



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 20 522 T2** 2006.11.23

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 123 833 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 20 522.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 300 967.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **02.02.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.08.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.06.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B60N 2/28** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0003170 12.02.2000 GB

(73) Patentinhaber:

Britax Excelsior Ltd., Andover, Hampshire, GB

(74) Vertreter:

Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(72) Erfinder:

Carine, David Shaun, Andover, Hants. SP11 6DF, GB; Beaumont, Andrew Patrick, Basingstoke, Hants. RG22 4YJ, GB

(54) Bezeichnung: **Kindersicherheitssitz**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf einen Thermistor zur Temperatur-Messung, -Steuerung und/oder zum Temperatenausgleich und auf ein Verfahren zum Herstellen desgleichen. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf einen Thermistor, welcher mehrere Schichten von Elektrodenmetall aufweist.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Thermistoren (thermisch empfindliche Widerstände) sind keramische Halbleiter, welche große Veränderungen im elektrischen Widerstand mit entsprechenden Veränderungen der Temperatur aufweisen. Aufgrund ihrer Empfindlichkeit, Genauigkeit und Stabilität werden Thermistoren allgemein anerkannt, der vorteilhafteste Sensor für viele Anwendungen zu sein, die Temperatur-Messung, -Ausgleich und -Steuerung beinhalten. Thermistoren werden in großem Maße für gewerbliche Konsumelektronikprodukte, Fahrzeug-, Industrie- und medizinische Elektronik Anwendungen, Lebensmittelverarbeitung und -veredelung, Kommunikation und Instrumentierung, Computer, Militär und Luft- und Raumfahrt, und Forschung und Entwicklung verwendet. Einige praktische Anwendungen von Thermistoren beinhalten die Flüssigkeitsstands-Messung, Fotografie, Thermometer, intravenöse Katheder, Blutanalyse, Herzmuskelnadelsonden, Fahrzeugklimasteuerung, Treibstoffniveau/-Temperatur, Temperatursensoren für Haushaltsanwendungen, sowie Klimaanlage, Kaffeemaschinen, und Datenregistrieranwendungen, sowie Luft-, Boden-, Flüssigkeitstemperatursonden. Die Verwendung in Mobiltelefonen, Autotelefonen, Quarzoszillatoren und Transceivern nimmt ständig zu.

[0003] Die wichtigsten Merkmale von Thermistoren sind ein extrem hoher Temperaturkoeffizient des Widerstandes und genaue Widerstand- über Temperaturcharakteristik. Die Empfindlichkeit bezüglich einer Temperaturveränderung kann in einer Thermistorwiderstandsveränderung von 10 000 000 : 1 über einen Betriebstemperaturbereich resultieren. Chip-Thermistoren des Standes der Technik weisen eine kleine Größe, quadratische Konfiguration auf, sind beschichtet oder unbeschichtet, in verbleiten oder bleifreien Umgebungen verfügbar, weisen Betriebstemperaturbereiche von -80 °C bis 300 °C und Widerstandsbereiche von 0,5 Ohm bis 40 Mega-Ohm auf.

[0004] Die DE-A-3900787 beschreibt ein Verfahren zum Herstellen einer keramisch-elektrischen Vorrichtung, so wie einen NTC- oder PTC-Thermistor, wobei die keramisch-elektrische Vorrichtung zwei Schich-

ten für jede Elektrode aufweist, wobei die erste Schicht durch eine Siebdruck-Technik (screen printing) hergestellt wird.

[0005] Im Patent Abstract of Japan Vol. 015, No. 351 (E-1108) vom 5. September 1991 und in der JP 03 136204 A wird ein Element beschrieben, welches durch Bilden einer Lötsschicht auf Elektroden und einer Doppelschichtstruktur, die auf beiden gegenüberliegenden Oberflächen eines Thermistorchips gebildet wird, hergestellt wird.

[0006] Der elektrische Widerstand eines positiven Temperaturkoeffizienten(PTC)-Thermistors nimmt mit einer Zunahme der Temperatur zu. PTC-Thermistoren schalten von einem niedrigen zu einem hohen Widerstandszustand bei einer spezifischen Temperatur. Sie werden weitgehend als Strombegrenzer von -80 °C bis 300 °C, 0,5 Ohm bis 40 Mega-Ohm verwendet. Umgekehrt nimmt der elektrische Widerstand eines negativen Temperaturkoeffizienten(NTC)-Thermistors mit einer Zunahme der Temperatur ab. NTC-Thermistoren werden verwendet, um Temperaturen von -80 °C bis 300 °C mit einem nominellen Widerstand bei 25 °C von 0,5 Ohm bis 40 Mega-Ohm zu messen. Deshalb weisen sie einen großen Temperaturkoeffizienten des Widerstands und einen großen Bereich von Widerstandswerten auf. Sie sind auch in einem weiten Größenbereich von 3 mm im Durchmesser bis 22 mm im Durchmesser in anpassbaren Formen und Größen für eine große Vielzahl mechanischer Umgebungen erhältlich. Typische Anwendungen von NTC-Thermistoren beinhalten eine Lüftersteuerung, Temperaturfühlung, Schalkreisschutz und Temperaturregelung. NTC-Thermistoren werden gewählt, wenn eine entfernte Messung benötigt wird, eine geringe Größe erwünscht ist, oder wo geringe Temperaturunterschiede gemessen werden müssen.

[0007] NTC-Thermistoren, die für eine Temperaturmessung und einen -Ausgleich verwendet werden, werden gewöhnlich aus unterschiedlichen Zusammensetzungen hergestellt, die Oxide von Mangan, Nickel, Kobalt, Kupfer, Eisen und anderen Metallen beinhalten, um ein keramisches Halbleitermaterial zu bilden. Thermistoren können in unterschiedlichen Formen eines Wulstes (bead), einer Scheibe, eines Stabs, eines Chips oder einer Dünnschicht-Konfiguration ausgeformt sein. Der Thermistor in Dünnschicht-Bauweise ist einfach eine kleinere Größen-Version des Chip-Thermistors. Wafer-Thermistoren werden hergestellt, indem dünne Scheiben vom Material gebildet werden, welche Oxidpulver von Mangan, Nickel und anderen Oxiden beinhalten, die in einem Bindemittel kombiniert werden. Das Material wird bei erhöhten Temperaturen gesintert, mit einer leitfähigen Metallzusammensetzung beschichtet, und dann auf eine Größe gewürfelt. Zuleitungen werden durch Löten angebracht. Die Einheiten wer-

den schließlich in einem Epoxid- oder einem anderen elektrischen Isolationsmaterial zum endgültigen Schutz und für eine Stabilisierung beschichtet. Ein typisches Thermistorelement des Standes der Technik, welches in **Fig. 1** dargestellt ist, stellt einen Thermistor in Chip-Bauweise dar, der aus gesinterten Metallpulveroxiden (1) zusammengesetzt ist, auf welchen Elektroden (2) und (3) aufgebracht sind.

[0008] Insbesondere wenn Thermistoren des Standes der Technik mit Dickfilm-Elektroden, die aus Ag, PdAg oder Au hergestellt sind, auf Substraten (Oberflächenbefestigungs-Konfigurationen, **Fig. 1**) oder auf Zuleitungen (diskrete Komponenten-Konfigurationen, **Fig. 2**) mit Hochtemperatur-Lötmitteln bzw. -Lotten angebracht sind, die Verfahren verwenden, die zwischen 200 °C und 380 °C, bei Verweildauern, die von 5 Sekunden bis 3 Minuten reichen, betrieben werden, verschiebt sich ihr elektrischer Widerstand außerhalb der zulässigen spezifizierten Widerstandstoleranz (typischerweise 2 – 5 %). Dies ergibt ein fehlerhaftes oder unzureichendes Endprodukt oder Untereinheit, in welche der Thermistor eingebaut ist.

[0009] Bei diesen Widerstandsveränderungen von Thermistoren des Standes der Technik hat man herausgefunden, dass diese durch ein Phänomen, welches als Durchsickern bezeichnet wird, hervorgerufen werden, welches während des Lötvorgangs auftritt. Ein Durchsickern tritt auf, da das Metall in der Elektrode eine höhere Affinität zu dem geschmolzenen Lötmittel aufweist als seine Bindung mit einer Glasfritte oder einem frittenlosen Bindemittel der Elektrode. Da die Thermistor-Elektrode gelötet wird, wird das Metall von seiner Bindung mit der Glasfritte oder einem frittenlosen Bindemittel der Elektrode abgelöst und wird in das geschmolzene Lötmittel absorbiert. Als Ergebnis erhöht sich der elektrische Widerstand des Thermistors zu seinem ursprünglichen Wert vor dem Lötvorgang. Mit anderen Worten, das Metallelement, welches die externen Elektroden bildet, wird aufgrund des Durchsickerns des Lötmittels beeinträchtigt.

[0010] Die Durchsickerungsrate der Thermistor-Dickfilm-Elektrode ist abhängig von der Art des Elektrodenmaterials und der Temperatur und der Dauer des Lötvorganges, welchem der Thermistor ausgesetzt wird. Üblicherweise wird ein Aussetzen von Thermistoren des Standes der Technik einem geschmolzenen Lötmittel bei Temperaturen über 200 °C für längere Zeitspannen (mehr als 5 Sekunden) von Dickfilmelektrodenherstellern nicht empfohlen, da eine Degradation bzw. Verschlechterung der Elektrode über dieser Temperatur und nach dieser Dauer schneller ansteigt. Zusätzlich zu der Veränderung im elektrischen Widerstand verursacht das Durchsickern eine Degradation der Lotelektrode und eine Elektroden-Halbleiterbindung. Geschwächte Bindungen können Thermistoren ergeben, die eine stark

verringerte Stabilität und Zuverlässigkeit aufweisen.

[0011] Bei Dickfilm-Pt-Elektroden hat man herausgefunden, dass diese einem Durchsickern, verglichen mit anderen Elektrodenmaterialien, resistent sind. Jedoch machen die hohen Kosten von Dickfilm-Pt-Elektroden den Thermistor des Standes der Technik für eine Herstellung nicht kosteneffektiv. Ebenso ist es schwieriger einen Au-Draht an Dickfilm-Pt-Elektroden zu binden, wobei der thermosonische oder der äquivalente Draht-Ballbonden-Vorgang (wire ball bonding process) verwendet wird.

[0012] Zusätzlich werden Thermistoren des Standes der Technik mit Dickfilm-Ag- oder PdAg-Elektroden allgemein nicht in Hybrid-Mikroschaltkreis-Anwendungen verwendet, die einen 0,001" AD-Gold-Draht (OD gold wire; OD = outer diameter; AD = Außendurchmesser) (oder Äquivalentes) benötigen, um gebunden zu werden, wobei der thermosonische oder der äquivalente Draht-Ball-Verklebungs-Vorgang verwendet wird, da die Drahtbindungen an diesen Elektroden über längere Dauer nicht zuverlässig sind. (1" = 1 Zoll = 2,54 cm).

[0013] Ein Thermistorelement, welches zwei Schichten von Dünnschichtelektroden verwendet, wurde in dem Stand der Technik (U.S. 4,712,085) beschrieben. Weiterer Stand der Technik (U.S. 6,008,717) beschreibt einen Thermistor mit einem Elektrodenpaar in einer kürzeren inneren Elektrode und einer längeren inneren Elektrode, die einander gegenseitig gegenüberliegen und mittels eines Spalts getrennt sind. Jedoch löst dieser Stand der Technik nicht das beschriebene Durchsickerungsproblem.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0014] Beruhend auf dem Vorhergehenden, ist es ein Ziel der Erfindung, einen kosteneffektiven Thermistor mit Elektroden bereitzustellen, die einen hohen Grad von Löt-Durchsickerungswiderstand aufweisen und bei einem Lötvorgang resistent zu sein, der bei Temperaturen zwischen typischerweise 200 °C und 380 °C, mit Verweildauern zwischen typischerweise 5 Sekunden und 3 Minuten durchgeführt wird.

[0015] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Herstellung eines Thermistors mit Durchsickerungs-resistenten Elektroden bereitzustellen, welche die Anbringung von Zuführungen zur Verwendung von Hochtemperatur-Lötmittel oder leitfähigen Zusammensetzungen bei schwacher Hitze erlauben, weil dabei die maximale Betriebstemperaturfähigkeit über den im Stand der Technik erzielten erhöht wird.

[0016] Diese und weitere Ziele werden durch die vorliegende Erfindung erreicht, die auf einen Thermistor gerichtet ist, welcher einen Halbleiterkörper

mit einer ersten Elektroden-schicht aufweist, die nach außen von den gegenüberliegenden Oberflächen des Halbleiterkörpers, wie in Anspruch 1 definiert ist, aufgebracht ist. Die erste Schicht, die eine Dicke von nicht weniger als 5 Mikrometer aufweist, wird aus einem Elektrodenmaterial gebildet, welches irgendein passendes leitfähiges Metall ist. Die zweite Schicht wird außerhalb der ersten Schicht aufgebracht und weist eine Dicke von nicht mehr als 5 Mikrometer auf. Die zweite Schicht wird aus einem Elektrodenmaterial gebildet, welches irgendein „reaktives Metall“ ist. Die dritte Elektroden-schicht wird außerhalb der zweiten Schicht aufgebracht und weist eine Dicke von bevorzugt nicht mehr als ungefähr 5 Mikrometer auf. Die dritte Elektroden-schicht wird aus einem Elektrodenmaterial gebildet, welches irgendein „Barrieren“-Metall ist. Die vierte Schicht, die optional, abhängig von den elektrischen Kontakten ist, die daran gebunden werden, wird aus einem Elektrodenmaterial gebildet, welches mit dem elektrischen Kontakt und/oder Mittel zum Binden außerhalb der dritten Schicht kompatibel ist und bevorzugt eine Dicke von nicht mehr als ungefähr 5 Mikrometer aufweist. Jede der Schichten ist in elektrischem Kontakt mit den anderen Schichten und dem Halbleiterkörper.

[0017] Für die Zwecke dieser Offenbarung werden Metalle betrachtet, die irgendein Metall sind, Kombinationen von Metallen oder Metalllegierungen. „Reaktive“ Metalle werden als Metalle betrachtet, die irgendeine Kombination oder Legierung beinhalten, die bei einem gewissen Niveau mit einem benachbarten Metall reagieren, um eine verbesserte Bindung bereitzustellen. „Barrieren“-Metalle werden als Metalle betrachtet, die irgendeine Kombination oder Legierung beinhalten, die einem Durchsickern entgegenwirkt, d.h. Migration des Metalls in das Lötmedium unter Hochtemperaturbedingungen, was sie passend für Hochtemperatur-Lötvorgänge macht, wobei dabei eine Degradation der darunterliegenden Schichten verhindert wird.

[0018] Die vorliegende Erfindung kann mit irgendeiner Art von Halbleiter verwendet werden, die von irgendwelchen passenden Vorgängen, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, abgeleitet werden, die einen Scheiben-, einen Stab-, einen Chip- und Dünnschicht-Halbleiter beinhalten aber nicht darauf beschränkt sind. Die vorliegende Erfindung wird bei PTC- oder NTC-Halbleitern angewandt.

[0019] Das Verfahren zum Herstellen der Thermistoren dieser Erfindung, welches durch Anspruch 8 definiert ist, beinhaltet ein Aufbringen der ersten Schicht auf den Halbleiterkörper durch irgendein bekanntes Mittel. Die aufeinanderfolgenden Schichten werden dann außerhalb der ersten Schicht aufgebracht, so dass sich die reaktive Schicht außerhalb der ersten Schicht befindet und sich die Barrieren-schicht außerhalb der reaktiven Schicht befindet.

Falls die elektrischen Kontakte mit der Barrieren-schicht verbunden werden können, wird keine zusätzliche Schicht betrachtet. Falls jedoch der Kontakt nicht mit dem Barrierenmetall kompatibel ist, wird eine vierte optionale Schicht über der Barrieren-schicht aufgebracht. Die Wahl der Metalle hängt von der Art der Plättchen (die) und/oder Materialien des Drahtbondens bzw. Drahtanschlusses (wire bonding) ab, die für das Befestigen des Thermistors verwendet werden.

[0020] Als Ergebnis der Durchsickerungs-resistenten Eigenschaften, die durch die vorliegende Erfindung ermöglicht werden, weist der Thermistor sowohl während als auch nach dem Lötvorgang, der zum Befestigen des Thermistors auf den Substraten verwendet wird, eine viel größere Stabilität und Zuverlässigkeit auf als jene, die durch den Stand der Technik erreicht werden. Ein Thermistorelement der vorliegenden Erfindung, welches beispielsweise an einen elektrischen Kontakt unter den gleichen Bedingungen gelötet wird und die gleichen Plättchen und/oder Draht-Bindungstechniken verwendet und verarbeitet wird, wie vorhergehend für den Stand der Technik beschrieben worden ist, zeigte Widerstands-veränderungen von weniger als 1 % verglichen mit 6 % bis 20 % für einen Thermistor des Standes der Technik mit Dickfilm-Au-Elektroden.

ZEICHNUNGEN

[0021] Die folgenden Zeichnungen, in welchen Bezugszeichen ähnliche Teile darstellen, sind beabsichtigt, nur eine oder mehrere der bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung darzustellen, ohne die Erfindung in irgendeiner Weise zu beschränken.

[0022] [Fig. 1a](#) ist eine Draufsicht eines Thermistorelements des Standes der Technik.

[0023] [Fig. 1b](#) ist eine Querschnittsaufsicht des Thermistorelements von [Fig. 1a](#).

[0024] [Fig. 2a](#) ist eine Querschnittsebenenansicht eines Thermistorelements einer zweiten Konfiguration des Standes der Technik.

[0025] [Fig. 2b](#) ist eine Querschnittsaufsicht des Thermistorelements von [Fig. 2a](#).

[0026] [Fig. 3a](#) ist eine Draufsicht eines Thermistorelements einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0027] [Fig. 3b](#) ist eine Querschnittsaufsicht des Thermistorelements von [Fig. 3a](#).

[0028] [Fig. 3c](#) ist ein größerer teilweiser Querschnitt des Thermistorelements von [Fig. 3b](#).

[0029] [Fig. 4a](#) ist eine Querschnittsebenenansicht eines Thermistors, welcher die bevorzugte Ausführungsform des Thermistorelements von [Fig. 3a-c](#) verwendet.

[0030] [Fig. 4b](#) ist eine Querschnittsaufrißansicht des Thermistors von [Fig. 4a](#).

[0031] [Fig. 4c](#) ist ein vergrößerter teilweiser Querschnitt des Thermistorelements von [Fig. 4b](#).

[0032] [Fig. 5a](#) ist eine perspektivische Ansicht eines alternativen Thermistors der vorliegenden Erfindung, wobei eine Lötverbindung zwischen der unteren Elektrode des Thermistorelements und einem Kontaktpad eines elektrischen Schaltkreissubstrats dargestellt wird.

[0033] [Fig. 5b](#) ist eine vergrößerte teilweise Querschnittsansicht einer oberen Ecke des Thermistors von [Fig. 5a](#).

[0034] [Fig. 5c](#) ist eine vergrößerte teilweise Querschnittsansicht des Thermistorelements von [Fig. 5b](#).

[0035] [Fig. 5d](#) ist eine perspektivische Ansicht des Thermistors von [Fig. 5a](#) von der rechten Seite aus gesehen.

[0036] [Fig. 5e](#) ist eine vergrößerte teilweise Querschnittsansicht des Thermistorelements von [Fig. 5d](#).

GENAUE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0037] Wie in den Zeichnungen, und insbesondere in den [Fig. 3a-c](#) dargestellt ist, besteht die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung aus einem keramischen Halbleiterkörper (11), welcher gegenüberliegende Seiten (42 und 43) umfasst, die ein oder mehr Metalloxide beinhalten. Eine erste Schicht des Metall-Elektrodenmaterials, welches leitfähiges Metall (12a und 13a) umfasst, welches eine Dicke von nicht weniger als 5 Mikrometer aufweist, wird auf jeder Oberfläche der gegenüberliegenden Seiten (42 und 43) aufgebracht. Auf der ersten Schicht (12a und 13a) wird eine zweite Schicht eines Metall-Elektrodenmaterials (12b und 13b) gefolgt durch eine dritte Schicht eines Metall-Elektrodenmaterials (12c und 13c) auf der zweiten Schicht (12b und 13b) aufgebracht. Wahlweise wird eine vierte Schicht eines Metall-Elektrodenmaterials (12d und 13d) auf der dritten Schicht (12c und 13c) aufgebracht.

[0038] Ein elektrischer Kontakt wird auf die äußere Elektrodenschicht auf dem Halbleiterkörper zur Verwendung des vorliegenden Thermistors aufgebracht. Dieser elektrische Kontakt und die Mittel zum Binden der äußeren Thermistor-Elektrodenschicht bestimmen die Zusammensetzung der vierten Schicht und ob die vierte Schicht (12d und 13d) verwendet wird.

[0039] Der Thermistor (100) der vorliegenden Erfindung kann aus irgendeinem passenden Halbleiterkörper, bevorzugt einen keramischen Halbleiter, gebildet sein.

[0040] Es gibt viele unterschiedliche Wege, um Halbleiterkörper für Thermistoren herzustellen. Solange passende keramische Verarbeitungstechniken verwendet werden, kann diese Erfindung bei Halbleiterkörpern angewandt werden, die mit irgendeinem bekannten Verfahren des Standes der Technik hergestellt sind, so wie Bandgießen, Pressen, Extrusion, Spritzguss oder ein anderes passendes Verfahren. Der Halbleiterkörper (11) kann eine Dünnschicht, eine Scheibe, ein Stab, ein Chip oder irgendeine passende Art oder Form sein.

[0041] Die erste Schicht des Metall-Elektrodenmaterials (12a und 13a) kann irgendein passendes leitfähiges Material oder eine Legierung sein, die aus Ag, Pt, Pd, Au oder irgendeiner Kombination davon besteht, kombiniert mit einer Glasfritte oder einem frittenlosen Bindemittel und wird als das erste Schichtenmaterial verwendet. Die erste Schicht (12a und 13a) wird bevorzugt auf den Wafer (11) mittels Sprühen aufgebracht. Sie kann jedoch durch Siebdruck (screening), Malen, Pinselauftrag, Spin-Coating bzw. Rotationsbeschichtung, Eintauchen oder anderen Mitteln, die bekannt sind oder später entwickelt werden, aufgebracht werden. Die Stärke der ersten Schicht beträgt nicht weniger als ungefähr 5 Mikrometer ($1 \text{ Mikrometer} = 10^{-6} \text{ m}$), bevorzugt ungefähr 10 bis 40 μm , und am meisten bevorzugt 25 μm . Deshalb wird eine „Dick“-Filmschicht betrachtet.

[0042] Die zweite Elektrodenschicht (12b und 13b) wird am bevorzugtesten auf der ersten Dickschicht (12a und 12b) durch irgendeine passende Technik, so wie Elektroplattierung oder Dampfd deposition aufgebracht, wobei eine physikalische Dampfd deposition (PVD, physical vapor deposition) am meisten bevorzugt ist. Das zweite Elektrodenmaterial umfasst Ti.

[0043] Die zweiten (12b und 13b), wie auch die dritten (12c und 13c) und optional vierten Schichten (12d und 13d) sind größer als 0,01 Mikrometer und kleiner als ungefähr 5 μm . Deshalb werden die bevorzugten zusätzlichen Schichten als „Dünn“-Film-Schichten betrachtet.

[0044] Für diese Erfindung ist das zweite Schichtenmaterial Ti. Ti wird über der Dickfilm-Ag-Schicht (12a und 12b) aufgrund ihrer Kosteneffektivität und ihrer „reaktiven“ Charakteristik aufgebracht, d.h. ihrer Eignung für eine Bindung mit dem dicken Ag-Film und mehreren anderen Metallen. Die bevorzugte Stärke für diese zweite Schicht (12a und 13a) beträgt ungefähr 0,05 bis ungefähr 1 μm .

[0045] Die dritte Elektrodenschicht (12c und 13c)

wird auf der zweiten Schicht (**12b** und **13b**) durch PVD von irgendeinem Barrierenmetall, so wie Pt, Pd, Re, W, Ni oder Mo aufgebracht. Für diese Erfindung umfasst die dritte Schicht Pt, weil es unter Hochtemperaturbedingungen nicht oxidiert, was es für Hochtemperatur-Lötvorgänge passend macht. Die dritte Schicht (**12c** und **13c**) ist das Schlüssel-"Barrieren"-Metall, welches ein Durchsickern der Elektroden-schichten unter dieses verhindert. Die bevorzugte Stärke dieser dritten Schicht (**12c** und **13c**) beträgt ungefähr 0,1 bis 1,5 µm.

[0046] Die optionale vierte Elektrodenschicht (**12d** und **13d**) wird auf der dritten Schicht (**12c** und **13c**) durch PVD aufgebracht und besteht aus einem vierten Elektrodenmaterial, welches irgendein Metall sein kann, welches mit dem Metall eines elektrischen Kontaktes, an welchen es gebunden werden soll, kompatibel ist. Die Wahl des Metalls hängt von der Art des Materials ab, welches in der Plättchenbindung (dargestellt in den [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5e](#)) verwendet wird und/oder Mittel für das Drahtbonden (dargestellt in den [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4c](#)), die zum Befestigen des Thermistorelements verwendet werden. Für die bevorzugteste Ausführungsform dieser Erfindung ist Au das bevorzugte vierte Dünnschichtmaterial. Au ist bevorzugt, da die Anwendungen, für welche dieses Thermistorelement ausgelegt worden ist, eine nicht oxidierbare Au-Oberfläche benötigen, an welche das Lötmedium und ein Golddraht mit einem hohen Zuverlässigkeitsgrad gebunden werden können. Die bevorzugte Stärke dieser vierten Schicht (**12d** und **13d**) reicht von ungefähr 0,5 bis ungefähr 2,5 µm.

[0047] Die [Fig. 4a-c](#) und [Fig. 5a-e](#) enthalten das gleiche Thermistorelement (**100**), welches in den [Fig. 3a-c](#) mit einer diskreten Komponente und entsprechenden Oberflächenbefestigungs-Drahtbindungs/Plättchenbindungs-Komponentenkonfigurationen dargestellt ist. Bezüglich der [Fig. 4a-c](#) weisen die elektrischen Kontakte die Form von Drahtzuleitungen (**24** und **25**) auf, die aus einem Material hergestellt sind, welches passend für die maximale Betriebstemperatur ist, die durch die Anwendung definiert ist, für welche der Thermistor verwendet werden soll. Beispielsweise kann ein derartiges Zuführungsmaterial Ag sein, welches mit Cu überzogen ist, Ag, welches mit Ni überzogen ist, Ag, welches mit Cu/Ni-Legierung überzogen ist, oder Au, welches mit DUMET (Fe-Ni-Kern, welcher mit Kupfer beschichtet ist) überzogen ist. Das Lötmedium (**26**) bedeckt die Drahtzuleitungen, welche SN10, SN95 oder SN96 sein können. Für höhere Temperaturanwendungen können andere Bindungsmaterialien, so wie eine Niedertemperatur (typischerweise 500 °C) leitfähige Verbindung verwendet werden.

[0048] Ein isolierendes Beschichtungsmaterial (**27**), welches ein Hochtemperatur-epoxid oder Niedertemperatur-Glas (typischerweise 500 °C) sein kann, ab-

hängig von der Wahl der Bindungsmaterialien und Zuleitungen, kann verwendet werden, um die Oberfläche des Thermistors zu beschichten. Beispielsweise war die in dieser Erfindung verwendete Kombination mit Ag, welches mit Cu-Zuleitungen überzogen ist, die mit SN96-Lötmedium verbunden sind und mit einem Hochtemperatur-epoxid beschichtet sind. Eine weitere Kombination könnte Ag sein, welches mit Ni-Zuleitungen überzogen ist, die mit SN10-Lötmedium verbunden sind und mit einem Hochtemperatur-epoxid beschichtet sind. Ähnlich könnte eine weitere Kombination Au sein, welches mit EUMET-Zuleitungen überzogen ist, die mit einer Niedertemperatur-leitfähigen Komposition verbunden sind und mit einem Niedertemperaturglas beschichtet sind. Alle derartigen Kombinationen, wie auch irgendwelche anderen bekannten oder später entwickelten, sind beabsichtigt, durch die vorliegende Erfindung abgedeckt zu werden.

[0049] Die [Fig. 5a-e](#) stellen die Konfiguration zum Befestigen an ein Hybrid-Mikroelektronik-Schaltkreissubstrat dar. Der Thermistor (**100**) ist auf einem Substratkontakt oder Lötauge (pad) (**31**) angebracht, wobei Lötvorgänge und Lötmedium (**32**) verwendet werden, wie vorhergehend beschrieben wurde. Ein 0,001"AD-Golddraht (**33**) wird mit der äußeren Schicht (**12d**) der obersten Elektrode des Thermistors (**100**) und mit einem weiteren Substrat-Lötauge (**34**) verbunden, wobei eine thermosonische Kompression oder ein äquivalentes Draht-Ball-Bindungsverfahren angewendet werden (1" = 1 Zoll = 2,54 cm).

[0050] Die Herstellung des Thermistors (**100**) der vorliegenden Erfindung beginnt mit einem Bereitstellen eines passenden Halbleiters für die gewünschte Anwendung. Irgendein Halbleiterkörper, welcher im Allgemeinen aus einem Wafer oder einer Gruppe von Wafern hergestellt ist, die sich aus einem gesinterten, keramischen Thermistor-Material zusammensetzen, wie sie aus dem Stand der Technik passend entnommen werden können, kann in dieser Erfindung verwendet werden. Diese Wafer sind bevorzugt scheibenförmig (typischerweise 30 mm bis 50 mm AD, 0,08 bis 0,4 mm dick) oder quadratförmig (typischerweise 50 mm² mal 0,08 bis 0,4 mm dick). Die Wafer können in der Oberfläche größer oder kleiner sein und/oder größer in der Stärke, abhängig von den Vorgängen, die für die Anwendung der Elektroden verwendet werden. Wafer, die dünner sind, können verwendet werden, aber die Handhabung während des restlichen Vorganges wird schwieriger.

[0051] Wafer, die sich für die vorliegende Erfindung als passend herausgestellt haben, setzen sich aus den Oxiden von Mn, Ni, und Fe zusammen und sind ungefähr 50 mm² groß. Drei Stärken wurden für den Zweck einer Herstellung von Thermistorelementen mit drei unterschiedlichen Größen und/oder Wider-

standswerten gewählt – ungefähr 0,08 mm, 0,2 mm und 0,3 mm. NTC- oder PTC-Halbleiter können bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

[0052] Die Wafer-Bauweise mit den meisten Testdaten ist der 0,08 mm dicke Wafer, welcher verwendet wurde, um relativ kleine Thermistorelemente (ungefähr 0,40 bis 0,44 mm²) herzustellen mit einem nominellen elektrischen Widerstand von 10000 Ohm bei 25 °C, welcher ausgelegt war, um die Anforderungen von Hybrid-Mikroschaltkreis-Anwendungen zu erfüllen. Diese Hybrid-Mikroschaltkreis-Anforderungen reichen von MIL-Specs, so wie MIL-STD-883 und MIL-G-45204 bis zu einfachen kommerziellen Spezifikationen, die durch den Mikroschaltkreis-Hersteller und/oder Verpacker (packager) irgendwo dazwischen definiert sind.

[0053] Es gibt im Moment eine praktische physikalische Beschränkung der Handhabung von Wafern, die dünner als 0,08 mm sind und von Chips, die viel kleiner als 0,44 mm² sind. Falls sich jedoch die Technologie zum Anordnen geringerer Größen, die aus dünneren Wafern abgeleitet werden können, verbessert, wird sich diese Erfindung auch anwenden lassen. Darüber hinaus wird die Form oder Konfiguration (z.B. Quadrat, Rechteck oder Scheibe) des endgültigen Thermistorelements einen Effekt auf diese Erfindung haben, solange das Element mit dem Halbleitermaterial in der Mitte und den Elektroden, die auf den gegenüberliegenden Seiten gebildet sind, gebildet wird.

[0054] Wenn einmal der Wafer, welcher verwendet wird, um den Halbleiterkörper (11) zu bilden, bereitgestellt wird, wird eine Dickfilm-Ag-fähige-Bindung, welche eine Glasfritte oder ein frittenloses Bindemittel, von dem aus dem Stand der Technik bekannt ist, dass er zum Binden des Halbleitermaterials geeignet ist, durch Sprühen auf beide Seiten des Wafers aufgetragen und getrocknet. Natürlich können weitere Verfahren zum Aufbringen der Dickfilm-Ag-Schicht, von der bekannt ist, dass sie passend ist oder anschließend im Stand der Technik entwickelt wird, verwendet werden, welche Siebdruck, Pinselauftrag, Spin-Coating, Eintauchen oder andere äquivalente Vorgänge beinhaltet aber nicht darauf beschränkt ist.

[0055] Die Wafer mit der ersten Metallschicht (12a und 12b) werden anschließend in einem Ofen gebrannt, um das Dickfilm-Ag-Material (Fig. 3b, Fig. 4b und Fig. 5 – (12a) und (13a)) an den Halbleiter-Wafer zu binden. Die gebrannte Dickfilm-Ag-Schicht (12a und 12b) ist auf jeder Seite bevorzugt ungefähr 25 Mikrometer dick, aber ein Stärkebereich von 10 Mikrometer bis 40 Mikrometer ist akzeptierbar.

[0056] Sofort nach dem Herausnehmen aus dem Ofen werden die Wafer, welche darauf die erste Elektrodenschicht aufweisen, vorsichtig in eine Alumi-

umfolie verpackt und in einen Trockenapparat gebracht, welcher zu einem Vakuum von ungefähr 20" (= 508 mm) von Hg abgepumpt wird, um die Bildung von Sulfaten, anderen aus der Luft stammenden Fremdkörpern, die Staubeilchen auf der Oberfläche der Dickfilm-Ag-Schichten beinhalten, zu verhindern. Eine derartige Oberflächen-Kontamination auf den Dickfilm-Ag-Elektroden (12a und 13a) würde eine schlechte Adhäsion und Oberflächendefekte in den darauf folgenden Dünnschichten, die aufgebracht werden, hervorrufen. Deshalb werden die Wafer mit darauf gebrannten Dickfilm-Ag-Elektroden in dem Trockenapparat gelagert, bis der nächste Prozessschritt, der als physikalische Dampfdposition (PVD) bezeichnet wird, eingeleitet wird.

[0057] Die Wafer, welche darauf die erste Schicht aufweisen, werden von dem Trockenapparat entfernt, in die PVD-Vorrichtung gebracht, welcher dünne Metallfilme auf beiden Seiten aufbringt.

[0058] Irgendein PVD-Prozess oder anderer Prozess, der aus dem Stand der Technik für eine Dünnschicht-Deposition als geeignet bekannt ist, kann verwendet werden. Für dieses Beispiel wurden die folgenden Metalle und ihre entsprechenden Stärken aufeinanderfolgend durch PVD in der folgenden Reihenfolge aufgebracht: Ti – 0,15 µm; Pt – 0,5 µm; Au – 1,50 µm. Die PVD-Vorrichtung erlaubt eine Toleranz von ± 10 % der nominellen Stärke für jede aufbrachte Schicht einzuhalten.

[0059] Nachfolgend ist eine Liste allgemein akzeptabler Alternativmetalle (von welchen nicht alle innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung fallen) und ihrer entsprechenden ungefähren Stärke, die mittels PVD auf den Wafern in der folgenden Reihenfolge aufgebracht werden können, aufgeführt:

Zweite („reaktive“) Metallschicht (12b und 13b) – Ti, V, Cr, Zr, Nb, Tc oder Kombinationen und Legierungen – 0,05 bis 1,0 und bevorzugt 0,1 bis 0,3 µm, abhängig von dem Metall.

Dritte („Barrieren“-) Metallschicht (12c und 13c) – Pt, Pd, Re, W, Ni, Mo oder Kombinationen und Legierungen – 0,05 bis 2,0 und bevorzugt 0,3 bis 0,7 µm, abhängig von dem Metall.

Vierte optionale Metallschicht (12d und 13d) – entsprechendes Bindungsmetall – 0,3 bis 5,0 und bevorzugt 1,0 bis 3,0 µm, abhängig von dem Metall und elektrischem Kontakt.

[0060] Die Wafer einer 0,08 mm gesinterten Stärke mit einer Dickfilm-Ag-Schicht (12a und 13a), Dünnschicht-Ti-Schicht (12b und 13b), Pt-Schicht (12c und 13c) und Au-Schicht (12d und 13d) sind in Blattform auf einer 4" × 4"-Keramikkachel angebracht worden, welche einen unbelasteten Anbringungszement verwendet, welcher zum Halten von Keramikmaterialien, die bearbeitet werden, ausgelegt ist.

[0061] Die gemäß dieser Erfindung befestigten Thermistorblätter wurden gewürfelt, wobei eine Säge mit einem Diamantblatt verwendet worden ist, welches zum Würfeln von Thermistor-Wafern in Chips (wie in **Fig. 3** dargestellt) eingerichtet ist, die ungefähr 0,44 mm² aufweisen, um ein Thermistorelement (**100**) mit einem Widerstandswert (R-Wert) von 10000 Ohm bei 25 °C herzustellen. Die Förderrate des Sägezuges der Würfelungssäge betrug ungefähr 40 Zoll (101,6 cm) pro Minute. Die Förderrate kann geringer sein, sollte aber nicht viel schneller sein, um Seitengrater auf den Thermistorelementen (**100**) zu minimieren.

[0062] Andere Verfahren zum Würfeln eines Wafers, welcher die beschriebenen Elektrodenschichten aufweist, sind Thermistorelemente (**100**), die als passend im Stand der Technik bekannt sind, und beinhalten ein Laserwürfeln und -stanzen mit Ultraschall-Mahltechniken, sind allerdings nicht darauf beschränkt. Thermistorelemente (**100**) können in anderen Formen, so wie Rechtecken oder Scheiben hergestellt werden. Thermistorelemente (**100**) können in anderen Größen, die für Scheiben von 0,4 mm bis 2 mm AD (AD = Außendurchmesser) oder größer und für Quadrate und Rechtecke von 0,4 mm bis 2 mm oder größer hergestellt werden, abhängig von dem gewünschten Endprodukt für welches das Element ausgelegt ist.

[0063] Selbstverständlich sind Veränderungen, Variationen und Modifikationen der vorliegenden Erfindung von sich aus für Fachleute im Lichte des Vorhergehenden offensichtlich. Beispielsweise können zusätzliche leitfähige Schichten zwischen dem Wafer und der ersten Elektrodenschicht, zwischen der ersten und zweiten Elektrodenschicht, etc. verwendet werden, solange die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Schichten erhalten ist. Jedoch sind alle derartigen Variationen beabsichtigt, innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung zu fallen, die nur durch die angehängten Ansprüche beschränkt ist.

Patentansprüche

1. Ein Thermistor umfassend:

- (a) einen zwei entgegen gesetzte Oberflächen umfassenden Halbleiterkörper (**11**);
- (b) eine auf wenigstens einem Teil der entgegen gesetzten Oberflächen des Halbleiterkörpers (**11**) aufgebrachte erste Elektrodenschicht (**12a, 13a**), wobei die erste Schicht aus einem ersten Elektrodenmaterial gebildet ist, das ein leitendes Metall enthält, das aus der Gruppe bestehend aus Au, Ag, Pt, Pd und Kombinationen und Legierungen davon entnommen ist und das eine Dicke von mehr als ungefähr 5 Mikrometer aufweist;
- (c) eine zweite Elektrodenschicht (**12b, 13b**), die außen auf die erste Schicht aufgebracht ist, wobei die

zweite Schicht aus einem zweiten Elektrodenmaterial gebildet ist, das Ti enthält, wobei die zweite Schicht eine Dicke von nicht mehr als ungefähr 5 Mikrometern aufweist;

(d) eine dritte Elektrodenschicht (**12c, 13c**), die außen auf die zweite Schicht aufgebracht ist, wobei die dritte Schicht aus einem dritten Elektrodenmaterial gebildet ist, das Pt enthält, wobei die dritte Schicht eine Dicke von nicht mehr als ungefähr 5 Mikrometern aufweist und;

(e) optional eine vierte Elektrodenschicht (**12d, 13d**), die außen auf die dritte Schicht aufgebracht ist, wobei die vierte Elektrodenschicht ein leitendes Metall enthält, das eine Dicke von nicht mehr als ungefähr 5 Mikrometern aufweist.

2. Der Thermistor nach Anspruch 1, wobei der Halbleiterkörper aus einem keramischen Material gebildet ist, das ein oder mehr Metalloxyde umfasst.

3. Der Thermistor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die erste Elektrodenschicht eine Dicke von ungefähr 10 bis ungefähr 40 Mikrometer aufweist.

4. Der Thermistor nach einem der Ansprüche 1 bis 3 wobei das Material der ersten Elektrode Ag kombiniert mit einem glasfritten oder frittenlosen Bindemittel enthält.

5. Der Thermistor nach einem der Ansprüche 1 bis 4 wobei die zweite Elektrodenschicht eine Dicke von ungefähr 0,05 bis ungefähr 1,0 Mikrometer aufweist.

6. Der Thermistor nach einem der Ansprüche 1 bis 5 wobei die dritte Elektrodenschicht eine Dicke von ungefähr 0,1 bis ungefähr 1,0 Mikrometer aufweist.

7. Der Thermistor nach einem der Ansprüche 1 bis 6 wobei die optionale vierte Elektrodenschicht, eine Dicke von ungefähr 1,0 bis ungefähr 3,0 Mikrometer aufweist.

8. Ein Verfahren zur Herstellung eines Thermistors umfassend die Schritte:

- (a) Bilden eines Halbleiterkörpers, der entgegen gesetzte Seiten aufweist;
- (b) Aufbringen einer ersten Elektrodenschicht auf wenigstens einen Teil von jeder der entgegen gesetzten Seiten des Halbleiterkörpers, wobei die erste Elektrodenschicht ein leitendes Metall enthält, das aus der Gruppe bestehend aus Au, Ag, Pt, Pd und Kombinationen und Legierungen davon entnommen ist und eine Dicke von ungefähr 10 bis ungefähr 40 Mikrometern aufweist;
- (c) Aufbringen einer zweiten Elektrodenschicht auf die erste Elektrodenschicht, wobei die zweite Elektrodenschicht Ti enthält und eine Dicke von ungefähr

0,05 bis ungefähr 1,0 Mikrometer aufweist;

(d) Aufbringen einer dritten Elektrodenschicht auf die zweite Elektrodenschicht, wobei die dritte Elektrodenschicht Pt enthält und eine Dicke von ungefähr 0,05 bis ungefähr 2,0 Mikrometer aufweist; und

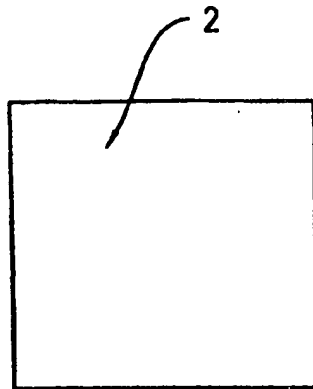
(e) optional Aufbringen einer vierten Elektrodenschicht auf die dritte Elektrodenschicht, wobei die vierte Elektrodenschicht ein leitendes Metall enthält und eine Dicke von ungefähr 0,3 bis ungefähr 5,0 Mikrometer aufweist;

9. Verfahren nach Anspruch 8 zusätzlich umfassend den Schritt des Anbringens eines elektrischen Kontaktes an eine äußere Elektrodenschicht auf jeder der entgegen gesetzten Seiten, insbesondere wobei die elektrischen Kontakte auf der äußeren Schicht durch Löten, Schweißen, leitende Klebstoffe oder durch Drahtanschluss angebracht werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9 wobei die erste Elektrodenschicht auf den Halbleiterkörper mit einem Verfahren aufgebracht wird, das der Gruppe bestehend aus Sprühen, Siebdruck, Pinselauftrag oder Spin Coating entnommen ist und/oder die zweite, dritte und optionale vierte Schicht mittels Aufdampfen oder Elektroplattierung aufgebracht werden, optional zusätzlich umfassend den Schritt der Auswahl einer äußeren Schicht, die auf dem Aufbau des daran zu befestigenden elektrischen Kontaktes basiert.

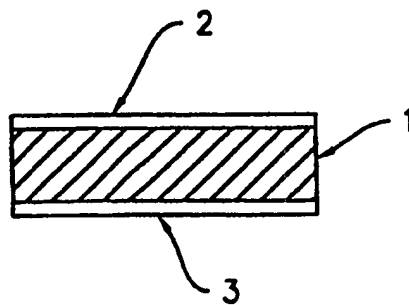
Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



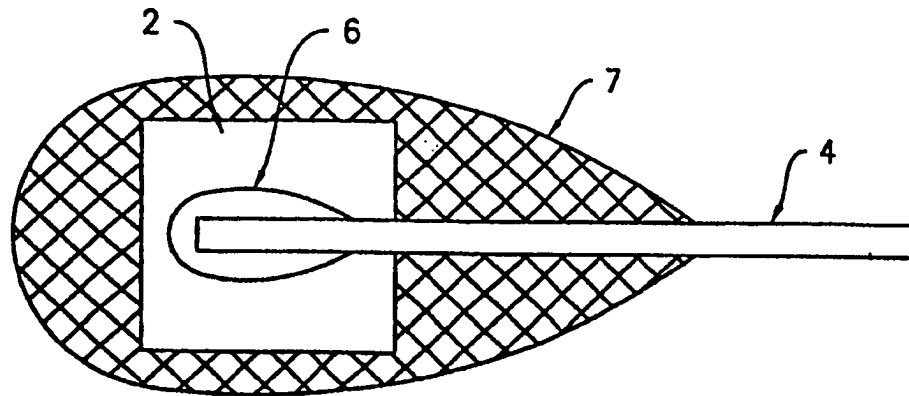
(STAND DER TECHNIK)

FIG. 1A



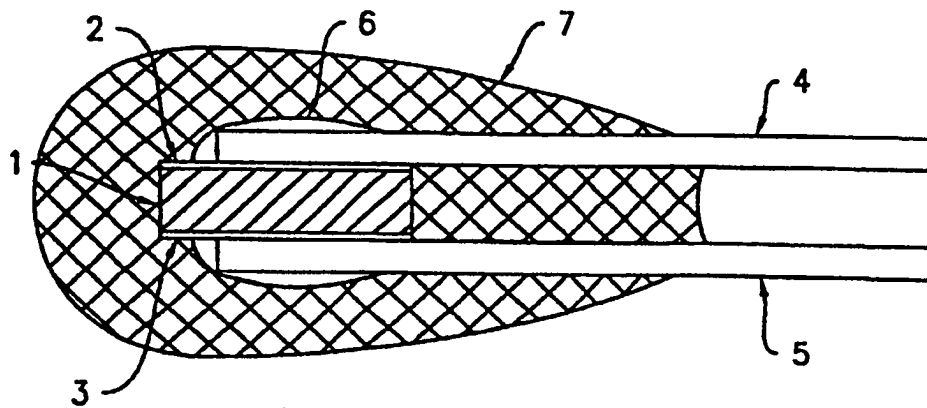
(STAND DER TECHNIK)

FIG. 1B



(STAND DER TECHNIK)

FIG. 2A



(STAND DER TECHNIK)

FIG. 2B

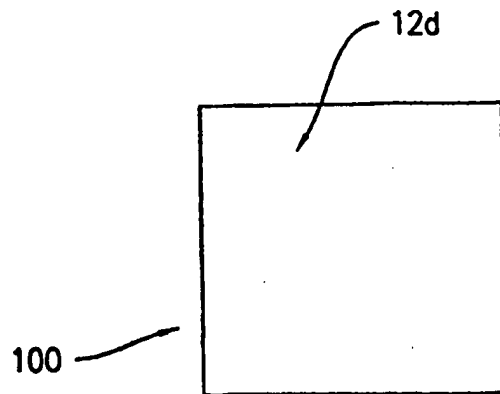


FIG. 3A

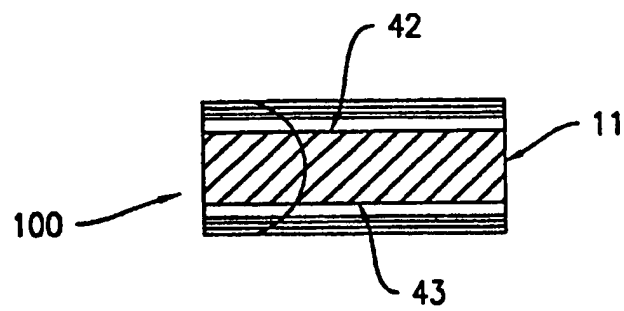


FIG. 3B

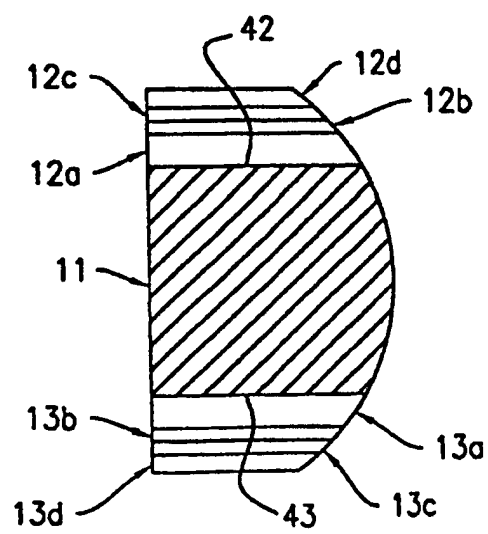


FIG. 3C

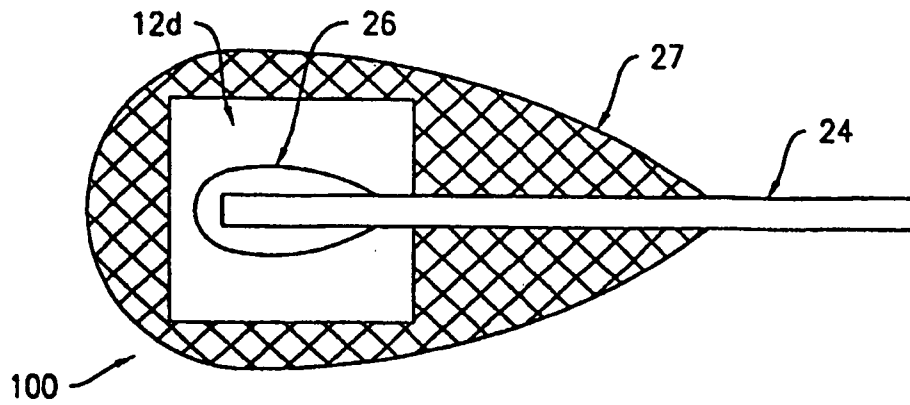


FIG. 4A

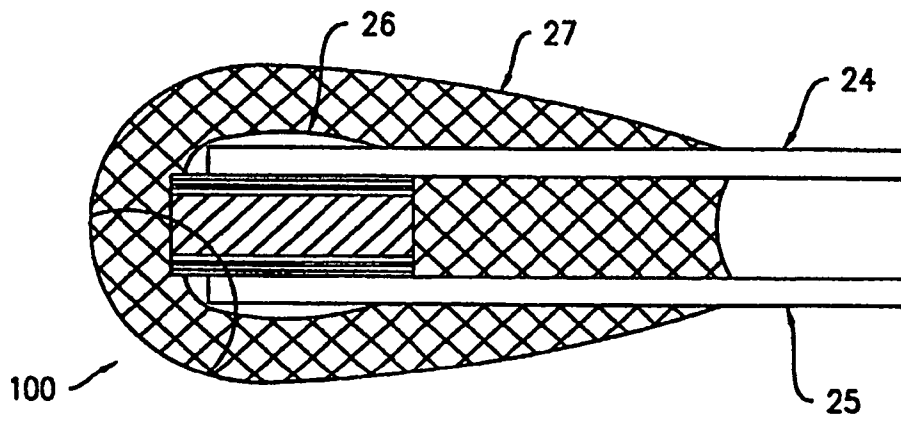


FIG. 4B

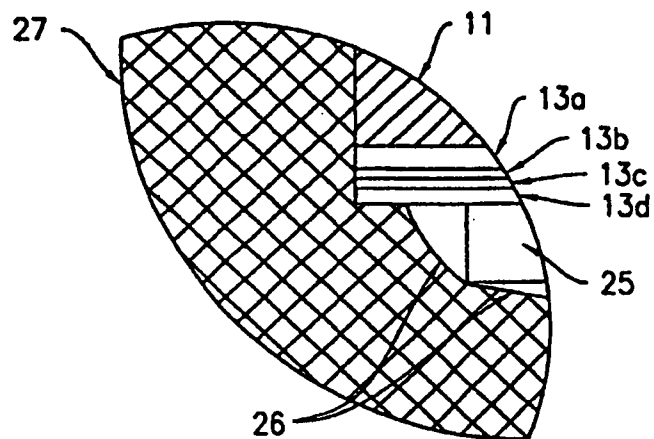


FIG. 4C

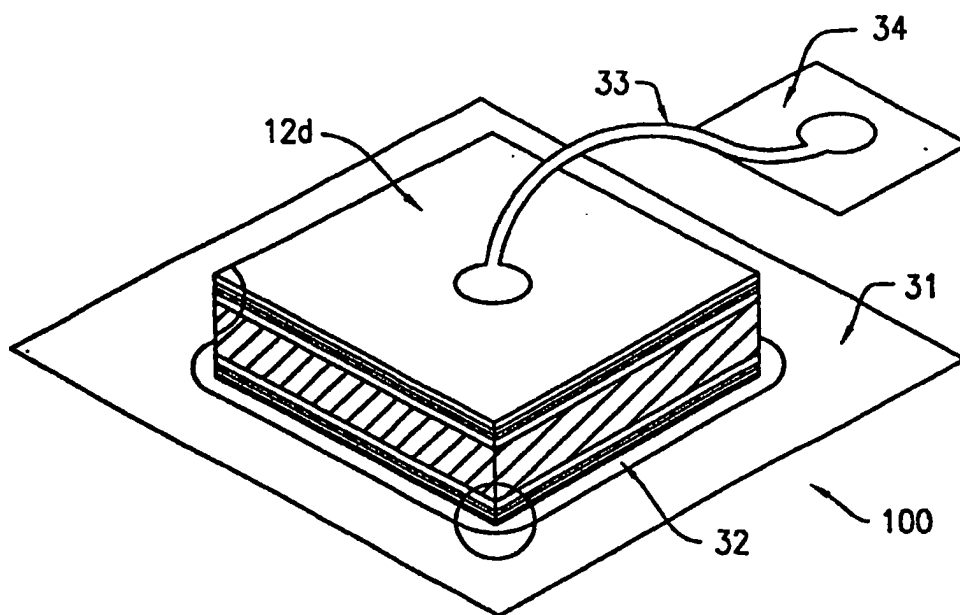


FIG. 5A

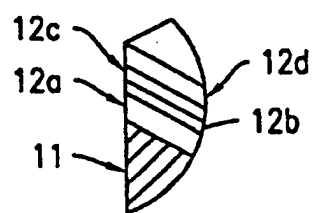


FIG. 5B

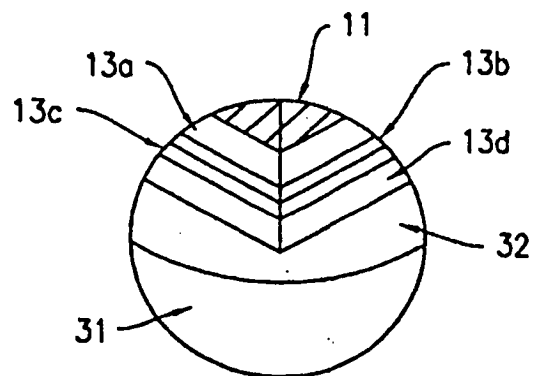


FIG. 5C

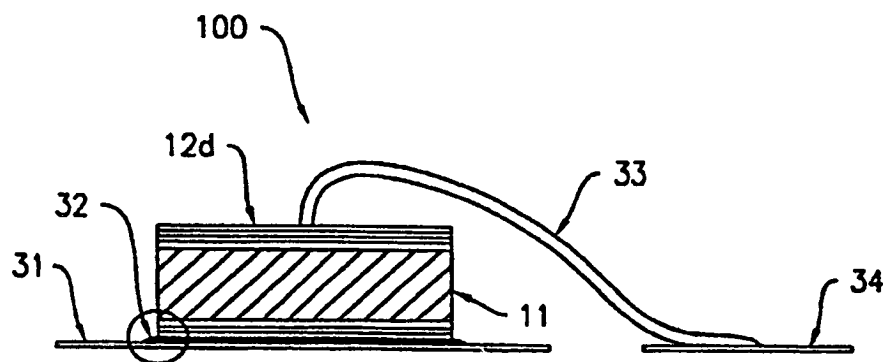


FIG. 5D

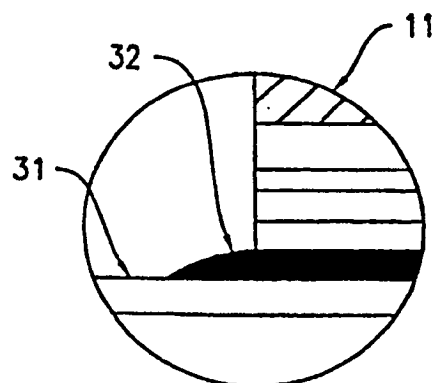


FIG. 5E