

19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 689 501 A5

51 Int. Cl.⁶: H 01 C 007/00
H 01 C 017/06
H 05 K 001/16

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 01938/91

22 Anmeldungsdatum: 01.07.1991

30 Priorität: 24.10.1990 DE A4033707

24 Patent erteilt: 14.05.1999

45 Patentschrift veröffentlicht: 14.05.1999

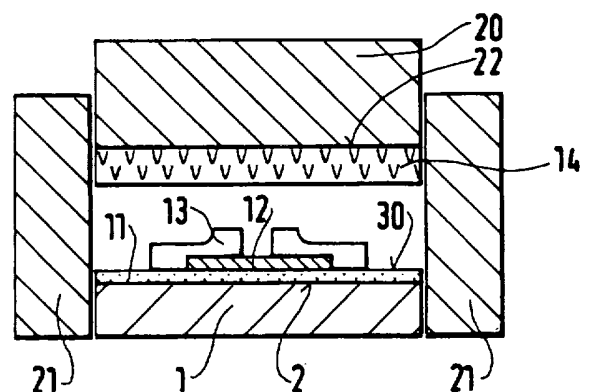
73 Inhaber:
Robert Bosch GmbH, Bregenzer Strasse 12,
Postfach 10 60 50, D-70049 Stuttgart (DE)

72 Erfinder:
Stecher, Günther, Ludwigsburg (DE)
Grünwald, Werner, Gerlingen (DE)

74 Vertreter:
Dipl.-Ing. Martin Schnoz, Zuchwil, Postfach 632,
4500 Solothurn (CH)

54 Cermet-Dickschichtwiderstandselement sowie Verfahren zu seiner Herstellung.

57 Es werden ein Widerstandselement mit besonders glatter Oberfläche, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung vorgeschlagen. Das Widerstandselement ist eine Dickschichtanordnung, bestehend aus wenigstens einer Leitungsbahnschicht (13) und einer Widerstandsschicht (12) aus Cermet auf einem keramischen Substrat (14). Die Schichtanordnung (12-14) wird auf eine Druckunterlage (1) aufgebracht und anschliessend in einem Presswerkzeug (20-22) mit dem Substrat (14) verpresst. Nach Abschluss des Pressvorgangs wird die Druckunterlage (1) entfernt. Als Substrat wird vorzugsweise eine ungebrannte, flexible Keramikfolie verwendet.



Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Widerstandselement sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.

Ein Verfahren zur Herstellung von Widerstandselementen in Dickschichttechnik mit glatter Oberfläche ist aus der Zeitschrift «Elektronik» 10/84, Seite 104 als «Leitplastikpressverfahren» bekannt. Darin werden zunächst Widerstands- und Leitungsbahnen auf Harzbasis auf einen hochglanzpolierten Stempel aufgebracht, der anschliessend in einem Presswerkzeug unter hohem Druck und erhöhter Temperatur mit glasfaser-verstärktem Pressmaterial auf Harzbasis verpresst. Das Verfahren liefert hochglatte Oberflächen, ist jedoch auf den Fall beschränkt, dass sowohl die auf dem Stempel aufgebrachte Schichtanordnung als auch das Pressmaterial auf Harzbasis aufgebaut sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, verschleissfeste Widerstandselemente mit glatter und harter Oberfläche preiswert herzustellen, welche auch bei hohen Temperaturen bis zu 800°C einsetzbar sind, insbesondere als Kraft- und Drucksensoren.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäss hergestellten Widerstandselemente zeichnen sich durch eine sehr glatte und harte Oberfläche sowie hohe Temperaturfestigkeit aus. Die Oberfläche weist weder vom Siebdruck herrührende Maschenstrukturen noch durch den additiven Schichtaufbau bedingte Unebenheiten auf. Durch eine hohe Abriebfestigkeit der sehr harten Oberfläche sind die Widerstandselemente insbesondere für Potentiometer geeignet. Eine aufwendige Nachbehandlung zur Erzeugung einer glatten Oberfläche entfällt. Statt dessen muss lediglich einmalig eine dann für beliebig viele Herstellungsdurchläufe wiederverwendbare Druckunterlage glattgeschliffen werden. Eine Vielzahl von geometrischen Ausgestaltungen ist möglich. So kann durch die entsprechende Gestaltung des Presswerkzeuges eine beliebige äussere Form realisiert werden, wie beispielsweise die Form einer Unterlegscheibe, d.h. mit Mittenaussparung, oder eine Stabform. Die Dickschichttechnik erlaubt auch, bei fester äusserer Form der Widerstandselemente nur die Oberflächenaufteilung variabel zu gestalten. So könnte bei einem beispielsweise scheibenförmigen Widerstandselement die Widerstandsschicht wahlweise parallel zum Scheitelrand verlaufen oder wie mäanderförmig gestaltet werden. Erfindungsgemäss hergestellte Widerstandselemente sind ferner aufgrund ihrer, infolge der glatten Oberfläche, sehr guten Oberflächenpressungseigenschaften und ihrer geringen Temperaturempfindlichkeit gut geeignet als Kraft- oder Drucksensoren.

Zeichnung

Die Zeichnung zeigt ein Ausführungsbeispiel,

welches in der sich anschliessenden Beschreibung näher erläutert wird.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch die mit einer Trennmittelschicht benützte Druckunterlage,

Fig. 2 die Druckunterlage mit Trennmittelschicht und Schichtanordnung vor dem Verpressen,

Fig. 3 einen Schnitt durch das Presswerkzeug mit eingelegter Schichtanordnung,

Fig. 4 einen Schnitt durch den bei der Pressung entstehenden fertigen Pressling.

Erläuterung des Ausführungsbeispiels

In einem vorbereitenden Verfahrensschritt wird die Oberfläche 2 einer Druckunterlage 1 aus Stahl oder keramischem Werkstoff, sofern notwendig, glattgeschliffen und/oder hochglanzpoliert. Die Druckunterlage 1 kann auch in Form einer Polyesterfolie vorliegen. Die eingestellte Oberflächenrauigkeit wird als Negativabdruck auf die spätere Widerstandsoberfläche abgebildet. Die Glättung der Druckunterlagenoberfläche 2 muss, um eine für die Widerstandsoberfläche 30 gewünschte Qualität aufzuweisen, mit einer entsprechenden Sorgfalt durchgeführt werden.

Die glattpolierte Oberfläche 2 der Druckunterlage 1 wird im ersten Verfahrensschritt, Fig. 1, zweckmässig ganzflächig mit einer Trennmittelschicht 11 benetzt. Ein geeignetes Trennmittel ist z.B. Siliconöl. Dieser Schritt kann entfallen, wenn für die nachfolgenden Schichten 12 bis 14 Pasten bzw. Material verwendet wird, denen ein Trennmittel 11 bereits beigemischt wurde. Eine Trennmittelschicht ist ebenfalls dann nicht erforderlich, wenn für die Druckunterlage 1 Materialien eingesetzt werden, welche keine feste Haftverbindung mit der Schichtanordnung eingehen, wie einige keramische Materialien, beispielsweise TiN.

Im zweiten Verfahrensschritt, Fig. 2, wird auf die, im allgemeinen mit einer Trennmittelschicht 11 versehene, Druckunterlage 1 durch Siebdruck eine Widerstandsschicht 12 aus Cermet (Ceramik-Metall-Mischung) aufgebracht, welche die Widerstandsbahn(en) bildet. Aufgebracht wird das Spiegelbild der für das Widerstandselement gewünschten Struktur, das insbesondere aus mehreren Widerstandsbahnen bestehen kann. Als Ausgangsmaterial für den Widerstand können handelsübliche Pasten verwendet werden, wie sie beispielsweise bei der Firma DU PONT, Frankfurt erhältlich sind. Die Dicke der Schicht beträgt zweckmässig 20–25 µm, kann aber auch deutlich von diesen Werten abweichen. Beim Übergang zu grösseren Schichtdicken muss berücksichtigt werden, dass eine grössere Schichtdicke bei gleicher Breite der Widerstandsbahnen zu einem niedrigen Bahnwiderstand und dadurch zu einem kleineren Messsignal führt. Gegebenenfalls muss in diesem Fall zur Kompensation eine entsprechend höherohmige Paste eingesetzt werden. Entsprechend sind für kleinere Schichtdicken niederohmige und ausreichend feinkörnige Pasten zu verwenden.

Nach der Cermet-Widerstandsschicht 12 wird eine elektrisch leitfähige Schicht aus Silber-Palladi-

um o.ä. (Gold, Platin) aufgetragen, welche die Leitungsbahnen 13 bildet. Im allgemeinen sollten jeweils mindestens zwei getrennte Leitungsbahnen 13 eine Widerstandsbahn 12 kontaktieren. Zweckmässig werden die Leitungsbahnen 13 entlang der Ränder der Cermet-Widerstandsbahnen 12 so aufgebracht, dass sie die Ränder überlappen. Die Dicke der leitfähigen Schicht 13 sollte wie die der Widerstandsschicht 12 ca. 20–25 μm betragen, wodurch einerseits Porenfreiheit der Schicht gewährleistet ist, andererseits die Paste möglichst wirtschaftlich eingesetzt wird.

Für den dritten Verfahrensschritt, Fig. 3, ist ein Presswerkzeug 20 bis 22, bestehend aus Seitenteilen 21 und einer beweglichen, vorzugsweise parallel zu den Seitenteilen 21 verschiebbaren, Bodenteil 20, erforderlich. Das Oberflächenprofil der nach innen weisenden Fläche 22 des Presswerkzeuges 20 bis 22 wird als Negativabdruck auf die spätere Unterseite 31 des Widerstandselementes abgebildet. Die Oberfläche 22 des Bodenteils 20 sollte daher glatt geschliffen werden. Die anzustrebende Güte der Oberfläche 22 hinsichtlich Rauhtiefe richtet sich nach dem vorgesehenen Verwendungszweck des fertigen Widerstandselementes. Wird für die äussere Gestalt des Widerstandselementes eine Form mit Ausparungen gewünscht, wie z.B. die Form einer Unterlegscheibe mit Loch in der Mitte, muss das Presswerkzeug 20 bis 22 entsprechend gestaltet werden. Das Presswerkzeug 20 bis 22 kann aus Stahl, Aluminium oder auch aus geeigneten keramischen Werkstoffen bestehen.

Zur Durchführung des dritten Verfahrensschrittes, Fig. 3, wird in das Presswerkzeug 20 bis 22 zunächst eine ungebrannte flexible Keramiksubstratfolie 14, erhältlich z.B. bei DUPONT, Handelsbezeichnung «Green Tape» 851 AT, gelegt. Danach wird die Druckunterlage 1 mit darauf befindlicher Schichtanordnung 11 bis 14 in das Presswerkzeug 20 bis 22 so eingesetzt, dass die Schichtanordnung der Keramikfolie 14 gegenüberliegt. Hierbei ist entscheidend, dass die Schichtanordnung 11 bis 13 beim nachfolgenden Pressvorgang auf die Keramikfolie zu liegen kommt. Es ist deshalb beispielsweise auch möglich, die Keramikfolie zunächst auf die Schichtanordnung zu legen und beide zusammen in das Presswerkzeug zu laden. Die Schichtanordnung 11 bis 14 wird anschliessend durch von aussen aufgebrachten Druck auf die Druckunterlage 1 und/oder das Bodenteil 20 mit der Keramikfolie 14 verpresst. Der Druck sollte wenigstens 25 N/m^2 betragen, zweckmässig sind 30 N/m^2 . Auch wesentlich grössere Drücke sind möglich, liefern aber gegenüber dem empfohlenen Druck kein verbessertes Resultat. Der Pressvorgang muss, um die Keramikfolie plastisch verformbar zu machen, bei einer erhöhten Temperatur von 120°C bis 200°C, vorzugsweise bei 150°C, erfolgen.

Nach Beendigung des Pressvorgangs wird der darin erzeugte Pressling, Fig. 4, von der Druckunterlage gelöst und in einem Ofen gebrannt. Die Brenntemperatur beträgt bei Verwendung von Standardmaterialien etwa 800°C bis 900°C, genaue Temperatur und Dauer des Einbrands richten sich nach der verwendeten Keramikfolie und der jeweils

individuell vorhandenen Ofenanlage. Wird als Druckunterlage eine Polyesterfolie verwendet, kann auf das Ablösen des Presseingangs von der Druckunterlage verzichtet werden. Die Polyesterfolie verbrennt beim Einbrand rückstandsfrei.

Das fertige Widerstandselement besitzt eine sehr glatte und harte Oberfläche 30 sowie eine ebenfalls glatte und zur Oberfläche vollkommenen parallele Unterseite 31. Ohne Mühe kann eine mittlere Rauhtiefe der Oberfläche 30 von $< 1 \mu\text{m}$ erzielt werden. Eine Nachbehandlung ist nicht erforderlich.

Zur Kostenreduzierung ist es sinnvoll, auf einer Druckunterlage mehrere Widerstandselemente gleichzeitig aufzubringen. Der in einem Verfahrensablauf hergestellte Pressling wird anschliessend in die einzelnen Widerstandselemente zerteilt.

In einer weiteren Ausführung kann das Widerstandselement auch so beschaffen sein, dass die elektrisch leitfähige Schicht nicht Teil der Oberfläche 30 ist. Die Kontaktierung erfolgt in diesem Fall von der Unterseite 31 des Widerstandselementes her.

In einer weiteren Anwendung kann das Widerstandselement als Drucksensor eingesetzt werden. Für diese Anwendung ist für die Widerstandsbahnen insbesondere eine mäandernde Form zweckmässig. Weiter empfiehlt es sich in diesem Fall, zunächst eine isolierende Schicht über die Trennmittelschicht 11 aufzubringen, bevor auf diese dann die Widerstands- und die leitfähige Schicht aufgebracht werden.

Patentansprüche

1. Widerstandselement mit wenigstens einer Widerstandsschicht und wenigstens einer Leitungsbahnschicht auf einem isolierenden Substrat, dadurch gekennzeichnet, dass eine Cermetwiderstandsschicht (12) zusammen mit der Leitungsbahnschicht (13) auf einem keramischen Substrat (14) angeordnet ist, wobei die Cermetwiderstandsschicht (12) und die Leitungsbahnschicht (13) in das Keramiksubstrat (14) eingepresst sind und eine glatte Oberfläche mit dem keramischen Substrat (14) bilden.

2. Widerstandselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das keramische Substrat, welches die Dickschichtanordnung (12, 13) trägt, eine Keramikfolie (14) ist.

3. Elektronische Schaltung mit einem Widerstandselement nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, dass die elektronische Schaltung die Änderung des elektrischen Widerstandes der Cermetschicht infolge Druckeinwirkung auf die Oberfläche (30) der Cermetschicht misst.

4. Verfahren zur Herstellung eines Widerstandselementes nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtanordnung (12, 13) in einem Presswerkzeug (20 bis 22) mit dem keramischen Substrat (14) verpresst und eine Druckunterlage (1) nach Abschluss des Pressvorganges entfernt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die der Schichtanordnung (12, 13) zugewandte Seite der Druckunterlage (1) hochglanzpoliert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die hochglanzpolierte Seite der Druckunterlage (1) mit einem Trennmittel (11) benetzt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtanordnung (12, 13) mit einem in Form einer Folie (14) vorliegenden Keramiksubstrat verpresst wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Substrat eine ungebrannte, flexible Keramikfolie (14) verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Pressvorgang unter erhöhter Temperatur durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der durch Verpressung von Schichtanordnung (12, 13) und Substrat (14) erzeugte Pressling anschliessend gebrannt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennvorgang bei einer Temperatur von 400°C bis 1500°C, vorzugsweise bei 850°C erfolgt.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

4

FIG. 1

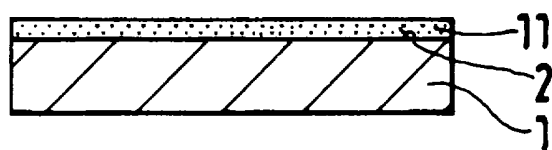


FIG. 2

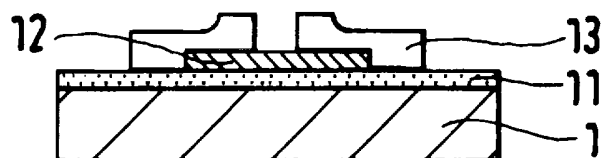


FIG. 3

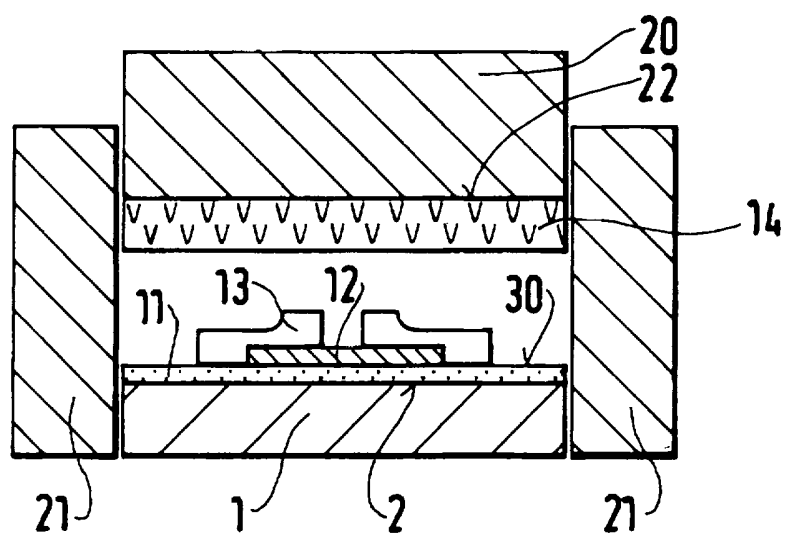


FIG. 4

