



(11) **EP 1 277 215 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.06.2009 Patentblatt 2009/26

(51) Int Cl.:
H01C 7/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01935992.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2001/001564

(22) Anmeldetag: **25.04.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/082314 (01.11.2001 Gazette 2001/44)

(54) **ELEKTRISCHES BAUELEMENT, VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG UND DESSEN VERWENDUNG**

ELECTRIC COMPONENT, METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF AND USE OF THE SAME
COMPOSANT ELECTRIQUE, SON PROCEDE DE FABRICATION ET SON UTILISATION

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

(30) Priorität: **25.04.2000 DE 10020224**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.01.2003 Patentblatt 2003/04

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

(72) Erfinder:
• **ROSC, Friedrich
A-8530 Deutschlandsberg (AT)**
• **SCHRANK, Franz
A-8074 Raaba (AT)**
• **KLOIBER, Gerald
A-8073 Feldkirchen (AT)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 5 500 996

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 015, no. 040 (E-1028), 30. Januar 1991 (1991-01-30) -& JP 02 276203 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 13. November 1990 (1990-11-13)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 017, no. 019 (E-1306), 13. Januar 1993 (1993-01-13) & JP 04 247603 A (MURATA MFG CO LTD), 3. September 1992 (1992-09-03)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1997, no. 05, 30. Mai 1997 (1997-05-30) & JP 09 007803 A (OOIZUMI SEISAKUSHO:KK), 10. Januar 1997 (1997-01-10)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 277 215 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektrisches Bauelement mit einem Grundkörper und zwei Außenelektroden, bei dem der Grundkörper eine Keramik mit einem vorgegebenen spezifischen Widerstand enthält. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung des elektrischen Bauelements. Darüber hinaus betrifft die Erfindung die Verwendung des elektrischen Bauelements.

[0002] Es sind elektrische Bauelemente der eingangs genannten Art bekannt, bei denen der spezifische Widerstand der Keramik einen negativen Temperaturkoeffizienten aufweist und die demzufolge als NTC-Widerstand verwendet werden. Für spezielle Anwendungen der NTC-Widerstände, beispielsweise in der Heizungstechnik, der Industrieelektronik oder der Kfz-Elektronik, werden geringe Widerstandswerte zwischen 50 und 500 Ohm für die Bauelemente gefordert. Üblicherweise wird der Widerstand eines NTC-Bauelements bei 25° Celsius angegeben.

[0003] Zur Realisierung von Bauelementen mit den gewünschten niedrigen Widerstandswerten stehen Keramiken zur Verfügung, die einen niedrigen spezifischen Widerstand aufweisen. Diese Keramiken basieren auf Mischkristallen mit Spinell-Struktur, die sich aus vier Kationen der Gruppe Mangan, Nickel, Kobalt und Kupfer zusammensetzen. Die Kationen sind in einem Atomverhältnis Mn/Ni/Co/Cu miteinander gemischt, das zwischen 65/19/9/7 und 56/16/8/20 liegt. Der spezifische Widerstand dieser Keramiken liegt zwischen 100 und 0,1 Ωcm .

[0004] Diese Keramiken haben den Nachteil, daß ihr Widerstand einer starken Streuung unterworfen ist. Ferner haben diese Keramiken den Nachteil, daß ihre elektrischen Eigenschaften, insbesondere ihr elektrischer Widerstand, nicht langzeitstabil sind. Die Langzeitstabilität der Bauelemente wird als Änderung des Widerstands nach einer Lagerung der Bauelemente, beispielsweise bei einer Temperatur von 70° Celsius über einen Zeitraum von 10.000 Stunden, angegeben. Die zeitbedingte Änderung des Widerstandes ist unter diesen Bedingungen bei den mit niederohmigen Keramiken hergestellten Bauelementen größer als 2%.

[0005] Die bekannten Bauelemente haben ferner den Nachteil, daß ihr Widerstand aufgrund des einfachen Designs (Keramikblock oder -scheibe mit zwei äußeren Kontaktelektroden) ausschließlich vom spezifischen Widerstand der Keramik abhängig und daher entsprechenden Schwankungen der Keramikmaterial-Zusammensetzung unterworfen ist. Die herstellungsbedingte Abweichung des Ist-Widerstands vom Soll-Widerstand kann 5% oder mehr betragen.

[0006] Aus der Druckschrift DE 2321478 ist ein NTC-Widerstand (Thermistor) bekannt, der eine Mehrschichtstruktur aufweist, wobei Elektrodenschichten durch Keramikschichten voneinander getrennt sind. Dabei sind die Keramikschichten als Dickfilm-Schicht mittels Siebdruck auf die Elektrodenschichten aufgedruckt. Aufgrund des verwendeten Siebdruckverfahrens weisen die Keramikschichten große Streuwerte bezüglich ihrer Schichtdicke auf, so daß die aus der genannten Druckschrift bekannten Thermistoren nur unter erheblichen Schwierigkeiten mit exakt vorgegebenen Widerstandswerten hergestellt werden können. Die bekannten Thermistoren weisen somit große Toleranzen bezüglich der elektrischen Widerstände auf.

[0007] Aus der Druckschrift US-A-5 500 996 ist ein Vielschichtbauelement bekannt, das NTC Eigenschaften aufweist.

[0008] Aus der Druckschrift JP 02 276 203 A ist ein Thermistor in Vielschichtbauweise bekannt, bei dem als Keramikmaterial eine Zusammensetzung auf der Basis von Co, Cu und Li gewählt ist.

[0009] Aus der Druckschrift JP 04 24 76 03 A ist ein Thermistor auf der Basis von Un_3O_4 bekannt, bei dem ein keramischer Körper lediglich mit Hilfe von Außenelektroden kontaktiert wird.

[0010] Aufgrund dieser hohen Streuwerte und der geringen Langzeitstabilität sind die bekannten niederohmigen NTC-Widerstände nur für Anwendungen geeignet, bei denen geringe

[0011] Anforderungen bezüglich Bauelementtoleranzen und Bauelementstabilität gestellt werden. Eine solche Anwendung ist beispielsweise die Herstellung von Einschaltstrombegrenzern.

[0012] Ferner ist die Kombination hoher B-Wert und niedriger R-Wert physikalisch nicht realisierbar.

[0013] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein elektrisches Bauelement anzugeben, das als NTC-Widerstand geeignet ist und das einen niedrigen Widerstandswert bei großer Langzeitstabilität und geringer Streubreite der Widerstandswerte aufweist. Ferner ist es ein Ziel der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung des elektrischen Bauelements anzugeben, das die möglichst exakte Einstellung eines Soll-Widerstands des Bauelementes ermöglicht.

[0014] Dieses Ziel wird erfindungsgemäß durch ein elektrisches Bauelement nach Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren nach Anspruch 10 erreicht. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Bauelements und des Verfahrens und die Verwendung des Bauelements sind den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

[0015] Die Erfindung gibt ein elektrisches Bauelement an, mit einem Grundkörper, der einen Schichtstapel aus einander überlappenden elektrisch leitfähigen Elektrodenschichten aufweist. Jeweils zwei benachbarte Elektrodenschichten sind durch eine elektrisch leitende Keramikschicht voneinander getrennt. Die elektrisch leitenden Keramikschichten bestehen aus einem Keramikmaterial, dessen spezifischer elektrischer Widerstand $\rho(T)$ einen negativen Temperaturkoeffizienten aufweist. Die elektrisch leitenden Keramikschichten sind aus gemeinsam mit den Elektrodenschichten gesinterten keramischen Grünfolien hergestellt. Darüber hinaus sind an zwei gegenüberliegenden Außenflächen des Grundkörpers Außenelektroden angeordnet, die mit den Elektrodenschichten elektrisch leitend verbunden sind.

[0016] Das erfindungsgemäße Bauelement hat den Vorteil, daß die elektrisch leitenden Keramikschichten aus kera-

mischen Grünfolien hergestellt sind. Der Prozeß des Ziehens von keramischen Grünfolien kann zur Herstellung von Folien mit einer Dicke von etwa 50 µ und unter Einhaltung von sehr genauen Schichtdickenvorgaben eingesetzt werden. Dadurch hat das erfindungsgemäße Bauelement den Vorteil, daß ein vorgegebener Widerstandswert für das Bauelement sehr genau eingehalten werden kann.

[0017] Desweiteren ist in einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ein Keramikmaterial für die elektrisch leitenden Keramiksichten ausgewählt, dessen den Temperaturverlauf $\rho(T)$ des spezifischen elektrischen Widerstands beschreibende B-Wert größer als 4000 K ist. Der B-Wert beschreibt den Temperaturverlauf $\rho(T)$ durch folgende Formel:

$$\rho(T) = \rho_{25} \exp \left(B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{25}} \right) \right)$$

[0018] Dabei ist ρ_{25} gleich dem spezifischen elektrischen Widerstand bei 25°C.

[0019] Der B-Wert wird nach folgender Formel berechnet:

$$B = \frac{T_1 \times T_2}{T_2 - T_1} \times \ln \frac{R(T_1)}{R(T_2)}$$

[0020] Dabei ist $R(T_1)$ und $R(T_2)$ der Widerstand des Keramikmaterials bei zwei unterschiedlichen Temperaturen T_1 und T_2 .

[0021] Keramiken mit großen B-Werten haben den Vorteil, daß sie eine große Empfindlichkeit des Widerstands in Abhängigkeit von der Temperatur aufweisen, was die Herstellung von sehr empfindlichen Temperatursensoren ermöglicht. Desweiteren haben Keramiksensoren mit großen B-Werten den Vorteil eines guten Langzeitstabilitätsverhaltens des elektrischen Widerstands. Keramiken mit hohen B-Werten haben jedoch auch große spezifische Widerstände. Durch das erfindungsgemäße Vorsehen von Elektroden in der Grundkörper des elektrischen Bauelements wird es möglich, den elektrischen Widerstand des Bauelements zu reduzieren. Dies gelingt dadurch, daß durch die Elektroden die Parallelschaltung mehrerer hochohmiger Widerstände realisiert wird. Somit können trotz der hohen Widerstände der verwendeten Keramiken Temperaturfühler mit Widerstandswerten kleiner als 2 kΩ hergestellt werden. Desweiteren ist ein elektrisches Bauelement vorteilhaft, bei dem der Grundkörper die Form eines Quaders hat. Dabei sind nur zwei Seitenflächen des Quaders von Außenelektroden bedeckt, während die vier restlichen Seitenflächen frei von elektrisch leitenden Beschichtungen sind. Ein solches Bauelement hat den Vorteil, daß die Außenelektroden räumlich exakt definiert sind und dadurch den elektrischen Widerstand des Bauelements nicht beeinflussen können. Dies ist ein großer Vorteil gegenüber bekannten Bauelementen, bei denen die Außenelektroden durch Eintauchen in eine leitfähige Paste hergestellt werden und so mit kappenartig und daher kantenübergreifend auf mehreren Seitenflächen des Grundkörpers aufliegen, wodurch die Außenelektroden unter ungünstigen Umständen den Widerstand sehr stark verringern können, indem sie bei Übertauchen des Grundkörpers sehr nahe aneinanderliegen.

[0022] Eine vorteilhafte Form der Beschichtung des Grundkörpers mit Außenelektroden, die nicht kantenübergreifend sind, und die somit das Ziel erreichen, vier der Seitenflächen des quaderförmigen Grundkörpers frei von elektrisch leitenden Beschichtungen zu lassen, ist die Verwendung eines Siebdruckverfahrens zum Bedrucken von Seitenflächen des Quaders.

[0023] Es können somit also Temperaturfühler hergestellt werden, die gleichzeitig einen sehr niedrigen Widerstand und eine hohe Empfindlichkeit aufweisen.

[0024] Im folgenden werden einige für die Verwendung in dem erfindungsgemäßen Bauelement geeignete Keramikmaterialien genannt, deren B-Wert größer als 3600 K ist:

[0025] Es kommt beispielsweise ein hochohmiger Keramikmischkristall auf der Basis von Mn_3O_4 mit einem Zusatz an Nickel und Kobalt in Betracht, wobei das Mischungsverhältnis Mn/Ni/Co = 55,6/3,4/41 beträgt. Eine solche Keramik weist einen B-Wert von etwas mehr als 4000 K auf.

[0026] Desweiteren kommt eine Keramik in Betracht, die neben Mn_3O_4 noch Zusätze von Nickel und Titan enthält, wobei das Mischungsverhältnis Mn/Ni/Ti dem Verhältnis 77/20/3 entspricht. Eine solche Keramik weist einen B-Wert von 4170 K auf.

[0027] Als weiteres Beispiel kann eine Keramik genannt werden, die neben Mn_3O_4 noch Nickel und Zink enthält. Dabei ist das Mischungsverhältnis Mn/Ni/Zn gleich 64/7/29. Eine solche Keramik weist einen B-Wert von 4450 K auf.

[0028] Erfindungsgemäß ist die Keramik ein Mischkristall in Spinell-Struktur, Perowskit-Struktur oder Korund-Struktur

ist, der hergestellt ist auf der Basis von Mn_3O_4 mit einem oder mehreren Zusätzen, ausgewählt aus den Elementen Nickel, Kobalt, Titan, Zirkon oder Aluminium. Vorteilhaft sind dabei insbesondere die stabilen Zusammensetzungen, die einen hohen spezifischen Widerstand zwischen 10^5 und $10^6 \Omega cm$ aufweisen, der mit Hilfe der Elektroden-schichten auf einen niedrigen Wert abgesenkt werden kann.

[0029] Ein Bauelement auf der Basis einer hochohmigen Keramik mit einem spezifischen Widerstand $> 10^2 \Omega cm$ hat den Vorteil, daß die Keramik eine hohe Langzeitstabilität bezüglich ihres elektrischen Widerstands aufweist.

[0030] Im speziellen kommt als hochohmige Keramik beispielsweise eine Mischung auf der Basis Mn_3O_4 mit einem Mischungsverhältnis Mn/Ni von 94/6 in Betracht. Eine solche Keramik weist einen spezifischen Widerstand von $10^4 \Omega cm$ und einen B-Wert von 4600 K auf.

[0031] Eine weitere Möglichkeit ist eine Mischung aus Mangan, Nickel und Kobalt mit einem Mischungsverhältnis Mn/Ni/Co von 70/20/10. Die zuletzt genannte Mischung weist einen spezifischen Widerstand von $100 \Omega cm$ und einen B-Wert von etwas mehr als 3600 K auf.

[0032] Die zur Reduktion des Widerstands des Bauelements geeignete Anordnung der Elektroden-schichten kann vorteilhaft in einem Bauelement realisiert werden, bei dem jede Außenelektrode mit Elektroden-schichten in Form von parallel übereinander liegenden ebenen Schichten kontaktiert ist. Die mit einer Außenelektrode kontaktierten Schichten bilden mit dieser Außenelektrode ein kammartiges Elektrodenpaket. Die beiden jeweils zu einer Außenelektrode gehörenden Elektrodenpakete sind in dem Bauelement ineinander geschoben.

[0033] Die Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Bauelements mit kammartigen, ineinander geschobenen Elektrodenpaketen hat den Vorteil, daß sie durch Aufeinanderlegen einzelner Folien bzw. Schichten leicht realisierbar ist. Die parallel übereinander liegenden Schichten haben zudem den Vorteil, daß das in dem Bauelement zur Verfügung stehende Volumen optimal zur Verminderung des ohmschen Widerstands ausgenutzt wird. Dies rührt daher, daß sich in der kammartigen Anordnung besonders große Flächen der jeweiligen Elektroden-schichten gegenüberstehen. Dadurch steigt der Querschnitt des betrachteten elektrischen Leiters und somit sinkt sein Widerstand.

[0034] Zur Ausgestaltung der Elektroden-schichten sind prinzipiell alle Elektrodenmaterialien geeignet, die bei den für die Herstellung des Bauelements notwendigen Temperaturen stabil sind. Die Elektroden-schichten werden in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in Palladium oder Platin oder deren Legierungen ausgeführt. Diese Edelmetalle haben den Vorteil, daß sie unempfindlich sind gegenüber elektrochemischer Korrosion. Dadurch wird das mit ihnen hergestellte elektrische Bauelement unempfindlich gegenüber von außen in das Bauelement eindringende Feuchte bzw. Nässe.

[0035] Ferner hat die Verwendung der genannten Edelmetalle als Material für die Elektroden-schichten den Vorteil, daß die Edelmetalle nur eine sehr geringe Migrationsneigung aufweisen, wodurch das Wandern der Metalle in die Keramik und damit eine unkontrollierbare Veränderung des elektrischen Widerstands des keramischen Bauelements verhindert werden kann.

[0036] Die Außenelektroden können aus jedem handelsüblichen Elektrodenmaterial für keramische Bauelemente bestehen. Es ist allerdings darauf zu achten, daß eine gute elektrische Anbindung an die Elektroden-schichten sichergestellt ist. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauelements bestehen die Außenelektroden aus einer Silber- oder Gold-Einbrennpaste. Diese Einbrennpaste kann, nachdem die Keramik zusammen mit den Elektroden-schichten gesintert wurde, auf zwei Außenflächen des Grundkörpers aufgebracht und eingebrannt werden. Die Silber-Einbrennpaste hat den Vorteil, daß sie zur Kontaktierung des Bauelements eine gute elektrische Leitfähigkeit aufweist. Sie hat darüber hinaus den Vorteil, daß sie gut lötbar ist, so daß an den Außenelektroden Anschlußdrähte angelötet werden können. Mit Hilfe solcher Anschlußdrähte, die beispielsweise Kupferdrähte sein können, erhält man nach Aufbringen einer Schutzlackierung oder einer anderen Umhüllung aus geeignetem Material ein fertiges Sensorelement.

[0037] Unter Verwendung einer Au-Außenelektrode und goldbeschichteten Anschlußdrähten ist es möglich, das Bauelement mit einer Schutzumhüllung aus Glas zu versehen.

[0038] Ferner gibt die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen elektrischen Bauelements mit einem vorgegebenen Soll-Widerstand an, bei dem das Bauelement ausgehend von einem Vorläufer-Bauelement mit einem stabförmigen Grundkörper hergestellt wird. Das Vorläufer-Bauelement wird in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung hergestellt durch Übereinanderschichten von Keramischen Grünfolien und Elektroden und anschließendes Sintern des so entstandenen Schichtstapels. Das Vorläufer-Bauelement weist an Längsseiten des Stabs angeordnete Außenelektroden auf, wobei der zwischen den Außenelektroden des Vorläufer-Bauelements gemessene Ist-Widerstand kleiner ist als der Soll-Widerstand des herzustellenden elektrischen Bauelements. Ferner hat das Vorläufer-Bauelement die Eigenschaft, daß der Widerstand gleich langer, Außenelektroden aufweisender Längsabschnitte des Vorläufer-Bauelements im wesentlichen gleich groß sind.

[0039] Zunächst wird der Ist-Widerstand des Vorläufer-Bauelements, beispielsweise mittels eines Ohmmeters, gemessen. Anschließend wird aus dem Ist-Widerstand die Länge eines vom Vorläufer-Bauelement abzuschneidenden Längsabschnitts berechnet. Der Längsabschnitt des Vorläufer-Bauelements stellt dabei das herzustellende elektrische Bauelement dar. Schließlich wird der Längsabschnitt mit der vorher berechneten Länge vom Vorläufer-Bauelement

abgeschnitten.

[0040] Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß der Widerstand des elektrischen Bauelements erst in einem sehr späten Verfahrensschritt, zu einem Zeitpunkt, zu dem die Keramik schon fertig gesintert ist, festgelegt wird. Dadurch entstehen zwar möglicherweise leicht unterschiedliche Geometrien bei der Herstellung mehrerer gleichartiger Bauelemente; dies wird aber durch den großen Vorteil eines sehr exakt reproduzierbaren Soll-Widerstands mehr als ausgeglichen. Des weiteren hat das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, daß der Widerstand der Keramik vor der endgültigen Herstellung des Bauelements gemessen wird. Fertigungsbedingte Schwankungen des Widerstands können auf diese Weise ausgeglichen werden.

[0041] Gegebenenfalls können nach dem Abschneiden des Bauelements vom Vorläufer-Bauelement noch Anschlußdrähte an den Außenelektroden festgelötet werden.

[0042] Zudem hat das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, daß in Verbindung mit den Widerstand des Bauelements reduzierenden Elektrodenschichten auch sehr kleine Widerstände exakt eingestellt werden können.

[0043] Darüber hinaus ist ein Verfahren besonders vorteilhaft, bei dem das Vorläufer-Bauelement aus einer Platte hergestellt wird, die ein Schichtstapel von Keramischen Grünfolien und geeignet angeordneten Elektrodenschichten ist. Eine geeignete Anordnung von Elektrodenschichten ist beispielsweise dadurch gegeben, daß die Platte aus mehreren nebeneinander angeordneten, gedachten stabförmigen Vorläufer-Bauelementen zusammengesetzt wird.

[0044] Es wird bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Bauelements zunächst aus der Platte ein Stab ausgestanzt, der anschließend gesintert wird. Es ist ebenso möglich, die Platte als Ganzes zu sintern und sie mittels geeigneter Trennverfahren (z. B. Ausschneiden) in Stäbe aufzutrennen. Nach dem Sintern des Stabs werden an Längsseiten des Stabs Außenelektroden aufgebracht. Dadurch wird ein Vorläufer-Bauelement hergestellt, das in dem o.g. Verfahren zu einem erfindungsgemäßen elektrischen Bauelement weiter verarbeitet werden kann.

[0045] Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß durch Herstellung der Platte aus übereinander liegenden keramischen Grünfolien und Elektrodenschichten die parallele Fertigung einer großen Anzahl von elektrischen Bauelementen ermöglicht wird.

[0046] Die Erfindung gibt ferner die Verwendung des elektrischen Bauelements als NTC-Widerstand an, dessen Widerstand bei 25° Celsius zwischen 50 und 500 Ohm beträgt. Dabei kommt insbesondere die Anwendung des Bauelements als niederohmiger Temperaturfühler in Betracht. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit der in dem erfindungsgemäßen Bauelement einsetzbaren hochohmigen Keramik sind sogar Anwendungen im medizinischen Bereich möglich, beispielsweise der Einsatz in Fieberthermometern. Gerade bei Fieberthermometern müssen die verwendeten Temperatursensoren eine sehr hohe Genauigkeit von $<0,1$ K bei der Messung der Temperatur erreichen. Des weiteren ist bei so einer Anwendung die hohe Fertigungsgenauigkeit des Widerstandes von Vorteil. Das erfindungsgemäße elektrische Bauelement ist insbesondere geeignet für NTC-Widerstände mit kleinen Abmessungen, da aufgrund der Elektrodenschichten auf eine große Querschnittsfläche des Widerstands verzichtet werden kann.

[0047] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazu gehörigen Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Bauelement im schematischen Querschnitt.

Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Bauelement in perspektivischer Darstellung.

Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Bauelement, das als Vorläufer-Bauelement zur Herstellung weiterer erfindungsgemäßer Bauelemente ausgeführt ist in perspektivischer Darstellung.

Figur 4 zeigt eine zur Herstellung eines Vorläufer-Bauelements geeignete Platte im schematischen Querschnitt.

[0048] Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Bauelement als monolithisches Vielschichtbauelement mit einem Grundkörper 1, der elektrisch leitende Keramikschichten 10 enthält. Die Keramik ist eine Keramik, deren spezifischer Widerstand einen negativen Temperaturkoeffizienten aufweist. Sie ist ein Mischkristall mit Spinell-Struktur auf der Basis von Mn_3O_4 , der zusätzlich noch einen Nickelanteil enthält. Das Mischungsverhältnis Mn/Ni beträgt 94/6. Diese Keramik weist einen hohen Widerstand von $10^4 \Omega\text{cm}$ auf.

[0049] Im Inneren des Grundkörpers 1 sind Elektrodenschichten 3 angeordnet, die aus elektrisch leitfähigen Edelmetallschichten bestehen und die durch elektrisch leitende Keramikschichten 10 voneinander getrennt sind. Die Dicke der Elektrodenschichten 3 beträgt ca. $5 \mu\text{m}$. Durch die Elektrodenschichten 3 wird der Widerstand des aus hochohmiger Keramik bestehenden Bauelements geeignet reduziert, so daß das Bauelement insgesamt einen niedrigen ohmschen Widerstand von 50 Ohm aufweist. Die Elektrodenschichten 3 sind mit Außenelektroden 2 verbunden, die an der Außenseite des Grundkörpers 1 aufgebracht sind. Die Außenelektroden 2 sind durch Einbrennen einer Silber-Einbrennpaste hergestellt. An jeder Außenelektrode 2 ist jeweils ein Kupferdraht als Anschlußdraht 4 angelötet.

[0050] Das in Figur 1 gezeigte Bauelement kann zum Schutz vor Feuchte und anderen Umwelteinflüssen zusätzlich

noch mit einer Kunststoff- oder Lackschicht umhüllt sein oder auch mit einer Schutzumhüllung (11) aus Glas versehen sein.

[0051] Figur 2 zeigt das Bauelement aus Figur 1 in perspektivischer Darstellung. Aus dieser Darstellung gehen die geometrischen Abmessungen des erfindungsgemäßen Bauelements hervor. Die Länge 1 und die Breite b betragen jeweils 0,5 - 5 mm. Die Dicke d beträgt 0,3 - 2 mm. Dadurch, daß der Unterschied zwischen der Dicke d und der Breite b bzw. der Länge 1 mindestens 0,2 mm beträgt, kann das in Figur 2 dargestellte Bauelement mit bereits für andere Bauelemente erprobten Systemen zum Greifen und Transportieren behandelt werden. Aus den gezeigten Abmessungen geht hervor, daß das erfindungsgemäße Bauelement insbesondere zur Realisierung von miniaturisierten Temperatursensoren geeignet ist.

[0052] Die Stabilität der elektrischen Eigenschaften des in Figur 2 gezeigten Bauelements kann anhand verschiedener Prüfkriterien, die in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt sind, nachgewiesen werden.

Tabelle 1

Prüfung	Norm	Prüfbedingungen	$\Delta R_{25}/R_{25}$ (typisch)
Lagerung bei trockener Wärme	DIN IEC 60068-2-2	Lagerung bei oberer Kategorietemperatur T: 155°C t: 1000 h	< 1%/
Lagerung bei konstanter Feuchte	DIN IEC 60068-2-3	Lufttemperatur: 40°C Relative Luftfeuchte: 93% Dauer: 56 Tage	< 1%
Rascher Temperatur-wechsel	DIN IEC 60068-2-14	Untere Prüftemperatur: -55°C Obere Prüftemperatur: 155°C Anzahl der Zyklen: 10	< 0,5%
Langzeitstabilität (Erwartungswert)		Temperatur: +70°C Zeit: 10 000h	< 2%

[0053] Figur 3 zeigt ein Vorläufer-Bauelement 5 mit einem stabförmigen Grundkörper 6. An zwei gegenüber liegenden Seitenflächen des stabförmigen Grundkörpers 6 ist jeweils eine Außenelektrode 2 aufgebracht. Mit Hilfe dieser Außenelektroden 2 kann der elektrische Widerstand des Vorläufer-Bauelements 5 gemessen werden. Im Inneren des stabförmigen Grundkörpers 6 sind Elektrodenschichten 3 angeordnet, die den elektrischen Widerstands des Vorläufer-Bauelements reduzieren und die durch Elektrisch leitende Keramikschichten 10 voneinander getrennt sind.

[0054] Die elektrischen Eigenschaften des Vorläufer-Bauelements 5 sind entlang des Stabes gleichmäßig, d.h., daß jeder Abschnitt des Stabes, der dieselbe Länge aufweist, auch denselben elektrischen Widerstand aufweist. Dadurch kann durch einfaches Abmessen der Länge eines Stababschnitts der elektrische Widerstand des herzustellenden Bauelementes exakt eingestellt werden.

[0055] Figur 4 zeigt eine Platte 7, aus der durch Ausstanzen von Stäben entlang der Stanzlinien 9 Vorläufer-Bauelemente hergestellt werden können. Die Platte 7 hat eine Dicke, die der Länge 1 des herzustellenden Bauelements entspricht. Die anderen Abmessungen der Platte 7 betragen ca. 105 x 105 mm. Die Platte besteht aus übereinander liegenden keramischen Grünfolien 8, zwischen denen Elektrodenschichten 3 versetzt zueinander angeordnet sind. Mit Hilfe der Platte 7, die zuerst zu Vorläufer-Bauelementen und schließlich zu den herzustellenden Bauelementen selbst verarbeitet wird, ist die parallele Fertigung einer großen Anzahl von Bauelementen mit exakt definierten Widerstandswerten möglich.

[0056] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die beispielhaft gezeigten Ausführungsformen sondern wird in ihrer allgemeinsten Form durch die Ansprüche 1 und 10 definiert.

Patentansprüche

1. Elektrisches Bauelement mit einem Grundkörper (1), der einen Schichtstapel aus einander überlappenden elektrisch leitfähigen Elektrodenschichten (3) aufweist, die durch elektrisch leitende Keramikschichten (10) voneinander getrennt sind,

- bei dem die elektrisch leitenden Keramikschichten (10) aus einer Keramik bestehen, deren spezifischer elektrischer Widerstand einen negativen Temperaturkoeffizienten aufweist,

- bei dem die elektrisch leitenden Keramikschichten (10) aus gemeinsam mit den Elektroden (3) gesinterten keramischen Grünfolien hergestellt sind,
- bei dem an zwei gegenüberliegenden Außenflächen des Grundkörpers (1) Außenelektroden (2) angeordnet sind, die mit den Elektroden (3) elektrisch leitend verbunden sind,

bei dem die Keramik ein Mischkristall in Spinell-Struktur, Perowskit-Struktur oder Korund-Struktur ist, der hergestellt ist auf der Basis von Mn_3O_4 mit einem oder mehreren Zusätzen, ausgewählt aus den Elementen Nickel, Kobalt, Titan, Zirkon oder Aluminium.

2. Elektrisches Bauelement nach Anspruch 1, bei dem der Grundkörper (1) die Form eines Quaders hat, der vier Seitenflächen aufweist, die frei von elektrisch leitenden Beschichtungen sind.
3. Elektrisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 2, bei dem die Außenelektroden (2) durch ein Siebdruckverfahren auf den Grundkörper (1) aufgebracht sind.
4. Elektrisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, das so ausgebildet ist, dass es bei 25°C einen elektrischen Widerstand von weniger als 2 kΩ aufweist.
5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem jede Außenelektrode (2) mit Elektroden (3) in Form von parallel übereinanderliegenden, ebenen Schichten kontaktiert ist, die mit der jeweiligen Außenelektrode (2) ein kammartiges Elektrodenpaket bilden, und bei dem die Elektrodenpakete ineinandergeschoben sind.
6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Elektroden (3) Gold, Palladium oder Platin enthalten.
7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die Außenelektroden (2) aus einer Silber- oder Gold-Einbrennpaste bestehen.
8. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem an jeder Außenelektrode (2) ein Anschlußdraht (4) angelötet ist.
9. Bauelement nach Anspruch 8, bei dem jeder Anschlußdraht (4) mit Gold beschichtet ist und das eine Schutzumhüllung (11) aus Glas aufweist.
10. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Bauelements nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit einem vorgegebenen Soll-Widerstand, ausgehend von einem Vorläufer-Bauelement (5) mit einem stabförmigen Grundkörper (6), mit an Längsseiten angeordneten Außenelektroden (2), dessen zwischen den Außenelektroden (2) gemessene Ist-Widerstand kleiner ist als der Soll-Widerstand, und bei dem der Widerstand gleich langer, Außenelektroden (2) aufweisender Längsabschnitte gleich groß ist, mit folgenden Schritten:
 - a) Messen des Ist-Widerstands des Vorläufer-Bauelements (5)
 - b) Berechnen der zur Erreichung des Soll-Widerstands notwendigen Soll-Länge eines das herzustellende Bauelement darstellenden Längsabschnitts des Vorläufer-Bauelements (5)
 - c) Abschneiden eines Längsabschnitts der Soll-Länge vom Vorläufer-Bauelement (5).
11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem das Vorläufer-Bauelement (5) aus einer Platte (7) hergestellt wird, die ein Schichtstapel von keramischen Grünfolien (8) und geeignet angeordneten Elektroden (3) ist, mit folgenden Schritten:
 - a) Ausstanzen eines Stabs aus der Platte (7)
 - b) Sintern des Stabs
 - c) Aufbringen von Außenelektroden (2) auf Längsseiten des Stabs.
12. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem das Vorläufer-Bauelement (5) aus einer Platte (7) hergestellt wird, die ein Schichtstapel von keramischen Grünfolien (8) und geeignet angeordneten Elektroden (3) ist, mit folgenden Schritten:

- a) Sintern der Platte (7)
- b) Ausschneiden eines Stabs aus der Platte (7)
- c) Aufbringen von Außenelektroden (2) auf Längsseiten des Stabs.

5 13. Verwendung des Bauelements nach Anspruch 1 bis 9 als NTC-Widerstand, der so ausgebildet ist, dass er bei 25 °C eine elektrische Widerstand zwischen 50 und 500 Ω aufweist.

Claims

- 10 1. Electrical component comprising a basic body (1) which has a stack of electrically conductive electrode layers (3) which overlap one another and are separated from one another by electrically conductive ceramic layers (10),
- 15 - in which the electrically conductive ceramic layers (10) consist of a ceramic whose electrical resistivity has a negative temperature coefficient,
- in which the electrically conductive ceramic layers (10) are produced from ceramic green sheets which are sintered together with the electrode layers (3),
- in which outer electrodes (2), which are electrically conductively connected to the electrode layers (3), are arranged on two opposite outer surfaces of the basic body (1),
- 20 - in which the ceramic is a spinel, perovskite or corundum solid solution produced on the basis of Mn_3O_4 with one or more additives, selected from the elements nickel, cobalt, titanium, zirconium or aluminium.
2. Electrical component according to Claim 1,
- 25 in which the basic body (1) has the shape of a cuboid, which has four side faces that are free from electrically conductive coatings.
3. Electrical component according to either of Claims 1 and 2,
- in which the outer electrodes (2) are applied to the basic body (1) by a screen printing process.
- 30 4. Electrical component according to one of Claims 1 to 3,
- which is configured such that it has an electrical resistance of less than 2 kΩ at 25°C.
5. Component according to one of Claims 1 to 4,
- 35 in which each outer electrode (2) is contact-connected with electrode layers (3) which are in the form of planar layers lying parallel above one another and, together with the respective outer electrode (2), form a comb-like electrode package, and in which the electrode packages are pushed into one another.
6. Component according to one of Claims 1 to 5,
- 40 in which the electrode layers (3) contain gold, palladium or platinum.
7. Component according to one of Claims 1 to 6,
- in which the outer electrodes (2) consist of a silver or gold stoving paste.
8. Component according to one of Claims 1 to 7,
- 45 in which a connecting wire (4) is soldered onto each outer electrode (2).
9. Component according to Claim 8,
- in which each connecting wire (4) is coated with gold and the component has a protective sheath (11) made from glass.
- 50 10. Method for producing an electrical component according to one of Claims 1 to 9 with a predefined desired resistance, proceeding from a precursor component (5) with a rod-shaped basic body (6), with outer electrodes (2) arranged on longitudinal sides, whose actual resistance, as measured between the outer electrodes (2), is smaller than the desired resistance, and in which the resistance of longitudinal portions which have an identical length and have outer electrodes (2) is equal in magnitude, comprising the following steps:
- 55 a) measuring the actual resistance of the precursor component (5),
- b) calculating the desired length of a longitudinal portion of the precursor component (5) which is required for achieving the desired resistance, said portion representing the component to be produced,

c) cutting off a longitudinal portion of the desired length from the precursor component (5).

11. Method according to Claim 10,

in which the precursor component (5) is produced from a plate (7) which is a stack of ceramic green sheets (8) and suitably arranged electrode layers (3), comprising the following steps:

- a) punching a rod out of the plate (7),
- b) sintering the rod,
- c) applying outer electrodes (2) to longitudinal sides of the rod.

12. Method according to Claim 10,

in which the precursor component (5) is produced from a plate (7) which is a stack of ceramic green sheets (8) and suitably arranged electrode layers (3), comprising the following steps:

- a) sintering the plate (7),
- b) cutting a rod out of the plate (7),
- c) applying outer electrodes (2) to longitudinal sides of the rod.

13. Use of the component according to Claims 1 to 9 as an NTC resistor, which is configured such that it has an electrical resistance of between 50 and 500 Ω at 25°C.

Revendications

1. Composant électrique comprenant un corps (1) de base qui a une pile de couches constituée de couches (3) d'électrode aptes à conduire l'électricité qui se chevauchent les unes les autres et qui sont séparées les unes des autres par des couches (10) en céramique conductrices de l'électricité,

- dans lequel les couches (10) en céramique conductrices de l'électricité sont en une céramique dont la résistance électrique spécifique a un coefficient de température négatif,
- dans lequel les couches (10) en céramique conductrices de l'électricité sont fabriquées à partir de feuilles crues en céramique frittées en commun avec les couches (3) d'électrodes,
- dans lequel, sur deux surfaces extérieures opposées du corps (1) de base, sont disposées des électrodes (2) extérieures, qui sont reliées d'une manière conductrice de l'électricité avec les couches (3) d'électrode,
- dans lequel la céramique est un cristal mixte de structure spinelle, de structure perovskite ou de structure corindon qui est préparée à base de Mn_3O_4 avec un additif ou avec plusieurs additifs choisis parmi les éléments nickel, cobalt, titane, zirconium ou aluminium.

2. Composant électrique suivant la revendication 1,

dans lequel le corps (1) de base a la forme d'un parallélépipède qui a quatre surfaces latérales exemptes d'un revêtement conducteur de l'électricité.

3. Composant électrique suivant l'une des revendications 1 à 2,

dans lequel les électrodes (2) extérieures sont déposées sur le corps (1) de base par un procédé par sérigraphie.

4. Composant électrique suivant l'une des revendications 1 à 3, qui est tel qu'il a à 25°C une résistance électrique de moins de 2k Ω .

5. Composant électrique suivant l'une des revendications 1 à 4,

dans lequel chaque électrode (2) extérieure est mise en contact avec des couches (3) d'électrode sous la forme de couches planes superposées parallèlement, qui forment avec l'électrode (2) extérieure respective un paquet d'électrodes de type en peigne et dans lequel les paquets d'électrodes sont insérés les uns dans les autres.

6. Composant électrique suivant l'une des revendications 1 à 5,

dans lequel les couches (3) d'électrode contiennent de l'or, du palladium ou du platine.

7. Composant électrique suivant l'une des revendications 1 à 6,

dans lequel les électrodes (2) extérieures sont en une pâte cuite d'argent ou d'or.

EP 1 277 215 B1

8. Composant électrique suivant l'une des revendications 1 à 7,
dans lequel un fil (4) de raccordement est brasé à chaque électrode (2) extérieure.

9. Composant électrique suivant la revendication 8,
dans lequel chaque fil (4) de raccordement est revêtu d'or et a une gaine (11) de protection en verre.

10. Procédé de fabrication d'un composant électrique suivant l'une des revendications 1 à 9 ayant une résistance de consigne prescrite, à partir d'un composant (5) précurseur comprenant un corps (6) de base en forme de barreau ayant des électrodes (2) extérieures disposées sur ses faces longitudinales, dont la résistance réelle, mesurée entre les électrodes (2) extérieures, est plus petite que la résistance de consigne et dans lequel les résistances de tronçons longitudinaux ayant des électrodes (2) extérieures de même longueurs sont égales, comprenant les stades dans lesquels :

- a) on mesure la résistance réelle du composant (5) précurseur
- b) on calcule la longueur de consigne, nécessaire à l'obtention de la résistance de consigne, d'un tronçon longitudinal du composant (5) précurseur correspondant au composant à fabriquer
- c) on coupe un tronçon longitudinal de la longueur de consigne dans le composant (5) précurseur.

11. Procédé suivant la revendication 10,
dans lequel on fabrique le composant (5) précurseur à partir d'une plaque (7) qui est une pile stratifiée de feuilles crues de céramique et de couches (3) d'électrode disposées de manière appropriée, comprenant les stades suivants :

- a) découpe d'un barreau dans la plaque (7)
- b) frittage du barreau
- c) dépôt d'électrodes (2) extérieures sur les faces longitudinales du barreau.

12. Procédé suivant la revendication 10,
dans lequel on fabrique le composant (5) précurseur à partir d'une plaque (7) qui est une pile stratifiée de feuilles crues de céramique et de couches (3) d'électrode disposées de manière appropriée, comprenant les stades suivants :

- a) frittage de la plaque (7)
- b) découpe d'un barreau dans la plaque (7)
- c) dépôt d'électrodes (2) extérieures sur les faces longitudinales du barreau.

13. Utilisation du composant suivant les revendications 1 à 9 comme résistance à coefficient de température négatif qui est tel qu'il a à 25°C une résistance électrique comprise entre 50 et 500 Ω .

FIG 1

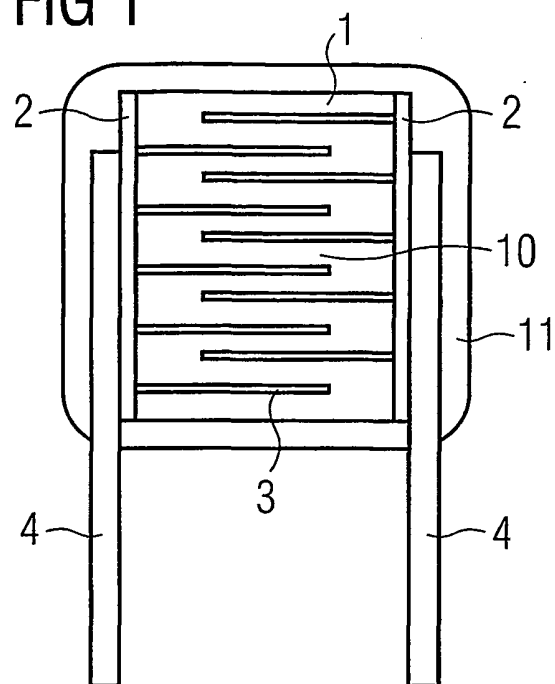


FIG 2

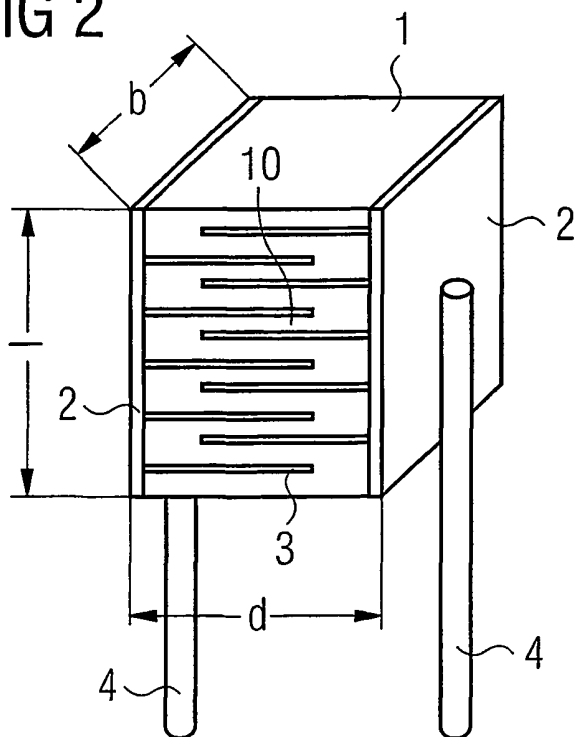


FIG 3

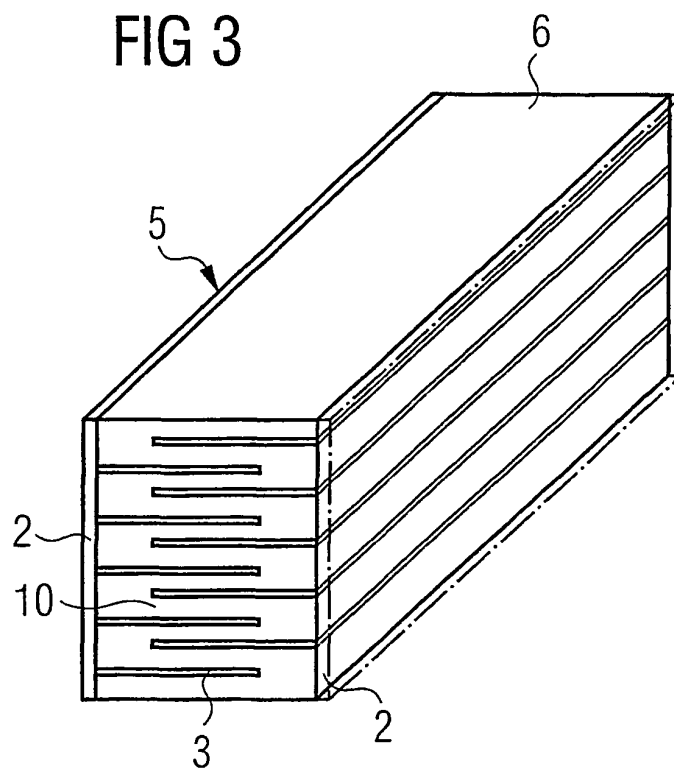
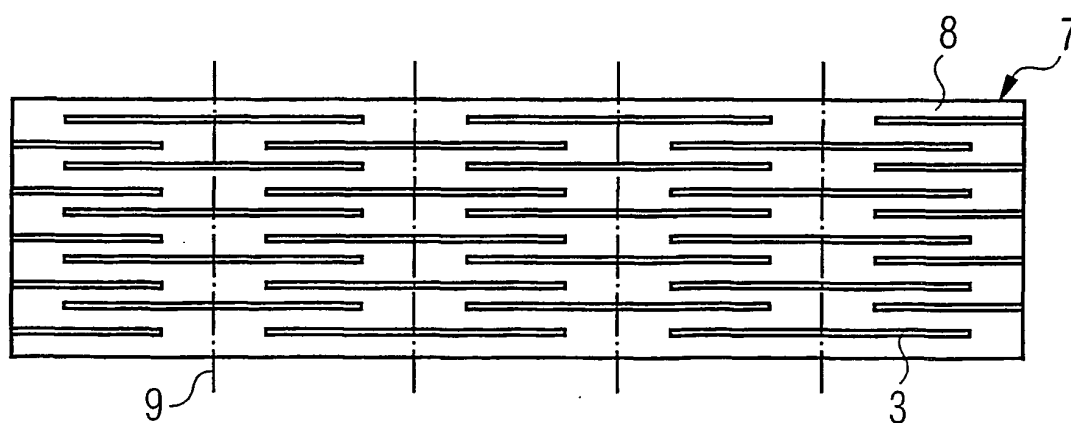


FIG 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2321478 [0006]
- US 5500996 A [0007]
- JP 02276203 A [0008]
- JP 04247603 A [0009]