(74) Anwalt: **EPPING, HERMANN & FISCHER**; Ridler-
strasse 55, 80339 München (DE).

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

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

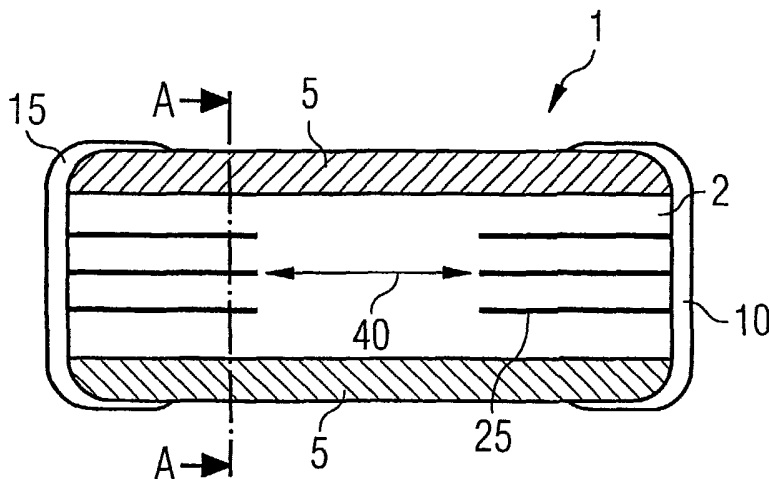
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

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: ELECTRICAL COMPONENT WITH A NEGATIVE TEMPERATURE COEFFICIENT

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHES BAUELEMENT MIT EINEM NEGATIVEN TEMPERATURKOEFFIZIENTEN



(57) Abstract: The invention relates to an NTC component with a base body comprising at least one first (2) and one second (5) spatially formed ceramic partial area made of different NTC materials, wherein at least a first and a second contact layer are provided on the surface of the base body. Electrically conductive electrode layers are also provided inside the base body. NTC components having the same size and different electrical properties can be produced by varying the relative arrangement and the relative proportions of both ceramic partial areas in the base body using appropriate combinations of materials and by varying the electrode layers.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein NTC-Bauelement mit einem Grundkörper, der zumindest einen ersten (2) und einen zweiten (5) jeweils räumlich ausgeformten keramischen Teilbereich aus unterschiedlichen NTC-Materialien umfasst, wobei wenigstens eine erste und eine zweite Kontaktschicht auf der Oberfläche des Grundkörpers vorgesehen sind. Weiterhin sind elektrisch leitende Elektrodenschichten im Inneren des Grundkörpers vorhanden. Durch Variation sowohl der relativen Anordnung und der relativen Anteile der beiden keramischen Teilbereiche im Grundkörper, durch geeignete Materialkombinationen und Variation der Elektrodenschichten lassen sich bei gleichen Abmessungen des Grundkörpers NTC-Bauelemente mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften herstellen.

WO 03/049126 A2

Beschreibung

Elektrisches Bauelement mit einem negativen Temperaturkoeffizienten

5

Es sind elektrokeramische Bauelemente bekannt, bei denen der spezifische Widerstand des keramischen Grundkörpers einen negativen Temperaturkoeffizienten aufweist und die demzufolge als NTC-Widerstände verwendet werden können. Diese Keramiken weisen bei zunehmenden Temperaturen abnehmende elektrische Widerstände auf. Die Widerstandswerte von NTC-Materialien zeigen in guter Näherung eine exponentielle Abhängigkeit, wobei die Empfindlichkeit der Widerstandsänderung in Abhängigkeit von der Temperatur den B-Wert angibt. Je größer dieser B-Wert ist, umso größer ist die Temperaturempfindlichkeit des spezifischen Widerstandes der Keramik.

Herkömmliche NTC-keramische Bauelemente bestehen aus einem Keramikgrundkörper, auf dem zwei Kontaktschichten aufgebracht wurden. Da für diese keramischen Bauelemente Normen vorge-schrieben sind, die die Größe dieser Bauelemente vorgeben, läßt sich mit einem Bauteil einer vorgegebenen Norm jeweils nur ein Widerstandswert, mit einem bestimmten Widerstandstemperaturkennlinienverlauf (B-Wert) und einer bestimmten Kapazität verwirklichen. Auf diesen Bauteilen kann zusätzlich eine Passivierungsschicht aufgebracht sein, die das Bauteil vor äußeren Einflüssen, zum Beispiel vor einer Widerstandsänderung beim Löten des Bauteils, schützen.

In der US-Patentschrift US 5,245,309 sind keramische NTC-Bauelemente offenbart, bei denen der keramische Grundkörper in Vielschichttechnologie gefertigt ist und aus keramischen Schichten mit darin angeordneten Innenelektroden besteht. Diese Innenelektroden kontaktieren jeweils eine äußere Kontaktschicht und bilden ein Elektrodenterminal. Weiterhin kann eine äußere Passivierungsschicht, zum Beispiel Glas auf der Oberfläche des Bauelements aufgebracht sein. Mit dieser Tech-

nologie ist es möglich, durch Variation der Anordnung der Innenelektroden bei Bauteilen mit gleicher Bauteilnorm unterschiedliche Widerstände zu realisieren. Die für die NTC-Materialien ebenfalls wichtige elektrische Eigenschaft, der B-Wert, ist jedoch dadurch nicht veränderbar.

Für den Einsatz der NTC-Bauelemente für spezifische Aufgaben, zum Beispiel der Temperaturkontrolle in Mobiltelefonen, werden allerdings keramische Bauelemente gesucht, die an das jeweilige Aufgabengebiet angepaßte elektrische Eigenschaften, insbesondere eine angepaßte Kapazität einen angepaßten Widerstands/Temperatur-Kennlinienverlauf (B-Wert) sowie angepaßte Widerstände bei einer gegebenen Temperatur aufweisen. Da häufig strikte Bauteilnormen einzuhalten sind, sind Bauteile gefragt, die, bei gleichen Abmessungen der elektrokeramischen Grundkörper und gleichen Abmessungen ihrer Kontaktschichten, unterschiedliche elektrische Eigenschaften aufweisen. Mit den herkömmlichen NTC-Bauelementen läßt sich dabei wie bereits geschildert vor allen Dingen der B-Wert und der Widerstandswert nicht gleichzeitig beliebig variieren.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein elektrokeramisches NTC-Bauelement anzugeben, bei dem die B-Werte und Widerstandswerte über einen weiten Bereich variiert werden können.

Dieses Ziel wird erfindungsgemäß durch ein NTC-Bauelement nach Anspruch 1 erreicht. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Bauelements sind Gegenstand von Unteransprüchen.

30

Die Erfindung beschreibt einen Grundkörper, der zumindest einen ersten und einen zweiten räumlich ausgeformten keramischen Teilbereich aus unterschiedlichen Materialien umfaßt. Bei diesen Materialien handelt es sich jeweils um Keramiken, die einen Widerstand mit einem negativen Temperaturkoeffizienten aufweisen, also Heißleiter sind. Auf der Oberfläche des Grundkörpers ist wenigstens eine erste und eine zweite Kon-

35

taktschicht vorgesehen. Diese Kontaktschicht ermöglicht z.B. das Löten des Bauteils in eine Schaltungsanordnung (SMD-Fähigkeit). Dabei sind im Grundkörper mehrere mit Abstand angeordnete elektrisch leitende Elektrodenschichten vorhanden, die jeweils mit einer der Kontaktschichten elektrisch leitend verbunden sind, so daß zwei Elektrodenstapel gebildet werden, die jeweils eine Kontaktschicht kontaktieren. Die elektrisch leitenden Elektrodenschichten sind dabei häufig in Form von parallelen Elektrodenbündeln im keramischen Grundkörper angeordnet. Der Vorteil dieses Bauelements besteht darin, daß durch Variation der Anordnung der elektrisch leitenden Elektrodenschichten, also beispielsweise durch die Abstände der Elektrodenschichten zueinander der elektrische Widerstand des Bauelements besonders einfach eingestellt werden kann. Der erste und zweite keramische Teilbereich sind zwischen den Kontaktschichten angeordnet, so daß beide keramischen Teilbereiche die elektrischen Eigenschaften des Bauelements zusammen mit den im Grundkörper angeordneten Elektrodenschichten bestimmen.

Dabei können die wichtigen elektrischen Eigenschaften des NTC-Bauelements wie der B-Wert, der Widerstand bei einer bestimmten Temperatur, sowie die Dielektrizitätskonstante des Grundkörpers, die dann die Kapazität des fertigen Bauelements bestimmt, durch geeignete Kombination von zwei räumlich ausgeformten NTC-Teilbereichen, die unterschiedliche elektrische Eigenschaften aufweisen und Variation der Geometrie der Elektrodenschichten, eingestellt werden.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen elektrischen Bauelements besteht darin, daß unter Einhaltung der Bauteilnormen, also bei gleichen Abmessungen des keramischen Grundkörpers NTC-Bauelemente mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften sehr leicht realisiert werden können, ohne daß durch zeit- und kostenintensive Forschung neue NTC-Keramiken entwickelt werden müßten. Als Keramikmaterialien für den ersten und zweiten keramischen Teilbereich des Grundkörpers kommen also

NTC-Keramiken mit unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten, unterschiedlichen elektrischen Widerstands/Temperatur-Kennlinienverläufen und damit unterschiedlichen B-Werten und NTC-Materialien, die bei einer gegebenen Temperatur unterschiedliche elektrische Widerstände aufweisen, in Frage.

Durch Kombination dieser herkömmlichen NTC-Keramiken und Variation der Geometrie der Elektroden-schichten im Inneren des keramischen Grundkörpers lassen sich also NTC-Bauelemente mit elektrischen Eigenschaften verwirklichen, die im Vergleich zu den elektrischen Eigenschaften der einzelnen Keramiken verändert sind.

Räumlich ausgeformte keramische Teilbereiche im Sinne dieser Erfindung sind dabei Teilbereiche, die im Grundkörper eine klar feststellbare räumliche Ausdehnung aufweisen, wobei der erste und zweite Teilbereich, die jeweils aus unterschiedlichen Materialien bestehen, klar voneinander unterscheidbar sind.

Es sind auch bei gleichbleibenden Außenmaßen des erfindungsgemäßen Bauelements eine Vielzahl von räumlichen Ausgestaltungsmöglichkeiten möglich. So ist es möglich, daß der zweite keramische Teilbereich auf den Oberflächen des ersten Teilbereichs angeordnet ist, so daß beispielsweise der erste keramische Teilbereich 2 in Form eines Quaders vorliegt, auf dessen Oberflächen der zweite keramische Teilbereich 5 schichtförmig angeordnet ist (siehe auch Fig. 2A und 2B).

Weiterhin ist es möglich, daß ein Schichtstapel aus drei und mehr schichtförmig ausgebildeten Teilbereichen in beliebiger Abfolge gebildet ist, bei dem beispielsweise zwei erste Teilbereiche vorhanden sind, zwischen denen formschlüssig ein dritter Teilbereich angeordnet ist, wobei die oberste und unterste Schicht des Schichtstapels aus einem zweiten Teilbereich bestehen. (siehe auch Fig. 4A und 4B). Auf allen Oberflächen dieses Schichtstapels, die größtenteils frei von den Kontaktflächen sind, kann dann auch beispielsweise ein ggf.

weiterer erster oder zweiter keramischer Teilbereich angeordnet sein (Fig. 4C).

Als weitere Variante ist es möglich, den ersten und zweiten
5 Teilbereich als Schichten auszuformen. In diesem Fall wird
der Grundkörper des erfindungsgemäßen Bauelements durch einen
Schichtstapel aus diesen Schichten definiert (siehe z. B.
Fig. 3A und B). Dabei ist es möglich, Schichtstapel aufzubauen,
die aus alternierenden ersten und zweiten keramischen
10 Teilbereichen bestehen, oder z.B. auch Schichtstapel aus mehreren
übereinander angeordneten ersten Keramikschichten zu bilden
zwischen denen jeweils nur eine oder wenige Schichten des zweiten
Teilbereichs angeordnet sind.

15 Der Vorteil dieser oben geschilderten räumlichen Ausgestaltungsmöglichkeiten
des erfindungsgemäßen Bauelements besteht darin, daß durch die
verschiedenartigen Gestaltungsmöglichkeiten der Geometrie des aktiven
Grundkörpers des Bauelements eine weitere Veränderung und Anpassung der
elektrischen Eigenschaften des Bauelements möglich wird. Die elektrischen
20 Eigenschaften des gesamten Bauelements werden also nicht nur durch die
jeweiligen Anteile der verwendeten unterschiedlichen Keramikteilbereiche
und ihrer jeweiligen elektrischen Eigenschaften bestimmt, sondern auch durch
die relative Anordnung dieser Keramikbereiche zueinander im Grundkörper und
deren Anordnung im bezug auf die Kontaktschichten.

Weiterhin ist es bei einem Grundkörper, der einen alternierenden
Schichtstapel von wenigstens einem ersten und einem
30 zweiten keramischen Teilbereich umfaßt, möglich, daß die Kontaktschichten
auf zwei sich gegenüberliegenden Flächen des Grundkörpers angeordnet sind.

In diesem Fall können dann in einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen
Bauelements die Kontaktschichten auf den
35 Oberflächen des Grundkörpers angeordnet sein, die von den Stirnflächen der
Teilbereiche gebildet werden. In diesem Fall

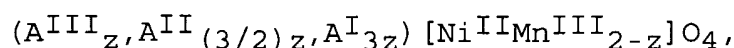
können alle auf einer Seite des Schichtstapels stehenden Stirnflächen der Keramikschichten die Fläche bilden, auf der eine Kontaktschicht angeordnet ist (siehe Fig. 6).

- 5 In einer anderen Ausgestaltung ist es möglich, daß wie oben erwähnt ein Schichtstapel aus dem ersten und dem zweiten keramischen Teilbereich gebildet wird, wobei die Kontaktflächen dann auf der obersten und der untersten Schicht des Schichtstapels angeordnet werden (siehe Fig. 7). Jede Kontaktfläche
10 befindet sich dann also auf jeweils einer Hauptoberfläche eines schichtförmigen Teilbereichs.

Im Falle von Grundkörpern, die Schichtstapel aus alternierenden ersten und zweiten keramischen Teilbereichen umfassen,
15 werden die Elektrodenschichten vor allen parallel zu den alternierenden Schichten der beiden Teilbereiche angeordnet (siehe Fig. 6). Dabei können die Elektrodenschichten in einem der beiden Schichtbereiche, oder in allen beiden angeordnet sein, was vorteilhafterweise eine weitere Veränderung der
20 elektrischen Eigenschaften des Bauelements bewirken kann.

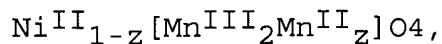
Als Keramikmaterial für den ersten oder zweiten keramischen Teilbereich kommen eine Reihe von Nickel-Mangan-Spinellen in Betracht. Dabei kann zur Reduzierung des spezifischen Widerstands des Spinells ein Teil der dreiwertigen Manganionen gegen dreiwertige Ionen A^{III} ausgetauscht werden, die aus Eisen, Titan, Aluminium oder Zirkon ausgewählt sind, oder mit zweiwertigen Metallen A^{II} ersetzt werden, die Kobalt, Zink, Eisen, Calcium, Magnesium, Zirkon oder Kupfer sind oder mit
30 einem einwertigen Metall A^I , das Lithium ist. Um einen Ladungsausgleich zu erreichen, müssen daher je nach Wertigkeit des Metalls unterschiedliche Stöchiometrien beachtet werden. Ein dotierter Nickel-Mangan-Spinell gehorcht beispielsweise der folgenden allgemeinen Formel:

35



wobei gilt, $0,01 \leq z \leq 0,6$.

Weiterhin kann ein Nickel-Mangan-Spinell verwendet werden, bei dem zweiwertiges Nickel gegen zweiwertiges Mangan ersetzt wird, um die Leitfähigkeit des Spinells zu erhöhen. In diesem Fall kann der Spinell die folgende Formel aufweisen:

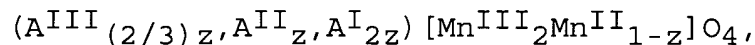


wobei gilt, $0 \leq z \leq 0,4$.

10

Darüber hinaus kann ein Mangan-Spinell verwendet werden, bei dem zweiwertiges Mangan gegen die oben genannten drei-, zwei- oder einwertigen Metalle A^{III} , A^{II} , A^{I} ersetzt werden kann. Ein solcher Spinell gehorcht dann der folgenden allgemeinen Formel:

15



wobei gilt: $0,01 \leq z \leq 0,6$.

Bei den genannten Spinellen können die Metalle Kobalt, Zink, Eisen, Lithium oder Kupfer zusammen zwischen 0 bis 60 Gew.-% des Spinells ausmachen. Weiterhin können auch andere Metalle zur Dotierung des Spinells verwendet werden, beispielsweise Titan, Aluminium, Kalzium, Zirkon oder Magnesium. Diese Metalle machen in der Regel einen Anteil zwischen 0 bis 10 Gew.-% des Gesamtspinells aus.

Neben dem Nickel-Mangan-Spinell kann auch noch ein Zink-Mangan-Spinell ZnMn_2O_4 als Keramikmaterial für einen keramischen Teilbereich eingesetzt werden.

30

Weiterhin ist es möglich, daß zumindest eines der beiden Keramikmaterialien eine Perovskitkeramik mit der folgenden allgemeinen Formel umfaßt:

35



bei der das Metall A entweder ein Element der seltenen Erden,

Strontium oder Barium ist und das Metall B Magnesium, Titan, Vanadium, Chrom, Aluminium, Mangan, Eisen, Cobalt oder Nickel ist.

- 5 Der Vorteil dieser Perovskitverbindung besteht darin, daß sie gegenüber sauren Galvanikbädern stabil ist, die zum Aufbringen der elektrisch leitenden Kontaktschichten eingesetzt werden können, so daß keine weiteren Vorsichtsmaßnahmen beim Galvanisieren nötig sind, wenn diese Perovskitkeramik das Material für denjenigen keramischen Teilbereich ist, der auf
10 der Oberfläche des Grundkörpers angeordnet ist.

- Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein NTC-Bauelement, bei dem auf zumindest zwei sich gegenüberliegenden Oberflächen des Grundkörpers, die zum größten Teil frei von den beiden Kontaktschichten sind, eine Schutzschicht angeordnet ist. Dabei kann die Schutzschicht auf zwei sich gegenüberliegenden Oberflächen oder auf allen vier Oberflächen angeordnet sein, auf denen weitgehend keine Kontaktflächen vorhanden sind.
- 20 Diese Schutzschicht ist vorteilhafterweise ein Material mit einem hohen spezifischen elektrischen Widerstand von $> 10^6 \Omega \text{cm}$. Diese Schutzschicht verhindert besonders vorteilhafterweise Umwelteinflüsse, die sich auf die elektrischen Eigenschaften des NTC-Bauelements auswirken können. So kann beispielsweise eine Veränderung der elektrischen Eigenschaften des Bauelements während des Lötens an den Kontaktflächen verhindert werden. Weiterhin kann diese Schutzschicht das Bauelement besonders vorteilhaft vor den sauren Galvanikbädern schützen, die normalerweise zum Aufbringen der Kontaktschichten eingesetzt werden. Als Schutzschicht kommen vor allen
30 Dingen Glas, Keramiken, Silazane, bei denen es sich um hochmolekulare Siliziumstickstoffverbindungen handelt oder Kunststoffe, beispielsweise Parylene in Betracht. Bei den Parylenen handelt es sich um thermoplastische Polymere mit über
35 Ethylenbrücken in 1,4 Positionen verknüpften Phenylenresten.

Im folgenden soll das erfindungsgemäße Bauelement anhand von Figuren und Ausführungsbeispielen noch näher erläutert werden.

- 5 Die Figuren 1A und 1B zeigen ein NTC-Bauelement nach dem Stand der Technik.

Die Figuren 2A und 2B zeigen eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauelements mit elektrisch leitenden
10 Elektrodenschichten im Inneren des Grundkörpers.

Die Figuren 3A und 3B zeigen eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauelements mit nur jeweils einer Elektrodenschicht pro Kontaktfläche.
15

Die Figuren 4A bis 4C zeigen eine Ausführungsform mit drei verschiedenen Keramikteilbereichen.

Die Figuren 5A bis 5C zeigen eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauelements ohne Innenelektroden.
20

Die Figuren 6A bis 6C zeigen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Bauelements mit Innenelektroden.

- 25 Die Figur 7 zeigt eine alternative Ausführungsform des Bauelements mit einem Grundkörper aus einem alternierenden Schichtstapel.

Die Figuren 8A und 8B zeigen ein erfindungsgemäßes Bauelement mit einer Schutzschicht.
30

Die Figur 1A zeigt ein herkömmliches NTC-Bauelement im Längsschnitt, wobei der Grundkörper 1 nur aus einem einzigen Keramikbereich 2 mit einem Keramikmaterial besteht. Im Inneren
35 des Bauelements können elektrisch leitende Elektrodenschichten 25 angeordnet sein, wobei jeweils eine Elektrodenschicht mit einer Kontaktschicht 10 oder 15 elektrisch leitend ver-

bunden ist, so daß die Elektrodenbündel 30, 35 gebildet werden. In Figur 1B ist der Querschnitt durch den in Figur 1A mit A bezeichneten Schnitt gezeigt. Zu sehen ist der keramische Bereich 2 sowie die elektrisch leitenden Elektroden-
5 schichten 25.

In Figur 2A ist der Längsschnitt durch eine Variante eines erfindungsgemäßen NTC-Bauelements zu sehen. In diesem Fall besteht der Grundkörper 1 aus zwei keramischen Teilbereichen
10 2 und 5. Der zweite Keramikteilbereich 5 ist dabei auf den Oberflächen des ersten Teilbereichs 2 angeordnet. Im ersten Keramikbereich 2 sind Elektrodenschichten 25 angeordnet, die jeweils wieder die oben genannten Elektrodenbündel bilden, wobei zwischen beiden Elektrodenbündeln der Bereich 40 vor-
15 handen ist. Figur 2B zeigt den Schichtstapel im Querschnitt. D2 bezeichnet die Dicke des ersten keramischen Teilbereichs und D5 die Dicke des zweiten keramischen Teilbereichs im Querschnitt.

20 In Figur 3A ist ein weiteres erfindungsgemäßes Bauelement im Längsschnitt dargestellt, wobei in diesem Fall der Grundkörper 1 aus einer alternierenden Schichtfolge aus ersten Teilbereich 2 und zweitem Teilbereich 5 besteht, wobei die oberste und unterste Schicht aus dem zweiten Teilbereich bestehen. Im ersten Keramikmaterial 2 sind zwei Elektrodenschichten 25
25 angeordnet, die jeweils mit einer Kontaktschicht 10 oder 15 elektrisch leitend verbunden sind. In Figur 3B ist der Querschnitt durch den in Figur 3A mit A bezeichneten Schnitt zu sehen. Deutlich ist dabei die Abfolge des Schichtstapels zu erkennen.
30

In Figur 4A ist der Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Bauelement gezeigt, bei dem der Grundkörper 1 aus drei ggf. unterschiedlichen Keramikteilbereichen 2, 5 und 7 besteht. Zu
35 sehen ist, daß in diesem Fall nur im Keramikteilbereich 2 Elektrodenschichten angeordnet sind. Der Grundkörper kann dabei in zwei alternativen Ausführungsformen aufgebaut sein,

wie die Querschnitte in Figur 4B und 4C zeigen. In Figur 4B ist der Querschnitt des Grundkörpers zu sehen, wobei dieser Grundkörper als ein Stapel von Schichten realisiert wird, in dem zwei erste Keramikteilbereiche 2 vorhanden sind, die miteinander durch einen dazwischen formschlüssig angeordneten dritten Keramikteilbereich 7 verbunden sind. Die erste und letzte Schicht dieses Schichtstapels besteht dabei aus dem zweiten Keramikteilbereich 5. Möglich ist es auch, bei der Herstellung des Bauelements, den ersten Keramikteilbereich 2 in diesem Fall als kompakten Keramikkörper einzusetzen, auf dem dann die zweiten und dritten Keramikteilbereiche 5 und 7 als Schichten aufgebracht werden. Somit ist es möglich, diese erfindungsgemäße Variante des Bauelements mittels Vielschichttechnologie durch Stapeln von Keramikfolien zu realisieren oder durch Aufbringen von Keramikfolien auf einen bereits vorhandenen kompakten Keramikgrundkörper. Alternativ besteht die Möglichkeit, auf allen Oberflächen des durch den ersten und dritten Teilbereich 2,7 aufgebauten Schichtstapels den zweiten Keramikteilbereich 5 anzuordnen, so daß ein Querschnitt resultiert, wie in Figur 4C zu sehen ist.

In Figur 5A ist ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Bauelement zu sehen, wobei anders als in Figur 2A keine elektrisch leitenden Elektrodenschichten 25 im Inneren vorhanden sind. Wie in den Querschnitten in Figur 5B und 5C zu sehen, kann auch dieses Bauelement im Querschnitt wieder unterschiedlich aufgebaut sein. In Figur 5B bezeichnen D2 die Dicke des ersten keramischen Teilbereichs und D5 die Dicke der zweiten keramischen Teilbereiche.

30

In Figur 6A ist ein erfindungsgemäßes Bauelement zu sehen, dessen Grundkörper aus einem alternierenden Schichtstapel aus einem ersten Keramikteilbereich 2 und einem zweiten Keramikteilbereich 5 besteht. Im zweiten Keramikteilbereich können dabei parallel zu den Schichten elektrisch leitende Elektrodenschichten 25 angeordnet sein. In diesem Fall kontaktie-

35

ren die Kontaktflächen jeweils eine Stirnseite jedes keramischen Schichtbereichs.

In Figur 6B ist ein Bauelement zu sehen in dessen ersten und zweiten Keramikteilbereichen 2,5 kammartig ineinander verschobene Elektrodenschichten 25 angeordnet sind, die alternierend jeweils einer der Kontaktschichten kontaktieren. Mit dieser Anordnung lassen sich Bauelemente mit besonders niedrigen spezifischen Widerständen realisieren.

In Figur 6C ist eine weitere Ausführungsform gezeigt, bei der im ersten und im zweiten Keramikteilbereich 2,5 Elektrodenschichten 25 angeordnet sind, wobei die zwei Kontaktschichten auf den sich gegenüberliegenden Stirnflächen des Grundkörpers angeordnet sind. Dabei stehen sich jeweils zwei Elektrodenschichten gegenüber, die mit jeweils einer der Kontaktschichten verbunden sind. Eine weitere Elektrodenschicht 26, die keine der Kontaktschichten kontaktiert, ist parallel zu diesen beiden erstgenannten Elektrodenschichten im Grundkörper angeordnet. Mit Hilfe dieser Anordnung von Elektrodenschichten lassen sich Bauelemente mit größeren spezifischen Widerständen bei gleichzeitig verringerten Kapazitäten verwirklichen.

In Figur 7 ist eine alternative Ausführungsform zu Figur 6 zu sehen. Dabei kontaktieren die Kontaktflächen 10 und 15 jeweils nur eine Hauptoberfläche eines keramischen Teilbereichs, sind also auf der ersten und letzten Schicht des Schichtstapels angeordnet. Weisen die beiden Keramikteilbereiche 2 und 5 bei einer gegebenen Temperatur unterschiedliche spezifische Widerstände auf, so können mit Hilfe der in Figur 6 und Figur 7 gezeigten alternativen Ausführungsformen unterschiedliche Strompfade zwischen den beiden Kontaktschichten 10 und 15 definiert werden.

In Figur 8A ist ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Bauelement gezeigt, das einen ersten Keramikteilbereich 2 und

darauf befindlich einen zweiten Keramikteilbereich 5 umfaßt. Auf alle vier von den Kontaktflächen weitgehend freien Flächen des Grundkörpers ist eine Schutzschicht 65 angeordnet, die das Bauelement vor Umwelteinflüssen schützt, wie im Querschnitt in Fig. 8B zu sehen ist.

Ausführungsbeispiel 1

Ein NTC-Bauelement, das wie in den Figuren 2A und 2B beschrieben, aufgebaut ist, ist gemäß der EIA Standardnorm hergestellt worden. Das Bauelement weist eine Länge von zirka 0,9 bis 4,8 mm, eine Breite von zirka 0,4 bis 6,8 mm und eine Höhe von zirka 0,6 bis 1,7 mm je nach Bautyp auf. Als elektrisch leitende Elektrodenschichten im Inneren des Grundkörpers werden dabei beispielsweise AgPd Elektroden verwendet. Ein Bauteil weist dabei z.B. einen ersten keramischen Teilbereich 2 mit einer Dicke von 100 μm auf, wobei sich auf den Oberflächen diesem Teilbereich der zweite keramische Teilbereich 5 mit einer Dicke von 390 μm befindet (siehe Fig. 2B). Ein solches Bauteil weist einen spezifischen Nennwiderstand R25 von 29.319 Ω und einen B-Wert von 3.779 K auf. Ein anderes Bauelement, mit gleicher Anordnung des ersten und zweiten keramischen Teilbereichs weist einen ersten keramischen Teilbereich mit einer Dicke von 800 μm und einen zweiten darauf befindlichen keramischen Teilbereich mit einer Dicke von 40 μm auf. Dieses Bauteil weist vom erstgenannten Bauteil unterschiedliche elektrische Eigenschaften auf, nämlich einen Nennwiderstand R25 von 11.270 Ω und einen B-Wert von 3.675 K. Wie im Querschnitt in Fig 2B zu sehen ist, bleibt der Gesamtquerschnitt aus den beiden keramischen Teilbereichen bei beiden Varianten des Bauelements gleich. Der erste keramische Teilbereich beider Bauelemente besteht dabei aus einem Nickel-Mangan-Spinell, bei dem gemäß der bereits weiter oben aufgeführten allgemeinen Formel Mangan durch ein- bis dreiwertige Metalle ersetzt werden kann. Als Material für den zweiten keramischen Teilbereich wird ein Zink-Mangan-Spinell bei beiden Bauelementen verwendet.

Ausführungsbeispiel 2

Ein NTC-Bauelement wird gemäß der in den Figuren 5A und 5B
5 gezeigten Anordnung aufgebaut. Dabei wird der Grundkörper des
NTC-Bauelements aus einem Schichtstapel aufgebaut, der aus
einem ersten und einem zweiten keramischen Teilbereich be-
steht, wobei der zweite keramische Teilbereich 5 die oberste
und unterste Schicht des Schichtstapels bildet. Der zweite
10 keramische Teilbereich besteht aus einem Zink-Mangan-Spinell,
während der erste keramische Teilbereich aus dem bereits oben
genannten Nickel-Mangan-Spinell

$$\text{Ni}^{\text{II}}_{1-z}[\text{Mn}^{\text{III}}_2\text{Mn}^{\text{II}}_z]\text{O}_4,$$

15 bei dem gilt: $0,0 \leq z \leq 0,4$.

Beträgt die Dicke des ersten keramischen Teilbereichs 2 $60 \mu\text{m}$
und die Dicken der jeweiligen zweiten keramischen Teilberei-
che 5 $220 \mu\text{m}$ (Fig. 5B), so resultiert ein Bauelement mit ei-
20 nem Nennwiderstand R25 von $2.340.340 \Omega$ und einem B-Wert von
 4.126 K . Bei einem Bauelement mit gleichem Grundkörper, bei
dem die Dicke des ersten keramischen Teilbereichs $90 \mu\text{m}$ und
die jeweiligen Dicken der zweiten keramischen Teilbereiche
 $205 \mu\text{m}$ betragen, resultiert ein Nennwiderstand R25 von
25 676.100Ω und ein B-Wert von 3.992 K .

Die Querschnitte beider Bauelemente in den Figuren 2B und 5C
zeigen, daß in jedem Ausführungsbeispiel die beiden miteinan-
der verglichenen Bauelemente trotz unterschiedlicher Dicken
30 der ersten und zweiten keramischen Teilbereiche insgesamt die
gleiche Abmessung des Grundkörpers aufweisen. Beide Ausfüh-
rungsbeispiele zeigen somit besonders gut, daß durch Variati-
on der Geometrie und der Menge der beiden Keramikteilbereiche
im Grundkörper Bauelemente mit gleichen Abmessungen, aber un-
35 terschiedlichen elektrischen Eigenschaften hergestellt werden
können.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die hier gezeigten Ausführungsbeispiele. Weitere Variationen in der Erfindung sind vor allen Dingen im Bezug auf die relative Anordnung der keramischen Teilbereiche zueinander möglich, als auch im Bezug auf die verwendeten keramischen Heißleitermaterialien und der Anzahl der im Grundkörper verwendeten keramischen Teilbereiche.

Bezugszeichenliste

	1	Grundkörper
	2	erster keramischer Teilbereich
5	5	zweiter keramischer Teilbereich
	10	erste Kontaktschicht
	15	zweite Kontaktschicht
	25	elektrisch leitende Elektroden-schichten
	26	weitere Elektroden-schichten, parallel zu den Elektro-
10		den-schichten 25
	30, 35	Elektrodenbündel
	40	zwischen den Elektrodenbündel angeordneter Bereich des Grundkörpers
	45, 50	sich gegenüberliegende Stirnflächen des Grundkörpers
15	65	Schutzschicht

Patentansprüche

1. Elektrisches Bauelement,
 - mit einem Grundkörper, der zumindest einen ersten (2) und
5 einen zweiten (5) jeweils räumlich ausgeformten keramischen Teilbereich aus unterschiedlichen Materialien umfaßt,
 - wobei die Materialien des ersten und zweiten keramischen Teilbereichs jeweils einen Widerstand mit einem negativen
10 Temperaturkoeffizienten aufweisen (NTC-Keramiken),
 - bei dem wenigstens eine erste (10) und eine zweite (15) Kontaktschicht auf der Oberfläche des Grundkörpers vorgesehen sind,
 - wobei beide keramischen Teilbereiche zwischen der ersten
15 und zweiten Kontaktschicht angeordnet sind, und
 - bei dem im Grundkörper (1) mehrere mit Abstand angeordnete, elektrisch leitende Elektrodenschichten (25) vorhanden sind, die jeweils mit einer der Kontaktschichten (10,15) elektrisch leitend verbunden sind, wobei zwei Elektrodenstapel (30,35) gebildet werden, die jeweils eine Kontaktschicht kontaktieren.
2. Elektrisches Bauelement nach dem vorhergehenden Anspruch,
 - bei dem der zweite keramische Teilbereich auf den Oberflächen
25 des ersten keramischen Teilbereichs angeordnet ist.
3. Elektrisches Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,
 - bei dem der erste (2) und der zweite (5) keramische Teilbereich jeweils als Schichten ausgeformt sind.
- 30 4. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,
 - bei dem die Materialien des ersten und zweiten keramischen Teilbereichs unterschiedliche Dielektrizitätskonstanten
35 aufweisen.
5. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,

- bei dem die Materialien des ersten und zweiten keramischen Teilbereichs unterschiedliche elektrische Widerstands-Temperatur-Kennlinienverläufe aufweisen.
- 5 6. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,
- bei dem die Materialien des ersten und zweiten keramischen Teilbereichs bei einer gegebenen Temperatur unterschiedliche elektrische Widerstände aufweisen.
- 10 7. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,
- bei dem die zwei Kontaktschichten auf sich gegenüberliegenden Stirnflächen des Grundkörpers angeordnet sind, so daß sich Elektrodenschichten (25), die Bestandteil von jeweils einem der Elektrodenstapel (30,35) sind, gegenüber-

15 liegen,

 - bei dem parallel zu zwei sich gegenüberliegenden Elektrodenschichten, eine weitere Elektrodenschicht (26) angeordnet ist.

20 8. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,

 - bei dem zwischen den zwei Elektrodenstäben (30,35) ein Bereich (40) des Grundkörpers vorhanden ist.

9. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,

25 - bei dem die Elektrodenschichten (25) überlappend angeordnet sind und alternierend mit jeweils einer der Kontaktschichten (10,15) verbunden sind, so daß die zwei Elektrodenstapel (30,35) kammartig ineinander geschoben sind.

30 10. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,

 - bei dem die Elektrodenschichten (25) nur im ersten keramischen Teilbereich (2) angeordnet sind.

11. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,

35 - bei dem die zwei Kontaktschichten auf sich einander gegenüberliegenden Flächen (45,50) des Grundkörpers (1) angeordnet sind,

- bei dem der erste (2) und der zweite (5) keramische Teilbereich jeweils als Schichten ausgeformt sind,
- bei dem der Grundkörper eine alternierende Abfolge von wenigstens jeweils einem ersten und einem zweiten keramischen Teilbereich umfaßt, wobei die Kontaktschichten auf den Stirnflächen der Teilbereiche angeordnet sind.

12.Bauelement nach dem vorhergehenden Anspruch,

- bei dem im Grundkörper (1) elektrisch leitende Elektroden-schichten (25) parallel zu den alternierenden Schichten der beiden keramischen Teilbereiche angeordnet sind.

13.Bauelement nach einem der Ansprüche 1 und 3 bis 6,

- bei dem die zwei Kontaktschichten auf sich gegenüberliegenden Flächen (45,50) des Grundkörpers (1) angeordnet sind,
- bei dem der erste (2) und der zweite (5) keramische Teilbereich jeweils als Schichten ausgeformt sind, so daß ein Schichtstapel gebildet wird,
- wobei die Kontaktschichten auf der obersten und der untersten Schicht des Schichtstapels angeordnet sind.

14.Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,

- bei dem zumindest ein Material des ersten oder zweiten keramischen Teilbereichs einen Nickel-Mangan-Spinell mit einer der folgenden allgemeinen Formeln umfaßt:

a) $(A^{III}_z, A^{II}_{(3/2)z}, A^I_{3z}) [Ni^{II}Mn^{III}_{2-z}]O_4$,
 bei der das dreiwertige Metall A^{III} Eisen, Titan, Aluminium oder Zirkon, das zweiwertige Metall A^{II} Cobalt, Zink, Eisen, Calcium, Magnesium, Zirkon oder Kupfer ist und das einwertige Metall A^I Lithium ist, wobei gilt:
 $0,01 \leq z \leq 0,6$, oder

b) $Ni^{II}_{1-z} [Mn^{III}_2 Mn^{II}_z]O_4$,
 bei dem gilt: $0,0 \leq z \leq 0,4$,

oder

c) $(A^{III}_{(2/3)z}, A^{II}_z, A^I_{2z}) [Mn^{III}_2 Mn^{II}_{1-z}] O_4$,
wobei gilt $0,01 \leq z \leq 0,6$.

5

15. Bauelement nach dem vorherigen Anspruch,

- bei dem der Spinell mit einem Metall dotiert ist, das aus folgender Gruppe ausgewählt ist:

10

- a) Titan
- b) Aluminium
- c) Calcium
- d) Zirkon
- e) Magnesium.

15

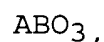
16. Bauelement nach einem der Ansprüche 14 oder 15,

- bei dem das erste Keramikmaterial einen Nickel-Mangan-Spinell ($NiMn_2O_4$) und das zweite Keramikmaterial einen Zink-Mangan-Spinell ($ZnMn_2O_4$) umfaßt.

20

17. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15,

- bei dem zumindest eines der beiden Keramikmaterialien eine Perovskitkeramik der folgenden allgemeinen Formel umfaßt:



25

bei der das Metall A entweder ein Element der seltenen Erden, Strontium oder Barium ist und das Metall B Magnesium, Titan, Vanadium, Chrom, Aluminium, Mangan, Eisen, Cobalt oder Nickel ist.

30

18. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem auf zumindest zwei sich gegenüberliegenden Oberflächen (40,45) des Grundkörpers (1), die zum größten Teil frei von den beiden Kontaktflächen (10,15) sind, eine Schutzschicht (65) angeordnet ist.

35

19. Bauelement nach dem vorherigen Anspruch,

21

- bei dem die Schutzschicht (65) ein Material mit einem hohen spezifischen elektrischen Widerstand von größer $10^6 \Omega\text{cm}$ umfaßt.

5 20.Bauelement nach dem vorherigen Anspruch,

- bei dem die Schutzschicht Glas, Keramiken, Silazane oder Parylene umfaßt.

FIG 1A
Stand der Technik

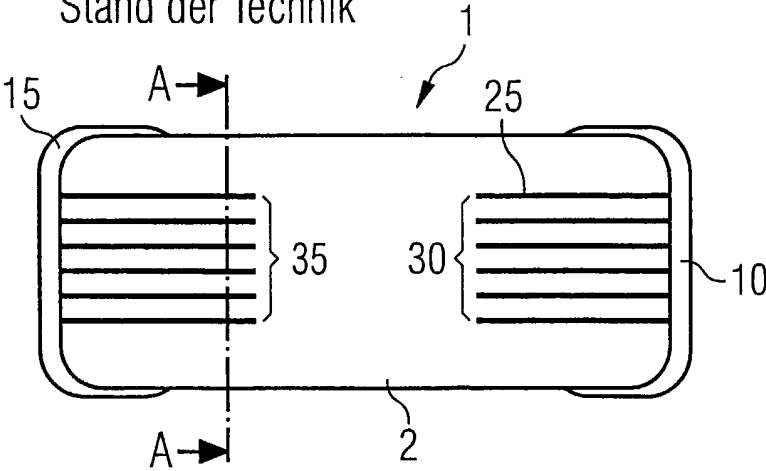


FIG 1B

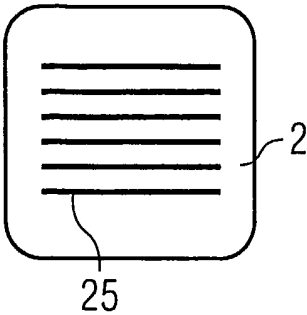


FIG 2A

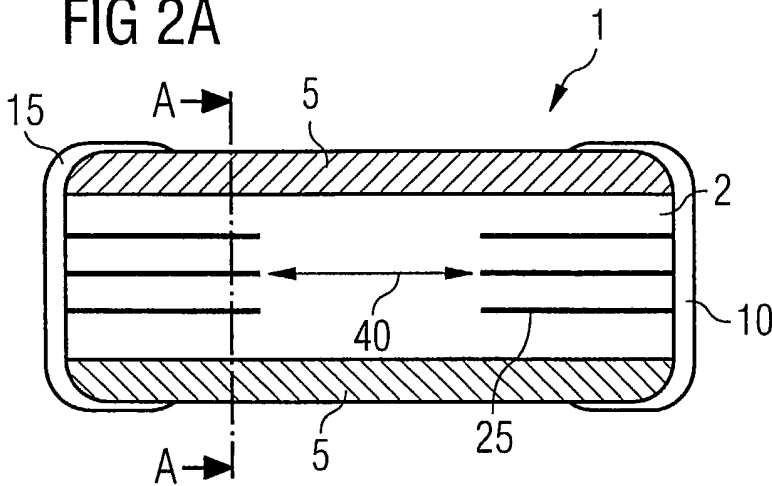


FIG 2B

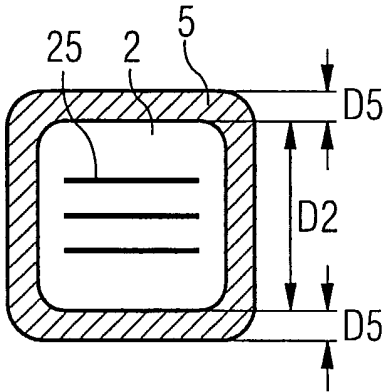


FIG 3A

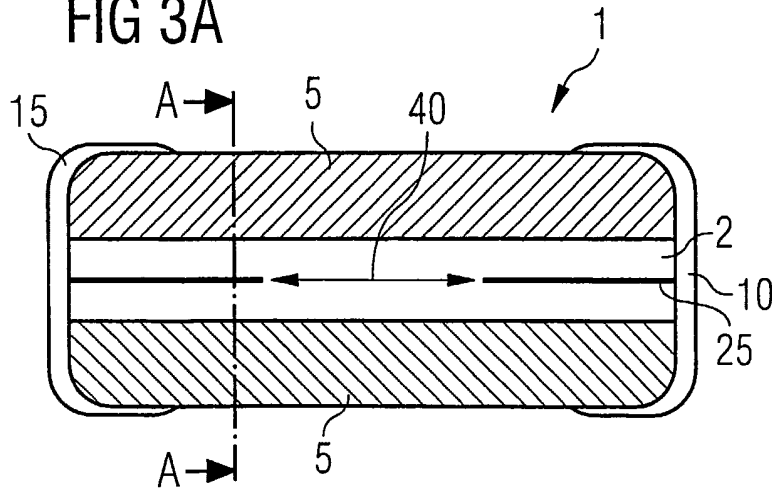


FIG 3B

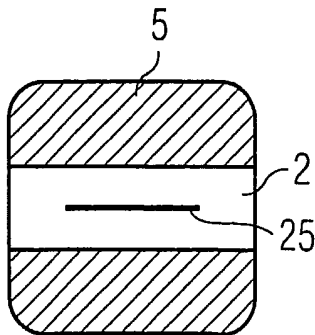


FIG 4A

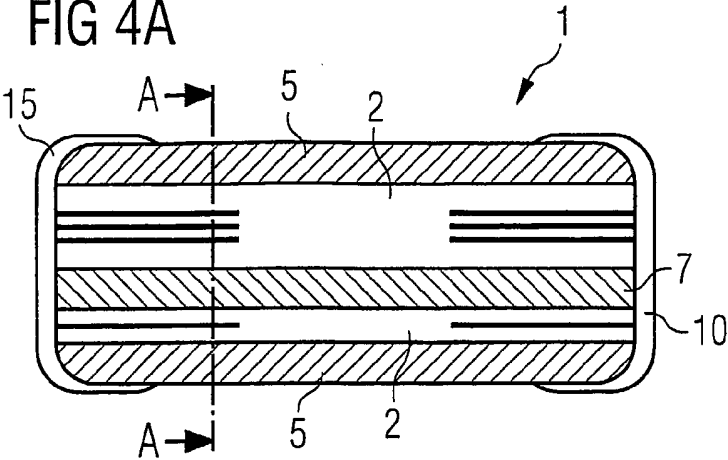


FIG 4B

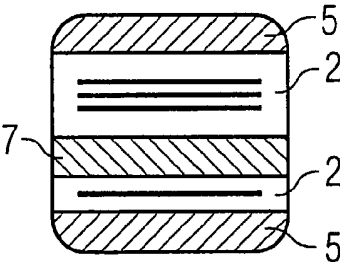


FIG 4C

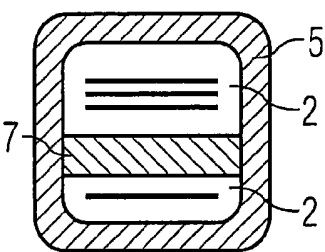


FIG 5A

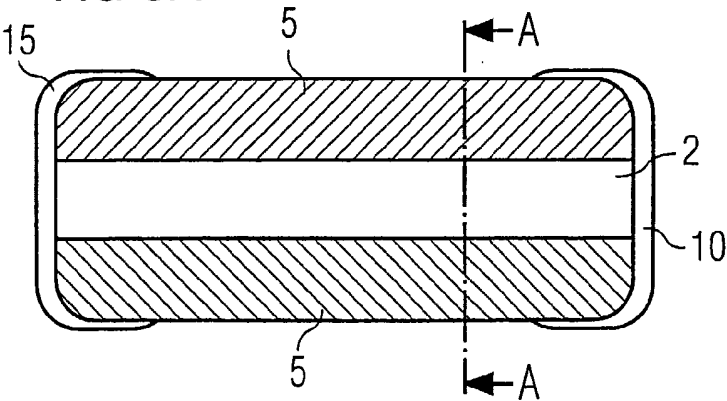


FIG 5B

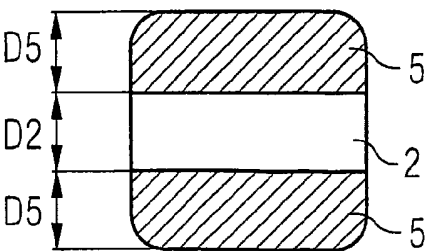


FIG 5C

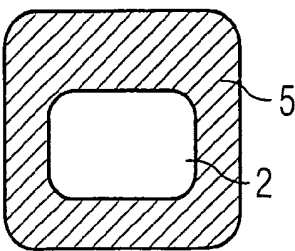


FIG 6A

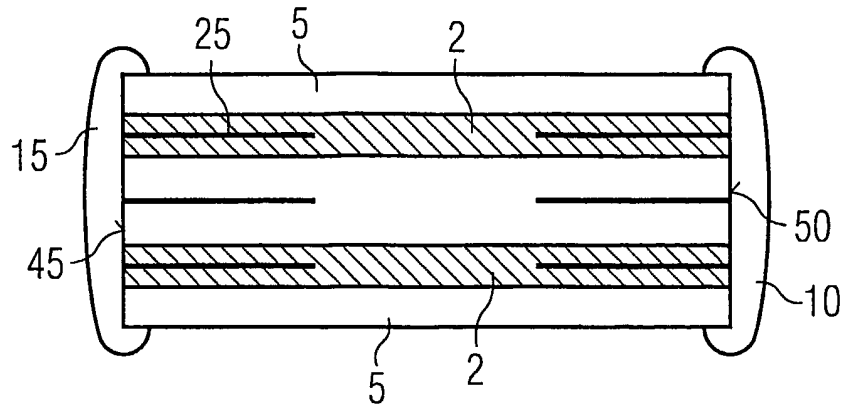


FIG 6B

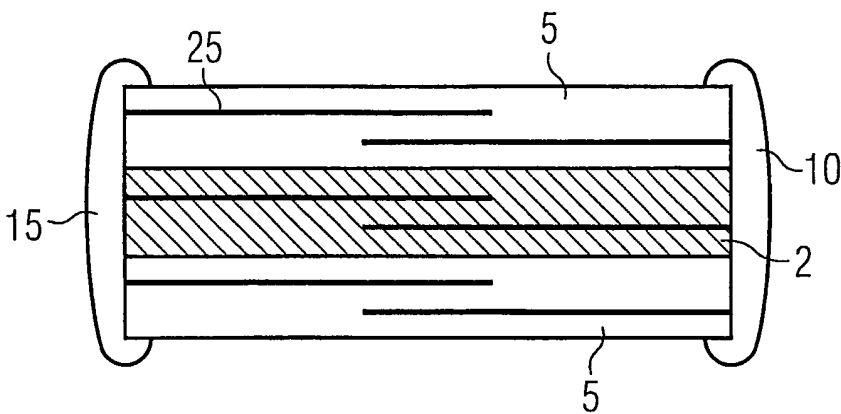


FIG 6C

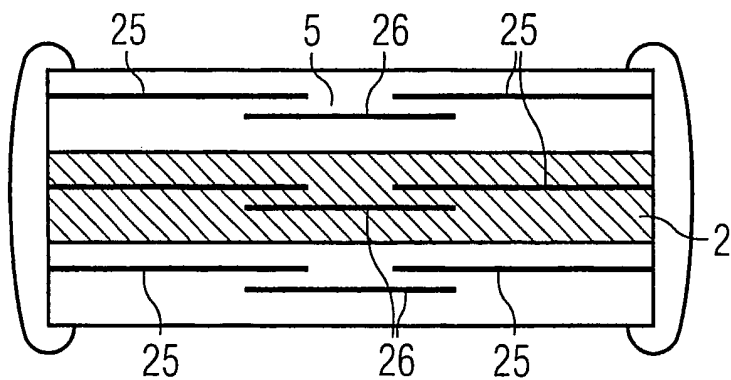


FIG 7

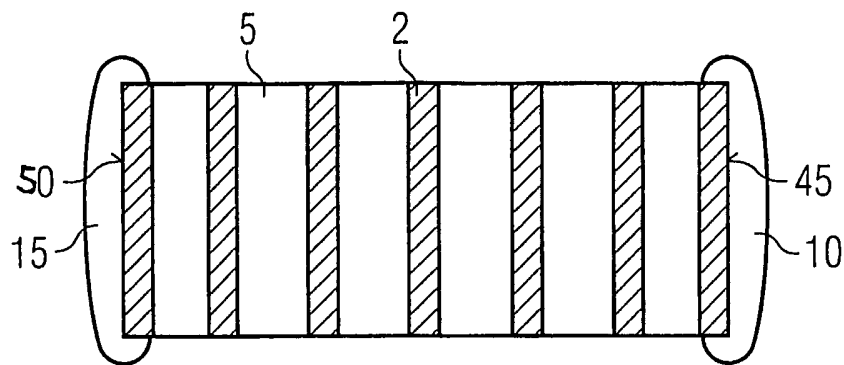


FIG 8A

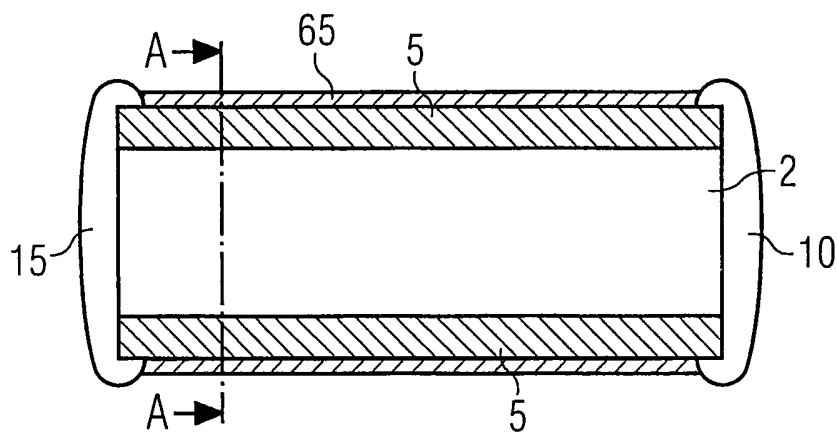


FIG 8B

