



(11) **EP 2 140 469 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.06.2013 Patentblatt 2013/23

(51) Int Cl.:
H01H 37/76 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08708973.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/051769

(22) Anmeldetag: **14.02.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/116698 (02.10.2008 Gazette 2008/40)

(54) **SCHMELZSICHERUNG ZUR UNTERBRECHUNG EINES SPANNUNGS- UND/ODER STROMFÜHRENDEN LEITERS IM THERMISCHEN FEHLERFALL UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DER SCHMELZSICHERUNG**

FUSE FOR INTERRUPTING A VOLTAGE AND/OR CURRENT-CARRYING CONDUCTOR IN CASE OF A THERMAL FAULT AND METHOD FOR PRODUCING THE FUSE

FUSIBLE DESTINÉ À INTERROMPRE UN CONDUCTEUR CONDUISANT UNE TENSION ET/OU UN COURANT EN CAS D'INCIDENT THERMIQUE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN FUSIBLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **26.03.2007 DE 102007014332**
09.01.2008 DE 102008003659

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.01.2010 Patentblatt 2010/01

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **KNAB, Norbert**
77767 Appenweier (DE)

- **SCHULZE-ICKING-KONERT, Georg**
77830 Buehlertal (DE)
- **MOHR, Thomas**
77830 Buehlertal (DE)
- **KOTTHAUS, Stefan**
76547 Sinzheim (DE)
- **HABERL, Nikolas**
76547 Sinzheim (DE)
- **STAMPFER, Stefan**
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)
- **MUELLER, Michael**
71277 Rutesheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 1 588 425 JP-A- 11 073 869
US-A- 3 168 632 US-A- 3 386 063

EP 2 140 469 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schmelzsicherung zur Unterbrechung eines spannungs- und/oder stromführenden Leiters im thermischen Fehlerfall und ein Verfahren zur Herstellung der Schmelzsicherung nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

[0002] Oftmals bieten insbesondere Vorrichtungen mit einer sehr hohen Strombelastung keine Möglichkeit, die entsprechenden Steuer- und/oder Leistungselektroniken in einem thermischen Fehlerfall, d.h. zum Beispiel bei durch mittel- oder niederohmigen Schlüssen hervorgerufenen, sehr hohen Umgebungstemperaturen von deutlich über 100°C, von der Energieversorgung zu trennen. Doch gerade in Kraftfahrzeugen sind entsprechende Temperatursicherungen zur Vermeidung thermischer Zerstörungen notwendig.

[0003] Aus der US 6 737 770 B2 ist beispielsweise bekannt, mittels einer Schmelzsicherung die Wicklung eines bürstenlosen Motors von der Energieversorgung zu trennen. Ein Ende der Schmelzsicherung ist dabei angelötet, so dass bei Überschreiten einer bestimmten Grenztemperatur der mechanisch vorgespannte Teil der Sicherung zu einer Auftrennung der Lötverbindung führt.

[0004] In der EP 1 120 888 A1 ist ein Wärmesicherungsmechanismus offenbart, der thermisch an den Kühlkörper eines Leistungsschalters angekoppelt ist und die Energieversorgung eines bürstenlosen Motors von der Wicklung abtrennt. Wie bei der US 6 737 770 B2, so ist auch hier ein Ende der Sicherung angelötet. Bei Überschreiten einer bestimmten Grenztemperatur führt somit der mechanisch vorgespannte Teil der Sicherung zu einer Auftrennung der Lötverbindung. Eine entsprechende Schmelzsicherung ist zudem aus der WO 00/08665 bekannt.

[0005] Die DE 39 09 302 A1 zeigt eine Schmelzsicherung, bei der durch Aufschmelzen zweier elektrisch gut leitender Legierungen eine neue Legierung mit einem hohen elektrischen Widerstand entsteht, die ein Weiterfließen von hohen Strömen verhindert.

[0006] Ähnliche Schmelzsicherungen sind in DE-A-1588425, US-A-3386063 und US-A-3168632 offenbart.

[0007] Nachteilig bei den genannten Sicherungen ist beispielsweise die beschränkte Lebensdauer infolge einer mechanisch permanent belasteten Lötstelle. Weiterhin können sich ungenügend hohe Toleranzen aufgrund eines gleichzeitigen Temperatur- und Stromeinflusses ergeben. Eine zufriedenstellende und sichere Anwendung insbesondere für den Automotive-Bereich ist daher nicht grundsätzlich gegeben.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Die Erfindung betrifft eine Schmelzsicherung zur Unterbrechung eines spannungs- und/oder stromführenden Leiters im thermischen Fehlerfall mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Der Schmelzpunkt des Leiterstegs ist dabei so gewählt, dass einerseits im ordnungsgemäßen Betrieb ein Schmelzen des Leiterstegs ausgeschlossen werden kann, während das Schmelzen andererseits im thermischen Fehlerfall sichergestellt ist. Insbesondere für Elektromotoren mit oder ohne Elektronik wird somit bei unzulässig hohen Temperaturen zum Beispiel aufgrund von Ausfällen von Bauelementen oder Kurzschlüssen infolge von Fremdeinwirkungen oder Fehlfunktionen von Isolationswerkstoffen ein sicherer und zuverlässiger Abschaltpfad gewährleistet, der im Wesentlichen von der Temperatur und nicht vom Strom abhängt. Auf diese Weise ist auch ein Auslösen bei Störungen möglich, die nur zu kleinen Strömen unterhalb der zulässigen Maximalströme führen. Zudem kann eine mechanische Vorspannung der Schmelzsicherung vermieden werden, so dass diese keiner zusätzlichen Belastung ausgesetzt ist, was gegenüber den Schmelzsicherungen nach dem Stand der Technik zu einer deutlich höheren Lebensdauer führt.

[0009] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Schmelzsicherung mit den Merkmalen des Anspruchs 9. In vorteilhafter Weise kann die Schmelzsicherung somit unabhängig von der späteren Anwendung hergestellt werden.

[0010] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich durch die in den abhängigen Ansprüchen angegebenen Merkmale sowie aus der Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung.

[0011] Es ist vorgesehen, dass zumindest ein Ende des Leiterstegs von einem Halteelement der Schmelzsicherung gehalten ist, wobei das Halteelement einen ersten Teil zum Halten des Leiterstegs und einen zweiten Teil zur Verbindung des Halteelements mit einem Stanzgitter, einer Leiterplatte oder dergleichen aufweist. Auf diese Weise kann die Schmelzsicherung sehr einfach in unterschiedliche Anwendungen integriert werden.

[0012] Der erste Teil des Halteelements ist in vorteilhafter Weise als ein einseitig offener Hohlkörper ausgebildet. Der Leitersteg wird im Innern des Hohlkörpers von einem Lot gehalten, wobei der Schmelzpunkt des Lotes unterhalb desjenigen des Leiterstegs und oberhalb der maximal zulässigen Temperatur für den ordnungsgemäßen Betrieb liegt.

[0013] Um eine noch bessere Fixierung des Leiterstegs am Halteelement zu erreichen, weist der Hohlkörper an seinem äußeren Umfang zumindest eine Erhebung auf, die einen Angriffspunkt für eine mechanische Verformung des Hohlkörpers zum Halten des Leiterstegs darstellt. Alternativ kann der erste Teil aber auch als eine stumpfe Anlagefläche ausgebildet sein.

[0014] Der erste Teil und der zweite Teil des Halteelements sind vorteilhaft einstückig ausgeführt. Es ist

aber auch möglich, dass die beiden Teile miteinander verschweißt oder vernietet sind. Um eine gute und möglichst einfache Verbindung zum Stanzgitter oder zu der Leiterplatte zu ermöglichen, ist der zweite Teil des Halteelements steg-, draht- oder bandförmig ausgestaltet. In diesem Zusammenhang ist es zudem möglich, dass der zweite Teil zum Zwecke einer Zugentlastung gegenüber der Vorzugsrichtung des Leiterstegs abgewinkelt ist. Zudem kann das Halteelement auch integraler Bestandteil des Stanzgitters sein.

[0015] Der Leitersteg besteht in besonders vorteilhafter Weise aus einem Metall oder einer elektrisch gut leitenden Legierung, insbesondere einer Weichlotlegierung wie Sn, SnAg, SnAgCu oder dergleichen. Durch einen ausreichend großen Querschnitt, eine ausreichend gute thermische Anbindung an die Umgebung sowie einen ausreichend niedrigen spezifischen Widerstand des Leiterstegs wird zudem gewährleistet, dass sich dieser auch bei maximal zulässigen Strom nur gering gegenüber der Umgebung erwärmt. Darüber hinaus wird ein verbessertes, d.h. sichereres Schmelzverhalten in Verbindung mit der Oberflächenspannung erreicht, wenn der Leitersteg eine Flussmittel-Seele aufweist. Günstig ist es auch, wenn die Seele des Leiterstegs ein Aktivator-Medium, das insbesondere aus Karbonsäure oder einem Salz der Karbonsäure besteht, Karbonsäure oder ein Salz der Karbonsäure enthält oder eine Mischung aus Karbonsäure und einem Harz oder einem Salz der Karbonsäure und einem Harz enthält. Hierdurch ist eine deutliche Erhöhung der Aktivierungstemperatur für eine solche Schmelzsicherung gegenüber einer Schmelzsicherung auf der Basis von Kolophoniumhaltigen Medien als Flussmittel möglich. Durch die Verwendung der Aktivator-Medien als Flussmittel anstatt der Verwendung von Kolophonium kann auf diese Weise der thermische Anwendungsbereich einer solchen Schmelzsicherung erweitert werden.

[0016] Alternativ zu einer Flussmittelseele kann der Leitersteg auch eine Flussmittel-Umhüllung aufweisen, die eine Karbonsäure oder ein Salz einer Karbonsäure enthält. Insbesondere kann die Flussmittel-Umhüllung durch eine Lackschicht ausgebildet sein. Dies bietet den Vorteil, dass die Flussmittelschicht nach der Lötung des Leiterstegs an ein Halteelement von außen auf die Schmelzsicherung aufgetragen werden kann, was einerseits herstellungstechnisch sehr einfach ist und andererseits kein transientes Löten erforderlich macht, bei dem evtl. das Flussmittel beim Einlöten des Leiterstegs in die Halteelemente flüssig wird und die Sicherung vorzeitig auslöst.

[0017] Bezüglich des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung der Schmelzsicherung sind in vorteilhafter Weise die folgenden Schritte vorgesehen:

- ein Lot wird in oder an dem ersten Teil des Halteelements derart verbracht, dass ein Boden und/oder eine Innenwand des ersten Teils mit dem Lot benetzt wird,

- das Halteelement und/oder der Leitersteg werden auf einen Temperaturwert zwischen dem Schmelzpunkt des Lotes und dem Schmelzpunkt des Leiterstegs erhitzt,
- der Leitersteg wird an oder in den ersten Teil des Halteelements derart an- bzw. eingebracht, dass der Leitersteg mit dem Lot in Berührung kommt und
- die Schmelzsicherung wird derart abgekühlt, dass das Lot erstarrt.

[0018] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der Hohlkörper vor oder nach dem Aufheizen mechanisch verformt wird. Alternativ kann das Aufheizen auch erst nach dem Einführen des Leiterstegs in den Hohlkörper erfolgen. Darüber hinaus ist es in vorteilhafter Weise möglich, das Aufheizen durch einen Wärmeimpuls zu erzielen, der an dem zweiten Teil des Halteelements, an der Erhebung des Hohlkörpers oder an dem Leitersteg eingepreßt wird. Alternativ kann der Wärmeimpuls aber auch berührungslos per Laser oder Infrarotlicht eingepreßt werden. Dabei muss die Dauer des Wärmeimpulses derart gewählt sein, dass der Leitersteg lediglich im Innern des Hohlkörpers, insbesondere im Bereich eines Bodens oder der Erhebungen des Hohlkörpers, sicher schmilzt. Ein Schmelzen außerhalb des Hohlkörpers durch einen zu lang andauernden Wärmeimpuls gilt es dagegen zu vermeiden. In diesem Zusammenhang kann ein Anspritzen des Leiterstegs außerhalb des Hohlkörpers des Halteelements mit einer Kühlflüssigkeit, ein Eintauchen des Leiterstegs in die Kühlflüssigkeit oder ein mechanisches Ankleben an eine thermische Masse vorteilhaft sein, wobei als thermische Masse beispielsweise die Klemmbacken eines Haltewerkzeugs dienen. Ist der zweite Teil des Halteelements bandförmig ausgestaltet, so kann auch das weitere Bandmaterial als thermische Masse dienen, sofern das Einprägen des Wärmeimpulses vor dem Freistanzen des zweiten Teils erfolgt.

[0019] Entsprechend den vorherigen Ausführungen des Leiterstegs mit einer Flussmittel-Umhüllung kann auch in dem Verfahren ein Schritt des Aufbringens eines Flussmittels oder Aktivators auf den Leitersteg vorgesehen sein, wobei das Flussmittel in dieser Ausführungsform beispielsweise einen Lackfilm um den Leitersteg ausgebildet. Dies bietet insbesondere bei der Verwendung von einem Leitersteg ohne innere Flussmittelseele den Vorteil, dass in diesem Fall ein deutlich einfacheres und zuverlässigeres Herstellungsverfahren für die Herstellung der Schmelzsicherung eingesetzt werden kann.

[0020] Um die korrekte Herstellung der Schmelzsicherung zu überprüfen, kann das Verfahren auch einen Schritt des Überprüfens der Verbindung zwischen dem ersten Teil des Halteelements und dem kraft- und/oder formschlüssig an- oder eingebrachten Leitersteg vorgesehen sein, wobei das Überprüfen in vorteilhafter Weise optisch und/oder automatisch erfolgen kann. Dabei kann auch ein Prüfkopf verwendet werden, der beweglich angeordnet ist, um einen zu prüfenden Bereich in dem ersten Teil des Halteelements zu erfassen. Hierdurch wird

die Möglichkeit geboten, durch die Weiterverwendung von vorhandenen Einrichtungen für die Kontrolle der Herstellung einer Leiterplatte bzw. deren Bestückung auch die korrekte Herstellung und damit auch die fehlerfreie Funktionsweise der hergestellten Schmelzsicherung zu gewährleisten, ohne dass für diese Prüfung ein erheblicher apparativer Mehraufwand notwendig wäre. Speziell kann beim Schritt des Überprüfens ein Ergebnis zur Bestätigung einer fehlerfreien Lötung geliefert wird, wenn bei der Verbindung zwischen dem ersten Teil des Halteelements und dem kraft- und/oder formschlüssig eingebrachten Leitersteg ein Lötmeniskus erkannt wird. Eine solche Funktionskontrolle lässt sich durch die vorgeschlagene Verwendung des Prüfkopfes und die Auswertung des Reflexionsmusters der Lötstelle einfach und kostengünstig realisieren.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0021] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren 1 bis 9 beispielhaft erläutert, wobei gleiche Bezugszeichen in den Figuren auf gleiche Bestandteile mit einer gleichen Funktionsweise hindeuten. Die Figuren der Zeichnung, deren Beschreibung sowie die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Ein Fachmann wird diese Merkmale auch einzeln betrachten und zu weiteren sinnvollen Kombinationen zusammenfassen. Insbesondere wird ein Fachmann auch die Merkmale aus unterschiedlichen Ausführungsbeispielen zu weiteren sinnvollen Kombinationen zusammenfassen. Es zeigen:

F ig. 1: ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung,

F ig. 2: ein erstes Ausführungsbeispiel eines Halteelements der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung,

F ig. 3: ein zweites Ausführungsbeispiel des Halteelements der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung,

F ig. 4: ein drittes und ein viertes Ausführungsbeispiel des Halteelements der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung,

F ig. 5A und 5B: ein fünftes und sechstes Ausführungsbeispiel des Halteelements der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung, bei der zur Sicherung der Qualität der Lötverbindung zwischen dem Halteelement und dem Leitersteg ein Lötmeniskus untersucht wird,

F ig. 6A und 6B: Abbildungen von Lötbandern mit kolophoniumhaltiger Seele sowie Diagramme, die die temperatur- und zeitabhängige Verformung des Lotbandes wiedergeben,

F ig. 7: einen exemplarischen Aufbau einer Schmelzsicherung mit Flussmittel- oder Aktivatorseele in einer Querschnittsansicht und einer Aufsichtsdarstellung,

F ig. 8: Abbildungen, die eine Vorgehensweise bei dem Aufbringen eines Flussmittel- bzw. Aktivatorlacks gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigen, und

F ig. 9: Abbildungen, die Anwendungsmöglichkeiten des in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung zeigen.

15 Beschreibung von Ausführungsformen

[0022] In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung 10 zur Unterbrechung eines spannungs- und/oder stromführenden Leiters 12 im thermischen Fehlerfall dargestellt. Die Schmelzsicherung 10 besteht aus einem Leitersteg 14, der im ordnungsgemäßen Betrieb eine elektrisch leitende Verbindung des spannungs- und/oder stromführenden Leiters 12 beispielsweise zur Versorgung eines Elektromotors oder einer Steuerungs- bzw. Leistungselektronik gewährleistet, sowie aus zwei vorzugsweise identischen Halteelementen 16 zum Halten des Leiterstegs 14 an seinen beiden Enden und zur elektrischen Kontaktierung des Leiterstegs 14 an den spannungs- und/oder stromführenden Leiter 12.

[0023] Der Leitersteg 14 ist aus einem Metall oder einer elektrisch gut leitenden Legierung, insbesondere einer Weichlotlegierung wie Zinn (Sn), Zinn-Silber (SnAg), Zinn-Silber-Kupfer (SnAgCu) oder dergleichen, gefertigt. Dabei sind sein Querschnitt, seine thermische Anbindung an die Umgebung sowie sein spezifischer Widerstand derart gewählt, dass sich der Leitersteg 14 auch bei einem maximal zulässigen Strom nur unwesentlich gegenüber der Umgebung erwärmt. Diese Forderung wird beispielsweise durch einen barrenförmigen Leitersteg 14 mit einem sehr geringen spezifischen Widerstand erfüllt. Der Schmelzpunkt des Leiterstegs 14 ist darüber hinaus derart gewählt, dass einerseits im ordnungsgemäßen Betrieb ein Schmelzen sicher ausgeschlossen werden kann, während dieses andererseits im thermischen Fehlerfall, d.h. bei Temperaturerhöhungen aufgrund von Betriebsstörungen wie zum Beispiel Ausfälle von elektronischen Bauteilen, Fehlfunktionen der Isolationswerkstoffe, mittel- oder niederohmige Schlüsse durch Fremdeinwirkungen oder dergleichen, in Verbindung mit der Oberflächenspannung des Leiterstegs 14 sichergestellt ist, um den Strompfad zwischen den beiden Halteelementen 16 zu unterbrechen. Ein sicheres Schmelzen des Leiterstegs 14 lässt sich zudem dadurch erreichen, dass dieser zusätzlich eine Flussmittel-Seele 18 aufweist, wobei das zu verwendende Flussmittel dem Fachmann bekannt ist und hier nicht näher spezifiziert werden soll. Ein geeignetes Flussmittel zeichnet sich je-

doch insbesondere dadurch aus, dass es im ordnungsgemäßen Betrieb nicht korrosiv wirkt und darüber hinaus nicht oder nur in sehr geringem Maße altert.

[0024] Jedes Halteelement 16 besteht aus einem ersten Teil 20 zum Halten des Leiterstegs 14 und einem zweiten Teil 22 zur Verbindung des Halteelements 16 mit dem spannungs- und/oder stromführenden Leiter 12, der beispielsweise als Stanzgitterbahn eines Stanzgitters, als Leiterbahn einer Leiterplatte, als Kabel oder dergleichen ausgebildet sein kann. Der erste Teil 20 ist in dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 1 und 2 als ein einseitig offener Hohlkörper 24 in Gestalt eines Bechers ausgebildet, in dessen Innern 26 der Leitersteg 14 durch ein Lot 28 im Sinne eines Formschlusses gehalten wird. Dabei ist das Lot 28 derart gewählt, dass sein Schmelzpunkt unterhalb desjenigen des Leiterstegs 14 und oberhalb der maximal zulässigen Temperatur für den ordnungsgemäßen Betrieb liegt.

[0025] Figur 2 zeigt das Halteelement 16 aus Figur 1 in einer etwas vergrößerten Darstellung. Zu erkennen ist, dass im Wesentlichen ein Boden 30 des Hohlkörpers 24 durch das Lot 28 überzogen ist. Ergänzend können auch die seitlichen Innenwände 32 (im Falle eines eckigen Querschnitts des Leiterstegs 14) oder die seitliche Innenfläche 34 (im Falle eines runden oder ovalen Querschnitts des Leiterstegs 14) des Hohlkörpers 24 mit dem Lot 28 überzogen sein, um ein verbessertes Halten des Leiterstegs 14 zu ermöglichen.

[0026] Der zweite Teil 22 des Halteelements 16 ist zur Verbindung mit dem spannungs- und/oder stromführenden Leiter 12 steg-, draht- oder bandförmig ausgebildet, je nachdem, ob es sich bei dem spannungs- und/oder stromführenden Leiter 12 um eine Stanzgitterbahn, ein Kabel oder eine Leiterbahn handelt. In vorteilhafter Weise sind der erste Teil 20 und der zweite Teil 22 des Halteelements 16 einstückig ausgeführt. Es ist aber auch denkbar, dass die beiden Teile 20 und 22 miteinander verschweißt oder vernietet sind. Um eine verbesserte Zugentlastung der Schmelzsicherung 10 zu gewährleisten, kann der insbesondere drahtförmig ausgebildete, zweite Teil 22 auch abgewinkelt sein. Dies ist jedoch nicht in den Figuren gezeigt.

[0027] Figur 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des Halteelements 16 der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung 10. Dabei sind an dem äußeren Umfang des als Hohlkörper 24 ausgebildeten ersten Teils 20 des Halteelements 16 Erhebungen 36 angebracht, die einen Angriffspunkt für eine mechanische Verformung des Hohlkörpers 24 nach dem Einbringen des Leiterstegs 14 zu dessen verbesserter, kraftschlüssiger Fixierung darstellen.

[0028] In Figur 4 sind ein drittes und ein viertes Ausführungsbeispiel des Halteelements 16 zu erkennen. Während gemäß Figur 4a der erste Teil 20 des Halteelements 16 als stumpfe Anlagefläche 38 ausgebildet ist, zeigt Figur 4b eine zusätzliche Abschrägung 40 des als Hohlkörper 24 ausgeführten ersten Teils 20. Die teilweise Überlappung des Leiterstegs 14 durch den abge-

schrägten Hohlkörper 24 hat den Vorteil, dass sich auf diese Weise die Qualität der Lötung im Innern 26 des Hohlkörpers 24 besser beurteilen lässt. Eine entsprechende Beurteilung ist alternativ auch mittels mindestens eines an dem Hohlkörper 24 angebrachten Schlitzes - hier nicht gezeigt - möglich.

[0029] Die Herstellung der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung 10 erfolgt nun derart, dass der Leitersteg 14 an oder in den ersten Teil 20 des Halteelements 16 kraft- und/oder formschlüssig an- bzw. eingebracht wird. Weiterhin kann vorgesehen sein, dass zunächst das Lot 28 in oder an dem ersten Teil 20 des Halteelements 16 verbracht wird. Dabei wird die Anlagefläche 38 bzw. der Boden 30 und/oder eine Innenwand 32 bzw. -fläche 34 des ersten Teils 20 mit dem im Vergleich zum Leitersteg 14 bei geringerer Temperatur schmelzenden Lot 28 benetzt. Mittels einer geeigneten Vorrichtung werden anschließend das Halteelement 16 und/oder der Leitersteg 14 auf einen Temperaturwert zwischen dem Schmelzpunkt des Lotes 28 und dem Schmelzpunkt des Leiterstegs 14 aufgeheizt. Während das Lot 28 flüssig ist, wird der Leitersteg 14 derart in oder an dem ersten Teil 20 des Halteelements 16 ein- bzw. angebracht, dass der Leitersteg 14 mit dem Lot 28 in Berührung kommt. Schließlich erfolgt die Abkühlung der Schmelzsicherung 10 und damit die formschlüssige Verbindung des Leiterstegs 14 mit dem Halteelement 16 beispielsweise durch ein Anspritzen des Leiterstegs 14 außerhalb des ersten Teils 20 mit einer Kühlflüssigkeit. Alternativ kann der Leitersteg 14 auch in die Kühlflüssigkeit eingetaucht werden, oder es erfolgt ein mechanisches Anklebmen an eine thermische Masse, beispielsweise an die Klemmbacken eines Haltewerkzeugs. Ist der zweite Teil 22 des Halteelements 16 bandförmig ausgestaltet, so kann auch das weitere Bandmaterial als thermische Masse dienen.

[0030] Ist der erste Teil 20 des Halteelements 16 als Hohlkörper 24 ausgestaltet, so kann ergänzend vor oder nach dem Aufheizen durch eine mechanische Verformung als Prägevorgang mittels der Erhebungen 36 eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Halteelement 16 und dem Leitersteg 14 erzielt werden.

[0031] Das Aufheizen erfolgt durch einen Wärmeimpuls, der an dem zweiten Teil 22 des Halteelements 16, an der Erhebung 36 des Hohlkörpers 24 oder an dem Leitersteg 14 eingeprägt wird. Alternativ ist auch ein berührungsloses Aufheizen per Laser, Infrarotlicht oder dergleichen möglich. Dabei muss die Dauer des Wärmeimpulses derart gewählt sein, dass der Leitersteg 14 lediglich im Innern 26 des Hohlkörpers 24, insbesondere im Bereich des Bodens 30 oder der Erhebungen 36 des Hohlkörpers 24, sicher schmilzt. Ein Schmelzen außerhalb des Hohlkörpers 24 durch einen zu lang andauernden Wärmeimpuls gilt es dagegen unter Zuhilfenahme der bereits beschriebenen Kühlverfahren zu vermeiden. In der Regel kann hierauf jedoch verzichtet werden, da der Wärmeimpuls sehr exakt applizierbar ist. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, dass das Aufheizen alternativ auch erst nach dem Einführen des Leiterstegs 14

in den Hohlkörper 24 erfolgen kann.

[0032] Weiterhin sollte auch die Qualität der gebildeten bzw. terminierten Schmelzsicherung untersucht werden. Für eine terminierte Schmelzsicherung ist die Lötung zwischen dem Schmelzkörper und der Terminierung, d.h. dem Halteelement, für die Funktion und die Zuverlässigkeit essentiell. Die offene Geometrie der hier vorgestellten Terminierung (plan oder U-förmig) erlaubt eine AOI (AOI = automated optical inspection = automatische optische Inspektion), wie sie auch bei der Leiterplattenbestückung einsetzbar ist. Bei der hier vorgeschlagenen Methode wird der Lötmeniskus analysiert, der sich nur bei korrekter Lötung ausbildet. In Figur 5A ist eine solche Untersuchung bei einem Halteelement 16 mit stumpfer Anlagefläche 38 dargestellt. Hierbei wird die optische Untersuchungseinheit 50, die auch für die Untersuchung der korrekten Bestückung der Leiterplatte eingesetzt werden kann, zur Kontrolle des Lötmeniskus zwischen dem Halteelement 16 und dem Leitersteg 14 verwendet. Dies bietet eine sehr kostengünstige und einfache Möglichkeit für die Überprüfung des Lötmeniskus und damit auch für die Überprüfung der Funktion der Schmelzsicherung. In Figur 5B ist die Überprüfung eines Lötmeniskus für den Fall dargestellt, dass ein becherförmiges Halteelement 16 verwendet wird. Zur Überprüfung wird dann die optische Untersuchungseinheit 50 derart geschwenkt, so dass sie einen Lötmeniskusbereich 52 erfassen kann, der im Innenraum 26 des Halteelements 16 liegt. Dies stellt jedoch für gängige optische Untersuchungseinheiten, die zur Inspektion der Leiterplattenbestückung verwendet werden, kein Problem dar, so dass auch in diesem Fall eine kostengünstige und einfache Möglichkeit zur Überprüfung des Lötmeniskus möglich ist.

[0033] Vorstehend wurden Thermosicherungen mit innenliegender Flussmittelseele beschrieben. Bekannte Thermosicherungen auf der Basis von Schmelzbrücken zeichnen sich dagegen durch ein auf die Schmelzbrücke aufgetragenes Flussmittel aus. Das Flussmittel bei einer solchen Schmelzsicherung basiert dabei auf Kolophonium, welches bei ca. 100°C flüssig wird und bei 140°C einen hohen Dampfdruck erzeugt, was zu einer schnellen Verdampfung führt. Aus diesem Grund sind die handelsüblichen Schmelzbrücken stets von einer Keramikhülle umgeben, die den Verlust und ein Altern des Flussmittels verhindern soll. Diese Keramikhülle vergrößert jedoch die Bauform, steigert die Eigenwärmerzeugung und Heizleistung (wegen der langen Anschlüsse) und erhöht die Herstellungskosten. Bei Untersuchungen hat sich herausgestellt, dass eine kolophoniumhaltige Flussmittelseele bereits ab Temperaturen von etwa 120°C durch ihren Dampfdruck zu einer mechanischen Deformation der Schmelzbrücke führt. Figur 6 zeigt diesen Zusammenhang detaillierter. In Teilfigur 6A sind zwei Lotbänder mit kolophoniumhaltiger Seele abgebildet, die für die weiteren Untersuchungen verwendet wurden. Im oberen Diagramm aus Teilfigur 6B ist die Temperaturabhängigkeit einer Verformung der Lotbänder nach 30

Minuten in Form einer Dickenzunahme in den mm dargestellt. Im unteren Diagramm aus Teilfigur 6B ist die Zeitabhängigkeit der Verformung der Lotbänder bei 170°C als Dicke in mm dargestellt. Insbesondere aus dem oberen Diagramm der Teilfigur 6B ist erkennbar, dass ab einer Temperatur von etwa 130°C eine deutliche Dickenzunahme und damit Verformung der Lotbänder mit kolophoniumhaltiger Seele auftritt. Aus diesem Grund sollte darauf geachtet werden, dass für eine innenliegende Flussmittelseele nur Substanzen zum Einsatz kommen, die folgende Eigenschaften aufweisen:

- unter Luftabschluss vernachlässigbare Alterung bei der maximalen Betriebstemperatur $T_{\max}$;
- idealerweise Schmelzpunkt $> T_{\max}$ (was zu keiner Aktivierung oder Verformung durch Schmelzen führt); und
- vernachlässigbarer Dampfdruck bei $T_{\max}$ (was zu keiner Verformung durch Dampfdruck führt), wobei $T_{\max}$ diejenige Temperatur bezeichnet, bei der die Schmelzsicherung gerade noch nicht auslöst.

[0034] Vielversprechende Kandidaten finden sich in der Klasse der organischen Karbonsäuren (oder deren Salzen), die Schmelztemperaturen im Bereich von bis $> 170^\circ\text{C}$ aufweisen. Solche Materialien lassen damit den Bau von Schmelzsicherungen zu, die erst bei einer Umgebungstemperatur von 170°C auslösen, was eine deutlich höhere Auslösetemperatur für Schmelzsicherungen gegenüber den bekannten Schmelzsicherungen darstellt. Alleine oder mit Harzen gemischt können diese organischen Karbonsäuren als Alternative zu kolophoniumbasierten Flussmitteln zum Einsatz kommen. In Reinform werden Karbonsäuren dabei nicht als Flussmittel, sondern als "Aktivator" bezeichnet. Für die oben genannte Anwendung als Flussmittel bzw. dessen Ersatz kann reine Karbonsäure oder ein synthetisches Flussmittel aus Aktivator und Harz verwendet werden. In letzterem Fall sollte auch das verwendete Harz die vorstehend angegebenen Eigenschaften aufweisen.

[0035] Figur 7 stellt einen exemplarischen Aufbau einer solchen Schmelzsicherung mit Flussmittel- oder Aktivatorseele in einer Querschnittsansicht (obere Darstellung) und einer Aufsicht (untere Darstellung) dar, wobei aus der Darstellung erkennbar ist, dass im Inneren der Schmelzsicherung das Aktivator- bzw. Flussmittelmedium 18 eingeschlossen ist.

[0036] Alternativ zu einer Schmelzsicherung mit der vorstehend beschriebenen innenliegenden Flussmittelseele könnte man die Schmelzbrücke auch mit einem hochschmelzenden Flussmittel- bzw. Aktivatorlack äußerlich beschichten. Hierzu wird die aktive Substanz, zum Beispiel eine Karbonsäure, mit einem Bindemittel zu einem Lack vermischt, der äußerlich zu applizieren ist. Figur 8 zeigte die Verfahrensweise zur Herstellung einer solchen Thermosicherung mit äußerlich appliziertem Flussmittel- oder Aktivatorlack. In einem ersten Schritt 1 erfolgt ein Anpressen und Aufheizen des Lei-

terstegs 14 an die Halteelemente 16 (beispielsweise in einem Reflow-Verfahren). In einem zweiten Schritt 2 erfolgt ein Abkühlen des erhitzten Leiterstegs 14, wodurch sich die Lötverbindung mit dem Lötmeniskus zwischen dem Leitersteg 14 sowie den Halteelementen 16 ausbildet. In einem dritten Schritt 3 erfolgt die Applikation des sog. "Flux-Lacks" 70 auf die im zweiten Schritt hergestellte Lötverbindung, um die Schmelzbrücke mit dem hochschmelzenden Flussmittel- bzw. Aktivatorlack zu beschichten. Zur Einstellung des Schmelzpunktes des aufgetragenen Lacks kann die Zusammensetzung für die beschriebene Anwendung noch optimiert werden einer, beispielsweise durch eine Variation des Verhältnisses von Karbonsäure zu Bindemittel. Statt der Karbonsäure können auch andere geeignete Materialien wie beispielsweise Salze der Karbonsäure verwendet werden. Gegenüber den existierenden Sicherungen kann in dieser Ausführungsform die schützende Keramikhülle entfallen, insbesondere, wenn die Eigenschaften des Flussmittel- bzw. Aktivatorlacks die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Alterungsbeständigkeit bei der maximalen Betriebstemperatur an Luft (gegebenenfalls mit Salzbelastung)
- nicht bzw. schlecht wasserlöslich
- Schmelzpunkt $> T_{\max}$
- vernachlässigbarer Dampfdruck bei $T_{\max}$ (wodurch keine Verluste durch Verdampfung auftreten)
- Haftung ausreichend für Temperaturwechsel- und Schwingungsbelastung

[0037] Gegenüber einer innenliegenden Flussmittelseele entfiel die Notwendigkeit eines transienten Lötprozesses wie er in Figur 8 dargestellt ist. Aus demselben Grund wäre der mögliche Einsatzbereich einer Thermo-sicherung mit äußerlich appliziertem Flussmittel auch deutlich größer als der einer Sicherung mit Flussmittelseele während letztere weder im Herstellungs- noch im Bestückprozess über ihre Schmelztemperatur erhitzt werden darf, entfällt diese Notwendigkeit bei nachträglicher Applikation des Flussmittels. Hierdurch könnte die Sicherung mit einem Standardlötprozess auch auf einem PCB oder einem Stanzgitter bestückt werden. Figur 9 zeigt exemplarisch verschiedene Möglichkeiten des Aufbringens des Flussmittel- bzw. Aktivatorlacks. In der oberen Darstellung aus Figur 9 ist die vorstehend beschriebene Weise des Einlötens des Lotformkörpers an die Halteelemente mit Hilfe der Lötpaste dargestellt. In den unteren beiden Abbildungen aus Figur 9 wird die Erstellung der Thermo-sicherung mit äußerlich appliziertem Flussmittel- oder Aktivatorlack auf einem Stanzgitter 91 bzw. einem PCB 92 (PCB = printed circuit board = bedruckte Leiterplatte) dargestellt.

Patentansprüche

1. Schmelzsicherung (10) zur Unterbrechung eines spannungs- und/oder stromführenden Leiters (12) im thermischen Fehlerfall, mit einem Leitersteg (14), der im ordnungsgemäßen Betrieb eine elektrisch leitende Verbindung des spannungs- und/oder stromführenden Leiters (12) gewährleistet, wobei der Leitersteg (14) bei einer Temperaturerhöhung über seinen Schmelzpunkt hinweg schmilzt und die elektrisch leitende Verbindung des spannungs- und/oder stromführenden Leiters (12) infolge seiner eigenen Oberflächenspannung unterbricht und wobei zumindest ein Ende des Leiterstegs (14) von einem Halteelement (16) gehalten ist, das einen ersten Teil (20) zum Halten des Leiterstegs (14) und einen zweiten Teil (22) zur Verbindung des Halteelements (16) mit dem spannungs- und/oder stromführenden Leiter (12) eines Stanzgitters, einer Leiterplatte oder dergleichen aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Teil (20) als ein einseitig offener Hohlkörper (24) ausgebildet ist und der Leitersteg (14) im Innern (26) des Hohlkörpers (24) von einem Lot (28) gehalten ist, wobei der Schmelzpunkt des Lotes (28) unterhalb desjenigen des Leiterstegs (14) und oberhalb der maximal zulässigen Temperatur für den ordnungsgemäßen Betrieb liegt.
2. Schmelzsicherung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (24) eine zusätzliche Abschrägung (40) und/oder mindestens einen Schlitz aufweist.
3. Schmelzsicherung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (24) an seinem äußeren Umfang zumindest eine Erhebung (36) aufweist, die einen Angriffspunkt für eine mechanische Verformung des Hohlkörpers (24) zum Halten des Leiterstegs (14) darstellt.
4. Schmelzsicherung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Teil (20) als eine stumpfe Anlagefläche (38) ausgebildet ist.
5. Schmelzsicherung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Teil (20) und der zweite Teil (22) des Halteelements (16) miteinander verschweißt oder vernietet sind.
6. Schmelzsicherung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Teil (22) des Halteelements (16) gegenüber der Vorzugsrichtung des Leiterstegs (14) abgewinkelt ist.
7. Schmelzsicherung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Halteelement (16) integraler Bestandteil ei-

nes Stanzgitters ist.

8. Schmelzsicherung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiterstegs (14) eine Flussmittel-Umhüllung aufweist, die eine Karbonsäure oder ein Salz einer Karbonsäure enthält und durch eine Lack-schicht gebildet ist. 5

9. Verfahren zur Herstellung einer Schmelzsicherung (10) mit einem Halteelement (16) und einem Leiterstegs (14) zur Unterbrechung eines spannungs- und/oder stromführenden Leiters (12) im thermischen Fehlerfall, wobei das Halteelement (16) einen ersten (20) und einen zweiten Teil (22) aufweist, wobei der zweite Teil (22) zur Verbindung des Halteelements (16) mit dem spannungs- und/oder stromführenden Leiter (12) dient und der Leiterstegs (14) an oder in den ersten Teil (20) des Halteelements (16) kraft- und/oder formschlüssig an- bzw. eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** 10
 - ein Lot (28) in oder an dem ersten Teil (20) des Halteelements (16) derart verbracht wird, dass ein Boden (30, 38) und/oder eine Innenwand (32, 34) des ersten Teils (20) mit dem Lot (28) benetzt wird, 15
 - das Halteelement (16) und/oder der Leitersteg (14) auf einen Temperaturwert zwischen dem Schmelzpunkt des Lotes (28) und dem Schmelzpunkt des Leiterstegs (19) erhitzt werden, 20
 - der Leitersteg (14) an oder in den ersten Teil (20) des Halteelements (16) derart an bzw. eingebracht wird, dass der Leitersteg (14) mit dem Lot (28) in Berührung kommt und 25
 - die Schmelzsicherung (10) derart abgekühlt wird, dass das Lot (28) erstarrt. 30

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ersten Teil (20) des Halteelements (16) als ein einseitig offener Hohlkörper (24) ausgebildet ist, der vor oder nach dem Aufheizen mechanisch verformt wird. 35

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufheizen durch einen Wärmeimpuls erfolgt, der an dem zweiten Teil (22) des Halteelements (16), an einer Erhebung (36) des Hohlkörpers (24) oder an dem Leiterstegs (14) eingeprägt wird. 40

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufheizen durch einen Wärmeimpuls erfolgt, der berührungslos per Laser, Infrarotlicht oder dergleichen eingeprägt wird. 45

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufheizen erst nach dem Einführen des Leiterstegs (14) in den Hohlkörper (24) erfolgt. 50

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren ferner einen Schritt des Aufbringens eines Flussmittels oder Aktivators auf den Leitersteg (14) umfasst, wobei auf dem Leitersteg (14) ein Lackfilm ausgebildet wird. 55

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren ferner einen Schritt des optischen Überprüfens der Verbindung zwischen dem ersten Teil (20) des Halteelements (16) und dem kraft und/oder formschlüssig an- oder eingebrachten Leitersteg (14) umfasst. 60

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Überprüfen automatisch erfolgt. 65

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Überprüfen mit einem Prüfkopf (50) erfolgt, der beweglich angeordnet ist, um einen zu prüfenden Bereich (52) in dem ersten Teil (20) des Halteelements (16) zu erfassen. 70

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Schritt des Überprüfens ein Ergebnis zur Bestätigung einer fehlerfreien Lötung geliefert wird, wenn bei der Verbindung zwischen dem ersten Teil (20) des Halteelements (16) und dem kraft- und/oder formschlüssig eingebrachten Leitersteg (14) ein Lötmeniskus erkannt wird. 75

Claims

1. Fuse (10) for interrupting a voltage- and/or current-carrying conductor (12) in the case of a thermal fault, comprising a conductor bar (14), which ensures an electrically conductive connection of the voltage- and/or current-carrying conductor (12) during correct operation, wherein, when there is an increase in temperature above its melting point, the conductor bar (14) melts and interrupts the electrically conductive connection of the voltage- and/or current-carrying conductor (12) as a result of its inherent surface tension, and wherein at least one end of the conductor bar (14) is held by a holding element (16), which has a first part (20) for holding the conductor bar (14) and a second part (22) for connecting the holding element (16) to the voltage- and/or current-carrying conductor (12) of a leadframe, a printed circuit board or 80

- the like, **characterized in that** the first part (20) is formed as a hollow body (24) that is open on one side and the conductor bar (14) is held in the interior (26) of the hollow body (24) by a solder (28), wherein the melting point of the solder (28) lies below that of the conductor bar (14) and above the maximum admissible temperature for correct operation. 5
2. Fuse (10) according to Claim 1, **characterized in that** the hollow body (24) has an additional bevel (40) and/or at least one slot. 10
 3. Fuse (10) according to Claim 1, **characterized in that** the hollow body (24) has on its outer circumference at least one elevation (36), which represents a point of force application for a mechanical deformation of the hollow body (24) for holding the conductor bar (14). 15
 4. Fuse (10) according to Claim 1, **characterized in that** the first part (20) is formed as a butt-contact surface (38). 20
 5. Fuse (10) according to Claim 4, **characterized in that** the first part (20) and the second part (22) of the holding element (16) are welded or riveted to each other. 25
 6. Fuse (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the second part (22) of the holding element (16) is angled away with respect to the preferential direction of the conductor bar (14). 30
 7. Fuse (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the holding element (16) is an integral part of a leadframe. 35
 8. Fuse (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the conductor bar (14) comprises a flux envelope which contains a carboxylic acid or a salt of a carboxylic acid and is formed by a lacquer coating. 40
 9. Method for producing a fuse (10) comprising a holding element (16) and a conductor bar (14) for interrupting a voltage- and/or current-carrying conductor (12) in the case of a thermal fault, wherein the holding element (16) has a first part (20) and a second part (22), wherein the second part (22) serves for connecting the holding element (16) to the voltage- and/or current-carrying conductor (12) and the conductor bar (14) is attached to or introduced into the first part (20) of the holding element (16) with force-fitting and/or form-fitting engagement, **characterized in that** 45
 - a solder (28) is brought into or onto the first part (20) of the holding element (16) in such a way that a base (30, 38) and/or an inner wall (32, 34) of the first part (20) is wetted with the solder (28), 50
 - the holding element (16) and/or the conductor bar (14) is/are heated to a temperature value between the melting point of the solder (28) and the melting point of the conductor bar (14),
 - the conductor bar (14) is attached to or introduced into the first part (20) of the holding element (16) in such a way that the conductor bar (14) comes into contact with the solder (28) and
 - the fuse (10) is cooled down in such a way that the solder (28) solidifies.
 10. Method according to Claim 9, **characterized in that** the first part (20) of the holding element (16) is formed as a hollow body (24) that is open on one side, which is mechanically deformed before or after being heated up. 55
 11. Method according to either of the preceding Claims 9 and 10, **characterized in that** the heating up is performed by a pulse of heat that is imposed on the second part (22) of the holding element (16), on an elevation (36) of the hollow body (24) or on the conductor bar (14).
 12. Method according to either of the preceding Claims 9 and 10, **characterized in that** the heating up is performed by a pulse of heat that is imposed contactlessly by a laser, infrared light or the like.
 13. Method according to either of the preceding Claims 9 and 10, **characterized in that** the heating up is only performed after the conductor bar (14) has been introduced into the hollow body (24).
 14. Method according to one of the preceding Claims 9 to 13, **characterized in that** the method also comprises a step of applying a flux or activator to the conductor bar (14), wherein a lacquer film is formed on the conductor bar (14).
 15. Method according to one of the preceding Claims 9 to 14, **characterized in that** the method also comprises a step of optically inspecting the connection between the first part (20) of the holding element (16) and the conductor bar (14) attached or introduced with force-fitting and/or form-fitting engagement.
 16. Method according to Claim 15, **characterized in that** the inspection is performed automatically.
 17. Method according to either of the preceding Claims 15 and 16, **characterized in that** inspection is performed with a probe (50), which is movably arranged, in order to scan a region (52) to be tested in the first part (20) of the holding element (16).

18. Method according to one of the preceding Claims 15 to 17, **characterized in that**, in the inspection step, a result to confirm flawless soldering is provided if a solder meniscus is detected in the connection between the first part (20) of the holding element (16) and the conductor bar (14) introduced with force-fitting and/or form-fitting engagement.

Revendications

1. Protection fusible (10) destinée à couper un conducteur (12) conduisant une tension et/ou un courant en cas de défaut thermique, la protection présentant une nervure conductrice (14) qui, en fonctionnement correct, garantit une liaison électriquement conductrice avec le conducteur (12) conduisant une tension et/ou un courant, la nervure conductrice (14) fondant au-delà de son point de fusion en cas d'augmentation de température et interrompant la liaison électriquement conductrice du conducteur (12) conduisant une tension et/ou un courant suite à sa propre tension superficielle, au moins une extrémité de la nervure conductrice (14) étant maintenue par un élément de maintien (16) qui présente une première partie (20) qui maintient la nervure conductrice (14) et une deuxième partie (22) qui relie l'élément de maintien (16) au conducteur (12) conduisant une tension et/ou un courant d'une trame estampée, d'une carte de circuit ou similaire, **caractérisée en ce que** la première partie (20) est configurée comme corps creux (24) ouvert d'un côté, **en ce que** la nervure conductrice (14) est maintenue à l'intérieur (26) du corps creux (24) par une brasure (28) et **en ce que** le point de fusion de la brasure (28) est situé en dessous de celui de la nervure conductrice (14) et au-dessus de la température maximale admissible en fonctionnement correct.
2. Protection fusible (10) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le corps (24) présente de plus un chanfrein (40) et/ou au moins une fente.
3. Protection fusible (10) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le corps creux (24) présente à sa périphérie extérieure au moins un rehaussement (36) qui constitue un point d'engagement avec une déformation mécanique du corps creux (24) qui retient la nervure conductrice (14).
4. Protection fusible (10) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la première partie (20) est configurée sous la forme d'une surface d'appui bout-à-bout (38).

5. Protection fusible (10) selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la première partie (20) et la deuxième partie (22) de l'élément de maintien (16) sont soudées ou rivetées l'une sur l'autre.
6. Protection fusible (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la deuxième partie (22) de l'élément de maintien (16) est coudée par rapport à l'orientation préférentielle de la nervure conductrice (14).
7. Protection fusible (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément de maintien (16) fait partie intégrante d'une grille estampée.
8. Protection fusible (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la nervure conductrice (14) présente une enveloppe en agent fondant qui contient un acide carboxylique ou un sel d'acide carboxylique et qui est formée par une couche de vernis.
9. Procédé de fabrication d'une protection fusible (10) qui présente un élément de maintien (16) et une nervure conductrice (14) destinée à couper un conducteur (12) conduisant une tension et/ou un courant en cas de défaut thermique, l'élément de maintien (16) présentant une première partie (20) et une deuxième partie (22), la deuxième partie (22) servant à relier l'élément de maintien (16) au conducteur (12) conduisant une tension et/ou un courant et la nervure conductrice (14) étant placée en correspondance mécanique et/ou en correspondance géométrique sur ou dans la première partie (20) de l'élément de maintien (16), **caractérisé en ce que** une brasure (28) est réalisée dans ou sur la première partie (20) de l'élément de maintien (16) de telle sorte que le fond (30, 38) et/ou la paroi intérieure (32, 34) de la première partie (20) soient mouillés par la brasure (28), **en ce que** l'élément de maintien (16) et/ou la nervure conductrice (14) sont chauffés à une température dont la valeur est comprise entre le point de fusion de la brasure (28) et le point de fusion de la nervure conductrice (14), **en ce que** la nervure conductrice (14) est placée sur ou dans la première partie (20) de l'élément de maintien (16) de telle sorte que la nervure conductrice (14) entre en contact avec la brasure (28) et **en ce que** la protection fusible (10) est refroidie de telle sorte que la brasure (28) se solidifie.
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la première partie (20) de l'élément de maintien (16) est configurée comme corps creux (24) ouvert

d'un côté qui est déformé mécaniquement avant ou après le chauffage.

11. Procédé selon l'une des revendications 9 ou 10 qui précèdent, **caractérisé en ce que** le chauffage s'effectue par une impulsion thermique qui est appliquée sur la deuxième partie (22) de l'élément de maintien (16), sur un rehaussement (36) du corps creux (24) ou sur la nervure conductrice (14). 5
10
12. Procédé selon l'une des revendications 9 ou 10 qui précèdent, **caractérisé en ce que** le chauffage s'effectue par une impulsion thermique qui est appliquée sans contact par laser, par lumière infrarouge ou similaires. 15
13. Procédé selon l'une des revendications 9 ou 10 qui précèdent, **caractérisé en ce que** le chauffage n'a lieu qu'après l'insertion de la nervure conductrice (14) dans le corps creux (24). 20
14. Procédé selon l'une des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** le procédé comporte en outre une étape qui consiste à appliquer un agent fondant ou un activateur sur la nervure conductrice (14), un film de vernis étant formé sur la nervure conductrice (14). 25
15. Procédé selon l'une des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce que** le procédé comporte en outre une étape qui consiste à vérifier visuellement la liaison entre la première partie (20) de l'élément de maintien (16) et la nervure conductrice (14) placée en correspondance mécanique et/ou en correspondance géométrique. 30
35
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la vérification s'effectue de manière automatique. 40
17. Procédé selon l'une des revendications 15 ou 16, **caractérisé en ce que** la vérification s'effectue à l'aide d'une tête de vérification (50) disposée de manière à pouvoir se déplacer pour saisir une partie (52) qui doit être vérifiée sur la première partie (20) de l'élément de maintien (16). 45
18. Procédé selon l'une des revendications 15 à 17, **caractérisé en ce que** lors de l'étape de vérification, le résultat de la constatation qu'une brasure est sans défaut est délivré si un ménisque de brasure est détecté lors de la liaison entre la première partie (20) de l'élément de maintien (16) et la nervure conductrice (14) placée en correspondance mécanique et/ou en correspondance géométrique. 50
55

Fig. 1

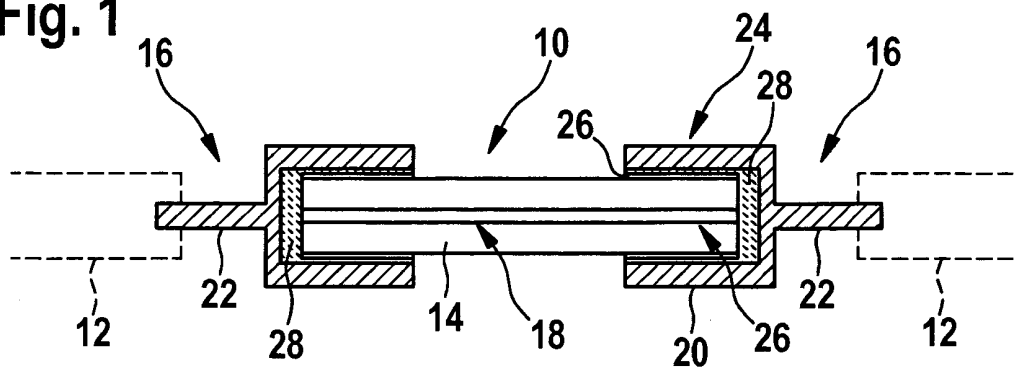


Fig. 2

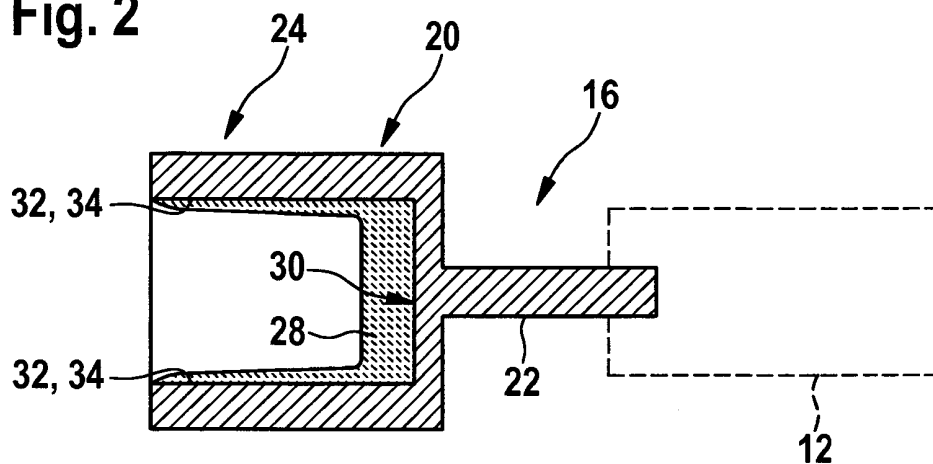


Fig. 3

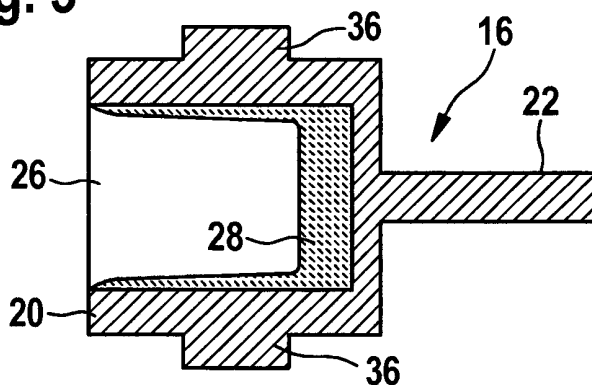


Fig. 4b

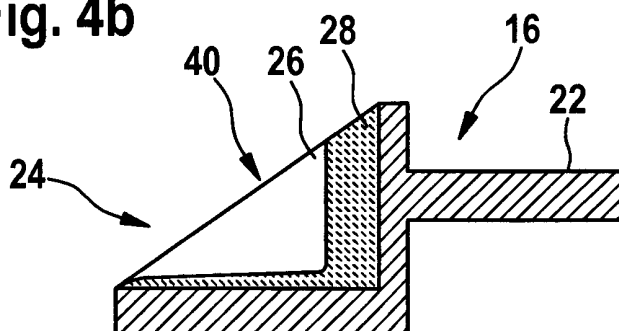


Fig. 4a

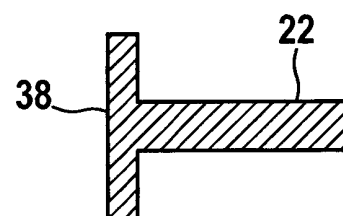


Fig. 5A

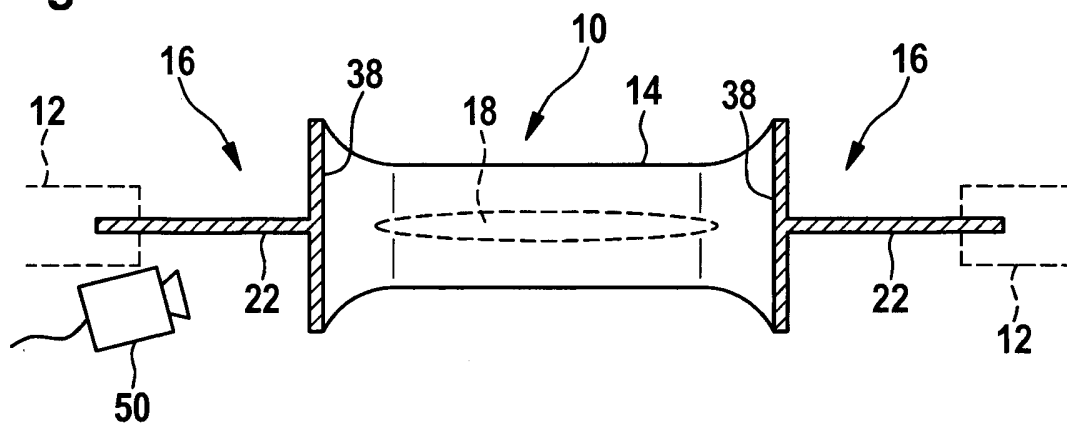


Fig. 5B

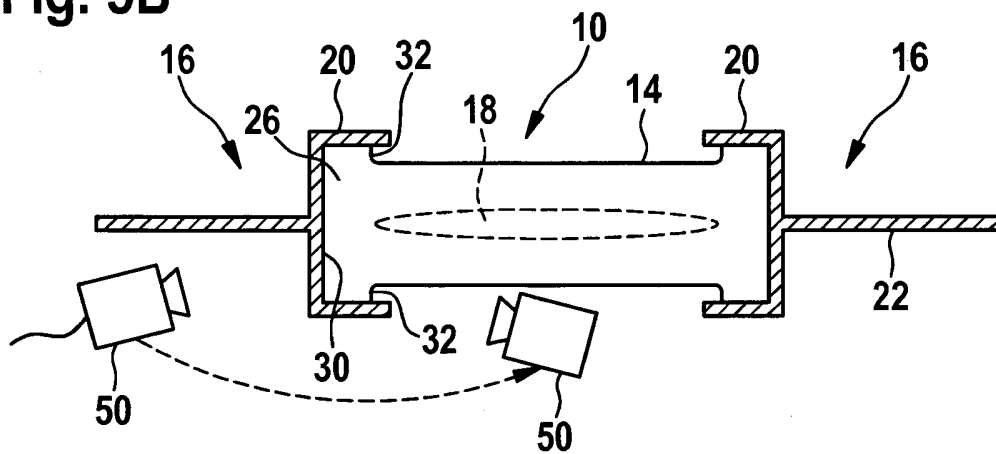


Fig. 6A

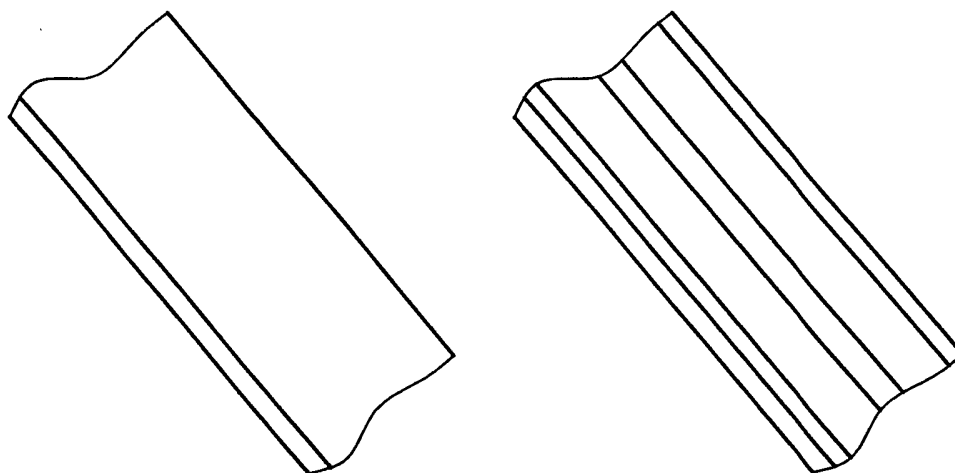


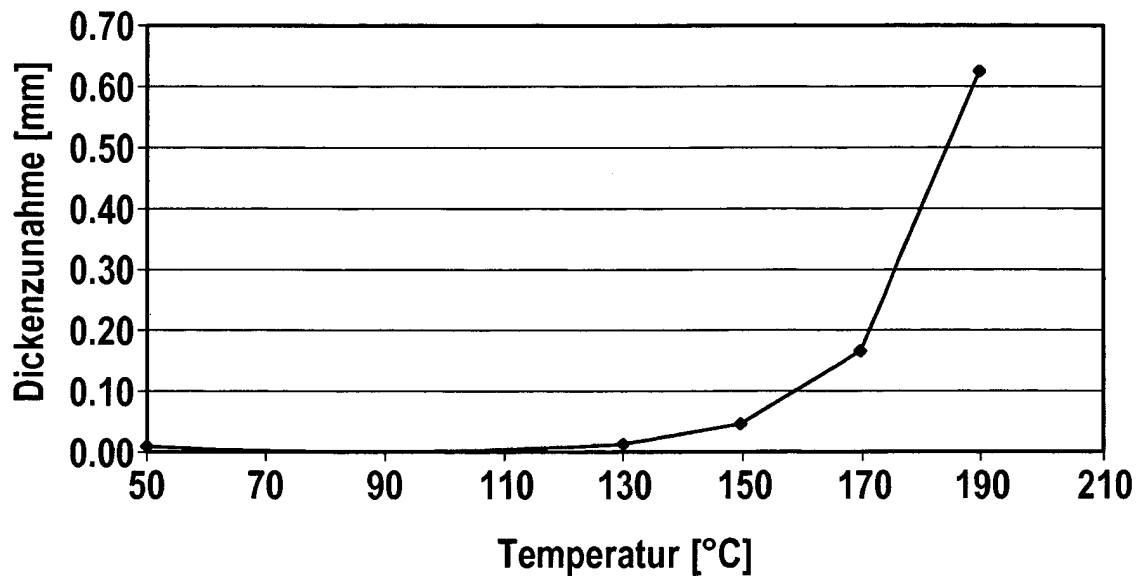
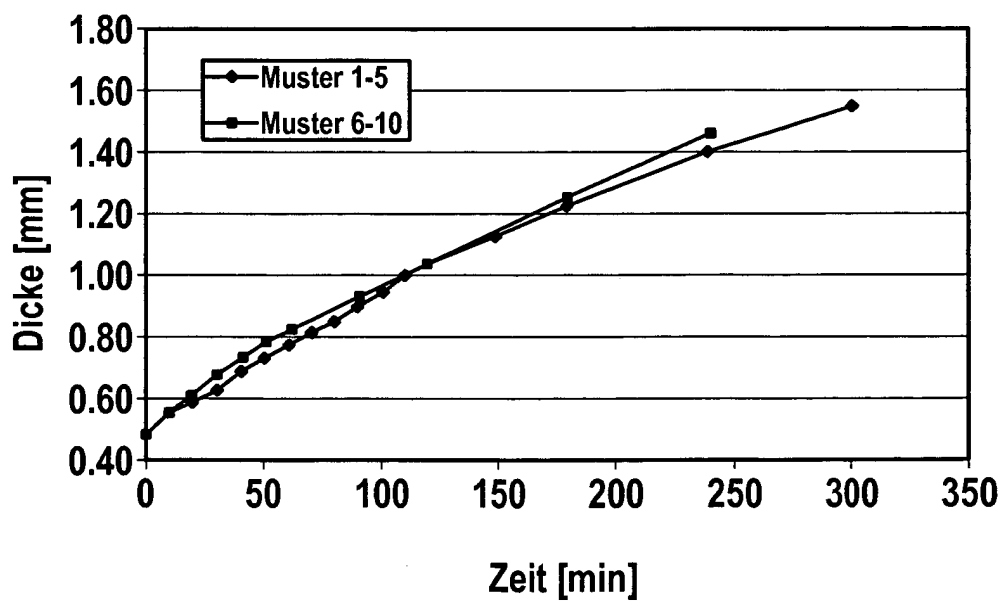
Fig. 6B**T-Abhängigkeit Verformung nach 30 min****Zeitabhängigkeit Verformung bei 170°C**

Fig. 7

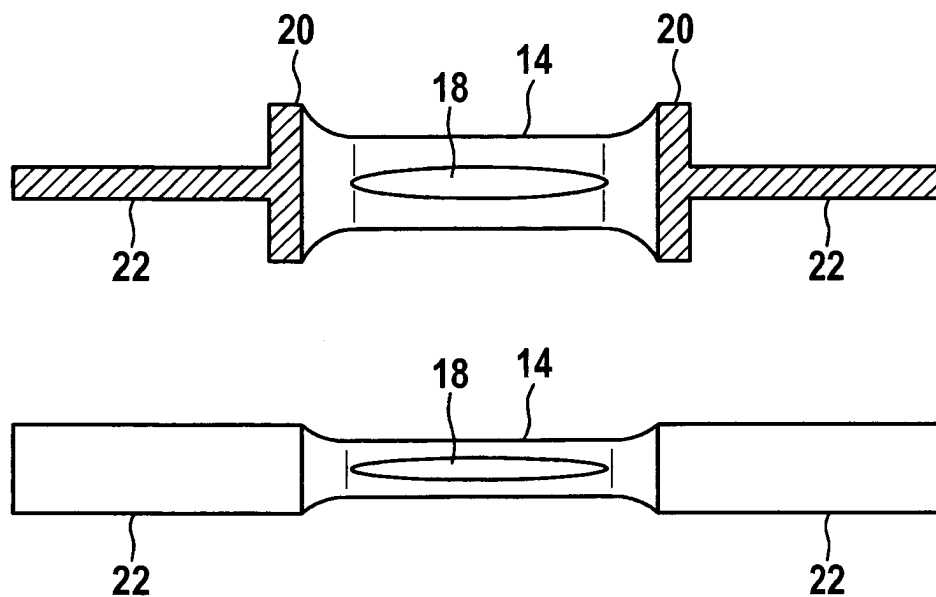


Fig. 8

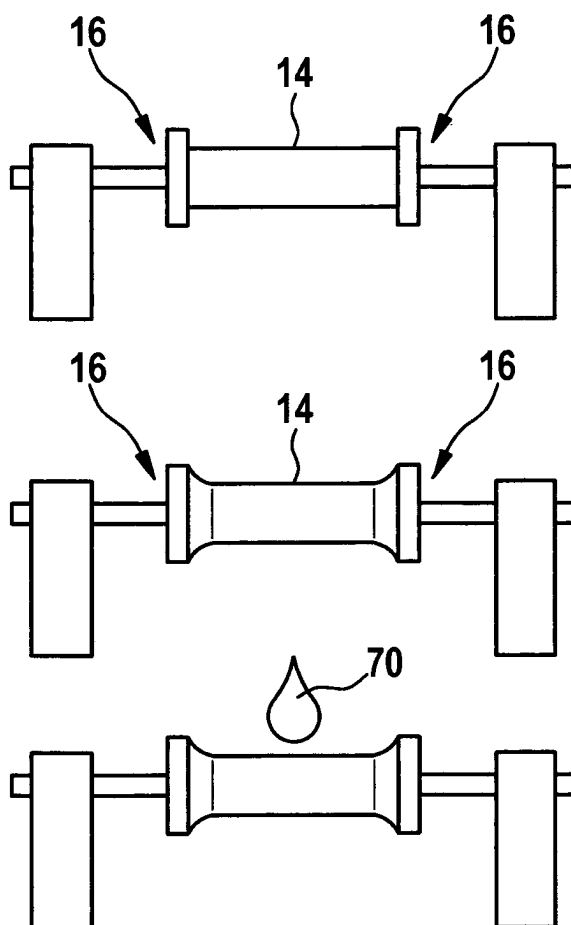
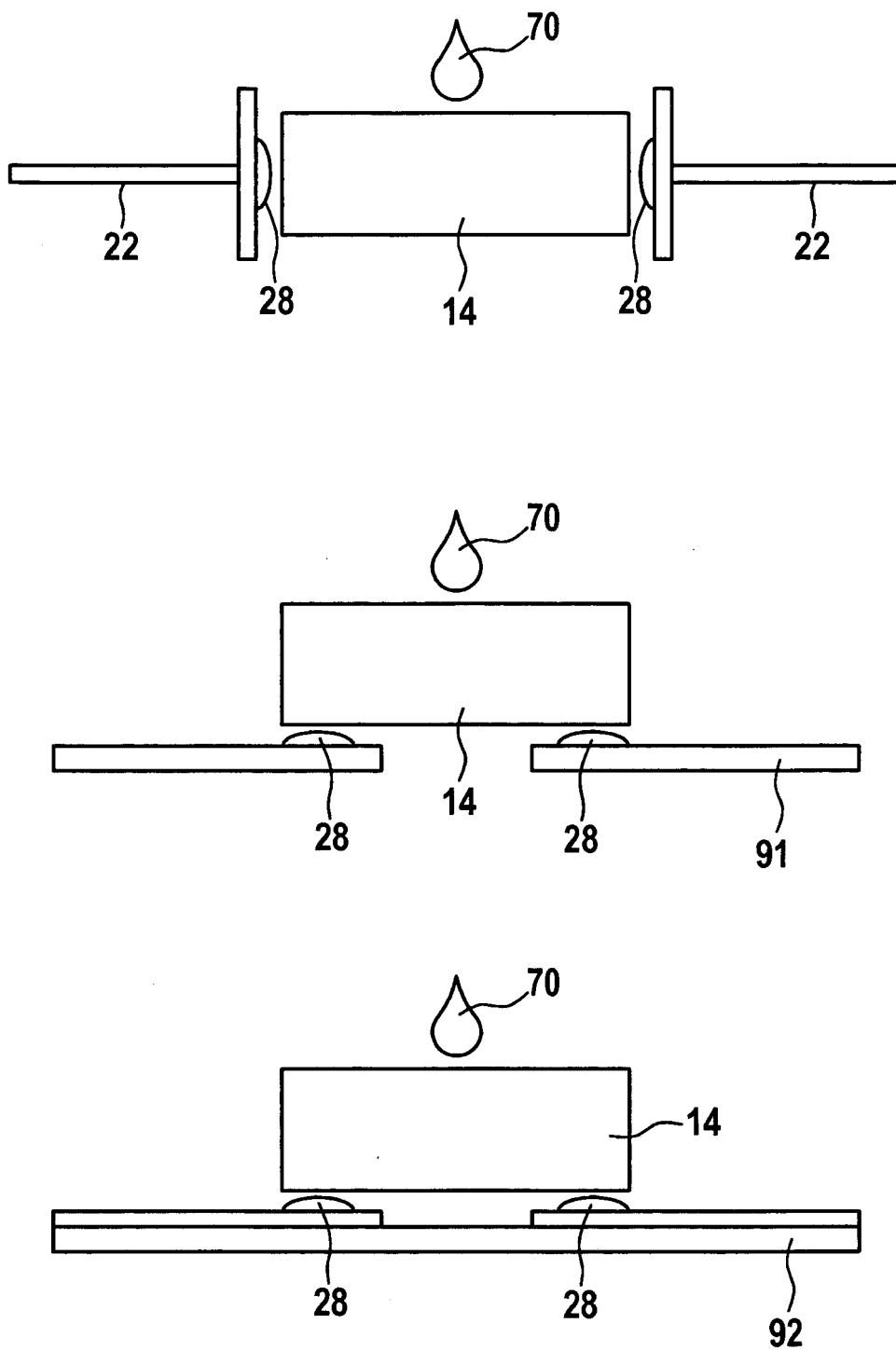


Fig. 9



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 6737770 B2 [0003] [0004]
- EP 1120888 A1 [0004]
- WO 0008665 A [0004]
- DE 3909302 A1 [0005]
- DE 1588425 A [0006]
- US 3386063 A [0006]
- US 3168632 A [0006]