DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 254 080 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) H 01 C 7/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 C / 296 670 1 (22) 26.11.86 (44) 10.02.88

(71) VEB Keramische Werke Hermsdorf, Friedrich-Engels-Straße, Hermsdorf, 6530, DD
(72) Hilarius, Volker, Dr. Dipl.-Phys.; Fischer, Wolfgang, Dr. Dipl.-Ing.; Drähter, Rolf, DD

(54) Keramischer Kaltleiterwerkstoff

(55) Heizelement, Selbstregeleffekt, Thermistorbauelement, Überlastschutz, Wärmeabführung, Verbundwerkstoff, Bariumtitanat, Wärmeleiter, Einlagerung, Al_2O_3-Keramik, Stäbchen, Fasern, Schichten

(57) Die Erfindung bezieht sich auf Thermistorbauelemente mit positivem Temperaturkoeffizienten auf der Basis von $BaTiO_3$-Keramik, wie sie vor allem für Heizelemente mit Selbstregeleffekt in Konsumgütern und kommerziellen Geräten, sowie für den Einsatz als Schaltelemente für den Überlastschutz verwendet werden. Aufgabe ist es, die Wärmeleitfähigkeit in Richtung des abzuführenden Wärmestroms anisotrop zu erhöhen und damit den während des Einsatzes im Bauelement auftretenden Temperaturgradienten zu begrenzen. Erfindungsgemäß weist deshalb der Werkstoff vorzugsorientierte Einlagerungen eines den Kaltleitereffekt nicht negativ beeinflussenden, elektrisch isolierenden Materials auf. Die Einlagerungen liegen in Richtung der abzuführenden Wärme und die Wärmeleitfähigkeit des eingelagerten Materials ist höher als die der $BaTiO_3$-Keramik.

ISSN 0433-6461

3 Seiten

Patentansprüche:

1. Keramischer Kaltleiterwerkstoff auf der Basis dotierter $BaTiO_3$-Keramik, **gekennzeichnet durch** in Richtung abzuführender Wärme liegende, vorzugsorientierte Einlagerungen eines den Kaltleitereffekt nicht negativ beeinflussenden, elektrisch isolierenden Materials mit einer Wärmeleitfähigkeit, die höher liegt als die der $BaTiO_3$-Keramik.
2. Keramischer Kaltleiterwerkstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die vorzugsorientierten Einlagerungen eine säulenartige, stäbchenförmige oder langfasrige Struktur aufweisen oder in Richtung des Wärmestromes texturiert sind.
3. Keramischer Kaltleiterwerkstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß in wechselnder Folge, jeweils parallel zur Richtung des Wärmestromes verlaufende Schichten aus $BaTiO_3$-Keramik und solcher aus dem elektrisch isolierenden Material mit höherer Wärmeleitfähigkeit angeordnet sind.
4. Keramischer Kaltleiterwerkstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Einlagerungen aus einer Al_2O_3-Keramik bestehen.
5. Keramischer Kaltleiterwerkstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Volumenanteil der Einlagerungen 10 bis 80% des gesamten Kaltleiterwerkstoffes beträgt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf einen keramischen Kaltleiterwerkstoff auf der Basis dotierter $BaTiO_3$-Keramik, der für Thermistorbauelemente mit positivem Temperaturkoeffizienten gedacht ist, wie sie vor allem für Heizelemente mit Selbstregeleffekt in Konsumgütern und kommerziellen Geräten und für den Einsatz als Schaltelemente für den Überlastschutz verwendet werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Keramische Kaltleiterwerkstoffe auf der Basis dotierter $BaTiO_3$-Keramik sind bekannt (z. B. DE-OS 1415430; DE-OS 1490659). Entscheidender Nachteil für die genannten Anwendungsgebiete ist die schlechte Wärmeleitfähigkeit des $BaTiO_3$-Grundmaterials. Durch diese schlechte Wärmeleitfähigkeit wird auf Grund einer partiellen inneren Überhitzung über die Kaltleitersprungtemperatur die abführbare Wärmemenge und damit die maximale Verlustleistung des Bauelements begrenzt. Eine Verbesserung wird erreicht, wenn das Material als wabenförmige Keramik oder Material mit offener Porosität hergestellt wird und die Wassermenge im Luftstrom abgeführt wird (US 3927300; DE-OS 2809449). Diese Lösung, die z. B. für Luftduschen günstig ist, erlaubt jedoch keinen konkreten Aufbau als scheibenförmiges keramisches Bauelement entsprechend der Erfordernisse der meisten Anwendungen. Zusätzlicher Nachteil ist die Notwendigkeit der Aufrechterhaltung der zum Betrieb erforderlichen Luftzirkulation.
Auf Grund der im Kaltleiter auftretenden thermischen Probleme bleiben deshalb die bisherigen Anwendungen auf kleine Heizleistungen beschränkt (DE-OS 3048452).

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, bei keramischen Kaltleiterwerkstoffen auf der Basis von $BaTiO_3$ die abführbare Wärmemenge zu vergrößern, um die Heizleistung oder die maximalen Schaltströme der daraus hergestellten Bauelemente zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen keramischen Kaltleiterverbundwerkstoff mit anisotroper Wärmeleitfähigkeit auf der Basis dotierter $BaTiO_3$-Keramik zu entwickeln, bei dem die Wärmeleitfähigkeit in Richtung des abzuführenden Wärmestromes anisotrop erhöht ist und damit den während des Einsatzes im Bauelement auftretenden Temperaturgradienten begrenzt.
Erfindungsgemäß weist deshalb der Werkstoff in Richtung abzuführender Wärme liegende, vorzugsorientierte Einlagerungen eines den Kaltleitereffekt nicht negativ beeinflussenden, elektrisch isolierenden Materials mit einer Wärmeleitfähigkeit, die höher liegt als die der $BaTiO_3$-Keramik auf.
Vorteilhaft ist es, wenn die vorzugsorientierten Einlagerungen eine säulenartige, stäbchenförmige oder langfasrige Struktur aufweisen oder in Richtung des Wärmestromes texturiert sind.

Es können aber auch in wechselnder Folge, jeweils parallel zur Richtung des Wärmestroms verlaufende Schichten aus $BaTiO_3$-Keramik und solcher aus dem elektrisch isolierenden Material mit höherer Wärmeleitfähigkeit angeordnet sein.
Günstig ist es, wenn die Einlagerungen aus einer Al_2O_3-Keramik bestehen. Der Volumenanteil der Einlagerungen kann 10 bis 80% des gesamten Kaltleiterwerkstoffes betragen. Der Kaltleiter hat eine Widerstands-/Temperatur-Kennlinie, die durch einen starken Anstieg des Widerstandes bei einer Temperatur T_c gekennzeichnet ist.
Dieser Effekt wird im Anwendungsfall ausgenutzt, um die Heizleistung des als Heizer konstruierten Bauelementes zum Erzielen einer konstanten Solltemperatur selbständig zu regeln bzw. als Überlastschutz den maximalen Strom durch das Bauelement zu begrenzen. Durch den Aufbau des Kaltleiters als scheibenförmiges Bauelement wird die entstehende Wärme hauptsächlich an einer oder an beiden flachen Seiten dieses Körpers abgeführt. Die Wärme im Bauelement entsteht zunächst im Betriebsfalle gleichmäßig im gesamten Volumen. Die Folge ist, daß der Kaltleiter zuerst im Inneren in einer dünnen Schicht die Temperatur T_c erreicht und damit hochohmig wird. Damit wird im weiteren die Wärme nur noch in dieser hochohmigen Schicht erzeugt, und nach der Einstellung des Gleichgewichtes hängt die abführbare Wärmemenge nur noch von der Wärmeleitfähigkeit des Kaltleitermaterials ab, das jetzt den Wärmestrom von der wärmeerzeugenden dünnen Schicht im Inneren des Bauelementes zur gekühlten Fläche nach außen trägt. Durch den erfindungsgemäßen Einbau von Einlagerungen, z. B. von stäbchenförmigen, säulenartigen oder langfasrigen Strukturen eines Materials mit höherer Wärmeleitfähigkeit in Richtung des Hauptwärmestromes, wird die Gesamtwärmeleitfähigkeit des Bauelementes anisotrop verbessert. Folglich steigt der Wärmestrom an, und die abführbare Leistung steigt. Darauf aufbauend erhöht sich die im Gleichgewicht max. nutzbare Heizleistung bzw. die durch den beschriebenen Selbstschutz begrenzte max. Verlustleistung des Bauelementes.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll an einem keramischen Heizelement erläutert werden.
Das Kaltleitermaterial besteht aus $BaTiO_3$ unter Zugabe von 20 Mol-% $SrTiO_3$, 10 Mol-% $CaTiO_3$, 0,03 Mol-% La und 0,003 Mol-% Mn. Die Keramik wird entsprechend der üblichen Kaltleitertechnologie aufbereitet: Mischen, Vorglühen, Mahlen, zweistufiges Verdichten. Beim letzten Preßvorgang werden in der Keramik unter Berücksichtigung der Schwindungsverhältnisse beim Sintern Bohrungen realisiert (1 bis 5% geringerer Durchmesser als die einzubauenden Al_2O_3-Stäbe). In diese Bohrungen des ungesinterten Preßlings werden die genannten Al_2O_3-Stäbe aus einer hochtonerdehaltigen Keramik ($Al_2O_3 > 99\%$) mit der Länge der Enddicke des Bauelementes eingeführt. Diese Stäbe werden vorher nach üblichen Al_2O_3-Technologie fertig gesintert. Der so präparierte Kaltleiterpreßling wird bei einer Temperatur von 1340°C über eine Stunde gesintert. Danach werden die Kontaktflächen, auf die die Stirnseiten der Al_2O_3-Stäbe stoßen, geschliffen und kontaktiert. Werden in der Kaltleiterkeramik auf 30% der Querschnittsfläche in der genannten Weise Al_2O_3-Stäbe mit einem Durchmesser von 1 mm angeordnet, so verdoppelt sich die Wärmeleitfähigkeit in Richtung der Al_2O_3-Stäbe gegenüber einem Kaltleitermaterial ohne eine derartige Einlagerung. Die abführbare Heizleistung steigt um ca. 50% und auch die Spannungsfestigkeit des Bauelementes erhöht sich.
Ähnliche Ergebnisse werden erreicht, wenn in den Werkstoff Texturen eingepreßt werden oder wenn Folien aus $BaTiO_3$-Keramik und Al_2O_3-Keramik jeweils abwechselnd übereinander gestapelt und als Verbundwerkstoff zusammengesintert werden.