



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 13 069 T2** 2007.12.13

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 343 187 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 13 069.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 004 435.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **27.02.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.09.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **11.04.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.12.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H01H 37/76** (2006.01)
C22C 28/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2002059862 06.03.2002 JP

(73) Patentinhaber:
Uchihashi Estec Co., Ltd., Osaka, JP

(74) Vertreter:
Fleuchaus & Gallo, 81479 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FI, GB

(72) Erfinder:
**Tanaka, Yoshiaki, 1-chome, Chuo-ku, Osaka-shi,
Osaka, JP**

(54) Bezeichnung: **Thermische Legierungsschmelzsicherung und Sicherungselement dafür**

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

BEREICH DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine thermische Sicherung vom Legierungstyp, insbesondere eine Verbesserung einer thermischen Sicherung vom Legierungstyp mit einer Betriebstemperatur (Auslösetemperatur) von 57 bis 67°C, und außerdem ein Sicherungselement, aus dem eine solche Sicherung ausgebildet ist und das aus einer niedrig schmelzenden Schmelzlegierung gefertigt ist.

BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

[0002] Bei einer herkömmlichen thermischen Sicherung vom Legierungstyp wird ein Stück einer niedrig schmelzenden Schmelzlegierung, auf das ein Flussmittel aufgetragen wird, als Sicherungselement verwendet. Eine solche thermische Sicherung wird an einer zu schützenden elektrischen Einrichtung angebracht. Wenn die elektrische Einrichtung anormal Wärme erzeugt, kommt es zu einem Phänomen, bei dem das Stück der niedrig schmelzenden Schmelzlegierung durch die erzeugte Wärme verflüssigt wird, das geschmolzene Metall durch die Oberflächenspannung bei gleichzeitigem Vorhandensein des bereits geschmolzenen Flussmittels sphäroidisiert und das Legierungsstück schließlich infolge des Fortschreitens der Sphäroidisierung bricht, wodurch die Stromzufuhr zu der Einrichtung unterbrochen wird.

[0003] Die erste an eine solche niedrig schmelzende Schmelzlegierung gestellte Anforderung ist die, dass die fest-flüssige Region zwischen der Solidus- und der Liquiduslinie eng ist. Bei einer Legierung besteht normalerweise eine fest-flüssige Region zwischen der Solidus- und der Liquiduslinie. In dieser Region sind Partikel der festen Phase in einer flüssigen Phase verteilt, so dass die Region auch eine Eigenschaft ähnlich derjenigen einer flüssigen Phase aufweist, und daher kann es zu dem oben erwähnten Bruch aufgrund von Sphäroidisierung kommen. Infolgedessen besteht die Möglichkeit, dass ein Stück einer niedrig schmelzenden Schmelzlegierung in einem Temperaturbereich (bezeichnet mit ΔT) sphäroidisiert und bricht, der unter der Liquidustemperatur (bezeichnet mit T) liegt und zur fest-flüssigen Region gehört. Daher ist eine thermische Sicherung, in der ein solches Stück einer niedrig schmelzenden Schmelzlegierung verwendet wird, so zu behandeln wie eine Sicherung, die bei einer Sicherungselementtemperatur im Bereich von $(T - \Delta T)$ bis T auslöst. Wenn ΔT kleiner ist bzw die fest-flüssige Region enger ist, ist die Betriebstemperatur einer thermischen Sicherung weniger weit gestreut, so dass eine thermische Sicherung entsprechend genau bei einer vorgegebenen Temperatur auslösen kann. Daher ist es erforderlich, dass eine Legierung, die als Sicherungselement einer thermischen Sicherung verwendet

werden soll, eine enge fest-flüssige Region aufweist.

[0004] Die zweite Anforderung, die an eine solche niedrig schmelzende Schmelzlegierung gestellt wird, ist die, dass der elektrische Widerstand niedrig ist. Wenn der Temperaturanstieg durch normale Wärmeentwicklung aufgrund des Widerstandes des Stückes der niedrig schmelzenden Schmelzlegierung mit $\Delta T'$ bezeichnet wird, ist die Betriebstemperatur bezüglich $\Delta T'$ wesentlich niedriger als in dem Fall, in dem ein solcher Temperaturanstieg nicht auftritt. Wenn $\Delta T'$ nämlich größer ist, ist der Auslösefehler wesentlich größer. Daher ist es erforderlich, dass eine Legierung, die als Sicherungselement einer thermischen Sicherung verwendet werden soll, einen niedrigen spezifischen Widerstand aufweist.

[0005] Eine thermische Sicherung wird durch die Wärmezyklen einer Einrichtung wiederholt erwärmt und abgekühlt. Während der Wärmezyklen wird eine Rekristallisation eines Sicherungselementes gefördert. Wenn die Duktilität des Sicherungselementes übermäßig hoch ist, kommt es im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Phasen zu größerer Verformung (Gleitung). Wird die Verformung wiederholt, so kommt es in extremer Weise zu einer Veränderung der Querschnittsfläche und einer Erhöhung der Länge des Sicherungselementes. Infolgedessen wird der Widerstand des Sicherungselementes selbst instabil, und die thermische Stabilität kann nicht gewährleistet werden. Als weitere Anforderung, die an eine solche niedrig schmelzende Schmelzlegierung gestellt wird, muss daher auch die thermische Stabilität hervorgehoben werden.

[0006] Um eine Einrichtung genau zu steuern, werden in jüngerer Zeit thermische Sicherungen mit einer Betriebstemperatur von ca. 60°C verlangt. Bei einem Sicherungselement einer solchen thermischen Sicherung ist es notwendig, dass der festflüssige Bereich in der Nähe von 60°C liegt und das oben erwähnte ΔT (der Temperaturbereich, der zur fest-flüssigen Region gehört) innerhalb eines zulässigen Bereichs liegt (nicht größer als 4°C). Als niedrig schmelzende Schmelzlegierung mit einem solchen Schmelzpunkt sind z.B. bekannt: eine In-Bi-Cd-Legierung (61,7% In, 30,8% Bi und 7,5% Cd; "%" bedeutet ein Gewichtsprozent; dasselbe gilt für die folgende Beschreibung), die bei 62°C eutektisch ist, eine In-Bi-Sn-Legierung (51% In, 32,5% Bi und 16,5% Sn), die bei 60°C eutektisch ist, und eine Bi-In-Pb-Sn-Legierung (49% Bi, 21% In, 18% Pb und 12% Sn), die bei 58°C eutektisch ist.

[0007] Jedoch ist die In-Bi-Cd-Legierung, die bei 62°C eutektisch ist, entgegen einer globalen Anforderung der jüngeren Zeit nicht für den Umweltschutz geeignet, da von den Bestandteilen Pb, Cd, Hg und Tl, die für das ökologische System offenbar schädlich sind, Cd in der Legierung enthalten ist. In der Legie-

rung macht In, das hohe Duktilität aufweist, den Hauptteil der Zusammensetzung aus, und daher ist die Elastizitätsgrenze eng. Daher gibt das Sicherungselement infolge thermischer Belastung aufgrund von Wärmezyklen nach, und es tritt eine Gleitung in der Legierungsstruktur auf. Infolge der Wiederholung einer solchen Gleitung werden die Querschnittsfläche und die Länge des Sicherungselementes verändert, so dass der Widerstand des Elementes selbst instabil wird und die thermische Stabilität nicht gewährleistet werden kann.

[0008] Die Bi-In-Pb-Sn-Legierung, die bei 58°C eutektisch ist, eignet sich entgegen einer globalen Anforderung der jüngeren Zeit nicht für den Umweltschutz, da die Legierung Pb, ein für das ökologische System schädliches Metall, enthält. Die Legierung enthält eine große Menge an Bi und ist daher so zerbrechlich, dass ein Vorgang des Ziehens der Legierung zu einem sehr dünnen Draht von 300 µmØ kaum durchzuführen ist. Daher ist die Legierung kaum geeignet für die Miniaturisierung einer thermischen Sicherung vom Legierungstyp, wie sie entsprechend der neueren Tendenz zu einer weiteren Größenverringerung elektrischer bzw. elektronischer Einrichtungen durchgeführt wird. Außerdem wirkt bei einem solchen sehr dünnen Sicherungselement der relativ hohe spezifische Widerstand der Legierungszusammensetzung mit der Dünne zusammen, so dass der Widerstand extrem erhöht wird, mit dem Ergebnis, dass es unvermeidlich zu einem Funktionsausfall aufgrund von Selbsterhitzung des Sicherungselementes kommt.

[0009] In der In-Bi-Sn-Legierung, die bei 60°C eutektisch ist, ist kein schädliches Metall enthalten, ein Vorgang des Ziehens der Legierung zu einem sehr dünnen Draht von 300 µmØ kann durchgeführt werden, und der spezifische Widerstand ist niedrig. Jedoch macht wie bei der In-Bi-Cd-Legierung, die bei 62°C eutektisch ist, In, das hohe Duktilität aufweist, den Großteil der Zusammensetzung aus, und daher ist die Elastizitätsgrenze eng. Deshalb gibt das Sicherungselement durch thermische Belastung aufgrund von Wärmezyklen nach, und es kommt zu einer Gleitung in der Legierungsstruktur. Infolge der Wiederholung einer solchen Gleitung werden die Querschnittsfläche und die Länge des Sicherungselementes verändert, so dass der Widerstand des Elementes selbst instabil wird und die thermische Stabilität nicht gewährleistet werden kann.

[0010] Die JP-A-2001291459, die als der nächstkommende Stand der Technik angesehen wird, offenbart ein Sicherungselement mit einer Legierungszusammensetzung, bei der 0,5 bis 3,5 Gewichtsanteile Ag zu 100 Gewichtsanteilen einer Zusammensetzung aus 25% bis 35% Bi, 2,5 bis 10% Sn und In zum Ausgleich zugesetzt werden.

[0011] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine thermische Sicherung vom Legierungstyp zur Verfügung zu stellen, bei der eine Legierungszusammensetzung aus In-Sn-Bi als Sicherungselement verwendet wird, die Betriebstemperatur im Bereich von 57 bis 67°C liegt, Umweltschutzanforderungen genügt werden kann, der Durchmesser des Sicherungselementes sehr dünn gestaltet bzw. auf ca. 300 µmØ reduziert werden kann, Selbsterhitzung ausreichend unterdrückt werden kann und die thermische Stabilität ausreichend gewährleistet werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die thermische Sicherung vom Legierungstyp eine thermische Sicherung, bei der eine niedrig schmelzende Schmelzlegierung als Sicherungselement verwendet wird, wobei die niedrig schmelzende Schmelzlegierung eine Legierungszusammensetzung aufweist, in der insgesamt 0,01 bis 7 Gewichtsanteile von wenigstens einem Bestandteil, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die Au, Cu, Ni und Pd enthält, zu 100 Gewichtsanteilen einer Zusammensetzung aus 48 bis 60% In, 10 bis 25% Sn und Bi zum Ausgleich zugesetzt wird.

[0013] Bei der obigen Sicherung darf die Legierungszusammensetzung unvermeidliche Verunreinigungen enthalten, die bei der Herstellung von Metallen aus Ausgangsmaterialien und auch beim Schmelzen und Rühren der Ausgangsmaterialien entstehen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] [Fig. 1](#) ist eine Ansicht eines Beispiels der erfindungsgemäßen thermischen Sicherung vom Legierungstyp;

[0015] [Fig. 2](#) ist eine Ansicht eines anderen Beispiels der erfindungsgemäßen thermischen Sicherung vom Legierungstyp;

[0016] [Fig. 3](#) ist eine Ansicht eines weiteren Beispiels der erfindungsgemäßen thermischen Sicherung vom Legierungstyp;

[0017] [Fig. 4](#) ist eine Ansicht wiederum eines weiteren Beispiels der erfindungsgemäßen thermischen Sicherung vom Legierungstyp; und

[0018] [Fig. 5](#) ist eine Ansicht wiederum eines weiteren Beispiels der erfindungsgemäßen thermischen Sicherung vom Legierungstyp.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0019] Bei der erfindungsgemäßen thermischen Sicherung vom Legierungstyp kann ein runder Draht

mit einem Außendurchmesser von 200 bis 600 $\mu\text{m}\varnothing$, vorzugsweise 250 bis 350 $\mu\text{m}\varnothing$, oder ein flacher Draht mit demselben Querschnittsflächeninhalt wie demjenigen des runden Drahtes als Sicherungselement verwendet werden.

[0020] Das Sicherungselement besteht aus einer Legierung mit einer Zusammensetzung, in der insgesamt 0,01 bis 7 Gewichtsanteile von wenigstens einem Bestandteil, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Au, Cu, Ni und Pd besteht, zu 100 Gewichtsanteilen einer Zusammensetzung aus 48 bis 60% In, 10 bis 25 % Sn und Bi zum Ausgleich zugesetzt wird. Die Legierung weist ein einzelnes Schmelzmaximum und einen scharfen Schmelzpunkt von 57 bis 67°C auf. Außerdem wird kein Festphasenumwandlungspunkt bei niedriger Temperatur erzeugt, und ein unbeabsichtigtes Auslösen aufgrund eines Bruchs bei der Festphasenumwandlung bei einer Temperatur, die niedriger ist als die Betriebstemperatur, kann sicher eliminiert werden.

[0021] Bei der erfindungsgemäßen thermischen Sicherung ist das Sicherungselement wie folgt ausgestaltet:

- (1) Es wird In-Sn-Bi verwendet, das kein umweltschädliches Metall enthält;
- (2) das Sicherungselement weist einen Schmelzpunkt auf, durch den die Betriebstemperatur auf 57 bis 67°C eingestellt werden kann, und die Breite ΔT der fest-flüssigen Region wird auf maximal ca. 4°C gedrückt, um die Streuung des oben genannten Betriebstemperaturbereiches ausreichend zu verringern;
- (3) ein Ziehen zu einem sehr dünnen Draht von ca. 300 $\mu\text{m}\varnothing$ wird ermöglicht;
- (4) das Sicherungselement hat eine Legierungs-Grundzusammensetzung von 48 bis 60% In, 10 bis 25% Sn und Bi zum Ausgleich, um den Widerstand ausreichend zu senken und einen Auslösefehler durch Joulesche Wärme zu unterdrücken; und
- (5) insgesamt 0,01 bis 7 Gewichtsanteile von wenigstens einem Bestandteil, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Au, Cu, Ni und Pd besteht, werden zu 100 Gewichtsanteilen der Grundzusammensetzung zugesetzt, um eine intermetallische Verbindung mit In von hoher Duktilität zu erzeugen und die thermische Stabilität gegenüber den oben erwähnten Wärmezyklen durch einen Keileffekt zu erhöhen, bei dem durch die intermetallische Verbindung das Auftreten einer interkristallinen Gleitung verhindert wird.

[0022] Die insgesamt zugesetzte Menge an wenigstens einem der Bestandteile Au, Cu, Ni und Pd wird auf dem Grund auf 0,01 bis 7 Gewichtsanteile eingestellt, dass, wenn die zugesetzte Menge kleiner ist als 0,01 Gewichtsanteile, der obige Punkt (5) kaum zu erreichen ist und, wenn die Menge größer ist als 7

Gewichtsanteile, die obigen Punkte (2) und (3) nicht zufriedenstellend zu erreichen sind.

[0023] Das Sicherungselement der erfindungsgemäßen thermischen Sicherung kann durch Ziehen eines Basismaterials einer Legierung hergestellt werden und mit weiterhin runder Form verwendet werden oder außerdem einem Kompressionsverfahren unterzogen werden, so dass es eine flachere Form erhält.

[0024] [Fig. 1](#) zeigt eine bandartige thermische Sicherung vom Legierungstyp gemäß der Erfindung. Bei der Sicherung werden bandförmige Anschlussleiter **1** mit einer Dicke von 100 bis 200 μm mit einem Klebemittel oder durch Schmelzschweißen an einer Kunststoff Basisfolie **41** mit einer Dicke von 100 bis 300 μm befestigt. Ein Sicherungselement **2** mit einem Durchmesser von 250 bis 500 $\mu\text{m}\varnothing$ wird zwischen den bandförmigen Anschlussleitern verbunden. Ein Flussmittel **3** wird auf das Sicherungselement **2** aufgetragen. Das mit dem Flussmittel versehene Sicherungselement wird durch Befestigen einer Kunststoff-Deckfolie **42** mit einer Dicke von 100 bis 300 μm mit einem Klebemittel oder durch Schmelzschweißen abgedichtet.

[0025] Die erfindungsgemäße thermische Sicherung vom Legierungstyp kann in Form einer Sicherung vom Gehäusetyp, vom Substrattyp oder vom Harztauchtyp umgesetzt sein.

[0026] [Fig. 2](#) zeigt eine Sicherung vom Typ mit einem zylindrischen Gehäuse. Ein Stück **2** einer niedrig schmelzenden Schmelzlegierung ist zwischen einem Paar Anschlussdrähte **1** verbunden, und ein Flussmittel **3** wird auf das Stück **2** der niedrig schmelzenden Schmelzlegierung aufgetragen. Das mit dem Flussmittel versehene Stück der niedrig schmelzenden Schmelzlegierung wird durch ein isolierendes Rohr **4** mit ausgezeichneter Wärmebeständigkeit und thermischer Leitfähigkeit geführt, beispielsweise ein Keramikrohr. Zwischenräume zwischen den Enden des isolierenden Rohres **4** und den Anschlussdrähten **1** werden mit einem kalthärtenden Klebemittel **5** wie z.B. einem Epoxidharz abdichtend verschlossen.

[0027] [Fig. 3](#) zeigt eine Sicherung vom Radialgehäusetyp. Ein Sicherungselement **2** ist durch Schweißen zwischen Spitzen paralleler Anschlussleiter **1** verbunden, und ein Flussmittel **3** wird auf das Sicherungselement **2** aufgetragen. Das mit dem Flussmittel versehene Sicherungselement wird mit einem isolierenden Gehäuse **4** umschlossen, in dem ein Ende geöffnet ist, beispielsweise ein Keramikgehäuse. Die Öffnung des isolierenden Gehäuses **4** wird mit einem Dichtungsmittel **5** wie z.B. einem Epoxidharz abdichtend verschlossen.

[0028] [Fig. 4](#) zeigt eine Sicherung vom Substrattyp.

Ein Paar Schichtelektroden **1** sind durch Aufdrucken einer Leitpaste (z.B. Silberpaste) auf einem isolierenden Substrat **4** wie z.B. einem keramischen Substrat ausgebildet. Anschlussleiter **11** sind jeweils durch Schweißen oder dergleichen mit den Elektroden **1** verbunden. Ein Sicherungselement **2** wird durch Schweißen zwischen den Elektroden **1** verbunden, und ein Flussmittel **3** wird auf das Sicherungselement **2** aufgetragen. Das mit dem Flussmittel versehene Sicherungselement wird mit einem Dichtungsmittel **5** wie z.B. einem Epoxidharz bedeckt.

[0029] [Fig. 5](#) zeigt eine Sicherung vom radialen Kunstharz-Tauchtyp. Ein Sicherungselement **2** wird durch Schweißen zwischen Spitzen paralleler Anschlussleiter **1** verbunden, und ein Flussmittel **3** wird auf das Sicherungselement **2** aufgetragen. Das mit dem Flussmittel versehene Sicherungselement wird in eine Kunstharzlösung getaucht, um das Element mit einem isolierenden Dichtungsmittel **5** wie etwa einem Epoxidharz abzudichten.

[0030] Die Erfindung kann in Form einer Sicherung umgesetzt werden, die ein elektrisches Heizelement aufweist, wie zum Beispiel einer Sicherung vom Substrattyp mit einem Widerstand, wobei z.B. zusätzlich ein Widerstand (Schichtwiderstand) auf einem isolierenden Substrat einer thermischen Legierungstyp-Sicherung vom Substrattyp angeordnet wird und, wenn eine Einrichtung sich in einem anormalen Zustand befindet, dem Widerstand Energie zugeführt wird, so dass Wärme erzeugt wird und ein Stück einer niedrig schmelzenden Schmelzlegierung durch die erzeugte Wärme durchbrennt.

[0031] Als Flussmittel wird allgemein ein Flussmittel mit einem Schmelzpunkt verwendet, der unter demjenigen des Sicherungselementes liegt. Zweckmäßig ist zum Beispiel ein Flussmittel, das 90 bis 60 Gewichtsanteile Kolophonium, 10 bis 40 Gewichtsanteile Stearinsäure und 0 bis 3 Gewichtsanteile eines Aktivierungsmittels enthält. In diesem Fall kann als Kolophonium ein natürliches Kolophonium, ein modifiziertes Kolophonium (z.B. ein hydriertes Kolophonium, ein inhomogenes Kolophonium oder ein polymerisiertes Kolophonium) oder ein daraus gereinigtes Kolophonium verwendet werden. Als Aktivierungsmittel können Diethylaminhydrochlorid, Diethylaminhydrobromid oder dergleichen verwendet werden.

[0032] Es werden nun Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung als Beispiele detaillierter beschrieben, wobei zur Messung der Betriebstemperaturen in Beispielen und Vergleichsbeispielen, die später beschrieben werden, 50 Probestücke des Substrattyps verwendet wurden, jedes der Probestücke in ein Ölbad getaucht wurde, in dem die Temperatur mit einer Geschwindigkeit von 1°C/min. erhöht wurde, während dem Probestück ein Strom von 0,1 A zugeführt wurde, und die Temperatur des Öls ge-

messen wurde, wenn die Stromzufuhr durch Durchbrennen unterbrochen wurde. Hinsichtlich des Einflusses der Selbsterhitzung wurden 50 Probestücke verwendet, und eine Beurteilung erfolgte, während jedem Probestück ein üblicher Nennstrom (1 bis 2A) zugeführt wurde.

[0033] Hinsichtlich der durch Wärmezyklen verursachten Änderung des Widerstandes eines Sicherungselementes wurden 50 Probestücke verwendet, und eine Beurteilung erfolgte durch Messen einer Veränderung des Widerstandes nach einer Prüfung mit 500 Wärmezyklen, in denen die Probestücke jeweils für 30 Minuten auf 50°C erwärmt und für 30 Minuten auf -40°C abgekühlt wurden.

Beispiel (1)

[0034] Ein Basismaterial mit einer Legierungszusammensetzung von 53% In, 28% Bi, 18% Sn und 1 % Au wurde zu einem Draht von 300 µm Durchmesser gezogen. Das Ziehverhältnis pro Ziehwerkzeug (dice) betrug 6,5%, und die Ziehgeschwindigkeit betrug 45 m/min. In dem Draht trat kein Bruch auf.

[0035] Der spezifische Widerstand des Drahtes wurde gemessen. Es ergab sich, dass der spezifische Widerstand 29 µΩ·cm betrug. Der Draht wurde zu Stücken von 4 mm geschnitten, und es wurden kleine thermische Sicherungen vom Substrattyp hergestellt, wobei die Stücke als Sicherungselemente verwendet wurden. Eine Zusammensetzung aus 80 Gewichtsanteilen Kolophonium, 20 Gewichtsanteilen Stearinsäure und einem Gewichtsanteil Diethylaminhydrobromid wurde als Flussmittel verwendet. Ein kalthärtendes Epoxidharz wurde zur Abdeckung verwendet.

[0036] Die Betriebstemperaturen der entstandenen Probestücke wurden gemessen. Die entstandenen Betriebstemperaturen lagen in einem Bereich von 60°C ± 2°C. Es wurde bestätigt, dass bei dem üblichen Nennstrom kein Einfluss durch Selbsterhitzung entsteht. Außerdem wurde eine durch die Wärmezyklen verursachte Veränderung des Widerstandes des Sicherungselementes, die zu einem ernststen Problem werden könnte, nicht beobachtet. Die Probestücke wiesen stabile Wärmebeständigkeit auf.

[0037] Es wurde bestätigt, dass in einem Bereich von 100 Gewichtsanteilen einer Zusammensetzung aus 48 bis 60% In, 10 bis 25 % Sn und Bi zum Ausgleich sowie 0,01 bis 7 Gewichtsanteilen Au die Ziehbarkeit zu einem dünnen Draht, der niedrige spezifische Widerstand und die thermische Stabilität, die oben beschrieben wurden, ausreichend erzielt werden können und die Betriebstemperatur so eingestellt werden kann, dass sie in einem Bereich von 61°C ± 3°C liegt.

Beispiel (2)

[0038] Ein Basismaterial mit einer Legierungszusammensetzung von 52% In, 28% Bi, 18% Sn und 2% Cu wurde zu einem Draht von 300 $\mu\text{m}\varnothing$ Durchmesser gezogen. Das Ziehverhältnis pro Ziehwerkzeug betrug 6,5%, und die Ziehgeschwindigkeit betrug 45 m/min. In dem Draht trat kein Bruch auf.

[0039] Der spezifische Widerstand des Drahtes wurde gemessen. Es ergab sich, dass der spezifische Widerstand 28 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ betrug. Der Draht wurde zu Stücken von 4 mm geschnitten, und es wurden wie in Beispiel (1) thermische Sicherungen vom Substrattyp hergestellt, wobei die Stücke als Sicherungselemente verwendet wurden.

[0040] Die Betriebstemperaturen der entstandenen Probestücke wurden gemessen. Die entstandenen Betriebstemperaturen lagen in einem Bereich von $62^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Es wurde bestätigt, dass bei dem üblichen Nennstrom kein Einfluss durch Selbsterhitzung entsteht.

[0041] Außerdem wurde eine durch die Wärmezyklen verursachte Veränderung des Widerstandes des Sicherungselementes, die zu einem ernststen Problem werden könnte, nicht beobachtet.

[0042] Es wurde bestätigt, dass in einem Bereich von 100 Gewichtsanteilen einer Zusammensetzung aus 48 bis 60% In, 10% bis 25 % Sn und Bi zum Ausgleich sowie 0,01 bis 7 Gewichtsanteilen Cu die Ziehbarkeit zu einem dünnen Draht, der niedrige spezifische Widerstand und die thermische Stabilität, die oben beschrieben wurden, ausreichend erzielt werden können und die Betriebstemperatur so eingestellt werden kann, dass sie in einem Bereich von $62^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ liegt.

Beispiel (3)

[0043] Ein Basismaterial mit einer Legierungszusammensetzung von 52% In, 28% Bi, 18% Sn, 0,1 % Ni und 1,9% Cu wurde zu einem Draht von 300 $\mu\text{m}\varnothing$ Durchmesser gezogen. Das Ziehverhältnis pro Ziehwerkzeug betrug 6,5%, und die Ziehgeschwindigkeit betrug 45 m/min. In dem Draht trat kein Bruch auf. Der spezifische Widerstand des Drahtes wurde gemessen. Es ergab sich, dass der spezifische Widerstand 26 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ betrug.

[0044] Der Draht wurde zu Stücken von 4 mm geschnitten, und es wurden wie in Beispiel (1) thermische Sicherungen vom Substrattyp hergestellt, wobei die Stücke als Sicherungselemente verwendet wurden.

[0045] Die Betriebstemperaturen der entstandenen Probestücke wurden gemessen. Die entstandenen

Betriebstemperaturen lagen in einem Bereich von $61^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Es wurde bestätigt, dass bei dem üblichen Nennstrom kein Einfluss durch Selbsterhitzung entsteht.

[0046] Außerdem wurde eine durch die Wärmezyklen verursachte Veränderung des Widerstandes des Sicherungselementes, die zu einem ernststen Problem werden könnte, nicht beobachtet.

[0047] Es wurde bestätigt, dass in einem Bereich von 100 Gewichtsanteilen einer Zusammensetzung aus 48 bis 60% In, 10 bis 25 % Sn und Bi zum Ausgleich sowie 0,01 bis 7 Gewichtsanteilen einer Gesamtmenge an Cu und Ni die Ziehbarkeit zu einem dünnen Draht, der niedrige spezifische Widerstand und die thermische Stabilität, die oben beschrieben wurden, ausreichend erzielt werden können und die Betriebstemperatur so eingestellt werden kann, dass sie in einem Bereich von $62^\circ\text{C} \pm 4^\circ\text{C}$ liegt.

Beispiel (4)

[0048] Ein Basismaterial mit einer Legierungszusammensetzung von 52% In, 28% Bi, 18% Sn, 0,3% Pd und 1,7% Cu wurde zu einem Draht von 300 $\mu\text{m}\varnothing$ Durchmesser gezogen. Das Ziehverhältnis pro Ziehwerkzeug betrug 6,5%, und die Ziehgeschwindigkeit betrug 45 m/min. In dem Draht trat kein Bruch auf. Der spezifische Widerstand des Drahtes wurde gemessen. Es ergab sich, dass der spezifische Widerstand 27 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ betrug.

[0049] Der Draht wurde zu Stücken von 4 mm geschnitten, und es wurden wie in Beispiel (1) thermische Sicherungen vom Substrattyp hergestellt, wobei die Stücke als Sicherungselemente verwendet wurden.

[0050] Die Betriebstemperaturen der entstandenen Probestücke wurden gemessen. Die entstandenen Betriebstemperaturen lagen in einem Bereich von $61^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Es wurde bestätigt, dass bei dem üblichen Nennstrom kein Einfluss durch Selbsterhitzung entsteht.

[0051] Außerdem wurde eine durch die Wärmezyklen verursachte Veränderung des Widerstandes des Sicherungselementes, die zu einem ernststen Problem werden könnte, nicht beobachtet.

[0052] Es wurde bestätigt, dass in einem Bereich von 100 Gewichtsanteilen einer Zusammensetzung aus 48 bis 60% In, 10 bis 25 % Sn und Bi zum Ausgleich sowie 0,01 bis 7 Gewichtsanteilen einer Gesamtmenge an Pd und Cu die Ziehbarkeit zu einem dünnen Draht, der niedrige spezifische Widerstand und die thermische Stabilität, die oben beschrieben wurden, ausreichend erzielt werden können und die Betriebstemperatur so eingestellt werden kann, dass

sie in einem Bereich von $62^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ liegt.

Vergleichsbeispiel (1)

[0053] Ein Basismaterial mit einer Legierungszusammensetzung von 54% In, 28% Bi und 18% Sn wurde zu einem Draht von $300\ \mu\text{m}$ Durchmesser gezogen. Das Ziehverhältnis pro Ziehwerkzeug betrug 6,5%, und die Ziehgeschwindigkeit betrug 45 m/min. In dem Draht trat kein Bruch auf. Der spezifische Widerstand des Drahtes wurde gemessen. Es ergab sich, dass der spezifische Widerstand $13\ \mu\Omega\text{-cm}$ betrug.

[0054] Der Draht wurde zu Stücken von 4 mm geschnitten, und es wurden wie in Beispiel (1) thermische Sicherungen vom Substrattyp hergestellt, wobei die Stücke als Sicherungselemente verwendet wurden. Die Betriebstemperaturen der entstandenen Probestücke wurden gemessen. Die entstandenen Betriebstemperaturen lagen in einem Bereich von $61^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Es wurde bestätigt, dass bei dem üblichen Nennstrom kein Einfluss durch Selbsterhitzung entsteht. Nach einer Wärmewiderstandsprüfung mit 500 Wärmezyklen trat jedoch in einigen der Probestücke eine große Veränderung des Widerstandes auf. Solche Probestücke wurden auseinandergenommen, und die Sicherungselemente wurden untersucht. Als Ergebnis wurde bestätigt, dass die Querschnittsflächen der Sicherungselemente teilweise verringert werden und die Längen der Sicherungselemente erhöht werden. Das scheint folgenden Grund zu haben. Da ein solches Sicherungselement eine große Menge In enthält, ist die Elastizitätsgrenze eng. Daher gibt das Sicherungselement bei thermischer Belastung nach, und es kommt zu einer Gleitung in der Legierungsstruktur. Infolge der Wiederholung einer solchen Gleitung werden die Querschnittsfläche und die Länge des Sicherungselementes verändert, so dass der Widerstand des Elementes selbst variiert wird.

[0055] Dieses Vergleichsbeispiel entspricht den Beispielen, bei denen die zugesetzte Menge an Au, Ag, Cu, Ni, Pd oder dergleichen null ist. Es lässt sich bestätigen, dass erfindungsgemäß Au, Ag, Cu, Ni, Pd und dergleichen die thermische Stabilität wirksam verbessern.

Vergleichsbeispiel (2)

[0056] Es wurde versucht, unter Verwendung eines Basismaterials mit einer Legierungszusammensetzung von 49% Bi, 21% In, 18% Pb und 12% Sn in gleicher Weise wie in den Beispielen einen Draht von $300\ \mu\text{m}$ Durchmesser zu ziehen. Es kam jedoch häufig zum Bruch des Drahtes. Daher wurde das Ziehverhältnis pro Ziehwerkzeug auf 5,0% verringert und die Ziehgeschwindigkeit auf 20 m/min herabgesetzt. Unter diesen Bedingungen einer verringerten

Prozessbelastung wurde versucht, den Draht zu ziehen. Es kam jedoch häufig zum Bruch des Drahtes, und eine Durchführung des Ziehvorgangs war unmöglich.

[0057] Da ein Prozess zum Ziehen eines dünnen Drahtes, wie oben beschrieben, im Wesentlichen unmöglich ist, wurde ein dünner Draht von $300\ \mu\text{m}$ Durchmesser im Rotationstrommel-Spinnverfahren erzeugt. Der spezifische Widerstand des dünnen Drahtes wurde gemessen. Es ergab sich, dass der spezifische Widerstand $61\ \mu\Omega\text{-cm}$ betrug.

[0058] Der dünne Draht wurde zu Stücken von 4 mm geschnitten, und es wurden wie in Beispiel (1) thermische Sicherungen vom Substrattyp hergestellt, wobei die Stücke als Sicherungselemente verwendet wurden. Die Betriebstemperaturen der entstandenen Probestücke wurden gemessen. Als Ergebnis wurde bestätigt, dass viele Probestücke selbst dann nicht funktionierten, wenn die Temperatur wesentlich höher lag als der Schmelzpunkt (58°C).

[0059] Der Grund des oben Beschriebenen scheint folgender zu sein. Durch das Rotationstrommel-Spinnverfahren bildet sich an der Oberfläche eines Sicherungselementes eine dicke Hülle aus einer Oxidschicht, und selbst wenn die Legierung in der Hülle schmilzt, schmilzt die Hülle nicht, und daher bricht das Sicherungselement nicht.

[0060] Die Vorteile der vorliegenden Erfindung sind folgende:

Erfindungsgemäß ist es möglich, eine thermische Sicherung vom Legierungstyp zur Verfügung zu stellen, bei der ein sehr dünnes Sicherungselement mit einem Durchmesser in der Größenordnung von $300\ \mu\text{m}$ verwendet wird, das in einem einfachen Verfahren durch Ziehen des Basismaterials aus einer niedrig schmelzenden Bi-In-Sn-Schmelzlegierung erzeugt wird, die für das ökologische System unschädlich ist, und wobei die Betriebstemperatur 57 bis 67°C beträgt, das Auftreten eines Auslösefehlers aufgrund von Selbsterhitzung ausreichend unterdrückt werden kann und aufgrund der Wirkung der Verhinderung einer interkristallinen Gleitung (Keileffekt) ausgezeichnete thermische Stabilität gewährleistet werden kann, und zwar aufgrund einer intermetallischen Verbindung aus In und Au, Cu, Ni, Pd oder dergleichen.

Patentansprüche

1. Ein Sicherungselement (2), wobei das Sicherungselement (2) eine Legierungszusammensetzung aufweist, bei welcher insgesamt 0,01 bis 7 Gewichtsanteile wenigstens einer aus der Gruppe enthaltend Au, Cu, Ni und Pd ausgewählten Komponente zu 100 Gewichtsanteilen einer Zusammensetzung von 48 bis 60% In, 10% bis 25% Sn und Rest Bi zugesetzt werden.

2. Sicherungselement gemäß Anspruch 1, wobei die Legierungszusammensetzung unvermeidbare Verunreinigungen aufweist.

3. Sicherungselement gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei eine Betriebstemperatur 57 bis 67°C beträgt.

4. Verwendung eines Sicherungselementes (2) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 in einer thermischen Sicherung vom Legierungstyp.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

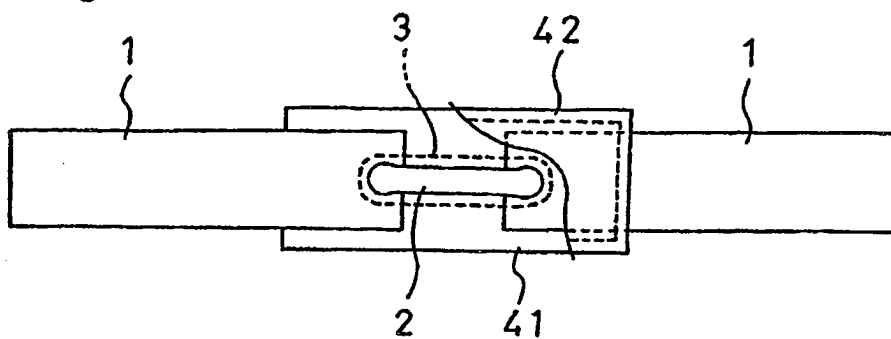


Fig. 2

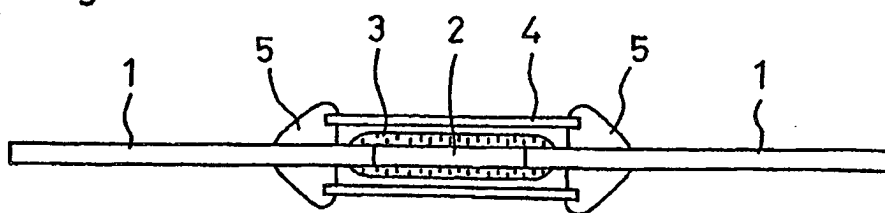


Fig. 3

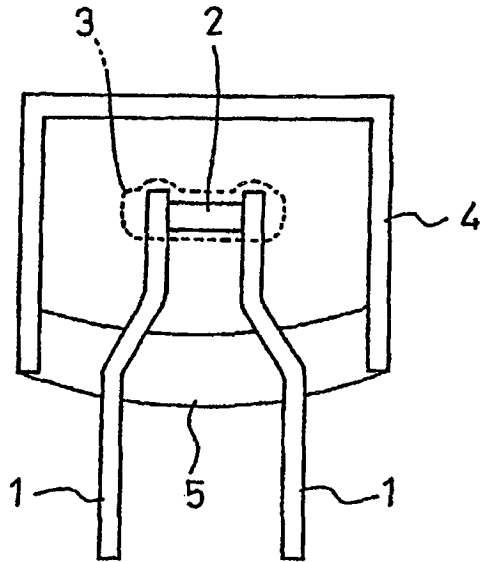


Fig. 4

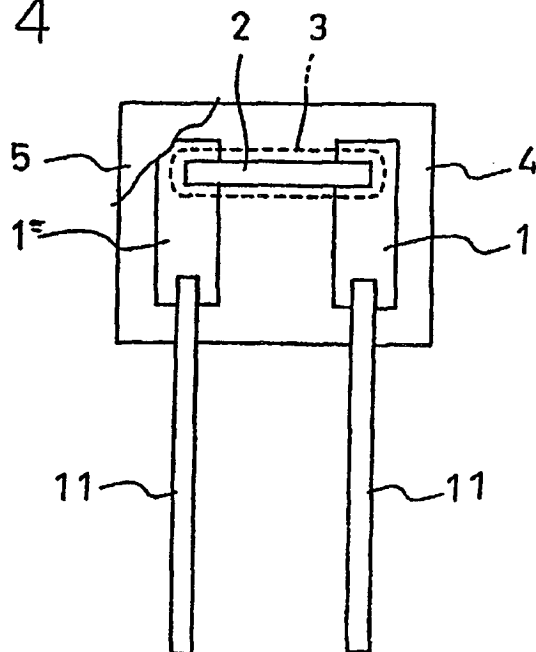


Fig. 5

