(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 264 439 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.01.2018 Patentblatt 2018/01

(51) Int Cl.:
H01H 85/10 *(2006.01)* ***H01H 85/46*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **17174720.7**

(22) Anmeldetag: **07.06.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **28.06.2016 DE 102016211621**

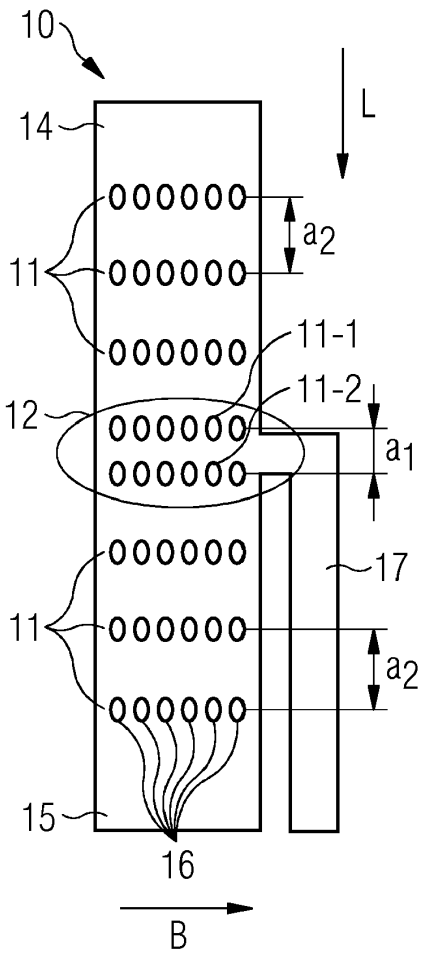
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Seitz, Stefan**
93356 Teugn (DE)

(54) SCHMELZLEITER UND ÜBERSTROM-SCHUTZEINRICHTUNG

(57) Der erfindungsgemäße Schmelzleiter (10) für eine Überstrom-Schutzeinrichtung (1) weist einen sich in einer Längserstreckungsrichtung (L) erstreckenden, länglichen Grundkörper auf, dessen erstes Ende (14) einen ersten Kontaktbereich zur Kontaktierung mit einem ersten Kontaktelement (4) der Überstrom-Schutzeinrichtung (1) aufweist, und dessen zweites Ende (15) einen zweiten Kontaktbereich zur Kontaktierung mit einem zweiten Kontaktelement (5) der Überstrom-Schutzeinrichtung (1) aufweist. Zwischen dem ersten Kontaktbereich und dem zweiten Kontaktbereich sind dabei mehrere Engstellenreihen (11) angeordnet, die jeweils eine Mehrzahl an Löchern (16) aufweisen, welche ihrerseits quer zur Längserstreckungsrichtung (L) des Schmelzleiters (10) angeordnet sind. In einem zwischen dem ersten Kontaktbereich und dem zweiten Kontaktbereich mittig angeordneten, mittleren Bereich (12) des Schmelzleiters (10) weisen dabei zwei der Engstellenreihen (11-1, 11-2) einen geringeren Abstand (a_1) zueinander auf als die übrigen Engstellenreihen (11). Weiterhin weist der Schmelzleiter (10) in diesem mittleren Bereich (12) zumindest einen zusätzlichen Anschlussleiter (17, 18), welcher mit dem Schmelzleiter elektrisch leitend verbunden ist, auf. Mit Hilfe des zusätzlichen Anschlussleiters (17, 18) werden die beiden im mittleren Bereich angeordneten Engstellenreihen (11-1, 11-2) des Schmelzleiters (10) mittels eines vordefinierten Steuerstroms gezielt thermisch vorbelastet. Auf diese Weise kann die Auslösekennlinie des Schmelzleiters (10), und damit die Auslösecharakteristik der Überstrom-Schutzeinrichtung (1) variiert werden, wodurch eine flexiblere Anpassung an die jeweiligen Einsatzbedingungen möglich ist.

FIG 2A



EP 3 264 439 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schmelzleiter für eine Schmelzsicherung, beispielsweise für eine Halbleiterschutzsicherung, sogenannte HLS-Sicherung, oder eine Niederspannungs-Hochleistungssicherung, sogenannte NH-Sicherung. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Überstrom-Schutzeinrichtung, beispielsweise eine Schmelzsicherung, welche zumindest einen derartigen Schmelzleiter aufweist.

[0002] Leiter, die von einem elektrischen Strom durchflossen werden, erwärmen sich. Bei unzulässig hohen Strömen kann es zu einer unzulässig starken Erwärmung des Leiters und infolgedessen zu einem Abschmelzen der den Leiter umgebenden Isolation kommen, was in der Folge bis zu einem Kabelbrand führen kann. Um dieser Brandgefahr vorzubeugen, muss bei Auftreten eines zu hohen elektrischen Stromes, d.h. eines Überlaststromes oder eines Kurzschlussstromes, dieser elektrische Strom rechtzeitig abgeschaltet werden. Mit Hilfe einer sogenannten Überstrom-Schutzeinrichtung wird dies gewährleistet.

[0003] Ein Beispiel für eine derartige Überstrom-Schutzeinrichtung ist beispielsweise eine Schmelzsicherung, die durch das Abschmelzen eines oder mehrerer Schmelzleiter den Stromkreis unterbricht, wenn die Stromstärke des durch die Schmelzsicherung abgesicherten Stromkreises einen bestimmten Wert über eine bestimmte Zeitdauer hinweg überschreitet. Die Schmelzsicherung besteht aus einem isolierenden Körper, welcher zwei elektrische Anschlüsse aufweist, die im Inneren des isolierenden Körpers durch einen oder mehrere Schmelzleiter elektrisch leitend miteinander verbunden sind. Der Schmelzleiter, welcher einen im Vergleich zu den übrigen Leitern des Stromkreises reduzierten Querschnitt aufweist, wird durch den ihn durchfließenden Strom erwärmt und schmilzt, wenn der maßgebliche Nennstrom der Sicherung für eine vorbestimmte Zeitdauer deutlich überschritten wird. Aufgrund seiner guten Isolationseigenschaften wird als Material für den isolierenden Körper zumeist Keramik verwendet. Ein derartiger Schmelzsicherungseinsatz ist beispielsweise aus der europäischen Patentschrift EP 0 917 723 B1 bekannt.

[0004] Schmelzsicherungen sind in verschiedenen Bauarten erhältlich. Neben einfachen Gerätesicherungen, welche einen einfachen Glaszylinder, in dem der Schmelzleiter aufgenommen ist, aufweisen, existieren auch Bauformen, bei denen der Keramikkörper mit Sand - zumeist Quarzsand - gefüllt ist: Hierbei wird zwischen Typen mit verfestigtem sowie mit unverfestigtem Quarzsand unterschieden. Bei einer mit Sand verfestigten Schmelzsicherung ist der Schmelzleiter von Quarzsand umgeben. In der Regel ist das Gehäuse der Schmelzsicherung dabei durch einen Keramikkörper, in dem der verfestigte Sand, die elektrischen Anschlüsse sowie der Schmelzleiter aufgenommen bzw. gehaltert sind, gebildet. Der Quarzsand fungiert hierbei als Lichtbogenlöschmittel: wird der Nennstrom der Schmelzsicherung deutlich überschrittenen - beispielsweise aufgrund eines hohen Kurzschlussstromes - so führt dies zu einem Ansprechen der Schmelzsicherung, in dessen Verlauf der Schmelzleiter zunächst schmilzt und anschließend aufgrund der hohen Temperaturentwicklung verdampft. Dabei entsteht ein elektrisch leitendes Plasma, über das der Stromfluss zwischen den elektrischen Anschlüssen zunächst aufrecht erhalten wird - es bildet sich ein Lichtbogen. Indem sich der Metalldampf des verdampften Schmelzleiters auf der Oberfläche der Quarzsand-Körner niederschlägt, wird der Lichtbogen wiederum abgekühlt. In der Folge steigt der Widerstand im Inneren des Sicherungseinsatzes derart an, dass der Lichtbogen endgültig verlischt. Die durch die Schmelzsicherung zu schützende elektrische Leitung ist damit unterbrochen.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind im Bereich der Schmelzsicherungen Niederspannungs-Hochleistungssicherungen, sogenannte NH-Sicherungen, aber auch Halbleiterschutzsicherungen, sogenannte HLS-Sicherungen, wie sie beispielsweise unter dem Produktnamen SITOR vertrieben werden, prinzipiell vorbekannt. Bei NH-Sicherungen werden üblicherweise ein oder mehrere Schmelzleiter in Form von Kupferbändern verwendet. Jeder dieser Schmelzleiter weist dabei sogenannte Engstellenreihen zur selektiven Ausschaltung der Schmelzsicherung auf. Weiterhin kann auf einen oder mehrere der Schmelzleiter zumindest ein Lotdepot aufgebracht sein, mit dessen Hilfe die Überlastcharakteristik der Schmelzsicherung beeinflussbar ist. NH-Sicherungen dienen beispielsweise zum Schutz von Anlagen oder Schaltschränken vor Brand, beispielsweise durch überhitzte Anschlussleitungen. Der für das Abschaltverhalten der Sicherung maßgebliche Durchlassenergiewert I^2t ist bei NH-Sicherungen relativ groß, weswegen diese eine eher trägere Charakteristik aufweisen.

[0006] Erwärmt sich der Schmelzleiter durch einen elektrischen Überlaststrom auf eine Temperatur, welche oberhalb der Schmelztemperatur des Lotes liegt, so diffundiert dieses Lot in das Schmelzleitermaterial ein und bildet mit diesem eine Legierung. Dadurch erhöht sich der elektrische Widerstand des Schmelzleiters, was zu dessen weiterer Erwärmung führt, wodurch der Diffusionsvorgang solange weiter beschleunigt wird, bis der Schmelzleiter in der Umgebung des Lotdepots vollständig aufgelöst ist, so dass er abreißt, wodurch der Stromfluss unterbrochen wird. Bei einem kurzzeitigen, zulässigen Überstrom erfolgt keine vorzeitige Ausschaltung durch die NH-Sicherung. Bei Auftreten eines Kurzschluss-Stromes hingegen reißt der Schmelzleiter an den Engstellenreihen auf. Dadurch entstehen gleichzeitig mehrere kleine, in Reihe geschaltete Lichtbögen, deren Spannungen sich addieren und damit zu einer schnelleren Ausschaltung der Schmelzsicherung führen. NH-Sicherungen dienen beispielsweise zum Schutz von Anlagen oder Schaltschränken vor Brand, beispielsweise durch überhitzte Anschlussleitungen. Der für das Abschaltverhalten der Sicherung maßgebliche Durchlassenergiewert I^2t ist bei NH-Sicherungen relativ groß, weswegen diese eine trägere Charakteristik aufweisen. Ein Halbleiterschutz ist mit NH-Sicherungen daher in aller Regel nicht realisierbar.

[0007] Ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt sind Halbleiterschutzsicherungen, welche hochwertige Bauteile und Komponenten, beispielsweise Leistungshalbleiter, vor den schädlichen Auswirkungen eines Kurzschlusses schützen. Aufgrund ihrer deutlich schnelleren Abschaltcharakteristik werden Halbleiterschutzsicherungen beispielsweise im Gleichrichterteil sowie im Zwischenkreis von Umrichtern, aber auch bei USV-Anlagen sowie bei Softstartern für Motoren eingesetzt. Sie zeichnen sich in der Regel durch eine höhere Verlustleistung aus, weswegen als Schmelzleitermaterial zumeist Silber verwendet wird.

[0008] Die Abschalteigenschaften einer Schmelzsicherung werden daher maßgeblich durch die Gestaltung des Schmelzleiters bestimmt. Diese hat Einfluss auf die schaltbare Spannung, die Erwärmung im Allgemeinen, das Zeit-Temperaturverhalten in der Aufschmelz- sowie der Lösch- bzw. Abschaltphase, und damit auf den Schmelz- sowie den Abschalt-I^2t-Wert. Dabei kann eine unvorteilhafte Gestaltung des Schmelzleiters zu Problemen bei der Abschaltung der Schmelzsicherung führen, beispielsweise aufgrund zu geringer Bogenspannung, Körperrissen des Schmelzsicherungskörpers oder Platzen der Schmelzsicherung mit nachfolgendem Lichtbogenaustritt aufgrund zu hoher Erwärmung. Ferner kann eine unvorteilhafte Gestaltung des Schmelzleiters dazu führen, dass die Schmelzsicherung zu hohe Schmelz- oder Abschalt-I^2t-Werte aufweist.

[0009] Üblicherweise wird das Schaltverhalten der Schmelzsicherung durch die Auswahl des Schmelzleitermaterials, die Gestaltung und Anordnung der Lotpunkte, die Auswahl des Sicherungssandes und ggf. der Verfestigung des Sandes, sowie durch teilweise hochfeste Keramiken als Sicherungskörper, optimiert. Zudem wird üblicherweise die Anordnung der Engstellen-Reihen auf dem Schmelzleiter hinsichtlich eines optimalen Abschaltverhaltens der Sicherung optimiert. Insbesondere die Stromtragfähigkeit der Schmelzsicherung wird dabei im Wesentlichen durch die Gestaltung dieser Engstellenreihen bestimmt.

[0010] Schmelzsicherungen werden beispielsweise zum Leitungsschutz, zum Halbleiterschutz, zum Batterieschutz oder auch bei einer Photovoltaik-Anlage zum Schutz des jeweiligen Leitungsnetzes eingesetzt. Derartige Schmelzsicherungen weisen eine definierte Auslösecharakteristik auf und reagieren entsprechend ihrer jeweiligen Betriebskennlinie. Das Auslöseverhalten einer derartigen Schmelzsicherung wird jedoch auch durch externe Einflussgrößen - beispielsweise die Umgebungstemperatur, die Einbauverhältnisse oder die Möglichkeit zur Kühlung oder Erwärmung - beeinflusst. Aufgrund ihrer Bauweise ist es nicht möglich, die Auslöseempfindlichkeit einer derartigen Schmelzsicherung auf die aktuell vorherrschenden Umgebungsbedingungen einzustellen oder die Schmelzsicherung gezielt abzuschalten, beispielsweise um eine Photovoltaik-Anlage unmittelbar vom Leitungsnetz zu trennen. Die eingesetzten Schmelzsicherungen müssen daher - um allen eventuell auftretenden Umgebungseinflüssen (Temperatur, Einbausituation, Anlaufströme) trotzen zu können - deutlich überdimensioniert gestaltet werden, um Fehlauslösungen sicher zu vermeiden. Hierbei besteht jedoch die Gefahr einer zu späten Abschaltung, z.B. bei niedrigen Temperaturen.

[0011] Aus dem Stand der Technik sind einstellbare Schmelzsicherungen bekannt, deren Auslösecharakteristik bei der Installation einmalig fest einstellbar ist, um die Sicherung an einen bestimmten Anwendungsfall anzupassen. Eine Anpassung an wechselnde Umgebungseinflüsse ist mit derartigen einstellbaren Schmelzsicherungen jedoch nicht möglich.

[0012] Darüber hinaus existieren bereits Überlegungen zu sogenannten triggerbaren bzw. getriggerten Schmelzsicherungen ("triggered fuses"), welche neben ihrer immanenten Auslösecharakteristik zusätzlich durch eine externe Ansteuerung ausgelöst werden können, um bei Auftreten einer Notfall-Situation ein Unterbrechen des abgesicherten Stromkreises zu ermöglichen. Die getriggerte Auslösung kann beispielsweise durch ein mechanisches Durchtrennen des Schmelzleiters, ein Durchtrennen mittels pyroelektrischer Ladung oder über einen zusätzlichen Heizwiderstand erfolgen. Unter dem Begriff "Notfall" ist dabei ein vordefinierter Betriebszustand zu verstehen, der noch unterhalb der Auslösekennlinie der Schmelzsicherung liegt, weswegen die Schmelzsicherung nicht von sich aus auslösen würde, bei dem aber dennoch der durch die Schmelzsicherung abgesicherte elektrische Stromkreis unterbrochen werden soll, um eine Gefahrensituation zu vermeiden oder zu eliminieren. Typische Anwendungsfälle sind die Unterbrechung des Batteriestromkreises bei elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugen - beispielsweise im Falle eines Unfalls - oder die Trennung von Photovoltaik-Anlagen vom Versorgungsnetz - beispielsweise im Falle eines Brandes.

[0013] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Schmelzleiter sowie eine Überstrom-Schutzeinrichtung bereitzustellen, welche flexibler an ihr jeweiliges Einsatzgebiet und die dort vorherrschenden Umgebungseinflüsse anpassbar sind.

[0014] Diese Aufgabe wird durch den erfindungsgemäßen Schmelzleiter sowie die erfindungsgemäße Überstrom-Schutzeinrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0015] Der erfindungsgemäße Schmelzleiter für eine Überstrom-Schutzeinrichtung weist einen sich in einer Längserstreckungsrichtung erstreckenden, länglichen Grundkörper auf, dessen erstes Ende einen ersten Kontaktbereich zur Kontaktierung mit einem ersten Kontaktelement der Überstrom-Schutzeinrichtung aufweist, und dessen zweites Ende einen zweiten Kontaktbereich zur Kontaktierung mit einem zweiten Kontaktelement der Überstrom-Schutzeinrichtung aufweist. Zwischen dem ersten Kontaktbereich und dem zweiten Kontaktbereich sind dabei mehrere Engstellenreihen angeordnet, die jeweils eine Mehrzahl an Löchern aufweisen, welche ihrerseits quer zur Längserstreckungsrichtung des

Schmelzleiters angeordnet sind. In einem zwischen dem ersten Kontaktbereich und dem zweiten Kontaktbereich mittig angeordneten, mittleren Bereich des Schmelzleiters weisen dabei zwei der Engstellenreihen einen geringeren Abstand zueinander auf als die übrigen Engstellenreihen. Weiterhin weist der Schmelzleiter in diesem mittleren Bereich zumindest einen zusätzlichen Anschlussleiter, welcher mit dem Schmelzleiter elektrisch leitend verbunden ist, auf.

[0016] Erfindungsgemäß haben die beiden im mittleren Bereich des Schmelzleiters angeordneten Engstellenreihen einen geringeren Abstand zueinander als die übrigen, zwischen dem mittleren Bereich und den Kontaktbereichen angeordneten Engstellenreihen, welche zumeist einen äquidistanten Abstand zueinander aufweisen. Der mittlere Bereich ist dabei im Wesentlichen mittig zwischen dem ersten Kontaktbereich und dem zweiten Kontaktbereich des Schmelzleiters angeordnet. Mit Hilfe des zusätzlichen Anschlussleiters werden die beiden im mittleren Bereich angeordneten, enger voneinander beabstandeten Engstellenreihen des Schmelzleiters mittels eines vordefinierten Steuerstroms der zwischen diesem zusätzlichen Anschluss und dem ersten oder zweiten Kontakt fließt, gezielt thermisch vorbelastet. Hierdurch wird die Auslösekennlinie des Schmelzleiters derart verschoben, dass dadurch eine frühere Auslösung des Schmelzleiters und damit der Überstrom-Schutzeinrichtung realisierbar ist. Die Auslösecharakteristik der Überstrom-Schutzeinrichtung wird somit in Richtung einer empfindlicheren Kennlinie gezielt beeinflusst, wodurch der Schmelzleiter, und damit die Überstrom-Schutzeinrichtung, flexibler an ihr jeweiliges Einsatzgebiet und die dort vorherrschenden Umgebungseinflüsse - insbesondere Umgebungstemperatur, Einbausituation sowie Anlaufströme - anpassbar sind.

[0017] Im Extremfall kann über einen kurzen Stromstoß auch eine Durchtrennung des im Zweifelsfall stromlosen oder nur gering bestromten Schmelzleiters erfolgen. Hierbei ist die mittige Anordnung der beiden Engstellenreihen mit geringerem Abstand besonders vorteilhaft, damit der dort entstehende Lichtbogen, welcher sich im weiteren Verlauf in beide Richtungen des Schmelzleiters zu den Enden hin ausbreitet - annähernd zeitgleich das erste und das zweite Ende des Schmelzleiters erreicht. Auf diese Weise können Fehlabschaltungen der Schmelzsicherung wirksam vermieden werden.

[0018] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Schmelzleiters ist der Abstand der beiden, im mittleren Bereich angeordneten Engstellenreihen wesentlich geringer als die Schmelzleiterbreite, aber größer als der Lochabstand der Engstellenreihen.

[0019] Diese geometrischen relativen Größenverhältnisse haben sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, um über eine externe Beschaltung den mittleren Bereich des Schmelzleiters auf vordefinierte Art und Weise thermisch vorzubelasten. Durch die Ausgestaltung des Abstandes der beiden inneren Engstellenreihen kann die notwendige Höhe des Steuerstromes sowie die damit realisierbare Verschiebung der Kennlinie beeinflusst werden. Dabei gilt zum einen, dass mit einem geringeren Abstand der beiden inneren Engstellenreihen ein umso geringer Steuerstrom erforderlich ist. Zum anderen kann die Kennlinie umso weiter verschoben werden, je größer der Abstand der beiden inneren Engstellenreihen gewählt ist.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Schmelzleiters beträgt der Abstand der beiden im mittleren Bereich angeordneten Engstellenreihen zwischen 3mm und 20mm. Dieser Bereich hat sich als besonders vorteilhaft für die Konfiguration der Auslösecharakteristik hinsichtlich des gewünschten Steuerstromes sowie der gewünschten Verschiebung der Kennlinie erwiesen.

[0021] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist der Schmelzleiter streifenförmig ausgebildet. Unter dem Begriff "streifenförmig" ist dabei zu verstehen, dass zum einen die Länge des Schmelzleiters deutlich größer ist als dessen Breite, und zum anderen seine Breite wiederum deutlich größer als seine Dicke. Diese Geometrie ist für die Ausbildung von Engstellenreihen sowie das Anbringen von Lotpunkten besonders geeignet.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Schmelzleiters ist der zusätzliche Anschlussleiter seitlich an den Schmelzleiter angeformt.

[0023] Der Schmelzleiter kann durch Stanzen aus einem geeigneten Bandmaterial gefertigt werden, wobei das Schnittwerkzeug in Richtung der Dicke des Schmelzleiters bewegt wird. In diesem Fall ist das seitliche Anformen des zusätzlichen Anschlussleiters besonders vorteilhaft, da zum Ausstanzen des Schmelzleiters kein gesonderter Fertigungsschritt erforderlich ist. Der Begriff "seitlich" ist als quer zur Längserstreckungsrichtung, d.h. bei Blick auf die Breitseite des Schmelzleiter-Streifens mit Blickrichtung in Richtung der Dickenerstreckung, zu verstehen.

[0024] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung weist der Schmelzleiter im Bereich des zusätzlichen Anschlussleiters ein Lotdepot auf. Mit Hilfe dieses Lotdepots ist der Überlastbereich der Schmelzsicherung gezielt beeinflussbar.

[0025] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Schmelzleiters sind die beiden im mittleren Bereich des Schmelzleiters angeordneten Engstellenreihen schräg zueinander angeordnet.

[0026] Der Begriff "schräg" ist dahingehend zu verstehen, dass die beiden Engstellenreihen nicht über ihren gesamten Verlauf hinweg denselben Abstand zueinander aufweisen, sondern dass dieser Abstand am einen Ende der Engstellenreihe geringer ist als am anderen Ende. Mittels dieser Anordnung kann ein unterschiedliches Ansprechverhalten der Kennlinienverschiebung zu erreicht werden.

[0027] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Schmelzleiters weist dieser einen weiteren zusätzlichen Anschlussleiter auf, welcher derart elektrisch leitend mit dem Schmelzleiter verbunden ist, dass die beiden im mittleren Bereich des Schmelzleiters angeordneten Engstellenreihen zwischen dem ersten zusätzlichen Anschlussleiter und dem

weiteren zusätzlichen Anschlussleiter angeordnet sind.

[0028] Mit Hilfe des ersten zusätzlichen Anschlussleiters sowie des weiteren zusätzlichen Anschlussleiters ist der mittlere Bereich des Schmelzleiters mit einer externen Steuereinrichtung elektrisch leitend verbindbar, um diesen bei Bedarf mittels einer geeigneten elektrischen Beschaltung mit einem definierten Steuerstrom gezielt thermisch vorbelasten zu können.

[0029] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Schmelzleiters sind die beiden zusätzlichen Anschlussleiter symmetrisch angeordnet.

[0030] Hierunter ist sowohl eine achssymmetrische Anordnung bezüglich der Längserstreckungsrichtung des Schmelzleiters, als auch eine punktsymmetrische der beiden zusätzlichen Anschlussleiter bezüglich eines Mittelpunkts des Schmelzleiters zu verstehen. Durch die punkt- oder achssymmetrische Anordnung ist eine günstige Lage der Anschlusspunkte entsprechend den Spannungspotentialen und der mechanisch günstigen Lage der zusätzlichen Kontakte realisierbar.

[0031] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Schmelzleiters sind die beiden zusätzlichen Anschlussleiter in der Längserstreckungsrichtung um mindestens eine Engstellenreihe versetzt zueinander angeordnet.

[0032] Durch die versetzte Anordnung ist eine gleichmäßige Vorbelastung aller Engstellen mit geringer Steuerleistung realisierbar. Ferner ist es diese Anordnung auch für eine ungerade Anzahl an Engstellenreihen geeignet. Dabei können die beiden mittleren Engstellenreihen auch den gleichen Abstand wie die übrigen Engstellenreihen aufweisen.

[0033] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Schmelzleiters sind die beiden Anschlussleiter mit einer Steuereinrichtung elektrisch leitend verbindbar.

[0034] Mit Hilfe der Steuereinrichtung können die beiden, im mittleren Bereich angeordneten Engstellenreihen gezielt thermisch vorbelastet werden, wodurch die Auslösekennlinie der Überstrom-Schutzeinrichtung auf definierte Art und Weise verändert werden kann. Die Steuereinrichtung kann dabei Bestandteil der Überstrom-Schutzeinrichtung sein. Es ist jedoch ebenso möglich, eine übergeordnete Steuereinrichtung zu verwenden, welche mit einer Mehrzahl von Überstrom-Schutzeinrichtungen elektrisch leitend verbunden ist und derart mit diesen zusammenwirkt, dass deren Auslösecharakteristik auf individuell vordefinierte Art und Weise variiert werden kann. Insbesondere kann das Auslöseverhalten der Schmelzsicherung dabei ähnlich einer bei Leistungsschaltern üblichen elektronischen Auslöseeinheit (ETU) gestaltet werden. Durch einen entsprechend hohen Stromimpuls ist darüber hinaus auch eine direkte, d.h. unmittelbare Auslösung der Schmelzsicherung realisierbar.

[0035] Die erfindungsgemäße Überstrom-Schutzeinrichtung weist zumindest einen Schmelzleiter der vorstehend beschriebenen Art auf.

[0036] Hinsichtlich der allgemeinen Vorteile der erfindungsgemäßen Überstrom-Schutzeinrichtung wird auf die vorstehend genannten Vorteile des erfindungsgemäßen Schmelzleiters verwiesen. Bei Schmelzsicherungen mit mehreren elektrisch parallel geschalteten Schmelzleitern können alle, einige oder auch nur ein einzelner der mehreren Schmelzleiter nach Art des erfindungsgemäßen Schmelzleiters ausgebildet sein. Um eine Abschaltung bei einem unter Nennstrom liegenden Betriebsstrom zu erzielen, ist es ausreichend, bei einer Schmelzsicherung mit beispielsweise zwei Schmelzleitern nur einen davon erfindungsgemäß auszubilden. Wird dieser durchtrennt, so trägt der verbleibende, nicht erfindungsgemäß ausgebildete Schmelzleiter den doppelten Strom, weswegen auch dieser Schmelzleiter kurz darauf schmilzt und damit die Schmelzsicherung endgültig auslöst.

[0037] In einer vorteilhaften Weiterbildung weist die Überstrom-Schutzeinrichtung ferner eine Steuereinrichtung auf, mit welcher der zumindest eine zusätzliche Anschlussleiter elektrisch leitend verbunden ist, um die Auslösecharakteristik der Überstrom-Schutzeinrichtung mittels der Steuereinrichtung gezielt zu beeinflussen.

[0038] Mit Hilfe der Steuereinrichtung können die beiden, im mittleren Bereich angeordneten Engstellenreihen gezielt thermisch vorbelastet werden, wodurch die Auslösekennlinie der Überstrom-Schutzeinrichtung auf definierte Art und Weise verändert werden kann. Ferner ist durch einen entsprechend hohen Stromimpuls auch eine direkte, d.h. unmittelbare Auslösung der Schmelzsicherung realisierbar.

[0039] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Schmelzleiters unter Bezug auf die beigefügten Figuren näher erläutert. In den Figuren sind:

Figur 1	eine schematische Darstellung zum prinzipiellen Aufbau einer Schmelzsicherung;
Figuren 2A bis 2D	schematische Darstellungen verschiedener Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Schmelzleiters;
Figur 3	eine schematische Darstellung verschiedener Auslösekennlinien des erfindungsgemäßen Schmelzleiters bzw. der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung.

[0040] In den verschiedenen Figuren der Zeichnung sind gleiche Teile stets mit dem gleichen Bezugszeichen versehen. Die Beschreibung gilt für alle Zeichnungsfiguren, in denen das entsprechende Teil ebenfalls zu erkennen ist.

[0041] Figur 1 zeigt schematisch den prinzipiellen Aufbau einer Schmelzsicherung 1. Diese weist ein erstes Kontaktelement 4 sowie ein zweites Kontaktelement 5 auf, welche aus einem elektrisch leitenden Werkstoff, beispielsweise Kupfer, bestehen. Die Kontaktelemente 4 und 5 sind mechanisch fest und dicht mit einem Sicherungskörper 2 verbunden, welcher aus einem festen, nichtleitenden und möglichst hitzebeständigen Werkstoff, beispielsweise aus einer Keramik, besteht. Der Sicherungskörper 2 weist im Allgemeinen eine röhrenförmige Grundform auf und ist nach außen druckdicht, beispielsweise mit Hilfe zweier Verschlusskappen 3, verschlossen. Die Kontaktelemente 4 und 5 erstrecken sich dabei jeweils durch eine in den Verschlusskappen 3 ausgebildete Öffnung in einen Innenraum des Sicherungskörpers 2. Im diesem Innenraum ist ein sogenannter Schmelzleiter 10 angeordnet, welcher das erste Kontaktelement 4 und das zweite Kontaktelement 5 elektrisch leitend verbindet. Hierzu ist ein erstes Ende 14 des Schmelzleiters 10 mit dem ersten Kontaktelement 4, und ein zweites Ende 15 mit dem zweiten Kontaktelement 5 elektrisch leitend verbunden. Der verbleibende Innenraum des Sicherungseinsatzes 1 ist im vorliegenden Fall vollständig mit einem Löschmittel 6 befüllt, welches zum Löschen und Kühlen der Schmelzsicherung 1 im Auslösefall dient und den Schmelzleiter 10 vollständig umgibt. Als Löschmittel 6 wird beispielsweise Quarzsand verwendet. Anstelle des in Figur 1 dargestellten einen Schmelzleiters 10 ist es ebenso möglich, mehrere Schmelzleiter 10 elektrisch zueinander parallel geschaltet in dem Sicherungskörper 2 anzuordnen und entsprechend mit den beiden Kontaktelementen 4 und 5 zu kontaktieren.

[0042] Der Schmelzleiter 10 besteht im Allgemeinen aus einem gut leitenden Werkstoff wie Kupfer oder Silber und weist über seine Länge, d.h. in seiner Längserstreckungsrichtung L, mehrere Engstellenreihen 11 sowie ein oder mehrere Lotdepots 13 - sogenannte Lotpunkte - auf. Über die Engstellenreihen 11 sowie die Lotpunkte 13 kann die Auslösekennlinie des Schmelzleiters 10 - und damit der Schmelzsicherung 1 - an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. Bei Strömen, die kleiner sind als der Nennstrom der Schmelzsicherung 1, wird im Schmelzleiter 10 nur so viel Verlustleistung umgesetzt, dass diese in Form von Wärme schnell über den Sand, den Sicherungskörper 2 und die Kontakte 4 und 5 nach außen abgegeben werden kann. Die Temperatur des Schmelzleiters 10 steigt dabei nicht über dessen Schmelzpunkt hinaus an. Fließt ein Strom, der im Überlastbereich der Schmelzsicherung 1 liegt, so steigt die Temperatur der Sicherung 1 stetig weiter an, bis der Schmelzpunkt des Schmelzleiters 3 überschritten wird und dieser an einer der Engstellenreihen 11 durchschmilzt. Bei hohen Fehlerströmen - wie sie beispielsweise aufgrund eines Kurzschlusses auftreten - wird so viel Energie im Schmelzleiter 10 umgesetzt, dass dieser praktisch auf der ganzen Länge aufgeheizt wird und infolge dessen an allen Engstellenreihen 11 gleichzeitig schmilzt.

[0043] Da flüssiges Kupfer bzw. Silber noch gute elektrisch leitende Eigenschaften aufweist, wird der Stromfluss zu diesem Zeitpunkt noch nicht unterbrochen. Die aus dem Schmelzleiter 10 gebildete Schmelze wird folglich weiter aufgeheizt, bis sie schließlich in den gasförmigen Zustand übergeht und ein Plasma bilden. Dabei entsteht ein Lichtbogen, um den Stromfluss über das Plasma weiter aufrecht zu erhalten. Im letzten Stadium einer Sicherungsabschaltung reagieren die leitfähigen Gase mit dem Löschmittel 6, welches bei konventionellen Schmelzsicherungen 1 zumeist aus Quarzsand besteht. Dieser wird aufgrund der durch den Lichtbogen bedingten, extrem hohen Temperaturen im Umfeld des Lichtbogens aufgeschmolzen, was zu einer physikalischen Reaktion des geschmolzenen Schmelzleitermaterials mit dem umgebenden Quarzsand 6 führt. Da das dabei entstehende Reaktionsprodukt elektrisch nicht leitend ist, sinkt der Stromfluss zwischen dem ersten Kontaktelement 4 und dem zweiten Kontaktelement 5 der Schmelzsicherung 1 rasch gegen Null ab. Dabei ist jedoch zu beachten, dass einer bestimmten Masse an Schmelzleitermaterial auch eine entsprechende Masse an Löschmittel erfordert. Nur so kann sichergestellt werden, dass am Ende der Sicherungsabschaltung noch genügend Löschmittel 6 vorhanden ist, um das gesamte leitfähige Plasma wirksam zu binden.

[0044] In den Figuren 2A bis 2D sind verschiedener Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Schmelzleiters 10 schematisch dargestellt. Der erfindungsgemäße Schmelzleiter 10 weist in seiner Längserstreckungsrichtung L mehrere Engstellenreihen 11 auf, welche sich quer zur Längserstreckungsrichtung L des Schmelzleiters 10 erstrecken. In den in den Figuren 2A bis 2C dargestellten Fällen sind die Engstellenreihen 11 rechtwinklig zur Längserstreckungsrichtung L des Schmelzleiters 10 orientiert. Dies ist jedoch nicht zwingend, wie das in Figur 2D dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt. Über das erste Ende 14 und das zweite Ende 15 kann der Schmelzleiter 10 mit dem ersten Kontaktelement 4 bzw. dem zweiten Kontaktelement 5 der Schmelzsicherung 1 (siehe Fig.1) elektrisch leitend verbunden werden.

[0045] Die Engstellenreihen 11 sind aus einer Mehrzahl in einer Reihe hintereinander angeordneter Löcher 16 gebildet und sind in der Regel in einem äquidistanten Abstand a_2 voneinander beabstandet angeordnet. Lediglich in einem mittleren Bereich 12, welcher mittig zwischen dem ersten Ende 14 und dem zweiten Ende 15 angeordnet ist, weisen die beiden dort angeordneten Engstellenreihen 11-1 und 11-2 einen geringeren Abstand a_1 zueinander auf. Dieser Abstand a_1 ist dabei so gewählt, dass er wesentlich geringer ist als die in einer Breitenerstreckungsrichtung B gemessene Breite des Schmelzleiters 10, aber größer als der Zwischenraum zwischen den einzelnen Löchern 16 einer Engstellenreihe 11.

[0046] Im mittleren Bereich 12 ist zumindest ein zusätzlicher Anschlussleiter 17 an den Schmelzleiter 10 angeformt. Die Figuren 2A und 2D zeigen hierbei Ausführungsformen mit nur einem zusätzlichen Anschlussleiter 17. In den Figuren 2B und 2C sind Ausführungsformen mit zwei Anschlussleitern, dem ersten zusätzlichen Anschlussleiter 17 und dem weiteren zusätzlichen Anschlussleiter 18 dargestellt. Die zusätzlichen Anschlussleiter 17 und 18 sind also - je nach Ausführungsform - einseitig oder beidseitig an den Schmelzleiter 10 angebunden. Vorteilhafter Weise sind die zusätz-

lichen Anschlussleiter 17 und 18 aus dem Schmelzleitermaterial gebildet und weisen einen ähnlichen Querschnitt wie der Schmelzleiter 10 auf. Dieser Querschnitt der zusätzlichen Anschlussleiter 17 und 18 darf dabei nur so groß gewählt werden, dass bei einer Abschaltung der Schmelzsicherung 1, d.h. bei einem Durchschmelzen des Schmelzleiters 10, der zusätzliche Anschlussleiter 17 und ggf. der weitere zusätzliche Anschlussleiter 18 ebenfalls mit abgetrennt werden. Mit Hilfe einer externen Beschaltung kann der mittlere Bereich 12 - d.h. der Bereich zwischen den im Abstand a_1 angeordneten, enger voneinander beabstandeten Engstellenreihen 11 - über die zusätzlichen Anschlussleiter 17 und 18 mit einem elektrischen Steuerstrom beaufschlagt werden, wodurch der mittlere Bereich 12 gezielt thermisch vorbelastet werden kann.

[0047] In Figur 2D sind die beiden, im mittleren Bereich 12 angeordneten Engstellenreihen 11-1 und 11-2 hingegen schräg zueinander angeordnet, d.h. ihr Abstand ist in der Breitenerstreckungsrichtung B nicht konstant, sondern nimmt kontinuierlich zu bzw. ab. Mit dem Abstand a_1 ist dann der geringste Abstand der beiden Engstellenreihen 11-1 und 11-2 bezeichnet, in Figur 2D am jeweils linken Ende der Engstellenreihen 11-1 und 11-2. Mit Hilfe dieser schrägen Anordnung ist ein unterschiedliches Ansprechverhalten der Kennlinienverschiebung realisierbar.

[0048] Eine grobe Steuerung kann auch ohne externe Stromquelle erfolgen: hierzu wird beispielsweise der in Figur 2A dargestellte Schmelzleiter 10 verwendet und elektrisch derart verschaltet, dass der über den zusätzlichen Anschlussleiter 17 realisierte Steueranschluss mit den Hauptkontakten der Schmelzsicherung 1 - dem ersten Kontaktelement 4 und dem zweiten Kontaktelement 5 - elektrisch leitend verbunden wird. Da durch die äußeren Engstellenreihen 11 der Schmelzsicherung 1 unter Strom ein Spannungsabfall entsteht, führt dies zu einem entsprechenden Steuerstrom mit einer entsprechenden Verschiebung der Auslösekennlinie des Schmelzleiters 10 bzw. der Schmelzsicherung 1 (siehe auch Figur 3).

[0049] Ferner ist es möglich, durch Messung und Überwachung des elektrischen Widerstands des mittleren Bereichs 12 des Schmelzleiters 10 frühzeitig eine Alterung der Schmelzsicherung 1 zu erkennen. Hierzu müsste der mittlere Bereich 12 lediglich die Lotpunkte 13 der Schmelzsicherung 1 tragen oder zumindest mit belotet sein. Eine Überwachung des Alterungszustands der Schmelzsicherung 1 wäre dann sogar im laufenden Betrieb möglich. Weiterhin kann auf Basis einer kontinuierlichen Widerstandsmessung des mittleren Bereichs 12 aufgrund der Änderung des elektrischen Widerstands bei Temperaturänderung des Schmelzleitermaterials auch auf den Betriebszustand der Schmelzsicherung 1 rückgeschlossen werden.

[0050] In Figur 3 sind verschiedener Auslösekennlinien des erfindungsgemäßen Schmelzleiters 10 bzw. der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung 1 schematisch dargestellt. Dabei ist die Zeitdauer t, welche zum Aufschmelzen des Schmelzleiters 10 benötigt wird, über dem Kurzschlussstrom I aufgetragen. Die rechts dargestellte, mit K_1 bezeichnete Kennlinie beschreibt beispielhaft die Auslösecharakteristik einer 100A-Photovoltaiksicherung, wie sie zur Absicherung von Photovoltaik-Anlagen eingesetzt wird. Die links dargestellte Kennlinie K_2 beschreibt hingegen die Auslösecharakteristik einer erfindungsgemäßen 100A-Schmelzsicherung 1 bei thermischer Vorbelastung des erfindungsgemäßen Schmelzleiters 10: die Auslösekennlinie K_2 ist dabei nach links verschoben und - insbesondere im oberen Bereich - der Auslösekennlinie einer herkömmlichen 63A-Schmelzsicherung angenähert.

[0051] Weiterhin sind in das Diagramm der Figur 3 noch zwei senkrecht verlaufende Linien eingetragen, welche die elektrischen Ströme I_1 und I_2 markieren. Bei vorliegen eines Kurzschlussstroms I_1 würde eine Absicherung mittels einer herkömmlichen 100A-Schmelzsicherung zu keiner oder allenfalls einer sehr langwierigen Auslösung führen. Durch die thermische Vorbelastung des erfindungsgemäßen Schmelzleiters 10 wird die ursprüngliche Auslösekennlinie K_1 nunmehr auf die Kennlinie K_2 verschoben: Dadurch ist eine Auslösezeit t_{12} realisierbar, welche deutlich unterhalb der ursprünglichen Auslösezeit liegt.

[0052] Die sich daraus ergebende Einsatzmöglichkeit der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung 1 sei am Beispiel einer Photovoltaik-Anlage exemplarisch dargestellt: würde bei einer derartigen Anlage, welche drei Stränge zu je 100A aufweist, die mit je einer 100A-Schmelzsicherung entsprechend der Kennlinie K_1 abgesichert sind, ein Kurzschluss in einem der drei Stränge auftreten, so würden die beiden intakten Stränge unter voller Sonneneinstrahlung 200A bis 220A Kurzschlussstrom erzeugen. Bei schräg stehender Sonne in den Morgen- bzw. Abendstunden oder bei entsprechender Bewölkung würde jedoch nur ein Teilstrom, z.B. von 110A, auftreten. Die Photovoltaik-Anlage würde in diesem Betriebszustand keinen Strom an den Umrichter liefern, da die gesamte Anlage kurzgeschlossen ist. Mit Hilfe einer sonnenlicht- und temperaturabhängigen Ansteuerung könnte jedoch der Schmelzleiter entsprechend der Kennlinie K_2 thermisch vorbelastet werden, so dass hierdurch eine Auslösung innerhalb einer vertretbaren Zeitdauer t_{12} erreichbar wäre. Die Photovoltaik-Anlage würde anschließend mit den zwei verbliebenen Strängen ordnungsgemäß weiterlaufen.

[0053] Die Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung wird im Folgenden mit Hilfe der Linie I_2 erläutert: wird bei Absicherung mit 100A-Schmelzsicherungen in einer Photovoltaik-Anlage bedingt durch eine geringe Sonneneinstrahlung nur ein Kurzschlussstrom I_2 von beispielsweise 130A erreicht, so würde bis zu einer Auslösung der Schmelzsicherung und damit einer Abschaltung der Photovoltaik-Anlage die Zeitdauer t_{21} vergehen. In der Realität kann dies weit über eine Stunde dauern, ohne dass Strom zum Umrichter gelangt. Durch eine geeignete einstrahlungsabhängige Vorsteuerung mittels thermischer Vorbelastung des erfindungsgemäßen Schmelzleiters kann dieser Wert auf eine akzeptable Zeitdauer t_{22} von nur wenigen Minuten reduziert werden. Die Schmelzsicherung kann somit größer dimensioniert werden,

da sie in Abhängigkeit der vorherrschenden Umgebungsparameter an die aktuelle Betriebssituation angepasst werden kann. Die Schmelzsicherung muss somit auch nicht bis an ihre Leistungsgrenze betrieben werden, was einen wesentlich robusteren Betrieb ermöglicht.

[0054] Ferner stellt sich bei kalter Witterung der Effekt ein, dass die reale Auslösekennlinie der Schmelzsicherung aufgrund der niedrigen Temperaturen nach rechts verschoben ist. Im realen Betrieb einer Photovoltaik-Anlage können sich daher bei sehr kalter Sicherung um bis zu 20% höhere Auslösewerte ergeben als bei Normaltemperatur. Da die Kennlinien auf Schwankungen der Umgebungstemperatur reagieren, müssen zur Verwendung bei hohen Tagestemperaturen Sicherungen mit höheren Nennströmen verwendet werden. Wird z.B. eine 63A Sicherung benötigt, würde sich deren Kennlinie bei hohen Umgebungstemperaturen nach links verschieben und wäre damit zu empfindlich. Damit muss ggf. eine 100A Sicherung eingesetzt werden. Aufgrund der geringen Überströme und Kurzschlussströme bei Photovoltaik-Anlagen würde - insbesondere bei sehr kalten Umgebungstemperaturen, die zu einer Verschiebung der Kennlinie nach rechts führen - die Sicherung im Fehlerfall nicht oder erst sehr spät auslösen. Dies ist vermeidbar, indem die Kennlinie K_1 der Sicherung mittels geeigneter Vorsteuerung wieder nach links auf die Kennlinie K_2, welche einer Sicherung mit 63A-Carakteristik entspricht, angepasst wird.

[0055] Abschließend wird darauf hingewiesen, dass die Anwendungsfälle des erfindungsgemäßen Schmelzleiters 10 sowie der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung 1 nicht auf das Gebiet der Photovoltaik-Anlagen beschränkt sind. Das Gebiet der Photovoltaik-Anlagen wurde lediglich exemplarisch zur Verdeutlichung der Vorteile des erfindungsgemäßen Schmelzleiters 10 sowie der erfindungsgemäßen Schmelzsicherung 1 ausgewählt.

Bezugszeichenliste:

[0056]

1 Überstrom-Schutzeinrichtung / Schmelzsicherung
2 Sicherungskörper
3 Verschlusskappe
4 erstes Kontaktelement
5 zweites Kontaktelement
6 Löschmittel

10 Schmelzleiter
11 Engstellenreihe

11-1 Engstellenreihe
11-2 Engstellenreihe

12 mittlerer Bereich
13 Lotdepot
14 erstes Ende
15 zweites Ende
16 Löcher
17 zusätzlicher Anschlussleiter
18 weiterer zusätzlicher Anschlussleiter

a_1 Abstand
a_2 Abstand

L Längserstreckungsrichtung
B Breitenerstreckungsrichtung

t_i Zeitdauer
I_i Kurzschlussstrom
K_i Kennlinie

Patentansprüche

1. Schmelzleiter (10) für eine Überstrom-Schutzeinrichtung (1),

- welcher einen sich in einer Längserstreckungsrichtung (L) erstreckenden, länglichen Grundkörper aufweist, dessen erstes Ende (14) einen ersten Kontaktbereich zur Kontaktierung mit einem ersten Kontaktelement (4) der Überstrom-Schutzeinrichtung (1) aufweist, und dessen zweites Ende (15) einen zweiten Kontaktbereich zur Kontaktierung mit einem zweiten Kontaktelement (5) der Überstrom-Schutzeinrichtung (1) aufweist,
- bei dem zwischen dem ersten Kontaktbereich und dem zweiten Kontaktbereich mehrere Engstellenreihen (11) angeordnet sind, die jeweils eine Mehrzahl an Löchern (16) aufweisen, welche quer zur Längserstreckungsrichtung (L) des Schmelzleiters (10) angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** in einem zwischen dem ersten Kontaktbereich und dem zweiten Kontaktbereich mittig angeordneten, mittleren Bereich (12) des Schmelzleiters (10) zwei der Engstellenreihen (11-1, 11-2) einen geringeren Abstand zueinander aufweisen als die übrigen Engstellenreihen (11),
- **dass** der Schmelzleiter (10) in diesem mittleren Bereich (12) zumindest einen zusätzlichen Anschlussleiter (17, 18) aufweist, welcher mit dem Schmelzleiter (10) elektrisch leitend verbunden ist.

2. Schmelzleiter (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Abstand (a_1) der beiden im mittleren Bereich (12) angeordneten Engstellenreihen (11-1, 11-2) wesentlich geringer ist als die Schmelzleiterbreite, aber größer als der Lochabstand der Engstellenreihen (11-1, 11-2).

3. Schmelzleiter nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Abstand der beiden im mittleren Bereich angeordneten Engstellenreihen (11-1, 11-2) zwischen 3 und 20 mm beträgt.

4. Schmelzleiter (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schmelzleiter (10) streifenförmig ausgebildet ist.

5. Schmelzleiter (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zusätzliche Anschlussleiter (17) seitlich an den Schmelzleiter angeformt ist.

6. Schmelzleiter (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schmelzleiter im Bereich des zusätzlichen Anschlussleiters (17) ein Lotdepot aufweist.

7. Schmelzleiter (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden im mittleren Bereich (12) des Schmelzleiters (10) angeordneten Engstellenreihen (11-1, 11-2) schräg zueinander angeordnet.

8. Schmelzleiter (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schmelzleiter (10) einen weiteren zusätzlichen Anschlussleiter (18) aufweist, welcher derart elektrisch leitend mit dem Schmelzleiter (10) verbunden ist, dass die beiden im mittleren Bereich (12) des Schmelzleiters (10) angeordneten Engstellenreihen (11-1, 11-2) zwischen dem ersten zusätzlichen Anschlussleiter (17) und dem weiteren zusätzlichen Anschlussleiter (18) angeordnet sind.

9. Schmelzleiter (10) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden zusätzlichen Anschlussleiter (17, 18) des Schmelzleiters (10) symmetrisch angeordnet sind.

10. Schmelzleiter (10) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden zusätzlichen Anschlussleiter (17, 18) in der Längserstreckungsrichtung (L) um mindestens eine Engstellenreihe versetzt zueinander angeordnet sind.

11. Schmelzleiter nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden Anschlussleiter (17, 18) mit einer Steuereinrichtung elektrisch leitend verbindbar sind.

12. Überstrom-Schutzeinrichtung (1),
welche zumindest einen Schmelzleiter (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 11 aufweist.

13. Überstrom-Schutzeinrichtung (1) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Überstrom-Schutzeinrichtung (1) ferner eine Steuereinrichtung aufweist, mit welcher der zumindest eine zusätzliche Anschlussleiter (17, 18) elektrisch leitend verbunden ist, um eine Auslösecharakteristik der Überstrom-Schutzeinrichtung (1) gezielt zu beeinflussen.

FIG 1

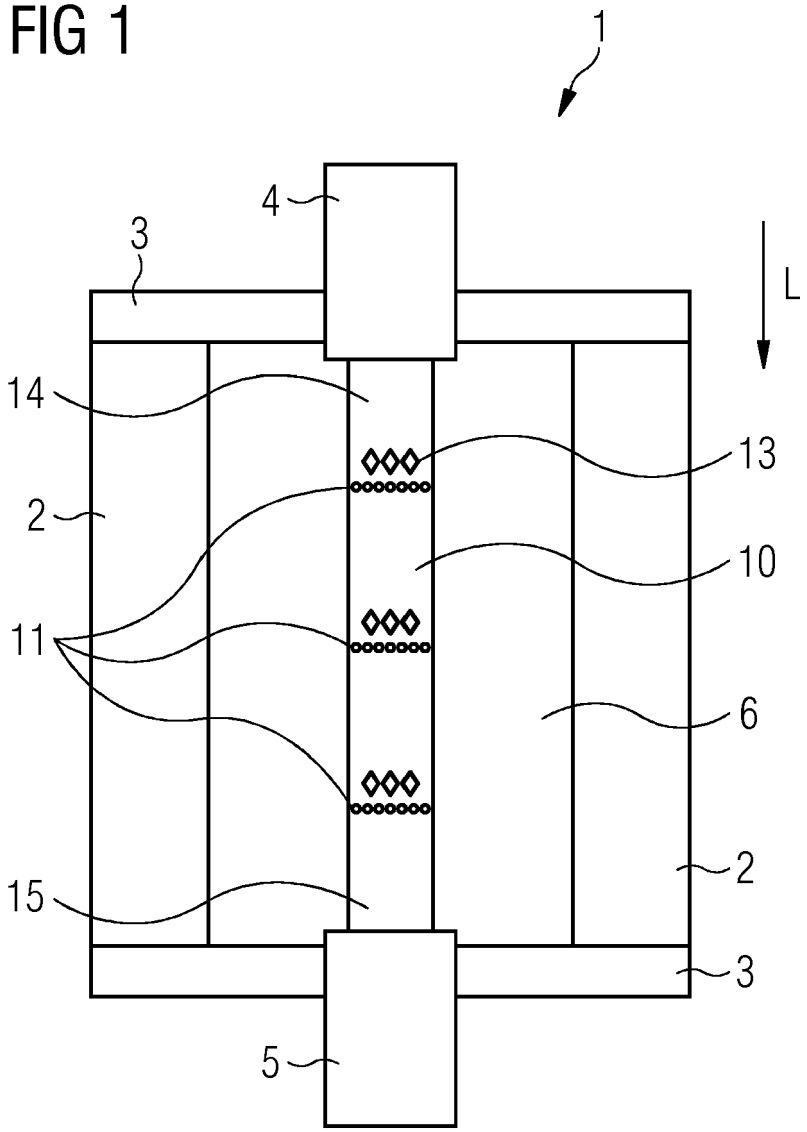


FIG 2A

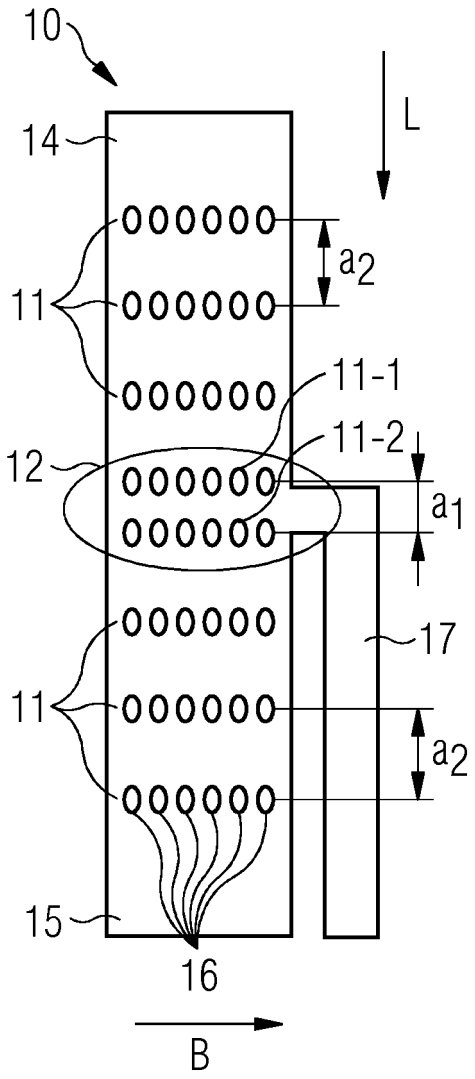

10
14
L
11
a2
11-1
11-2
12
a1
17
15
16
B

FIG 2B

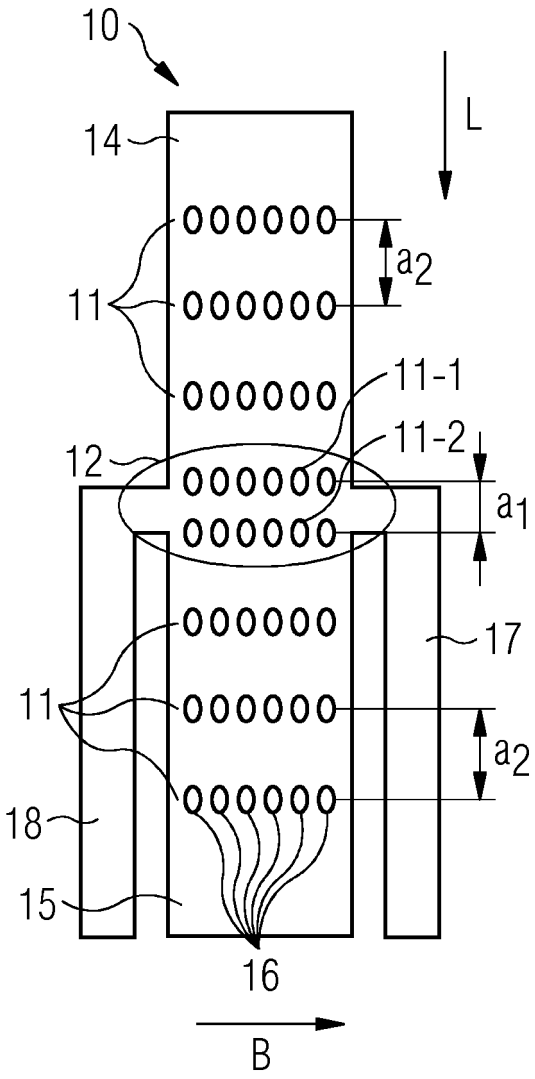

10
14
L
11
a2
11-1
11-2
12
a1
17
18
15
16
B

FIG 2C

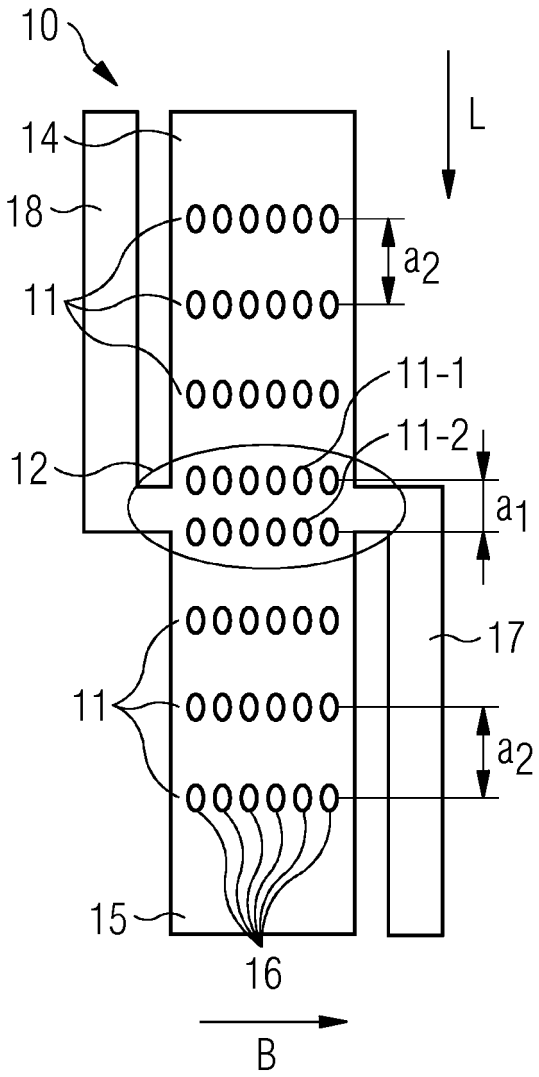

10
14
18
11
12
11
15
16
B
L
a2
11-1
11-2
a1
17

FIG 2D

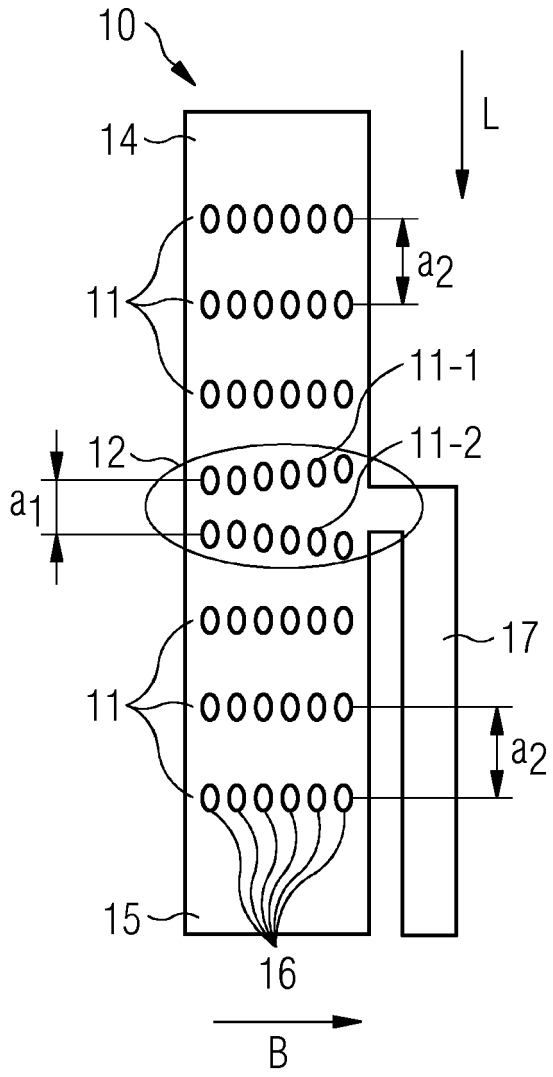
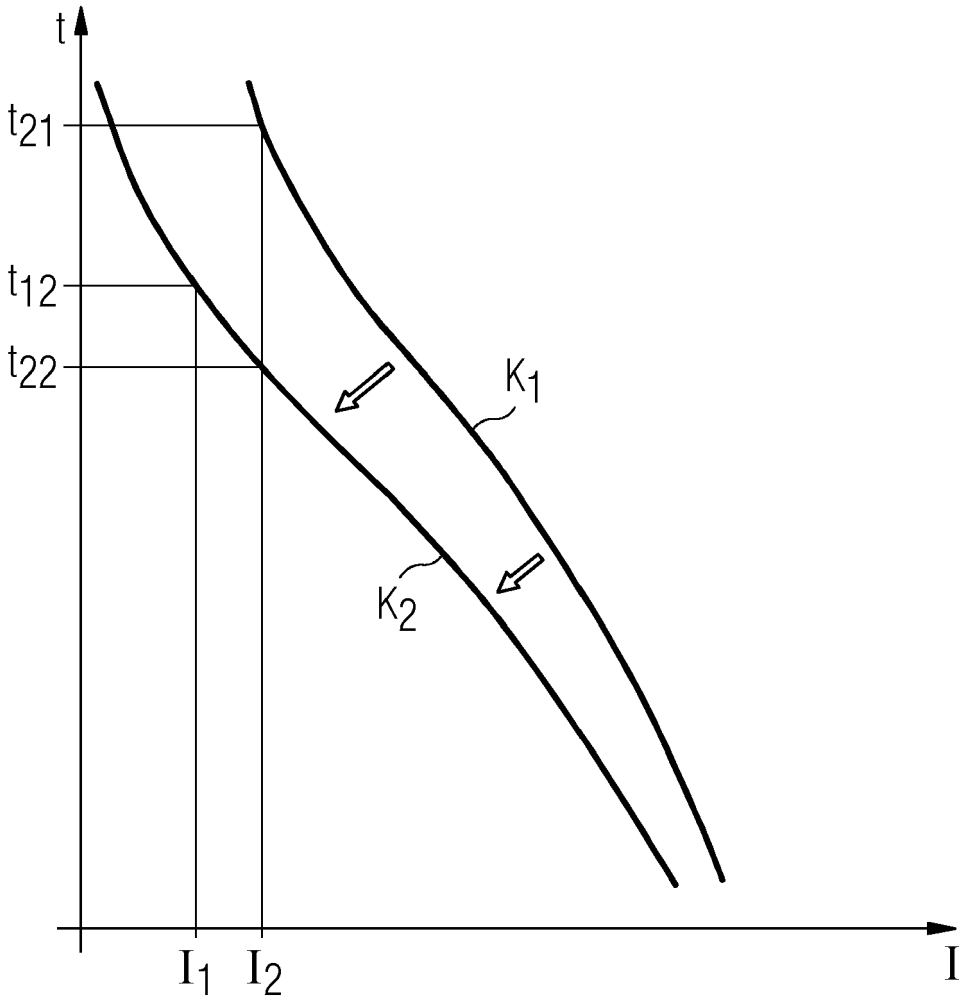

10
14
11
12
11
15
16
B
L
a2
11-1
11-2
a1
17

FIG 3



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 17 4720

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 28 48 995 A1 (DRIESCHER SPEZIALFAB FRITZ) 22. Mai 1980 (1980-05-22) * Seite 5, Zeile 5 - Seite 6, Zeile 4; Abbildung 1 *	1-13	INV. H01H85/10 H01H85/46
Y	DE 195 06 547 A1 (SIEMENS AG [DE]) 15. Februar 1996 (1996-02-15) * Spalte 4, Zeile 25 - Zeile 34; Abbildung 1 * * Spalte 2, Zeile 20 - Zeile 26 *	1-13	
A	DE 930 399 C (SIEMENS AG) 14. Juli 1955 (1955-07-14) * Seite 2, Zeile 23 - Zeile 42; Abbildung 1 *	1-13	
A	DE 10 2014 205871 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1. Oktober 2015 (2015-10-01) * Absatz [0029] - Absatz [0031]; Abbildung 1 *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01H

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	8. November 2017	Dobbs, Harvey

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 17 17 4720

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-11-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2848995 A1	22-05-1980	KEINE	
DE 19506547 A1	15-02-1996	DE 19506547 A1	15-02-1996
		FR 2723253 A1	02-02-1996
		US 5673014 A	30-09-1997
DE 930399 C	14-07-1955	KEINE	
DE 102014205871 A1	01-10-2015	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 0917723 B1 **[0003]**