

(19)



(11)

EP 3 852 125 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.07.2021 Patentblatt 2021/29

(51) Int Cl.:
H01H 39/00 (2006.01) **H01H 85/08** (2006.01)
H01H 85/18 (2006.01) **H01H 85/10** (2006.01)
H01H 85/36 (2006.01) **H01H 9/36** (2006.01)
H01H 85/12 (2006.01) **H01H 85/38** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21161292.4**

(22) Anmeldetag: **23.01.2018**

(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

• **ZAHLMANN, Peter**
92318 Neumarkt (DE)
 • **WOLFRAM, Sven**
92318 Neumarkt (DE)

(30) Priorität: **01.02.2017 DE 102017101985**
23.08.2017 DE 102017119285

(74) Vertreter: **Prinz & Partner mbB**
Patent- und Rechtsanwälte
Rundfunkplatz 2
80335 München (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
18701323.0 / 3 577 673

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 08.03.2021 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

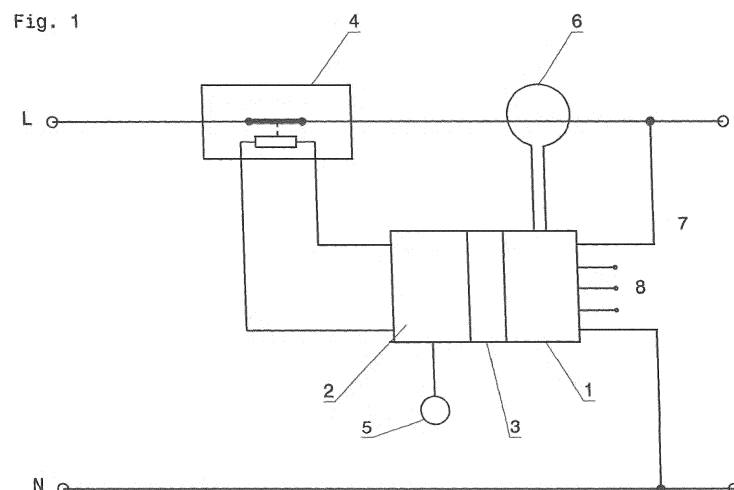
(71) Anmelder: **DEHN SE + Co KG**
92318 Neumarkt / Opf. (DE)

(72) Erfinder:
 • **EHRHARDT, Arnd**
92318 Neumarkt (DE)

(54) TRIGGERBARE SCHMELZSICHERUNG FÜR NIEDERSpannungsANWENDUNGEN

(57) Die Erfindung betrifft eine triggerbare Schmelzsicherung für Niederspannungsanwendungen zum Schutz von an ein Versorgungsnetz anschließbaren Einrichtungen, insbesondere Überspannungsschutzgeräten, bestehend aus mindestens einem, zwischen zwei Kontakten befindlichen, in einem Gehäuse angeordneten Schmelzleiter sowie mit einer Triggereinrichtung zum gesteuerten Auftrennen des Schmelzleiters bei Fehlfunktionen oder Überlastzuständen der jeweils ange-

schlossenen Einrichtung. Im Gehäuse ist ein Löschmittel eingebracht. Der mindestens eine Schmelzleiter weist eine Vielzahl an sich bekannter elektrischer Engstellen auf, welche auf die Nennbelastung der jeweiligen Sicherung ausgelegt sind. Mindestens eine weitere, zusätzliche geometrische Engstelle ist vorgesehen, welche auf Zug beansprucht in Abhängigkeit von der Triggereinheit durch Zerreißen auftrennbar ist.

**EP 3 852 125 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine triggerbare Schmelzsicherung für Niederspannungsanwendungen zum Schutz von an ein Versorgungsnetz anschließbaren Einrichtungen, insbesondere Überspannungsschutzgeräten, bestehend aus mindestens einem, zwischen zwei Kontakten befindlichen, in einem Gehäuse angeordneten Schmelzleiter sowie mit einer Triggereinrichtung zum gesteuerten Auftrennen des Schmelzleiters bei Fehlfunktionen oder Überlastzuständen der jeweils angeschlossenen Einrichtung, wobei im Gehäuse ein Löschmittel eingebracht ist.

[0002] Konventionelle Schmelzsicherungen werden in großen Stückzahlen und bei vielen Anwendungsfällen eingesetzt, um einen Überstrom- oder Kurzschlusschutz für Kabel und Leitungen aber auch für angeschlossene Betriebsmittel sicherzustellen.

[0003] Darüber hinaus werden Sicherungen als Backup-Schutz für Überspannungsableiter im sogenannten Querschweig eingesetzt. Hier muss eine entsprechende Sicherung den Schutz im Kurzschlussfall gewährleisten.

[0004] Durch den zunehmenden Einsatz und die Integration regenerativer Energiequellen in Versorgungssätzen treten zunehmend volatile Kurzschlusswerte an den Installationsorten der Betriebsmittel je nach Einspeisesituation auf. Dies kann die Konsequenz nach sich ziehen, dass die erforderlichen Schmelz- bzw. Ausschaltintegrale die Sicherungen über einen weiten Bereich variiert werden müssen. Unter Umständen kann die gewählte Sicherung nicht mehr den Schutz unter allen denkbaren Einspeisebedingungen sicherstellen. Grundsätzlich ist hier der Einsatz von Leistungsschaltern mit Auslösecharakteristik eine Alternative, jedoch sind diese Schalter wesentlich teurer als Sicherungen und insofern bereits aus Kostengründen nicht für alle Anwendungen geeignet.

[0005] Die speziellen Eigenschaften einer Schmelzsicherung ermöglichen grundsätzlich nur sehr geringe Gestaltungsmöglichkeiten hinsichtlich einer Variation oder einer Einstellung des Schutzbereiches der Sicherung.

[0006] Um den Einsatzbereich von Sicherungen anpassen und erweitern zu können, wurde bereits vorgeschlagen, den Stromleiter eines elektrischen Sicherungselementes mit Hilfe einer pyrotechnisch betriebenen Trennvorrichtung zu durchtrennen. Die DE 42 11 079 A1 zeigt eine derartige Lösung, bei der eine pyrotechnische Ladung gezündet wird, wenn der den Stromleiter der Sicherung durchfließende und von einer Stromdetektionsvorrichtung erfasste Strom eine Stärke aufweist, die größer ist als ein vorgegebbarer Schwellenwert.

[0007] Die DE 10 2008 047 256 A1 offenbart eine Hochspannungssicherung mit einem ansteuerbaren Antrieb für eine Scherstange, welche mehrere Engstellen zerstört. Die Ansteuerung kann dabei fehlerstromabhängig aus einer separaten Steuerung erfolgen.

[0008] Die DE 10 2014 215 279 A1 offenbart eine Schmelzsicherung für eine zu schützende Einrichtung,

welche mit der Schmelzsicherung in Reihe geschaltet ist.

[0009] Bezogen auf die Dimensionierung von Schmelzsicherungen verweist die DE 10 2014 215 279 A1 auf das Schmelzintegral I^2t . Demnach ist das Aufschmelzen eines Schmelzleiters durch seine Material- und Geometrieigenschaften bestimmt, so dass je nach Material und/oder Geometrie des Schmelzleiters eine jeweilige Wärmemenge Q zur Verdampfung des Schmelzleiters notwendig ist.

[0010] Besondere Anforderungen gelten für den Fall, in dem das von der Sicherung zu schützende Gerät eine Überspannungsschutzeinrichtung ist, denn diese soll kurzfristig hohe Ströme passieren lassen, ohne dass die Schmelzsicherung auslöst, zugleich aber auch bei gering andauernden Federströmen, wie sie zum Beispiel bei einer Schädigung der Überspannungsschutzeinrichtung oder als Netzfolgestrom auftreten können, frühzeitig abschalten. Die erste der genannten Anforderungen führt häufig zu hohen Bemessungsstromwerten der Sicherung. Die zweite der genannten Anforderungen ist nur mit geringen Nennstromwerten sinnvoll zu realisieren.

[0011] Unter Beachtung dieser Problematik verweist die DE 10 2014 215 279 A1 auf eine Weiterbildung einer Schmelzsicherung dergestalt, dass zusätzliche Kontakte vorgesehen sind, wobei einer der Zusatzkontakte einen Triggerkontakt darstellt, um den Schmelzleiter mittelbar oder unmittelbar durch Einleiten eines Kurzschlusses zum Schmelzen zu veranlassen. Darüber hinaus kann der Schmelzleiter im Bereich eines der weiteren Kontakte eine Sollbruchstelle aufweisen. Der Schmelzleiter ist bei einer Ausführungsform mit einem Löschmedium, insbesondere mit Sand, zumindest abschnittsweise umgeben.

[0012] Zum Stand der Technik sei noch auf die CH 410137 A, die US 2 400 408 A und die WO 2014/158328 A1 verwiesen.

[0013] Aus dem Vorgenannten ist es Aufgabe der Erfindung, eine weiterentwickelte triggerbare Schmelzsicherung für Niederspannungsanwendungen zum Schutz von an ein Versorgungsnetz anschließbaren Einrichtungen, insbesondere Überspannungsschutzgeräten, anzugeben, wobei die Sicherung zusätzlich zum Schmelzintegralwert bezogen auf den Sicherungsnennwert bei Bedarf und in Abhängigkeit von zu erwartenden Strömen, insbesondere Kurzschlussströmen, gezielt ausgelöst werden kann. Dabei soll auf eine an sich bekannte Zerstörung des Schmelzleiters durch Einwirkung mechanischer Kräfte zurückgegriffen werden.

[0014] Die Triggerung, das heißt die Ansteuerung zum Auftrennen des Schmelzleiters bei Fehlfunktion, soll entweder von einer übergeordneten Steuereinheit übernommen werden und für den Fall, dass die Sicherung als Backup-Schutz in Überspannungsschutzgeräten integriert wird, von dem Überspannungsschutzgerät übernommen werden. Die triggerbare Schmelzsicherung soll darüber hinaus in der Lage sein, auf der Basis gemessener Netzimpedanzwerte auszulösen.

[0015] Der Aufbau der zu schaffenden Sicherung soll

kostengünstig sein, die Sicherung soll ein hohes Schaltvermögen und eine kleine Bauform besitzen. Über die Vorgabe von Werten zur Ausbildung zusätzlicher Engstellen ist die Möglichkeit einer gezielt einstellbaren Sicherungs-Schutzkennlinie zu realisieren.

[0016] Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche, wobei die Unteransprüche mindestens zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen umfassen.

[0017] Es wird demnach zur Lösung der Aufgabe auf eine triggerbare Schmelzsicherung zurückgegriffen, die insbesondere für Niederspannungsanwendungen zum Schutz von an ein Versorgungsnetz anschließbaren Einrichtungen, insbesondere Überspannungsschutzgeräten, geeignet ist. Die Schmelzsicherung besteht aus mindestens einem, zwischen zwei Kontakten befindlichen, in einem Gehäuse angeordneten Schmelzleiter. Weiterhin ist eine Triggereinrichtung zum gesteuerten Auftrennen des Schmelzleiters bei Fehlfunktionen oder Überlastzuständen der jeweils angeschlossenen Einrichtung vorgesehen, wobei im Gehäuse ein Löschmittel eingebracht ist.

[0018] Die erfindungsgemäße Sicherung verfügt über mindestens einen Schmelzleiter mit mehreren Engstellen in Reihe, wodurch die passive Funktion einer üblichen elektrischen NH-Sicherung gewährleistet ist. Zusätzlich weist die Sicherung pro Schmelzleiter mindestens eine zusätzliche, spezielle Engstelle auf, welche die passive Funktion der Sicherung nicht beeinträchtigt und die durch eine Triggerung unabhängig von der Strombelastung aktiviert werden kann. Diese spezielle Engstelle wird durch mechanisches Zerreißen, Zerschneiden, Stanzen bzw. Ausstanzen oder Auftrennen einer Lotverbindung zerstört.

[0019] Gemäß einem Erfindungsgedanken ist im Gehäuse ein löschmittelfreier Bereich derart ausgebildet, dass der mindestens eine Schmelzleiter in mindestens einem Abschnitt freiliegt.

[0020] Über einen Zugang im Gehäuse ist ein mechanisches Trennelement in den löschmittelfreien Bereich einbringbar, um in Abhängigkeit von der Triggereinrichtung den mindestens einen Schmelzleiter unabhängig von seinem Schmelzintegral mechanisch zu zerstören.

[0021] Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist das Trennelement als Klinge oder Schneide ausgebildet.

[0022] Das Trennelement selbst kann von einem Brückenzünder in Richtung Schmelzleiter angetrieben werden.

[0023] Die mechanische Energie zum Bewegen des Trennelementes kann ebenso durch eine Formgedächtnislegierung oder andere form- bzw. volumenändernde Medien bereitgestellt werden.

[0024] Die Triggereinrichtung weist eine Erfassungs- und Bewertungseinheit sowie eine Ansteuerung für den beispielhaften Brückenzünder und eine Energieversorgung auf und besitzt mindestens einen Steuereingang.

[0025] Durch die Erfassungs- und Bewertungseinrichtung kann die passive Kennlinie des Schmelzleiters der

Sicherung zu jedem beliebigen Zeitpunkt, ca. > 10 ms, unterbrochen werden. Ausschließlich der Bereich des adiabatischen Schmelzens bleibt unbeeinflusst. Der damit zusammenhängende I^2t -Wert ist mit dem zu schützenden Verbraucher über die Schmelzleiterdimensionierung in bekannter Weise abgestimmt.

[0026] Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht auch die Unterbrechung sehr kleiner Ströme weit unterhalb der passiven Nennstromstärke des Schmelzleiters und ebenso eine stromfreie Unterbrechung. Damit kann auch eine Unterbrechung unabhängig vom Stromfluss bereits beispielsweise bei einer gemessenen Impedanzänderung erfolgen.

[0027] Die Auswerte- und Erfassungseinheit kann aufgrund der kontinuierlichen Messung und bei Auslegung als lernfähiges System Änderungen im Netz bei der Festlegung der momentanen Schutzkennlinie berücksichtigen. Dies ist vorteilhaft bei einer wechselnden Anzahl von Verbrauchern oder einer wechselnden Netzleistung durch Energieerzeuger.

[0028] Bekannte Grundfunktionen zur Auslösung wie Strom, Spannung, deren Anstiege bzw. auch deren zeitabhängiges Verhalten, aber auch externe Steuersignale können neben der Impedanzbewertung zur Steuerung der Triggerfunktion genutzt werden. Beim Schutz von Überspannungsschutzgeräten können auch Spannungszeitflächen und in der Kombination mit einer Strombewertung auch zeitliche Entwicklungen der Leistung bzw. des Energieumsatzes als Auslösekriterien genutzt werden.

[0029] Kriterien wie Druck, Temperatur, Licht, Magnetfelder, elektrische Felder oder ähnliches können über weitere Sensoren an zusätzlichen Eingängen eingespeist und berücksichtigt werden.

[0030] Wie dargelegt, ist die erfindungsgemäße triggerbare Schmelzsicherung insbesondere als Ableitervorsicherung zur Reihenschaltung mit Überspannungsableitern im Niederspannungsanwendungsbereich geeignet.

[0031] Hierbei ist die erfindungsgemäße Sicherung insbesondere für die Anwendung mit Funkenstrecken ausgebildet und entsprechend dieser Besonderheiten auslegbar. Grundsätzlich ist das vorgeschlagene Prinzip sowohl für Gleichspannungs- als auch Wechselspannungsanwendungen geeignet und gestattet auch eine Nutzung beispielsweise im Längsweig.

[0032] Durch die geringe Bauform kann die ansteuerbare Sicherung in einem gemeinsamen Gehäuse eines Überspannungsschutzgerätes in Reihe zu einer Funkenstrecke oder einem Varistor eingesetzt werden.

[0033] Die Sicherung schützt das Überspannungsschutzgerät vor, bei oder gegebenenfalls auch nach einer Überlastung und trennt selbiges vom Netz ab.

[0034] Gemäß einem weiteren Grundgedanken der Erfindungslehre wird eine triggerbare Sicherung vorgeschlagen, welche auf einem definierten mechanischen Zerschneiden einer speziellen, zusätzlichen Engstelle eines Sicherungsschmelzleiters nach Aktivierung eines

Auslösers abzielt.

[0035] Erfindungsgemäß erfolgt eine konstruktive Abstimmung der zusätzlichen Engstelle zu bereits vorhandenen passiven Stromengstellen, das heißt klassischen Sicherungseingstellen. Als Löschmedium ist beispielsweise Quarzsand, insbesondere bei hohen Schaltleistungen geeignet.

[0036] Mit der nachstehend beschriebenen Variante wird die Aufgabe gelöst, eine Sicherung zu schaffen, welche die Vorteile einer klassischen strombegrenzenden Sicherung mit denen einer aktivierbaren, quasi intelligenten Sicherung mit nur einer Schneidklinge bei kleiner Baugröße und einfachem Aktivator kombiniert. Die Sicherung führt bei passiver Funktion nicht zu einer Erhöhung des Schutzpegels des nachgeordneten Ableiters und erzeugt bei Aktivierung keine Spannung oberhalb des ausgewiesenen Schutzpegels des jeweiligen verschalteten Überspannungsschutzgerätes.

[0037] Die diesbezügliche Lösung beruht auf einem oder mehreren parallelen Sicherungsschmelzleitern, die innerhalb eines Löschmediums angeordnet sind.

[0038] Die Schmelzleiter besitzen mehrere, konventionelle elektrische, das heißt Stromengstellen in Reihe, deren Anzahl der üblichen Auslegung für die entsprechende Nennspannung der Sicherung entspricht.

[0039] Entsprechend bekannter NH-Sicherungen erstrecken sich die Schmelzleiter vorwiegend geradlinig axial durch den Sicherungskörper. Der Aufbau und die Funktionsweise einer solchen Sicherung und der Engstellen entspricht bei hohen Kurzschlussströmen bzw. virtuellen Schmelzzeiten von ca. < 10 ms denen von üblichen Sicherungen.

[0040] Der mindestens eine Schmelzleiter verfügt bevorzugt zwischen den erwähnten üblichen Stromengstellen über mindestens eine weitere spezielle mechanische Engstelle, welche durch mindestens einen Aktor und eine Schneidklinge oder ein ähnliches Mittel durchtrennt werden kann.

[0041] Die Schneidklinge als Trennelement ist bevorzugt aus einem isolierenden Material bestehend oder mit einem isolierenden Überzug versehen. Diese isolierende Schneidklinge führt zu einer Verlängerung der Trennstrecke zwischen dem unterbrochenen Schmelzleiter. Die entstehende Trennstrecke ist in der Lage, eine Spannungsfestigkeit von mindestens 2,5 kV, bevorzugt 4-6 kV zu realisieren.

[0042] Die erfindungsgemäße, zusätzliche Engstelle gemäß weiterer Ausführungsformen der Erfindung unterscheidet sich von bekannten, üblichen Engstellen durch die nachstehend geschilderten Maßnahmen.

[0043] Die geometrische oder mechanische zusätzliche Engstelle besitzt einen Restquerschnitt, welcher höher ist, als der der üblichen Engstellen. Der Schmelzintegralwert (I^2t -Wert) der Engstelle ist so dimensioniert, dass er gleich oder minimal höher als das Ausschaltintegral der Sicherung ist. Diese Auslegung bewirkt, dass die Engstelle bei Kurzschlussströmen nicht anspricht.

[0044] Der Bereich der zusätzlichen Engstelle steht je-

doch zur Verlängerung der Lichtbögen zur Verfügung.

[0045] Die geometrische Engstelle und die Schneidklinge befinden sich in einem Bereich ohne Löschmedium.

5 **[0046]** Dieser Bereich wird bevorzugt beidseitig mit dünnen Stegen von den Bereichen mit Löschmedium und den elektrischen Engstellen abgetrennt.

[0047] Die Breite dieses Bereiches ist auf die Klingebreite und die doppelte Schmelzleiterdicke im Wesentlichen begrenzt.

10 **[0048]** Der oder die Schmelzleiter sind durch den Isolationssteg geführt derart, dass bevorzugt keine weitere Abdichtung zum Trennbereich notwendig ist, um das Eindringen eines Löschmediums, zum Beispiel Quarzsand, zu verhindern.

15 **[0049]** Die Isolierstege können aus Keramik, Vulkanfaser oder aber auch aus Polymeren mit oder ohne Gasabgabe (POM) gefertigt sein. Die Wandstärke beträgt bevorzugt < 1 mm.

20 **[0050]** Die Breite der Schneidklinge ist bevorzugt höher als die Schmelzleiterbreite, jedoch mindestens breiter als die zusätzliche mechanische Engstelle.

[0051] Die Klinge besitzt einen Hubweg, welcher über den Dehnbereich des Schmelzleiters beim Trennen hinausgeht. Die Strecke der kürzesten Verbindung zwischen einem stromlos geschnittenen Schmelzleiter liegt bei ≥ 4 mm. Bei einer Lichtbogenabschaltung verlängert sich die Strecke durch den Schmelzleiterabbrand. An der Klinge können Maßnahmen zur Gleitstreckenverlängerung vorgesehen sein. Die Klinge kann mit einem festen oder deformierbaren Gegenstück einen Isolierspalt bilden.

25 **[0052]** Bei aktiver Abschaltung kann sich der Lichtbogen aus dem Schneidbereich in den Bereich mit Löschmittel recht schnell verlängern. Die Druckentwicklung und somit die Gehäusebelastung im Schneidbereich ist daher gering. Bei passiver Funktion ist das hohe Löschvermögen durch die Engstellen in den beiden Bereichen mit Löschmittel, zum Beispiel verdichteter Quarzsand, gewährleistet.

30 **[0053]** Das Material der zusätzlichen Engstelle im Schneidbereich steht für eine Verlängerung des Lichtbogens zur Verfügung. Durch die Materialwahl der Klinge und der Isolationsstege oder Stegwände kann auch in diesem Bereich eine vergleichsweise gute Kühlung des Lichtbogens realisiert werden.

35 **[0054]** Durch die platzsparende Ausführung und die geringe Beeinflussung des passiven Sicherungsverhaltens können geringe Baugrößen realisiert werden. Die Schmelzleiterführung und die Impedanz unterscheiden sich nicht von üblichen Sicherungen, wodurch der Spannungsabfall bei Impulsströmen begrenzt ist. Durch das passive Verhalten der zusätzlichen Engstelle bei Kurzschluss kann die Spannungshöhe der Sicherung begrenzt werden und es ist möglich, den Schutzpegel des Ableiters einzuhalten.

40 **[0055]** Durch die Möglichkeit der schnellen Verlängerung des Lichtbogens beim Schneiden nur einer Engstel-

le in dem Bereich mit verdichtetem Löschmittel oder sogenannten "Stone-Sand", kann die Sicherung auch bei hohen Kurzschlussströmen angesteuert werden, wodurch sowohl eine passive als auch aktive Funktionsweise gewährleistet ist.

[0056] Obiges gestattet bei einer Auftrennung von nur einer Engstelle die Aktivierung der Sicherung bereits bei hohen Strömen mit virtuellen Schmelzzeiten < 10 ms. Somit kann die Sicherung praktisch im stromfreien Zustand, bei kleinen Strömen weit unterhalb der Nennstromstärke und selbst bei hohen Fehlerströmen im kA-Bereich bereits nach einer geringen Zeit unterbrochen werden. Ebenso kann eine nahezu beliebige Zeit/Strom-Kennlinie entsprechend der jeweiligen Anforderungen realisiert werden.

[0057] Bei einer Ausführungsvariante mit mehreren Schmelzleitern besteht die Möglichkeit, die Schmelzleiter gleichzeitig mit höherem Kraftaufwand oder nacheinander mit geringerem Kraftaufwand mit einem einzigen Aktor zu trennen. Die Bewegungsrichtung kann dabei gerade oder aber auch kreis- oder exzenterförmig sein. Ebenso können die Klingen dieser Bewegungsart entsprechend unterschiedlich ausgestaltet werden.

[0058] Alternativ besteht die Möglichkeit, die Schmelzleiter mit jeweils einer Klinge und einem Aktor separat zu trennen. Dies erlaubt auch eine gegenläufige bzw. überlappende Bewegung der Klinge, wobei die Klingen gleichzeitig der Spaltbildung dienen können.

[0059] Um bei Bedarf eine rasche Abschaltung zu realisieren, wird ein geeigneter Aktor nebst schneller Fehlererfassung realisiert.

[0060] Zur Vermeidung von sprengstoffrelevanten Zündeinrichtungen oder Gasgeneratoren wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, einen einfachen Anzünder, das heißt einen sogenannten Brückenzünder, ohne eigene Sprengkraft zu nutzen. Um trotzdem eine hinreichende Kraftwirkung zu erzielen, wird die Druckwelle, welche bei der Zündung entsteht, nach Art eines Kolben-/Zylinderprinzips genutzt, um die mechanische oder geometrische Engstelle des oder der Schmelzleiter zu zertrennen.

[0061] Hierfür kann beispielsweise der Klingenschaft selbst im Kolben geführt werden bzw. mit dem Kolben verbunden sein oder an einem im Kolben geführten Projektil befestigt werden.

[0062] Die Klinge kann insofern sehr dicht am Schmelzleiter angeordnet sein. Es ist jedoch auch eine Distanz zur Erhöhung des Impulses der Klinge bei ausreichendem Platz oder außerhalb liegenden Antrieb wählbar. Kolben aber auch Klinge können bevorzugt zusätzlich geführt werden. Das erwähnte Projektil sitzt lose im Kolben. Im Kolbenhohlraum befindet sich ein Anzünder bzw. Brückenzünder, welcher den Kolbenhohlraum ausfüllt. Der Hohlraum ist gegenüber dem Projektil über eine Strecke in Bewegungsrichtung abgedichtet, welche mindestens den Bewegungsweg bis zum Durchtrennen des oder der Schmelzleiter entspricht. Somit ist gewährleistet, dass die Abdichtung zu dem Projektil im Kolben

erst nach dem Zertrennen der Engstelle aufgehoben wird.

[0063] Die Sicherungsschmelzleiter sind, wie bei passiven Sicherungen üblich, bevorzugt starr mit einer Unterkappe und einer Endkappe am Sicherungsgehäuse befestigt. Die beidseitige Abschottung des Schneidbereiches von dem Löschmittelbereich dient als zusätzliche Führung der Schmelzleiter im engen Schneidbereich.

[0064] Die Führung in den Durchführungen der Abschottungsplatten ist dabei so gestaltet, dass der oder die Schmelzleiter bei Querlage zur Klinge sich beim Auftreffen der Klinge leicht in Richtung der Klingenbewegung deformieren dürfen. Es hat sich gezeigt, dass diese leichte Deformierung einen geringeren Kraftaufwand benötigt, als eine starre Schmelzleiterführung. Beim Trennen der Schmelzleiter werden diese zwischen der Abschottung und der Klinge beidseitig gebogen. Alternativ ist auch eine Ausstanzung bei entsprechender Klingengestaltung und notwendigen Krafteinwirkungen möglich.

[0065] Die Kraftwirkung des Aktors beruht im Wesentlichen auf der thermischen Ausdehnung des vom Brückenzünder umgebenden Gases. Diese minimal erhitze Gasmenge kann sich nach dem Öffnen des Kolbens innerhalb eines sehr kleinen Volumens, also gegebenenfalls direkt im Schneidbereich, problemlos entspannen, so dass keine Verstärkung des Sicherungsgehäuses, der Kappen oder eine Entlüftung oder ähnliches vorgesehen werden muss.

[0066] Sind in der Schutzkonzeption für das eingesetzte Überspannungsschutzgerät bzw. den angeschlossenen Verbrauchern längere Abschaltzeiten hinreichend, können auch Aktoren mit langsameren Reaktionszeiten verwendet werden. Beispielsweise sind hier Formgedächtnislegierungen oder andere volumenändernde Materialien denkbar. Die höchsten Anforderungen an eine Abstimmung zwischen benötigter Kraft zum Zerschneiden oder Zertrennen einer Engstelle sind gebunden an die erforderliche Impulsstromtragfähigkeit, bei welcher keine Auftrennung des Sicherungsschmelzleiters bewirkt werden soll.

[0067] Die Belastungen bei Ableitern auf Varistorbasis sind gegenüber einem Blitzstoßstromableiter auf der Basis von Funkenstrecken geringer. Im Allgemeinen wird bei Blitzableitern von einer maximalen Belastung mit 100 kA 10/350 μ s ausgegangen. Bei üblichen Wechselstromnetzen bedeutet dies für die einzelne Funkenstrecke eine Belastung mit 25 kA 10/350 μ s. Der Schmelzleiter einer Sicherung sollte bei der beschriebenen Anwendung der obigen Anforderung genügen. Dies betrifft sowohl die üblichen elektrischen Engstellen als auch die beschriebene, zusätzliche mechanische oder geometrische Engstelle.

[0068] Bei einer üblichen NH-Sicherung entspricht diese Anforderung ca. einer Sicherung mit einer Nennstromstärke von 315 A. Bezüglich der Nennspannung der Sicherung wird häufig eine Spannung im Bereich der verketteten Spannung des Netzes, in denen die Ableiter eingesetzt werden, gewählt. Damit sollte die Sicherung in

einem üblichen 230/400 Volt-Netz für eine Spannung von 400 Volt geeignet sein. Die Ableitervorsicherung erzeugt bei einer Abschaltung keine Lichtbogenspannung, welche oberhalb des Schutzpegels des Ableiters liegt. Bei einer Gestaltung der Engstellen von NH-Sicherungen kann pro Engstelle mit einer Spannung von ca. 300 Volt gerechnet werden. Aus diesen Anforderungen ergibt sich eine Anzahl von minimal drei und maximal fünf üblicher bekannter Engstellen für eine solche Sicherung, wodurch ein üblicher Schutzpegel von ca. 1,5 kV im Allgemeinen nicht überschritten wird.

[0069] Eine weitere erfindungsgemäße Lösungsvariante geht von einer ansteuerbaren Sicherung, insbesondere für die Anwendung als Ableitervorsicherung aus, wobei bei dieser Variante ein definiertes Zerreißen eines Sicherungsschmelzleiters unter Nutzung einer speziellen, zusätzlichen Engstelle erfolgt.

[0070] Es zielt also dieser Ansatz auf eine platzsparende und kostengünstige Ausführungsform einer triggerbaren Sicherung, welche auf dem definierten Zerreißen einer speziellen zusätzlichen Engstelle eines Sicherungsschmelzleiters im Löschmedium nach Aktivieren eines Auslösers beruht. Die übrigen Eigenschaften einer ansonsten passiv voll funktionsfähigen Sicherung werden nicht beeinträchtigt. Die Besonderheiten dieses Lösungsansatzes liegen in der Einfachheit des Auslösers und der Abstimmung der zusätzlichen, geometrischen Engstelle zu den klassischen, bekannten Sicherungseinstellen.

[0071] Beim Ausüben von Zugkräften an einem oder mehreren Schmelzleitern werden alle vorhandenen Engstellen, das heißt das gesamte Schmelzleiterband und die Befestigung des Bandes gedehnt. Die Dehnlänge kann bei Schmelzleitern von 5-8 cm Länge leicht mehrere Millimeter bis zum Reißen insbesondere bei Kupferschmelzleitern betragen.

[0072] Soll eine Trennstrecke von ca. 3 mm geschaffen werden, kann der notwendige Hubweg bereits deutlich über 10 mm liegen, was zu einer unerwünschten Vergrößerung eines solchen Bauelementes führt.

[0073] Um die Dehnung zu begrenzen, besteht die Möglichkeit, den Schmelzleiter partiell gegenüber dem Gehäuse oder dem Löschmittel (Sand) zu fixieren. Alternativ besteht die Möglichkeit, das Löschmittel partiell zu verfestigen.

[0074] Im Unterschied zu den vorstehend erläuterten Maßnahmen erfolgt gemäß der erfindungsgemäßen Lehre die Dehnung am Schmelzleiter überwiegend an einer zusätzlichen mechanischen, das heißt geometrischen Sollbruchstelle.

[0075] Die gesamte Verlängerung liegt daher nur wenig über der notwendigen Reißdehnung der Sollbruchengstelle und der angestrebten Trennstrecke.

[0076] Die zusätzliche mechanische Sollbruchstelle, auch als Zugengstelle bezeichnet, ist in Verbindung mit den bekannten elektrischen Engstellen abzustimmen und zu dimensionieren.

[0077] Damit die mechanische Engstelle eine deutlich

geringere Zugfestigkeit besitzt, ist der Querschnitt dieser geringer als derjenige der elektrisch relevanten Engstellen. Somit ist jedoch sicherzustellen, dass trotz des geringeren Querschnittes bei gleicher Strombelastung die mechanische Engstelle nicht vor den elektrischen Engstellen bei allen Strombelastungen, auch transienten Belastungen, anspricht, sondern zeitverzögert bzw. bei höheren Belastungen.

[0078] Die diesbezügliche Ausführungsform der Erfindung beruht also auf einem oder mehreren parallelen Sicherungsschmelzleitern in einem Löschmedium. Die Schmelzleiter besitzen mehrere konventionelle Engstellen in Reihe, deren Anzahl einer üblichen Auslegung für die entsprechende Nennspannung der Sicherung entspricht.

[0079] Gemäß üblichen NH-Sicherungen erstrecken sich die Schmelzleiter vorwiegend geradlinig axial durch den Sicherungskörper. Der oder die Schmelzleiter verfügen bevorzugt zwischen den erwähnten bekannten Engstellen über mindestens eine weitere, spezielle Engstelle, die durch einen Aktor zerrissen werden kann.

[0080] Der eingesetzte Aktor bedingt des Weiteren eine definierte Verlängerung des unterbrochenen Schmelzleiters. Die entstehende Gesamt-Trennstrecke realisiert eine Spannungsfestigkeit von mindestens 2,5 kV.

[0081] Die zusätzliche Engstelle unterscheidet sich von den üblichen Engstellen durch die nachstehenden Merkmale.

[0082] Die zusätzliche, mechanische oder geometrische Engstelle besitzt einen Restquerschnitt, welcher deutlich geringer ist, als der der üblichen Engstellen. Der Schmelzintegralwert der Engstelle ist im Zeitraum von transienten Impulsstrombelastungen, insbesondere der Stromimpulsform 8/20 μ s und 10/350 μ s, gleich oder sogar größer als derjenigen der üblichen bekannten Engstellen.

[0083] Darüber hinaus ist die mechanische Festigkeit gegenüber der Krafrichtung des Aktors deutlich kleiner als die mechanische Festigkeit der übrigen, bekannten Engstellen.

[0084] Die Kraft des Aktors wirkt insofern nahezu nur auf die erfindungsgemäße, zusätzliche Engstelle. Die Dehnung der üblichen, bekannten Engstellen infolge der Krafterwirkung des Aktors ist vernachlässigbar.

[0085] Die mechanische Engstelle wird gegenüber den elektrischen Engstellen so gestaltet, dass diese bei netzfrequenten Belastungen im Allgemeinen nicht mit anspricht. Der Bereich der Engstelle steht jedoch der Verlängerung der Lichtbögen von den normalen Engstellen zur Verfügung.

[0086] Die mechanische Engstelle ist also von ihren Abmessungen her deutlich kleiner ausgeführt als die bekannten Engstellen. Bei bandförmigen Schmelzleitern ist die Engstelle so gestaltet, dass auch bei steilen Stromanstiegen eine ungleichmäßige Stromverteilung weitestgehend vermieden werden kann. Die Engstelle wird hierzu idealerweise als beidseitige Verjüngung des Ban-

des über die vollständige Breite mit einer Länge $< 500 \mu\text{m}$, optimal $< 100 \mu\text{m}$ ausgeführt. Bei einer solchen Ausgestaltung mit üblichen Ausstanzungen bzw. durchgängigen Ausnehmungen sind diese so realisiert, dass die Ausnehmungen ähnlich kurz sind und die Breite der Ausnehmungen die Länge nicht über das Doppelte überschreiten.

[0087] Prinzipiell sind auch weitere Gestaltungsvarianten möglich. Ziel der vorgeschlagenen Maßnahmen ist eine möglichst gleichmäßige Stromdichteverteilung im Schmelzleiter und den Engstellen selbst bei Impulsstrombelastung bei einer sehr guten und nahezu verzugsfreien Wärmeableitung aus dem Bereich der geometrischen Engstelle.

[0088] Vorstehendes sichert selbst bei raschen Stromimpulsbelastungen bis $< 1 \text{ ms}$ einen geringeren Temperaturanstieg innerhalb der mechanischen Engstelle mit geringerem Querschnitt als in den üblichen elektrischen Engstellen mit höherem Querschnitt.

[0089] Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen sowie unter Zuhilfenahme von Figuren näher erläutert werden. Hierbei zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Grundanordnung, bestehend aus Erfassungs- und Bewertungseinheit, Ansteuerung, Energieversorgung und triggerbarer Sicherung;

Fig. 2 einen beispielhaften Aufbau einer triggerbaren Sicherung im Schnitt;

Fig. 3 eine beispielhafte Zeit/Strom-Kennlinie einer erfindungsgemäßen triggerbaren Sicherung;

Fig. 4 einen beispielhaften Schmelzleiter für eine Kapselsicherung mit Engstellen, welche zur Erzielung kurzer Schmelzzeiten bei kleinen Überströmen länger als bekannte, übliche Engstellen ausgestaltet sind;

Fig. 5 eine Bauform mit nicht geradlinigem Schmelzleiter, sondern mit einer winkelligen Führung des Schmelzleiters mit den Anschlüssen A und B;

Fig. 6 eine prinzipielle Anordnung mit zwei Schmelzleitern und gegenläufigen Klingen mit jeweils einem Aktor;

Fig. 7 einen Teilbereich der Anordnung gemäß Fig. 2 nach einer Trennung ohne Lichtbogeneinwirkung;

Fig. 8a eine Anordnung, bei welcher die Schmelzleiter gleichzeitig und quer geschnitten werden;

Fig. 8b eine Darstellung des gleichzeitigen Schneidens der Schmelzleiter mit vertikaler Ausrichtung zum Schmelzleiter;

Fig. 9 ein Schneidelement mit zwei versetzten Klingen im Querschnitt, welches das Schneiden von zwei Schmelzleitern quer mit kurzem Hubweg ermöglicht;

Fig. 10 jeweils Klinge und Aktor zum Schneiden eines Schmelzleiters mit kurzen Hubwegen und gegenläufiger Bewegung der Klingen;

Fig. 11 ein Schneidelement mit zwei Klingen und rotatorischer Bewegung, welche durch eine entsprechende Führung und nur einem Aktor erzwungen werden kann;

Fig. 12 eine Ausführungsform, bei welcher ein weiterer Sicherungsschmelzleiter, welcher beispielsweise drahtförmig ausgeführt werden kann, durch die Trenneinrichtung nicht unterbrochen wird;

Fig. 13 eine Alternative zu einem Draht mit einem Schmelzleiter auf einem Träger;

Fig. 14 eine Schneidanordnung parallel zu einer Hörnerfunkenstrecke, welche mit einem Sicherungsdraht geringer Nennstromstärke kurzgeschlossen ist, und wobei beim Durchtrennen des Hauptschmelzleiters der Strom auf den Sicherungsdraht kommutiert, welcher die Hörnerfunkenstrecke zündet, die dann den Strom in einer Löschkammer löscht;

Fig. 15 eine Weiterbildung einer Schneid- und Trennklinge;

Fig. 16 eine Anordnung mit einem Aktor mit kurzem, jedoch variablen Hubweg;

Fig. 17 einen Schmelzleiter mit bekannten Engstellen in Form von länglichen Ausnehmungen, wobei zwischen den bekannten Engstellen ein Bereich mit unvermindertem Querschnitt vorgesehen ist und innerhalb dieses Bereiches eine Zusatzengstelle in Form mehrerer rautenförmiger Ausnehmungen mit kurzer Gesamtlänge ausgeführt ist;

Fig. 18 einen Schmelzleiter für eine Kapselsicherung mit Engstellen, welche zur Erzielung kurzer Schmelzzeiten bei kleinen Überströmen anders gestaltet sind als übliche, bekannte Engstellen;

Fig. 19 eine Ausführungsform, bei welcher zwischen üblichen, bekannten Engstellen die erfindungsgemäße zusätzliche mechanische Engstelle 4 eingebracht ist;

Fig. 20a-c verschiedene Gestaltungsvarianten der zusätzlichen, erfindungsgemäßen mechanischen Engstelle;

Fig. 21a und b ein beispielhafter Aufbau einer NH-Sicherung in Kapselbauform (ausschnittsweise) mit A im Normalzustand und B ausgelöst;

Fig. 22a und b eine Ausführungsform für eine Verwendung von Formgedächtnislegierungen mit spezieller Nutzung der Zugkraft;

Fig. 23 eine Ausführungsform, bei der die Zugkraft an einer Lotstelle wirkt, welche beispielsweise durch eine Reaktionsfolie mit exothermer Reaktion innerhalb kürzester Zeit, das heißt im Millisekunden-Bereich, gelöst werden kann.

[0090] Die Fig. 1 zeigt eine Grundanordnung einer erfindungsgemäßen Ausführungsform, welche aus einer Erfassungs- und Bewertungseinheit 1, einer Ansteuerung 2, einer Energieversorgung 3 und der triggerbaren, ansteuerbaren Sicherung 4 besteht.

[0091] Die Ansteuerereinheit 2 weist einen zusätzlichen externen Steuereingang 5 auf.

[0092] Die Erfassungs- und Bewertungseinheit 1 besitzt mehrere Messeingänge 8 und einen Eingang zur Strommessung 6 sowie zur Spannungsmessung 7.

[0093] An die Eingänge 8 können weitere Sensoren angeschlossen werden.

[0094] Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, einen Kommunikationseingang für externe Messeinrichtungen vorzusehen.

[0095] Die Signalabgabe zur Sicherung 4 kann leitungsgebunden aber auch kabellos bei separater Versorgung der Zündeinrichtung (Brückenzünder) erfolgen.

[0096] Die Fig. 2 zeigt einen beispielhaften Aufbau einer triggerbaren Sicherung mit Schneidelement 13 im Schnitt.

[0097] Diese Darstellung entspricht bezogen auf die Sicherung dem klassischen Aufbau bekannter NH-Sicherungen mit einem Löschmittel in Form von Quarzsand und einen ergänzenden Bereich zur Aktivierung eines Brückenzünders 14.

[0098] Die erfindungsgemäße Sicherung 4 weist zwei Anschlusskappen 9, zwei Schmelzleiter 10, zwei Bereiche 11 mit einem Löschmittel, zum Beispiel Quarzsand, und einen löschmittelfreien Bereich 12 auf. In dem löschmittelfreien Bereich 12 kann eine Schneidklinge 13 zur Trennung der Schmelzleiter 10 eingebracht werden.

[0099] Die Schneidklinge 13 wird bei Aktivierung des Brückenzünders 14 in Richtung der Schmelzleiter 10 beschleunigt und durchtrennt diesen.

[0100] Im Bewegungsweg der Schneidklinge 13 kann im löschmittelfreien Bereich ein Stoppbereich vorgesehen sein. Dieser Stoppbereich dient der Dämpfung des Aufpralles und somit dem Schutz der Gehäusewand sowie der Klinge. Zusätzlich kann dieser Bereich zur spaltartigen Lichtbogenabschnürung genutzt werden. Der Stoppbereich kann beispielsweise durch einen weichen bzw. elastischen oder porösen Kunststoff mit oder ohne Gasabgabe realisiert werden. Alternativ ist eine Dämp-

fung auch in einem sich verjüngenden, spaltartigen Bereich aus Isolationsmaterial möglich.

[0101] Die Aktivierung des Brückenzünders 14 erfolgt hierbei über Steuerleitungen 15, welche mit der Ansteuerung 2 (siehe Fig. 1) direkt verbindbar sind.

[0102] Der Brückenzünder 14 ist in einer Umhausung 16 befindlich, wobei die Umhausung 16 einen vom Brückenzünder 14 getriebenen Kolben 17 aufweist, welcher mit einem Trennelement 13 in Verbindung steht.

[0103] Der löschmittelfreie Bereich 12 ist als zum Löschmittel 11 abgeschotteter Kanal ausgebildet. Der Kanal weist Seitenwände 18 auf, welche auch zur Führung des Trennelementes 13 dienen können.

[0104] Die Fig. 3 zeigt beispielhaft die Zeit/Strom-Kennlinie einer erfindungsgemäßen Anordnung.

[0105] Die Kennlinien sind aufgrund der Übersichtlichkeit vereinfacht nur im Zeitbereich von ca. 4 ms bis 10 s dargestellt. Ergänzend wurde der prinzipielle Verlauf im Zeitbereich bis ca. 4 ms dargestellt.

[0106] Die adiabatische Erwärmung von Schmelzleitern der gG-Sicherungen kann bis > 5 ms je nach Schmelzleitergestaltung betragen. Der passive Schmelzleiter der Sicherung A besitzt beispielsweise eine Nennstromstärke von ca. 315 A. Die Sicherung B besitzt eine deutlich niedrigere Nennstromstärke von 100 A, bei jedoch nahezu gleichem adiabatischen Schmelzintegral (I^2t -Wert).

[0107] Aufgrund dieses Wertes ist die Pulsstromtragfähigkeit, welche beispielsweise für die Anwendung in Kombination mit einem Überspannungsschutzgerät von Bedeutung ist, für beide Sicherungen vergleichbar. Um eine derartige Kennlinie zu erreichen, muss der Schmelzleiter B entsprechend gestaltet oder zusätzlich gealtert werden.

[0108] Im adiabatischen Zeitbereich wird das Verhalten der vorgeschlagenen Schutzeinrichtung durch das passive Schmelzverhalten des Schmelzleiters der Sicherung bestimmt.

[0109] Bei kleineren Strömen und theoretisch längeren passiven Schmelzzeiten der jeweiligen Sicherung A oder B kann die Zeit bis zur aktiven Unterbrechung des Schmelzleiters beispielsweise von 10 ms bis zur passiven Schmelzzeit beliebig begrenzt werden. Die Zeit/Strom-Kennlinie kann somit unterhalb der passiven Zeit/Strom-Kennlinie der Sicherungen beliebig gestaltet sein. Somit ist in einem weiten Bereich auch die Einstellung von maximalen Stromflussdauern und maximalen Stromflusshöhen möglich. Der beispielhafte Bereich mit variabler Kennlinie wird durch die gestrichelten Linien unterhalb der passiven Kennlinien der Schmelzleiter A und B begrenzt. Hierdurch ist eine gute Anpassung an verschiedene Schutzaufgaben möglich.

[0110] Die Fig. 4 zeigt einen Schmelzleiter 1A für eine Kapselsicherung mit Engstellen 2A, welche zur Erzielung kurzer Schmelzzeiten bei kleinen Überströmen länger gestaltet sind als bekannte elektrische Engstellen. Dies führt zu einer vorteilhaften Absenkung der Nennstromstärke der Sicherung. Die Länge der Engstellen ent-

spricht ca. dem Abstand des unvermittelten Querschnittes des Schmelzleiters 1A zwischen den Engstellen. Zwischen den Engstellen befindet sich eine zusätzliche Engstelle 3A zum Schneiden des Schmelzleiters mit einem geringeren Modulationsgrad als die Engstellen 2A.

[0111] Um optimale Löscheigenschaften bei einer einfachen Quarzsandfüllung als Löschmittel zu erreichen, ist bei hohen zu beherrschenden Impulsströmen und dem damit verbundenen hohen Metallanteil eine Aufteilung des Schmelzleiters in mehrere Schmelzleiter von Vorteil. Für die erfindungsgemäß relevanten Anforderungen sind zwei gleichgestaltete Schmelzleiter von Vorteil.

[0112] Grundsätzlich kann die Baugröße, die Geometrie des Sicherungsgehäuses, die Anzahl der Schmelzleiter usw. beliebig variiert werden. Neben einer geraden Schmelzleiterführung und beidseitigem Anschluss an gegenüberliegende Stirnseiten können die Anschlüsse A und B selbstverständlich auch auf einer Seite des Gehäuses 6A gemäß Fig. 5 liegen.

[0113] Neben Gehäusen aus Isolationsmaterial sind auch elektrisch leitende Gehäuse mit einer oder zwei isolierten Einführungen für den oder die Schmelzleiter realisierbar.

[0114] Die Schmelzleitergestaltung kann auf Bänder, Drähte, Rohre oder dergleichen zurückgreifen.

[0115] Die Führung der Schmelzleiter und die Positionierung der Anschlüsse sind so zu gestalten, dass bei einer Belastung mit transienten Impulsen die Kräfte, die Stromhöhen und insbesondere auch der Schutzpegel der Gesamtanordnung eingehalten wird. Der induktive Spannungsabfall an der Sicherungsanordnung ist auf Werte < 300 V, möglichst < 200 V bei Belastungen größer 25 kA zu beschränken. Zur Reduzierung der Induktivität besteht die Möglichkeit, die Schmelzleiterführung auch bifilar auszugestalten.

[0116] Fig. 6 zeigt eine prinzipielle Anordnung von zwei Schmelzleitern 1A mit zwei gegenläufigen Klingen 4A mit jeweils einem Aktor (vereinfachend nicht dargestellt).

[0117] Das Gehäuse dient dabei gleichzeitig als Anschluss A. Der weitere Anschluss B wird isoliert aus dem Gehäuse 6A herausgeführt. Die koaxiale Anordnung reduziert den induktiven Spannungsabfall.

[0118] Fig. 7 stellt einen Teilbereich der Anordnung entsprechend Fig. 2 nach einer Trennung ohne Lichtbogeneinwirkung dar.

[0119] In der Fig. 7 ist das seitliche Umlegen der Schmelzleiterbereiche 12A zwischen Klinge 4A und Isolationsplatten zu erkennen. Aufgrund der engen Führung dieser Teile kann bei deren entsprechenden Gestaltung auch die Klemmung der Teile zur Abbremsung der Klinge 4A und zur Spaltbildung genutzt werden.

[0120] Die Fig. 8a zeigt eine Anordnung, bei welcher die Schmelzleiter gleichzeitig und quer geschnitten werden. Die Fig. 8b zeigt ein gleichzeitiges Schneiden der Schmelzleiter mit vertikaler Ausrichtung zum Schmelzleiter. Gemäß Fig. 8a ist der Aktor 5a und die Schneidklinge platzsparend direkt im Sicherungsgehäuse integriert.

[0121] In Fig. 9 wird ein Schneidelement mit zwei versetzten Klingen 4A im Querschnitt dargestellt, welches das Schneiden von zwei Schmelzleitern 1A mit kurzem Hubweg ermöglicht.

[0122] Gemäß Fig. 10 wird jeweils eine Klinge 4A oder ein Aktor 5A zum Schneiden eines Schmelzleiters 1A eingesetzt. Dies ermöglicht kurze Hubwege, eine gegenläufige Bewegung der Klingen und bei entsprechender Ausführung eine partielle Spaltbildung unmittelbar zwischen den Klingen 4A, falls keine zusätzliche Isolationsstrecke mit oder ohne Löschfunktion oder ein Bereich mit Löschmittel vorgesehen ist.

[0123] In Fig. 11 ist ein Schneidelement mit zwei Klingen 4A und rotatorischer Bewegung dargestellt, welche durch eine entsprechende Führung und mit nur einem Aktor erzwungen werden kann. Die Klinge 4A kann hierbei jeweils in einem Teil so geführt werden, dass eine gute Spaltbildung möglich ist.

[0124] Die Fig. 12 zeigt eine Ausführungsform, bei welcher ein weiterer Sicherungsschmelzleiter 13A, welcher beispielsweise auch drahtförmig ausgeführt werden kann, durch die Trenneinrichtung nicht unterbrochen wird.

[0125] Der Draht kann an den Hauptanschlüssen oder auch direkt oder indirekt an den Hauptschmelzleitern kontaktiert werden.

[0126] Der Draht ist bevorzugt mit einem Löschmedium 14A umgeben. Im Fall der Unterbrechung des Hauptschmelzleiters kommutiert der Strom auf den Draht, wodurch eine Lichtbogenbildung im Schneidbereich weitestgehend vermeidbar ist und eine hohe Spannungsfestigkeit nach vollständiger Abtrennung realisierbar ist.

[0127] Die Unterbrechung erfolgt durch einen weiteren Schmelzleiter, welcher eine sehr geringe Nennstromstärke, insbesondere unterhalb der Nennstromstärke des Netzes, besitzt.

[0128] Der beispielsweise drahtförmige Schmelzleiter 13A kann zeitversetzt gegebenenfalls mit der gleichen Schneide gegebenenfalls direkt oder indirekt unterbrochen werden, um einen Stromdurchgang bei 0 A zu ermöglichen. Ein indirektes Unterbrechen ist bei einer mechanischen Verschiebung oder Zerstörung eines Trägers auf oder durch den Draht möglich. Alternativ zu einem Draht ist es möglich, einen Schmelzleiter auf einem Träger 15A entsprechend Fig. 13 auszuführen. Ebenso ist eine Verschiebung einer SMD-Sicherung machbar.

[0129] Die erläuterte Grundanordnung ist mit weiteren Modifikationen zur Unterbrechung von hohen Kurzschlussströmen geeignet.

[0130] Die Schneid- oder Trennanordnung gemäß der Erfindung kann sich parallel zu einer Hörnerfunkenstrecke 16A befinden, welche beispielsweise mit einem Sicherungsdraht 17A geringer Nennstromstärke kurzgeschlossen ist. Beim Durchtrennen des Hauptschmelzleiters kommutiert der Strom auf dem Sicherungsdraht 17A, welcher die Hörnerfunkenstrecke 16A zündet, die wiederum strombegrenzend den Strom in einer Löschkammer 18A löscht.

[0131] Eine derartige Anordnung ist in der Fig. 14 beispielhaft dargestellt.

[0132] Die Anforderungen bezüglich der Stromkommutierung und die Rückzündungsgefahr sind hier geringer als bei einer Parallelschaltung zu einer Sicherung kleiner Nennstromstärke. Möglich ist auch eine Zündung eines Lichtbogens direkt unterhalb des Einlaufbereiches oder auch direkt in einer Lichtbogenkammer. Die Anforderung bezüglich der Stromkommutierung und Rückzündung ist in diesem Fall bereits höher als bei der klassischen Hörnerfunkenstrecke, jedoch geringer als bei einer parallelen Sicherung einer Nennstromstärke. Bei derartigen Anordnungen kann auf die an die Schneideinrichtung angrenzenden löschmittelgefüllten Bereiche verzichtet werden, wodurch die Impedanz und der Platzbedarf im Hauptpfad reduziert ist.

[0133] Bei einer weiteren Ausgestaltung kann die Schneideinrichtung 4A sich direkt im Zündbereich einer Hörnerfunkenstrecke 16A befinden. Die Hörnerfunkenstrecke 16A wird dabei durch ein Sicherungsband 1A gegebenfalls mit einer Engstelle oder definierten I^2t -Wert kurzgeschlossen und befindet sich direkt im Hauptpfad.

[0134] Das Sicherungsband kann hierbei außerhalb des Schneidbereiches zwischen den divergierenden Elektroden geführt sein.

[0135] Die Schneid- oder Trennklinge ist dabei so gestaltet, dass der Lichtbogen, welcher bei der Unterbrechung des Bandes entsteht, in Richtung der Löschkammer bewegt wird und in der Hörnerfunkenstrecke eine Isolationsstrecke entsprechend der gewünschten Spannungsfestigkeit gemäß Fig. 15 entsteht.

[0136] Hierzu wird die Klinge zumindest überwiegend aus Isolationsmaterial gefertigt oder in Isolationsmaterial gefasst bzw. eingebettet.

[0137] Die Klinge wird nach dem Trennen des Schmelzleiters mehrere Millimeter weitergeführt, so dass die Distanz zwischen den geschnittenen Schmelzleiterresten größer 3 mm, jedoch bevorzugt mehr als 5 mm beträgt.

[0138] Die Klinge kann zudem seitlich neben den divergierenden Elektroden der Hörnerfunkenstrecke in Nuten 19A aus Isolationsmaterial geführt werden, wodurch ein seitlicher Lichtbogenüberschlag vermieden wird.

[0139] Neben der Aktivierung durch den Aktor 5A kann zudem vorgesehen werden, dass der Schmelzleiter thermisch aufgetrennt bzw. aus dem Bereich zwischen den beiden Elektroden so verschoben wird, dass eine Trennstrecke entsteht. Die Klinge kann hierbei zusätzlich mit einer mechanischen Vorspannung versehen sein, welche das Eindringen in den Bereich der divergierenden Elektroden auch ohne Aktivierung des Aktors erlaubt. Derartige Ausführungsformen sind aus dem Bereich der Abtrennvorrichtungen unter anderem für Varistoren bekannt.

[0140] Die erläuterten Anordnungen und Ausführungsformen sind auch mit anderen internen oder externen Aktoren betätigbar.

[0141] Hier sind auch Anordnungen mit Federspeichern möglich.

[0142] Fig. 16 zeigt eine Anordnung mit einem Aktor 5A mit kurzem, jedoch variablem Hubweg. Als Aktor können hier beispielsweise Piezokeramiken oder ähnliches zum Einsatz kommen.

[0143] Der Schmelzleiter 1A wird in diesem Fall quer in zwei Isolationsteilen 20A geführt, welche stanzenähnlich ausgebildet sind. Durch die Bewegung des Aktors ist es möglich, eine definierte Modulierung der Engstelle 3A des Schmelzleiters auch nach dem Einbau durchzuführen und somit die Kennlinie der Sicherung wahlweise zu verändern. Auch ist ein vollständiges Durchtrennen des Schmelzleiters bei entsprechender Höhe des Signals zum Aktor 5A möglich.

[0144] Bei mehreren Schmelzleitern kann das Durchtrennen und Prägen der Engstelle durch mehrere Aktoren entsprechend der Schmelzleiteranzahl bzw. auch für mehrere Engstellen pro Schmelzleiter durchgeführt werden. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, baugleiche Sicherungen für verschiedene Anwendungen nach deren Fertigung zu modifizieren. Die Stanz- bzw. Prägeteile sind bevorzugt aus einem Material, welches die Lichtbogenlöschung unterstützt, zum Beispiel Keramik, Polymer oder ähnliches. Der Stanzbereich kann bei sehr feinen körnigen Löschmitteln zusätzlich vom Löschmittelbereich durch Isolationsplatten 9A abgeschottet werden. Bei dünneren Schmelzleitern 1A ist diese Abschottung bei entsprechender Körnung des Löschmittels nicht zwingend notwendig.

[0145] Die Aktivierung der erfindungsgemäßen Sicherung hängt von den gewählten Aktoren ab. Beispielsweise kann die Aktivierung bei Formgedächtnislegierungen oder Brückenzündern über einen Strom erfolgen. Der Strom kann beispielsweise aus dem anliegenden Netz oder einem separaten Energiespeicher gewonnen werden. Bei Brückenzündern kann die geringe benötigte Energie auch galvanisch getrennt durch einen Übertrager bereitgestellt werden.

[0146] Der Auslösegrad für die Aktivierung der Sicherung wird so gestaltet, dass eine Aktivierung mit Hilfe mehrerer Kriterien möglich ist. Hier können aktiv ansteuerbare Schalter genutzt werden, welche über eine interne Auswerteelektronik bzw. eine externe Steuermöglichkeit verfügen. Im einfachsten Fall können diese Schalter auch direkt auf physikalische Größen reagierende Mittel sein, welche parallel zum ansteuerbaren Schalter vorgesehen sind. Derartige Schalter können auf Grenzwerte oder Änderungen von Temperatur, Druck, Strom, Spannung, optische Signale, Volumen oder dergleichen oder deren Kombinationen reagieren. Als Schalter sind ebenso elektronische, mechanische, spannungsschaltende aber auch impedanzändernde Bauteile einsetzbar.

[0147] Die Fig. 17 einer weiteren Ausführungsform der Erfindung zeigt einen Schmelzleiter 1B mit üblichen Engstellen 2B in Form von länglichen Ausnehmungen. Zwischen diesen üblichen Ausnehmungen ist ein Bereich mit unvermindertem Querschnitt 3B vorgesehen, wel-

cher in diesem Fall ähnlich lang wie die Ausnahmen ist. Innerhalb dieses Bereiches ist eine beispielhafte Ausführungsform einer zusätzlichen mechanischen Engstelle 4B ausgebildet. Diese Engstelle 4B ist als rautenförmige Ausnehmung mit kurzer Gesamtlänge realisiert.

[0148] Eine solche Gestaltung besitzt insbesondere bei der Nutzung der erfindungsgemäßen Sicherung im Querschnitt den Vorteil, dass bei Kurzschlussbelastung keine zusätzliche Lichtbogenentstehung durch eine zeitgleiche Lichtbogenentstehung bezüglich der zusätzlichen und der bekannten Engstellen verursacht wird, wodurch die Spannungsbelastung des zu schützenden Verbrauchers kontrollierbar bleibt.

[0149] Die kurze Engstelle kann ohne nennenswerte Verlängerung des Schmelzleiters und ohne relevante Reduzierung des Materials des Schmelzleiters, welcher für eine kontrollierte Lichtbogenverlängerung notwendig ist, realisiert werden. Die Engstelle führt aufgrund der erläuterten Auslegung auch nicht zu einer zusätzlichen Druck- bzw. Temperaturbelastung des Sicherungshäuses.

[0150] Die relativ mittige Position der zusätzlichen mechanischen Engstelle umgeben von Löschmedium, zum Beispiel üblichem Quarzsand, führt bei der Zerstörung der Engstelle zu einem vergleichsweise hohen Löschemögen, da neben der guten Kühlung und der mechanischen Verlängerung auch eine beidseitige Verlängerung des Lichtbogens bis in den Bereich der normalen Engstellen durch Lichtbogenabbrand recht schnell erfolgen kann.

[0151] Grundsätzlich kann die mechanische Zug-Engstelle auch an anderen Positionen des Schmelzleiters, beispielsweise unmittelbar vor der ersten elektrischen Engstelle in Zugrichtung vom Aktor vorgesehen werden. Es ist jedoch zu beachten, dass die freie Schmelzleiterlänge im Löschmittel gefüllten Bereich entsprechend der gewünschten aktiv schaltbaren Kurzschlussströme gegebenenfalls verlängert werden muss. Die mechanische Engstelle muss demnach nicht zwingend mittig im Schmelzleiter befindlich sein.

[0152] Vorstehendes gestattet es selbst bei der Auftrennung von nur einer Engstelle die Aktivierung der Sicherung bereits bei hohen Strömen mit virtuellen Schmelzzeiten < 10 ms. Somit kann die erfindungsgemäße Sicherung praktisch im stromfreien Zustand, bei kleinen Strömen weit unterhalb der Nennstromstärke und selbst hohe Fehlerströme im kA Ampere-Bereich nach geringerer Zeit unterbrechen. Auch kann eine nahezu beliebige Zeit/Strom-Kennlinie je nach Anforderung realisiert werden.

[0153] Alternativ zu einer freien Schmelzleiterführung und einer Zugwirkung auf den gesamten Schmelzleiter sind auch Zugentlastungen am Schmelzleiter bzw. die partielle Fixierung des Schmelzleiters im sogenannten "Stone-Sand" möglich. Damit kann die Kraft gezielt auf eine einzelne Engstelle gelenkt werden.

[0154] Bei der Verwendung von groben bzw. kantigem Löschsand kann es sinnvoll sein, die üblichen, normalen

elektrischen Engstellen zwischen Aktor und mechanischer Zug-Engstelle beispielsweise mit einer Isolationsfolie zu versehen, so dass die zusätzliche Reibung verringert wird.

[0155] Die Fig. 18 zeigt einen Schmelzleiter 1B für eine Kapselsicherung mit Engstellen 2B, welche zur Erzielung kurzer Schmelzzeiten bei kleinen Überströmen länger gestaltet sind als übliche Engstellen. Der Abstand des unverminderten Querschnittes 3B des Schmelzleiters zwischen den Engstellen entspricht in diesem Fall jedoch mindestens der Engstellenlänge.

[0156] Dies führt bereits zu einer vorteilhaften Absenkung der Nennstromstärke der Sicherung. Bei einer aktiven Sicherung erhöht sich die Dehnung dieser Engstellen bei einer Zugbelastung und die Anforderungen an die mechanische, zusätzliche Engstelle steigen. Um optimale Löscheigenschaften bei einer einfachen Quarzsandfüllung zu erzielen, ist bei hohen zu beherrschenden Pulsströmen und dem damit verbundenen hohen Metallanteil eine Aufteilung des Schmelzleiters in mehrere Schmelzleiter vorteilhaft. Von Vorteil sind hier zwei gleichgestaltete Schmelzleiter.

[0157] Figur 19 zeigt eine Ausführungsform, bei der zwischen den normalen Engstellen 2B die weitere, erfindungsgemäße mechanische Engstelle 4B eingebracht wird. Diese Engstelle ist mit einer Länge von idealerweise von wenigen 10 µm als übliche Engstelle ungeeignet und unterstützt deren passive Funktion bei Kurzschlussauschaltungen nicht. Die Engstelle spricht trotz eines geringeren Querschnittes bei diesen Belastungen nicht an, wodurch keine zusätzliche Lichtbogenentstehung erzeugt wird. Die Funktion beschränkt sich demnach allein auf die aktive Ansteuerung der Sicherung.

[0158] Die Länge der Engstelle ist um mindestens den Faktor 4, idealerweise jedoch größer 10 geringer ausgeführt als die Länge der üblichen, bekannten Engstellen.

[0159] Bei einer mechanischen Engstelle mit einer maximalen Länge von beispielsweise 500 µm sind die üblichen bekannten Engstellen länger als 4 mm. Bessere Verhältnisse ergeben sich bei einer Länge von < 150 µm zu Längen von > 2 mm bei üblichen, bekannten Engstellen.

[0160] Der Querschnitt der Engstelle gemäß der Erfindung ist mindestens um den Faktor 20 % kleiner, idealerweise mehr als 50 % kleiner als die normale Engstelle. Die üblichen, normalen Engstellen besitzen einen Modulationsgrad von ca. 2 zum unverminderten Querschnitt. Dieser relativ geringe Modulationsgrad ist aufgrund der notwendigen geringen Metallanteile bei kleinen Baugrößen sinnvoll.

[0161] Für kleine Sicherungsbauformen wird aufgrund der Begrenzung des Verhältnisses Schmelzleitersmaterial und Löschmedium für den Schmelzleiter üblicherweise aus Kupfer bzw. Kupferlegierungen zurückgegriffen.

[0162] Die benötigte Zugkraft der Engstellen zu deren Zerreißen beträgt höchstens 80 %, jedoch idealerweise < 60 % bezogen auf die Kräfte, die zu einem Zerreißen normaler Engstellen führen.

[0163] Bis zum Zerreißen der mechanischen Engstelle erfolgt höchstens eine Dehnung des Gesamtschmelzleiters bei weichem Kupfer um 3 mm, bevorzugt kleiner 1 mm. Dies entspricht $< 5\%$ der Gesamtlänge des Schmelzleiters.

[0164] Bei Kupfer wird zum Zerreißen der mechanischen Engstelle bei rautenförmiger Gestaltung eine Dehnung von ca. 40 % benötigt. Die üblichen Engstellen dehnen sich selbst bei einer Einzellänge von 4 mm hierbei in der Summe nur um $< 8\%$, der unverminderte Querschnitt des Schmelzleiters dehnt sich nur um einen Wert $< 1\%$. Bei kürzeren Engstellen kann die Dehnung noch stärker auf die mechanische Engstelle trotz Kraftwirkung auf die Gesamtlänge des Schmelzleiters beschränkt werden. Dies erlaubt auch bei ungünstigem Material eine vollständige Integration in eine übliche, kleine Sicherungsbaugröße.

[0165] Der mögliche Hubweg innerhalb der Sicherung wird mindestens auf den doppelten Weg begrenzt, welcher zum sicheren Zerreißen der mechanischen Engstelle benötigt wird und entsprechend ausgelegt. Der Weg kann jedoch zur Erzielung einer hinreichenden Spannungsfestigkeit auch länger ausgeführt werden.

[0166] Durch eine Begrenzung der Zugkraft auf nur einen Bereich des Schmelzleiters mit der mechanischen Engstelle kann die Dehnung weiter reduziert werden.

[0167] Die Fig. 20a bis 20c zeigen Gestaltungsvarianten der zusätzlichen, mechanischen Engstelle.

[0168] In Fig. 20a ist ein Schmelzleiter 1B mit vier normalen Engstellen 2B mit einem Modulationsgrad von 2 dargestellt. Die Länge der Engstellen beträgt 4 mm, wodurch die Nennstromstärke bereits auf ca. 160 A reduziert werden kann. Die Erwärmung der Engstellen bei einer Belastung von 25 kA 10/350 μ s beträgt ca. 700°C, wobei hier noch eine hinreichende Alterungsstabilität besteht. Die mechanische Sollbruchstelle 4B ist so bemessen, dass Selbige mit einfachsten Stanzverfahren und gleichzeitig mit den normalen, bekannten Engstellen herstellbar ist. Die Länge beträgt zum Beispiel 0,5 mm. Der Querschnitt der quer angeordneten Langlöcher ist jedoch um 20 % gegenüber den normalen Engstellen reduziert. Die Temperatur dieser Engstelle liegt bei Impulsbelastungen in gleicher Höhe wie die Temperatur der übrigen Engstellen.

[0169] In Fig. 20b wird eine Engstelle 4B gleicher Gesamtlänge, jedoch mit rautenförmiger Geometrie gezeigt. Die Rauten verkürzen den Bereich des minimalen Restquerschnittes gegenüber der Gesamtlänge deutlich. Der Restquerschnitt kann bei gleicher Temperatur auf 60 % bezogen auf die übrigen Engstellen reduziert werden. Die Reduzierung der benötigten Kraft für die Zerstörung der mechanischen Engstelle liegt im gleichen Bereich. Die Gestaltung derartiger Engstellen oder ähnlicher Engstellen wird ausschließlich durch die Technologie und die Kosten für eine reproduzierbare Fertigung beschränkt.

[0170] Gemäß Fig. 20c kann eine Engstellengestaltung 4B erfolgen, die sich auf eine Dickenmodulation be-

schränkt. Der Schmelzleiter 1B wird in dieser Darstellung nicht in Draufsicht auf die Breite des Schmelzleiters gezeigt. Die Ansicht bezieht sich auf die Dicke des Schmelzleiters 1B in Seitenansicht. Bei einer gleichmäßigen, beidseitigen Modulation über eine insgesamt geringe Engstellenlänge 4B, zum Beispiel von nur 50 - 150 μ m, kann bei gleicher Erwärmung im Falle von Impulsströmen der Querschnitt und die benötigte Kraft gegenüber den normalen Engstellen auf ca. 40 % reduziert werden. In der dargestellten Fig. 20c ist die über die Breite des Schmelzleiters gleichmäßige Restdicke im Engstellenbereich in etwa nur ein Drittel der Engstellengesamtlänge.

[0171] Die Variante gemäß Fig. 20c offenbart eine Gestaltung, welche eine hinreichende gleichmäßige Stromdichteverteilung bei Impulsströmen bei sehr starker Kühlung der Engstelle gestattet. Die Erwärmung der Engstelle bei Impulsströmen kann somit trotz geringerem Restquerschnittes und hinreichender Kraftreduktion auch deutlich unterhalb von normalen Engstellen liegen, falls dies für die Gesamtfunktion vorteilhaft ist. Die angenommene gleiche Temperaturerhöhung bei Impulsströmen, bei welchen das Ansprechen der Engstellen vermieden werden soll, führt bei netzfrequenten Strömen zu höheren Temperaturen an den normalen Engstellen, wodurch die Lichtbogenentstehung bei passivem Verhalten an der Ziehengstelle vermieden werden kann. Bei einer Belastung mit einem Kurzschlussstrom von ca. 4 kA und virtueller Schmelzzeit von ca. 10 ms, beträgt die Temperatur an der Zieh- oder Zugengstelle nur 211°C ($T_0 = 22^\circ\text{C}$) beim Erreichen der Schmelztemperatur an den üblichen, bekannten Engstellen.

[0172] In Fig. 21a und b ist ein beispielhafter Aufbau einer NH-Sicherung in Kapselbauform ausschnittsweise dargestellt. Die Fig. 21a zeigt dabei den Normalzustand und die Fig. 21b den ausgelösten Zustand.

[0173] Die Sicherung besitzt bevorzugt ein isolierendes Gehäuse 5B, zwei Hauptschmelzleiter 1B, beidseitig zum Anschluss je eine metallische Endkappe 6B, an der die Schmelzleiter 1B kontaktiert sind.

[0174] Die Sicherung weist bei kleiner Baugröße für die Aktivierung des Anzünders 7B eine Ausführung für mindestens eine oder zwei Steueranschlüsse 8B auf. Die Steueranschlüsse 8B können axial aber auch radial aus dem Gehäuse bzw. den Endkappen der Sicherung herausgeführt werden. Bei größeren Ausführungen ist auch eine drahtlose Aktivierung möglich.

[0175] Die Zündeinrichtung, ausgebildet zum Beispiel als Brückenzünder 7B, befindet sich in einem kleinen Hohlraum 9B umgeben von einem Projektil 10B, welches in einer Art Kolben 11B geführt wird. Am Projektil 10B sind in diesem Fall zwei Schmelzleiter 1B mit jeweils einer mittigen, mechanischen Engstelle 4B fest verbunden.

[0176] Die Verbindung kann hierbei form- oder kraftschlüssig, beispielsweise durch Löten, Schweißen oder Klemmen erfolgen.

[0177] Bevorzugt werden die Schmelzleiter zwischen

einem konischen Bereich des Projektils 10B und einem weiteren konischen Teil 12B unter Druck verklemt. Bei der Beaufschlagung des Projektils 10B mit einer Kraft bei Betätigung des Brückenzünders 7B erhöht sich die Klemmkraft weiter, so dass ein Lösen der Klemmverbindung nicht möglich ist. Bei kleinem Bauraum können die Teile zylindrisch geformt sein und die Schmelzleiter als Halbschalen geformt werden.

[0178] Unterhalb des Kolbens 11B befinden sich die Schmelzleiter in einem löschmittelgefüllten Raum 13B. Als Löschmittel wird bevorzugt Quarzsand eingesetzt. Bevorzugt alle Engstellen der Schmelzleiter sind vom Löschmittel umgeben.

[0179] Der Kolben 11B ist in einem Zwischenteil 14B befindlich, welches den Raum mit Löschmittel von einem Hohlraum 15B oberhalb des Projektils 10B abgrenzt.

[0180] Das Zwischenteil 14B kann als Isolationsteil oder auch partiell oder vollständig aus elektrisch leitendem Material bestehen.

[0181] Das Zwischenteil 14B kann napfförmig gestaltet sein und auf dem Gehäuseteil 5B mit einem Rand aufliegen.

[0182] Zwischen dem Zwischenteil 14B und der Endkappe 6B kann ein im Wesentlichen ringförmiges Teil 16B vorgesehen sein, an welchem die Schmelzleiter 1B durch die Endkappe 6B kontaktiert werden.

[0183] Ein Stromfluss zwischen den Schmelzleitern 1B und der Endkappe 6B über das Zwischenteil 14B kann bei Bedarf durch eine geeignete Materialwahl oder eine Isolationsschicht unterbunden werden.

[0184] Die Endkappe 6B und die Teile 5B und 14B sowie 16B sind so gestaltet, dass durch das Aufpressen der Endkappe 6B die Sicherung final verschlossen ist.

[0185] Im Bereich des Teiles 14B unterhalb des Kolbens 11B erfolgt eine gegenüber dem Löschmittel wirkende Abdichtung, welche auch bei Bewegung der Schmelzleiter keine Entdichtung des Löschmediums erlaubt.

[0186] Die beiden Schmelzleiter 1B sind oberhalb des Kolbens 11B und des Projektils 10B im löschmittelfreien Raum 15B mit gegenüber der Achse abgewinkelten Bereichen realisiert.

[0187] Bei der Bewegung des Projektils 10B in den löschmittelfreien Raum 15B wird die abdichtende Führung zwischen Projektil 10B und Kolben 11B erst nach Zertrennen des Schmelzleiters an der mechanischen Engstelle 4B aufgehoben.

[0188] Den abgetrennten Zustand zeigt Fig. 21b.

[0189] Die abgewinkelten Bereiche der Schmelzleiter werden bei der Bewegung im löschmittelfreien Raum quasi in die Gegenrichtung mit minimalem Kraftaufwand umgebogen. Das Umbiegen der Bänder erfordert keinen Druckausgleich in einem kleinen Volumen ohne Löschmittel, da die Luftverdrängung nicht gegen einen abgeschlossenen Raum erfolgt. Vorteilhaft bei dieser Ausführungsform ist, dass für die Kontaktierung der Schmelzleiter und der Trennstreckenverlängerung keine zusätzliche Unterbrechung oder Kontaktierung des oder der

Schmelzleiter notwendig wird.

[0190] Die beispielhaft eingesetzten Schmelzleiterbänder können sehr niederimpedant und ohne zusätzliche Umlenkungen oder Bewegungen auf kurzem Weg durch die Sicherung geführt werden. Es wird insgesamt ein sehr niederohmiges Schmelzleitermaterial trotz relativ hoher Reißdehnung derartiger Materialien eingesetzt. Die Impedanz der Anordnung ist gering, so dass auch bei hoher Stromsteilheit und hohen Strömen der ohmsche und induktive Spannungsabfall über der Sicherung und somit der Einfluss auf den Schutzpegel der Anordnung gering ist. Bei 25 kA 8/20 μ s Impulsen beträgt der Spannungsabfall < 300 V, bevorzugt kleiner 200 V.

[0191] Alternativ zur erläuterten Anordnung kann auch das Projektil mit querliegenden Anschlussband, einer flexiblen Leitung, einem multiplen Kontaktsystem oder ähnlichem mit den Anschlusskappen direkt oder indirekt verbunden werden. Der Schmelzleiterbereich endet in diesem Fall am Projektil.

[0192] Beim Einsatz von Formgedächtnislegierungen oder volumenändernden Materialien kann ein ähnlicher Aufbau, wie oben beschrieben, verwendet werden, wobei auf die Abdichtung zwischen Projektil und Kolben verzichtet werden kann. Im Falle der Verwendung von Formgedächtnislegierungen ist bei Nutzung der Zugkraft auch eine Ausführungsform entsprechend den Fig. 22a und b möglich.

[0193] In den Fig. 22a und 22b wird zur Erläuterung nur ein Segment des Aufbaus im Detail dargestellt. Die Position des Segmentes innerhalb der skizzierten Sicherung 17B in Kapselbauweise ist mit gestrichelten Bereichen verdeutlicht.

[0194] Zur Vereinfachung wird die Funktionsweise gemäß den Fig. 22a und 22b nur anhand eines Schmelzleiters 1B erläutert. Der Schmelzleiter 1B besitzt einen im Wesentlichen U-förmigen Abschnitt 18B. Der Schmelzleiter selbst wird durch zwei plattenartige Durchführungen 19B und 20B geführt.

[0195] Die Durchführung ist beispielsweise als erste feste Platte 19 realisiert und befindet sich im Bereich des U-förmigen Abschnittes des Schmelzleiters. Die zweite Platte 20B ist beweglich und im Übergangsbereich zu einem axialen Schmelzleiterbereich befindlich. Zwischen den beiden Platten verläuft der Schmelzleiter zur zweiten Platte 20B in einem spitzen Winkel.

[0196] Nach dem U-förmigen Bereich und der zweiten Platte 20B sowie einer weiteren Platte 21B zur Abschottung zum Löschmittel, befindet sich die mechanische, zusätzliche Engstelle 4B. Zwischen den beiden Platten ist in der Sicherung kein Löschmittel und keine Engstelle vorhanden.

[0197] Bei Beaufschlagung der zweiten Platte 20B mit einer Zugkraft in Richtung der U-förmigen Umlenkung, wirkt die Zugkraft unmittelbar als Reißkraft auf die mechanische Engstelle 4B. Die Zugkraft kann über ein direkt oder indirekt an der zweiten Platte befestigtes Formgedächtniselement 22B, beispielsweise durch dessen direkte oder indirekte Aufheizung, realisiert werden.

[0198] Die Platten 21B und 19B schotten den U-förmigen Bereich des Schmelzleiters mit der beweglichen Platte 20B vor dem Eindringen von Löschmittel ab.

[0199] Die Bereiche 23B und 24B sind mit Löschmittel gefüllt.

[0200] Im Bereich 23B befindet sich die Mehrzahl der üblichen Engstellen des Schmelzleiters. Im Bereich 24B befindet sich die mechanische Engstelle 4B. Die Fig. 22a zeigt die beschriebene Anordnung im Normalbetrieb und Fig. 22b den Zustand nach Engstellenunterbrechung.

[0201] Beim Ziehen an der Platte 19B drückt diese auf den Bereich der U-förmigen Schmelzleiterführung. Der Schmelzleiter wird dabei zwischen den Platten verklemmt und eine weitere Bewegung führt zu einer unmittelbaren Belastung der mechanischen Engstelle mit einer hinreichenden Zugkraft, welche die mechanische Engstelle 4B überlastet.

[0202] Die Aktivierung der Sicherung hängt von den gewählten Aktoren ab. Beispielsweise kann die Aktivierung mittels Formgedächtnislegierungen oder an den Brückenzündern über einen Strom erfolgen. Der Strom kann aus dem anliegenden Netz aber auch aus einem separaten Speicher gewonnen werden. Auch hier ist bei einem Brückenzünder die Möglichkeit gegeben, die benötigte Energie galvanisch getrennt durch einen Übertrager bereitzustellen.

[0203] Der Auslösekreis für die Aktivierung ist so ausgeführt, dass diese mit Hilfe mehrerer Kriterien erfolgen kann. Einsetzbar sind, wie bereits erläutert, aktiv ansteuerbare Schalter oder aber auch Schalter, die auf physikalische Größen unmittelbar reagieren.

[0204] Das Anlegen einer Zugkraft am Schmelzleiter, der sich im Löschmittel zum Quarzsand befindet, ist auch mit permanenter Federkraft möglich. Bei einer Ausführungsform gemäß Fig. 23 wird nun nicht eine Zugkraft auf eine mechanische Engstelle, sondern eine Zugkraft an einer Lötstelle zur Einwirkung gebracht, welche beispielsweise durch eine Reaktionsfolie (exotherme Reaktion) innerhalb 1 ms lösbar ist. Die Verlängerung erfordert einen Hubweg, welcher die Länge der Lötstrecke und die benötigte Trennstrecke umfasst.

[0205] Gemäß Fig. 23 besitzt die Sicherung ein Gehäuse 5B mit Anschlusskappen 6B. Der Schmelzleiter 1B ist in zwei Bereiche aufgeteilt, welche durch ein Lot 25B miteinander verbunden sind. In dem Bereich der Verbindung ist eine Reaktionsfolie 26B mit exothermer Wärmeerzeugung angeordnet. Die Reaktion der Folie kann über eine Hilfssicherung oder einen Funkenerzeuger 27B ausgelöst werden. Die Ansteuerung erfolgt hierbei über einen oder zwei Anschlussleitungen 8B. Die Verbindungsstelle befindet sich im Bereich der Sicherung mit Löschmittel 13B. Dieser Bereich ist durch eine Durchführung 28B von einem löschmittelfreien Bereich 15B abgeschottet. In diesem Bereich befindet sich eine Feder 29B, welche den Schmelzleiter 1B mechanisch vorspannt. Nach dem Lösen der Lötverbindung 25B wird der Schmelzleiter 1B im Bereich 15B geknickt (gestrichelte Lage) und durch den Bereich 15B gezogen, so

dass sich eine hinreichend lange Trennstrecke zwischen den beiden Schmelzleiterrestteilen ergibt.

5 Patentansprüche

1. Triggerbare Schmelzsicherung für Niederspannungsanwendungen zum Schutz von an ein Versorgungsnetz anschließbaren Einrichtungen, insbesondere Überspannungsschutzgeräten, bestehend aus mindestens einem, zwischen zwei Kontakten befindlichen, in einem Gehäuse angeordneten Schmelzleiter sowie mit einer Triggereinrichtung zum gesteuerten Auftrennen des Schmelzleiters bei Fehlfunktionen oder Überlastzuständen der jeweils angeschlossenen Einrichtung, wobei im Gehäuse ein Löschmittel eingebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Schmelzleiter eine Vielzahl an sich bekannter elektrischer Engstellen aufweist, welche auf die Nennbelastung der jeweiligen Sicherung ausgelegt sind, wobei mindestens eine weitere, zusätzliche geometrische Engstelle vorgesehen ist, welche auf Zug beansprucht in Abhängigkeit von der Triggereinheit durch Zerreißen auftrennbar ist.
2. Triggerbare Schmelzsicherung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine geometrische Engstelle einen Restquerschnitt besitzt, welcher kleiner als der Restquerschnitt der elektrischen Engstellen ist.
3. Triggerbare Schmelzsicherung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Triggereinrichtung einen Aktor ansteuert.
4. Triggerbare Schmelzsicherung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor aus einem Kolben besteht, dessen Bewegung durch einen Brückenzünder ausgelöst wird, insbesondere wobei sich der Brückenzünder in einem Hohlraum umgeben von einem Projektil befindet, welches im Kolben geführt ist, vorzugsweise wobei am Projektil zwei Schmelzleiter mit jeweils einer mittigen, geometrische Engstelle fest verbunden sind.
5. Triggerbare Schmelzsicherung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor eine definierte Verlängerung des unterbrochenen Schmelzleiters bedingt, sodass eine entstehende Gesamt-Trennstrecke eine Spannungsfestigkeit von mindestens 2,5 kV realisiert.
6. Triggerbare Schmelzsicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schmelzleiter mehrere, konventionelle elektrische Engstellen in Reihe besitzt, deren Anzahl der üblichen Auslegung für die entsprechende

Nennspannung der Sicherung entspricht.

7. Triggerbare Schmelzsicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine weitere, zusätzliche geometrische Engstelle zwischen den elektrischen Engstellen vorgesehen ist. 5
8. Triggerbare Schmelzsicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die triggerbare Schmelzsicherung auf einem definierten Zerreißen der mindestens einen weiteren, zusätzlichen geometrischen Engstelle des Schmelzleiters im Löschmittel nach Aktivieren eines Auslösers beruht. 10
9. Triggerbare Schmelzsicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine weitere, zusätzliche geometrische Engstelle eine geometrische Sollbruchstelle ist, insbesondere wobei die mindestens eine weitere, zusätzliche geometrische Engstelle eine Zugengstelle ist. 20
10. Triggerbare Schmelzsicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine weitere, zusätzliche geometrische Engstelle trotz eines geringeren Querschnittes bei gleicher Strombelastung nicht vor den elektrischen Engstellen bei allen Strombelastungen anspricht, sondern zeitverzögert bzw. bei höheren Belastungen. 25
30
11. Triggerbare Schmelzsicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schmelzintegralwert der mindestens einen weiteren, zusätzlichen geometrischen Engstelle im Zeitraum von transienten Impulsstrombelastungen gleich oder sogar größer als derjenige der elektrischen Engstellen ist, insbesondere wobei die mindestens eine weitere, zusätzliche geometrische Engstelle einen Restquerschnitt besitzt, welcher deutlich geringer ist, als der der elektrischen Engstellen. 35
40
45
12. Triggerbare Schmelzsicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mechanische Festigkeit der mindestens einen weiteren, zusätzlichen geometrischen Engstelle gegenüber der Krafrichtung des Aktors deutlich kleiner als die mechanische Festigkeit der elektrischen Engstellen ist. 50
13. Triggerbare Schmelzsicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine weitere, zusätzliche geometrische Engstelle von ihren Abmessungen her deutlich kleiner ausgeführt ist als die elektrischen 55

Engstellen.

14. Triggerbare Schmelzsicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge der mindestens einen weiteren, zusätzlichen geometrischen Engstelle um mindestens den Faktor 4, insbesondere größer Faktor 10, geringer ausgeführt als die Länge der elektrischen Engstelle. 5
15. Triggerbare Schmelzsicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine weitere, zusätzliche geometrische Engstelle als elektrische Engstelle ungeeignet ist. 10
15

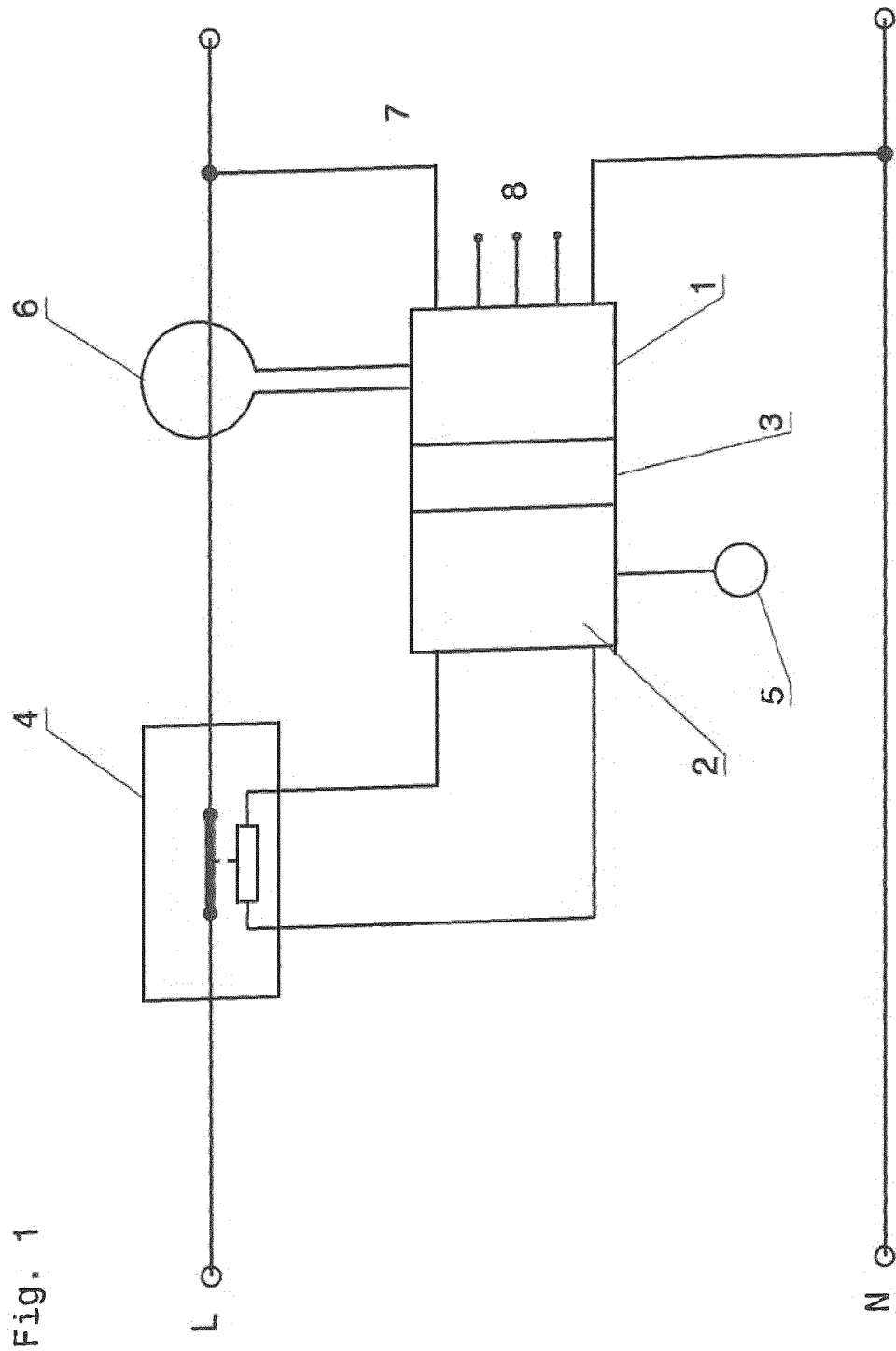
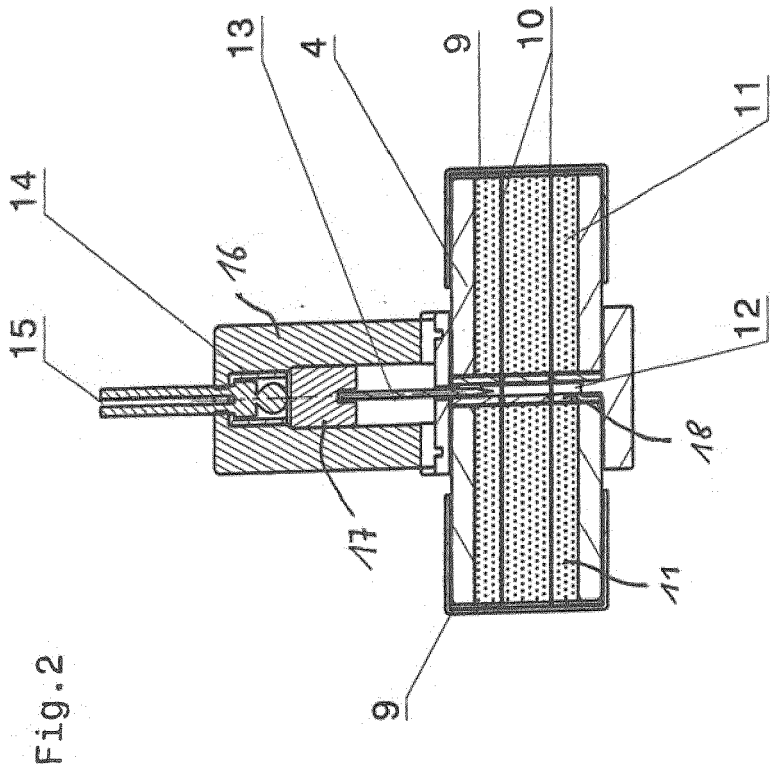


Fig. 1



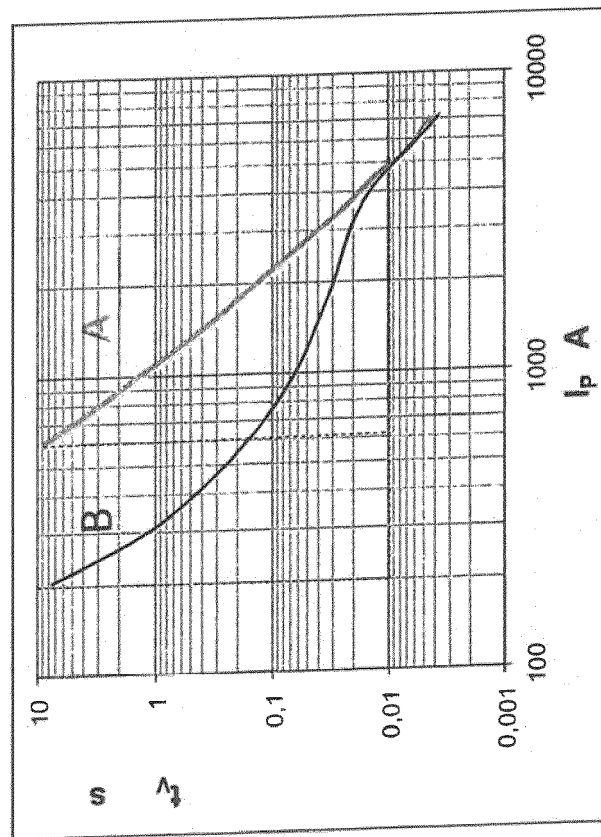
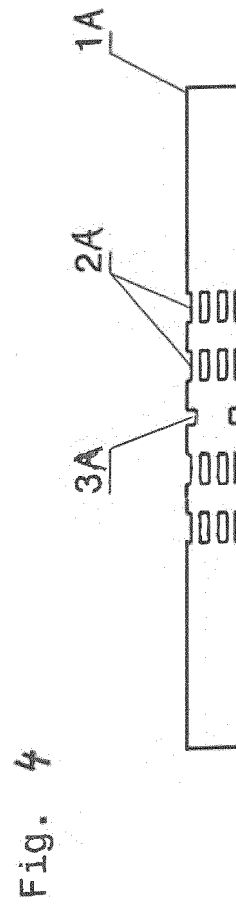


Fig. 3



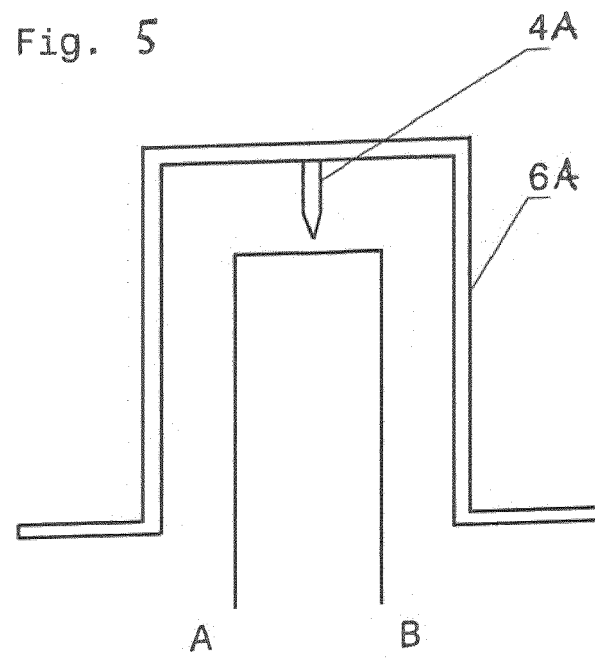
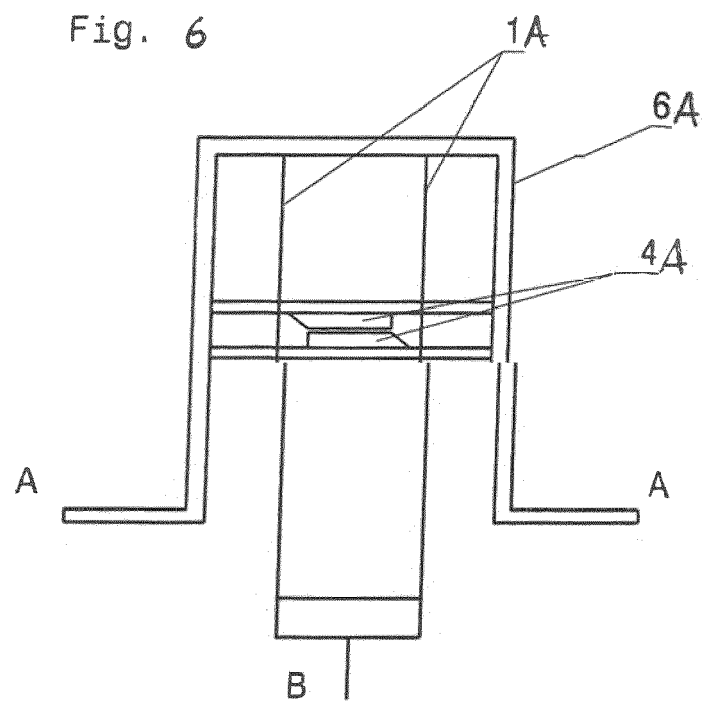
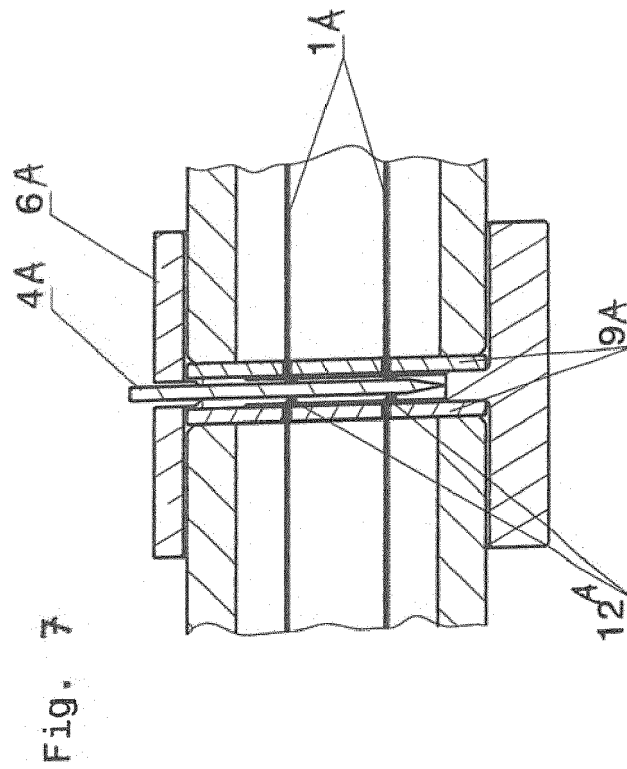


Fig. 6





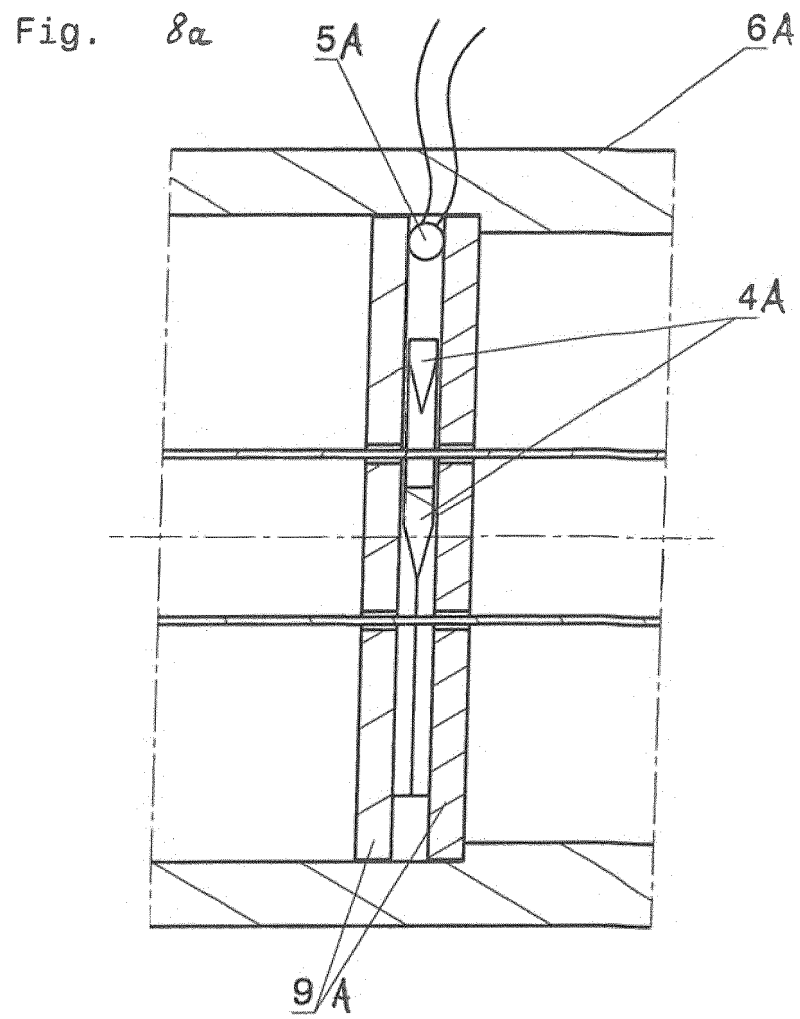
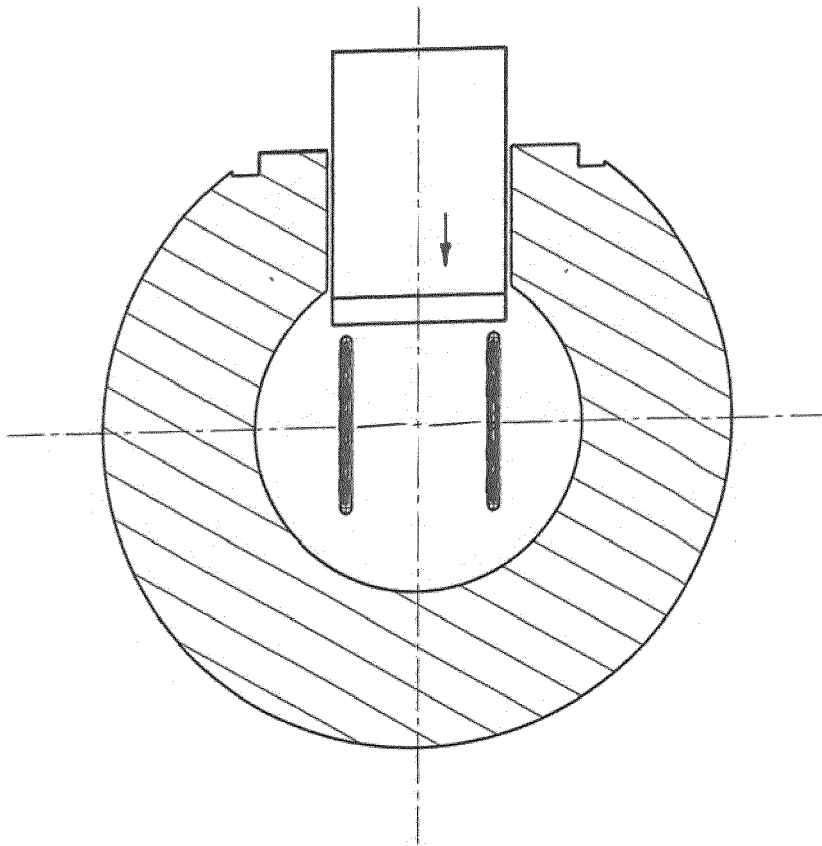
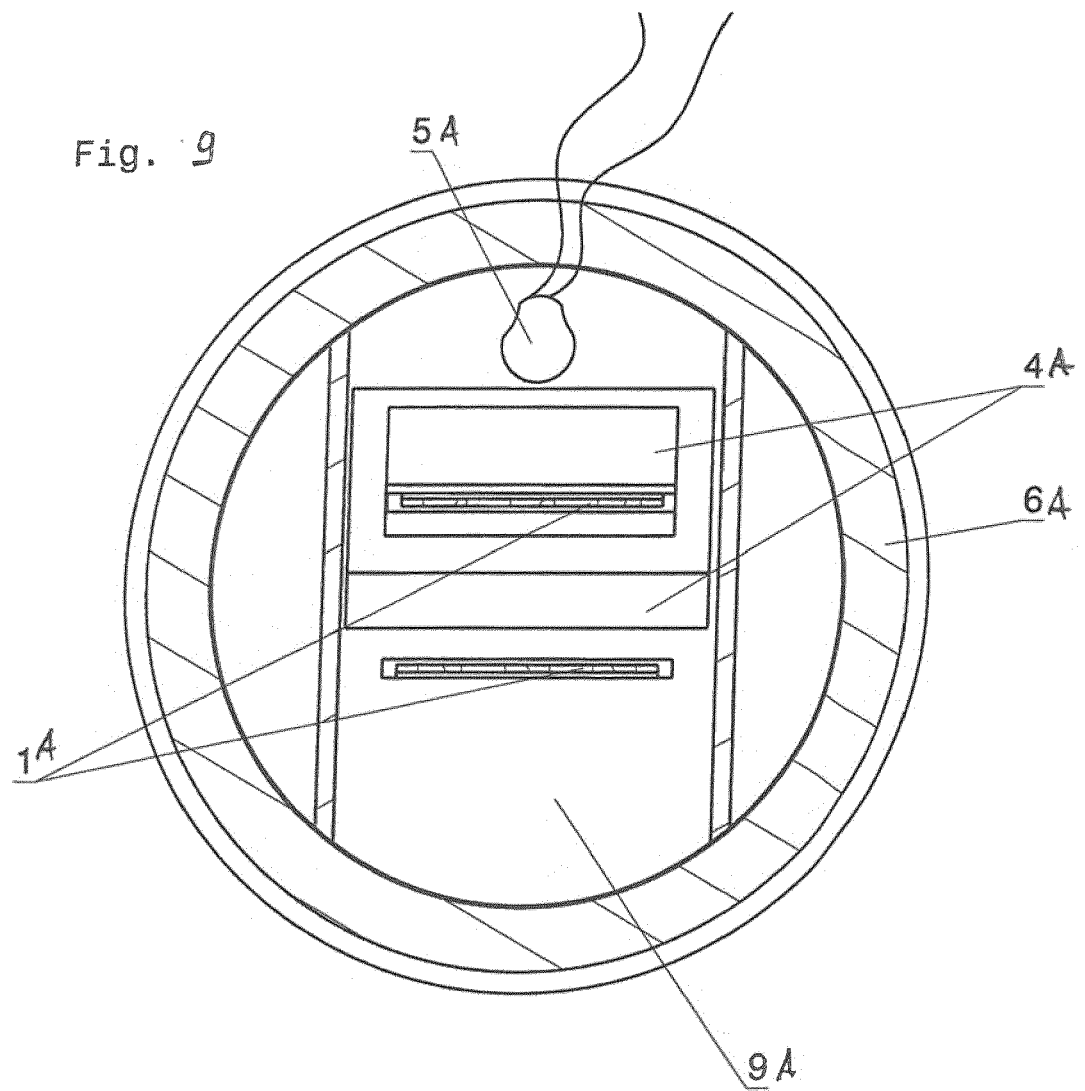


Fig. 8b





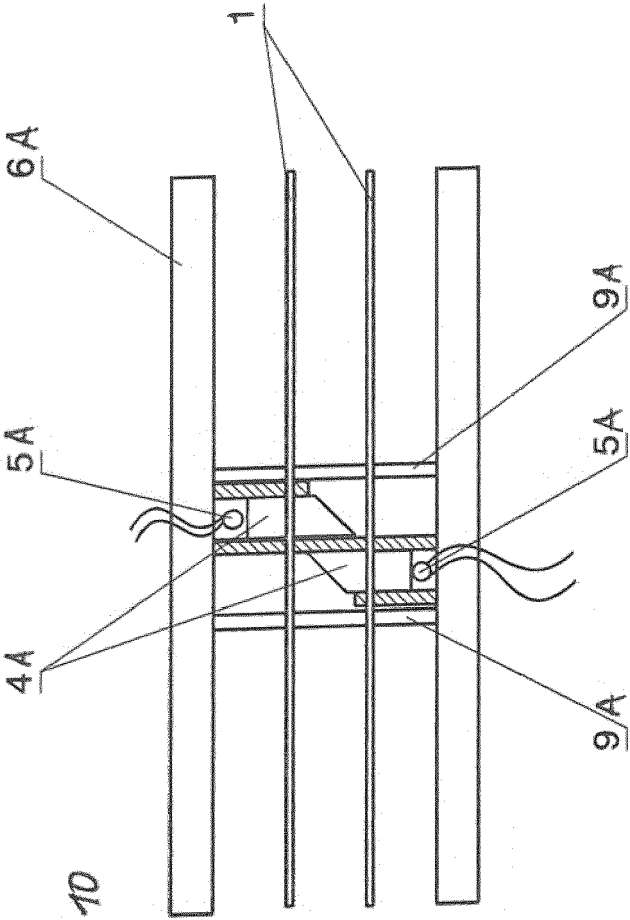
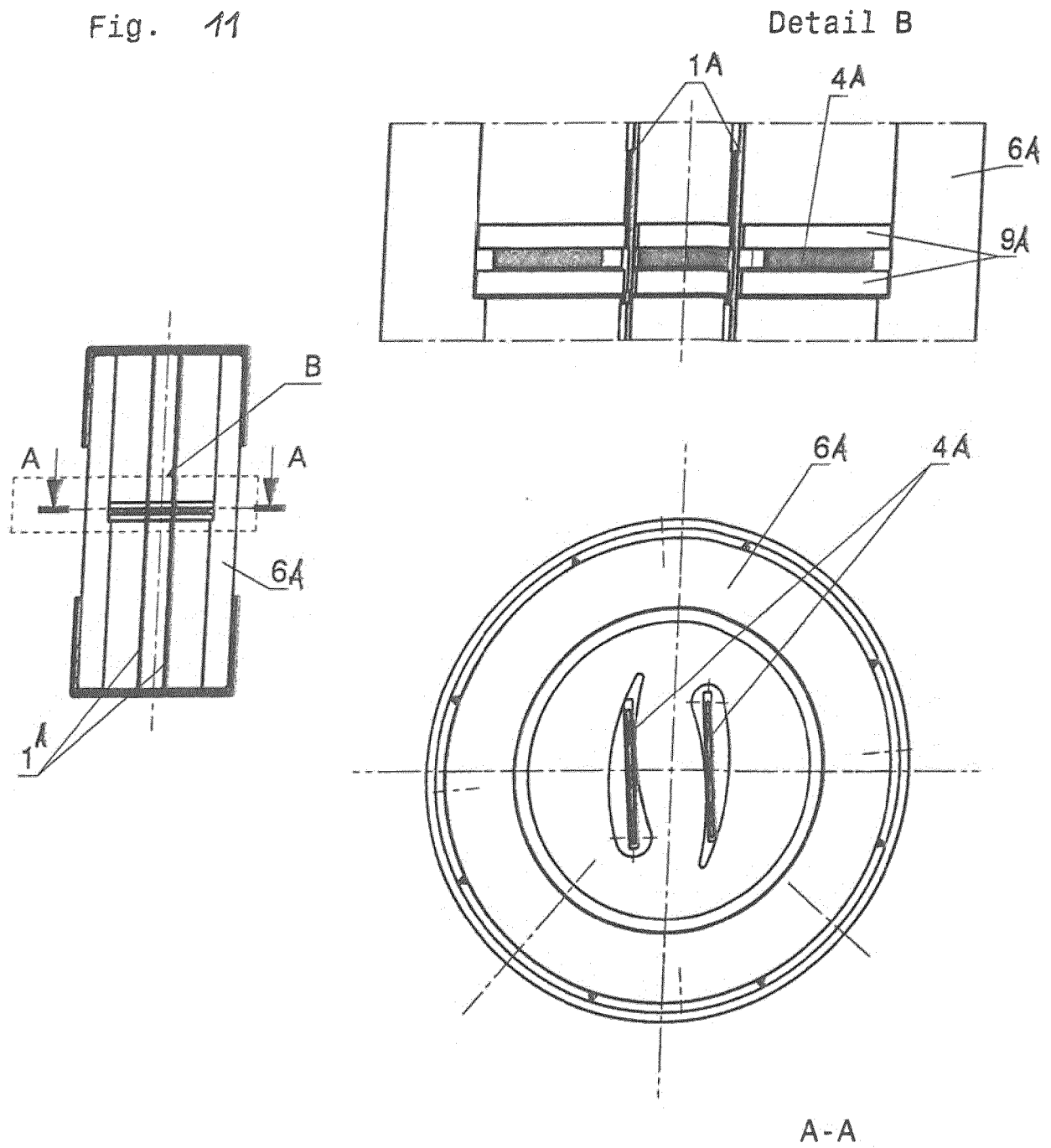
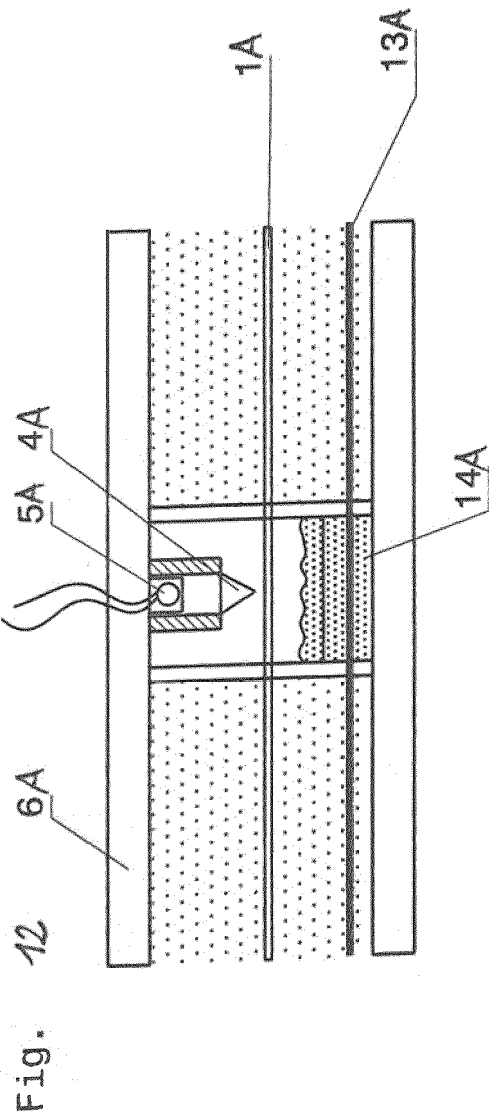
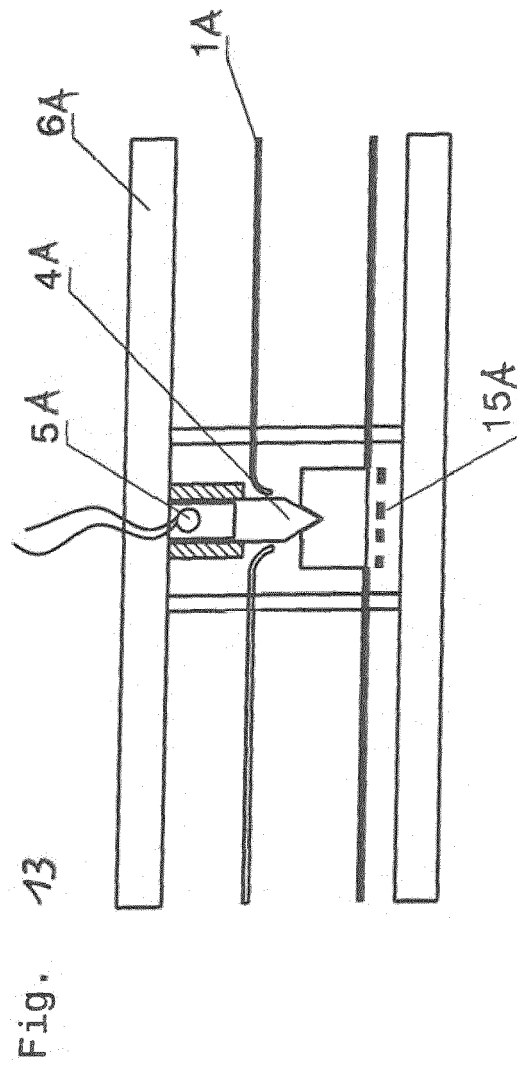


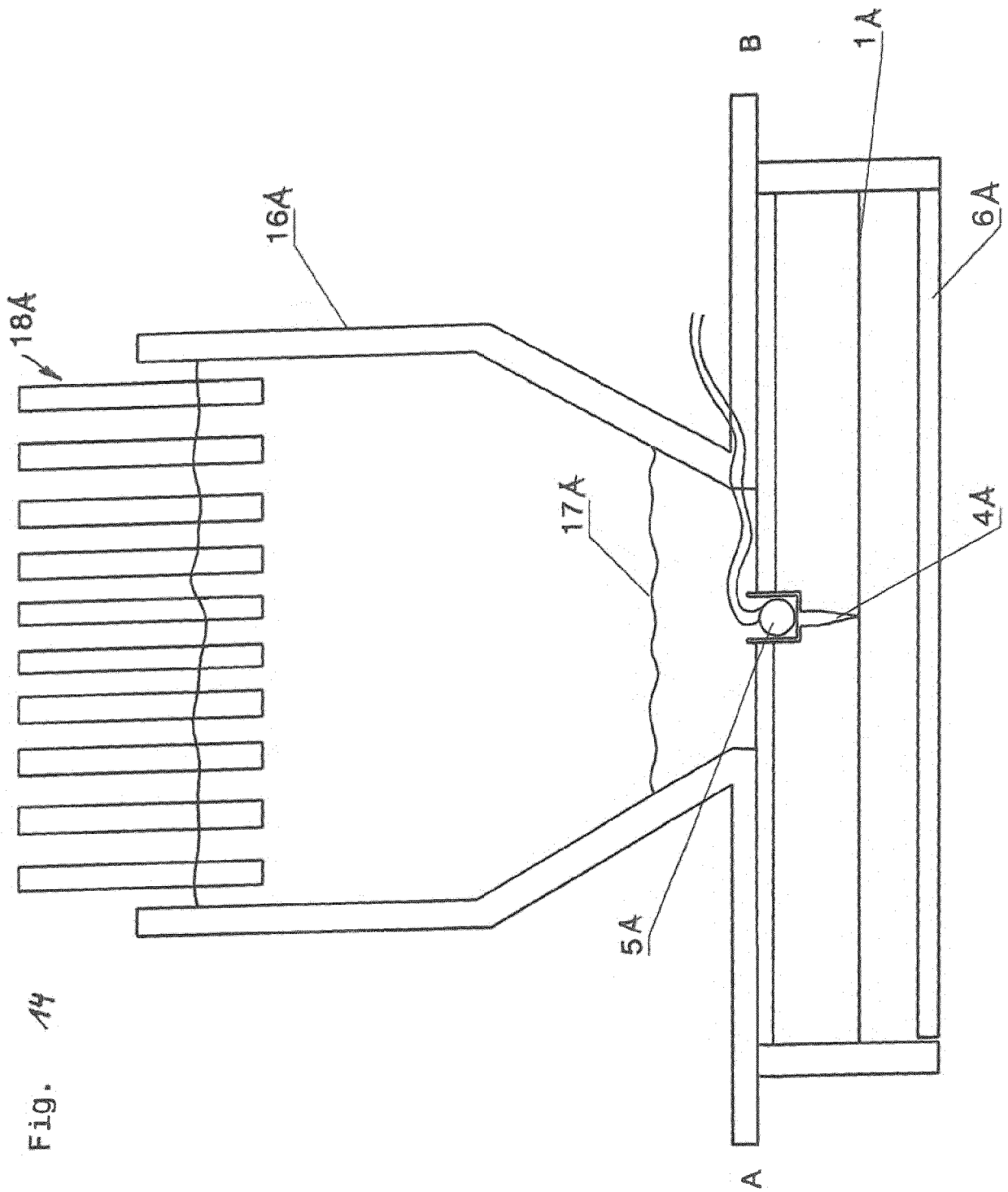
Fig. 10

Fig. 11









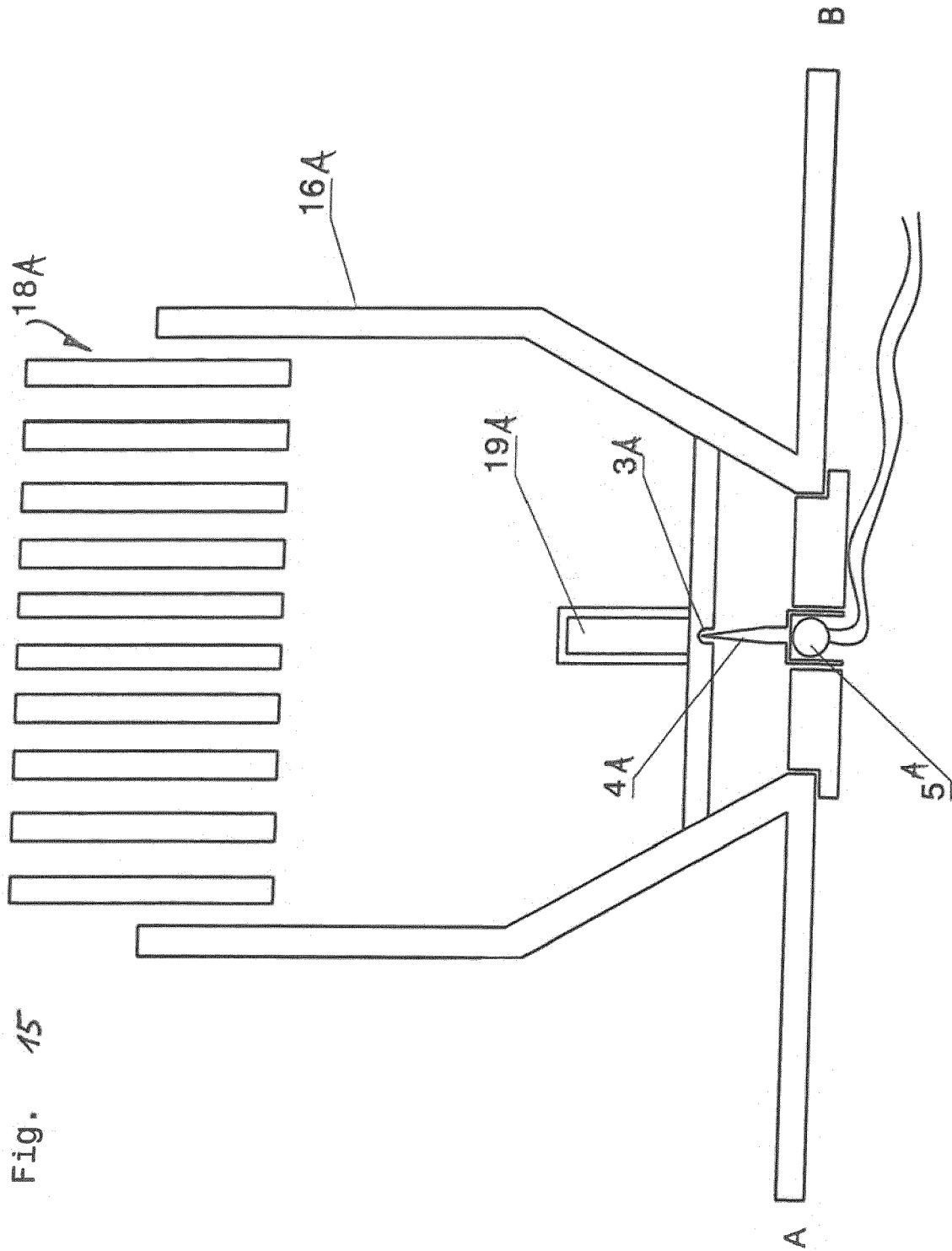
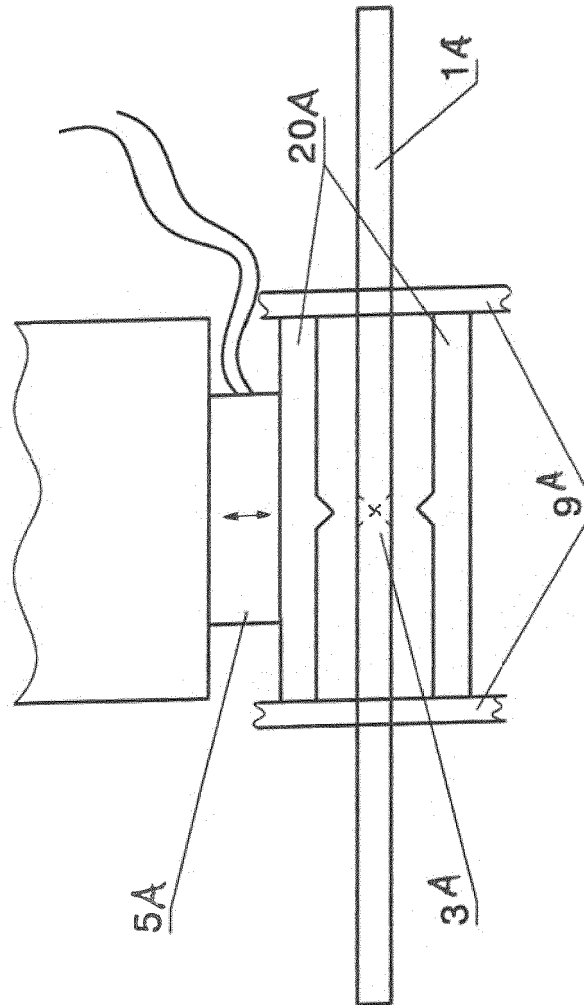


Fig. 16



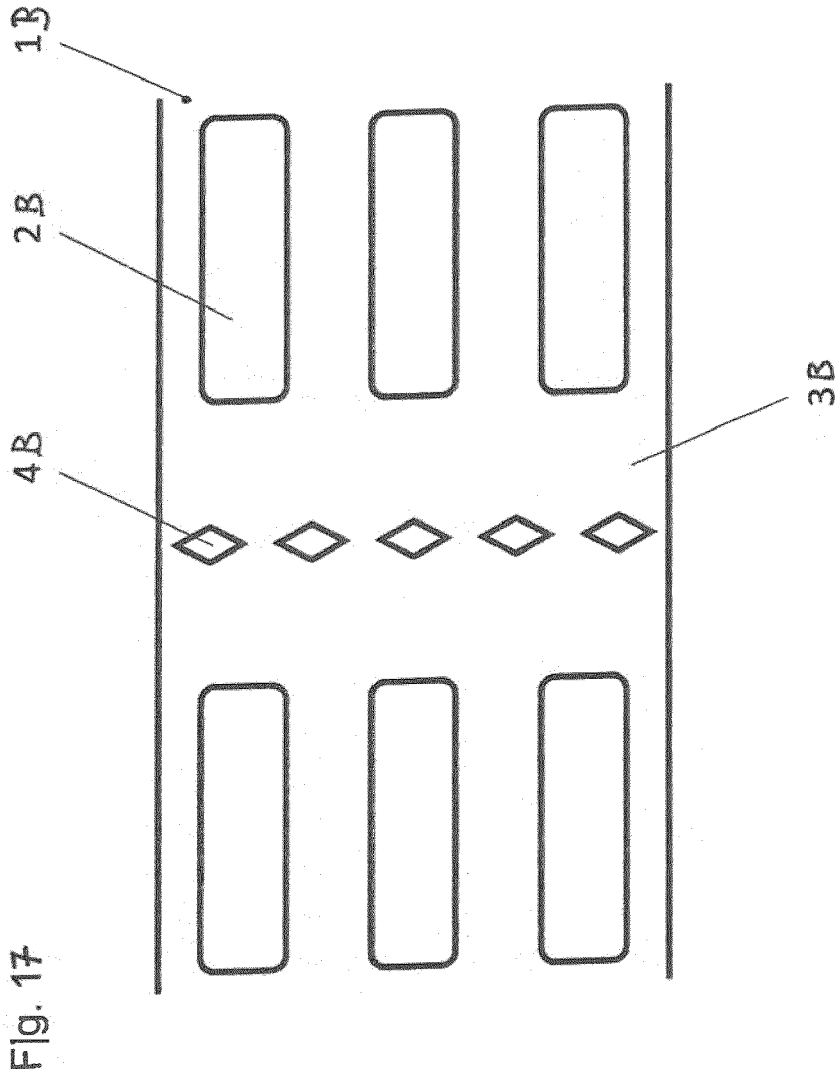


Fig. 17

Fig. 18

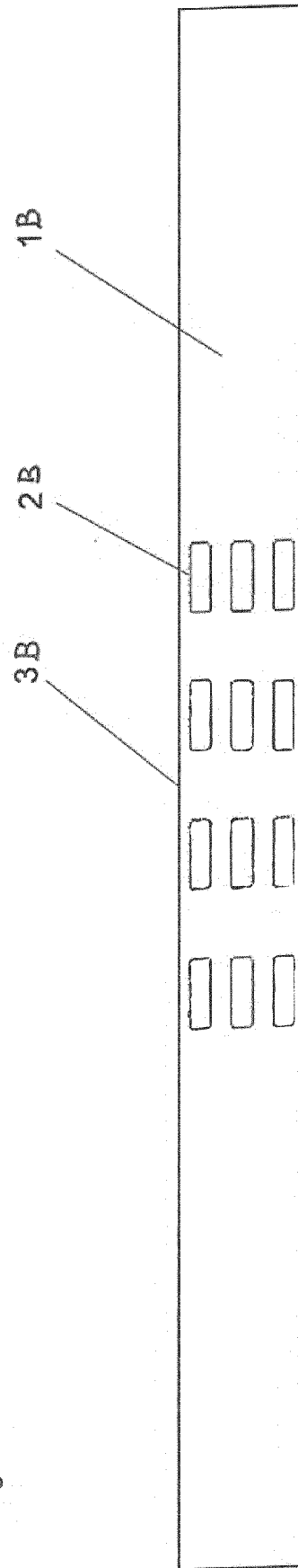


Fig. 19

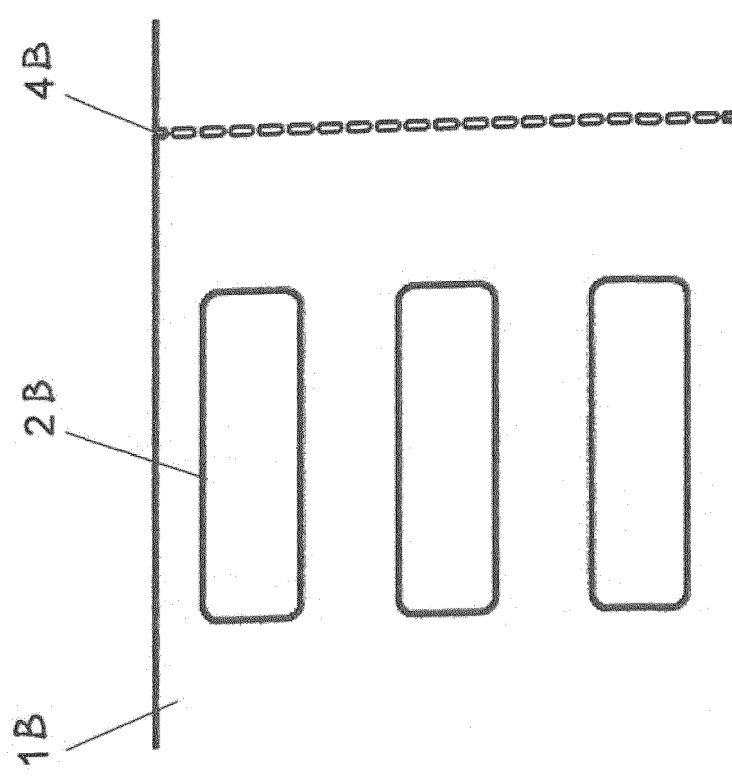


Fig. 20a

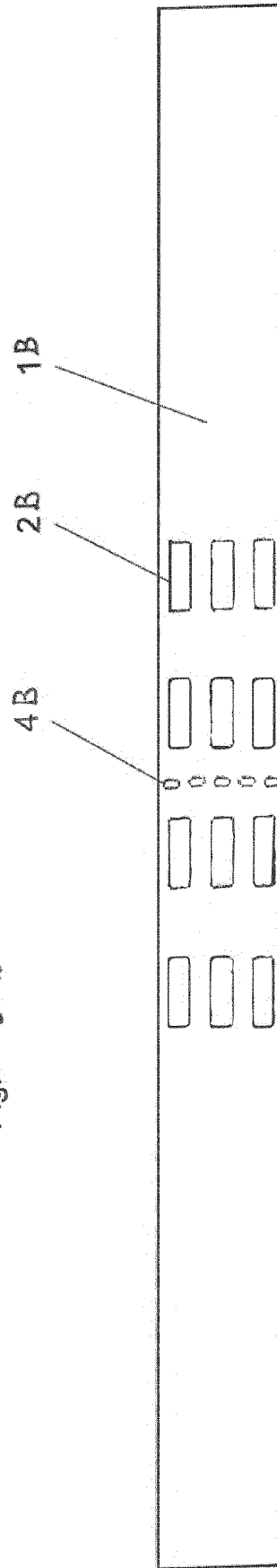


Fig. 206

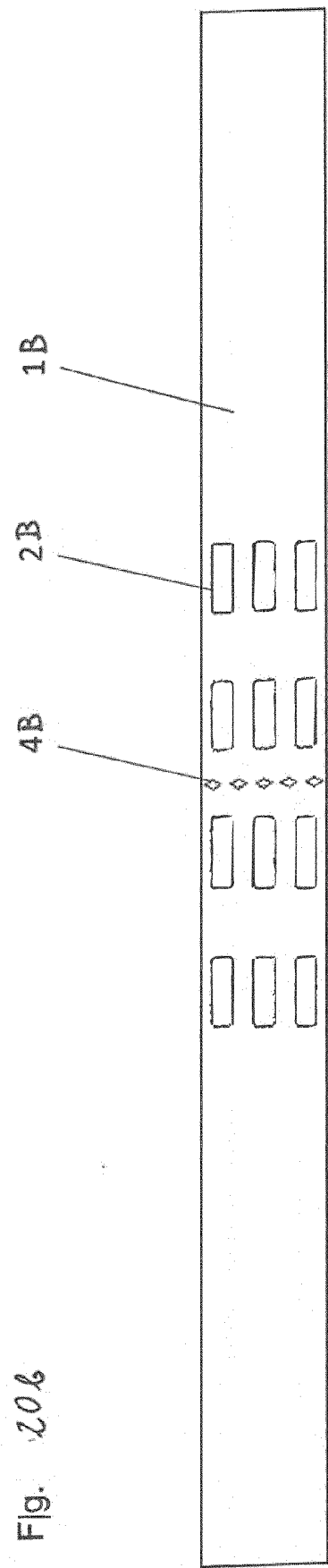
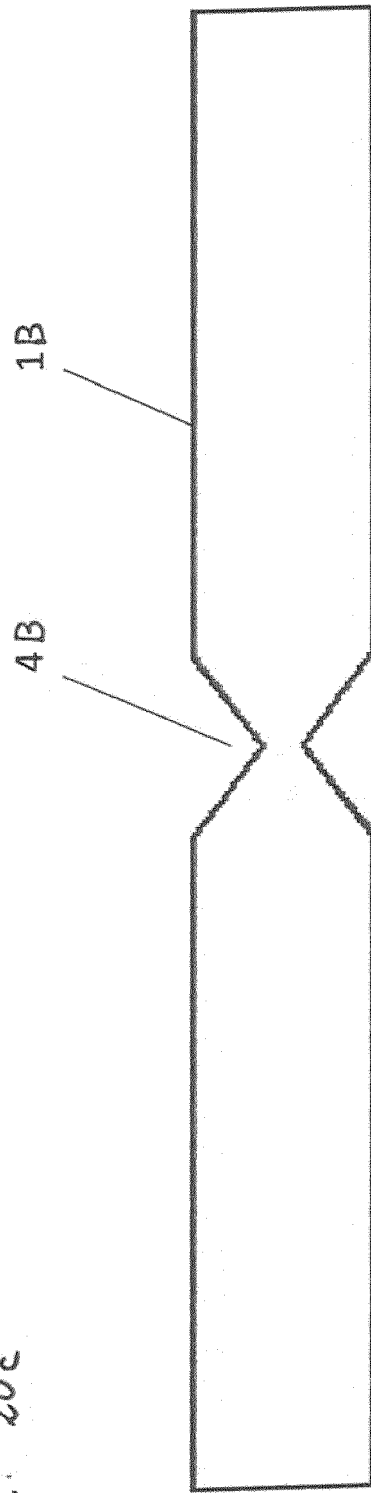


Fig. 20c



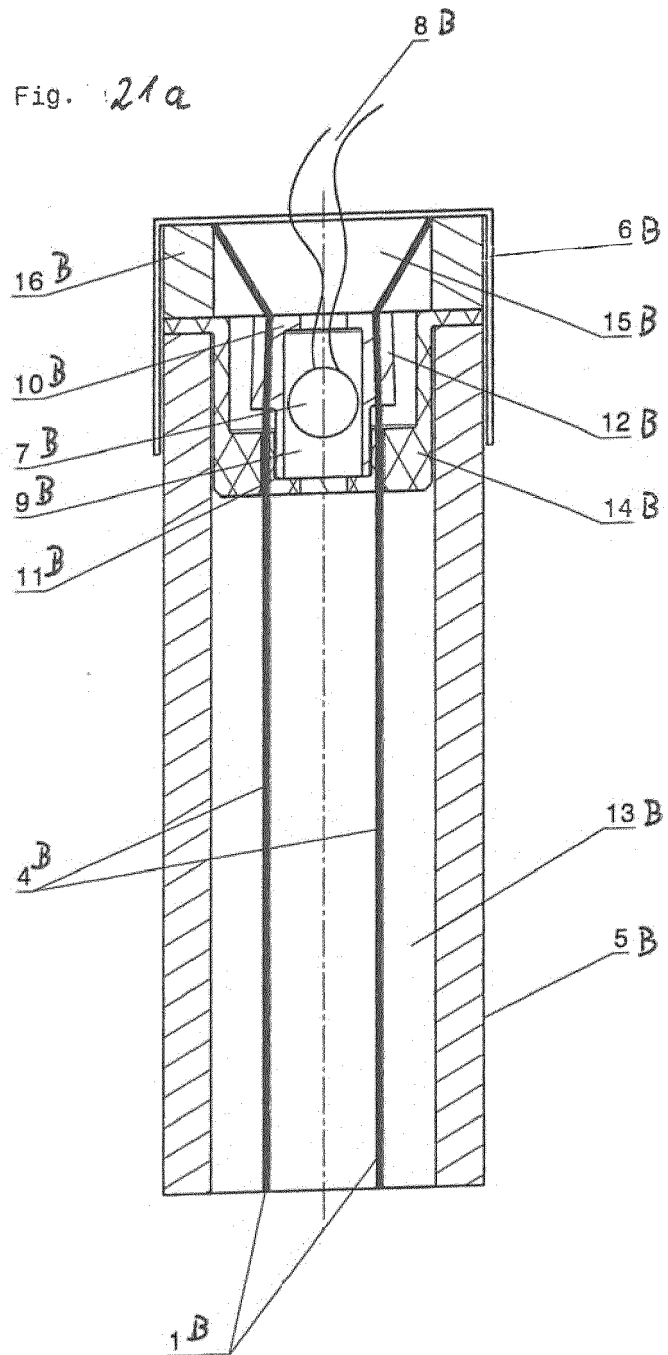
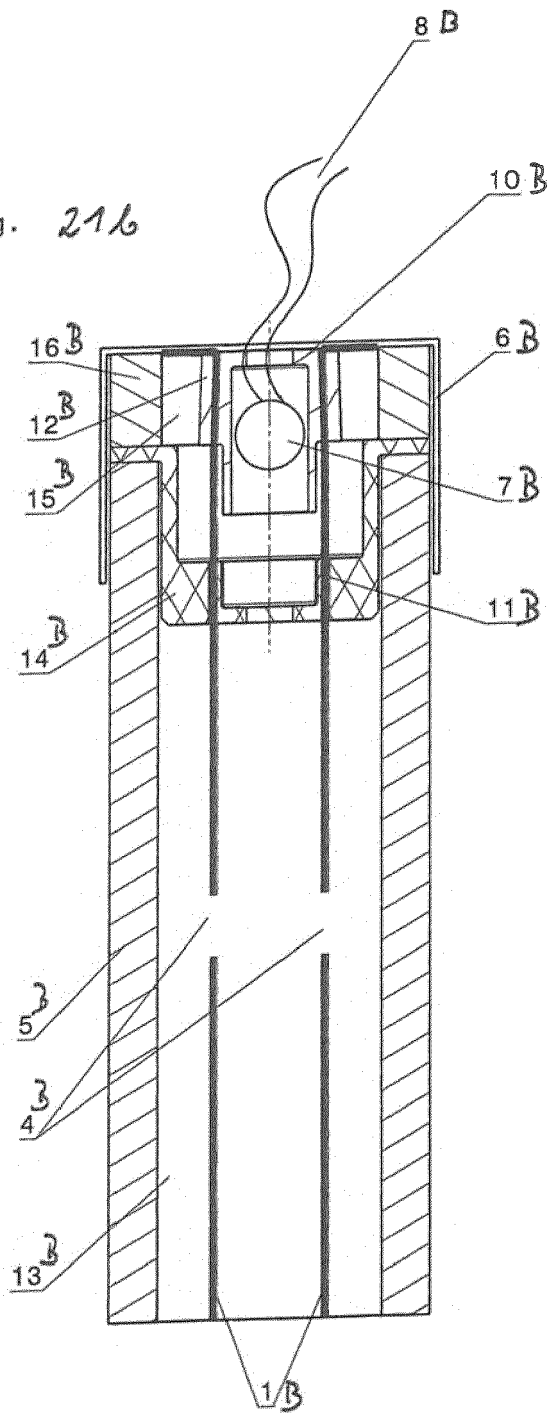
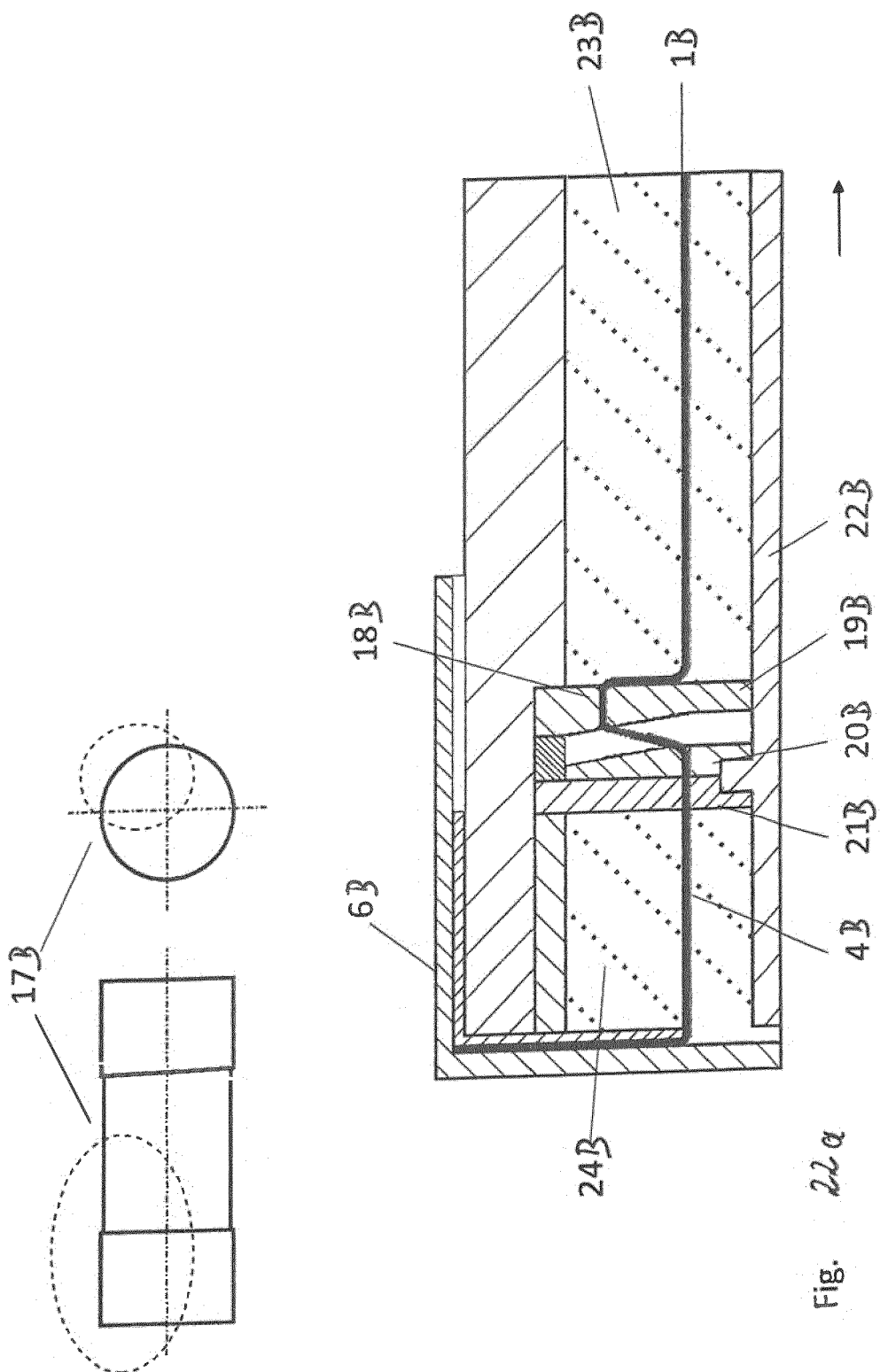
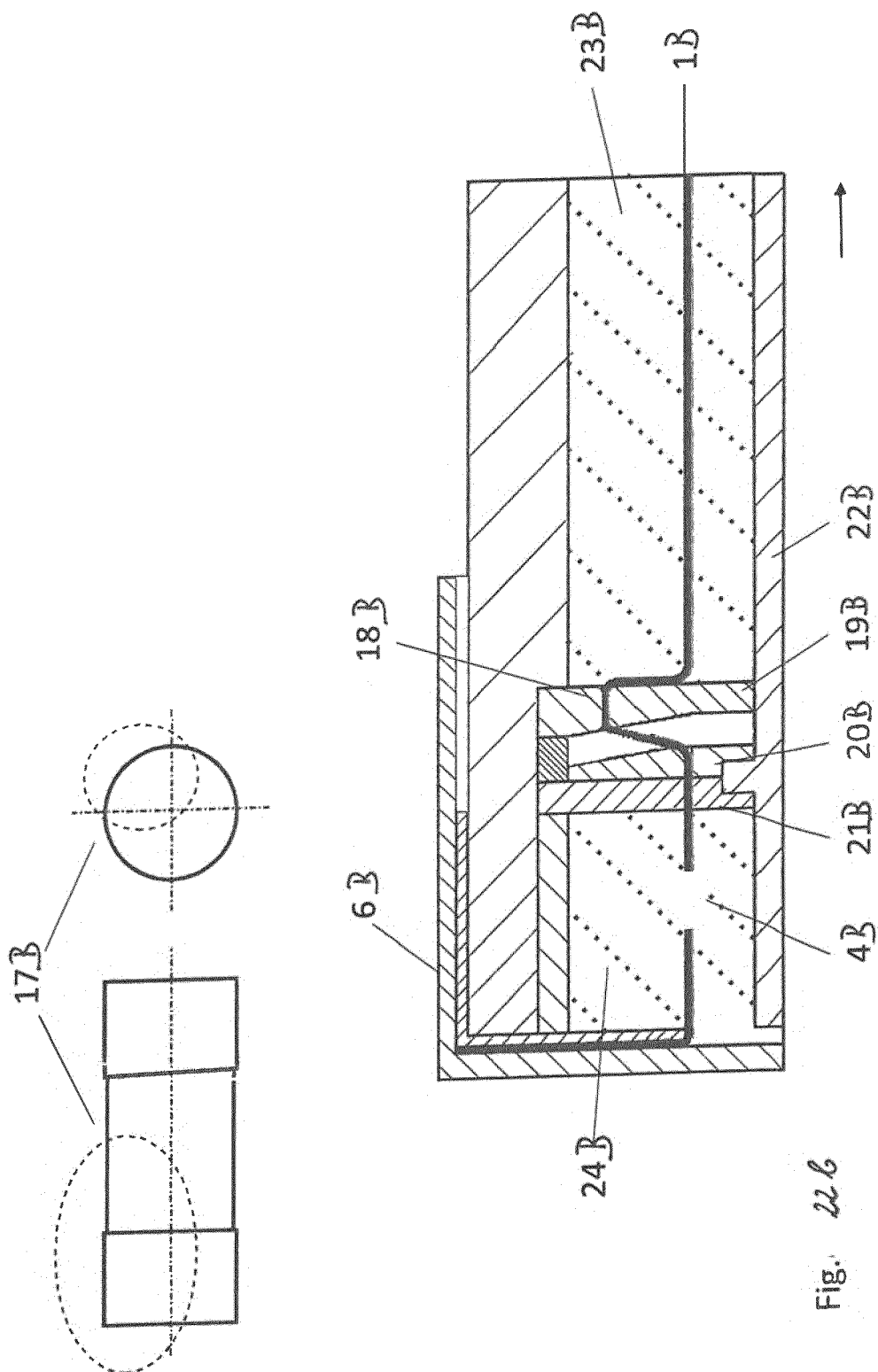
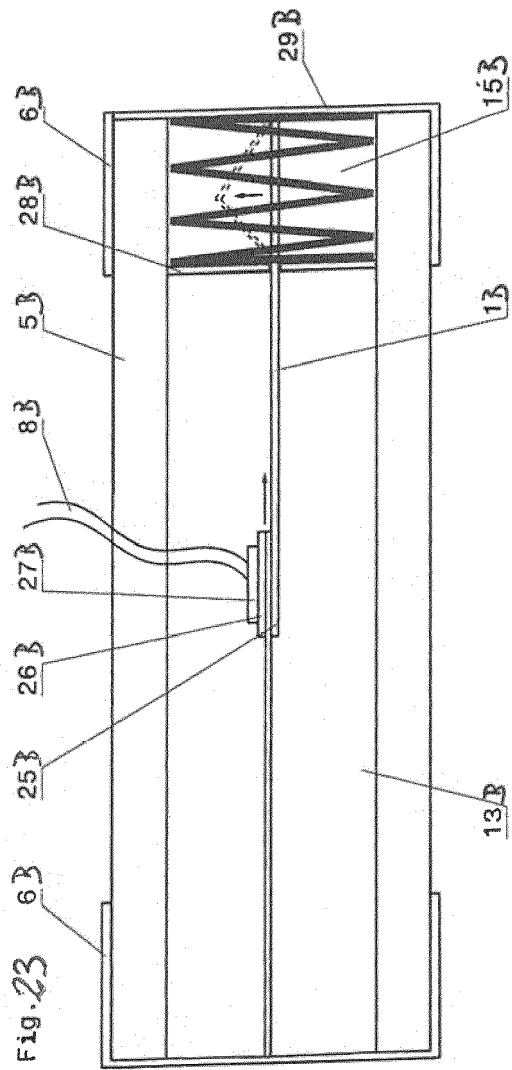


Fig. 21b











EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 16 1292

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2015 112141 A1 (LELL PETER [DE]) 26. Januar 2017 (2017-01-26) * Absatz [0080] - Absatz [0090]; Abbildungen 1-11b *	1-15	INV. H01H39/00 H01H85/08 H01H85/18 H01H85/10
X	DE 10 2015 114279 A1 (LELL PETER [DE]) 15. Oktober 2015 (2015-10-15) * Absatz [0067] - Absatz [0073]; Abbildungen 1-7 *	1-15	ADD. H01H85/36 H01H9/36 H01H85/12 H01H85/38
A	US 4 559 513 A (GAIA ALDINO J [US]) 17. Dezember 1985 (1985-12-17) * Spalte 3, Zeile 37 - Spalte 6, Zeile 3; Abbildungen 1-5 *	1-15	
A	DE 10 2014 115396 A1 (LELL PETER [DE]) 18. Dezember 2014 (2014-12-18) * Absatz [0065] - Absatz [0102]; Abbildungen 1-9 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. Juni 2021	Prüfer Nieto, José Miguel
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 : mündliche 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	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 16 1292

5 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.

04-06-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102015112141 A1	26-01-2017	DE 102015112141 A1	26-01-2017
			DE 112016003342 A5	05-04-2018
			WO 2017016543 A1	02-02-2017
15	-----	-----	-----	-----
	DE 102015114279 A1	15-10-2015	DE 102015114279 A1	15-10-2015
			WO 2017032362 A1	02-03-2017
	-----	-----	-----	-----
	US 4559513 A	17-12-1985	KEINE	
20	-----	-----	-----	-----
	DE 102014115396 A1	18-12-2014	DE 102014115396 A1	18-12-2014
			DE 202015100525 U1	26-02-2015
			EP 3210229 A1	30-08-2017
			JP 2017531910 A	26-10-2017
			KR 20170063890 A	08-06-2017
25			US 2017309432 A1	26-10-2017
			WO 2016062305 A1	28-04-2016
	-----	-----	-----	-----
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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

- DE 4211079 A1 [0006]
- DE 102008047256 A1 [0007]
- DE 102014215279 A1 [0008] [0009] [0011]
- CH 410137 A [0012]
- US 2400408 A [0012]
- WO 2014158328 A1 [0012]