

(19)



(11)

EP 3 087 579 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.08.2018 Patentblatt 2018/32

(51) Int Cl.:
H01H 69/02 ^(2006.01) **H01H 85/041** ^(2006.01)
H01H 85/11 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13824496.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/077913

(22) Anmeldetag: **23.12.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/096853 (02.07.2015 Gazette 2015/26)

(54) **SCHMELZLEITER, SCHMELZSICHERUNG, VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER SCHMELZSICHERUNG, SMD-SICHERUNG UND SMD-SCHALTUNG**

FUSE CONDUCTOR, FUSE PROTECTION, METHOD FOR PRODUCING FUSE PROTECTION, SMD FUSE PROTECTION AND SMD SWITCH

CONDUCTEUR FUSIBLE, COUPE-CIRCUIT A FUSIBLE, PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN COUPE-CIRCUIT A FUSIBLE, D'UN FUSIBLE A SMD ET D'UN COMUTATEUR A SMD

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

• **BLÄTTLER, Hans-Peter**
CH-6043 Adligenswil (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.2016 Patentblatt 2016/44

(74) Vertreter: **TSWpat Luzern AG**
Postfach 3128
6002 Luzern (CH)

(73) Patentinhaber: **Schurter AG**
6002 Luzern (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-99/16097 **DE-A1-102005 002 091**
US-A- 5 898 357 **US-A- 5 900 798**
US-A1- 2007 018 774

(72) Erfinder:
• **STRAUB, Peter**
CH-6317 Oberwil/Zug (CH)

EP 3 087 579 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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schmelzleiter, eine Schmelzsicherung, ein Verfahren zum Herstellen einer Schmelzsicherung, eine SMD-Sicherung und eine SMD-Schaltung.

[0002] Für viele Schaltungsanwendungen, beispielsweise in der Automobil-Technik, Mess- und Regelungstechnik, usw., werden kleine, oberflächenmontierbare (Surface-Mounted Device SMD) Gerätesicherungen, bzw. Schmelzsicherungen benötigt. Zum Beispiel beschreiben die Druckschriften WO 99/16097 A1, DE 10 2005 002091 A1, US 5 900 798 A und US 5 898 357 A Sicherungen, bei denen ein Schmelzleiter und eine Auflage jeweils Materialien umfassen, welche beim Leiten eines elektrischen Stroms durch den Schmelzleiter eine Diffusion eingehen. Aus technischen Gründen sowie aus Kostengründen werden solche Gerätesicherungen wie in der Leiterplattentechnik üblich realisiert. SMD-Sicherungen, welche Schmelzsicherungen umfassen, werden meist automatisch durch Pick-and-Place Automaten auf FR4-Leiterplatten positioniert und platziert. Anschließend werden die SMD-Sicherungen mittels Reflow-Lötprozesse oder Wellenlötverfahren auf der Leiterplatte verlötet. Als Basismaterialien für SMD-Sicherungen werden beispielsweise FR4-Leiterplattenmaterialien oder Al_2O_3 -Keramiken verwendet, also alle üblichen Basismaterialien zur Leiterplattenherstellung.

[0003] Schmelzsicherungen umfassen einen auf einem Basisträger angeordneten Schmelzleiter, welcher beispielsweise Kupfer umfasst. Der Schmelzleiter dient üblicherweise zum Absichern von Überströmen und schützt hierdurch nachgeordnete elektronische Bauteile.

[0004] Schmelzsicherungen haben einen Nachteil, dass die Basisträger zumeist begrenzte Betriebstemperaturen haben. So liegt beispielsweise die Betriebstemperatur eines Basisträgers aus FR4-Basismaterial bei lediglich 200°C . Höhere Temperaturen schädigen das FR4-Basismaterial. Hierbei delaminiert das Material und löst sich der zumeist aus einer Kupferfolie bestehende Schmelzleiter vom Basisträger ab. Nach kurzer Zeit treten eine Dekomposition und Verkohlung des Materials auf. Durch die Verkohlung entstehen wiederum leitfähige Schichten mit einem im Vergleich geringen elektrischen Widerstand, welche dann unzulässig tiefe Isolationswiderstände erzeugen.

[0005] Um diesem Problem zu begegnen, ist es bekannt, den Basisträger aus einer Al_2O_3 -Keramik herzustellen, welche wesentlich höhere Temperaturen als beispielsweise 200°C ertragen kann ohne Schaden zu nehmen. Es wirkt sich allerdings als nachteilig aus, dass der Ausdehnungskoeffizient (Coefficient of Thermal Expansion CTE) dieser Al_2O_3 -Keramik meist weniger als 8 ppm/K beträgt und sich somit stark vom Ausdehnungskoeffizienten CTE von Kupfer unterscheidet, welcher 17 ppm/K beträgt. Durch diese hohe Differenz zwischen den Ausdehnungskoeffizienten des Basisträgers aus Al_2O_3 -Keramik und Kupfer entstehen mechanische

Spannungen zwischen dem Kupfer-Schmelzleiter und dem Keramik-Basisträger. Hierdurch besteht eine erhöhte Bruchgefahr. Zudem sind Keramiksubstrate an sich sehr brüchig und entziehen dem Schmelzleiter viel Wärmeenergie. Somit sind Schmelzsicherungen mit kleinen Nennströmen und flinker Charakteristik auf dieser Al_2O_3 -Keramik schwierig zu realisieren. Zudem brechen diese Keramik-Schmelzsicherungen häufig, sobald der Schmelzleiter auf Torsion oder Biegung belastet wird.

[0006] Es besteht ein Nachteil im Stand der Technik, dass Thermosicherungen nicht auf SMD-Basis mittels beispielsweise Reflow-Lötprozess verlötet werden können. Der Grund hierfür ist darin zu finden, dass die bekannten Thermosicherungen bei den hierbei auftretenden hohen Temperaturen in einem Bereich von 240°C bis 265°C sofort auslösen.

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Schmelzleiter, eine Schmelzsicherung, ein Verfahren zum Herstellen einer Schmelzsicherung, eine SMD-Sicherung und eine SMD-Schaltung bereitzustellen, bei welchen die zuvor genannten Probleme gelöst sind.

[0008] Diese Aufgabe wird durch einen Schmelzleiter gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0009] Erfindungsgemäss umfasst der Schmelzleiter zwei Anschlusskontakte und eine zwischengeordnete Leiterbahn, wobei die Leiterbahn wenigstens abschnittsweise einen in Relation zu den Anschlusskontakten reduzierten Leitungsquerschnitt hat, ferner umfassend wenigstens eine Auflage, wobei der Schmelzleiter und die Auflage jeweils Materialien umfassen, welche beim Überschreiten einer vorbestimmten Umgebungstemperatur und beim Leiten eines elektrischen Stroms durch den Schmelzleiter eine Diffusion eingehen.

[0010] Hierdurch ist auf überraschend einfache Weise ein Schmelzleiter geschaffen, welcher bei den beim Verlöten auftretenden hohen Temperaturen nicht auslöst, jedoch im Betrieb bei hohen Umgebungstemperaturen von beispielsweise mehr als 200°C auslösen wird.

[0011] Erzielt wird dieser Vorteil durch einen Diffusionsprozess, welcher aktiviert wird, sobald die Umgebungstemperatur eine vorbestimmte Temperatur, beispielsweise 200°C , übersteigt und zusätzlich ein elektrischer Strom (z.B. Nennstrom) durch den Schmelzleiter fließt. Dieser Diffusionsprozess findet in einem Bereich statt, in welchem die wenigstens eine Auflage mit dem Schmelzleiter in Verbindung steht (auch Diffusionszone genannt). Unter diesen Umständen umfasst der Diffusionsprozess ein Eindiffundieren der Atome des Materials des Schmelzleiters in das Material von der Auflage. Hierdurch wird eine Legierung aus diesen beiden Materialien gebildet. Durch den Diffusionsprozess wird die Diffusionszone hochohmig mit hoher Verlustleistung $P=I_n^2 \times R$ auch bei Nennstrom. Hierdurch sinkt wiederum die Schmelztemperatur der Diffusionszone von 1080°C auf ca. 500°C . Innerhalb dieser Diffusionszone wird somit die reduzierte Schmelztemperatur von ca. 500°C auch schon bei geringen Strömen (z.B. Nennstrom) erreicht, wodurch der Schmelzleiter auslösen wird und vorteilhaft

terweise der Stromkreis zuverlässig unterbrochen wird. Neben der neuen Eigenschaft der Schmelzsicherung zum Absichern gegen Übertemperatur, behält die Schmelzsicherung unter ursprünglichen Bedingungen die Eigenschaft bei, weiterhin als Schmelzsicherung zum Absichern gegen Überstrom zu wirken. Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemässen Schmelzleiters besteht darin, dass der Schmelzleiter im Betrieb bei vorbestimmten hohen Umgebungstemperaturen (Übertemperatur-Schwellwert) von beispielsweise mehr als 200°C auslöst, auch wenn kein Überstrom fliesst. Unter dem Begriff Auslösen ist hierbei ein Schmelzen bzw. Durchbrennen des Schmelzleiters gemeint.

[0012] Der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn ist in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung des Schmelzleiters in Relation zu dem Leitungsquerschnitt der Anschlusskontakte wenigstens abschnittsweise reduziert. Diese Relation hat hierbei einen Wert kleiner 1 (<1). Beispielsweise sind die Leitungsquerschnitte der Anschlusskontakte in Relation zueinander konstant. Somit ist ein Schmelzleiter geschaffen welcher in der Draufsicht ein H-Profil aufweist. Der Schmelzleiter kann selbstverständlich auch ein anderes Profil aufweisen, solange die Flächen der Anschlusskontakte in Relation zur Leiterbahn möglich gross sind. Die Flächen der Anschlusskontakte können rechteckig, kreisförmig, elliptisch oder dreieckig sein. Der Schmelzleiter kann durch Ausstanzen eines einstückigen Materials ausgebildet sein. Alternativ kann der Schmelzleiter durch Zuschnitt, beispielsweise mittels Laser, ausgebildet sein.

[0013] Die jeweilige Umgebungstemperatur, bei welcher der Schmelzleiter auslöst, kann durch Auswahl der Relation von dem Leitungsquerschnitt der Leiterbahn zum Leitungsquerschnitt der Anschlusskontakte vorbestimmt werden. Durch entsprechende Auswahl der zuvor erwähnten Relation kann ebenfalls ein Überstrom-Schwellwert definiert werden, ab welchem der Schmelzleiter auslösen wird.

[0014] Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht darin, dass eine mit einem solchen Schmelzleiter bereitgestellte Schmelzsicherung auf SMD-Basis durch beispielsweise einen Reflow-Lötprozess mit der Leiterplatte verbunden werden kann, ohne dass der Schmelzleiter bei den hierbei auftretenden hohen Temperaturen auslösen wird. Da nämlich im Verlaufe dieses Prozesses (Reflow-Lötprozess) kein Strom fliesst, rufen diese hohen Temperaturen auch keine Veränderung beim Schmelzleiter hervor. Somit kann eine mit diesem Schmelzleiter bereitgestellte Schmelzsicherung problemlos durch einen Reflow-Lötprozess nach beispielsweise JEDEC Norm (240°C bis 265°C, 10s) auf der Leiterplatte verlötet werden.

[0015] Vorzugsweise ist die wenigstens eine Auflage wenigstens abschnittsweise innerhalb der Leiterbahn angeordnet. Hierdurch wird zuverlässig sichergestellt, dass im Falle eines Auslösens des Schmelzleiters, d.h. beim Schmelzen oder Durchbrennen der Leiterbahn des Schmelzleiters, keinerlei Strom zwischen den An-

schlusskontakten fliessen wird. Durch entsprechende Auswahl der jeweiligen Erstreckung der dem Schmelzleiter bereitgestellten Auflage (z.B. Länge, Breite und Dicke in Relation zum Schmelzleiter) können Auslösecharakteristiken der Leiterbahn des Schmelzleiters bestimmt werden. Erfindungsgemäss ist die wenigstens eine Auflage innerhalb der Leiterbahn angrenzend zu einem der Anschlusskontakte des Schmelzleiters angeordnet. Hierdurch kann die Diffusionszone besonders dicht an einem angrenzenden, im Hinblick auf Überstrom und Übertemperatur zu schützenden elektronischen Bauelement (z.B. Leistungstransistor) platziert werden. Es kann eine Auflage angrenzend zu einem Anschlusskontakt vorgesehen sein oder es können zwei Auflagen jeweils angrenzend zu den beiden Anschlusskontakten vorgesehen sein. Schmelzsicherungen werden zunehmend für die Absicherung von Leistungstransistoren auf Schaltplatinen zur Anwendung in energiereichen Einrichtungen benötigt, wie beispielsweise Automobiltechnik, Heizungs- und Lüftungstechnik, erneuerbare Energien, usw. Energiereiche Anwendungen werden heutzutage optimal geregelt, um somit beispielsweise den Energieverbrauch zu reduzieren. Hierbei arbeiten die Leistungstransistoren oftmals im Pulsbetrieb. Im fehlerfreien Betrieb wird die maximale thermische Belastung der Leistungstransistoren im Pulsbetrieb nicht überschritten. Werden die Leistungstransistoren hingegen im Fehlerfall mit einem konstanten Signal angesteuert oder ist der Leistungstransistor beschädigt, treten im Leistungstransistor hohe Temperaturen von beispielsweise über 200°C auf. Hierdurch entsteht eine Brandgefahr. Durch den Schmelzleiter gemäss der Erfindung, welcher bei einem Übersteigen von einer vorbestimmten hohen Temperatur unverzüglich auslöst, wird jedoch diese Gefahr verhindert. Dieser vorteilhafte Effekt wird weiter erhöht, indem die Schmelzsicherung in unmittelbarer Nähe des Leistungstransistors montiert wird. Indem die Diffusionszone, d.h. die Auflage, in einem Bereich der Leiterbahn angrenzend zu einem der Anschlusskontakte des Schmelzleiters angeordnet wird, d.h. indem die Diffusionszone nahe der Kontakte des Schmelzleiters und somit möglichst nahe am Leistungstransistor bereitgestellt wird, kann die Zuverlässigkeit des Auslösens des Schmelzleiters weiter erhöht werden.

[0016] Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung liegt darin, dass ein dem Schmelzleiter zugrundeliegender Basisträger am Randbereich, d.h. angrenzend zu einem der Anschlusskontakte des Schmelzleiters, eine verminderte Wärmeableitfähigkeit aufweist als beispielsweise im Mittenbereich. Indem die Diffusionszone somit in einem so weit wie möglich aussermittigen Bereich des Basisträgers angeordnet wird, d.h. in einem Bereich angrenzend zu einem der Kontakte des Schmelzleiters, wird das Überschreiten einer vorbestimmten Umgebungstemperatur, beispielsweise 200°C, rascher und zuverlässiger detektiert und somit unmittelbar zum Auslösen des Schmelzleiters führen. Dieser Effekt wird unterstützt, indem, in Draufsicht auf den Schmelzleiter betrachtet, die

Fläche eines jeweiligen Anschlusskontaktes in Relation zur Leiterbahn möglichst gross ausgebildet ist. Hierdurch weisen die Anschlusskontakte in Relation zur Leiterbahn bessere Eigenschaften zur Wärmeableitung auf. In Längsrichtung des Schmelzleiters betrachtet, werden somit die höchsten Temperaturwerte vorteilhafterweise in der Mitte der Leiterbahn auftreten. Durch Auswahl der Relation zwischen der jeweiligen Breite der Anschlusskontakte und der Breite der Leiterbahn, in Längsrichtung des Schmelzleiters betrachtet, ist einer von mehreren Design-Parametern gegeben, durch welchen ein Auslösen des Schmelzleiters bei Übertemperatur und/oder Überstrom vorbestimmt werden kann. Ein weiterer Design-Parameter ist gegeben durch die Auswahl ob ein oder zwei Auflagen vorgesehen werden.

[0017] Vorzugsweise geht der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn schrittweise zunehmend auf den Leitungsquerschnitt der Anschlusskontakte über. Der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn kann hierbei linear oder nicht-linear zunehmen. In dieser Ausführungsform nimmt der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn an jeweils beiden Enden der Leiterbahn mit minimalem Leitungsquerschnitt schrittweise zu und wächst auf einen maximalen Leitungsquerschnitt an, welcher gleich dem Leitungsquerschnitt der Anschlusskontakte ist. Der Leitungsquerschnitt der Anschlusskontakte kann von diesem Abschnitt ausgehend konstant verlaufen. In dieser Ausgestaltung nimmt der Schmelzleiter eine in Draufsicht anmutende Knochenform an.

[0018] Vorzugsweise ist die wenigstens eine Auflage wenigstens abschnittsweise innerhalb der Leiterbahn in einem Bereich des schrittweise zunehmenden Leitungsquerschnitts angeordnet. Hierdurch ist ein weiterer Design-Parameter gegeben, durch welchen eingestellt werden kann, ab welcher Temperatur und/oder ab welchem Stromwert der Schmelzleiter auslösen soll.

[0019] Vorzugsweise ist die wenigstens eine Auflage in einem Bereich der Leiterbahn mit schrittweise zunehmendem Leitungsquerschnitt angrenzend zu einem Abschnitt der Leiterbahn mit minimalem Leitungsquerschnitt angeordnet. Hierdurch löst der Schmelzleiter zuverlässig bei Übertemperatur und/oder Überstrom aus.

[0020] Vorzugsweise umfasst der Schmelzleiter ferner wenigstens eine in die Leiterbahn eingebrachte Ausnehmung, in welcher die wenigstens eine Auflage angeordnet ist. Hierdurch ist die Diffusionszone insgesamt verdünnt, so dass eine zum Auslösen des Schmelzleiters notwendige bzw. ausreichende Diffusion der Atome des Materials des Schmelzleiters in das Material der Auflage hinein schneller abläuft. Mit abnehmender Materialstärke der Leiterbahn des Schmelzleiters im Bereich der Ausnehmung, resp. mit zunehmender Tiefe der Ausnehmung, sinkt der Temperatur-Schwellwert zum Auslösen des Schmelzleiters. Auch sinkt der Strom-Schwellwert zum Auslösen bei Überstrom. Somit ist das Ausmass der Ausnehmung ein wichtiger Design-Parameter, durch welchen der Temperatur-Schwellwert und der Strom-Schwellwert eingestellt bzw. definiert werden.

[0021] Vorzugsweise ist die wenigstens eine Ausnehmung durchgehend quer zur Längsrichtung der Leiterbahn ausgerichtet. Der Schmelzleiter ist üblicherweise als ein langgestreckter, dünner Streifenkörper ausgebildet. Die Ausnehmung ist an der Oberfläche und senkrecht zur Stromrichtung in das Material der Leiterbahn eingebracht. Im Falle eines Auslösens des Schmelzleiters kann somit der Stromfluss komplett unterbrochen werden. Die Ausnehmung wird beispielsweise mittels Fotolithographie, eines Lasers, usw. in die Leiterbahn eingebracht. Diese Ausnehmung wird dann mit dem Material der Auflage gefüllt, beispielsweise mittels eines galvanischen Prozesses. Die Ausnehmung kann teilweise oder vollständig gefüllt werden. Die Ausnehmung kann auch über den Rand der Ausnehmung hinweg mit dem Material der Auflage gefüllt werden. Es kann eine oder es können mehrere Ausnehmungen vorgesehen sein, welche jeweils mit einer Auflage befüllt werden.

[0022] Vorzugsweise umfasst das Material des Schmelzleiters Kupfer und umfasst das Material der Auflage Zinn. Herkömmliche Schmelzleiter zum Schutz gegen Überstrom sind üblicherweise aus Kupfer ausgebildet. Mit der Auswahl von Zinn als Material der Auflage ist ein hervorragendes Material gefunden, welches bei Übertemperatur und Stromfluss durch den Schmelzleiter eine Diffusion mit dem Kupfer als Material des Schmelzleiters eingeht. Im Falle des Diffusionsprozesses diffundieren die Kupferatome ins Zinn ein und wird somit eine Kupfer-Zinn-Legierung gebildet. Im Normalbetrieb, beispielsweise beim Leiten eines Nennstroms durch den Schmelzleiter bei Umgebungstemperaturen von 125°C über einen längeren Zeitraum, ruft diese Belastung beim Schmelzleiter keinerlei Veränderung hervor.

[0023] Die zuvor genannte Aufgabe wird ebenso durch eine Schmelzsicherung gelöst, welche einen Schmelzleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und ferner einen Basisträger aus einem elektrisch isolierenden Material umfasst, wobei der Schmelzleiter auf einer Fläche des Basisträgers angeordnet ist. Als Basisträger kann beispielsweise ein FR4-Basismaterial oder eine Al_2O_3 -Keramik verwendet werden. Ein Vorteil dieser Schmelzsicherung besteht darin, dass sie nicht nur gegen Überstrom sondern zusätzlich gegen Übertemperatur zuverlässig absichert. Im Gegensatz zu bekannten Thermosicherungen löst die Schmelzsicherung gemäss der Erfindung jedoch nicht beim Verlöten, beispielsweise mittels eines Reflow-Lötprozesses, aus. Übliche Thermosicherungen würden bei den hierzu notwendigen hohen Temperaturen von beispielsweise 240°C - 265°C sofort auslösen, sodass hiergegen bislang aufwendige Gegenmassnahmen getroffen werden, wie beispielsweise die Bereitstellung von Drahtabschlüssen. Durch den besonderen Vorteil der Schmelzsicherung gemäss der Erfindung ist eine automatische Bestückung möglich und ist zudem der Aufwand hierzu im Gegensatz zum Stand der Technik stark reduziert, da beispielsweise auf die Bereitstellung von Drahtabschlüssen verzichtet werden kann. Zudem ist die erfindungsgemässe Schmelzsicherung

günstiger und viel kleiner als bislang bekannte Thermo-
sicherungen. Die Schmelzsicherung hält zudem alle be-
kannten Approbationen (IEC 60127 und UL248-14
Norm) ein. Ausserdem ist die Schmelzsicherung resis-
tent gegenüber starken Stromimpulsen.

[0024] Vorzugsweise sind die Schmelzleiter auf ge-
genüberliegenden Flächen des Basisträgers angeord-
net. Hierdurch kann eine Schmelzsicherung auf Basis
einer Multilayer-Konstruktion mit zwei Schmelzleitern in
Parallelschaltung bereitgestellt werden. Beispielsweise
können die Diffusionszonen der einzelnen Schmelzleiter
in Relation zur Längsrichtung an zueinander versetzten
Positionen angeordnet sein. Hierdurch ist eine weiter zu-
verlässige Auslösung der Schmelzsicherung im Falle einer
Übertemperatur gewährleistet.

[0025] Vorzugsweise umfasst die Schmelzsicherung
ferner zwei Basiskontakte, welche mit jeweils über den
Basisträger gegenüberliegenden Anschlusskontakten der
Schmelzleiter elektrisch verbunden sind. Somit ist
auf einfache Weise eine Schmelzsicherung geschaffen,
welche parallel verschaltete Schmelzleiter umfasst. Diese
Basiskontakte können ebenfalls aus Kupfer ausgebil-
det sein.

[0026] Vorzugsweise umfasst der Basisträger ein
Rogers4000 Material. Übliche Schmelzsicherungen sind
zumeist aus Basisträgern zusammengesetzt, welcher
beispielsweise FR4-Basismaterialien, bzw. Leiterplat-
tenmaterialien, oder Al_2O_3 -Keramiken umfassen. Das
FR4-Basismaterial besteht aus Glasgewebe, welches
mit Epoxidharz verstärkt ist. Dieses Material weist gute
Ausdehnungskoeffizienten in x- und y-Richtung auf. Diese
Ausdehnungskoeffizienten liegen im Bereich von 14
bis 17 ppm/K und kommen dem Ausdehnungskoeffizi-
enten von Kupfer als Material des Schmelzleiters mit 17
ppm/K sehr nahe. Kupferfolien, welche verschiedene
Stärken haben, beispielsweise 6, 9, 12, 18, 35, 70, 120
und $240\mu m$, werden auf dem FR4 Basismaterial unter
Druck und Temperatur aufgepresst und bilden die Basis
für den Schmelzleiter. Nachteilig wirken sich jedoch die
begrenzten Betriebstemperaturen der FR4-Basismateri-
alien aus, welche ca. max. $200^\circ C$ betragen. Noch höhere
Temperaturen schädigen das FR4-Basismaterial. Hier-
bei delaminiert das FR4-Basismaterial und löst sich eine
beispielsweise als Schmelzleiter bereitgestellte Kupfer-
folie von dem FR4-Basismaterial ab. Hiernach treten eine
Dekomposition und Verkohlung des FR4-Basismaterials
auf. Die Verkohlung ruft leitfähige, relativ niederohmige
Schichten hervor, welche somit unzulässig tiefe Isolati-
onswiderstände erzeugen.

[0027] Wie zuvor beschrieben, ist es ebenso bekannt,
eine Al_2O_3 -Keramik als Material des Basisträgers bereit-
zustellen. Diese Keramik hält gegenüber dem FR4-Ba-
sismaterial höheren Temperaturen stand. Allerdings ist
der Ausdehnungskoeffizient dieser Keramik von weniger
als 8 ppm/K sehr gering, sodass mechanische Spannun-
gen (Bruchgefahr) zwischen dem Schmelzleiter aus Kup-
fer und der Keramik entstehen. Zudem sind Keramiksub-
strate sehr brüchig und entziehen dem Schmelzleiter viel

Wärmeenergie. Eine Schmelzsicherung mit kleinen
Nennströmen und flinker Charakteristik ist auf Basis von
 Al_2O_3 -Keramik als Material des Basisträgers somit
schwierig zu realisieren. Zudem bricht eine solche
Schmelzsicherung leicht bei Beanspruchung des
Schmelzleiters auf Torsion oder Biegung.

[0028] Indem wie vorgeschlagen Rogers4000 Material
als Material des Basisträgers verwendet wird, werden
vorteilhafterweise alle Vorteile der Al_2O_3 -Keramik und
des FR4-Basismaterials vereinigt. Das Rogers4000 Ma-
terial eignet sich daher ausgezeichnet als Material des
Basisträgers der Schmelzsicherung. Dies gilt für alle Ar-
ten und Grössen des Basisträgers. Das Rogers4000 Ma-
terial ist zudem kompatibel mit allen Leiterplattenprozes-
sen und ist selbst bei Temperaturen von bis zu $300^\circ C$
dauerhaft beständig.

[0029] Vorzugsweise ist der wenigstens eine Schmelz-
leiter mit einem Schutzlack, insbesondere einem Poly-
mer-Schutzlack, beschichtet. Hierdurch ist der Schmelz-
leiter zuverlässig gegen Umwelteinflüsse geschützt.

[0030] Die zuvor genannte Aufgabe wird ebenso durch
ein Verfahren zum Herstellen einer Schmelzsicherung
gelöst, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: Bereit-
stellen von wenigstens einem Schmelzleiter umfassend
zwei Anschlusskontakte und eine zwischengeordnete
Leiterbahn, derart, dass die Leiterbahn wenigstens ab-
schnittsweise einen in Relation zu den Anschlusskontak-
ten reduzierten Leitungsquerschnitt hat; Bereitstellen
von einem Basisträger; Bereitstellen des Schmelzleiters
mit wenigstens einer Auflage, wobei der Schmelzleiter
und die Auflage jeweils aus Materialien ausgewählt wer-
den, welche beim Überschreiten einer vorbestimmten
Umgebungstemperatur und beim Leiten eines elektri-
schen Stroms durch den Schmelzleiter eine Diffusion ein-
gehen; und Anordnen des wenigstens einen Schmelz-
leiters auf dem Basisträger. Durch das erfindungsge-
mässe Verfahren wird eine Schmelzsicherung herge-
stellt, welche schnell und zuverlässig bei Übertemperatur
auslöst. Zudem lässt sich diese Schmelzsicherung durch
nur wenige Schritte kostengünstig herstellen.

[0031] Durch jeweilige Auswahl der Relation zwischen
dem Leitungsquerschnitt der Leiterbahn und dem Lei-
tungsquerschnitt der Anschlusskontakte wird die Umge-
bungstemperatur (Übertemperatur-Schwellwert) vorbe-
stimmt, bei welcher der Schmelzleiter auslösen soll.
Durch diese Auswahl der Relation kann ebenfalls ein
Überstrom-Schwellwert definiert werden, ab welchem
der Schmelzleiter auslösen wird. Der Leitungsquer-
schnitt der Leiterbahn ist in einer Ebene senkrecht zur
Längsrichtung des Schmelzleiters in Relation zum Lei-
tungsquerschnitt der Anschlusskontakte reduziert. Somit
ist ein Schmelzleiter geschaffen, welcher in der Drauf-
sicht ein H-Profil aufweist. Alternativ kann der Leitungs-
querschnitt des Schmelzleiters linear oder nicht-linear
auf den Leitungsquerschnitt der Anschlusskontakte an-
wachsen. Somit ist ein Schmelzleiter geschaffen, wel-
cher in der Draufsicht einem Knochen-Profil entspricht.
Der Schmelzleiter wird im Falle von Übertemperatur

und/oder Überstrom stets in dem Abschnitt mit reduziertem Leitungsquerschnitts, d.h. im Verlaufe der Leiterbahn, auslösen. Der Schmelzleiter wird beispielsweise durch Ausstanzen eines einstückigen Materials ausgebildet. Alternativ wird der Schmelzleiter durch Zuschchnitt, beispielsweise mittels Laser, ausgebildet. Vorzugsweise wird die wenigstens eine Auflage wenigstens abschnittsweise innerhalb der Leiterbahn des Schmelzleiters angeordnet. Beim Auslösen des Schmelzleiters, d.h. beim Schmelzen oder Durchbrennen der Leiterbahn, wird der Stromfluss zwischen den Anschlusskontakten somit zuverlässig unterbrochen. Erfindungsgemäß wird die wenigstens eine Auflage innerhalb der Leiterbahn angrenzend zu einem der Anschlusskontakte des Schmelzleiters angeordnet. Durch Anordnen der Auflage in einem Bereich angrenzend zu einem der Anschlusskontakte des Schmelzleiters kann somit die Diffusionszone in nächster Nähe zu einem zu schützenden elektronischen Bauelement, beispielsweise ein Leistungstransistor, angeordnet werden. Durch die nächstmögliche Nähe zu diesem elektronischen Bauelement kann die Zuverlässigkeit weiter erhöht werden, mit welcher der Schmelzleiter beim Überschreiten einer vorbestimmten Temperatur schnell und zuverlässig auslösen wird.

[0032] Vorzugsweise umfasst der Schritt des Bereitstellens des Schmelzleiters mit der wenigstens einen Auflage ein Anordnen der Auflage in wenigstens einer in der Leiterbahn eingebrachten Ausnehmung. In Abhängigkeit von dem Ausmass der Ausnehmung (Länge, Breite und Geometrie in Längsrichtung des Schmelzleiters betrachtet) und der Tiefe von der Ausnehmung kann ein Temperatur-Schwellwert bestimmt bzw. definiert werden, bei dessen Überschreitung die Schmelzsicherung auslösen wird. Somit können Auslösecharakteristiken des Schmelzleiters einfach bestimmt werden.

[0033] Die zuvor genannte Aufgabe wird ebenso durch eine SMD-Sicherung gelöst, welche eine Schmelzsicherung nach einem der Ansprüche 9 bis 13 umfasst. Hierdurch ist die Bestückung einer SMD-Leiterplatine mit einer SMD-Sicherung als Thermoelement möglich.

[0034] Die zuvor genannte Aufgabe wird ebenso durch eine SMD-Schaltung gelöst, welche eine SMD-Sicherung nach Anspruch 17 umfasst. Hierdurch wird eine SMD-Schaltung geschaffen, welche wenigstens eine SMD-Sicherung zur thermischen Überwachung von einzelnen elektronischen Bauelementen umfasst.

[0035] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachstehend anhand von Figuren noch näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Schmelzsicherung gemäss der Erfindung in Perspektivdarstellung;

Figur 2 die in Figur 1 gezeigte Schmelzsicherung gemäss der Erfindung in einer Schnittansicht;

Figur 3 einen Schmelzleiter gemäss einer ersten Ausführungsform der Erfindung in Perspektivdarstellung;

Figur 4 den in Figur 3 gezeigten Schmelzleiter ge-

mäss der ersten Ausführungsform der Erfindung in einer Schnittansicht;

Figur 5 einen Schmelzleiter gemäss einer zweiten Ausführungsform der Erfindung in Perspektivdarstellung; und

Figur 6 den in Figur 5 gezeigten Schmelzleiter gemäss der zweiten Ausführungsform der Erfindung in einer Schnittansicht.

[0036] Bezugnehmend auf Figuren 1 und 2 umfasst eine Schmelzsicherung 10 gemäss der Erfindung zwei Schmelzleiter 12', 12'', welche jeweils auf in Längsrichtung der Schmelzsicherung 10 betrachtet gegenüberliegenden Flächen eines Basisträgers 14 angeordnet sind. Der Basisträger 14 besteht aus einem elektrisch isolierenden Material, welches auch bei hohen Temperaturen, beispielsweise bis zu 300°C, dauerhaft beständig ist. Besonders bevorzugt wird Rogers4000 Material als Material des Basisträgers 14 verwendet. Die auf dem Basisträger 14 aufliegenden Schmelzleiter 12', 12'' sind jeweils an ihrer der Aussenseite zugewandten Oberfläche mit einer Auflage 16', 16'' bereitgestellt. Die Auflagen 16', 16'' erstrecken sich jeweils in einem Bereich der Schmelzleiter 12', 12'', welcher sich quer zur Stromrichtung erstreckt.

[0037] Jeweilige Enden der gegenüberliegenden Schmelzleiter 12', 12'', auch als Anschlusskontakte bezeichnet, welche in Längsschnitttrichtung der Schmelzsicherung 10 betrachtet auf einer Ebene liegen, sind jeweils über Basiskontakte 18', 18'' elektrisch miteinander verbunden. Diese Basiskontakte 18', 18'' dienen als Anschlüsse der Schmelzsicherung 10 zum Leiten eines elektrischen Stroms in Längsrichtung der Schmelzsicherung 10. Die Schmelzleiter 12', 12'' und die Basiskontakte 18', 18'' sind beispielsweise aus Kupfer ausgebildet. Sobald der durch die Schmelzsicherung 10 geleitete Strom eine vorbestimmte bzw. definierte Stromgrösse (Strom-Schwellwert) übersteigt, wird auf übliche Weise einer der Schmelzleiter 12', 12'' schmelzen bzw. durchbrennen. Aufgrund des somit reduzierten Leitungsquerschnitts wird dann unmittelbar der weitere Schmelzleiter ebenfalls schmelzen bzw. durchbrennen. Der Strompfad ist somit unterbrochen.

[0038] Neben diesem Schutz vor Überstrom bietet die Schmelzsicherung 10 ebenfalls einen Schutz gegen Übertemperatur. Hierbei kommt die zuvor erwähnte Auflage 16', 16'' zum Tragen. Übersteigt nämlich die Umgebungstemperatur einen vorbestimmten Temperatur-Schwellwert, beispielsweise 200°C, und fliesst zusätzlich ein elektrischer Strom durch die Schmelzleiter 12', 12'', wird erfindungsgemäss ein Diffusionsprozess aktiviert, bei welchem die Atome des Materials des Schmelzleiters (Kupfer) in das Material der Auflage 16', 16'' eindiffundieren. Als Diffusionspartner ist hierzu das Material der Auflage 16', 16'' aus Zinn gewählt. In diesem Beispiel wird durch das Eindiffundieren der Kupferatome in die Zinn-Auflage eine Kupfer-Zinn-Legierung gebildet. Wie im Folgenden detaillierter erläutert, ist die Auflage

16', 16" zur Verstärkung des Diffusionsprozesses in einer in das Material des Schmelzleiters 12', 12" eingebrachten Ausnehmung 20', 20" eingefüllt.

[0039] Sobald die Umgebungstemperatur den vorbestimmten Temperatur-Schwellwert erreicht, bzw. übersteigt, diffundiert die Kupferschicht komplett in die Zinnschicht ein. Es entsteht auch bei Nennstrom eine hochohmige Diffusionszone mit hoher Verlustleistung $P=I_n^2 \times R$. Hierbei sinkt die Schmelztemperatur der Diffusionszone von beispielsweise 1080°C auf ca. 500°C. Die Diffusionszone ist durch entsprechende Wahl von Design-Parametern, wie beispielsweise Ausmass, Materialwahl, usw., derart entworfen, dass die reduzierte Schmelztemperatur von ca. 500°C auch schon bei relativ geringen Strömen erreicht wird und der Stromkreis somit zuverlässig durch Auslösen bzw. Durchbrennen der Schmelzleiter 12', 12" an der Stelle der Diffusionszone unterbrochen wird. Somit löst die Schmelzsicherung 10 auch dann bei vorbestimmten Umgebungstemperaturen (Übertemperatur) aus, beispielsweise mehr als 200°C, wenn kein Überstrom fliesst. Die Funktionsweise und der Vorteil der Schmelzsicherung 10 werden im Folgenden nach genauerer Betrachtung der Schmelzleiter erläutert.

[0040] Figuren 3 und 4 zeigen detailliert einen Schmelzleiter 12_1 gemäss einer ersten Ausführungsform der Erfindung jeweils in einer Perspektivdarstellung und in einer Schnittansicht. Der Schmelzleiter 12_1 ist einstückig aus zwei Anschlusskontakten 24_1', 24_1" und einer zwischen den Anschlusskontakten 24_1', 24_1" angeordneten Leiterbahn 26_1 zusammengesetzt, wobei die Leiterbahn 26_1 einen in Relation zu den Anschlusskontakten 24_1', 24_1" durchgehend reduzierten Leitungsquerschnitt hat. Der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn 26_1 ist über die gesamte Erstreckung der Leiterbahn 26_1 hinweg konstant. Zudem sind die Anschlusskontakte 24_1', 24_1" in Relation zur Leiterbahn 26_1 sehr grossflächig. Durch diese Ausgestaltung ist im Bereich der Anschlusskontakte 24_1', 24_1" eine wesentlich höhere Wärmeableitung ermöglicht als im Bereich der Leiterbahn 26_1 selber. In Längsrichtung des Schmelzleiters 12_1 betrachtet, ist die Temperatur ungefähr in der Mitte der Leiterbahn 26_1 am höchsten und nimmt in Richtung zu beiden Anschlusskontakten 24_1', 24_1" hin ab.

[0041] In der Draufsicht betrachtet, nimmt die Aussenform des Schmelzleiters 12_1 ein H-Profil an. Die Anschlusskontakte 24_1', 24_1" sind rechteckig ausgebildet, wobei die Anschlusskontakte 24_1', 24_1" auch andere Formen übernehmen können, solange insgesamt, in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung des Schmelzleiters betrachtet, der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn 26_1 in Relation zu dem Leitungsquerschnitt der Anschlusskontakte 24_1', 24_1" reduziert ist. Beispielsweise ist der Schmelzleiter 12_1 durch Ausstanzen eines einstückigen Materials (z.B. Kupfer) ausgebildet. Alternativ kann der Schmelzleiter 12 durch Zuschchnitt, beispielsweise mittels Laser, ausgebildet werden.

[0042] Die Auflage 16_1 ist in die Ausnehmung 20_1

eingefüllt, welche in dem Material der Leiterbahn 26_1 eingebracht ist. Obwohl in Figuren 3 und 4 nicht gezeigt, können an beiden Endabschnitten der Leiterbahn 26_1, an den Übergängen zu den Anschlusskontakten 24_1', 24_1", Ausnehmungen mit jeweils eingefüllten Auflagen bereitgestellt sein. Durch den im Bereich der Ausnehmung 20_1 reduzierten Leitungsquerschnitt der Leiterbahn 26_1 ist einer der Design-Parameter zum Einstellen bzw. Definieren des Temperatur-Schwellwerts aufgezeigt. Mit abnehmendem Leitungsquerschnitt der Leiterbahn 26_1 (Kupfer) wird der Temperatur-Schwellwert zunehmend reduziert. Somit gestattet die geometrische Form der Ausnehmung 20_1 insgesamt eine Möglichkeit zum Einstellen bzw. Definieren des Temperatur-Schwellwerts. Sobald die Aussentemperatur diesen Temperatur-Schwellwert übersteigt, hat dies ein Schmelzen bzw. Durchbrennen des Schmelzleiters 12_1 im Bereich der Leiterbahn 26_1 zur Folge. Als ein weiterer Design-Parameter zum Einstellen bzw. Definieren des Temperatur-Schwellwerts dient die Materialmenge der Auflage 16_1, d.h. die Zinnmenge. Ein weiterer Design-Parameter zum Einstellen bzw. Definieren des Temperatur-Schwellwerts ist durch die Wahl der Materialzusammensetzung der beiden Diffusionspartner aufgezeigt. Neben den hier vorgestellten Diffusionspartnern Kupfer und Zinn können auch weitere geeignete Diffusionspartner gewählt werden.

[0043] Zum Schützen des Schmelzleiters 12_1 gegen schädigende Ausseneinwirkungen kann dieser mit einem Schutzlack 22_1, beispielsweise ein Polymer-Schutzlack, beschichtet sein (siehe Figur 4).

[0044] Figuren 5 und 6 zeigen detailliert einen Schmelzleiter 12_2 gemäss einer zweiten Ausführungsform der Erfindung jeweils in einer Perspektivdarstellung und in einer Schnittansicht. Der Schmelzleiter 12_2 ist einstückig aus zwei Anschlusskontakten 24_2', 24_2" und einer zwischen den Anschlusskontakten 24_2', 24_2" angeordneten Leiterbahn 26_2 zusammengesetzt, gleich dem in Figuren 4 und 5 gezeigten Aufbau des Schmelzleiters 12_1 der ersten Ausführungsform.

[0045] Der Schmelzleiter 12_2 gemäss der zweiten Ausführungsform unterscheidet sich vom Schmelzleiter 12_1 gemäss der ersten Ausführungsform darin, dass sich der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn 26_2 an beiden Endabschnitten stufenförmig auf den grösseren Leitungsquerschnitt der Anschlusskontakte 24_2', 24_2" annähert. Im Gegensatz zur ersten Ausführungsform ist also der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn 26_2 nicht über die gesamte Erstreckung der Leiterbahn 26_2 hinweg konstant.

[0046] Wie in Figur 5 zu erkennen, nimmt der Leitungsquerschnitt linear zu. Die Leiterbahn 26_2 umfasst also, in der Draufsicht betrachtet, an ihren beiden Enden jeweils Abschnitte der Form von einem gleichschenkligen Trapez. In der Draufsicht betrachtet, nimmt die Aussenform des Schmelzleiters 12_2 somit ein knochenförmiges Profil an. Der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn 26_2 kann alternativ auch nicht-linear zunehmen, wo-

durch den Endabschnitten der Leiterbahn 26_2, in der Draufsicht betrachtet, eine vom gleichschenkligen Trapez unterschiedliche geometrische Form verliehen wird.

[0047] Die Anschlusskontakte 24_2', 24_2" sind in der Draufsicht weiterhin rechteckig ausgebildet, wobei sie auch andere geometrische Formen annehmen können, solange insgesamt der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn 26_2 in Relation zu dem Leitungsquerschnitt der Anschlusskontakte 24_2', 24_2" zur Mitte des Schmelzleiter 12_2 verlaufend abnimmt.

[0048] Im Gegensatz zu dem in Figuren 3 und 4 gezeigten Schmelzleiter umfasst der Schmelzleiter 12_2 gemäss der zweiten Ausführungsform zwei Ausnehmungen 20_2', 20_2", welche in dem Material der Leiterbahn 26_2 eingebracht sind. Die Ausnehmungen 20_2', 20_2" sind jeweils in jenen Bereichen der Leiterbahn 26_2 angeordnet, in welchen der Leitungsquerschnitt wie zuvor beschrieben zunimmt. Mit anderen Worten, sind die Ausnehmungen 20_2', 20_2", in der Draufsicht betrachtet, jeweils an den stumpfen Spitzen der trapezförmigen Endabschnitte von der Leiterbahn 26_2 angeordnet.

[0049] In die Ausnehmungen 20_2', 20_2" sind jeweils Auflagen 16_2', 16_2" eingefüllt. Durch den somit im Bereich der Ausnehmungen 20_2', 20_2" reduzierten Leitungsquerschnitt der Leiterbahn 26_2 und zusätzlich durch die jeweils trapezförmige Geometrie der Endabschnitte von der Leiterbahn 26_2 in der Draufsicht, ist einer von einer Vielzahl von Design-Parametern zum Einstellen bzw. Definieren des Temperatur-Schwellwerts aufgezeigt. Durch Auswahl der geometrischen Form der Ausnehmungen 20_2', 20_2" wird insgesamt eine Möglichkeit zum Einstellen bzw. Definieren des Temperatur-Schwellwerts gegeben. Zum Schutz gegen schädigende Ausseneinwirkungen ist der Schmelzleiter 12_2 mit einem Schutzlack 22_2 beschichtet.

[0050] Die in Figuren 1 und 2 gezeigte Schmelzsicherung 10 kann einseitig oder doppelseitig mit einem oder mehreren Schmelzleitern 12_1 der ersten Ausführungsform (siehe Figuren 3 und 4) oder einem oder mehreren Schmelzleitern 12_2 der zweiten Ausführungsform (siehe Figuren 5 und 6) bestückt werden. Es sind auch Kombinationen möglich.

[0051] Insgesamt ist somit eine zuverlässige Schmelzsicherung 10 zur thermischen und zugleich elektrischen Überwachung von beispielsweise nebengeordneten Leistungstransistoren geschaffen. Ein Vorteil besteht darin, dass die Schmelzsicherung 10 trotz Thermosicherung-Merkmal dazu geeignet ist, durch einen direkten Reflow-Lötprozess auf der Leiterplatte verlötet zu werden ohne auszulösen. Da nämlich im Verlaufe dieses Reflow-Lötprozess kein Strom durch den Schmelzleiter 12 fliesst, lösen die hierbei auftretenden hohen Temperaturen den Schmelzleiter 12 auch nicht aus. Erst im Betriebszustand, d.h. beim Durchleiten eines Stroms, beispielsweise Nennstrom, löst der Schmelzleiter 12 auch bei Übertemperaturen aus, welche niedriger als die beim Reflow-Lötprozess auftretenden Temperaturen sein können.

[0052] Somit ist eine bislang noch nicht dagewesene SMD-Sicherung geschaffen, welche auf SMD-Basis automatisch bestückt und verlötet werden kann. Durch den kleinen Formfaktor der SMD-Sicherung kann diese vorteilhafterweise besonders nahe an einem stark wärmeentwickelnden elektrischen Bauteil, beispielsweise Leistungstransistor, platziert werden. Sobald dieses Bauteil eine Temperatur annimmt, welche einen vorbestimmten Temperatur-Schwellwert übersteigt, z.B. hervorgerufen durch einen Defekt von dem Bauteil selber oder einen Defekt in der Schaltung, löst die SMD-Sicherung rasch aus, wodurch der Stromfluss an dieses defekte Bauteil zuverlässig unterbrochen wird.

[0053] Die Schmelzsicherung 10 hat einen kleinstmöglichen Formfaktor (beispielsweise 0201, 0402, 0603, 1206, 1812, 2010, 2512, 4018, usw.). Zudem besitzt die Schmelzsicherung 10 eine hohe Pulsbelastbarkeit, da der Schmelzleiter 12 auf dem Basisträger 14 fixiert ist.

[0054] Eine Multilayer-Konstruktion mit einem oder mehreren Schmelzleitern 12; 12', 12" in Parallelschaltung ist ermöglicht. Zum Schutz vor Umwelteinflüssen ist der Schmelzleiter 12; 12', 12" komplett durch einen Schutzlack 22; 22', 22" geschützt. Durch entsprechende Wahl der zuvor genannten Design-Parameter ist der Einsatz bei maximalen Umgebungstemperaturen von bis zu 280°C möglich. Ebenso können Ströme im Bereich von einigen mA bis mehreren hundert A abgesichert werden. Aufgrund des kleinen Formfaktors kann die Schmelzsicherung 10 vorteilhafterweise besonders nahe an stark wärmeentwickelnden elektrischen Bauteilen, beispielsweise Leistungstransistoren, platziert werden. Hierdurch ist eine gute Wärmekopplung gestattet, durch welche unverzüglich erhöhte Temperaturen, beispielsweise eine erhöhte Temperatur des Leistungstransistors, welche aufgrund von einer Fehlfunktion des Leistungstransistors hervorgerufen ist, erfasst werden kann. Indem die Schmelzsicherung 10 beim Überschreiten der definierten Übertemperatur sofort auslöst, wird somit das Risiko einer Brandentwicklung eliminiert. Gegenüber herkömmlich bekannten Thermosicherungen bietet die Schmelzsicherung 10 insgesamt wesentliche Verbesserungen im Hinblick auf Zuverlässigkeit, Kosten, Grösse, Gewicht, Verarbeitung, Pulsresistenz, Vibrationsfestigkeit, Ansprechverhalten, usw.

[0055] Es ist eine Schmelzsicherung 10 geschaffen, welche bisher bekannte Eigenschaften von Sicherungen im Hinblick auf Strom-Zeit-Verhalten, Temperaturverhalten, Impulsfestigkeit, Ausschaltvermögen, Isolationsfestigkeit, i2t-Werte, Material- und Fertigungskosten verbessert und erweitert.

Patentansprüche

1. Schmelzleiter (12_1; 12_2) umfassend zwei Anschlusskontakte (24_1', 24_1"; 24_2', 24_2") und eine zwischengeordnete Leiterbahn (26_1; 26_2), wobei die Leiterbahn (26_1; 26_2) wenigstens ab-

- schnittsweise einen in Relation zu den Anschlusskontakten (24_1', 24_1'', 24_2', 24_2'') reduzierten Leitungsquerschnitt hat, ferner umfassend wenigstens eine Auflage (16_1; 16_2', 16_2''), wobei der Schmelzleiter (12_1; 12_2) und die Auflage (16_1; 16_2', 16_2'') jeweils aus Materialien ausgewählt sind, welche beim Überschreiten einer vorbestimmten Umgebungstemperatur und beim Leiten eines elektrischen Stroms durch den Schmelzleiter (12_1; 12_2) eine Diffusion eingehen, wobei die wenigstens eine Auflage (16_1) innerhalb der Leiterbahn (26_1) angrenzend zu einem der Anschlusskontakte (24_1', 24_1'') des Schmelzleiters (12_1) angeordnet ist.
2. Schmelzleiter (12_1; 12_2) nach Anspruch 1, bei welchem die wenigstens eine Auflage (16_1; 16_2', 16_2'') wenigstens abschnittsweise innerhalb der Leiterbahn (26_1; 26_2) angeordnet ist.
 3. Schmelzleiter (12_2) nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem der Leitungsquerschnitt der Leiterbahn (26_2) schrittweise zunehmend auf den Leitungsquerschnitt der Anschlusskontakte (24_2', 24_2'') übergeht.
 4. Schmelzleiter (12_2) nach Anspruch 3, bei welchem die wenigstens eine Auflage (16_2', 16_2'') wenigstens abschnittsweise innerhalb der Leiterbahn (26_2) in einem Bereich des schrittweise zunehmenden Leitungsquerschnitts angeordnet ist.
 5. Schmelzleiter (12_2) nach Anspruch 3 oder 4, bei welchem die wenigstens eine Auflage (16_2', 16_2'') in einem Bereich der Leiterbahn (26_2) mit schrittweise zunehmendem Leitungsquerschnitt angrenzend zu einem Abschnitt der Leiterbahn (26_2) mit minimalem Leitungsquerschnitt angeordnet ist.
 6. Schmelzleiter (12_1; 12_2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend wenigstens eine in die Leiterbahn (26_1; 26_2) eingebrachte Ausnehmung (20_1; 20_2', 20_2''), in welcher die wenigstens eine Auflage (16_1; 16_2', 16_2'') angeordnet ist.
 7. Schmelzleiter (12_1; 12_2) nach Anspruch 6, bei welchem die wenigstens eine Ausnehmung (20_1; 20_2', 20_2'') durchgehend quer zur Längsrichtung der Leiterbahn (26_1; 26_2) ausgerichtet ist.
 8. Schmelzleiter (12_1; 12_2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Material des Schmelzleiters (12_1; 12_2) Kupfer umfasst und das Material der Auflage (16_1; 16_2', 16_2'') Zinn umfasst.
 9. Schmelzsicherung (10), umfassend wenigstens einen Schmelzleiter (12; 12', 12'') nach einem der vorhergehenden Ansprüche und ferner umfassend einen Basisträger (14) aus einem elektrisch isolierenden Material, wobei der Schmelzleiter (12; 12', 12'') auf einer Fläche des Basisträgers (14) angeordnet ist.
 10. Schmelzsicherung (10) nach Anspruch 9, bei welcher die Schmelzleiter (12', 12'') auf gegenüberliegenden Flächen des Basisträgers (14) angeordnet sind.
 11. Schmelzsicherung (10) nach Anspruch 9 oder 10, ferner umfassend zwei Basiskontakte (18', 18''), welche mit jeweils über den Basisträger (14) gegenüberliegenden Anschlusskontakten der Schmelzleiter (12', 12'') elektrisch verbunden sind.
 12. Schmelzsicherung (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei welcher der wenigstens eine Schmelzleiter (12; 12', 12'') mit einem Schutzlack (22; 22', 22'') beschichtet ist.
 13. Schmelzsicherung (10) nach Anspruch 12, bei welcher der Schutzlack (22; 22', 22'') einen Polymer-Schutzlack umfasst.
 14. Verfahren zum Herstellen einer Schmelzsicherung (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, umfassend die Schritte:

Bereitstellen von wenigstens einem Schmelzleiter (12; 12', 12'') umfassend zwei Anschlusskontakte (24', 24'') und eine zwischengeordnete Leiterbahn (26), derart, dass die Leiterbahn (26) wenigstens abschnittsweise einen in Relation zu den Anschlusskontakten (24', 24'') reduzierten Leitungsquerschnitt hat;

Bereitstellen von einem Basisträger (14);

Bereitstellen des Schmelzleiters (12; 12', 12'') mit wenigstens einer Auflage (16; 16', 16''), welche innerhalb der Leiterbahn (26) angrenzend zu einem der Anschlusskontakte (24', 24'') des Schmelzleiters (12; 12', 12'') angeordnet wird, wobei der Schmelzleiter (12; 12', 12'') und die Auflage (16; 16', 16'') jeweils aus Materialien ausgewählt werden, welche beim Überschreiten einer vorbestimmten Umgebungstemperatur und beim Leiten eines elektrischen Stroms durch den Schmelzleiter (12; 12', 12'') eine Diffusion eingehen; und

Anordnen des wenigstens einen Schmelzleiters (12; 12', 12'') auf dem Basisträger (14).
 15. Verfahren nach Anspruch 14, bei welchem die wenigstens eine Auflage (16; 16', 16'') wenigstens abschnittsweise innerhalb der Lei-

terbahn (26) des Schmelzleiters (12; 12', 12'') angeordnet wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, bei welchem der Schritt des Bereitstellens des Schmelzleiters (12; 12', 12'') mit der wenigstens einen Auflage (16; 16', 16'') ein Anordnen der Auflage (16; 16', 16'') in wenigstens einer in der Leiterbahn (26) eingebrachten Ausnehmung (20; 20', 20'') umfasst.
17. SMD-Sicherung, umfassend eine Schmelzsicherung (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 13.
18. SMD-Schaltung, umfassend eine SMD-Sicherung nach Anspruch 17.

Claims

1. A fuse element (12_1; 12_2), comprising two connecting contacts (24_1', 24_1'"; 24_2', 24_2'') and an interposed conductive track (26_1; 26_2), wherein the conductive track (26_1; 26_2) has a reduced line cross-section in relation to the connecting contacts (24_1', 24_1'"; 24_2', 24_2'') at least in some sections, further comprising at least one overlay (16_1; 16_2', 16_2''), wherein the fuse element (12_1; 12_2) and the overlay (16_1; 16_2', 16_2'') each comprise materials which undergo diffusion when a predetermined ambient temperature is exceeded and when an electric current is conducted by the fuse element (12_1; 12_2), wherein the at least one overlay (16_1) is arranged within the conductive track (26_1) adjacent to one of the connecting contacts (24_1', 24_1'") of the fuse element (12_1).
2. The fuse element (12_1; 12_2) according to claim 1, wherein the at least one overlay (16_1; 16_2', 16_2'') is arranged at least in sections within the conductive track (26_1; 26_2).
3. The fuse element (12_2) according to claim 1 or 2, wherein the line cross-section of the conductive track (26_2) increasingly converges step-by-step to the line cross-section of the connecting contacts (24_2', 24_2'').
4. The fuse element (12_2) according to claim 3, wherein the at least one overlay (16_2', 16_2'') is arranged at least in sections within the conductive track (26_2) in a region of the gradually increasing line cross-section.
5. The fuse element (12_2) according to claim 3 or 4, wherein the at least one overlay (16_2', 16_2'') is arranged in a region of the conductive track (26_2) with a gradually increasing line cross-section adja-

cent to a section of the conductive track (26_2) with minimal line cross-section.

6. The fuse element (12_1; 12_2) according to one of the preceding claims, further comprising at least one recess (20_1; 20_2', 20_2'') which is introduced into the conductive track (26_1; 26_2) and in which the at least one overlay (16_1; 16_2', 16_2'') is arranged.
7. The fuse element (12_1; 12_2) according to claim 6, wherein the at least one recess (20_1; 20_2', 20_2'') is oriented in a continuously transverse manner in relation to the longitudinal direction of the conductive track (26_1; 26_2).
8. The fuse element (12_1; 12_2) according to one of the preceding claims, wherein the material of the fuse element (12_1; 12_2) comprises copper and the material of the overlay (16_1; 16_2', 16_2'') comprises tin.
9. A fuse (10), comprising at least one fuse element (12; 12', 12'') according to one of the preceding claims and further comprising a base support (14) made of an electrically insulating material, wherein the fuse element (12; 12', 12'') is arranged on a surface of the base support (14).
10. The fuse (10) according to claim 9, wherein the fuse element (12', 12'') is arranged on opposite surfaces of the base support (14).
11. The fuse (10) according to claim 9 or 10, further comprising two base contacts (18', 18'') which are each electrically connected to connecting contacts of the fuse elements (12', 12'') which are opposite the base support (14).
12. The fuse (10) according to one of the claims 9 to 11, wherein the at least one fuse element (12; 12', 12'') is coated with a protective lacquer (22; 22', 22'').
13. The fuse (10) according to claim 12, wherein the protective lacquer (22; 22', 22'') comprises a polymer protective lacquer.
14. A method for producing a fuse (10) according to one of the claims 9 to 13, comprising the steps of:
providing at least one fuse element (12; 12', 12'') having two connecting contacts (24', 24'') and an interposed conductive track (26), such that the conductive track (26) has a reduced line cross-section in relation to the connecting contacts (24', 24'') at least in some sections;
providing a base support (14);
providing the fuse element (12; 12', 12'') with at least one overlay (16; 16', 16'') which is arranged

- within the conductive track (26) adjacent to one of the connecting contacts (24', 24'') of the fuse element (12; 12', 12''), wherein the fuse element (12; 12', 12'') and the overlay (16; 16', 16'') are each selected from materials which undergo diffusion when a predetermined ambient temperature is exceeded and when an electric current is conducted by the fuse element (12; 12', 12''); and arranging the at least one fuse element (12; 12', 12'') on the base support (14).
15. The method according to claim 14, wherein the at least one overlay (16; 16', 16'') is arranged at least in sections within the conductive track (26) of the fuse element (12; 12', 12'').
16. The method according to claim 14 or 15, wherein the step of providing the fuse element (12; 12', 12'') with the at least one overlay (16; 16', 16'') comprises arranging the overlay (16; 16', 16'') in at least one recess (20; 20', 20'') introduced into the conductive track (26).
17. An SMD fuse, comprising a fuse (10) according to one of the claims 9 to 13.
18. An SMD circuit, comprising an SMD fuse according to claim 17.
3. Conducteur fusible (12_2) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la section de conducteur de la piste conductrice (26_2) passe progressivement de plus en plus sur la section de conducteur des contacts de raccordement (24_2', 24_2'').
4. Conducteur fusible (12_2) selon la revendication 3, dans lequel le au moins un revêtement (16_2', 16_2'') est agencé au moins par endroits à l'intérieur de la piste conductrice (26_2) dans une zone de la section de conducteur qui augmente progressivement.
5. Conducteur fusible (12_2) selon la revendication 3 ou 4, dans lequel le au moins un revêtement (16_2', 16_2'') est agencé dans une zone de la piste conductrice (26_2) avec une section de conducteur qui augmente progressivement et de façon adjacente à une section de la piste conductrice (26_2) avec une section de conducteur minimale.
6. Conducteur fusible (12_1 ; 12_2) selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre au moins un évidement (20_1, 20_2', 20_2'') aménagé dans la piste conductrice (26_1 ; 26_2), dans lequel est agencé le au moins un revêtement (16_1 ; 16_2', 16_2'').
7. Conducteur fusible (12_1 ; 12_2) selon la revendication 6, dans lequel le au moins un évidement (20_1 ; 20_2', 20_2'') est orienté en continu transversalement au sens longitudinal de la piste conductrice (26_1 ; 26_2).
8. Conducteur fusible (12_1 ; 12_2) selon l'une des revendications précédentes, le matériau du conducteur fusible (12_1 ; 12_2) comprenant du cuivre et le matériau du revêtement (16_1 ; 16_2', 16_2'') comprenant de l'étain.
9. Fusible (10) comprenant au moins un conducteur fusible (12 ; 12', 12'') selon l'une des revendications précédentes et comprenant en outre un support de base (14) constitué d'un matériau électriquement isolant, le conducteur fusible (12 ; 12', 12'') étant agencé sur une surface du support de base (14).
10. Fusible (10) selon la revendication 9, dans lequel le conducteur fusible (12', 12'') est agencé sur des surfaces opposées du support de base (14).
11. Fusible (10) selon la revendication 9 ou 10, comprenant en outre deux contacts de base (18', 18'') qui sont reliés chacun électriquement par le biais du support de base (14) à des contacts de raccordement opposés du conducteur fusible (12', 12'').
12. Fusible (10) selon l'une des revendications 9 à 11,

Revendications

1. Conducteur fusible (12_1 ; 12_2) comprenant deux contacts de raccordement (24_1', 24_1'' ; 24_2', 24_2'') et une piste conductrice intermédiaire (26_1 ; 26_2), la piste conductrice (26_1 ; 26_2) ayant au moins par endroits une section de conducteur réduite par rapport aux contacts de raccordement (24_1', 24_1'' ; 24_2', 24_2''), comprenant en outre au moins un revêtement (16_1 ; 16_2', 16_2''), le conducteur fusible (12_1, 12_2) et le revêtement (16_1 ; 16_2', 16_2'') étant chacun choisi dans des matériaux qui subissent une diffusion lorsqu'une température ambiante prédéfinie est dépassée et lorsqu'un courant électrique circule à travers le conducteur fusible (12_1 ; 12_2), le au moins un revêtement (16_1) étant agencé à l'intérieur de la piste conductrice (26_1) de façon adjacente à un des contacts de raccordement (24_1', 24_1'') du conducteur fusible (12_1).
2. Conducteur fusible (12_1 ; 12_2) selon la revendication 1, dans lequel le au moins un revêtement (16_1 ; 16_2', 16_2'') est agencé au moins par endroits à l'intérieur de la piste conductrice (26_1 ; 26_2).

dans lequel le au moins un conducteur fusible (12 ; 12', 12'') est recouvert d'un vernis de protection (22 ; 22', 22'').

13. Fusible (10) selon la revendication 12, dans lequel le vernis de protection (22 ; 22', 22'') comprend un vernis de protection en polymère. 5

14. Procédé pour fabriquer un fusible (10) selon l'une des revendications 9 à 13, comprenant les étapes consistant à : 10

- fournir au moins un conducteur fusible (12 ; 12', 12'') comprenant deux contacts de raccordement (24', 24'') et une piste conductrice intermédiaire (26), de sorte que la piste conductrice (26) a au moins par endroits une section de conducteur réduite par rapport aux contacts de raccordement (24', 24''), 15
- fournir un support de base (14) ; 20
- fournir le conducteur fusible (12 ; 12', 12'') avec au moins un revêtement (16 ; 16', 16''), lequel revêtement est agencé à l'intérieur de la piste conductrice (26) de façon adjacente à un des contacts de raccordement (24', 24'') du conducteur fusible (12 ; 12', 12''), le conducteur fusible (12 ; 12', 12'') et le revêtement (16 ; 16', 16'') étant choisis dans des matériaux qui subissent une diffusion lorsqu'une température ambiante prédéterminée est dépassée et lorsqu'un courant électrique circule à travers le conducteur fusible (12 ; 12', 12'') ; et 25
- agencer le au moins un conducteur fusible (12 ; 12', 12'') sur le support de base (14). 30

15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel le au moins un revêtement (16 ; 16', 16'') est agencé au moins par endroits à l'intérieur de la piste conductrice (26) du conducteur fusible (12 ; 12', 12''). 35

16. Procédé selon la revendication 14 ou 15, dans lequel l'étape consistant à fournir le conducteur fusible (12 ; 12', 12'') avec le au moins un revêtement (16 ; 16', 16'') consiste à agencer le revêtement (16 ; 16', 16'') dans au moins un évidement (20 ; 20', 20'') aménagé dans la piste conductrice (26). 40

17. Fusible SMD comprenant un fusible (10) selon l'une des revendications 9 à 13. 45

18. Circuit SMD comprenant un fusible SMD selon la revendication 17. 50

55

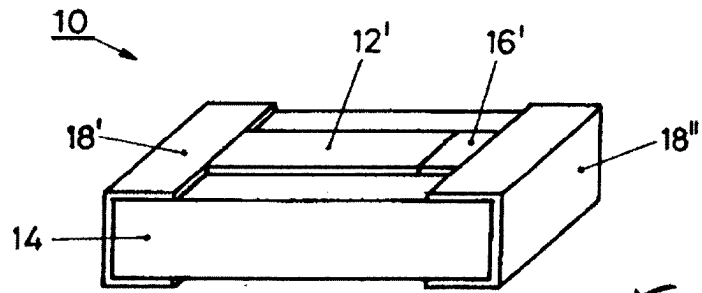


Fig. 1

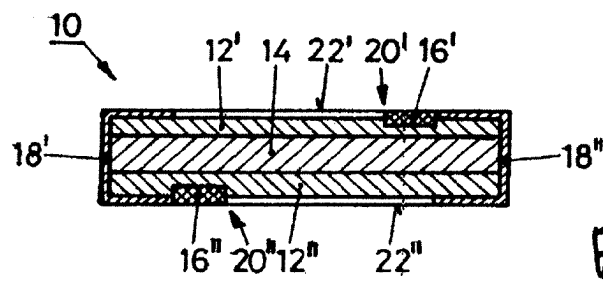


Fig. 2

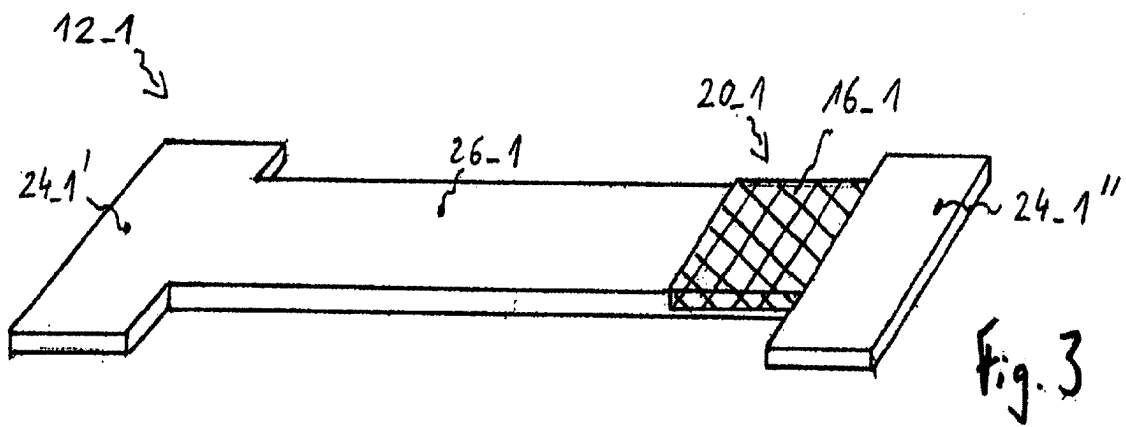


Fig. 3

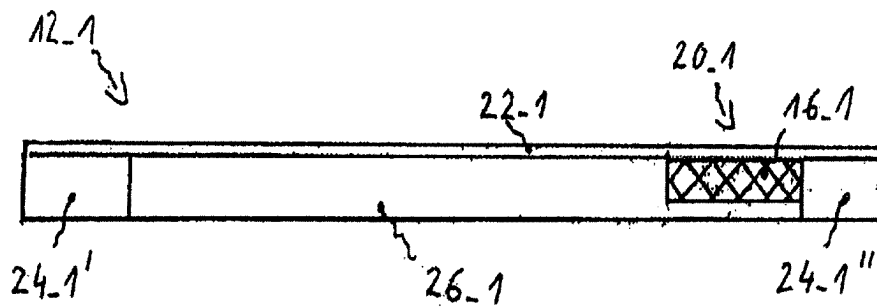


Fig. 4

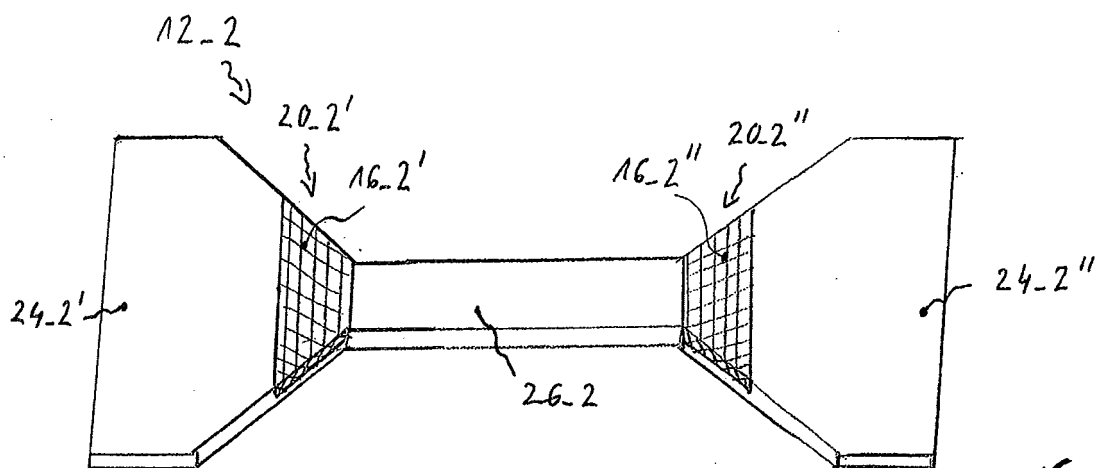


Fig. 5

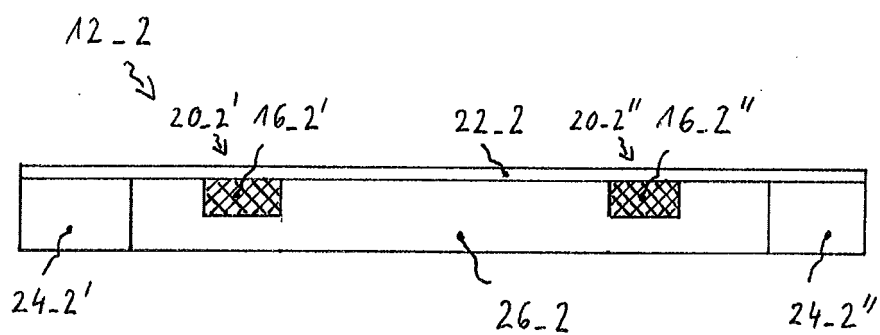


Fig. 6

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

- WO 9916097 A1 [0002]
- DE 102005002091 A1 [0002]
- US 5900798 A [0002]
- US 5898357 A [0002]