

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 217 635 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2002 Patentblatt 2002/26

(51) Int Cl.7: **H01C 7/00**

(21) Anmeldenummer: **01126269.8**

(22) Anmeldetag: **06.11.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Turwitt, Martin, Dr.**
63486 Bruchköbel (DE)
- **Loose, Thomas**
63589 Linsengericht (DE)

(30) Priorität: **22.12.2000 DE 10064461**

(71) Anmelder: **Heraeus Electro-Nite International N.V.**
3530 Houthalen (BE)

(74) Vertreter: **Kühn, Hans-Christian**
Heraeus Holding GmbH,
Schutzrechte,
Heraeusstrasse 12-14
63450 Hanau (DE)

(72) Erfinder:
• **Wienand, Karlheinz, Dr.**
63741 Aschaffenburg (DE)

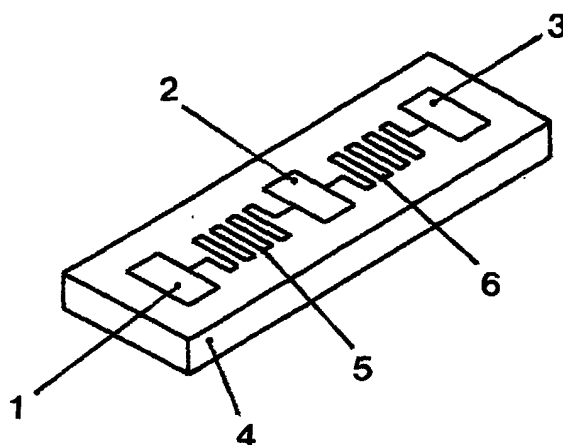
(54) **Elektrischer Widerstand mit Platinmetall oder einer Platinmetallverbindung sowie Sensoranordnung**

(57) Ein elektrischer Widerstand (6) weist eine Platin- oder ein Platingruppenmetall enthaltende Widerstandsschicht auf, die auf einer elektrisch isolierenden Oberfläche eines Substrats (4) aufgebracht ist, wobei die Widerstandsschicht als Dünnschicht-Element ausgebildet ist und eine physikalische Mischung aus feindispersierter Keramik und Metall aufweist; vorzugsweise liegt das Verhältnis von feindispersierter Keramik zu Metall in Gewichts-% im Bereich von 5 bis 50%.

Als feindispersierte Keramik wird vorzugsweise SiO, SiO₂, Ta₂O₅, MgO, Al₂O₃, oder eine Mischung daraus eingesetzt.

Der erfindungsgemäße Widerstand wird als Referenz-Widerstand (6) in einem Sensor (Temperatur-Sensor) zusammen mit einem temperaturabhängigen Messwiderstand (5) eingesetzt, wobei beide Widerstände auf einem gemeinsamen Substrat (4) angeordnet sind.

Fig 1



EP 1 217 635 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektrischen Widerstand mit einer ein Platinmetall oder eine Platinmetallverbindung aufweisenden Widerstandsschicht, die auf einer elektrisch isolierenden Oberfläche eines Substrats aufgebracht ist, und eine Sensoranordnung.

[0002] Der Sensor soll insbesondere als Flip-Chip-Element montierbar sein, wie es beispielsweise aus der DE 44 42 960 C1 bekannt ist. Weiterhin ist aus der EP 0 588 609 B1 eine Kontaktanordnung für Flip-Chip-Elemente bekannt.

[0003] Aus der DE 31 45 583 A1 ist eine Paste zum Bedrucken von Substraten mittels eines elastisch verformbaren Stempels bekannt, wobei die Paste zum Auftrag von Flächenmustern auf vorgegebene Bereiche eines vorzugsweise unebenen Substrates vorgeschlagen wird, das sich besonders für Druckverfahren eignet, bei denen der Auftrag mittels eines elastisch verformbaren Stempels erfolgt. Bei der Paste liegt das Mischungsverhältnis von Feststoff zu organischem Träger, bezogen auf die Gewichtsanteile, zwischen 6:4 und 8:2 und der organische Träger besteht aus 4 bis 14 Gew-% Äthylcellulose, 73 bis 83 Gew-% α -Terpineol und bis 5 bis 17 Gew-% Benzylalkohol. Als Feststoffe sind Metallpulver und/oder Keramikpulver und/oder Glaspulver verwendbar; demgemäß sind elektrisch leitfähige Pasten, Widerstandspasten oder isolierende Pasten herstellbar, mit denen sich Flächenmuster entsprechender Leitfähigkeit herstellen lassen.

[0004] Der Aufbau von elektrischen Messelementen mit einer solchen Paste erscheint verhältnismäßig aufwendig.

[0005] Weiterhin ist aus der DE 40 25 715 C1 ein Temperaturfühler sowie ein Verfahren zur Herstellung von Temperaturfühlerelementen aus Keramikfolien bekannt. Die Temperaturfühlerelemente sind derart ausgestaltet, dass ein PTC-Widerstand aus mehreren, stapelförmig übereinander aufgebrachten Widerstandsbahnen besteht, und somit eine geringe flächenhafte Ausdehnung aufweist. Durch die Stapel-Anordnung können ausreichend hohe Messwiderstandswerte und eine weitgehende Unabhängigkeit derselben vom Temperaturgradienten im Abgas erreicht werden. Allerdings erscheint der Aufbau mehrerer übereinander angeordneter Widerstandsbahnen verhältnismäßig aufwendig.

[0006] Weiterhin beschreibt die US 3,565,682 eine elektrische Widerstandsanordnung, die pulverförmiges dielektrisches Material sowie elektrisch leitende Palladiumoxide der Formel PdMO_2 aufweist, wobei M als Symbol für Kobalt, Chrom, Rhodium oder eine Mischung von Chrom mit Rhodium steht. Vorzugsweise werden als Palladiumoxide PdCrO_2 oder PtRhO_2 eingesetzt. Der Aufbau solcher Widerstandsanordnungen erscheint verhältnismäßig aufwendig.

[0007] Aus der DE 197 57 258 A1 ist ein temperaturabhängiger Messwiderstand eines Temperatursensors bekannt, der mit einem Referenzwiderstand in Reihe

geschaltet ist, wobei diese Reihenschaltung von einem konstanten, eingeprägten Strom durchflossen wird; ein zwischen beiden Widerständen befindlicher Verbindungspunkt ist mit dem N-Eingang eines ersten gegengekoppelten Operationsverstärkers verbunden, dessen P-Eingang mit einer von einem Spannungsteiler abgegriffenen Gleichspannung versorgt wird; bei einer Temperaturerhöhung im Bereich des Messwiderstandes erhöht sich das Potential am Ausgang des mit dem Messwiderstand verbundenen ersten Operationsverstärkers, welcher den eingeprägten konstanten Strom liefert, während sich das Potential am Ausgang des Operationsverstärkers bei fallender Temperatur absenkt; das am Operationsverstärker abgegebene temperaturabhängige Spannungssignal wird dem P-Eingang eines nachgeschalteten zweiten Operationsverstärkers in Subtrahierschaltung zugeführt, dessen Ausgang mit einer Messeinrichtung zur Messung der für die Temperatur charakteristischen Spannung verbunden ist. Der Temperatur-Sensor weist eine kompakte Bauform auf und ist bis zu einer Temperatur von ca. 300°C einsetzbar.

[0008] Als problematisch erweist sich hierbei einerseits der verhältnismäßig komplexe Aufbau, andererseits ist die Genauigkeit der Temperaturmessung unter anderem auch vom Referenzwiderstand abhängig.

[0009] Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, mittels verbesserter Materialkombination und Dünnschichtmethoden einen Widerstand herzustellen, der auch bei thermischer Belastung einen weitgehend konstanten Widerstandstemperatur-Koeffizienten (TCR) aufweist. Weiterhin stellt sich die Aufgabe, diesen Widerstand als Vor- bzw. Referenz-Widerstand in einem Netzwerk mit einem elektrischen Temperaturmesswiderstand in einer Sensoranordnung zu integrieren, so dass eine Genauigkeit von ca. 0,1% und weiterhin auch eine Langzeitstabilität in einem Temperaturbereich oberhalb von 100°C möglich ist.

[0010] Die Aufgabe wird in einer ersten Ausführungsform dadurch gelöst, dass die Widerstandsschicht als Dünnschicht-Element mit einer Schichtdicke im Bereich von 0,1 μm bis 2 μm ausgebildet ist und eine physikalische Mischung aus feindispersierter Keramik und Platinmetall aufweist, wobei das Gewichtsverhältnis von Keramik zu Metall im Bereich von 5:95 bis 50:50 liegt. Als Metall der Widerstandsschicht wird vorzugsweise Iridium oder eine Iridium-Basislegierung eingesetzt.

[0011] Dabei liegt das bevorzugte Verhältnis von feindispersierter Keramik zu Metall im Bereich von 5 bis 35 Gew-%. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Widerstandes sind in den Ansprüchen 2 und 3 angegeben.

[0012] Die Aufgabe wird in einer zweiten Ausführungsform dadurch gelöst, dass die Widerstandsschicht als Dünnschicht-Element mit einer Schichtdicke im Bereich von 0,1 μm bis 2 μm ausgebildet ist und eine physikalische Mischung aus feindispersierter Keramik und einer Platinmetallverbindung aufweist.

[0013] Dabei hat sich der Einsatz von Platinsilizid als

besonders vorteilhaft erweisen.

[0014] Vorteilhafte Ausgestaltungen des elektrischen Widerstandes sind in den Ansprüchen 5 bis 9 angegeben.

[0015] Als vorteilhaft erweist es sich, dass ein solcher Widerstand eine kostengünstige Herstellung mit einfacher Abgleichung ermöglicht.

[0016] Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, dass der Widerstand zusammen mit einem temperaturabhängigen Widerstand auf ein Substrat aufzubringen ist.

[0017] Vorzugsweise wird als feindispersierte Keramik SiO , SiO_2 , Ta_2O_5 , MgO , Al_2O_3 , oder eine Mischung daraus eingesetzt. Das Substrat ist als elektrisch isolierende Keramik ausgebildet. Vorzugsweise weist die Keramik des Substrats Al_2O_3 auf.

[0018] In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Widerstandsschicht einen Widerstands-Temperatur-Koeffizienten (TCR) im Bereich von -500 bis +1000 ppm/K auf. Als besonders vorteilhaft erweist es sich, dass der Widerstands-Temperatur-Koeffizient (TCR) auf einen Wert im Bereich von 0 ppm/K einstellbar ist, wie insbesondere für Referenzwiderstände erwünscht ist.

[0019] In einer Sensoranordnung wird der elektrische Widerstand gemäß den Ansprüchen 1 bis 10 als Referenz-Widerstand zusammen mit einem temperaturabhängigen elektrischen Messwiderstand, der mit jeweils einem Anschlusskontaktfeld an eine elektrische Schaltung zur Ausgabe eines Temperatursignals angeschlossen ist, angeordnet ist, wobei ein am Messwiderstand abfallendes Spannungssignal ermittelt wird, das sich wenigstens näherungsweise linear proportional zu dessen Temperatur verhält; dabei ist der Messwiderstand über ein weiteres Anschlusskontaktfeld mit der elektrischen Schaltung elektrisch verbunden, wobei weiterhin ein Mittelabgriff einer Reihenschaltung aus dem Messwiderstand und dem Referenz-Widerstand mit der elektrischen Schaltung verbunden ist; der temperaturabhängige Messwiderstand sowie der Referenz-Widerstand sind jeweils gemeinsam auf einem Substrat mit elektrisch isolierender Oberfläche angeordnet und die Anschlusskontaktfelder für den Messwiderstand und die Anschlusskontaktfelder für den Referenzwiderstand sind jeweils über Leiterbahnen oder Drahtverbindungen mit der elektrischen Schaltung verbunden, wobei außer dem Referenz-Widerstand auch der Messwiderstand als Platinmetall enthaltendes Dünnschicht-Element aufgebracht ist; die Metallschicht des Messwiderstandes weist einen Widerstandstemperatur-Koeffizienten im Bereich von 3500 ppm/k bis 3920 ppm/K auf.

[0020] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Sensoranordnung sind in den Ansprüchen 12 bis 15 angegeben.

[0021] Vorzugsweise ist der Referenz-Widerstand in einem Netzwerk der Sensoranordnung mit dem Messwiderstand integriert.

In einer bevorzugten Ausgestaltung weist der Messwiderstand eine Widerstandsschicht aus Platin oder aus einer Platin-Basis-Legierung auf.

[0022] Vorzugsweise beträgt der Wert des Widerstandstemperaturkoeffizienten 3850 ppm/K.

[0023] Dieser Wert entspricht dem in der DIN IEC751 angegebenen Temperaturkoeffizienten $\alpha = 0,003850 \Omega \times \Omega^{-1} \times ^\circ\text{C}^{-1}$ bzw. $0,00385(^{\circ}\text{C})^{-1}$ gemäß US-PS 4,469,717 für Platinwiderstandsthermometer.

[0024] Die angeschlossene Auswerteschaltung ist in Silizium-Technologie ausgeführt.

[0025] Als vorteilhaft erweist es sich, dass bei Verwendung eines solchermaßen integrierten Referenz- bzw. Vorwiderstandes auf einem Substrat mit dem Messwiderstand eine kostengünstige Herstellung mit einfacher Abgleichung sowie Verpackung und Versand kompletter Bauelemente ermöglicht wird. Dabei erweist es sich als besonders vorteilhaft, dass der integrierte Referenzwiderstand auch bei höherer thermischer Belastung infolge Temperaturmessung seinen vorgegebenen Temperaturkoeffizienten praktisch nicht verändert.

[0026] Darüber hinaus kann auch an Raum auf einer Leiterplatte für den Sensor gespart werden, wobei das zugehörige Netzwerk in einem Gehäuse beispielsweise SMD-Bauteil mit drei Anschlüssen oder in einem typischen Bauelementgehäuse, wie SOT oder TO-Gehäuse untergebracht ist.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Messwiderstand eine Widerstandsschicht aus Platin auf, wobei die Metallschicht des Referenzwiderstandes einen temperaturunabhängigen Widerstandsverlauf besitzt.

[0028] Die zugehörige Auswerteschaltung ist vorzugsweise in Silizium-Technologie ausgeführt.

[0029] Im folgenden ist der Gegenstand der Erfindung anhand der Figuren 1 bis 3 näher erläutert.

[0030] Figur 1 zeigt ein SMD-Netzwerk als Flipchip-Bauteil mit drei Anschlüssen.

[0031] Figur 2 zeigt den Sensor als SOT-Bauteil mit kunststoffumspritztem Leadframe, welcher das Netzwerk, das mittels Dünndrahtbohrung angeschlossen ist, beinhaltet.

[0032] Figur 3 zeigt ein Dual-In-Line Gehäuse, dem ein Temperatur-Sensor-Netzwerk hinzugefügt ist.

[0033] Gemäß Figur 1 ist ein Flipchip-Bauteil als Substrat 4 vorgesehen, auf dessen Oberfläche in Reihe zwei Widerstände angeordnet sind, von denen der erste als temperaturabhängiger Messwiderstand 5 vorgesehen ist, während der zweite Widerstand als Vor- oder Referenzwiderstand 6 (gemäß den Ansprüchen 1 bis 8) eingesetzt ist. Die beiden Widerstände 5 und 6 sind über ein Anschlusskontaktfeld 2 miteinander elektrisch verbunden, wobei deren Enden an ihren äußeren Punkten jeweils an Anschlusskontaktfelder 1, 3 elektrisch angeschlossen sind.

[0034] Vorzugsweise werden zum Anschluss SnAg10-Paste bzw. auch AgPd- oder Silber-Platin-Pads eingesetzt.

[0035] Beide Widerstände 5 und 6 sind als Dünnschichtelement aufgebracht, wobei Messwiderstand 5 als Platindünnschichtwiderstand bzw. Dünnschichtwi-

derstand auf der Basis von Platingruppenmetall ausgebildet ist, während der Vor- oder Referenzwiderstand 6 einen temperaturunabhängigen Widerstandsverlauf besitzt; der Referenzwiderstand weist vorzugsweise eine physikalische Mischung aus feindispersierter Keramik und Metall auf.

[0036] Für den Referenz-Widerstand wird als Metall vorzugsweise Platin bzw. ein Platingruppenmetall eingesetzt. Darüber hinaus kann das Metall auch aus einer Platin-Basis-Legierung mit einer Komponente bzw. Komponenten aus Titan, Nickel oder Silizium bestehen. Aufgrund der verhältnismäßig geringen prozentualen Anteile der Komponenten wird in der Praxis auch von einer "Verunreinigung" des Platins gesprochen.

[0037] Darüber hinaus kann an Stelle des Metalls auch eine Platinverbindung, insbesondere Platinsilizid eingesetzt werden.

[0038] Der Referenzwiderstand wird ebenso wie der Messwiderstand vorzugsweise mittels Aufdampfverfahren auf die Oberfläche des Substrats 4 aufgebracht.

[0039] Die Montage erfolgt vorzugsweise nach dem Prinzip der SMD-Technik.

[0040] Gemäß Figur 2 ist ein SOT-Bauteil 11 mit einem kunststoffumspritzten Leadframe vorgesehen, bei dem ein Widerstandsnetzwerk - entsprechend Figur 1 - in das SOT-Gehäuse eingesenkt ist, wobei das Widerstandsnetzwerk über seine Anschluss-Kontaktflächen 1, 2 und 3 mittels Dünndrahtbondung 10 an nach außen ragende Kontakte 12, 13, 14 des umspritzten Leadframes angeschlossen ist.

[0041] Eine solche Anordnung wird vorteilhafterweise in der Kfz-Elektronik eingesetzt.

[0042] Gemäß Figur 3 wird das einen Messwiderstand und Referenzwiderstand umfassende Temperatursensornetzwerk 22 auf ein Dual-Inline-Gehäuse 20 aufgebracht, welches einen kunststoffumspritzten Leadframe enthält, der die äußeren Kontakte 23 bis 28 sowie auf der gegenüberliegenden Seite Anschlusskontakte 29 bis 34 aufweist. Das Temperatursensornetzwerk 22 kann hier ebenfalls über Bonddrähte mit kontaktierenden Anschlüssen, beispielsweise Anschluss 23 bzw. Anschluss 29 zwecks Auswertung einer Temperaturmessung verbunden sein. Der Einsatz eines Dual-Inline-Gehäuses kann auch in Verbindung mit weiteren Widerständen, beispielsweise Messwiderständen erfolgen, wobei deren Kontaktfelder ebenso wie die Kontaktfelder des Temperatursensornetzwerkes 22 mit den aus dem Dual-Inline-Gehäuse 20 herausragenden Anschlusskontakten 23 bis 34 verbunden sind. Dabei ist es auch möglich, ein Netzwerk mit mehreren Sensoren aufzubauen.

[0043] Der Einsatz eines Dual-Inline-Gehäuses hat insbesondere den Vorteil, dass es sich hierbei um ein handelsübliches Produkt handelt, das preisgünstig zu erhalten ist.

Patentansprüche

1. Elektrischer Widerstand mit einer ein Platinmetall aufweisenden Widerstandsschicht, die auf einer elektrisch isolierenden Oberfläche eines Substrats aufgebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Widerstandsschicht als Dünnschicht-Element mit einer Schichtdicke im Bereich von 0,1 µm bis 2 µm ausgebildet ist und eine physikalische Mischung aus feindispersierter Keramik und Metall aufweist, wobei das Gewichtsverhältnis von Keramik zu Metall im Bereich von 5:95 bis 50:50 liegt.
2. Elektrischer Widerstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Metall der Widerstandsschicht Iridium oder eine Iridium-Basislegierung eingesetzt ist.
3. Elektrischer Widerstand nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil von feindispersierter Keramik zu Metall im Bereich von 5 bis 35 Gewichts-% liegt.
4. Elektrischer Widerstand mit einer ein Platinmetall aufweisenden Widerstandsschicht, die auf einer elektrisch isolierenden Oberfläche eines Substrats aufgebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Widerstandsschicht als Dünnschicht-Element mit einer Schichtdicke im Bereich von 0,1 µm bis 2 µm ausgebildet ist und eine physikalische Mischung aus feindispersierter Keramik und einer Platinmetallverbindung aufweist.
5. Elektrischer Widerstand nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Platinmetallverbindung Platinsilizid eingesetzt wird.
6. Elektrischer Widerstand nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als feindispersierte Keramik SiO, SiO₂, Ta₂O₅, MgO, Al₂O₃, oder eine Mischung daraus eingesetzt wird.
7. Widerstand nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat als elektrisch isolierende Keramik ausgebildet ist.
8. Widerstand nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Keramik des Substrats aus Al₂O₃ besteht.
9. Widerstand nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Widerstandsschicht einen Widerstandstemperatur-Koeffizienten (TCR) im Bereich von - 500 bis + 1000 ppm/K aufweist, wobei das Gewichtsverhältnis von feindispersierter Keramik zu Iridium im Bereich von 5:95 bis 8:92 liegt.
10. Widerstand nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass die Widerstandsschicht einen Widerstandstemperatur-Koeffizienten (TCR) im Bereich von 0 ppm/K aufweist.

11. Sensoranordnung mit einem elektrischen Widerstand nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser als Referenz-Widerstand (6) in einem Sensor zusammen mit einem temperaturabhängigen elektrischen Messwiderstand (5), der mit jeweils einem Anschlusskontaktfeld (1, 2) an eine elektrische Schaltung zur Ausgabe eines Temperatursignals angeschlossen ist, angeordnet ist, wobei ein am Messwiderstand (5) abfallendes Spannungssignal ermittelt wird, das sich wenigstens näherungsweise linear proportional zu dessen Temperatur verhält, wobei der Messwiderstand über ein weiteres Anschlusskontaktfeld mit der elektrischen Schaltung elektrisch verbunden ist, wobei weiterhin ein Mittelabgriff einer Reihenschaltung aus dem Messwiderstand und dem Referenz-Widerstand mit der elektrischen Schaltung verbunden ist, und der temperaturabhängige Messwiderstand (5) sowie der Referenz-Widerstand (6) jeweils auf einem Substrat mit elektrisch isolierender Oberfläche angeordnet sind und die Anschlusskontaktfelder für den Messwiderstand und die Anschlusskontaktfelder für den Referenzwiderstand jeweils über Leiterbahnen oder Drahtverbindungen mit der elektrischen Schaltung verbunden sind, wobei außer dem Referenz-Widerstand auch der Messwiderstand als Platinmetall enthaltendes Dünnschicht-Element aufgebracht ist und die Metallschicht des Messwiderstandes einen Widerstandstemperatur-Koeffizienten im Bereich von 3500 ppm/k bis 3920 ppm/K aufweist.

5
10
15
20
25
30
35
12. Sensoranordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Referenz-Widerstand (6) in einem Netzwerk mit dem temperaturabhängigen Messwiderstand (5) integriert ist.

40
13. Sensoranordnung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messwiderstand (5) eine Widerstandsschicht aus Platin oder aus einer Platin-Basis-Legierung aufweist.

45
14. Sensoranordnung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstandstemperatur-Koeffizienten (TCR) der Metallschicht des Messwiderstandes (5) einen Wert von 3850 ppm/K aufweist.

50
15. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteschaltung (4) in Silizium-Technologie ausgeführt ist.

55

Fig 1

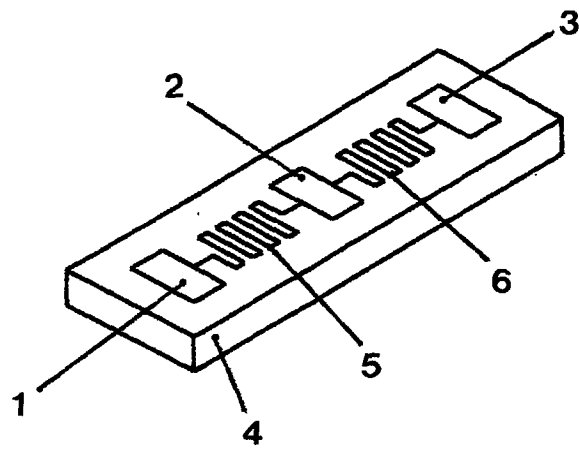


Fig 2

