

(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
15. März 2012 (15.03.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/031963 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01C 7/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/065047

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. August 2011 (31.08.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 044 856.7
9. September 2010 (09.09.2010) 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): **RINNER, Franz** [DE/
AT]; Lindenweg 6/9, A-8530 Deutschlandsberg (AT).

(74) Anwalt: **ZUSAMMENSCHLUSS NR. 175, EPPING
HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGE-
SELLSCHAFT MBH**; Ridlerstr. 55, 80339 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

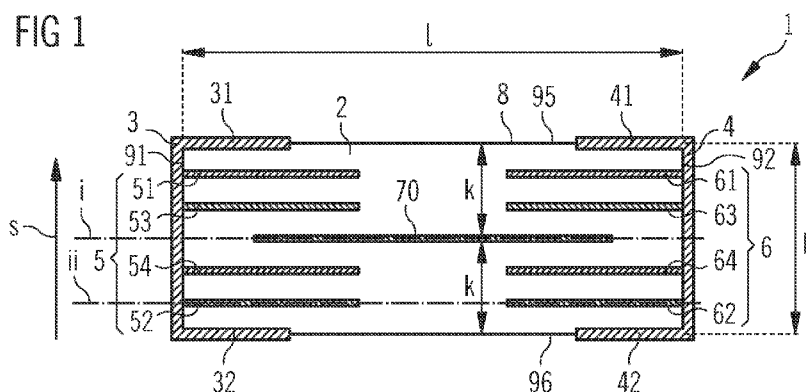
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: RESISTANCE COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING A RESISTANCE COMPONENT

(54) Bezeichnung : WIDERSTANDSBAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WIDERSTANDS-
BAUELEMENTS



(57) Abstract: What is specified is: a resistance component (1) with a stack of ceramic layers (2) and inner electrodes (5, 6, 70), wherein inner electrodes (5) of a first type are electrically conductively connected to a first external contact (3) and inner electrodes (6) of a second type are electrically conductively connected to a second external contact (4). The inner electrodes (5) of the first type are arranged such that there is no overlap with the inner electrodes (6) of the second type. An inner electrode (70) of a third type which is electrically conductively connected neither to the first external contact (3) nor to the second external contact (4), at least partially overlaps the inner electrodes (5) of the first type and the inner electrodes (6) of the second type. At least three inner electrodes (5) of the first type and three inner electrodes (6) of the second type are provided for each inner electrode (70) of the third type. Also specified is: a method for producing a resistance component (1).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Es wird ein Widerstandsbauelement (1) mit einem Stapel aus keramischen Schichten (2) und Innenelektroden (5, 6, 70) angegeben, wobei Innenelektroden (5) einer ersten Sorte mit einer ersten Außenkontaktierung (3) und Innenelektroden (6) einer zweiten Sorte mit einer zweiten Außenkontaktierung (4) elektrisch leitend verbunden sind. Die Innenelektroden (5) der ersten Sorte sind überlappungsfrei von den Innenelektroden (6) der zweiten Sorte angeordnet. Eine Innenelektrode (70) einer dritten Sorte, welche weder mit der ersten (3) noch mit der zweiten (4) Außenkontaktierung elektrisch leitend verbunden ist, überlappt wenigstens teilweise mit den Innenelektroden (5) der ersten Sorte und den Innenelektroden (6) der zweiten Sorte. Für jede Innenelektrode (70) der dritten Sorte sind wenigstens drei Innenelektroden (5) der ersten Sorte und drei Innenelektroden (6) der zweiten Sorte vorgesehen. Weiterhin wird ein Verfahren zur Herstellung eines Widerstandsbauelements (1) angegeben.

Beschreibung

Widerstandsbauelement und Verfahren zur Herstellung eines Widerstandsbauelements

Es wird ein Widerstandsbauelement mit einem Stapel aus keramischen Schichten und dazwischen angeordneten Innenelektroden angegeben. Zur elektrischen Kontaktierung der Innenelektroden können an der Außenseite des Stapels Außenkontaktierungen befestigt sein. Derartige Widerstandsbauelemente können zum Beispiel als NTC-Thermistoren ausgeführt sein und werden beispielsweise zur Temperaturmessung verwendet.

In der Druckschrift EP 1 451 833 B1 ist ein Widerstandsbauelement mit einem negativen Temperaturkoeffizienten beschrieben.

Es ist eine zu lösende Aufgabe, eine Geometrie eines Widerstandsbauelements, insbesondere eine Innen- und Außenelektrodenanordnung eines Widerstandsbauelements anzugeben, die verbesserte Eigenschaften aufweist.

Es wird ein Widerstandsbauelement mit einem Grundkörper angegeben, welcher einen Stapel aus keramischen Schichten und dazwischen angeordnete Innenelektroden umfasst. Das Widerstandsbauelement weist eine erste und eine zweite Außenkontaktierung auf.

Die Außenkontaktierungen sind vorzugsweise auf zwei gegenüberliegenden Seitenflächen des Bauelements angeordnet. Beispielsweise werden die Außenkontaktierung durch Eintauchen des Bauelements in eine leitfähige Paste hergestellt und können daher Kappen bzw. kappenförmige Bereiche aufweisen.

Die Außenkontaktierungen liegen dann kantenübergreifend auf mehreren Seitenflächen des Grundkörpers auf und die Kappen stellen die kantenübergreifende Bereiche der Außenkontaktierung dar.

Das Widerstandsbauelement weist Innenelektroden einer ersten Sorte auf, welche mit der ersten Außenkontaktierung elektrisch leitend verbunden sind. Des Weiteren weist das Widerstandsbauelement Innenelektroden einer zweiten Sorte auf, welche mit der zweiten Außenkontaktierung elektrisch leitend verbunden sind. Sowohl die Innenelektroden der ersten Sorte als auch die Innenelektroden der zweiten Sorte sind vorzugsweise stapelförmig angeordnet.

Weiterhin sind die Innenelektroden der ersten Sorte überlappungsfrei von den Innenelektroden der zweiten Sorte angeordnet. Somit wird zwischen den Innenelektroden der ersten Sorte und den Innenelektroden der zweiten Sorte eine Lücke gebildet, wobei ein von der ersten Außenkontaktierung zu der zweiten Außenkontaktierung fließender Strom von den Innenelektroden der ersten Sorte über die keramischen Schichten zu den Innenelektroden der zweiten Sorte fließen kann. Die Lücke wird zu zwei Seiten jeweils von Kanten der Innenelektroden der ersten Sorte und der zweiten Sorte begrenzt, wobei mit Kanten die Enden der Innenelektroden bezeichnet werden, welche in Richtung der gegenüberliegenden Innenelektroden zeigen.

Durch eine Verkleinerung beziehungsweise Vergrößerung der Lücke können die elektrischen Eigenschaften des Widerstandsbauelements gezielt verändert werden. Beispielsweise bewirkt eine Verkleinerung der Lücke zwischen den Innenelektroden der

ersten Sorte und den Innenelektroden der zweiten Sorte eine Absenkung des Widerstandes des Bauelements.

Weiterhin weist das Widerstandsbauelement wenigstens eine Innenelektrode einer dritten Sorte auf, welche weder mit der ersten noch mit der zweiten Außenkontaktierung elektrisch leitend verbunden ist.

Vorzugsweise überlappt die Innenelektrode der dritten Sorte wenigstens teilweise mit den Innenelektroden der ersten Sorte und den Innenelektroden der zweiten Sorte.

Ein von der ersten Außenkontaktierung zu der zweiten Außenkontaktierung fließender Strom kann von der ersten Außenkontaktierung über die Innenelektroden der ersten Sorte, über die keramischen Schichten und über die Innenelektrode der dritten Sorte und die keramischen Schichten zu den Innenelektroden der zweiten Sorte und zu der zweiten Außenkontaktierung fließen.

Durch eine Veränderung des Abstandes der Innenelektrode der dritten Sorte zu den Innenelektroden der ersten und der zweiten Sorte beziehungsweise durch eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Überlappungsbereichs können die elektrischen Eigenschaften des Widerstandsbauelements, wie beispielsweise der Widerstand des Bauelements, gezielt eingestellt werden.

Für jede Innenelektrode der dritten Sorte sind wenigstens drei Innenelektroden der ersten Sorte und drei Innenelektroden der zweiten Sorte vorgesehen.

Bei dem hier beschriebenen Bauelement fließt ein erster Anteil des von der ersten zu der zweiten Außenkontaktierung fließenden Stroms von der ersten Außenkontaktierung über die Innenelektroden der ersten Sorte und den Kanten der Innenelektroden der ersten Sorte direkt über die Lücke zu den Kanten der Innenelektroden der zweiten Sorte und über die Innenelektroden der zweiten Sorte zu der zweiten Außenkontaktierung.

Ein zweiter Anteil des Stroms fließt von der ersten Außenkontaktierung über die Flächen der Innenelektroden der ersten Sorte und über die Fläche der Innenelektrode der dritten Sorte zu den Flächen der Innenelektroden der zweiten Sorte und zur zweiten Außenkontaktierung.

Im Vergleich zu Innenelektrodenanordnungen von Widerstandsbaulementen, bei welchen für jede Innenelektrode der dritten Sorte lediglich jeweils eine oder zwei Innenelektroden der ersten und zweiten Sorte vorgesehen sind, wird bei dem hier beschriebenen Widerstandsbaulement der erste Anteil des Stroms, der ohne über die Innenelektrode der dritten Sorte direkt von den Innenelektroden der ersten Sorte über die Lücke zu den Innenelektroden der zweiten Sorte fließt, gegenüber dem zweiten Anteil des Stroms, der über die Innenelektrode der dritten Sorte fließt, erhöht.

Es hat sich gezeigt, dass senkrecht zu der Grundfläche des Bauelements, das heißt in Stapelrichtung, fließende Ströme besonders empfindlich gegenüber Schichtdickenschwankungen der keramischen Schichten sind. In Stapelrichtung fließt ein Strom im Wesentlichen, wenn der Strom von den Innenelektroden der ersten Sorte über die Innenelektrode der dritten Sorte zu den Innenelektroden der zweiten Sorte fließt.

Bei Strömen, welche in lateraler Richtung, das heißt senkrecht zur Stapelrichtung beziehungsweise parallel zu der Grundfläche des Bauelements fließen, also solche Ströme, die direkt über die Lücke fließen, tritt dieser Effekt ebenfalls auf, jedoch mit anderem Vorzeichen.

Durch die hier beschriebene Innenelektrodenanordnung wird das Verhältnis des ersten Anteils des Stroms, also des in lateraler Richtung fließenden Stroms, zu dem zweiten Anteil des Stroms, also dem in Stapelrichtung fließenden Strom, optimiert, so dass negative Auswirkungen fertigungsbedingter Schwankungen durch Variation von Keramikschichtdicken bei verschiedenen Bauelementen reduziert werden können. So kann, im Vergleich zu bekannten Bauelementen, bei dem hier beschriebenen Bauelement auch bei Schichtdickenschwankungen der Keramikschichten von Bauelement zu Bauelement ein im Wesentlichen gleicher vorgegebener Sollwiderstand bei diesen Bauelementen erreicht werden.

Die Innenelektrode der dritten Sorte weist vorzugsweise zu zwei gegenüberliegenden Seitenflächen des Bauelements jeweils einen im Wesentlichen gleichen Abstand auf.

„Gleich“ oder „im Wesentlichen gleich“ bedeutet dabei hier und im Folgenden, dass die Abweichungen im Bereich der Toleranzen des Herstellungsverfahrens liegen. Beispielsweise kann die Innenelektrode der dritten Sorte zu einer Seitenfläche des Bauelements einen Abstand aufweisen, welcher vom Abstand der Innenelektrode der dritten Sorte zu der gegenüberliegenden Seitenfläche um kleiner oder gleich 10 µm abweicht.

Vorzugsweise weisen alle Innenelektroden der ersten Sorte zu den jeweils gegenüberliegenden Innenelektroden der zweiten Sorte einen im Wesentlichen gleichen Abstand auf, wobei mit Abstand der laterale Abstand von einer Kante einer Innenelektrode der ersten Sorte zu einer Kante einer gegenüberliegenden Innenelektrode der zweiten Sorte gemeint ist. Da alle Innenelektroden der ersten Sorte zu den jeweils gegenüberliegenden Innenelektroden der zweiten Sorte einen im Wesentlichen gleichen Abstand aufweisen, ergibt sich zwischen den Innenelektroden der ersten Sorte und den Innenelektroden der zweiten Sorte eine Lücke, deren Größe konstant ist.

Des Weiteren können eine erste und eine zweite Innenelektrode der ersten Sorte und eine erste und eine zweite Innenelektrode der zweiten Sorte als Abschirmelektroden zur Abschirmung der übrigen Innenelektroden von Bereichen der Außenkontaktierungen funktionieren. Die Abschirmung erfolgt dabei vor allem bezüglich der Kappen der Außenkontaktierungen, das heißt unerwünschte Einflüsse der kappenförmigen, kantenübergreifenden Bereiche der Außenkontaktierungen auf die elektrischen Eigenschaften des Widerstandsbauelements können minimiert werden.

Beispielsweise können jeweils zwei Innenelektroden der ersten Sorte und zwei Innenelektroden der zweiten Sorte oberhalb der Innenelektrode der dritten Sorte angeordnet sein. Auf der anderen Seite der Innenelektrode der dritten Sorte können ebenfalls jeweils zwei Innenelektroden der ersten Sorte und zwei Innenelektroden der zweiten Sorte unterhalb der Innenelektrode der dritten Sorte angeordnet sein.

Gemäß einer Ausführungsform ist das Widerstandsbauelement symmetrisch bezüglich der Innenelektrode der dritten Sorte.

Vorzugsweise ist das Bauelement symmetrisch zu drei senkrecht zueinander stehenden Ebenen. Das bedeutet, dass dem Widerstandsbauelement drei Ebenen zugeordnet werden können, welche zueinander senkrecht stehen und zu welchen das Bauelement symmetrisch ist.

In einer weiteren Ausführungsform weist das Widerstandsbauelement genau eine Innenelektrode der dritten Sorte und wenigstens jeweils drei Innenelektroden der ersten und der zweiten Sorte auf.

In einer Ausführungsform weisen die Innenelektroden der ersten Sorte und die Innenelektroden der zweiten Sorte alle eine gleiche Länge auf, die im Wesentlichen einer halben Länge der Innenelektrode der dritten Sorte entspricht.

In einer weiteren Ausführungsform weisen die Innenelektroden der ersten, der zweiten und der dritten Sorte eine im Wesentlichen gleiche Breite auf. Des Weiteren kann der Abstand der Innenelektroden der ersten Sorte zu den Innenelektroden der zweiten Sorte im Wesentlichen dem zweifachen Abstand der Innenelektrode der dritten Sorte zu einer Seitenfläche des Bauelements, von welcher aus die Innenelektroden der ersten oder zweiten Sorte in den Grundkörper ragen, entsprechen.

Vorzugsweise weisen die Innenelektroden der ersten Sorte und die Innenelektroden der zweiten Sorte alle eine gleiche Fläche auf, die im Wesentlichen der halben Fläche der Innenelektrode der dritten Sorte entspricht.

Durch die oben beschriebenen Merkmale bezüglich der Länge, Breite, Fläche sowie Abstände der jeweiligen Innenelektroden

ergibt sich der Vorteil, dass innerhalb des Herstellungsprozess des Widerstandsbauelements beim Bedrucken aller Innenelektroden die gleiche Bedruckungsmaske verwendet werden kann.

Gemäß einer Ausführungsform weist das Widerstandsbauelement die Form eines Quaders mit einer Länge l , einer Breite b und einer Höhe h auf. Für den elektrischen Widerstand R_{25} des Bauelements bei einer Nenntemperatur von 25 °C, für den spezifischen Widerstand ρ der keramischen Schichten, die Länge l , Breite b und Höhe h des Bauelements gilt die mathematische Beziehung:

$$0,10 \leq (R_{25} \cdot b \cdot h) / (\rho \cdot l) \leq 0,20$$

In einer bevorzugten Ausführungsform gilt:

$$0,14 \leq (R_{25} \cdot b \cdot h) / (\rho \cdot l) \leq 0,16$$

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform gilt:

$$(R_{25} \cdot b \cdot h) / (\rho \cdot l) = 0,15$$

Vorzugsweise entspricht die Breite b des Bauelements im Wesentlichen der halben Länge des Bauelements.

In einer weiteren Ausführungsform weist jede Innenelektrode zu der in Stapelrichtung nächstliegenden Innenelektrode einen im Wesentlichen gleichen Abstand auf.

In einer alternativen Ausführungsform weisen die Innenelektroden der ersten Sorte und der zweiten Sorte zu in

Stapelrichtung benachbarten Innenelektroden verschiedene Abstände auf.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem beschriebenen Widerstandsbauelement um ein NTC-Thermistor, das heißt um ein Widerstandsbauelement mit einem negativen Temperaturkoeffizienten. Bei einem NTC-Thermistor wird der durch die keramischen Schichten fließende Strom bei hohen Temperaturen besser geleitet als bei tiefen Temperaturen, weshalb ein derartiges Widerstandsbauelement auch als Heißleiter bezeichnet wird.

Weiterhin wird ein Verfahren zur Herstellung eines oben beschriebenen Widerstandsbauelements angegeben.

Dabei werden die Innenelektroden mittels eines Druckverfahrens, bei dem eine leitfähige Paste verwendet wird, auf einer Keramikgrünschlicht aufgebracht. Beim Aufbringen der Innenelektroden wird für alle Innenelektroden die gleiche Bedruckungsmaske verwendet. Durch die Verwendung von nur einer Bedruckungsmaske lässt sich der Herstellungsprozess eines hier beschriebenen Widerstandsbauelements erheblich vereinfachen.

Vorzugsweise wird die wenigstens eine Innenelektrode der dritten Sorte um eine halbe Länge des Bauelements versetzt zu den Innenelektroden der ersten Sorte und zu den Innenelektroden der zweiten Sorte aufgebracht.

Nach dem Schneiden der eingebrannten Keramiksichten entsteht dadurch ein erfindungsgemäßes Widerstandsbauelement, bei dem die Innenelektroden der ersten und der zweiten Sorte alle eine gleiche Fläche aufweisen, welche der halben Fläche

der in der Mitte des Bauelements angeordnete Innenelektrode der dritten Sorte entspricht.

Im Folgenden werden das angegebene Widerstandsbauelement und vorteilhafte Ausgestaltungen anhand von schematischen Figuren erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt eines erfindungsgemäßen Widerstandsbauelements,

Figuren 2 und 3 Aufsichten auf verschiedene Schichten eines erfindungsgemäßen Widerstandsbauelements,

Figuren 4 und 5 Querschnitte weiterer Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Widerstandsbauelements.

Figur 1 zeigt einen Querschnitt eines Widerstandsbauelements 1 mit einem Grundkörper 8, welcher keramische Schichten 2 und verschiedene Innenelektroden 5, 6, 70 umfasst. Das Widerstandsbauelement 1 weist auf zwei gegenüberliegenden Seitenflächen 91, 92 des Grundkörpers 8 eine erste und eine zweite kappenförmige Außenkontaktierung 3, 4 auf. Dabei sind vier Innenelektroden 5 einer ersten Sorte elektrisch leitend mit der ersten Außenkontaktierung 3 und vier Innenelektroden 6 einer zweiten Sorte elektrisch leitend mit der zweiten Außenkontaktierung 4 verbunden. Des Weiteren weist der Grundkörper 8 des Widerstandsbauelements 1 eine Innenelektrode 70 einer dritten Sorte auf, welche weder mit der ersten 3 noch mit der zweiten 4 Außenkontaktierung elektrisch leitend verbunden ist.

Die mit der ersten Außenkontaktierung 3 verbundenen Innenelektroden 5 der ersten Sorte und die mit der zweiten

Außenkontaktierung 4 verbundenen Innenelektroden 6 der zweiten Sorte liegen sich jeweils paarweise gegenüber. Das bedeutet, dass jeweils eine Innenelektrode 51, 52, 53, 54 der ersten Sorte und eine Innenelektrode 61, 62, 63, 64 der zweiten Sorte in einer gleichen gedachten horizontalen Schnittebene, welche parallel zu einer Unterseite des Grundkörpers 8 ist, angeordnet sind.

Darüber hinaus sind die Innenelektroden 5 der ersten Sorte und die Innenelektroden 6 der zweiten Sorte voneinander beabstandet, d.h. sie berühren sich nicht und weisen keinen Überlapp auf. Somit wird zwischen den Innenelektroden 5 der ersten Sorte und den Innenelektroden 6 der zweiten Sorte ein Spalt gebildet.

Andererseits überlappen sowohl die Innenelektroden 5 der ersten Sorte als auch die Innenelektroden 6 der zweiten Sorte mit der mittig im Grundkörper 8 angeordneten Innenelektrode 70 der dritten Sorte.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 sind jeweils zwei Innenelektroden 51, 53 der ersten Sorte und zwei Innenelektroden 61, 63 der zweiten Sorte oberhalb der Innenelektrode 70 der dritten Sorte angeordnet. Auf der anderen Seite der Innenelektrode 70 sind zwei Innenelektroden 52, 54 der ersten Sorte und zwei Innenelektroden 62, 64 der zweiten Sorte unterhalb der Innenelektrode 70 der dritten Sorte angeordnet.

Vorzugsweise weist die Innenelektrode 70 der dritten Sorte zur ersten 3 und zur zweiten 4 Außenkontaktierung jeweils den gleichen Abstand auf.

Die Innenelektroden 51, 52, 61, 62 können durch ihre Anordnung am äußeren Rand des Grundkörpers 8 zusätzlich als Abschirmelektroden wirken, indem sie die übrigen Innenelektroden vom Einfluss der kappenförmigen Außenkontaktierungen 3, 4 abschirmen. Dabei erfolgt vor allem eine Abschirmung von den Bereichen der Außenkontaktierungen 3, 4, welche die Seitenflächen 95 und 96 zumindest teilweise bedecken und näherungsweise parallel zu den Innenelektroden 5, 6, 70 sind.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 weist die Innenelektrode 70 der dritten Sorte zu jeweils zwei gegenüberliegenden Seitenflächen des Bauelements 1 den gleichen Abstand auf. Weiterhin weist jede Innenelektrode zu der in vertikaler Richtung nächstliegenden Innenelektrode den gleichen Abstand auf, das heißt die Innenelektroden sind gleich beabstandet.

Das Widerstandsbauelement 1 ist symmetrisch bezüglich der Innenelektrode 70 der dritten Sorte gebildet. Des Weiteren ist das Bauelement 1 symmetrisch zu drei senkrecht zueinander stehenden Ebenen. In anderen Worten können dem Widerstandsbauelement 1 drei Ebenen zugeordnet werden, welche zueinander senkrecht stehen und zu welchen das Bauelement symmetrisch ist.

Ein Widerstandsbauelement gemäß Figur 1 ist vorzugsweise ein NTC-Thermistor-Bauelement. Das Bauelement weist zum Beispiel eine Höhe von 750 μm , eine Breite von 750 μm und eine Länge von 1520 μm auf. Die keramischen Schichten 2 haben beispielsweise einen spezifischen Widerstand von 24,3 Ωm und der elektrische Widerstand R_{25} des Bauelements bei einer Nenntemperatur von 25 °C beträgt 10 k Ω .

Die in der Mitte des Bauelements angeordnete Innenelektrode 70 der dritten Sorte ist beispielsweise 390 μm breit und 1084 μm lang. Die von den Außenkontaktierungen 3, 4 in den Grundkörper 8 des Bauelements ragenden Innenelektroden 5, 6 der ersten und der zweiten Sorte sind 390 μm breit und 524 μm lang. Die Lücke zwischen den Innenelektroden 5 der ersten Sorte und den Innenelektroden 6 der zweiten Sorte ist 436 μm groß. Die Innenelektroden weisen zu den in Stapelrichtung nächstliegenden Innenelektroden einen Abstand von 125 μm auf. Der Abstand der ersten Außenkontaktierung 3 zu der zweiten Außenkontaktierung 4 beträgt 920 μm .

Bei einem weiteren erfindungsgemäßen Widerstandsbauelement befindet sich eine Verglasung über dem Bauelement. Die Außenkontaktierungen 3, 4 haben in dieser Ausführungsform keinen direkten Kontakt zu den keramischen Schichten 2, da die Verglasung zwischen den Außenkontaktierungen 3, 4 und den keramischen Schichten 2 angeordnet ist. Dadurch lassen sich unerwünschte Einflüsse der Außenkontaktierungen 3, 4 auf die elektrischen Eigenschaften des Bauelements reduzieren, insbesondere unerwünschte Einflüsse der kappenförmigen Bereiche 31, 32, 41, 42 der Außenkontaktierungen 3, 4.

Bei einem derartigen Widerstandsbauelement mit Verglasung weist die in der Mitte des Bauelements angeordnete Innenelektrode 70 der dritten Sorte eine Breite von 400 μm und eine Länge von 1085 μm auf. Der Abstand der Innenelektroden 5 der ersten Sorte zu den Innenelektroden 6 der zweiten Sorte, das heißt die Größe der Lücke zwischen den Innenelektroden 5 der ersten Sorte zu den Innenelektroden 6 der zweiten Sorte beträgt 435 μm .

Figur 2 zeigt eine Aufsicht des erfindungsgemäßen Widerstandsbauelements 1 gemäß Figur 1, wobei hier der Schnitt durch die Ebene i dargestellt ist. Die Innenelektrode 70 der dritten Sorte ist rechteckig ausgebildet. Sie ist mittig im Widerstandsbauelement angeordnet, das heißt die Innenelektrode 70 der dritten Sorte weist zu zwei gegenüberliegenden Seitenflächen 91 und 92 sowie 93 und 94 des Bauelements 1 jeweils den gleichen Abstand c beziehungsweise d auf. Die Innenelektrode 70 der dritten Sorte ist beispielsweise $390\text{ }\mu\text{m}$ breit und $1084\text{ }\mu\text{m}$ lang.

Figur 3 zeigt eine weitere Aufsicht des erfindungsgemäßen Bauelements 1 gemäß Figur 1. Dabei ist der Schnitt durch Ebene ii dargestellt. Die Innenelektrode 52 der ersten Sorte ist elektrisch leitend mit der Außenkontaktierung 3 verbunden. Die Innenelektrode 62 der zweiten Sorte ist elektrisch leitend mit der zweiten Außenkontaktierung 4 verbunden. Die beiden Innenelektroden 52 und 62 sind voneinander beabstandet. Sie weisen beispielsweise einen Abstand e von $436\text{ }\mu\text{m}$ auf.

Vorzugsweise weisen alle Innenelektroden 5 der ersten Sorte zu den jeweils gegenüberliegenden Innenelektroden 6 der zweiten Sorte den gleichen Abstand e auf.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der Abstand e dem zweifachen Abstand $2c$ der mittigen Innenelektrode 70 zu den Seitenfläche 91 beziehungsweise 92 des Widerstandsbauelements 1 entspricht. Dies wird im Folgenden im Zusammenhang mit der Bedruckung der Innenelektroden bei der Herstellung eines erfindungsgemäßen Bauelements deutlich.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Figuren 1, 2 und 3 entspricht die Breite der beiden Innenelektroden 53 und 63 mit einer Breite von beispielsweise 390 μm der Breite der Innenelektrode der ersten Sorte.

Die Länge der Innenelektroden 5 der ersten Sorte entspricht vorzugsweise der Länge der Innenelektroden 6 der zweiten Sorte.

Besonders bevorzugt ist es, wenn die die Länge der Innenelektroden 5, 6 der ersten und zweiten Sorte einer halben Länge der mittleren Innenelektrode 70 der dritten Sorte entspricht.

Dadurch kann bei der Herstellung des Widerstandsbauelements für alle Innenelektroden eine gleiche Bedruckungsmaske verwendet werden. Im Fall der Innenelektrode 70 der dritten Sorte erfolgt die Bedruckung lediglich um eine halbe Bauteillänge $l/2$ versetzt.

In Figur 4 ist ein Querschnitt eines erfindungsgemäßen Widerstandsbauelements gezeigt, wobei anders als in Figur 1 die Innenelektroden 5 der ersten Sorte und die Innenelektroden 6 der zweiten Sorte jeweils unterschiedlich beabstandet sind. Die Innenelektroden 51, 52 der ersten Sorte und 61, 62 der zweiten Sorte weisen einen verhältnismäßig großen Abstand f zu dem in vertikaler Richtung nächstliegenden Innenelektroden 53, 54 und 63, 64 auf. Dagegen weisen die Innenelektroden 53, 54 der ersten Sorte und 63, 64 der zweiten Sorte einen verhältnismäßig geringen Abstand h zur Innenelektrode 70 der dritten Sorte auf.

Durch den veränderten Abstand der Innenelektroden kann beispielsweise der elektrische Widerstand R_{25} des Bauelements 1 bei einer Nenntemperatur von 25°C variiert werden.

Des Weiteren kann durch einen kleinen Abstand der Innenelektroden 51, 52, 61, 62 zu den Kappen 31, 32, 41, 42 der Außenkontaktierungen 3, 4 eine besonders effektive Abschirmung vom Einfluss der kappenförmigen Bereiche der ersten und zweiten Außenkontaktierung 3, 4 durch die Innenelektroden 51, 52 der ersten Sorte und 61, 62 der zweiten Sorte erfolgen.

In Figur 5 ist eine weitere Ausführungsform gezeigt, bei der zwischen der ersten 51 und dritten 53 Innenelektrode der ersten Sorte, zwischen der zweiten 52 und vierten 54 Innenelektrode der ersten Sorte, zwischen der ersten 61 und dritten 63 Innenelektrode der zweiten Sorte und zwischen der zweiten 62 und vierten 64 Innenelektrode der zweiten Sorte jeweils eine weitere Innenelektrode 55, 56, 65, 66 angeordnet ist.

Dem Widerstandsbauelement 1 gemäß Figur 5 können wiederum drei senkrecht zueinander stehende Ebenen zugeordnet werden, zu denen das Bauelement 1 symmetrisch ist.

Der Abstand n , also der jeweilige Abstand der Innenelektroden 53, 54, 63, 64 zu den Innenelektroden 55, 56, 65, 66, beträgt 150 μm . Der Abstände m und g , also die Abstände der Innenelektroden 51, 52, 61, 62 zu den Innenelektroden 55, 56, 65, 66 bzw. Innenelektroden 53, 54, 63, 64 zu der freien Elektrode 70 betragen jeweils 75 μm .

Durch eine Erhöhung der Anzahl der Innenelektroden der ersten Sorte und der zweiten Sorte kann beispielsweise der elektrische Widerstand R_{25} des Bauelements 1 bei einer Nenntemperatur von 25°C variiert werden beziehungsweise an verschiedene Keramikmaterialien angepasst werden.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung an Hand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt, sondern umfasst jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen. Dies beinhaltet insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

- 1 Widerstandsbauelement
- 2 keramische Schichten
- 3 erste Außenkontaktierung
- 4 zweite Außenkontaktierung
- 31, 32 Kappen der ersten Außenkontaktierung
- 41, 42 Kappen der zweiten Außenkontaktierung
- 5 Innenelektroden der ersten Sorte
- 51 erste Innenelektrode der ersten Sorte
- 52 zweite Innenelektrode der ersten Sorte
- 53 dritte Innenelektrode der ersten Sorte
- 54 vierte Innenelektrode der ersten Sorte
- 55 fünfte Innenelektrode der ersten Sorte
- 56 sechste Innenelektrode der ersten Sorte
- 6 Innenelektroden der zweiten Sorte
- 61 erste Innenelektrode der zweiten Sorte
- 62 zweite Innenelektrode der zweiten Sorte
- 63 dritte Innenelektrode der zweiten Sorte
- 64 vierte Innenelektrode der zweiten Sorte
- 65 fünfte Innenelektrode der zweiten Sorte
- 66 sechste Innenelektrode der zweiten Sorte
- 70 Innenelektrode der dritten Sorte
- 8 Grundkörper
- 91, 92, 93, 94, 95, 96 Seitenflächen des
Widerstandsbauelements
- l Länge des Widerstandsbauelements
- b Breite des Widerstandsbauelements
- h Höhe des Widerstandsbauelements
- c, d, k Abstand der Innenelektrode der dritten Sorte zu
einer Seitenfläche des Widerstandsbauelements
- e Abstand der Innenelektroden der ersten Sorte zu den
Innenelektroden der zweiten Sorte

- f Abstand der Innenelektroden 51, 52, 61, 62 zu den Innenelektroden 53, 54, 63, 64
- g Abstand der Innenelektroden 53, 54, 63, 64 zu der Innenelektrode 70
- m Abstand der Innenelektroden 51, 52, 61, 62 zu den Innenelektroden 55, 56, 65, 66
- n Abstand der Innenelektroden 53, 54, 63, 64 zu den Innenelektroden 55, 56, 65, 66
- s Stapelrichtung

Patentansprüche

1. Widerstandsbauelement (1), aufweisend
 - einen Stapel aus keramischen Schichten (2),
 - eine erste (3) und eine zweite (4) Außenkontaktierung,
 - Innenelektroden (5) einer ersten Sorte, welche mit der ersten Außenkontaktierung (3) elektrisch leitend verbunden sind,
 - Innenelektroden (6) einer zweiten Sorte, welche mit der zweiten Außenkontaktierung (4) elektrisch leitend verbunden sind,
 - wenigstens eine Innenelektrode (70) einer dritten Sorte, welche weder mit der ersten (3) noch mit der zweiten (4) Außenkontaktierung elektrisch leitend verbunden ist,
 - wobei die Innenelektroden (5) der ersten Sorte überlappungsfrei von den Innenelektroden (6) der zweiten Sorte angeordnet sind,
 - wobei die Innenelektrode (70) der dritten Sorte mit den Innenelektroden (5) der ersten Sorte und den Innenelektroden (6) der zweiten Sorte wenigstens teilweise überlappt, und
 - wobei für jede Innenelektrode (70) der dritten Sorte wenigstens drei Innenelektroden (5) der ersten Sorte und drei Innenelektroden (6) der zweiten Sorte vorgesehen sind.
2. Bauelement nach Anspruch 1, bei dem die Außenkontaktierungen (3, 4) auf gegenüberliegenden Seitenflächen (91, 92) des Bauelements (1) angeordnet sind.
3. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Innenelektrode (70) der dritten Sorte zu zwei

gegenüberliegenden Seitenflächen (91, 92, 93, 94, 95, 96) des Bauelements jeweils einen im Wesentlichen gleichen Abstand (c, d, k) aufweist.

4. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem alle Innenelektroden (5) der ersten Sorte zu den jeweils gegenüberliegenden Innenelektroden (6) der zweiten Sorte einen im Wesentlichen gleichen Abstand (e) aufweisen.
5. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, bei dem eine erste (51) und eine zweite (52) Innenelektrode der ersten Sorte und eine erste (61) und eine zweite (62) Innenelektrode der zweiten Sorte Abschirmelektroden zur Abschirmung der übrigen Innenelektroden von Bereichen der Außenkontaktierungen (3, 4) sind.
6. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem jeweils zwei Innenelektroden (51, 53) der ersten Sorte und zwei Innenelektroden (61, 63) der zweiten Sorte oberhalb der Innenelektrode (70) der dritten Sorte angeordnet sind, und jeweils zwei Innenelektroden (52, 54) der ersten Sorte und zwei Innenelektroden (62, 64) der zweiten Sorte unterhalb der Innenelektrode (70) der dritten Sorte angeordnet sind.
7. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bauelement (1) symmetrisch zu drei senkrecht zueinander stehenden Ebenen ist.
8. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Innenelektroden (5) der ersten Sorte und die Innenelektroden (6) der zweiten Sorte alle eine gleiche

Länge aufweisen, die im Wesentlichen einer halben Länge der Innenelektrode (70) der dritten Sorte entspricht.

9. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Innenelektroden (5) der ersten Sorte und die Innenelektroden (6) der zweiten Sorte alle eine gleiche Fläche aufweisen, die im Wesentlichen der halben Fläche der Innenelektrode (70) der dritten Sorte entspricht.
10. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem für eine Länge (l), eine Breite (b) und eine Höhe (h) des Bauelements (1), für den elektrischen Widerstand R_{25} des Bauelements (1) bei einer Nenntemperatur von 25 °C und für den spezifischen Widerstand ρ der keramischen Schichten (2) die mathematische Beziehung $0,10 \leq (R_{25} \cdot b \cdot h) / (\rho \cdot l) \leq 0,20$ gilt.
11. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem jede Innenelektrode zu der in Stapelrichtung (s) nächstliegenden Innenelektrode einen im Wesentlichen gleichen Abstand aufweist.
12. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die erste (51) und zweite (52) Innenelektrode der ersten Sorte und die erste (61) und zweite (62) Innenelektrode der zweiten Sorte jeweils zu der in Stapelrichtung (s) nächstliegenden Innenelektrode einen größeren Abstand aufweisen als zu einer nächstliegenden Seitenfläche (95, 96) des Bauelements (1).
13. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Widerstandsbauelement ein NTC-Thermistor-Bauelement ist.

14. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem zum Aufbringen der Innenelektroden (5, 6, 70) eine Bedruckungsmaske verwendet wird, die für alle Innenelektroden (5, 6, 70) gleich ist.
15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem die wenigstens eine Innenelektrode (70) der dritten Sorte zu den Innenelektroden (5) der ersten Sorte und zu den Innenelektroden (6) der zweiten Sorte um eine halbe Länge des Bauelements (1) versetzt aufgebracht wird.

1/2

FIG 1

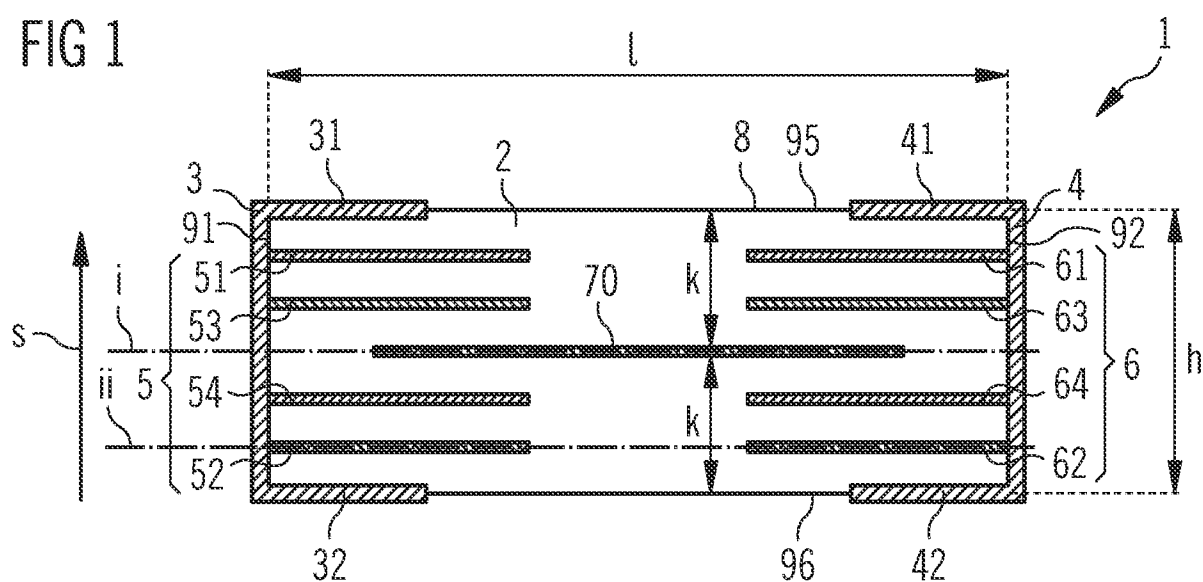


FIG 2

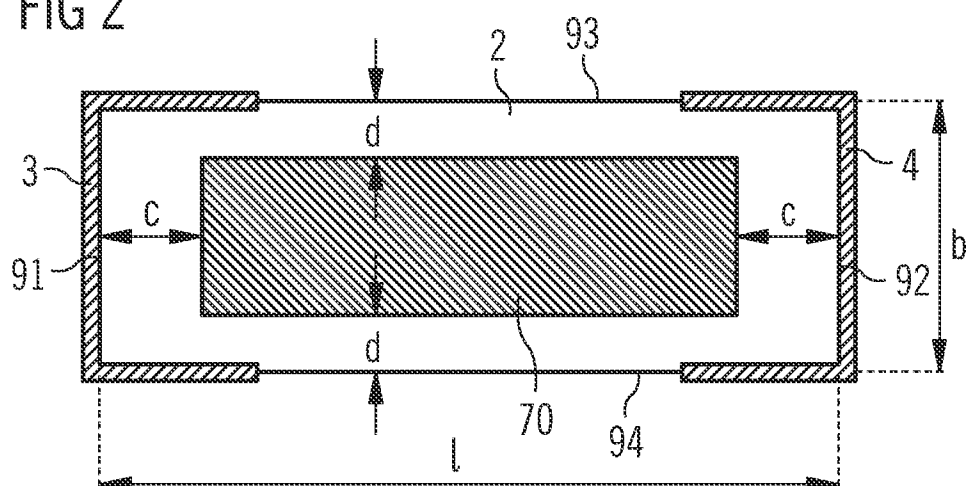


FIG 3

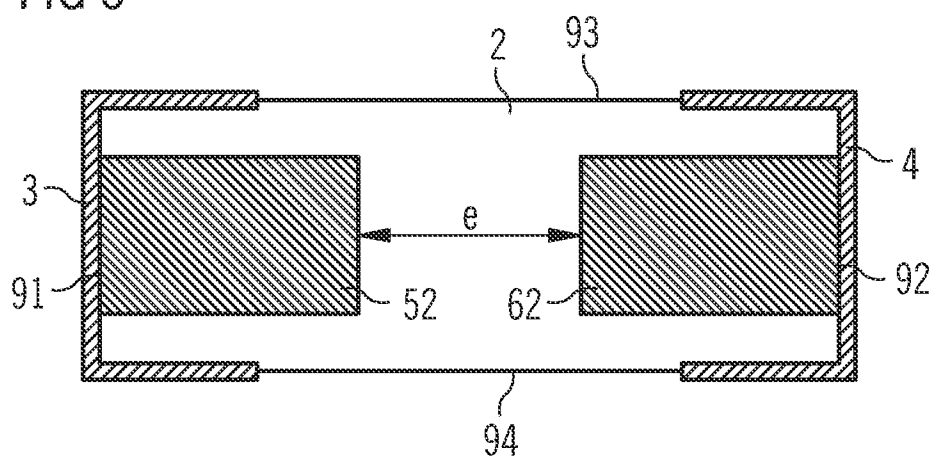


FIG 4

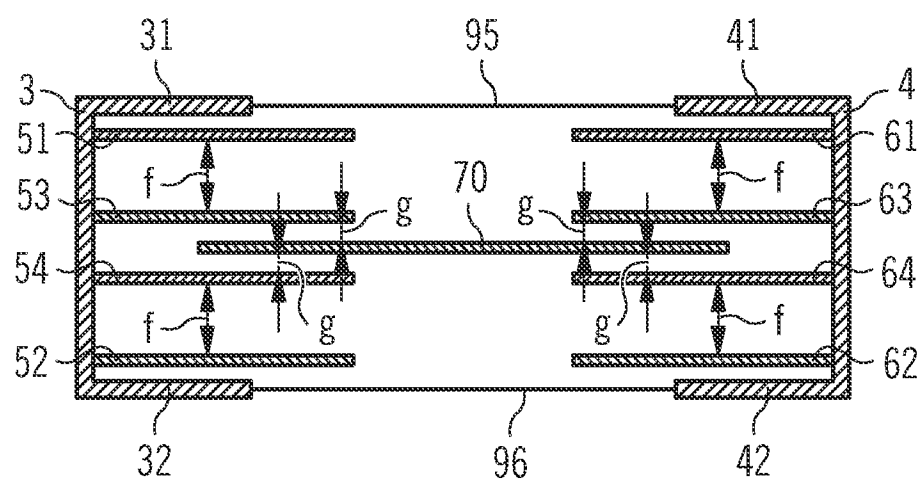


FIG 5

