



(10) **DE 20 2017 104 268 U1** 2018.08.30

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2017 104 268.5**

(22) Anmeldetag: **18.07.2017**

(47) Eintragungstag: **20.07.2018**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **30.08.2018**

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

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**HKR Seuffer Automotive GmbH & Co. KG, 74635
Kupferzell, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser,
Polte Partnerschaft mbB, 85354 Freising, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2009 046 489	A1
FR	2 914 108	A1
US	8 665 057	B2

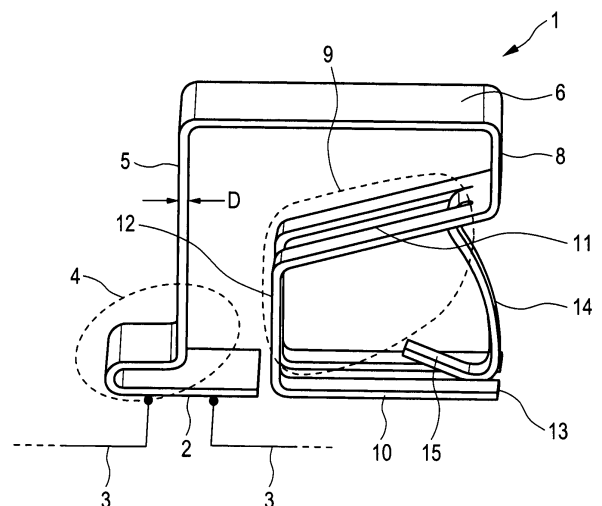
Rechercheantrag gemäß § 7 GbmG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Sicherungselement**

(57) Hauptanspruch: Sicherungselement für eine elektrische Schaltung, wobei das Sicherungselement (1) auf einer Leiterplatte (7) der elektrischen Schaltung anbringbar ist, mit

- einem Flächenbereich (2) zum Befestigen und elektrischen Kontaktieren des Sicherungselements (1) auf der Leiterplatte (7),
- einem ersten Verformungsbereich (4) benachbart zu dem Flächenbereich (2),
- einem zweiten Verformungsbereich (9), der mit dem ersten Verformungsbereich (4) über einen Mittelbereich (6) verbunden ist, und wobei der zweite Verformungsbereich (9) einen Anlagebereich (10) aufweist, mit dem das Sicherungselement (1) auf der Leiterplatte (1) anliegt, und
- einem hakenförmigen Element (14), das am zweiten Verformungsbereich (9) ausgebildet und in eine benachbart zu dem Anlagebereich (10) des zweiten Verformungsbereichs (9) angeordnete Öffnung (16) in der Leiterplatte (7) einsetzbar ist, wobei
- das hakenförmige Element (14) in die Öffnung (16) der Leiterplatte (7) durch elastische Verformung des Sicherungselements (1) in Richtung der Leiterplatte (7) einsetzbar ist, und
- nach dem Einsetzen des hakenförmigen Elements (14) in die Öffnung (16) und dem formschlüssigen Halten des hakenförmigen Elements (14) an einer unteren Oberfläche (18) der Leiterplatte (7) benachbart zur Öffnung (16) der erste und zweite Verformungsbereich (4, 9) eine elastische Kraft auf den Flächenbereich (2) in Richtung von der Leiterplatte (7) weg ausüben.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Sicherungselement für eine elektrische Schaltung, und insbesondere ein Sicherungselement zum Schutz der elektrischen Schaltung durch eine Auslösung bei einer Übertemperatur, wobei das Sicherungselement auf einer Leiterplatte der elektrischen Schaltung anbringbar ist.

[0002] Im Allgemeinen sind elektrische Sicherungselemente in elektrischen und/oder elektronischen Schaltungen in verschiedenen Ausführungen eingesetzt zum Schutz der Schaltung gegen einen Überstrom und/oder speziell gegen eine unzulässige Erwärmung. Treten die betreffenden Auslösebedingungen in Verbindung mit einem Überstrom oder einer Übertemperatur auf, dann wird das Sicherungselement ausgelöst und es wird ein bestimmter Stromkreis in einem System und speziell innerhalb der Schaltung getrennt bzw. unterbrochen.

[0003] Derartige Sicherungselemente sind im Allgemeinen auf einer Leiterplatte der elektrischen oder elektronischen Schaltung angeordnet, wobei Teile des Sicherungselements bestimmte Punkte eines Stromkreises innerhalb der Schaltung überbrücken und im Auslösefall den Stromkreis an dieser Stelle unterbrechen. Für den Einsatz in elektrischen oder elektronischen Schaltungen werden Sicherungselemente als diskrete Bauelemente in großer Zahl in unterschiedlichen Ausführungen und Größen hergestellt, wobei in Abhängigkeit von der Ausführung der Sicherungselemente diese manuell oder mittels eines automatisierten Vorgangs auf einer jeweiligen Leiterplatte angeordnet und montiert werden können.

[0004] Sicherungselemente, die im Hinblick auf eine Übertemperatur auslösen, sind beispielsweise derart ausgebildet, dass sie bei Erreichen einer bestimmten Übertemperatur den betreffenden Stromkreis öffnen, wobei die Übertemperatur einerseits durch einen erhöhten elektrischen Strom und andererseits durch eine von außen kommende Wärme oder durch eine Kombination aus beiden Möglichkeiten erreicht werden kann. Sicherungselemente für eine thermische Auslösung weisen beispielsweise im Inneren ein Leiterelement auf, das bei einer übermäßigen Stromstärke wie in einem Kurzschlussfall eine Auslösung herbeiführen kann, indem das Leiterelement als ein Schmelzleiter ausgebildet ist. Mit der durch den übermäßigen Strom auftretenden großen Stromwärme und/oder bei von außen zugeführter übermäßiger Wärme schmilzt das Material des Leiterelements an einer bestimmten Stelle, wodurch der Stromkreis unterbrochen wird. Im Allgemeinen ist nach Erreichen der Auslösebedingung und dem Auslösen des Sicherungselements, d. h. nach dem Schmelzen des Leiterelements, bei einem übermäßigen Strom und dem

Unterbrechen des Stromkreises das Bauelement als solches zerstört.

[0005] Eine derartige bekannte Anordnung ist in **Fig. 8** in vereinfachter und schematischer Darstellung gezeigt. Das Sicherungselement liegt in Form einer Thermosicherung T vor, die einen Schmelzleiter S aufweist, der bei vergleichsweise niedriger Temperatur schmilzt, zwischen Anschlussdrähten A angeordnet ist und von diesen getragen wird. Gestützt wird diese Anordnung durch Befestigungselemente B, die ihrerseits auf entsprechenden Leiterbahnen L angeordnet und mit den Leiterbahnen L elektrisch verbunden sind. Die in **Fig. 8** gezeigte Lücke zwischen den Leiterbahnen L wird somit durch die Thermosicherung T überbrückt, so dass ein entsprechender Stromkreis durch die Thermosicherung T geschlossen ist. Die gesamte Anordnung befindet sich auf einer Leiterplatte P aus einem isolierenden Material.

[0006] Bei einer übermäßigen Stromstärke durch die Thermosicherung T erwärmt sich der Schmelzleiter S und schmilzt, so dass im Bereich einer Unterbrechungsstelle U der Stromkreis unterbrochen ist. Der Stromkreis kann lediglich wieder geschlossen werden durch Austausch des Bauelements.

[0007] Die Druckschrift DE 20 2012 000 571 U1 zeigt ein ähnliches Sicherungselement zur thermischen Auslösung. In einem abgeschlossenen Gehäuse befindet sich auf elektrisch leitenden Stützen oder Trägern ein auf eine vorbestimmte Stromstärke angepasster Schmelzleiter, der bei Erreichen der Stromstärke schmilzt und den Stromkreis unterbricht. Das geschmolzene Material des Schmelzleiters wird hierbei innerhalb des Gehäuses aufgefangen. Das gesamte Sicherungselement ist mit dem Gehäuse und entsprechenden Anschlusskontakten als diskretes Bauelement handhabbar und kann durch einen Bestückungsvorgang auf einer Leiterplatte angeordnet werden.

[0008] Die Druckschrift DE 196 39 427 A1 zeigt ein Bauelement in Form eines Widerstands in Verbindung mit einer Thermosicherung, wobei die Thermosicherung als eine Brücke ausgebildet ist, die zwei Leiterbahnen im Bereich einer Lücke zwischen den Leiterbahnen überbrückt.

[0009] **Fig. 9** zeigt eine derartige Anordnung eines bekannten Sicherungselements, wobei auf einer Leiterplatte P die einander über eine Lücke gegenüberstehenden Leiterbahnen L gezeigt sind. Beide Enden des brückenförmigen Elements E sind mit einem niedrigschmelzenden Lot auf dem jeweiligen Leiterbahnende gelötet und damit mechanisch und elektrisch mit den Leiterbahnen L und der Leiterplatte P verbunden. Das brückenförmige Element E weist eine derartige Form auf, dass in befestigtem (gelötetem) Zustand mit einem Verbinden der beiden

Leiterbahnen L eine mechanische Spannung innerhalb des Elements E auftritt, gemäß der zumindest eine Seite des brückenförmigen Elements E angehoben werden kann.

[0010] Wird eines der mit einem bei niedriger Temperatur schmelzenden Lot gelöteten Enden des brückenförmigen Elements E gelöst, indem durch eine darauf einwirkende Wärme das Lot schmilzt und damit zumindest ein Ende des brückenförmigen Elements E nicht mehr gehalten werden kann, dann löst sich das betreffende Ende des brückenförmigen Elements E von der geschmolzenen Lötstelle und nimmt die in **Fig. 9** mit gestrichelten Linien angedeutete Position ein, die der Auslöseposition entspricht, bei der der Stromkreis unterbrochen ist. Auch in diesem Falle ist das Sicherungselement nach Eintritt der Auslösebedingungen zerstört und muss gegebenenfalls ausgetauscht werden.

[0011] Die Druckschrift US 5 612 662 zeigt eine Thermosicherung in Verbindung mit einem Blechstreifen, dem eine elastische Vorspannung speziell durch die Materialauswahl und die entsprechende Form gegeben wird. Beide Enden des Blechstreifens werden verlötet. Liegt die Auslösebedingung vor und wird infolge einer übermäßigen Erwärmung ein Aufschmelzen der Lötstelle erreicht, so wird durch die elastische Vorspannung das den Stromkreis schließende Element verformt und es wird der Stromkreis geöffnet. Hierbei wird zumindest eine der beiden Lötstellen des Blechstreifens aufgeschmolzen.

[0012] Die Druckschrift DE 196 47 035 A1 offenbart eine Sicherungseinrichtung zum Schutz einer elektronischen Schaltung, wobei ebenfalls ein Blechstreifen als ein Hilfsmittel zum Auslösen der Sicherungseinrichtung verwendet wird. Der Blechstreifen selbst stellt nicht das Sicherungselement dar, sondern dient lediglich als eine Federeinrichtung mit einer entsprechenden Vorspannung, um weitere Bauelemente nach Vorliegen der jeweiligen Auslösebedingung von der Leiterplatte zu entfernen oder zumindest zu einer Seite zu drehen. Bestimmte Bauelemente werden durch die elastische Kraft der Federeinrichtung beaufschlagt, und tritt die Auslösebedingung wie beispielsweise eine Übertemperatur ein, dann wird eine gewisse Anzahl von Lötstellen des betreffenden Bauelements aufgeschmolzen, so dass damit die Haltekraft für dieses Bauelement deutlich zurückgeht und die elastische Federkraft das Bauelement entweder von der Leiterplatte entfernt oder zumindest zur Seite dreht. Auf diese Weise wird ein elektrischer Kontakt unterbrochen. Die Federeinrichtung besteht aus dem genannten Blechstreifen, der an einer Seite formschlüssig in einer Öffnung in der Leiterplatte angeordnet ist.

[0013] Schließlich betrifft die Druckschrift DE 10 2005 014 601 A1 eine elektronische Bau-

gruppe, bei der ein Sicherungselement in Verbindung mit Federkräften vorgesehen ist. Neben angegebenen Sicherungseinrichtungen, bei denen ein mit einer Schraubenfeder vorgespannter Metallbügel, der Leiterbahnen überbrückt, beim Schmelzen einer der Lötstellen angehoben werden kann, damit der Stromkreis unterbrochen wird, sind weitere Alternativen aus einem elastischen Material und mit spezieller Formgebung angegeben. Hierbei ist ein elastischer Bügel mit mehreren Biegungen vorgesehen, der jeweilige mit einer Lücke getrennte Leiterbahnen verbindet und hierzu mit den Leiterbahnen verlötet ist. Auf einer Seite kann der Bügel mittels eines Vorsprungs in eine Öffnung der Leiterplatte eingreifen. Insbesondere wird der Kontaktbügel in einer ursprünglichen Form auf der Leiterplatte befestigt und verlötet und sodann durch einen Druck in eine endgültige Form gebracht, die eine elastische Kraft auf zumindest eine der Lötstellen ausübt. Wird die betreffende Lötstelle infolge einer übermäßigen Temperatur aufgeschmolzen, dann wird der Stromkreis unterbrochen, indem die elastische Kraft den Kontaktbügel anhebt und von der Lötstelle entfernt.

[0014] Die vorstehend beschriebene bekannte Anordnung einer Thermosicherung mit einem speziell geformten Kontaktbügel erfordert zur Befestigung des Kontaktbügels das Festlöten beider Seiten des Kontaktbügels, so dass dieser einerseits beide zu verbindende Leiterbahnen sicher und mit einer gewissen Stromtragfähigkeit überbrücken kann und andererseits nach dem Auslösen zumindest an einer Seite befestigt ist. Des Weiteren kann nicht sichergestellt werden, ob nach der plastischen Verformung im eingebauten Zustand die restliche elastische Verformbarkeit und damit die verbleibende elastische Kraft sicher ausreicht, um im Falle einer Übertemperatur und dem Vorliegen des Auslösekriteriums den Stromkreis sicher zu trennen. Es ist in diesem Zusammenhang schwierig, einerseits mit Sicherheit eine verbleibende elastische Kraft in Verbindung mit der plastischen Verformung zu definieren und mit dem Bauelement zu verwirklichen, und andererseits über eine längere Lebensdauer eine gleichbleibende elastische Kraft mit vorbestimmter Stärke zu gewährleisten. Vielmehr ist nach Durchführung der plastischen Verformung hinsichtlich der verbleibenden elastischen Kraft mit deutlichen Toleranzen und Schwankungen der Kraft zu rechnen.

[0015] Der vorliegenden Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, ein Sicherungselement der eingangs genannten Art derart auszugestalten, dass einerseits eine vereinfachte Montage mit einer zuverlässigen Befestigung des Sicherungselements gewährleistet ist, und andererseits eine ausreichende elastische Kraft auch für eine längere Nutzungsdauer genau eingestellt werden kann. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den im Schutzanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0016] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Sicherungselement für eine elektrische Schaltung, wobei das Sicherungselement auf einer Leiterplatte der elektrischen Schaltung anbringbar ist, mit: einem Flächenbereich zum Befestigen und elektrischen Kontaktieren des Sicherungselements auf der Leiterplatte, einem ersten Verformungsbereich benachbart zu dem Flächenbereich, einem zweiten Verformungsbereich, der mit dem ersten Verformungsbereich über einen Mittelbereich verbunden ist, und wobei der zweite Verformungsbereich einen Anlagebereich aufweist, mit dem das Sicherungselement auf der Leiterplatte anliegt, und einem hakenförmigen Element, das am zweiten Verformungsbereich ausgebildet und in eine benachbart zu dem Anlagebereich des zweiten Verformungsbereichs angeordnete Öffnung in der Leiterplatte einsetzbar ist, wobei das hakenförmige Element in die Öffnung der Leiterplatte durch elastische Verformung des Sicherungselements in Richtung der Leiterplatte einsetzbar ist, und nach dem Einsetzen des hakenförmigen Elements in die Öffnung und dem formschlüssigen Halten des hakenförmigen Elements an einer unteren Oberfläche der Leiterplatte benachbart zur Öffnung der erste und zweite Verformungsbereich eine elastische Kraft auf den Flächenbereich und damit auf einen Lötbereich zwischen dem Flächenbereich und den zu verbindenden Leiterbahnen ausübt.

[0017] Mit dem Aufbau und der Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Sicherungselements wird erreicht, dass bei Vorliegen des Auslösekriteriums in Verbindung mit einer übermäßigen Temperatur oder Übertemperatur das auf einer Leiterplatte anbringbare Sicherungselement verlässlich ausgelöst wird zum Unterbrechen eines bestimmten Stromkreises. Wird somit infolge der Übertemperatur (ungeachtet der Quelle der Wärme) ein Lötbereich bei dem Flächenbereich des Sicherungselements aufgeschmolzen, dann kann die vorbestimmte auf den Flächenbereich einwirkende elastische Kraft diesen von dem Lötbereich bzw. den Lötstellen und damit den überbrückten Leiterbahnen abheben, so dass eine sichere Unterbrechung des Stromkreises nach Vorliegen der Auslösebedingung gewährleistet ist.

[0018] Nach der Fertigstellung des Sicherungselements in der ursprünglichen und nicht elastisch verformten Ausführung sind keine weiteren plastischen Verformungen mehr erforderlich. Vielmehr kann mittels einfacher Fertigungsverfahren das fertiggestellte Sicherungselement auf den Leiterbahnen (und damit einseitig) festgelötet werden, und es kann zum Bereitstellen der erforderlichen elastischen Kraft auf den Flächenbereich mittels eines geringen Drucks auf den Mittelbereich des Sicherungselements ein sicheres und formschlüssiges Einrasten des hakenförmigen Elements in die Öffnung der Leiterplatte erreicht werden. Plastische Verformungen sind nicht mehr erforderlich und auch nicht erwünscht, und es

werden sämtliche nach Fertigstellung durchzuführenden Verformungen ausschließlich im elastischen Bereich durchgeführt, so dass eine unerwünschte und nachteilige Veränderung der Eigenschaften des Sicherungselements durch ungewollte plastische Verformung im Hinblick auf die auszuübende elastische Kraft auf den Flächenbereich genau dimensioniert werden kann und nicht durch mögliche plastische Verformungen mit deutlichen Toleranzen verfälscht wird.

[0019] Die elastische Kraft, die nach der Montage des Sicherungselements gemäß der vorliegenden Erfindung auf den Flächenbereich ausgeübt wird, wird von dem gesamten Aufbau des Sicherungselements erzeugt, hauptsächlich jedoch durch den ersten und zweiten Verformungsbereich, indem gezielt die elastische Verformung ohne Übergang zu einer plastischen Verformung mit einem geringen Druck von außen auf den Mittelbereich zur Montage des Sicherungselements auf der Leiterplatte herbeigeführt werden kann. Gleichzeitig wird dadurch ein Einrasten des hakenförmigen Elements in die Öffnung in der Leiterplatte bewirkt, die sich benachbart zum Anlagebereich befindet. Nach dem Einrasten des hakenförmigen Elements liegt an dieser Stelle eine formschlüssige Verbindung des Sicherungselements mit der Leiterplatte vor. Wird bei Ausübung der Funktion des Sicherungselements nach Erreichen des Auslösekriteriums der Flächenbereich des Sicherungselements infolge der elastischen Kraft abgehoben, dann ist noch immer das Sicherungselement infolge der formschlüssigen Verbindung des kragenförmigen Elements mit der Leiterplatte verbunden und daran befestigt, während die Verbindung zwischen den Leiterbahnen sicher, wirksam und nicht reversibel unterbrochen ist.

[0020] Die erfindungsgemäße Anordnung gewährleistet somit einerseits die gewünschte einfache Herstellung des Sicherungselements im vollständigen, unverformten oder nicht verformten bzw. ursprünglichen Zustand sowie eine anschließende einfache Montage, ohne dass weitere plastische Verformungen erforderlich sind, und gewährleistet des Weiteren eine sichere Funktion mit definierter bzw. vorbestimmbare elastischer Kraft auf den Flächenbereich sowie eine annähernd gleichbleibende Kraftausübung während einer längeren Benutzungsdauer oder Lebensdauer, da sich die auftretenden Verformungen nach der Herstellung und bei der Montage auf der Leiterplatte lediglich im elastischen Bereich befinden. Mit dem erfindungsgemäßen Sicherungselement kann somit eine zuverlässige Auslösung bei Vorliegen des Auslösekriteriums bzw. der Auslösebedingungen erreicht werden.

[0021] Weitere vorteilhafte Ausführungsgestaltungen der Erfindung werden nachstehend in Verbin-

derung mit den abhängigen Patentansprüchen bezeichnet.

[0022] Bei dem Sicherungselement kann der zweite Verformungsbereich zwei nebeneinander liegende streifenförmige Teile mit einem Abstand dazwischen aufweisen, und kann der Zwischenbereich zwischen den streifenförmigen Teilen als das hakenförmige Element freigeschnitten und herausgebogen sein.

[0023] Es kann bei dem Sicherungselement das hakenförmige Ende des hakenförmigen Elements im Zustand vor der Montage des Sicherungselements auf der Leiterplatte benachbart zu dem Anlagebereich liegen, und kann nach dem Einsetzen in die Öffnung der Leiterplatte unterhalb des Anlagebereichs und formschlüssig an einer unteren Oberfläche der Leiterplatte anliegen.

[0024] Nach dem Einsetzen des hakenförmigen Elements in die Öffnung der Leiterplatte und dem formschlüssigen Anliegen des hakenförmigen Endes an der unteren Oberfläche der Leiterplatte wird eine elastische Klemmkraft zwischen dem Anlagebereich und dem hakenförmigen Element mit der dazwischen liegenden Leiterplatte gebildet.

[0025] Das Sicherungselement kann aus einem streifenförmigen metallenen Material einstückig gebildet sein, und es können der Flächenbereich und der Anlagebereich parallel zu einer oberen Oberfläche der Leiterplatte ausgebildet sein.

[0026] Der Flächenbereich des Sicherungselements kann dazu ausgebildet sein, nach einem entsprechenden Lötvorgang getrennte Leiterbahnen eines Stromkreises miteinander zu verbinden und damit zu kontaktieren.

[0027] Der erste Verformungsbereich kann einen ersten Seitenbereich aufweisen, der den ersten Verformungsbereich mit dem Mittelbereich verbindet, und wobei vor dem Einsetzen des hakenförmigen Elements in die Öffnung in der Leiterplatte die Erstreckungsrichtung des ersten Seitenbereichs durch die Mitte zwischen den zu verbindenden Leiterbahnen auf der Leiterplatte verlaufen kann.

[0028] Es kann der Flächenbereich lange Seitenbereiche in seiner Erstreckungsrichtung aufweisen, und es können die langen Seitenbereiche in Richtung des ersten Seitenbereichs aufgekantet sein.

[0029] Der erste Seitenbereich kann in dem Zustand vor dem Einsetzen des hakenförmigen Elements in die Öffnung in der Leiterplatte senkrecht auf dem Flächenbereich und einer Oberfläche der Leiterplatte stehen.

[0030] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische seitliche Ansicht des Sicherungselements im fertigen Zustand vor einer Anordnung auf einer Leiterplatte,

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht aus einem ähnlichen Blickwinkel wie **Fig. 1** im nicht-verformten Zustand vor der Anordnung auf der Leiterplatte,

Fig. 3a eine Seitenansicht des Sicherungselements im nicht-verformten Zustand und der Positionierung auf der Leiterplatte vor der Montage,

Fig. 3b eine Seitenansicht des Sicherungselements in verformten Zustand nach der Montage auf der Leiterplatte,

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung des Sicherungselements im verformten Zustand nach dem Anordnen auf der Leiterplatte ohne Darstellung der Leiterplatte,

Fig. 5 die Anordnung des Flächenbereichs und des ersten Seitenbereichs relativ zu den zu kontaktierenden Leiterbahnen,

Fig. 6 eine alternative Ausführung des Sicherungselements mit einem geänderten Flächenbereich,

Fig. 7 eine vergrößerte Darstellung des Flächenbereichs mit den aufgekanteten Seitenbereichen sowie eine Schnittansicht,

Fig. 8 eine vereinfachte und schematische Darstellung einer bekannten Thermosicherung mit einem Schmelzleiter auf einer Leiterplatte, und

Fig. 9 eine bekannte Anordnung einer Thermosicherung mit einem Federelement im nicht-ausgelösten und im Vergleich dazu im angedeuteten ausgelösten Zustand.

- Ausführungsbeispiel

[0031] Der grundsätzliche Aufbau des Sicherungselements gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachstehend in Verbindung mit den Darstellungen in den **Fig. 1** und **Fig. 2** anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben. Die weiteren **Fig. 3a**, **Fig. 3b** und **Fig. 4** veranschaulichen die Anordnung des Sicherungselements vor und nach einer Montage auf einer Leiterplatte **7** gemäß einem verformten und damit betriebsbereiten Zustand. Das Sicherungselement **1** ist somit auf der Leiterplatte **7** anbringbar.

[0032] Gemäß der Darstellung in den **Fig. 1** und **Fig. 2** wird vorzugsweise das Sicherungselement **1** einstückig aus einem Streifen eines metallischen und speziell eines lötbaren Materials gebildet. Das Material weist die Möglichkeit der plastischen Verformung

auf und besitzt ferner auch eine ausreichende Elastizität. Das Sicherungselement **1** in der in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Form kann in vollem Umfang und somit vollständig mittels entsprechender Maschinen hergestellt werden. Die in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigte Form des Sicherungselements **1** ist die nach der vollständigen Herstellung oder Vorfertigung erreichte bzw. ursprüngliche Form, die mit Ausnahme der Maßnahmen für die Herstellung selbst keine weitere plastische Verformung zum Erreichen der Betriebsbereitschaft erfordert. Es sei die Ausführung gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** als der unverformte oder nicht verformte Zustand des Sicherungselements **1** bezeichnet.

[0033] Der Streifen des metallischen Materials des Sicherungselements **1** weist die Breite *B* auf, wie es in **Fig. 2** dargestellt ist. Der Streifen weist ferner die Dicke oder Stärke *D* auf, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist. Die Breite *B* und die Dicke *D* können über den Verlauf bzw. die Erstreckung des Sicherungselements **1** veränderlich sein. Vorzugsweise sind die Breite *B* und die Dicke *D* über den Verlauf des Sicherungselements **1** mit Ausnahme entsprechender unvermeidlicher Toleranzen gleich.

[0034] Das Sicherungselement **1** gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** umfasst an einem Ende einen im Hinblick auf mögliche Toleranzen im Wesentlichen ebenen Bereich, der nachstehend als Flächenbereich **2** bezeichnet wird. Der Flächenbereich **2** weist eine ebene Form auf, wobei mit der in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Unterseite des Flächenbereichs **2**, die bei der Montage der Leiterplatte **7** gegenüber liegt, ein Verlöten mit entsprechenden auf der Leiterplatte **7** angeordneten Leiterbahnen **3** gewährleistet ist. Die ungefähre Lage der Leiterbahnen **3** relativ zum Flächenbereich **2** ist in **Fig. 1** zur Veranschaulichung schematisch und vereinfacht dargestellt. Unterhalb des Flächenbereichs **2** ist ein Lötbereich ausgebildet, bei dem die Leiterbahnen verlötet werden.

[0035] Die Leiterbahnen **3** sind voneinander mechanisch getrennt angeordnete und elektrisch gegeneinander isolierte Leiterbahnen oder spezielle Enden derselben und stellen Teile eines zu schützenden Stromkreises dar. Zwischen den Leiterbahnen oder Leiterbahnenden unterhalb des Flächenbereichs **2** ist eine Lücke zur galvanischen Trennung der beiden Leiterbahnen **3** vorgesehen, die durch den Flächenbereich **2** des Sicherungselements **1** und insbesondere durch den Lötbereich nach dem Verlöten überbrückt wird. Der Lötbereich weist somit zumindest zwei einzelne Lötstellen auf, mit denen die jeweilige Leiterbahn **3** bzw. das jeweilige Leiterbahnende mit dem darüber angeordneten Flächenbereich **2** verlötet wird.

[0036] Durch die Aufgabe des Sicherungselements **1**, im Falle des Auftretens eines nachstehend noch

beschriebenen Auslösekriteriums, einen betreffenden Stromkreis zu trennen bzw. zu unterbrechen, erfolgt die Trennung an dieser Stelle, indem die durch den Flächenbereich **2** gebildete Verbindung zwischen den Leiterbahnen **3** aufgehoben wird. Es wird dabei zumindest eine der Lötstellen oder der gesamte Lötbereich aufgeschmolzen.

[0037] Das Sicherungselement **1** umfasst des Weiteren gemäß den entsprechenden Darstellungen in den **Fig. 1** und **Fig. 2** einen ersten Biegebereich oder Verformungsbereich **4**, der in **Fig. 1** mit einer gestrichelten Linie umgeben ist, und bei dem in Verbindung mit der Elastizität des Materials des Sicherungselements **1** eine vorbestimmte elastische Verformung oder Biegung möglich ist. Der erste Verformungsbereich **4** schließt sich an den Flächenbereich **2** im Verlauf der Anordnung des Sicherungselements **1** an und umfasst zwei vorgefertigte Biegungen, die speziell jeweils gegenläufige bzw. entgegengesetzte Biegerichtungen aufweisen. Die jeweils gegenläufigen Biegerichtungen des ersten Verformungsbereichs **4** weisen somit eine ungefähre S-Form auf.

[0038] Der erste Verformungsbereich **4** weist als einen Übergangsbereich oder Übergangsabschnitt einen sich im Wesentlichen relativ zu dem Flächenbereich **2** senkrecht erstreckenden ersten Seitenbereich **5** auf, an dem sich wiederum ein brückenförmiger Mittelbereich **6** anschließt, der im Wesentlichen in gleicher Richtung wie der Flächenbereich **2** verläuft und sich somit (unter Berücksichtigung von Toleranzen) ungefähr entlang dem Flächenbereich **2** und damit entlang bzw. parallel der Leiterplatte **7** erstreckt, an die das Sicherungselement **1** anbringbar ist. Somit erstreckt sich der erste Seitenbereich **5** auch ungefähr senkrecht zur Leiterplatte **7** bzw. deren oberer Oberfläche.

[0039] Eine plastische Biegung oder Verformung zwischen dem ersten Seitenbereich **5** und dem Mittelbereich **6** bei der Herstellung des Sicherungselements **1** bildet im vollständig vorgefertigten und kräftefreien (d. h. unverformten) Zustand ungefähr einen rechten Winkel.

[0040] An den Mittelbereich **6** schließt sich ein zweiter Seitenbereich **8** an, der ebenfalls relativ zu dem Mittelbereich einen ungefähren rechten Winkel bildet. Der erste Seitenbereich **5**, der Mittelbereich **6** und der zweite Seitenbereich **8** bilden somit einen brückenförmigen oder bügelförmigen Abschnitt des Sicherungselements **1**.

[0041] Im Verlauf der Ausdehnung des Sicherungselements **1** schließt sich an den zweiten Seitenbereich **8** ein zweiter Verformungsbereich oder Biegebereich **9** an. Der zweite Verformungsbereich **9** ist in **Fig. 1** in gleicher Weise wie der erste Verformungsbereich **4** mit einer gestrichelten Linie bezeichnet.

[0042] Der zweite Verformungsbereich **9** verläuft von dem zweiten Seitenbereich **8** bzw. dessen in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten unteren Ende bei seitlicher Betrachtung annähernd U-förmig, wobei gemäß der Darstellungen in den **Fig. 1** und **Fig. 2** (und ebenfalls in den nachstehend noch beschriebenen weiteren **Fig. 3a**, **Fig. 3b** und **Fig. 4**) der untere Schenkel der U-förmigen Anordnung in ebener Weise ausgeführt ist und in paralleler Anordnung zu einer oberen Oberfläche **17** der Leiterplatte **7** auf der Oberfläche **17** der Leiterplatte **7** nach der Montage aufliegt. Der Schenkel der U-förmigen Anordnung des zweiten Verformungsbereichs **9** wird als Anlagebereich **10** bezeichnet, da dieser Abschnitt des Sicherungselements **1** sowohl vor dem Einsetzen des Sicherungselements **1** auf die Leiterplatte **3** als auch nach dem Einsetzen bzw. Montieren des Sicherungselements **1** auf der Leiterplatte **3** im Wesentlichen plan auf der Leiterplatte **7** bzw. deren oberer Oberfläche **17** anliegt.

[0043] Die Teile des Sicherungselements **1** gemäß dem zweiten Verformungsbereich **9** mit der U-förmigen Anordnung (s. **Fig. 1** und **Fig. 2**) umfassen einen oberen Schenkel **11**, der sich unmittelbar an den zweiten Seitenbereich **8** (bzw. dessen in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten unteren Ende) anschließt und in vorbestimmten Umfang relativ zu dem zweiten Seitenbereich **8** gebogen ist, so dass die Anordnung des oberen Schenkels **11** einen schrägen Verlauf in der Darstellung in den **Fig. 1** und **Fig. 2** nach unten entsprechend einem vorbestimmten Winkel α in einem Winkelbereich von etwa 10° bis 30° relativ zu einer gedachten Horizontalen aufweist. Die vorliegende Erfindung ist auf diesen beispielhaften Winkelbereich nicht beschränkt. Die gedachte Horizontale ist beispielsweise der Verlauf oder die Ausrichtung der Leiterplatte **7** oder des Anlagebereichs **10** oder des Mittelbereichs **6**.

[0044] Der Anlagebereich **10**, der in Verbindung mit dem zweiten Verformungsbereich **9** einen unteren Schenkel bildet, ist mit dem oberen Schenkel **11** über einen mittleren Schenkel **12** verbunden, wobei der mittlere Schenkel **12** und der Anlagebereich **10** in der ursprünglichen und nicht verformten Ausführung des Sicherungselements **1** (**Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3a**) ungefähr einen rechten Winkel bilden. Mit dieser Anordnung kann dieser Teil des Sicherungselements **1** im zweiten Verformungsbereich **9** und in Verbindung mit den elastischen Eigenschaften des Materials des Sicherungselements **1** elastisch verformt werden. Es wird dies nachstehend noch im Einzelnen beschrieben.

[0045] Der zweite Verformungsbereich **9** mit dem oberen Schenkel **11**, dem mittleren Schenkel **12** und dem Anlagebereich **10** ist in der Weise ausgebildet, dass bezüglich der Breite **B** des streifenförmigen Materials des Sicherungselements **1** ein mittlerer Be-

reich freigeschnitten wurde, so dass in dem Abschnitt des Sicherungselements **1** zwischen dem unteren Ende des zweiten Seitenbereichs **8** und einem äußeren Ende **13** des Anlagebereichs **10** die jeweiligen Komponenten des Sicherungselements **1** (oberer Schenkel **11**, mittlerer Schenkel **12** und Anlagebereich **10**, siehe **Fig. 1** und **Fig. 2**) als zwei parallel geführte Streifen mit einer dazwischen angeordneten Lücke ausgeführt sind. Der mittlere Teil, der aus dem Abschnitt des zweiten Verformungsbereichs **9** freigeschnitten wurde, ist mit seinem oberen Ende gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** mit dem Übergang zwischen dem zweiten Seitenbereich **8** und dem oberen Schenkel **11** weiterhin verbunden und ist in der Weise im Rahmen der Herstellung des Sicherungselements **1** plastisch geformt, dass ein hakenförmiges Element **14** gebildet wird. Das hakenförmige Element **14** verläuft somit vom unteren Ende des zweiten Seitenbereichs **8** in Richtung des äußeren Endes **13** des Anlagebereichs **10**, und ist benachbart zum Anlagebereich **10** zwischen den streifenförmigen Abschnitten des Anlagebereichs **10** mit einem nach oben gerichteten hakenförmigen Ende **15** ausgebildet. Im vollständigen vorgefertigten Zustand gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** endet somit das hakenförmige Ende **15** des hakenförmigen Elements **14** zwischen den streifenförmigen Abschnitten des Anlagebereichs **10** benachbart zur Leiterplatte **7**.

[0046] Es ist ungeachtet der Aufteilung des zweiten Verformungsbereichs **9** in einzelne streifenförmige Elemente und durch das teilweise Freischneiden des streifenförmigen Teils des hakenförmigen Elements **14** das Sicherungselement **1** in seiner Gesamtheit einstückig ausgeführt, d. h. das hakenförmige Element **14** ist mit seinem in den **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulichten oberen Ende mit dem zweiten Verformungsbereich **9** bzw. mit dessen in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten unteren Ende verbunden. Der anteilige Streifen des hakenförmigen Elements **14** ist somit nicht vollständig aus dem Sicherungselement **1** herausgetrennt sondern noch immer mit den weiteren Teilen des Sicherungselements verbunden und Teil desselben. Das hakenförmige Element **14** ist somit aus dem zweiten Verformungsbereich **9** herausgebogen.

[0047] Durch das teilweise Freischneiden des streifenförmigen Teils des hakenförmigen Elements **14** wird zwischen den streifenförmigen Teilen des zweiten Verformungsbereichs **9** ein Abstand gebildet, der ungefähr der Breite des freigeschnittenen streifenförmigen Teils des hakenförmigen Elements **14** entspricht. Die einzelnen streifenförmigen Teile des zweiten Verformungsbereichs **9** und des hakenförmigen Elements **14** können eine unterschiedliche Breite aufweisen, wobei jedoch eine etwa gleiche Breite der jeweiligen streifenförmigen Teile bevorzugt wird.

[0048] Das hakenförmige Element **14** und speziell das zugehörige hakenförmige Ende **15** endet im unverformten und ursprünglich hergestellten Zustand des Sicherungselements **1** somit in der Nähe des äußeren Endes **13** des Anlagebereichs **10** und speziell zwischen den jeweiligen streifenförmigen Teilen des Anlagebereichs **10** (**Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3a**). Hierbei kann das hakenförmige Ende **15** die Leiterplatte **7** leicht berühren oder in geringem Abstand zur Oberfläche der Leiterplatte **7** enden (**Fig. 3a**).

[0049] Nachstehend wird in Verbindung mit den **Fig. 3a** und **Fig. 3b** die Anwendung des Sicherungselements **1** als eine Thermosicherung veranschaulicht, wobei **Fig. 3a** die Anordnung des Sicherungselements **1** im ursprünglichen und nicht verformten Zustand auf der Leiterplatte **7** vor der Montage (d. h. vor dem nachstehend noch beschriebenen Einsetzen in die Leiterplatte **7**) zeigt, während **Fig. 3b** die Anordnung des Sicherungselements **1** in einem elastisch verformten Zustand nach der Montage oder dem Einsetzen des Sicherungselements **1** auf die Leiterplatte **7** zeigt.

[0050] Gemäß **Fig. 3a** wird das Sicherungselement **1** mit der ursprünglich hergestellten Form und im nicht verformten Zustand gezeigt, wobei das Sicherungselement **1** auf der Leiterplatte **7** zur anschließenden Montage positioniert ist. Der Flächenbereich **2** gemäß der Darstellung in den Figuren im linken Teil des Sicherungselements **1** berührt die jeweils zu überbrückenden Leiterbahnen **3**, und es wird der Lötbereich bei dem Flächenbereich **2** mit den einzelnen Leiterbahnen **3** bzw. deren Enden verlötet. Die Lötverbindung ist zur Vereinfachung der Darstellung nicht im Einzelnen gezeigt. Es wird hierbei ein Lot verwendet, das bei einer relativ niedrigen Temperatur schmilzt. Die Schmelztemperatur ist abhängig von der Ausgestaltung des Auslösekriteriums, bei welcher Temperatur die auf der Basis des Sicherungselements **1** gebildete Thermosicherung auslösen soll. Die Art und Größe des Lötbereichs bzw. der Lötstellen sowie des Flächenbereichs **2** und der Dicke **D** des Materials des Sicherungselements **1** werden ferner bestimmt in Abhängigkeit von einer gewünschten Stromtragfähigkeit (über die Leiterbahnen **3**, die Lötstellen und den Flächenbereich **2**) bei der realen Anwendung der Schaltung, in der das Sicherungselement **1** verwendet wird.

[0051] Der Anlagebereich **10** des Sicherungselements **1** berührt ebenfalls die Oberfläche der Leiterplatte **7** und liegt im Wesentlichen (d. h. unter Berücksichtigung entsprechender unvermeidlicher Toleranzen) auf der Oberfläche der Leiterplatte **7** plan auf. Es sind damit der Flächenbereich **2** und der Anlagebereich **10** parallel zur Leiterplatte **7** angeordnet.

[0052] Wie es in den **Fig. 3a** und **Fig. 3b** gezeigt ist, weist die Leiterplatte **7** in ihrem entsprechenden Abschnitt bei dem Anlagebereich **10** des Sicherungselements

1 und speziell gemäß der Darstellung in den **Fig. 3a** und **Fig. 3b** unterhalb des hakenförmigen Elements **14** eine Öffnung **16** auf. Die durch die Dicke der Leiterplatte **7** verlaufende Öffnung **16** weist eine derartige Weite auf, dass das hakenförmige Element **14** und speziell dessen hakenförmiges Ende **15** leicht (gegebenenfalls mit geringer elastischer Verformung des hakenförmigen Elements **14**) durch die Öffnung **16** geführt werden kann. Das hakenförmige Ende **15** des hakenförmigen Elements **14** kann somit bei entsprechender Verformung des Sicherungselements **1** durch die Öffnung **16** geführt werden, und kann in Verbindung mit der Öffnung **16** den Anlagebereich **10** des Sicherungselements **1** untergreifen. Im Ergebnis liegt das Sicherungselement **1** mit dem Anlagebereich **10** auf der oberen Oberfläche **17** der Leiterplatte **7** auf, und berührt das hakenförmige Ende **15** eine untere Oberfläche **18** der Leiterplatte **7** in **Fig. 3b** unterhalb des Anlagebereichs **10** benachbart zu der Öffnung **16** in der Leiterplatte **7** zur Bildung der formschlüssigen Verbindung.

[0053] Diese Situation ist in **Fig. 3b** dargestellt. Mittels eines ersten Pfeils **P1** ist eine auf das Sicherungselement **1** zeitweilig während der Montage ausgeübte Kraft veranschaulicht, mit der das Sicherungselement **1** aus dem in **Fig. 3a** gezeigten, nicht verformten Zustand in einen elastisch verformten Zustand gemäß der Darstellung in **Fig. 3b** gebracht wird. Die Kraft wird hauptsächlich auf den Mittelbereich **6** des Sicherungselements **1** ausgeübt, so dass eine Biegung oder Verformung in dem ersten Verformungsbereich **4** und zweiten Verformungsbereich **9** auftritt und gemäß der Darstellung in **Fig. 3b** der rechte Abschnitt des Sicherungselements **1** eine Bewegung im Wesentlichen in Richtung der Leiterplatte **7** durchführt. Speziell bewegt sich beispielsweise der zweite Seitenbereich **8** im Wesentlichen in Richtung der Leiterplatte **7**, wobei das hakenförmige Element **14**, dessen hakenförmiges Ende **15** sich ungefähr über der Öffnung **16** befindet, durch die Öffnung **16** geführt wird.

[0054] Erreicht das hakenförmige Ende **15** des hakenförmigen Elements **14** das in den **Fig. 3a** und **Fig. 3b** dargestellte untere Ende der Öffnung **16** im Bereich der unteren Oberfläche **18** der Leiterplatte **7**, dann wird infolge der entsprechenden elastischen Vorspannung das hakenförmige Element **14** in Richtung des zweiten Verformungsbereichs **9** eine geringe Bewegung in seitlicher Richtung und speziell in Richtung des zweiten Verformungsbereichs **9** (d. h. in **Fig. 3b** nach links in der Bildebene) durchführen, so dass das hakenförmige Ende **15** an der unteren Oberfläche **18** der Leiterplatte **7** sicher anliegt und auf diese Weise eine formschlüssige Verbindung bildet. Die genannte seitliche Bewegung des hakenförmigen Elements **14** verläuft in Bezug auf die Darstellung in den **Fig. 3a** und **Fig. 3b** in Richtung der Bildebene nach links.

[0055] Wird nun die mittels des ersten Pfeils P1 angedeutete Kraft gelöst, dann verbleibt das Sicherungselement **1** in dem elastisch verformten Zustand gemäß **Fig. 3b**, und es berührt das hakenförmige Ende **15** des hakenförmigen Elements **14** die untere Oberfläche der Leiterplatte **7**, so dass die gebildete formschlüssige Verbindung aufrechterhalten wird. Infolge der elastischen Vorspannung des hakenförmigen Elements **14** in Richtung des zweiten Verformungsbereichs **9** nach dem Einsetzen in die Öffnung **16** ist ein Lösen des Sicherungselements **1** aus dem verformten Zustand gemäß **Fig. 3b** nicht selbsttätig möglich, sondern es verbleibt das Sicherungselement **1** in dem gezeigten elastisch verformten Zustand und mit der formschlüssigen Verbindung des hakenförmigen Elements **14** zur Leiterplatte **7** über die Öffnung **16**.

[0056] Mit dem in **Fig. 3b** gezeigten elastisch verformten Zustand des Sicherungselements **1** liegt sowohl im ersten Verformungsbereich **4** als auch im zweiten Verformungsbereich **9** eine entsprechende elastische Verformung vor, die in Verbindung mit der gesamten Anordnung des Sicherungselements **1** eine elastische Kraft auf den Flächenbereich **2** ausübt, die von der Leiterplatte **7** weg gerichtet ist und mit einem zweiten Pfeil P2 als Kraftrichtung oder Richtung der Auslösekraft in **Fig. 3b** und **Fig. 4** veranschaulicht ist.

[0057] Tritt nun im Zustand des Sicherungselements **1** gemäß der Darstellung in **Fig. 3b** das Auslösekriterium auf, d. h. treten bei dem Flächenbereich **2**, dem Lötbereich und den Leiterbahnen **3** die spezifizierten Temperaturen (ungeachtet der Quelle der Wärme) auf, bei denen das niedrigschmelzende Lot schmilzt, dann wird die durch die Lötverbindung auf den Flächenbereich **2** und den Lötbereich ausgeübte Haltekraft aufgelöst, und es wird der Flächenbereich **3** infolge der Auslösekraft in Richtung des zweiten Pfeils P2 von der Leiterplatte **7** und den Leiterbahnen **3** weg bewegt. Es wird auf diese Weise die Verbindung zwischen den getrennt angeordneten Leiterbahnen **3** geöffnet, so dass ein damit in Verbindung stehender Stromkreis ebenfalls geöffnet bzw. unterbrochen wird. Es ist somit nach Vorliegen des Auslösekriteriums die Wirkung des Sicherungselements **1** als Thermosicherung eingetreten, und es ist der Stromkreis wirksam und nicht reversibel unterbrochen.

[0058] Nach dem Auslösen des Sicherungselements **1** und dem Unterbrechen der Verbindung zwischen den Leiterbahnen **3** bzw. dem Abheben des Flächenbereichs **2** von den Leiterbahnen **3** verbleibt das Sicherungselement **1** in dem ausgelösten Zustand und wird infolge der elastischen Kräfte zwischen dem Anlagebereich **10** und dem hakenförmigen Element **14** oder dessen hakenförmigem Ende **15** festgehalten. Das Sicherungselement **1** wird somit auch nach dem Auslösen und dem Unterbrechen des

Stromkreises an der Einbaustelle auf der Leiterplatte **7** infolge der formschlüssigen Verbindung mit der Leiterplatte **7** sicher festgehalten.

[0059] Zur Veranschaulichung des Zustands des Sicherungselements **1** gemäß der Darstellung in **Fig. 3b** im fertig montierten und nicht ausgelösten Betriebszustand, der dem elastisch verformten Zustand entspricht, zeigt **Fig. 4** denselben Zustand in perspektivischer Ansicht, wobei zur Veranschaulichung speziell der Lage des hakenförmigen Elements **14** und dessen hakenförmigem Ende **15** relativ zum zweiten Verformungsbereich **9** die Leiterplatte **7** weggelassen ist. Es sind die entsprechenden elastischen Verformungen jeweils im ersten und zweiten Verformungsbereich **4** und **9** erkennbar. Ebenso ist erkennbar, dass das hakenförmige Ende **15** des hakenförmigen Elements **14** deutlich die Position bzw. Raumlage des Anlagebereichs **10** untergreift. Speziell befindet sich das hakenförmige Element **14** zwischen den beiden streifenförmigen Teilen des Anlagebereichs **10** und vorzugsweise in der Mitte zwischen diesen Teilen, so dass lediglich Kräfte ausgeübt werden im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche der Leiterplatte **7**. Seitliche Kräfte zum Schwenken des Sicherungselements **1** nach dem Auslösen nach einer der Seiten sind bei der Anordnung weitgehend ausgeschlossen.

[0060] Die erreichten Klemmkraften zwischen dem Anlagebereich **10** des Sicherungselements **1** und dem hakenförmigen Ende **15** des hakenförmigen Elements **14** stehen somit annähernd bzw. ungefähr senkrecht auf der Leiterplatte **7**. Die von dem Sicherungselement **1** durch die Formgebung und das Material aufgebrachten Klemmkraften ergeben auch für das Sicherungselement **1** nach dem Auslösen einen verlässlichen Halt auf der Leiterplatte **7**, wenn die Haltewirkung des Lötbereichs bzw. der Lötstellen weggefallen ist und das Sicherungselement **1** lediglich im Anlagebereich **10** auf der Leiterplatte **7** anliegt.

[0061] Im nicht verformten Zustand gemäß **Fig. 3a** und nach dem Löten im Lötbereich liegt an dem Lötbereich oder den Lötstellen eine stoffschlüssige Verbindung zwischen dem Sicherungselement **1** und der Leiterplatte **7** vor, und es wird zusätzlich gemäß **Fig. 3b** nach der elastischen Verformung (in Richtung des Pfeils P1) eine formschlüssige Verbindung mit der Leiterplatte **7** gebildet. Die elastische Kraft auf den Flächenbereich **2**, d. h. die Auslösekraft gemäß Pfeil P2, wird durch die Haltekraft der Lötstellen zwischen dem Flächenbereich **2** und den Leiterbahnen **3** ausgeglichen. Sobald durch Aufschmelzen des Lots bei dem Lötbereich die Haltekraft zwischen dem Flächenbereich **2** und den Leiterbahnen **3** aufgehoben wird, erfolgt die begrenzte Bewegung durch die elastische Kraft bzw. Auslösekraft entsprechend dem zweiten Pfeil P2.

[0062] Bei dem in den **Fig. 3b** und **Fig. 4** gezeigten verformten Zustand des Sicherungselements **1** liegt eine Verformung ausschließlich im elastischen Bereich, während eine nach der Fertigstellung des Sicherungselements **1** (**Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 3a**) weitere plastische Verformung nicht durchgeführt und auch nicht erstrebt wird. Sie ist einerseits nicht erforderlich und andererseits unerwünscht, da mit weiterer plastischer Verformung die Genauigkeit der Einstellung der Auslösekraft sowie der Kräfte- und Verformungsverteilung innerhalb des Sicherungselements (d. h. entlang des Verlaufs des Sicherungselements) vermindert wird.

[0063] Das elastische Verformen oder Einfedern der Komponenten des Sicherungselements **1** und speziell des ersten und zweiten Verformungsbereichs **4** und **9** findet somit lediglich im elastischen Bereich des Materials des Sicherungselements **1** statt. Die erforderlichen plastischen Verformungen bei dem Sicherungselement **1** sind lediglich Maßnahmen bei der Herstellung des Grundzustands oder Anfangszustands, wie er beispielsweise in den **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3a** (nicht verformter Zustand) gezeigt ist. Mit dem Einfedern des Sicherungselements **1** nach Einwirken der Kraft gemäß dem ersten Pfeil P1 in Richtung der Leiterplatte **7** bewegt bzw. verformt sich elastisch das Sicherungselement **1** in seiner Gesamtheit und nimmt eine entsprechende Verformung (und nur im elastischen Bereich) derart an, dass nach Erreichen der formschlüssigen Verbindung des hakenförmigen Elements **14** in der Öffnung **16** die erwünschte Auslösekraft gemäß dem zweiten Pfeil P2 sicher erreicht und gehalten wird.

[0064] Infolge der vorgenommenen Verformungen oder Biegungen bei dem Sicherungselement **1** im elastischen Bereich kann die erwünschte Auslösekraft in der gemäß dem zweiten Pfeil P2 veranschaulichten Richtung relativ genau und mit geringen Toleranzen und auch dauerhaft und gleichförmig für eine längere Lebensdauer eingestellt werden. Es steht dies ferner in Zusammenhang mit einer einfachen Montage, da lediglich eine zweiteilige Lötstelle des Lötbereichs mittels eines Lötvorgangs gebildet wird und anschließend mit einer einfachen Bewegung im elastischen Bereich die formschlüssige Verbindung erreicht werden kann. Mit der Anordnung des Sicherungselements **1** gemäß den vorstehend beschriebenen Figuren kann bei Ausüben der Verformungskraft gemäß dem ersten Pfeil P1 auf einfache Weise die formschlüssige Verbindung erreicht werden, ohne dass die Verformungskraft ganz exakt ausgerichtet ist. Die Anordnung des Sicherungselements **1** gewährleistet das gezielte elastische Einfedern nur in der erforderlichen Weise zum Herstellen der formschlüssigen Verbindung über die Öffnung **16** in der Leiterplatte **7**.

[0065] Es ist ferner beispielsweise aus **Fig. 4** erkennbar, dass über den gesamten Verlauf der Erstreckung des Sicherungselements **1** nach Ausüben der Verformungskraft eine Verformung oder Biegung mit Ausnahme des Flächenbereichs **2** und des Anlagebereichs **10** auftritt. Der größte Umfang der Verformung tritt in dem ersten und zweiten Verformungsbereich **4** und **9** auf, jedoch sind die weiteren Bereiche des Sicherungselements **1**, wie der erste und der zweite Seitenbereich **5** und **8** sowie der Mittelbereich **6** an der Bildung der elastischen Auslösekraft beteiligt. Insgesamt ist die Auslösekraft, die auf den Flächenbereich **2** nach Erreichen des in den **Fig. 3b** und **Fig. 4** gezeigten Zustands permanent wirkt, fein einstellbar oder dosierbar, so dass die Lötstellen bei dem Flächenbereich **2** zu den Leiterbahnen **3** mechanisch auch bei einer Vibrationsbelastung der Leiterplatte **7** in der realen Anwendung nicht überlastet wird und unerwünscht bricht. Es würde dies zu einem losen Kontakt zwischen dem Flächenbereich **2** und den Leiterbahnen **3** oder zu einer fehlerhaften vollständigen Unterbrechung des Stromkreises führen.

[0066] **Fig. 5** zeigt eine Anordnung des Flächenbereichs **2** und des ersten Seitenbereichs **5** relativ zu den auf der Leiterplatte **7** angeordneten Leiterbahnen **3**. In der in **Fig. 5** gezeigten Anordnung erstreckt sich der erste Seitenbereich **5** einerseits im Wesentlichen senkrecht zu der Erstreckungsrichtung des Flächenbereichs **2** sowie zur Leiterplatte **7**, und befindet andererseits die Position des ersten Seitenbereichs **5** mittig zwischen den Leiterbahnen **3** in einer Lücke L. Die Leiterbahnen **3** weisen bei der Lücke L einen Abstand A zueinander auf, betrachtet von der Mitte der einen Leiterbahn zur Mitte der anderen Leiterbahn. Die Erstreckung des ersten Seitenbereichs **5** liegt somit bei A/2 des Abstands A, so dass die Anordnung des ersten Seitenbereichs **5** im Wesentlichen symmetrisch zu der Anordnung der Leiterbahnen **3** ist.

[0067] Es wird auf diese Weise erreicht, dass die Größe von Scherkräften am Lötbereich bzw. den Lötstellen zu den Leiterbahnen **3** erheblich verringert wird, oder es sind die dann noch auftretenden Scherkräfte allenfalls vernachlässigbar bzw. führen nicht zu einer unerwünschten Belastung des Lötbereichs. Mit dieser Anordnung und der Verminderung der möglichen Scherkräfte auf die Lötstellen kann eine erhöhte Lebensdauer des Lötbereichs erhalten werden, speziell bei einer Anwendung des Sicherungselements **1** auf einer Leiterplatte im Kfz-Bereich oder allgemein bei Maschinen und Einrichtungen mit starken Schwingungen und Temperaturschwankungen. Ein unerwünschter Bruch einer der Lötstellen des Lötbereichs kann somit nahezu ausgeschlossen werden. Es wird hiermit die Lebensdauer in Verbindung mit einer sicheren Funktion des Sicherungselements vorteilhaft verlängert.

- Alternative Ausführung

[0068] Nachstehend wird in Verbindung mit den **Fig. 6** und **Fig. 7** ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer alternativen Ausführung des Sicherungselements **1** beschrieben.

[0069] Die **Fig. 6** und **Fig. 7** zeigen speziell eine alternative Ausbildung des Flächenbereichs **2** aus den vorherigen Figuren. Im Vergleich zu der zuvor in Verbindung mit beispielsweise den **Fig. 1** bis **Fig. 5** beschriebenen Ausbildung des Flächenbereichs **2** als eine ebene Fläche gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel sind bei der in **Fig. 6** gezeigten Ausbildung lange Seitenbereiche **19** des Flächenbereichs **2** stärker ausgebildet und entsprechend der Darstellung in **Fig. 6** nach oben in Richtung des ersten Seitenbereichs **5** aufgekantet, so dass an den längeren Seitenbereichen ein Biegerand entsteht.

[0070] Die langen Seitenbereiche **19**, die in Richtung der Längserstreckung verlaufen bzw. sich derart erstrecken, stehen somit nach einem Biegen oder Aufkanten schräg nach oben oder sind vorzugsweise senkrecht oder annähernd senkrecht auf der übrigen nach wie vor ebenen Oberfläche des Flächenbereichs **2** angeordnet. Es ist hierzu bei dem Flächenbereich **2** die Breite **B** des streifenförmigen Materials des Sicherungselements **1** bei der Herstellung größer ausgeführt als bei dem weiteren Verlauf des Sicherungselements **1**, beispielsweise bei dem ersten Seitenbereich **5**. Die Breite **B** des streifenförmigen Materials des Sicherungselements **1** wird dabei derart gewählt, dass sich die langen Seitenbereiche **19** nach dem Aufkanten in den **Fig. 6** und **Fig. 7** nach oben erstrecken und beispielsweise bei dem ersten Verformungsbereich **4** oder dem unteren Teil des ersten Seitenbereichs **5** enden (**Fig. 6** und **Fig. 7**).

[0071] Die weitere Ausgestaltung des Flächenbereichs **2** und speziell die Anordnung des Lötbereichs zwischen dem Flächenbereich **2** und den zu verbindenden Leiterbahnen **3** der betreffenden Schaltung entspricht der Anordnung gemäß den **Fig. 1** bis **Fig. 5**. Die in den **Fig. 6** und **Fig. 7** gezeigte untere Oberfläche des Flächenbereichs **2** zum Verlöten mit den Leiterbahnen bleibt ungeachtet des Aufkantens der langen Seitenbereiche **19** eine ebene Fläche zur Ausbildung des Lötbereichs und zur Einleitung von Kräften auf die Leiterbahnen **3** nach dem Lötvorgang.

[0072] **Fig. 7** zeigt eine perspektivische Ansicht der alternativen Ausbildung des Flächenbereichs **2**, und zeigt ferner eine Schnittansicht entsprechend der Schnittlinie X-X. In den **Fig. 6** und **Fig. 7** sind zur Vereinfachung der Darstellung die Leiterplatte **7** und die Leiterbahnen **3** weggelassen. Die weitere Ausführung des Sicherungselements **1** entspricht der vorstehend in Verbindung mit den **Fig. 1** bis **Fig. 5** beschriebenen Ausführung.

[0073] Gemäß der Darstellung in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** befindet sich nach der vollständigen Herstellung und im unverformten Zustand des Sicherungselements **1** das untere Ende des hakenförmigen Elements **14** etwa im Bereich der äußeren Enden **13** des Anlagebereichs **10** und speziell zwischen den streifenförmigen Abschnitten des Anlagebereichs **10** mit dem nach oben gerichteten hakenförmigen Ende **15**. Das untere Ende des hakenförmigen Elements **14** kann somit im unverformten Zustand die Leiterplatte berühren.

[0074] Im Gegensatz dazu zeigt **Fig. 6** alternativ die Anordnung, bei der im unverformten Zustand des Sicherungselements **1** das untere Ende des hakenförmigen Elements **14** zwischen den streifenförmigen Abschnitten des Anlagebereichs **10** jedoch tiefer angeordnet ist, so dass beispielsweise das hakenförmige Ende **15** ungefähr benachbart zu den streifenförmigen Abschnitten des Anlagebereichs **10** liegt. Wird das Sicherungselement **1** im unverformten Zustand auf der Leiterplatte **7** zur Montage positioniert, dann ragt das untere Ende des hakenförmigen Elements **14** bereits in die Öffnung **16** in der Leiterplatte (siehe **Fig. 3a** und **Fig. 3b**), ohne jedoch in der in **Fig. 3b** gezeigte Weise einzurasten.

[0075] Auf diese Weise kann ein erleichtertes Positionieren des Sicherungselements **1** auf der Leiterplatte **7** erreicht werden, da eine gewisse elastische Führung des Sicherungselements **1** beim Positionieren in Verbindung mit der Öffnung **16** in der Leiterplatte **7** auftritt. Das Einrasten des Sicherungselements **1** auf der Leiterplatte, d. h. das vollständige Einsetzen des hakenförmigen Elements **14** in die Öffnung **16** der Leiterplatte **7** in der in **Fig. 3b** gezeigten Weise zum Bilden der formschlüssigen Verbindung, wird durch die zeitweilig wirkende Kraft in Richtung des ersten Pfeils **P1** gemäß **Fig. 3b** erreicht. Das hakenförmige Element **14** gemäß der Anordnung in **Fig. 6** liegt nach dem Einsetzen in die Öffnung **16** der Leiterplatte **7** unterhalb des Anlagebereichs **10** und formschlüssig an der unteren Oberfläche **18** der Leiterplatte **7** an, wobei ebenfalls lediglich Verformungen des Sicherungselements **1** im elastischen Bereich vorliegen.

[0076] Mit der vorstehend beschriebenen Ausgestaltung des Flächenbereichs **2**, bei dem in Verbindung mit den **Fig. 6** und **Fig. 7** die langen Seitenbereiche **19** aufgebogen bzw. aufgekantet sind, werden neben den bereits vorstehend im Zusammenhang mit den **Fig. 1** bis **Fig. 5** beschriebenen bzw. erreichten Vorteilen weitere Vorteile derart erreicht, dass im gesamten Flächenbereich **2** eine vergrößerte Festigkeit (Formhaltigkeit und Stabilität, Widerstand gegen Verbiegen) vorliegt, die ferner zu einer gleichmäßigeren und damit verbesserten Kräfteverteilung und Krafteinleitung auf den Lötbereich bzw. die Lötstellen und damit auch auf die Leiterbahnen **3** führt. Es wer-

den auf diese Weise die Lötstellen des Lötbereichs geringer und auch gleichmäßiger belastet, so dass eine weitere Verbesserung der Lebensdauer und eine Aufrechterhaltung der sicheren Funktion erhalten wird. Brüche der Lötstellen oder zumindest einer Lötstelle sind nahezu ausgeschlossen.

[0077] Hinsichtlich der Dimensionierung des streifenförmigen Materials des Sicherungselements **1** kann die Dicke des streifenförmigen Materials etwa 0.1 mm bis 0.3 mm, vorteilhaft etwa 0.2 mm gewählt werden. Die Breite B gemäß der Darstellung in **Fig. 1** beträgt etwa 3 mm bis 5 mm. Bei zu erwartenden größeren Strömen über die Leiterbahnen **3** können die Dimensionen auch um den Faktor **2** bis **5** größer, und bei geringen Strömen kleiner gewählt werden.

[0078] Das Material kann ein Standard-Stanzmaterial wie beispielsweise CuSn6 sein. Sollen niedrigere elektrische Widerstände sinnvoll sein, können auch weitere leitfähige Stoffe mit verbesserter Leitfähigkeit, wie beispielweise CuFe3P, eingesetzt werden.

[0079] Im Zusammenwirken mit der Anordnung des ersten Seitenbereichs **5** in der Mitte zwischen den Leiterbahnen **3** gemäß **Fig. 5** wird ferner mit der Ausbildung des Flächenbereichs **2** gemäß **Fig. 6** oder **Fig. 7** eine optimale Kräfteverteilung und symmetrische Krafteinleitung über den Flächenbereich **2** auf den Lötbereich bzw. die Lötstellen zu den Leiterbahnen **3** sichergestellt. Ein unerwünschter Bruch einer der Lötstellen des Lötbereichs wird wirksam vermieden. Auch bei einer extremen mechanischen und thermischen Belastung der Leiterplatte **7** in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung kann mit dem erfindungsgemäßen Sicherungselement **1** eine deutlich längere Lebensdauer erreicht werden.

[0080] Im Ergebnis wird bei dem Sicherungselement **1** die Funktion einer Thermosicherung durch einerseits das elastische Material und andererseits durch die vorstehend im Einzelnen beschriebene entsprechende Formgebung sowie durch die Möglichkeit erreicht, das Sicherungselement **1** in der beschriebenen Weise auf einer Leiterplatte zu befestigen. Infolge der speziellen Ausbildung des Sicherungselements **1** und seiner Anordnung auf der Leiterplatte **7** gemäß der vorliegenden Erfindung wird über den gesamten Verlauf des vorzugsweise aus einem metallenen Streifen gebildeten Sicherungselements die gewünschte elastische Federkraft (Auslösekraft) in der durch den zweiten Pfeil P2 veranschaulichten Richtung erzeugt.

[0081] Ein sicheres Abheben des Flächenbereichs **2** von den Leiterbahnen **3** ist auch nach einer längeren Nutzungsdauer des Sicherungselements **1** und der Anordnung auf der Leiterplatte **7** gewährleistet. Weitere Erfordernisse zum Befestigen des Sicherungselements **1** auf der Leiterplatte bestehen nicht, und es

verbleibt auch nach dem Auslösen das Sicherungselement **1** verlässlich auf der Leiterplatte **7**. Ein erneutes Verbinden der Leiterbahnen **3** nach dem Auslösen tritt nicht auf.

[0082] Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Figuren im Einzelnen beschrieben. Als zur Erfindung gehörig werden sämtliche Ausführungsformen und Varianten angesehen, die unter die beigefügten Schutzansprüche fallen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 202012000571 U1 [0007]
- DE 19639427 A1 [0008]
- US 5612662 [0011]
- DE 19647035 A1 [0012]
- DE 102005014601 A1 [0013]

Schutzansprüche

1. Sicherungselement für eine elektrische Schaltung, wobei das Sicherungselement (1) auf einer Leiterplatte (7) der elektrischen Schaltung anbringbar ist, mit

- einem Flächenbereich (2) zum Befestigen und elektrischen Kontaktieren des Sicherungselements (1) auf der Leiterplatte (7),
- einem ersten Verformungsbereich (4) benachbart zu dem Flächenbereich (2),
- einem zweiten Verformungsbereich (9), der mit dem ersten Verformungsbereich (4) über einen Mittelbereich (6) verbunden ist, und wobei der zweite Verformungsbereich (9) einen Anlagebereich (10) aufweist, mit dem das Sicherungselement (1) auf der Leiterplatte (1) anliegt, und
- einem hakenförmigen Element (14), das am zweiten Verformungsbereich (9) ausgebildet und in eine benachbart zu dem Anlagebereich (10) des zweiten Verformungsbereichs (9) angeordnete Öffnung (16) in der Leiterplatte (7) einsetzbar ist, wobei
- das hakenförmige Element (14) in die Öffnung (16) der Leiterplatte (7) durch elastische Verformung des Sicherungselements (1) in Richtung der Leiterplatte (7) einsetzbar ist, und
- nach dem Einsetzen des hakenförmigen Elements (14) in die Öffnung (16) und dem formschlüssigen Halten des hakenförmigen Elements (14) an einer unteren Oberfläche (18) der Leiterplatte (7) benachbart zur Öffnung (16) der erste und zweite Verformungsbereich (4, 9) eine elastische Kraft auf den Flächenbereich (2) in Richtung von der Leiterplatte (7) weg ausüben.

2. Sicherungselement nach Anspruch 1, wobei der zweite Verformungsbereich (9) zwei nebeneinander liegende streifenförmige Teile mit einem Abstand dazwischen aufweist, und der Zwischenbereich zwischen den streifenförmigen Teilen als das hakenförmige Element (14) freigeschnitten und herausgebogen ist.

3. Sicherungselement nach Anspruch 1, wobei das hakenförmige Ende (15) des hakenförmigen Elements (14) im Zustand vor der Montage des Sicherungselements (1) auf der Leiterplatte (7) benachbart zu dem Anlagebereich (10) liegt, und nach dem Einsetzen in die Öffnung (16) der Leiterplatte (7) unterhalb des Anlagebereichs (10) und formschlüssig an einer unteren Oberfläche (18) der Leiterplatte (7) anliegt.

4. Sicherungselement nach Anspruch 3, wobei nach dem Einsetzen des hakenförmigen Elements (14) in die Öffnung (16) der Leiterplatte (7) und dem formschlüssigen Anliegen des hakenförmigen Endes (15) an der unteren Oberfläche (18) der Leiterplatte (7) eine elastische Klemmkraft zwischen dem Anlagebereich (10) und dem hakenförmigen Element (14)

mit der dazwischen liegenden Leiterplatte (7) gebildet wird.

5. Sicherungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Sicherungselement (1) aus einem streifenförmigen metallenen Material einstückig gebildet ist.

6. Sicherungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Flächenbereich (2) und der Anlagebereich (10) parallel zu einer oberen Oberfläche (17) der Leiterplatte (7) ausgebildet sind.

7. Sicherungselement (1) nach Anspruch 1, wobei der Flächenbereich (2) ausgebildet ist, nach einem entsprechenden Lötvorgang getrennte Leiterbahnen (3) eines Stromkreises miteinander zu verbinden und damit zu kontaktieren.

8. Sicherungselement (1) nach Anspruch 7, wobei der erste Verformungsbereich (4) einen ersten Seitenbereich (5) aufweist, der den ersten Verformungsbereich (4) mit dem Mittelbereich (6) verbindet, und wobei vor dem Einsetzen des hakenförmigen Elements (14) in die Öffnung (16) in der Leiterplatte (7) die Erstreckungsrichtung des ersten Seitenbereichs (5) durch die Mitte zwischen den zu verbindenden Leiterbahnen (3) auf der Leiterplatte (7) verläuft.

9. Sicherungselement (1) nach Anspruch 7 oder 8, wobei der Flächenbereich (2) längere Seitenbereiche in der Erstreckungsrichtung aufweist, und die längeren Seitenbereiche (19) in Richtung des ersten Seitenbereichs (5) aufgekantet sind.

10. Sicherungselement (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei der erste Seitenbereich (5) in dem Zustand vor dem Einsetzen des hakenförmigen Elements (14) in die Öffnung (16) in der Leiterplatte (7) senkrecht auf dem Flächenbereich (2) und einer Oberfläche (17) der Leiterplatte (7) steht.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

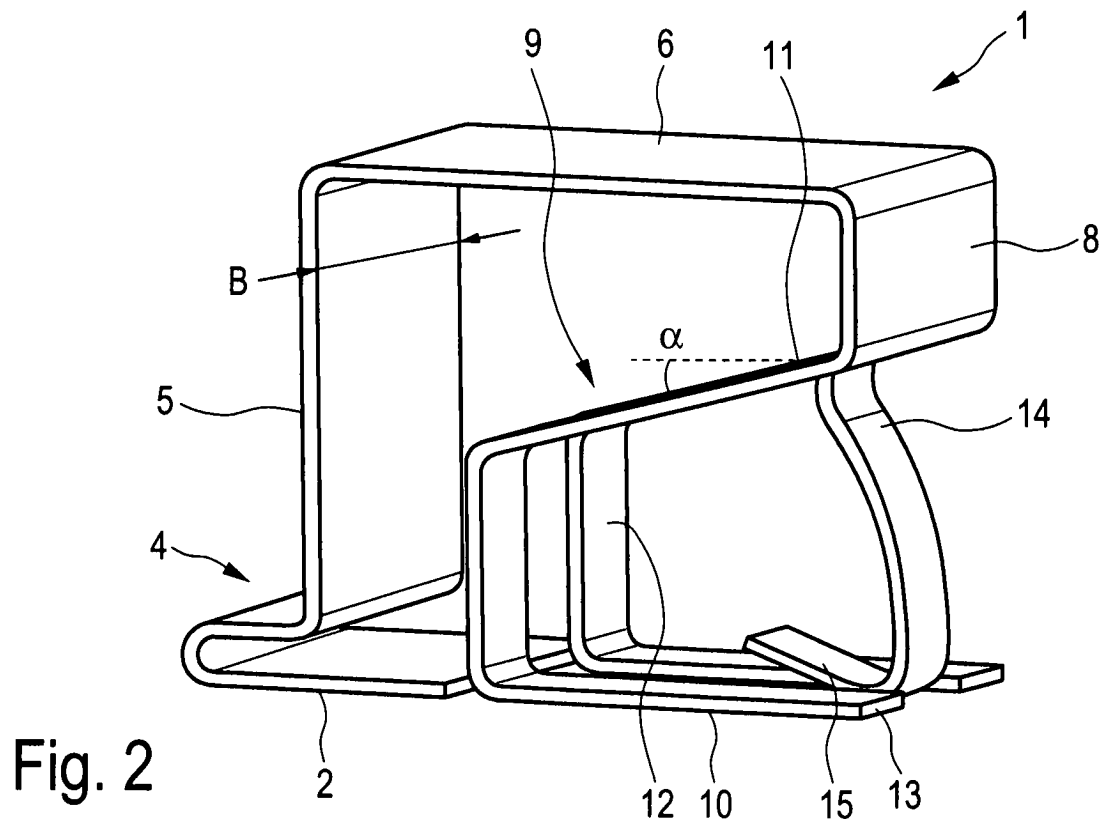
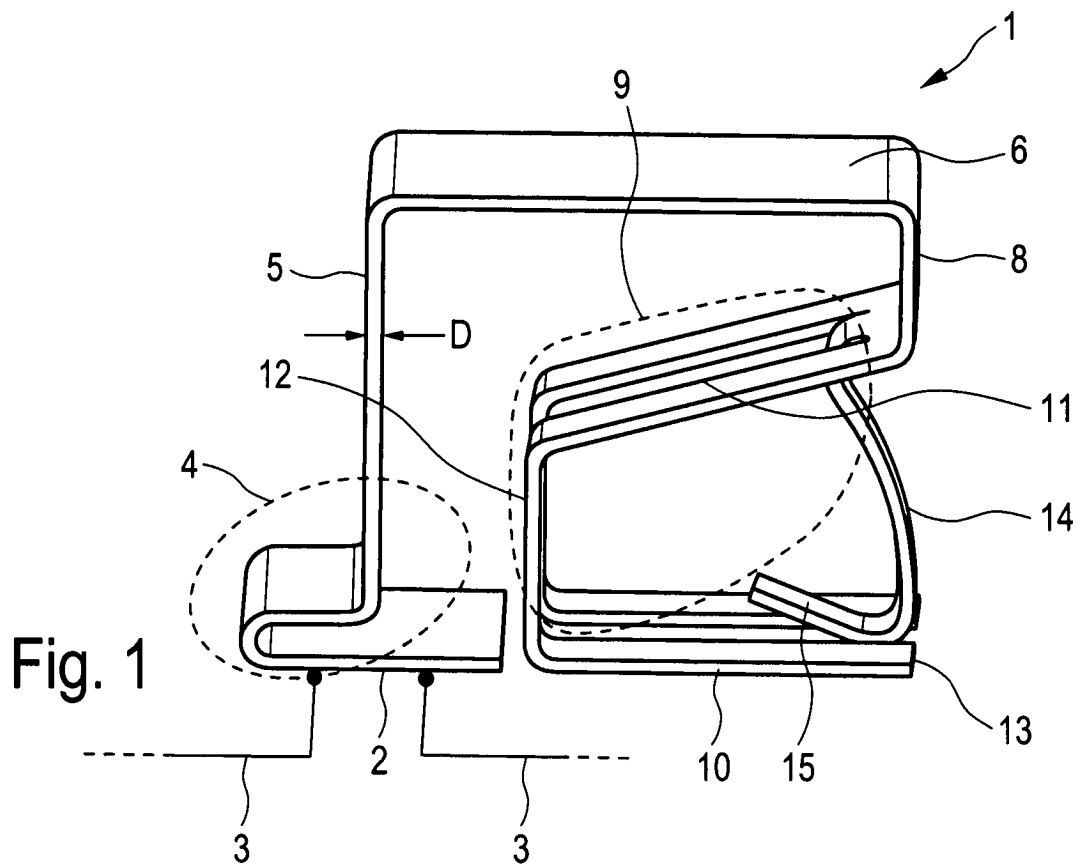


Fig. 3a

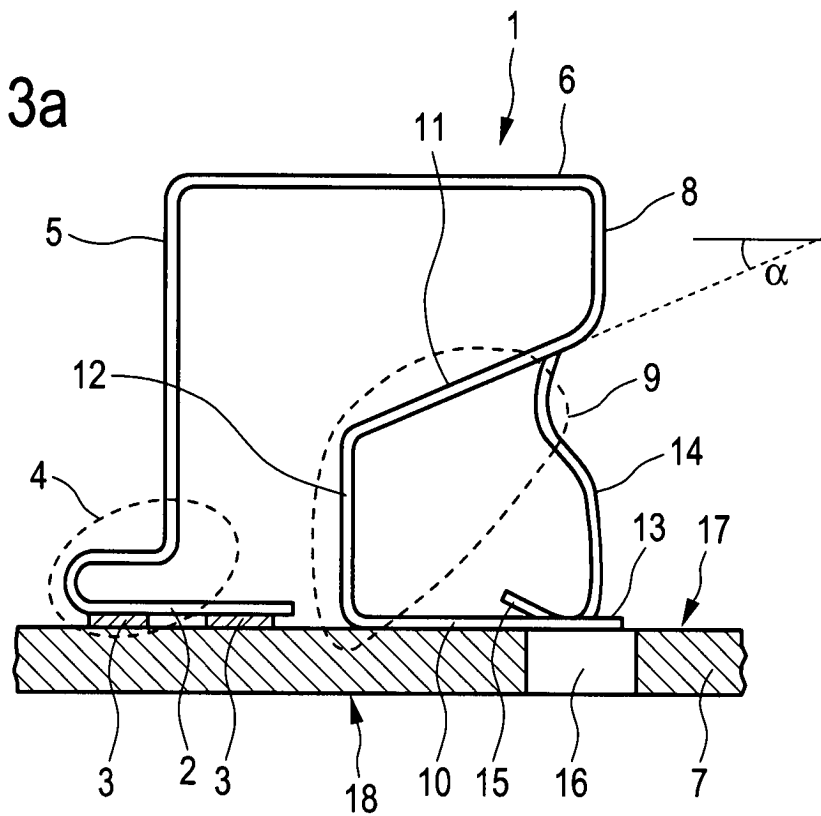
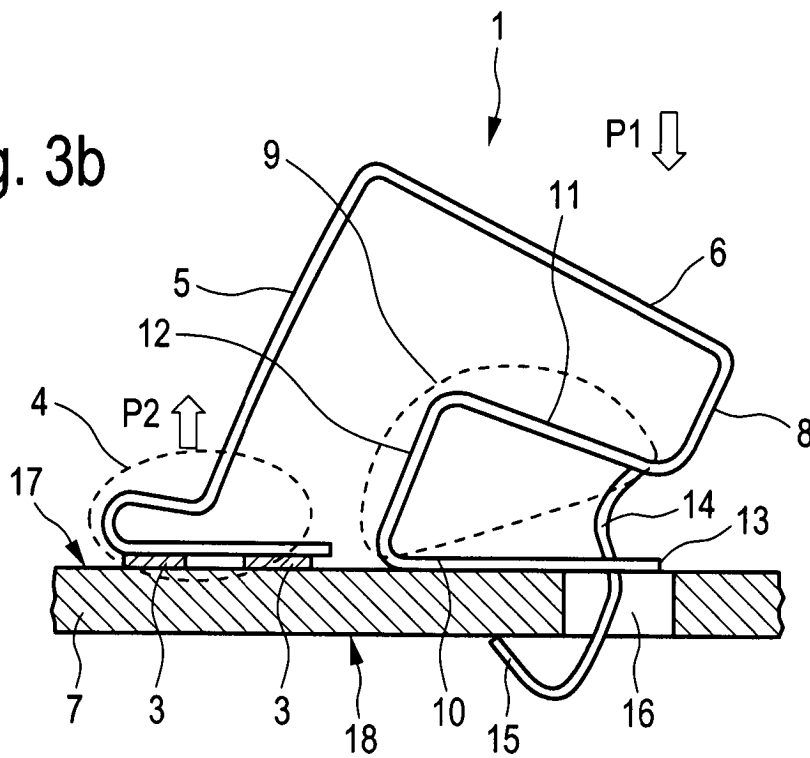


Fig. 3b



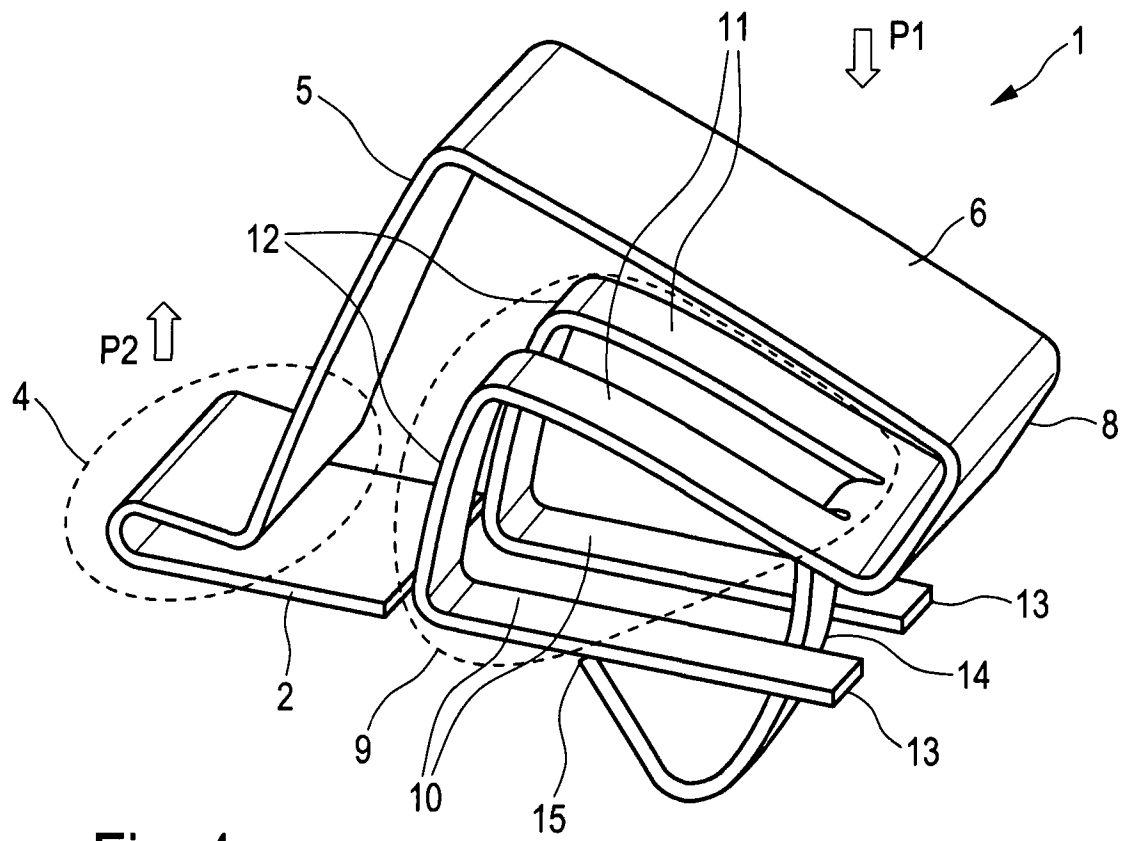


Fig. 4

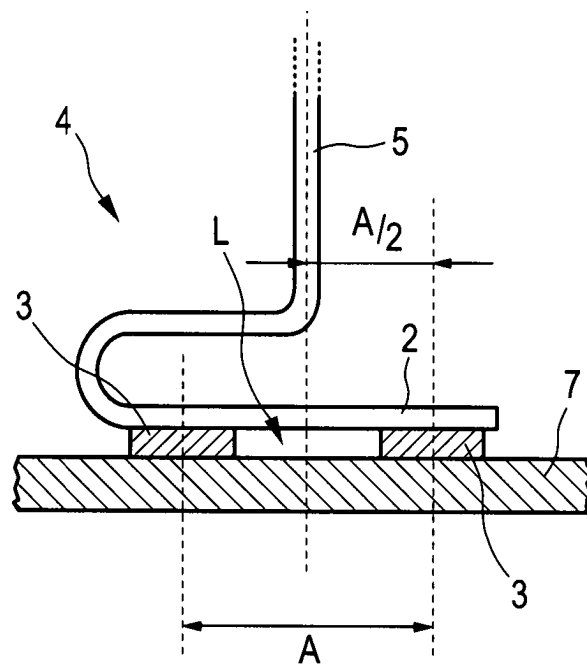
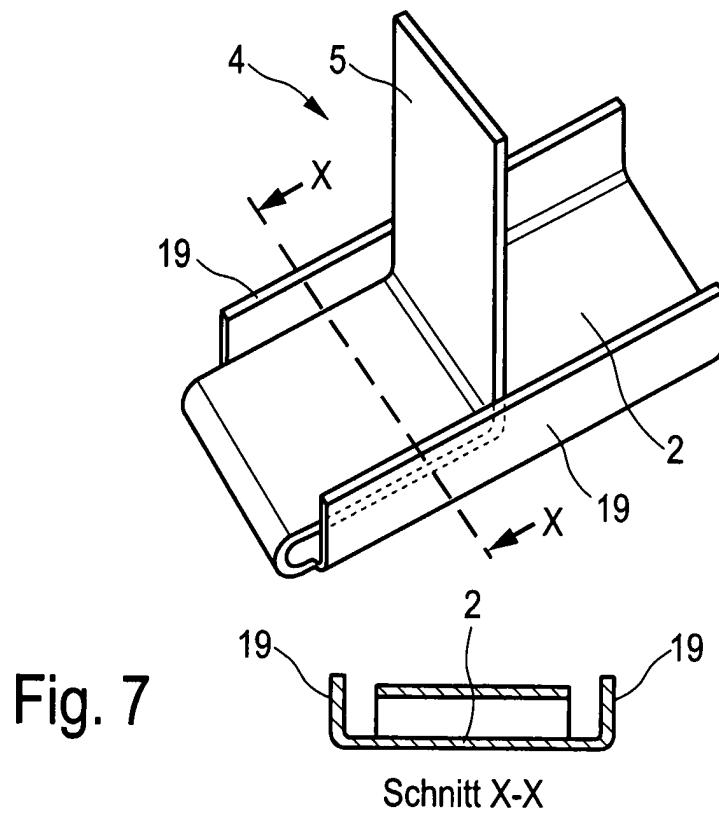
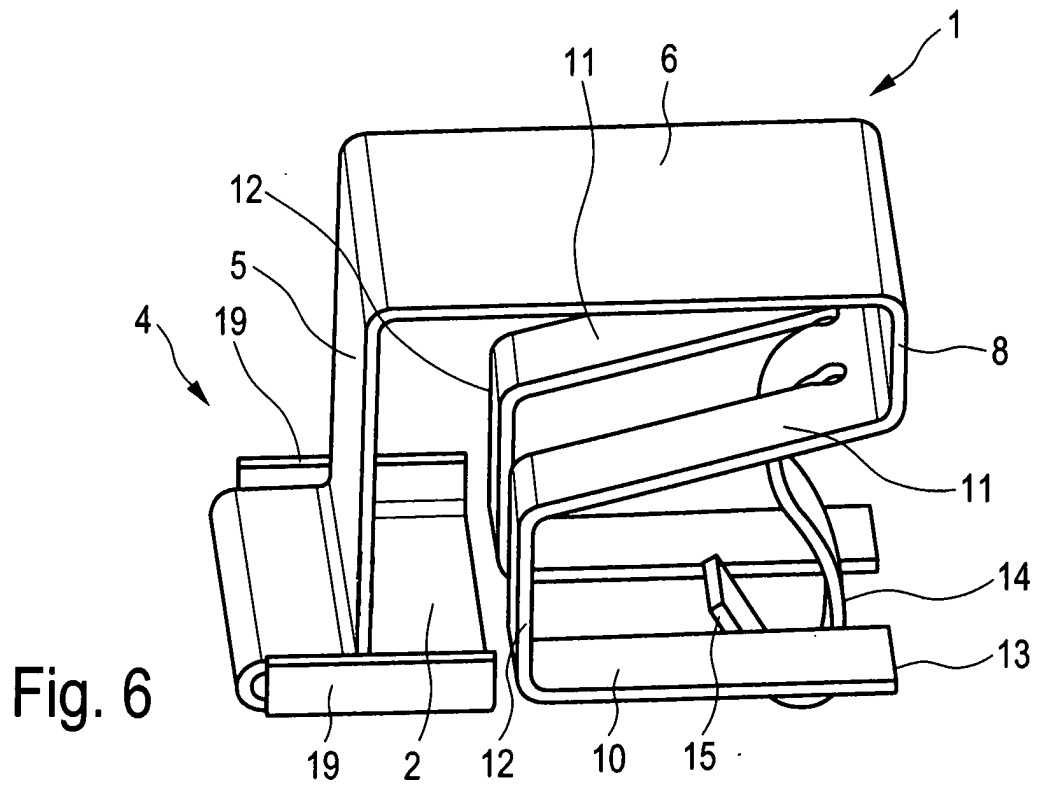


Fig. 5



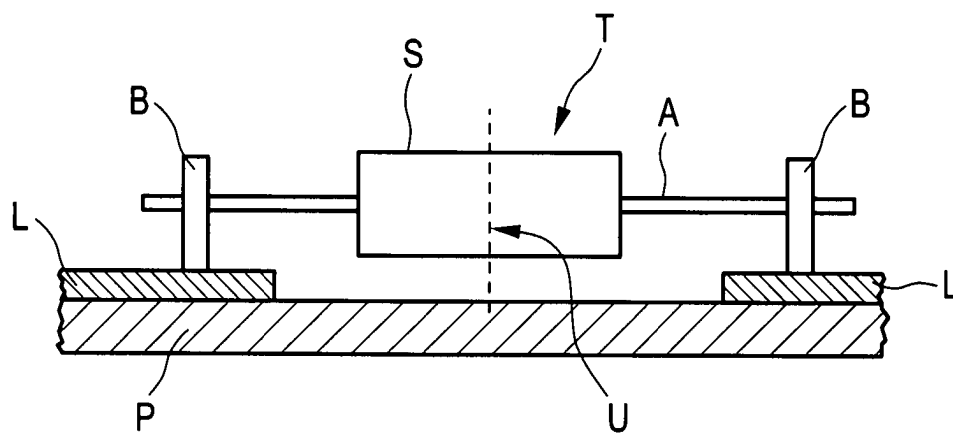


Fig. 8

Stand der Technik

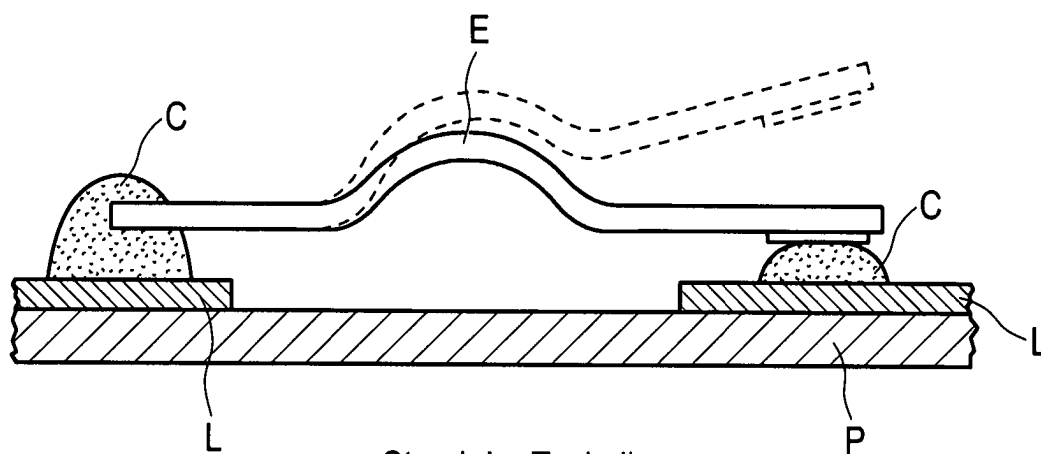


Fig. 9

Stand der Technik