

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Februar 2017 (02.02.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/016543 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01H 39/00 (2006.01) *H01H 85/36* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2016/100329
- (22) Internationales Anmeldedatum:
21. Juli 2016 (21.07.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 112 141.7 24. Juli 2015 (24.07.2015) DE
- (72) Erfinder; und
- (71) Anmelder : LELL, Peter [DE/DE]; Am Mühlbachbogen 85, 85368 Moosburg (DE).
- (74) Anwalt: EDER SCHIESCHKE & PARTNER MBB, PATENTANWÄLTE; Elisabethstr. 34, 80796 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: DISCONNECTING SWITCH FOR HIGH DIRECT OR ALTERNATING CURRENTS AT HIGH VOLTAGES

(54) Bezeichnung : TRENNSCHALTER FÜR HOHE GLEICH- ODER WECHSELSTRÖME BEI HOHEN SPANNUNGEN

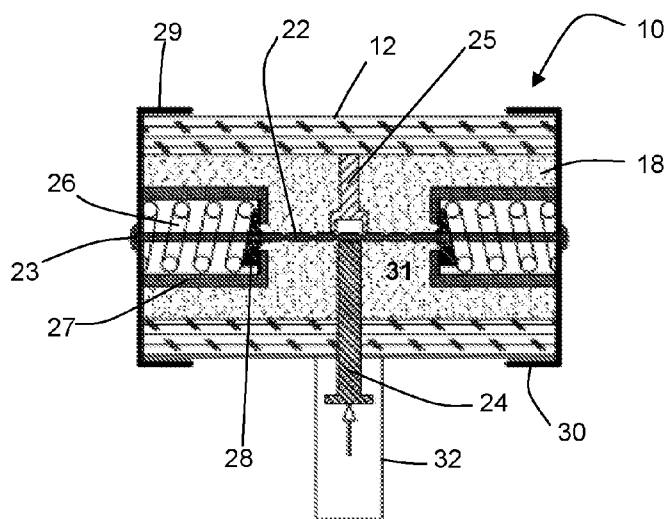


Fig. 1a

(57) Abstract: The present invention relates to a switch, in particular a disconnecting switch (10) for high direct and alternating currents at high voltages, which can be transferred from a conducting position into a disconnecting position and which has a housing (12), a first contact (29), a second contact (30) and at least one connecting element (22) which, in the conducting position of the switch (10), establishes an electrical connection between the first contact (29) and the second contact (30), wherein the housing (12) has an interior (18) that surrounds the at least one connecting element (22), characterized in that the at least one connecting element (22) is or can be subjected to axial tensile load in its direction of extension such that severed parts of the connecting element can move away from one another.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schalter, insbesondere Trennschalter (10) für hohe Gleich- und Wechselströme bei hohen Spannungen, der aus einer Leitstellung in eine Trennstellung überführt werden kann und der ein Gehäuse (12), einen ersten Kontakt (29), einen zweiten Kontakt (30) und mindestens ein Verbindungselement (22), das in der Leitstellung des

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/016543 A1

Schalters (10) eine elektrische Verbindung zwischen dem ersten Kontakt (29) und dem zweiten Kontakt (30) herstellt, aufweist, wobei das Gehäuse (12) einen das mindestens eine Verbindungselement (22) umgebenden Innenraum (18) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Verbindungselement (22) in seiner Erstreckungsrichtung axial zugbelastet ist oder zugbelastet werden kann, so dass durchtrennte Teile des Verbindungselements sich voneinander entfernen können.

Trennschalter für hohe Gleich- oder Wechselströme bei hohen Spannungen

Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schalter, insbesondere einen Trennschalter. Dieser kann hohe Gleich- oder Wechselströme bei hohen Spannungen trennen, er kommt beispielsweise in einem Spannungsbereich zwischen 100V und 5000V zum Einsatz. Dabei können elektrische Ströme bis 10000A getrennt werden.

Hintergrund der Erfindung

Das Schalten von Stromkreisen mit hoher Leistung, also bei hohen Spannungen und/oder hohen Strömen ist eine Herausforderung auf dem gesamten Gebiet der Elektrotechnik. Insbesondere tritt das Problem beim Abschalten von hohen Gleichströmen und den hier gegenüber Wechselströmen nicht vorhandenen Nulldurchgängen auf, dass bei hinreichend hoher Spannung Lichtbögen gebildet werden können, die ab circa 100V Quellspannung stabil stehen bleiben können und alle Materialien in ihrer Umgebung verzehren. Durch den Abbrand und die Ionisation der den Strom führenden Kontakte bzw. Elektroden kann hierbei im Lichtbogen Strom weiterfließen, während der Stromkreis durch den Schalter mechanisch schon getrennt ist bzw. getrennt sein sollte. Zur Vermeidung dieses Problems sind vielfältige Ansätze bekannt. Bei einigen dieser Ansätze geht es auch um die Schnelligkeit des Trennvorganges.

Die schweizerische Patentschrift CH 24 06 70 offenbart eine Vorrichtung zur Verbindung und Trennung von Stromkreisen, in denen hohe Potenziale auftreten. Das Patent offenbart, dass eines der Hochspannung führenden Kontaktleiterelemente mit einer metallischen Schirmhaube überdeckt werden kann. Das Kontaktleiterelement kann mehrere einzelne Kontaktleiter aufweisen und dementsprechend kann die metallische Schirmhaube mit einer der Zahl der Kontaktleiter entsprechenden Zahl von Öffnungen versehen werden. Die Schirmhaube wird mechanisch so mit dem Kontaktleiter verbunden, dass sie bei Annäherung eines zweiten Kontaktleiters, also des Gegenkontaktleiters mechanisch zurückbewegt wird und erst dann durch die Öffnungen hindurch die bis dahin abgeschirmten Kontaktleiter freigegeben werden. Diese Schalteinrichtung soll

insbesondere bei Endstufen von Langwellensendern zum Einsatz kommen.

Es ist erkennbar, dass durch die Schirmhaube die Ausbildung von Lichtbögen erschwert wird, ebenso erkennbar ist aber, dass diese jedenfalls bei hinreichend hoher Spannung nicht völlig unterdrückt werden kann. Der mechanische Aufbau ist auch für eine sehr schnelle Verbindung oder Trennung eines Stromkreises wenig geeignet, sie ist zudem nur für relativ kleine und hochfrequente Ströme wirksam.

Die deutsche Patentschrift DE 19 28 922 C3 offenbart einen Ansatz der Hochspannungstechnik, welcher ebenfalls die mechanische Trennung von Stromkreisen anstrebt. Der Strom wird über ein oder mehrere Trennmesser geführt, welche in ein Genschaltstück mechanisch hinein bewegt werden können. Die Trennmesser können zusätzlich gedreht werden, um einen besseren elektrischen Kontakt mit dem Genschaltstück sicher zu stellen. Dieser Ansatz erlaubt den Umgang mit sehr hohen Spannungen im Bereich von mehr als 10kV und wohl auch mehr als 100kV. Die mechanische Trennung ist aber wiederum recht langsam, außerdem ist ein mechanisch aufwändig herzustellendes Bauteil erforderlich, welches auch einen Platz einnimmt.

Die deutsche Auslegeschrift 1 050 858 offenbart einen elektrischen Stromkreisunterbrecher in Form eines Sprengtrenners. Der Sprengtrenner weist eine Kammer auf, in der sich ein hohles Leiterstück befindet. In dieses kann eine Sprengladung eingebracht werden. Das Leiterstück kann über Kontakte mit Stromleitungen verbunden werden. Die Sprengladung kann durch eine beliebige Zündeinrichtung, beispielsweise einen Glühdraht gezündet werden. Dadurch wird das hohle Leiterstück zersprengt und eine Trennstrecke hergestellt. Die Ausbildung eines Lichtbogens soll durch einen Beutel oder Behälter unterdrückt werden, der mit Wasser gefüllt werden kann. Das Wasser wird durch die Hitze der Explosion zum Teil verdampft und soll so die Löschung eines Lichtbogens wesentlich unterstützen. Ein wesentlicher Vorteil des Sprengtrenners ist, dass er eine sehr schnelle Trennung eines Schaltkreises bewirken kann. Die Löschung eines Lichtbogens mit Wasser erscheint jedoch nicht zufriedenstellend. Sie könnte auch zur Benetzung umliegender Bauteile führen. Ferner ist zu bedenken, dass eine Unterbrechung des Schaltkreises hier ausschließlich durch die Sprengladung bewirkt werden kann. Eine manuelle Betätigung ist nicht möglich, so dass es sich hierbei auch

nicht um einen Schalter im klassischen Sinne handelt. Eine Kapselung der Vorrichtung, die eine Wirkung nach außen ermöglichen würde, ist nicht möglich, weil die Sprengschwaden, die Trümmerstücke aus der Sprengung und insbesondere das verdampfende Wasser einen mit normalen Mitteln nicht mehr beherrschbaren Überdruck erzeugen würden, der nur durch extrem starke metallische Wandstärken beherrschbar wäre.

Die deutsche Gebrauchsmusterschrift DE 20 2007 013 841 U1 offenbart ein elektrisches Schaltgerät, welches einen Kurbelkasten aufweist. Die Bedienung des Schaltgerätes erfolgt mechanisch über diesen Kurbelkasten, beispielsweise kann es von einer Einschaltstellung in eine Ausschaltstellung überführt werden. Zur Unterdrückung von möglicherweise auftretenden Lichtbögen wird Isoliergas eingesetzt. Dieses Isoliergas muss, um zuverlässig einen Lichtbogen unterdrücken zu können, einen vorgegebenen Mindestdruck aufweisen. Zur Prüfung der Einhaltung des Mindestdrucks ist ein Drucksensor vorgesehen. Wenn ein Isoliergas auch die Entstehung eines Lichtbogens zuverlässiger zu unterdrücken erscheint als etwa ein Wasserbeutel, so ist das Vorsehen von Drucksensoren doch sehr aufwändig. In diesem Hinblick wäre also eine einfachere Lösung wünschenswert.

Die deutsche Offenlegungsschrift DE 198 19 662 A1 offenbart einen elektrischen Schalter zum Unterbrechen der Stromversorgung eines Kraftfahrzeugs. Der elektrische Schalter entspricht im Wesentlichen dem Konzept eines Trennsprengers. Insbesondere soll er dazu dienen, bei einem Kraftfahrzeugunfall einen Kurzschluss im elektrischen Bordnetz zu vermeiden. Ein solcher Kurzschluss kann bei auslaufendem Kraftstoff einen Brand verursachen. Daher ist vorgesehen, den elektrischen Schalter hinter der Batterieklemme einzusetzen. Der elektrische Schalter kann beispielsweise durch eine Zündpille ausgelöst werden, welche ihrerseits durch einen Crash- oder Aufprallsensor ausgelöst wird. Beim Trennen des Schalters kann ein Funke entstehen. Dieser soll durch das Gehäuse gegenüber der Umgebung abgeschirmt werden. Dieser elektrische Schalter ist für die hohen Ströme und Spannungen ausgelegt, die bei einem Batterie-kurzschluss oder vergleichbaren Kurzschluss im Kfz auftreten können. Die Entstehung eines Funkens kann aber nicht ganz vermieden werden, so dass das Gehäuse diesen verlässlich abschirmen muss.

Die deutsche Patentschrift DE 102 05 369 B4 offenbart einen ähnlichen Schalter in der Form einer elektrischen Sicherung, insbesondere einer pyrotechnischen Sicherung für das Unterbrechen hoher Stromstärken in elektrischen Schaltkreisen. Auch diese Sicherung ist speziell für den Einsatz zum Trennen der Bordverkabelung einer Autobatterie kurz nach einem Unfall ausgelegt. Auch dieser verbesserte Ansatz erlaubt allerdings keine manuelle Schaltung.

Die beiden letztgenannten Schalter sind wohl bei Quellspannungen unter 100V Gleichspannung gut einsetzbar, darüber würde jedoch zwangsläufig ein Lichtbogen entstehen, der, hohe elektrische Ströme im Augenblick des Trennens vorausgesetzt, stabil stehen, die Schalter zerstören und den Stromkreis letztendlich nicht trennen würde.

Weiterhin weisen die Schalter des Stands der Technik oft das Problem auf, dass die Trennung des Stromkreises oft nicht ausreichend schnell genug stattfindet, bzw. die getrennten Teile des Stromkreises nicht schnell genug voneinander entfernt werden, so dass zwischen diesen ein unerwünschter Lichtbogen erzeugt wird, der den Stromfluss nicht unterbindet.

Beschreibung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung wünscht diesen Stand der Technik zu verbessern. Insbesondere soll ein Trennschalter zur Verfügung gestellt werden, welcher für hohe Gleich- und Wechselströme bei hohen Quell- bzw. Schaltspannungen geeignet ist, auch ohne Wartung viele Jahre in Bereitschaft steht und vor allem nach außen bei der Auslösung keine Wirkung hat, also umliegende Bauteile nicht beeinträchtigt. Der Schalter soll sicher sein und dennoch kostengünstig in der Herstellung. Weiterhin soll die Unterbrechung des Stromkreises möglichst schnell und effektiv stattfinden, so dass er schnell zum Erliegen kommt und sich auch keine Lichtbögen bilden können. Er soll auch gut mit anderen Sicherungssystemen kombinierbar sein.

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schalter, insbesondere Trennschalter für hohe Gleich- und Wechselströme bei hohen Spannungen, der aus einer Leitstellung in eine Trennstellung überführt werden kann und der ein Gehäuse, einen ersten Kontakt, einen zweiten Kontakt und ein Verbindungselement, das in der Leitstellung des Schal-

ters eine elektrische Verbindung zwischen dem ersten Kontakt und dem zweiten Kontakt herstellt, aufweist, wobei das Gehäuse einen das Verbindungselement umgebenden Innenraum aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungselement in seiner Erstreckungsrichtung axial zugbelastet ist oder zugbelastet werden kann, so dass durchtrennte Teile bzw. Enden des Verbindungselements nach dem Trennvorgang voneinander entfernt werden und somit in der Trennstellung des Schalters einen großen Isolationsabstand aufweisen, der zumindest so groß ist wie der Bewegungsweg infolge der Federbeaufschlagung.

Vorzugsweise weist der erfindungsgemäße Schalter eine Trennvorrichtung zum Durchtrennen des mindestens einen Verbindungselements auf.

Der Schalter soll von einer Leitstellung in eine Trennstellung überführt werden. Die Leitstellung kann auch als Einschaltstellung beschrieben werden. In dieser Stellung fließt ein Strom zwischen einem ersten Kontakt und einem zweiten Kontakt. In der Trennstellung fließt zumindest kein Strom zwischen dem ersten Kontakt und dem zweiten Kontakt. Es ist leicht möglich, dass in dieser Trennstellung zwischen zwei anderen Kontakten, beispielsweise dem ersten Kontakt und einem dritten Kontakt Strom fließt. Dann wäre der Schalter kein bloßer Trennschalter.

Der Schalter soll als Trennschalter für hohe Ströme bei hohen Quellspannungen geeignet sein. In jedem Fall soll er für Spannungen über 100V und auch für das Trennen von Gleichströmen geeignet sein. Der Schalter ist seiner Konstruktion nach in aller Regel auch für Mittel- bzw. Hochspannungen im Sinne der VDE-Vorschriften, nämlich für Spannungen für mehr als 1kV geeignet.

Der Schalter weist einen ersten Kontakt und einen zweiten Kontakt auf. Wie erwähnt, könnte er auch weitere Kontakte aufweisen. Zumindest mit dem ersten Kontakt und dem zweiten Kontakt wird er in einen zu schaltenden, d. h. potenziell zu trennenden Stromkreis geschaltet. In der Leitstellung des Schalters wird die elektrische Verbindung zwischen dem ersten Kontakt und dem zweiten Kontakt durch ein Verbindungselement hergestellt. In der Regel wird das Verbindungselement den ersten Kontakt und den zweiten Kontakt auch mechanisch verbinden.

Zweckmäßigerweise erstreckt sich das Verbindungselement im Wesentlichen entlang einer Achse. Ein geeignetes Verbindungselement ist daher mindestens ein draht- oder ein rohrförmiges Gebilde. Das Gebilde muss dabei keine gleichmäßige Struktur aufweisen, es kann durchaus mechanische Schwächungen oder Verstärkungen aufweisen. Ebenfalls sehr gut geeignet ist ein mehr oder weniger strukturiertes oder gelochtes Verbindungsblech. Das Verbindungselement ist zum einen im Hinblick auf seine Geometrie und sein Material und zum anderen auf seine elektrischen Anforderungen, also die Stromleitung in der Leitstellung und Abführung der durch den Stromfluss in ihm erzeugten Wärmeenergie hin zu dimensionieren. Das Verbindungselement besteht zum Beispiel aus Kupfer oder dessen Legierungen oder aus Wolfram und dessen Legierungen, insbesondere aus einem Material, das zwar elektrisch gut leitfähig ist, aber dabei für dessen Verdampfen und Ionisieren möglichst hohe Energien erfordert, beispielsweise Wolfram und dessen Legierungen. Auch Beschichtungen des Verbindungselements mit derartigen Metallen oder Legierungen sind möglich (Mehrschicht- oder Sandwichaufbau).

Neben dem Einsatz von nur einem Verbindungselement sind auch Ausführungen von Vorteil, bei denen mehrere Verbindungselemente elektrisch und mechanisch parallel geschaltet sind. Somit kann der erfindungsgemäße Schalter auch zwei oder mehr Verbindungselemente aufweisen. Damit lässt sich der Einschleifwiderstand der Sicherung in den übergeordneten Stromkreis deutlich reduzieren.

Für das kommandierte Trennen dieser Mehrfach-Verbindungselemente muss dann entweder für jedes einzelne Verbindungselement eine eigene Trennvorrichtung vorhanden sein, oder man führt das Bündel der Verbindungselemente an einer Stelle zusammen und trennt dieses bei Bedarf an dieser Stelle mit nur einer Trennvorrichtung auf.

Zum anderen soll das Verbindungselement im Hinblick auf seine Funktion für das gewünschte kommandierte Schalten gewählt werden. Es soll nämlich im Sinne der Erfindung möglich sein, das Verbindungselement bewusst / kommandiert zu durchtrennen, so dass der erste Kontakt elektrisch vom zweiten Kontakt getrennt ist, der Schalter also in seine Trennstellung überführt ist, auch wenn die Strombelastung noch

nicht so hoch ist, dass sich das Verbindungselement von selbst auftrennt.

Es ist ein wesentliches Element des erfindungsgemäßen Schalters, dass das Verbindungselement in seiner Erstreckungsrichtung axial zugbelastet ist oder zugbelastet werden kann, so dass durchtrennte Teile des Verbindungselements sich voneinander entfernen können. Vorzugsweise weist der erfindungsgemäße Schalter hierzu mindestens eine Feder auf, die sich in der Leitstellung des Schalters vorzugsweise in gespanntem Zustand befindet. Die gespannte Feder ist mit dem Gehäuse des Schalters und dem Verbindungselement fest verbunden. Bei Durchtrennen des Verbindungselements relaxiert die Feder vorzugsweise in Erstreckungsrichtung weg von dem Punkt, an dem das Verbindungselement durchtrennt wurde. Dies hat den Vorteil, dass die mindestens zwei getrennten Teile des durchtrennten Verbindungselements sich äußerst schnell voneinander wegbewegen, so dass eine sichere und schnelle Trennung der elektrischen Verbindung gewährleistet ist. Zudem können die mindestens zwei getrennten Teile des Verbindungselements auf diese Weise so weit voneinander entfernt werden, dass die Bildung eines Lichtbogens zwischen den beiden Teilen selbst bei hohen Strömen bzw. Spannungen nicht stattfinden kann.

Anstelle von Federn können selbstverständlich auch Gasdruckfedern, hydraulisch betätigte oder auch pyrotechnisch betriebene Pin-Puller oder Krafterelemente eingesetzt werden. Das Wort "Feder" bedeutet hier und nachfolgend nur eine Baugruppe/Funktion, mit deren Hilfe die getrennten Teile des Verbindungselementes auseinandergezogen werden können, entweder selbsttätig wie bei der mechanischen Feder oder der Gasdruckfeder, oder kommandiert wie bei dem Hydraulik- oder Pyrotechnik-Pin-Puller.

In einer weiteren Ausführungsform weist der erfindungsgemäße Schalter mindestens zwei gespannte Federn auf, die an zwei verschiedenen, vorzugsweise gegenüberliegenden Seiten des Gehäuses mit dem Gehäuse und dem Verbindungselement fest verbunden sind. Alle Ausführungsformen, die in Verbindung mit der mindestens einen Feder in dieser Anmeldung genannt sind, treffen vorzugsweise auch für die zweite oder weitere Feder zu. Der Vorteil von zwei Federn an gegenüberliegenden Innenseiten des Gehäuses des Schalters ist, dass, wenn der Schalter über einen langen Zeitraum

funktionieren soll, bei Ausfall einer der Federn, die andere Feder immer noch eine sichere Trennung der mindestens beiden getrennten Teile des Verbindungselements gewährleistet.

Die Befestigung des Verbindungselements an die Feder erfolgt vorzugsweise über eine sogenannte Zugplatte, die mit der Feder und dem Verbindungselement verbunden ist. Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass der Schalter über ein Federgehäuse verfügt, das die Feder beispielsweise vor einem isolierenden Füllmaterial innerhalb des Innenraums des Gehäuses des Schalters schützt.

Es ist erfindungsgemäß bevorzugt, dass die Feder in der Leitstellung in einem gedehnten Zustand vorliegt. Bei Übergang in die Trennstellung relaxiert die Feder folglich dahingehend, dass sie sich zusammenzieht. Dies hat den Vorteil gegenüber Schaltern, in denen eine Feder in der Leitstellung in gepresstem Zustand vorliegt und bei Übergang in die Trennstellung durch Expansion relaxiert, dass es keiner räumlicher Ausdehnung bei dem Übergang Leitstellung -> Trennstellung bedarf. Auf diese Weise können die Schalter gemäß der vorliegenden Erfindung räumlich äußerst kompakt gebaut werden.

In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der erfindungsgemäße Schalter so ausgestaltet, dass sich die äußere Form des Gehäuses während dem Übergang von der Leit- in die Trennstellung gleich bleibt, d.h. nicht verändert, insbesondere keine durch Relaxation der Feder bedingte Wirkung außerhalb des Gehäuses des Schalters hat. So kann er benachbarte Bauteile nicht nachteilig beeinflussen.

Das Verbindungselement ist vorzugsweise aus einem Material, das dessen Stauchung bei Relaxation der Feder erlaubt. Auf diese Weise ist das Auseinanderbewegen der durchtrennten Enden des Verbindungselements gewährleistet. In anderen Worten werden die Relaxationskraft der Feder und die Stauchbarkeit des Verbindungselements entsprechend aufeinander abgestimmt. Das Verbindungselement kann ebenfalls verschiedene Formen haben. Zweckmäßig ist es, wenn das Verbindungselement ein Röhrchen ist. Alternativ kann das Verbindungselement auch ein Draht sein. Ebenfalls wäre ein Band zweckmäßig, das überdies besonders geeignet ist, um über Bohrungen

und Prägungen vorgegebene Trennstellen und gleichzeitig gut einstellbare Schmelzbe-
reiche für das passive Trennen des Verbindungselements zu erzeugen. Das Verbin-
dungselement kann zweckmäßigerweise aus Metall bestehen, beispielsweise aus
Kupfer, Messing, Rotguss, Stahl oder Edelstahl. Es kommen auch deren Legierungen
in Frage, ferner auch elektrisch leitfähig beschichtete Kohlefasern und Glasfasern, alle
Bänder auch in Sandwichbauweise. Vorzugsweise ist das Verbindungselement als
Schmelzleiter ausgebildet.

Das Auseinanderbewegen der mindestens zwei getrennten Teile des Verbindungsele-
ments erfolgt vorzugsweise mindestens über eine Länge von mehr als 1% oder mehr
als 5% des vormaligen Verbindungselements, Werte zwischen 5% und 20% sind in der
Regel sinnvoll. Überdies ist die minimal zu bildende Trennstrecke stark abhängig von
der Quellspannung und dem fließenden Strom im Augenblick der Trennung des Ver-
bindungselements, sowie vom Stoff und der Einbringart (locker eingefüllt oder einge-
presst, getrocknet oder im Gemenge mit einem Gleit- oder Dämpfungsmittel) des Füll-
materials.

Die Trennvorrichtung kann auf jegliche Weise ausgestaltet sein, die es erlaubt, das
Verbindungselement zu durchtrennen. Vorzugsweise ist die Trennvorrichtung so aus-
gestaltet, dass sie während dem Durchtrennen des Verbindungselements mit diesem
in Berührung steht. Die Trennvorrichtung kann ein vom Gehäuse geführter Kolben
sein, der durch eine mechanische Bewegung das Verbindungselement durchtrennen
kann. Alternativ oder zusätzlich kann die Trennvorrichtung so ausgestaltet sein, dass
bei Überschreiten eines bestimmten Nennwerts des/der an das Verbindungselement
angelegten Stroms oder Spannung das Verbindungselement durchtrennt werden kann.

Ist die Trennvorrichtung ein vom Gehäuse des Schalters geführter Kolben, so verläuft
die mechanische Bewegungsrichtung des Kolbens vorzugsweise in einer Richtung
unterschiedlich zu der Erstreckungsrichtung des Verbindungselements, vorzugsweise
im Wesentlichen senkrecht dazu. Die mechanische Bewegung des Kolbens führt vor-
zugsweise dazu, dass das Verbindungselement durchstanzt, durchschnitten oder
durchrissen wird. In anderen Worten kann der Kolben als Stanz-, Schneid- oder Reiß-
kolben ausgestaltet sein.

Ist der Kolben als Stanz- oder Schneidkolben ausgebildet, so weist er an dem Ende, an dem das Verbindungselement durchtrennt werden soll, eine Spitze zum Ausstanzen eines Teils des Verbindungselements oder eine Spitze zum Zerschneiden des Verbindungselements auf. Um einen Gegendruck auf der dem Kolben gegenüberliegenden Seite des Verbindungselements zu gewährleisten, weist der erfindungsgemäße Schalter in seinem Innenraum vorzugsweise ein mit dem Gehäuse mechanisch verbundenes Gegenstück zu dem Kolben auf, das sich auf der dem Kolben gegenüberliegenden Seite des Verbindungselements befindet, um ein möglichst schnelles Durchtrennen des Verbindungselements zu gewährleisten. Das mit dem Gehäuse verbundene Gegenstück ist vorzugsweise eine Matrize für einen als Stanzkolben ausgebildeten Kolben oder eine Gegenfläche für einen als Schneidkolben ausgebildeten Kolben, oder das Gegenstück ist selbst ein Schneidwerkzeug. Die Spitze des Kolbens kann auch selbst eine Matrize für ein Stanzelement sein. In diesem Fall ist das am Gehäuse befestigte Gegenstück selbst als Stanzelement ausgebildet. Ebenso kann die Spitze des Kolbens auch selbst als Gegenfläche für ein Schneidwerkzeug ausgebildet sein, wobei das Schneidwerkzeug dann das am Gehäuse befestigte Gegenstück zu dem beweglichen Kolben ist. Ist der Kolben oder das Gegenstück dazu als Stanzwerkzeug ausgebildet, so wird eine Teilstrecke in der Mitte des Verbindungselements ausgestanzt. Dies hat den Vorteil, dass die mit den Kontakten verbundenen Teile des Verbindungselements weiter voneinander entfernt sind, so dass die Bildung eines Lichtbogens noch effektiver verhindert wird.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters kann der Kolben an der dem Verbindungselement zugewandten Seite auch so ausgestaltet sein, dass er an mindestens einer Stelle mit dem Verbindungselement mechanisch verbunden ist (Reißkolben), so dass bei der mechanischen Bewegung des Kolbens das Verbindungselement durchtrennt wird. Zu der mechanischen Verbindung kann beispielsweise eine Lötstelle dienen, genauso geeignet sind auch Crimpen oder die Verwendung von Schneidkontakten oder Multikontakten. Das Verbindungselement ist hier vorzugsweise als Band ausgebildet, das überdies geeignet ist, um über Lochungen, Bohrungen und Prägungen (mechanische Schwächungen) vorgegebene Trennstellen zu erzeugen. Besonders bevorzugt weist das Band eine sogenannte unsymmetrische Lochung auf, d.h. der Mittelpunkt der Löcher ist gegenüber der in Erstreckungsrichtung verlaufenden

Mittellinie des Bands versetzt. Diese Lochungen, Bohrungen oder Prägungen des Bands können ein sicheres Abschmelzen bei Überschreitung der maximalen Stromdichte sowie ein sicheres Durchtrennen bei mechanischer Bewegung des Kolbens gewährleisten. Weiterhin können die durch den Versatz bedingten halb gelochten Ränder des Bands (Ausnehmungen) eine höhere Rissempfindlichkeit des Bands beim Zug verursachen. Weiterhin können solche Lochungen, Bohrungen oder Prägungen den Beginn der Rissbildung eindeutig festlegen. Weiterhin kann der Kolben auch an der dem Verbindungselement zugewandten Seite ein Verbreiterungselement aufweisen, an dem mehrere Stege vorhanden sind, die mit dem Verbindungselement mechanisch verbunden sind. Bevorzugt weist das Band neben den Verbindungsstellen mit den Stegen Prägungen oder Schwächungen auf, so dass das Band bei mechanischer Bewegung des Kolbens leichter durchreißt. In diesem Fall wird das Verbindungselement nicht nur an einer Stelle durchtrennt, sondern es werden ein oder mehrere Teilstücke des Verbindungselements herausgerissen, was zu einer Trennung der elektrischen Verbindung führt. Die Ausbildung von mehreren Verbindungen des Kolbens mit dem Band (Verbindungselement) hat den Vorteil, dass selbst nach langer Zeit und evtl. Versagen einer mechanischen Verbindung zwischen Band und Kolben ein Durchtrennen des Verbindungselements bei mechanischer Betätigung des Kolbens stattfindet.

Für den Kolben (Trennvorrichtung) können verschiedene Formen zweckmäßig sein. Häufig wird eine Zylinderform gewählt werden, weil diese besonders kostengünstig hergestellt werden kann. Es könnte auch eine Form mit nicht rundem Querschnitt gewählt werden, beispielsweise mit elliptischem oder rechteckigem Querschnitt.

Das Gehäuse des erfindungsgemäßen Schalters soll den Kolben führen. Die Führung des Gehäuses also ermöglicht eine Bewegung des Kolbens relativ zum Gehäuse, beispielsweise durch eine Zug- oder Drückbewegung. Während dieser Bewegung soll das Gehäuse zumindest abschnittsweise den Kolben führen. Zweckmäßig ist es, wenn das Gehäuse, beispielsweise im Bereich eines Deckels eine Bohrung aufweist. Der Kolben, welcher in aller Regel als runder zylindrischer Körper ausgeführt wird, kann gut durch eine solche Bohrung geführt werden. Alternativ oder zusätzlich kann der Kolben über einen Faltenbalg mit dem Gehäuse verbunden werden. So kann eine Bohrung vermieden und eine bessere und sogar hermetisch dichte Abdichtung des Gehäuses

nach außen erreicht werden.

Wie bereits weiter oben erwähnt, kann das Verbindungselement auch so ausgelegt sein, dass es nicht nur durch mechanische Einwirkung getrennt wird, sondern durch elektrische Last. Mit anderen Worten kann das Verbindungselement auch als Sicherung, im Wesentlichen nach Art einer Schmelzsicherung wirken. Dies ist ein besonders bemerkenswerter Aspekt der vorliegenden Erfindung. Es wird nicht nur ein mechanisch trennbarer Trennschalter vorgestellt, welcher zur Trennung hoher Ströme bei hohen Schaltspannungen geeignet ist, sondern gleichzeitig kann der Schalter als Überlastsicherung verwendet werden. Bei dem erfindungsgemäßen Konzept stehen diese beiden an sich separaten Funktionen nicht im Widerspruch. Beispielsweise führen die genannten mechanischen Schwächungen des Verbindungselements in der Regel zu Querschnittverengungen. An diesen Querschnittverengungen steigt die Stromdichte an. Daher erwärmt sich das Verbindungselement hier besonders stark und der Schmelzpunkt des Materials wird dadurch dort als erstes erreicht.

Wenn mehrere elektrisch wirksame Schwächungen hintereinander im Verbindungselement vorhanden sind kann zudem erreicht werden, dass im Überlastfall oder im gewollten Schaltfall das Material des Verbindungselements an mehreren Stellen voneinander getrennt wird. Damit wird erreicht, dass nun an jeder Trennstelle nicht mehr die gesamte Schaltspannung anliegt, damit hier die Ionisation des Materials der Leiterstücke drastisch absinkt und damit auch die Löschung der entstehenden Lichtbogen einfacher möglich wird.

In einer zweckmäßigen Weiterentwicklung der Erfindung kann das Verbindungselement selbst auch noch Pyroelemente, beispielsweise eine Pyroseele aufweisen. Eine solche Pyroseele wird an den vorgesehenen Stellen großer Stromdichte stark erwärmt und dabei gezündet, so dass in dieser Weise eine besonders schnelle Sicherheitsabschaltung eines Stromkreises möglich wird. Das vorgesehene Isolatormedium unterdrückt auch bei dieser Trennung durch elektrische Überlast einen möglicherweise auftretenden Lichtbogen.

Anstelle einer Pyroseele kann ein rohrförmiges Verbindungselement auch innen wieder

mit einem Isolationsmedium gefüllt sein, um dem sich evtl. beim Trennen des Verbindungselements bildenden Lichtbogens zusätzlich Energie zu entziehen.

Im Falle der Verwendung eines Reißkolbens zum Durchtrennen des Verbindungselements kann aber auch der Steg bzw. die Stege, der/die mit dem Verbindungselement vorzugsweise mechanisch verbunden ist/sind, mit einer pyrotechnischen Anzündmischung versehen sein, um so das Abschmelzen bereits bei deutlich niedrigeren Temperaturen im Bereich von 160 bis 500°C zu erreichen bzw. die Trennzeiten zu verkürzen. Ansonsten müsste die Trennvorrichtung beispielsweise bei Verwendung von Kupfer als Material bis zu dem Schmelzpunkt von 1100°C erhitzt werden, mit dem Nachteil, dass dann ein das Verbindungselement umgebendes Material, wie bspw. Sand, sowie das Material des Verbindungselements beim Durchtrennen bereits sehr heiß ist. Die hohe Hitze wäre ideal für die Ionenbildung und nährt und verstärkt den entstehenden Plasmabogen, den es zu vermeiden gilt.

Es sind durchaus noch andere zweckmäßige Gestaltungen des Verbindungselements möglich, welche im Zusammenhang mit dem erfinderischen Schalter einen hohen Nutzen bringen. Beispielsweise kann das Verbindungselement mindestens einen elektrisch geschwächten Querschnitt aufweisen, um damit bei einer bestimmten Überlast die Trennung des Verbindungselements durch den Überlaststrom zu erreichen. Ebenfalls ist es möglich, dass das Verbindungselement mindestens einen mechanisch geschwächten Querschnitt aufweist, der die Trennstellen geometrisch festlegt. In beiden Fällen kann auch eine Vielzahl solcher geschwächter Querschnitte hintereinander vorgesehen sein. Diese geschwächten Querschnitte können auch so beabstandet sein, dass dadurch mehrere vordefinierte kurze Trennstellen oder Trennstrecken entstehen. Geeignete mechanische Schwächungen sind beispielsweise Bohrungen, Ausnehmungen, Aussparungen, Quetschungen, usw. Das Verbindungselement kann in der Produktion mit solchen Elementen ausgestattet werden oder erst im Nachhinein.

Das Vorsehen von mehreren solchen geschwächten Querschnitten in Längsrichtung des Verbindungselements und in gleichem oder variablem Abstand ist regelmäßig günstig. Denn die Ausbildung von multiplen Trennstrecken bei gewünschter Überlast führt zu reduzierten Schaltspannungen gegenüber der äußeren, zwischen den Kontak-

ten des Schalters anliegenden Quellspannung. Nach Art einer Serienschaltung von Widerständen fällt pro Trennstrecke nur ein Teil der außen anliegenden Quellspannung ab.

Um das Trennverhalten im Vorhinein noch genauer festzulegen kommt es auch in Betracht, Materialien aufzulöten, aufzuprägen oder aufzuschweißen. Dadurch können Wärmesenken erzeugt werden, welche das Trennverhalten ebenfalls beeinflussen (indem sie nämlich an solchen Stellen die Trennung unterdrücken).

Eine andere wesentliche Verbesserung der Effektivität des Verbindungselements kann zusätzlich oder alternativ zu den bis hier angesprochenen Lösungen darin bestehen, dass an einer oder mehreren Stellen pyrotechnisches Material auf das Verbindungselement aufgesetzt wird. Dadurch kann auch bei relativ kleinen Überlasten eine Trennung erreicht werden, da schon dann die Zündtemperatur des entsprechend ausgewählten pyrotechnischen Materials erreicht wird und durch Zündung eine Trennstrecke aufgebracht wird. Alternativ oder zusätzlich kann das Material dazu benutzt werden, eine Trennstrecke schneller auszubilden oder zu vergrößern oder eine eventuelle Rückbildung oder Verkleinerung der Trennstrecke zu verhindern.

In einer weiteren Ausführungsform weist der erfindungsgemäße Schalter mindestens zwei verschiedene Trennvorrichtungen auf. In dieser Ausführungsform ist es besonders bevorzugt, wenn die eine Trennvorrichtung ein vom Gehäuse geführter Kolben wie in einer zuvor beschriebenen Ausführungsform ist, der durch eine mechanische Bewegung das Verbindungselement durchtrennen kann, und die zweite Trennvorrichtung so ausgestaltet ist, dass bei Überschreiten eines bestimmten Nennwerts des/der an das Verbindungselement angelegten Stroms oder Spannung das Verbindungselement durchtrennt werden kann, wie es ebenso zuvor hierin beschrieben ist. Dies hat den Vorteil, dass das Verbindungselement durch zwei verschiedene voneinander unabhängige Mechanismen durchtrennt werden kann.

Das Gehäuse des erfindungsgemäßen Schalters soll einen Innenraum aufweisen. Bezogen auf das Gehäuse handelt es sich bei diesem Innenraum um einen Hohlraum. Der Innenraum soll das Verbindungselement umgeben. Schon durch das Vorsehen

eines Gehäuses ergibt sich ein Schutz vor Funkenflug, wenn das Verbindungselement mechanisch in die Trennstellung überführt wird und bei dieser Trennung des Verbindungselements die Ausbildung eines Lichtbogens zu befürchten ist.

Der Innenraum des Gehäuses kann zusätzlich mit einem Isolatormedium gefüllt sein. Dieses Isolatormedium soll geeignet sein, die Ausbildung eines Lichtbogens ganz zu unterdrücken oder zumindest in Bezug auf seine Stärke, Strecke und Zeitdauer die Ausbildung zu begrenzen. Es soll die eventuell bei der Trennung bei hohem Stromfluss an der Trennstelle entstehenden Bruchstücke abfangen und vor allem dem hier entstehenden Lichtbogen Energie durch Aufschmelzungen und Abkühlen entziehen und ihn damit wieder erlöschen lassen.

Das Isolatormedium kann ein Silikat, Mineral oder Sondermetall sein, insbesondere mit hoher Wärmeleitfähigkeit bei kleiner elektrischer Leitfähigkeit, hoher Schmelzenergie bei möglichst kleiner Schmelztemperatur. Insbesondere bietet sich ein bezogen auf die Größe des Gehäuses feinkörniger Quarzsand an. Denkbar sind auch andere Sande. Alternativ zu einem Sand mineralischen Ursprunges kommt auch ein metallischer Sand in Frage. Solche Isolatormedien können auch gemischt werden. Als Isolatormedium kommen ferner Öle in Frage, beispielsweise Silikonöl, Transformatorenöl, Rapsöl oder auch reines Sonnenblumenöl, sowie deren Fette und Gele. Ebenfalls kommt destilliertes Wasser in Frage. Ferner kann ein Schutzgas eingebracht werden. Alle diese genannten Isolationsmedien können auch miteinander gemischt werden. Im Sinne dieser Erfindung soll auch ein Hochvakuum als Isolatormedium gelten.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters weist dieser vorzugsweise außen am Gehäuse des Schalters einen Magneten auf. Der Magnet kann ein Permanentmagnet oder ein fremd- oder eigenstrombetriebener Elektromagnet sein. Der Magnet ist vorzugsweise so angeordnet, dass eine Kraft F senkrecht zur Erstreckungsrichtung des Verbindungselements verläuft. Nachdem das Verbindungselement getrennt wurde, kann zwischen den beiden getrennten Enden des Verbindungselements ein unerwünschter Lichtbogen ausgebildet werden, der die Wegstrecke zwischen den Enden des Verbindungselements überbrückt. Aufgrund der sogenannten 3-Fingerregel, auch UVW-Regel, IBF- bzw. FBI-Regel genannt, wird der Lichtbogen

bogenförmig umgeleitet, da dieser ein Eigenmagnetfeld aufweist. Durch den längeren Weg des Lichtbogens durch beispielsweise ein Löschmedium im Inneren des Gehäuses wird der Lichtbogen stärker gekühlt und reißt eher ab. Bei sehr hohen Strömen und hohen externen Magnetfeldern kann der entstehende Lichtbogen sogar bis zur Innenwand des Gehäuses verformt werden, wo er effektiv gekühlt werden kann – insbesondere wenn hier Kühlrippen oder Kühlstege angebracht sind.

Zur Herstellung eines externen Magnetfelds kann der erfindungsgemäße Schalter auch außen am Gehäuse eine in zwei Teile aufgeteilte Spule aufweisen. Hierbei kann ein stationäres Magnetfeld vorzugsweise über einen Widerstand R_V eingestellt werden, der mit den an dem Gehäuse befindlichen Endpunkten der Spulen verbunden sein kann. Auf diese Weise kann das stationäre Feld erst bei Trennung des Verbindungselements eingeschaltet werden. Ein externes Magnetfeld kann auch über nur eine einzige Spule außerhalb des Gehäuses des Schalters erzeugt werden. Hierbei kann der erfindungsgemäße Schalter auch zusätzlich noch einen außen am Gehäuse angeordneten Permanentmagnet aufweisen.

Weiterhin kann es bevorzugt sein, dass der mit den Kontakten des Schalters verbundene Stromkreis einen Kondensator C und/oder einen Widerstand R aufweist. Zusätzlich kann dieser Stromkreis auch eine Zener-Diode und/oder eine Diode aufweisen. Beim Abschalten von Strömen bzw. beim Abreißen des Verbindungselements würde ohne Kondensator C eine steile Spannungsspitze an den Anschlüssen des Schalters entstehen, weil nach der Lenzschen Regel das im Stromkreis bestehende Magnetfeld erhalten werden soll. Sinkt der Strom, so wird eine Induktionsspannung derart erzeugt, dass der daraus folgende Induktionsstrom in gleicher Richtung wie der vorher über die Schalterkontakte fließende Strom fließt, um damit das Zusammenbrechen des Magnetfeldes zu verhindern oder zumindest abzuschwächen. Je schneller das Abschalten erfolgt, d.h. je größer die Stromänderungsgeschwindigkeit ist, umso höher sind die Induktionsspannung und der Induktionsstrom. Die Induktionsspannung kann dabei höher sein als die zuvor anliegende Quellspannung. Diese Spannungsspitzen können durch einen sogenannten Snubber (= Serienschaltung eines Kondensators C mit einem Widerstand R) abgefangen und gedämpft werden, da damit die Stromänderungsgeschwindigkeit verkleinert wird: Der Strom fließt beim Abschalten zunächst in der

ursprünglichen Höhe statt über die Kontakte in den Kondensator C und sinkt dann mit zunehmender Ladung des Kondensators C entsprechend der abnehmenden magnetischen Energie ab. Gleichzeitig wird durch den Stromfluss im Widerstand R elektrische Energie in Wärme umgewandelt, was ohne den Widerstand R zu einer stets unerwünschten Resonanzschwingung führen würde.

Vorzugsweise weist der erfindungsgemäße Schalter in einer weiteren Ausführungsform außerhalb des Innenraums seines Gehäuses eine Bedieneinrichtung zum Bewegen der als Kolben ausgebildeten Trennvorrichtung auf. Dazu kann es nützlich sein, wenn der Kolben an der von dem Verbindungselement abgewandten Seite einen ringförmigen Vorsprung aufweist. Zweckmäßig ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung, wenn der Schaltkolben (zumindest auch) manuell bewegt werden kann. Wenn ein Griffbereich oder Greifring vorgesehen ist, so gelingt die Bewegung besonders gut. In der Regel wird die Bewegung dabei eine Drück- oder Zugbewegung sein, der Kolben wird also in das Gehäuse hineingedrückt oder aus dem Gehäuse herausgezogen. Im Falle der Verwendung des Kolbens als Stanz- oder Schneidkolbens ist die mechanische Bewegung vorzugsweise eine Drückbewegung, wohingegen der als Reißkolben ausgestaltete Kolben vorzugsweise durch Herausziehen mechanisch bewegt wird. Mittels eines Antriebs bewegbare Kolben dieser Art sind auch als Pin-Puller-Antriebe bekannt. Der Kolben kann dabei Bestandteil des Antriebs sein oder von einem bewegbaren Kolben des Antriebs beaufschlagt (gezogen oder gedrückt) werden. Der Kolben könnte alternativ oder zusätzlich zum Griffing auch mit einer Zugöse, einem Ring oder dergleichen ausgerüstet sein. Dabei kann auch ein pyrotechnisches Material eingesetzt werden, welches nicht (nur) wärmeempfindlich ist, sondern auch reibungsempfindlich. Durch die mechanische Bewegung des Kolbens oder eines außen angebrachten Pin-Puller-Antriebs kann dann eine Zündung ausgelöst werden. Wie bereits erwähnt, kann der Kolben Bestandteil des als Pin-Puller-Antriebs ausgestalteten Antriebs sein oder es kann ein bewegbarer Kolben des Pin-Puller-Antriebs mit dem Kolben verbunden sein.

Die Bedieneinrichtung kann somit auch ein Antrieb zur Bewegung des Kolbens sein, die den Kolben nach einer Aktivierung des Antriebs mit einer die Bewegung des Kolbens verursachenden Bewegungskraft beaufschlagt, wobei der Antrieb insbesondere als induktiver Antrieb, als Wirbelstromantrieb oder als Gasdruckantrieb ausgebildet ist,

bei dem der Gasdruck mittels eines gaserzeugenden Materials erzeugt wird, insbesondere durch Verbrennung oder Oxidation eines flüssigen und/oder festen gaserzeugenden Materials, insbesondere eines aktivierbaren pyrotechnischen gaserzeugenden Materials. Der Gasdruckantrieb kann auch eine vom Innenraum des Gehäuses getrennte Brennkammer aufweisen, in der das gaserzeugende Material vorgesehen ist, wobei der Kolben so ausgestaltet ist, dass er unmittelbar vom Gasdruck zur Erzeugung der Bewegung des Stanz-, Schneid- oder Reißkolbens beaufschlagbar ist, oder wobei der Kolben mittelbar vom Gasdruck beaufschlagbar ist, indem ein vom Gasdruck bewegtes Element den Kolben beaufschlägt.

Bei der Verwendung eines induktiven Antriebs zur mechanischen Bewegung des Kolbens kann in geeignetem Abstand zum Schaltergehäuse eine Induktionsspule vorgesehen sein. Der Kolben kann in geeigneter Weise magnetisch ausgeführt sein. Der Kolben kann aber auch mit einer eigenen Induktionsspule ausgerüstet sein. Ebenfalls wäre es denkbar, den Kolben mit einer Induktionsspule auszurüsten und in geeigneter Entfernung zum Kolben einen elektromagnetischen Bezugspunkt vorzusehen, beispielsweise einen Permanentmagneten. In dieser Weise kann der Kolben also alternativ oder zusätzlich induktiv bewegt werden.

Im Fall eines Wirbelstromantriebs zur mechanischen Bewegung des Kolbens befindet sich zwischen dem Gehäuse mit dem Verbindungselement und der Endplatte des Kolbens vorzugsweise eine Kraftspule, die für das gewünschte Schalten durch einen Stoßstrom von außen durchflossen wird. In der vor der Kraftspule befindlichen Endplatte aus einem elektrisch gut leitenden Material wird hierbei ein Strom induziert, der entsprechend der Lenzschen Regel dem Erregerstrom in der Kraftspule entgegengesetzt ist, wodurch die Endplatte des Kolbens von der Kraftspule extrem schnell und mit hoher Kraft abgestoßen wird und dabei das im Gehäuse angeschlossene Verbindungselement aufreißt.

Es kann auch zweckmäßig sein, die Bewegung des Kolbens durch Gasdruck vorzusehen. In diesem Fall ist es zweckmäßig, den Kolben mit einem Treibspiegel aufzurüsten. Der Gasdruck kann auf diesen Treibspiegel wirken und so den Kolben in die gewünschte Richtung, in der Regel also aus dem Gehäuse heraus bewegen. Ein solcher

Gasdruck kann durch geeignete Gasleitungen aufgebaut werden. Zweckmäßig ist es insbesondere im Sinne einer schnellen Trennung, wenn der entsprechende Gasdruck pyrotechnisch erzeugt wird. Dazu ist es zweckmäßig, an geeigneter Stelle eine Brennkammer mit eingebrachtem Treibladungspulver vorzusehen, welches mittels eines Zünd- oder Anzündstücks aktivierbar ist.

Ein Gasdruck kann auch durch geeignete Gasleitungen aufgebaut werden. Dazu kann der Durchmesser der Endplatte des Kolbens so vergrößert werden, dass er an die Innenwände des Kolbengehäuses anstößt. Zusätzlich sollte er in der Regel gasdicht abgedichtet werden. In dieser Weise lässt sich ein abgeschlossener Raum erzeugen, der durch eine Gasleitung mit einem gasförmigen Medium oder Treibgas befüllt werden kann. Hierfür eignen sich viele technische Gase, beispielsweise kommen Luft, Stickstoff und Kohlendioxid in Frage. Kohlendioxid hat insbesondere den Vorteil, dass es in Form von Trockeneis gelagert werden kann. Es kann dann zu einem bestimmten Zeitpunkt zur Auslösung des Schalters eingesetzt werden. In dieser Weise lässt sich ein Energieautarker-Schalter zur Verfügung stellen. Zusätzlich kommt es in Frage, das gelagerte Kohlendioxid zu erhitzen, um so noch schneller Gas entstehen lassen zu können. Der Gasdruck kann auch durch die Zersetzung eines flüssigen oder festen Stoffes, beispielsweise Tetrazen oder Trockeneis, erzeugt werden.

Auch flüssige oder gasförmige Brennstoffe und Oxidatoren können in eine Brennkammer eingespritzt werden, die in den Schalter integriert oder mit diesem verbunden ist. Solche Brennstoffe und Oxidatoren werden im Folgenden als gaserzeugende Materialien bezeichnet. Auch die pyrotechnischen gaserzeugenden Materialien, unabhängig davon, ob diese deflagrierend oder detonativ reagieren, sollen hierdurch umfasst sein. Nach der Aktivierung des Verbrennungs- bzw. Oxidationsvorgangs erzeugen diese gaserzeugenden Materialien einen Gasdruck (bzw. bei bereits gasförmigen Brennstoffen und/oder Oxidatoren einen gegenüber dem Ausgangszustand deutlich höheren Gasdruck), welcher den Kolben beaufschlagt und diesen aus der Leitstellung in die Trennstellung bewegt. Zur Zündung kann dann eine Zündkerze, ein Glühdraht oder ein Anzünder dienen. Alternativ oder zusätzlich könnte die Brennkammer auch bereits entweder Brennstoff oder Oxidatoren (in flüssiger, fester oder gasförmiger Form) enthalten. Man kann dann zum gewählten Aktivierungszeitpunkt den zur Entflammung

und/oder Gaserzeugung benötigten Stoff hinzugeben.

Ein solches System, wie auch durchaus ein pyrotechnisches System, erlaubt eine schnelle und zuverlässige Trennung eines Schaltkreises noch nach vielen Jahren und ist dabei wartungsarm, im Einzelfall ist über viele Jahre überhaupt keine Wartung erforderlich.

Um eine pyrotechnische Erzeugung von Gasdruck und damit die pyrotechnische Auslösung des Schalters vorzusehen, muss nur eine pyrotechnische Mischung in die Brennkammer eingefügt werden. Zum gewünschten Zeitpunkt kann diese dann durch ein Zünd- oder Anzündmittel gezündet werden.

Alternativ oder zusätzlich kann die Brennkammer auch mit einem Zünd- oder Anzündstück ausgerüstet werden. Bei einem geeigneten gewählten Zünd- oder Anzündstück können bei dessen Zündung genügend Gas und/oder Abgasprodukte erzeugt werden, so dass sich ein genügender Druck in der Brennkammer aufbaut. Dieser kann dann über eine Endplatte, die als Treibspiegel wirkt, den Kolben ein ausreichend großes Stück bewegen, um eine Trennstrecke zu erzeugen. Wenn die pyrotechnische Auslösung des Schalters über eine Brennkammer vorgesehen wird, so kann die Wirkung der Brennkammer dadurch gesteigert werden, dass Füllkörper in die Brennkammer eingebracht werden. Solche Füllkörper können das nicht benötigte Leervolumen in der Brennkammer reduzieren, so dass eine bereits viel kleinere Gasmenge den zur Bewegung des Treibspiegels und damit des Kolbens erforderlichen Druck aufbringt. Zu bedenken ist dabei, dass bei Beginn des Brennprozesses der Druck am höchsten sein muss, weil dann ja ein Reißen des Verbindungselements einzuleiten ist (oder bei alternativen Ausführungsformen etwa das Hinausbewegen des Verbindungselements aus einer Buchse).

Alternativ oder zusätzlich kann auch das Befüllen der Brennkammer mit Wasser, mineralischen oder natürlichen Ölen, oder auch Silikonöl (jeweils mit oder ohne Quellmittel) erwogen werden. Wasser dient dabei nicht nur als Füllkörper, sondern der hohe Druck bei einer Dampferzeugung lässt Wasser zusätzlich als Treibmittel wirken. Bei geschickter Ausnutzung des Siedeverzuges lässt sich damit mit einer sehr kleinen Heißgasein-

wirkung, beispielsweise durch ein Zünd- oder Anzündstück eine sehr große und schnell ansteigende Druckwirkung auf die Endplatte erzeugen.

Besonders die Kombination eines Zündstücks mit solchen flüssigen Füllkörpern, insbesondere mit Wasser oder Öl, ist so effizient, dass dadurch eine gute schalltechnische bzw. stoßwellentechnische Ankopplung der Endplatte erreicht wird.

In einer anderen Ausführungsform des Schalters kann der Kolben auch mit einer Membran verbunden werden, die dann die Endplatte ersetzt. Die Membran kann in Richtung der Kolbenbewegung bei der Trennung verformt werden. Eine Membran weist in der Regel weniger Masse auf als eine Endplatte, wodurch die schnelle Bewegung erleichtert wird. Durch geeignete Mittel, beispielsweise durch eine Schutzscheibe, hier auch Membranstützring genannt, kann ein Platzen der Membran sicher verhindert werden. Eine Membran hat insbesondere den Vorteil, dass sie nach außen gut abdichtet und so über lange Zeit auch keine Dichtprobleme auftreten. Eine solche Membran kann auch in Kombination mit einem Faltenbalg eingesetzt werden.

Bei hohen mechanischen Belastungen der Membran und auch aus Sicherheitsüberlegungen heraus kann diese auch aus mehreren übereinander liegenden Einzelmembranen ausgeführt bzw. eingesetzt werden. So sind beispielsweise zwei übereinander gelegte Membranen mit halber Stärke als eine gleich dicke Membran leichter verformbar als die dickere Membran bei gleicher Gesamtmasse, zudem wirkt sich ein evtl. in einer Membran vorhandener oder entstehender Riss im Material nicht schädlich aus, das treibende Gas bleibt hierbei dennoch in der Brennkammer sicher verschlossen. Vereinfachend wird hier jedoch meist nur von einer Membran gesprochen.

Alternativ oder zusätzlich zu diesen Vorrichtungen können auch zahlreiche Verbesserungen im Wesentlichen außerhalb des eigentlichen Schaltergehäuses vorgesehen sein. Der Kolben kann beispielsweise auch durch pyrotechnische Mittel bewegt werden, welche außerhalb des Gehäuses vorgesehen sind, insbesondere durch einen pyrotechnischen Pin-Puller-Antrieb oder einen Pin-Puller-Antrieb, der mit einem nicht pyrotechnisch erzeugten Gasdruck arbeitet. Die Vorrichtungen für den Gas- oder Pyro-Antrieb können sich dabei im Inneren des Schaltergehäuses befinden (d.h. das Ge-

häuse des Antriebs ist integriert mit dem Gehäuse des Schalters ausgebildet oder das Antriebsgehäuse befindet sich innerhalb des Schaltergehäuses) oder außerhalb des Schaltergehäuses. Im letztgenannten Fall kann das Antriebsgehäuse mit dem Schaltergehäuse unmittelbar angrenzend verbunden sein oder sich sogar in einem Abstand außerhalb des Schaltergehäuses befinden, wobei die Bewegung eines Antriebselements des Antriebs mechanisch auf den Schaltkolben übertragen wird (beispielsweise durch einen zusätzlichen Verbindungskolben oder einen entsprechend lang ausgeführten Kolben oder einen Kolben des Pin-Puller-Antriebs).

Grundsätzlich zweckmäßig ist es auch, an einem Schalter zwei Kolben oder entsprechend zwei Pin-Puller-Antriebe vorzusehen. Damit kann das Auslösen des Schalters an zwei Stellen, etwa von zwei Seiten erfolgen. Somit kann eine alternative Auslösung oder auch eine doppelte (gleichzeitige) Auslösung erfolgen. In jedem Fall ergibt sich eine Redundanz in der Konstruktion, welche die Trennung eines Schaltkreises noch einmal zuverlässiger macht.

Grundsätzlich kann auch der Schalter mit Komponenten ausgerüstet werden, die seine elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und/oder seine Anfälligkeit für elektrostatische Entladung (ESD) verbessern. Entsprechende Schutzkomponenten wie Ferritringe, Zener-Diode, Suppressor-Diode, Spulen oder Varistoren, insbesondere SIOV-Varistoren können an dem Schalter vorgesehen sein und/oder an dem Antrieb. Sie können mit oder ohne Verbindung mit anderen elektronischen Bauteilen des Schalters vorgesehen sein.

Weitere Merkmale, aber auch Vorteile der Erfindung, ergeben sich aus den nachfolgend aufgeführten Zeichnungen und der zugehörigen Beschreibung. In den Abbildungen und in den dazugehörigen Beschreibungen sind Merkmale der Erfindung in Kombination beschrieben. Diese Merkmale können allerdings auch in anderen Kombinationen von einem erfindungsgemäßen Gegenstand umfasst werden. Jedes offenbarte Merkmal ist also auch als in technisch sinnvollen Kombinationen mit anderen Merkmalen offenbart zu betrachten. Die Abbildungen sind teilweise leicht vereinfacht und schematisch. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den gleichen Schalter jeweils in seiner Leitstellung (jeweils Figur a) und in seiner Trennstellung (jeweils Figur b).

- Figur 1 zeigt im Querschnitt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schalters, bei dem das Durchtrennen des Verbindungselements durch einen Stanzkolben erzeugt wird.
- Figur 2 zeigt im Querschnitt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schalters, bei dem das Verbindungselement durch einen Schneidkolben durchtrennt wird.
- Figur 3 zeigt im Querschnitt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters, bei dem das Verbindungselement durch einen Reißkolben zerrissen wird.
- Figur 4 zeigt ein als Band ausgebildetes Verbindungselement, das mittige Lochungen und Ausnehmungen an den Rändern des Bands aufweist.
- Figur 5 zeigt ein als Band ausgebildetes Verbindungselement, das von der in Erstreckungsrichtung festgelegten Mitte des Bands versetzte Lochungen und Ausnehmungen an den Rändern des Bands aufweist.
- Figur 6 zeigt im Querschnitt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters vor der Trennung des Verbindungselements, der keine zusätzliche Trennvorrichtung aufweist.
- Figur 7 zeigt im Querschnitt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters nach der Trennung des Verbindungselements mit einem durch die Kraft F abgeleiteten Lichtbogen.
- Figur 8 zeigt im Querschnitt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters vor der Trennung des Verbindungselements mit einem Kondensator, einem Widerstand, einer Zener-Diode und einer Diode im Stromkreis.
- Figur 9 zeigt im Querschnitt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen

Schalters vor der Trennung des Verbindungselements mit einer Spule zum Anlegen eines externen Magnetfelds.

Figur 10 zeigt im Querschnitt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters vor der Trennung des Verbindungselements mit einer Spule zum Anlegen eines externen Magnetfelds und einem Permanentmagnet.

Figur 11a und 11 b zeigen jeweils ein als Band ausgebildetes Verbindungselement, das von der in Erstreckungsrichtung festgelegten Mitte des Bands versetzte Lochungen und Ausnehmungen an den Rändern des Bands aufweist.

Figuren 1a und 1b zeigen eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schalters 10. Dieser Schalter weist ein Gehäuse 12 auf, welches in Erstreckungsrichtung des Verbindungselements 22 zylinderförmig ausgeführt sein kann. Der Gehäuseinnenraum 18 ist mit einem Isolatormedium 31 gefüllt. Wie dargestellt, kann es sich hierbei um ein körniges Isolatormedium 31 handeln, beispielsweise um Quarzsand. In diesem Innenraum 18 verläuft ferner das Verbindungselement 22. Das Verbindungselement 22 ist mechanisch fest mit den Zugplatten 28 verbunden. Die Zugplatten 28 sind mit Federn 26 mechanisch verbunden, wobei die Federn 26 wiederum mit dem Gehäuse mechanisch verbunden sind. Die Federn 26 sind auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Schalters 10 angeordnet. Um die Federn 26 befinden sich Federgehäuse 27. An zwei gegenüberliegenden Seiten des Schalters 10 sind Befestigungen 23 für das Verbindungselement 22 vorgesehen, an die das Verbindungselement fest gebunden ist. Weiterhin weist der Schalter 10 einen ersten Kontakt 29 und einen zweiten Kontakt 30 auf, die elektrisch leitend sind und an den zwei gegenüberliegenden Seiten mit dem elektrisch leitenden Verbindungselement 22 in Kontakt stehen.

Fig. 1a zeigt den Schalter in Schaltstellung, wobei das Verbindungselement durchgehend durch den Innenraum 18 des Schalters die zwei Kontakte 29 und 30 miteinander verbindet. Die Fig. 1b zeigt den Schalter 10 in Trennstellung. Der Schalter 10 weist

zudem eine Trennvorrichtung 24 in Form eines Stanzkolbens auf, der senkrecht zu der Erstreckungsrichtung des Verbindungselements 22 ausgerichtet ist. Um den äußeren Bereich des Stanzkolbens befindet sich ein Gehäuse 32. Auf der dem Verbindungselement 22 gegenüberliegenden Seite des Stanzkolbens befindet sich ein dazu komplementäres Gegenstück 25, das als Matrize für den Stanzkolben ausgebildet ist. Das Gegenstück 25 ist mechanisch fest mit dem Gehäuse 12 verbunden. Der Stanzkolben kann in das Gehäuse 12 des Schalters 10 eingedrückt werden, so dass wie insbesondere aus Fig. 1b ersichtlich ist, ein Teil der Trennvorrichtung ausgestanzt wird. Dabei relaxieren die in der Schaltstellung des Schalters gespannten Federn, so dass die durch das Austanzen entstehenden Enden des Verbindungselements 22 auseinandergezogen werden. Auf diese Weise stehen die Kontakte 29 und 30 nicht mehr in Verbindung und es kommt zu einer Unterbrechung des Stromflusses.

Die Trennvorrichtung 24 in Form des Stanzkolbens und das Gegenstück 25 bestehen vorzugsweise aus einem isolierenden Material, so dass der Isolationswiderstand zwischen den Enden des Verbindungselements nach dem Erreichen der Trennstellung einen gewünscht hohen Wert erreicht. Dies gilt auch für alle weiteren, nachstehend beschriebenen Ausführungsformen.

Figuren 2a und 2b zeigen eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schalters 10, wiederum in der Leitstellung (Figur 2a) und in der Trennstellung (Figur 2b). Die Grundkonstruktion des Schalters 10 entspricht der in Figur 1 dargestellten. Alle Elemente bis auf die Trennvorrichtung 24 und das Gegenstück 25 zur Trennvorrichtung 24 sind identisch mit denen der Figuren 1a und 1b. Die Trennvorrichtung 24 ist ebenso als Kolben ausgebildet, weist jedoch an der Spitze ein Schneidwerkzeug auf, das in der Lage ist, aufgrund des Gegendrucks des als Fläche ausgebildeten Gegenstücks 25 das Verbindungselement 22 durch Hineindrücken des Kolbens in den Schalter 10 zu durchtrennen. Auf diese Weise können die in der Schaltstellung gespannten Federn relaxieren und der Schalter geht in die Trennstellung über, bei der durch die Unterbrechung des Verbindungselements 22 die Kontakte 29 und 30 nicht mehr in Verbindung stehen, so dass der Stromfluss unterbrochen ist. Das Gegenstück 25 ist mechanisch fest mit dem Gehäuse 12 verbunden.

Figuren 3a und 3b zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schalters 10, wiederum in der Leitstellung (Figur 3a) und in der Trennstellung (Figur 3b). Die Grundkonstruktion des Schalters 10 entspricht der in Fig. 1 dargestellten, der Schalter unterscheidet sich jedoch durch die Trennvorrichtung 24. Die Trennvorrichtung 24 ist ebenso als Kolben ausgebildet, jedoch weist der Kolben kein Stanz- oder Schneidwerkzeug auf, sondern ist als sogenannter Reißkolben ausgestaltet. Der Kolben weist an seinem inneren Ende ein Verbreiterungselement 23 auf, das, wie in den Figuren 3a und 3b dargestellt, fünf Verbindungsstege 34 zu dem Verbindungselement 22 hat, die mechanisch fest mit dem Verbreiterungselement 33 und dem Verbindungselement 22 verbunden sind. Im Gegensatz zu den Ausführungsformen in den Figuren 1 und 2 wird jedoch das Verbindungselement nicht durch Hineindrücken des Kolbens in den Schalter 10 durchbrochen, sondern indem die Trennvorrichtung 24 aus dem Schaltergehäuse 12 herausgezogen wird. Bei dem Herausziehen des Kolbens aus dem Schalter 10 werden die mechanisch mit den Stegen 34 fest verbundenen Teile des Verbindungselements 22 aus diesem herausgerissen. Dazu weist das Verbindungselement vorzugsweise neben den Teilen des Verbindungselements, die fest mit den Stegen verbunden sind, sogenannte Ausnehmungen auf, die ein Herausreißen von mit den Stegen verbundenen Teilen des Verbindungselements erleichtern. Nachdem durch Herausziehen des Kolbens Teile des Verbindungselements herausgerissen wurden, können die in Schaltstellung gespannten Federn 26 relaxieren und der Schalter kann in die Trennstellung übergehen. Durch Relaxieren der Federn 26 werden die mit der Zugplatte 28 verbundenen Teile des Verbindungselements 22 in unterschiedliche Richtungen auseinandergezogen, so dass die Bildung eines Lichtbogens zwischen den gegenüberliegenden Enden des Verbindungselements verhindert werden kann. Auf diese Weise wird der Stromfluss zwischen den Kontakten 29 und 30 unterbrochen.

Figur 4 zeigt ein als Schmelzband ausgebildetes Verbindungselement 22, das in der Mitte kreisrunde Lochungen 35 aufweist. Weiterhin weist das Schmelzband an den Rändern neben den Lochungen Ausnehmungen 36 auf, so dass bei einer bestimmten Stromflussdichte das Schmelzband an diesen Stellen durchtrennt werden kann, bzw. das Schmelzband auch durch die mechanische Bewegung einer Trennvorrichtung 24 leichter durchtrennt werden kann.

Die Figur 5 zeigt ebenso ein als Schmelzband ausgebildetes Verbindungselement 22, das ebenso Lochungen 35 aufweist. Die Lochungen in dem Schmelzband der Figur 5 sind jedoch nicht in der durch die Erstreckungsrichtung des Schmelzbands festgelegten Mitte, sondern versetzt zu der Mitte der Erstreckungsrichtung des Schmelzbands angeordnet. An den Außenseiten befinden sich vorzugsweise auf der Höhe der Lochungen 35 Ausnehmungen 36, die auch hier zusammen mit den Lochungen 35 ein leichteres Schmelzen des Schmelzbands ab einer bestimmten Stromflussdichte ermöglichen, bzw. das Durchtrennen des Verbindungselements 22 durch die Trennvorrichtung 24 erleichtern.

Figur 6 zeigt eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schalters 10 in der Leitstellung. Die Grundkonstruktion des Schalters 10 entspricht der in Figur 1 dargestellten. Es sind alle Elemente bis auf die Trennvorrichtung 24 und das Gegenstück 25 zur Trennvorrichtung 24 vorhanden. Das Verbindungselement 22 ist hier so ausgebildet, dass es ab einer bestimmten Stromflussdichte schmilzt bzw. reißt. Auf diese Weise können die in der Schaltstellung gespannten Federn relaxieren und der Schalter geht in die Trennstellung über, bei der durch die Unterbrechung des Verbindungselements 22 die Kontakte 29 und 30 nicht mehr in Verbindung stehen, so dass der Stromfluss unterbrochen ist.

Figur 7 zeigt eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schalters 10 in der Trennstellung. Die Grundkonstruktion des Schalters 10 entspricht der in Figur 6 dargestellten. Das Verbindungselement 22 ist bspw. bedingt durch eine bestimmte Stromflussdichte bereits geschmolzen bzw. zerrissen und wird durch Relaxation der Federn 26 auseinandergezogen. Um den Weg zwischen den beiden getrennten Enden des Verbindungselements zu überbrücken kann es zur Ausbildung eines unerwünschten Lichtbogens 41 kommen. Um den Weg des Lichtbogens 41 zu verlängern, befindet sich außen am Gehäuse ein Magnet 40, beispielsweise ein Dauermagnet oder ein fremd- oder eigenstrombetriebener Elektromagnet, der mit einer Kraft F senkrecht zu dem Verbindungselement 22 aufgrund der sogenannten 3-Fingerregel, auch UVW-Regel, IBF- bzw. FBI-Regel genannt, den Lichtbogen 41 bogenförmig umleitet, da dieser ein Eigenmagnetfeld aufweist. Durch den längeren Weg des Lichtbogens durch beispielsweise ein Löschmedium im Inneren des Gehäuses (nicht gezeigt) wird der

Lichtbogen stärker gekühlt und reißt eher ab. Bei sehr hohem Strömen und hohen externen Magnetfeldern kann der entstehende Lichtbogen 41 sogar bis zur Innenwand des Gehäuses 12 verformt werden, wo er effektiv gekühlt werden kann – insbesondere wenn hier Kühlrippen oder Kühlstege angebracht sind (nicht gezeigt).

In den Figuren 9 und 10 sind erfindungsgemäße Schalter wie in Figur 7 gezeigt, die sich in der Leitstellung befinden. Das externe Magnetfeld wird in Figur 9 durch eine aufgeteilte Spule 42 erzeugt. Hierbei ist ein stationäres Magnetfeld über einen Widerstand R_V einstellbar, der mit den an dem Gehäuse 12 befindlichen Endpunkten der Spulen 42 verbunden ist. Auf diese Weise kann das stationäre Feld erst bei Trennung des Verbindungselements 22 eingeschaltet werden. In Figur 10 wird ein externes Magnetfeld über eine Spule 42 in Verbindung mit einem Permanentmagnet P erzeugt.

Figur 8 zeigt einen erfindungsgemäßen Schalter 10 wie in Figur 6 in der Leitstellung. An den ersten und zweiten Kontakt ist vorzugsweise ein Stromkreis angebracht, der einen Kondensator C und einen Widerstand R aufweist. Zusätzlich kann – wie in Figur 8 gezeigt – dieser Stromkreis eine Zener-Diode und/oder eine Diode aufweisen. Beim Abschalten von Strömen bzw. beim Abreißen des Verbindungselements 22 würde ohne Kondensator C eine steile Spannungsspitze an den Anschlüssen des Schalters entstehen, weil nach der Lenzschen Regel das im Stromkreis bestehende Magnetfeld erhalten werden soll. Sinkt der Strom, so wird eine Induktionsspannung derart erzeugt, dass der daraus folgende Induktionsstrom in gleicher Richtung wie der vorher über die Schalterkontakte 29, 30 fließende Strom fließt, um damit das Zusammenbrechen des Magnetfeldes zu verhindern oder zumindest abzuschwächen. Je schneller das Abschalten erfolgt, d.h. je größer die Stromänderungsgeschwindigkeit ist, umso höher sind die Induktionsspannung und der Induktionsstrom. Die Induktionsspannung kann dabei höher sein als die zuvor anliegende Quellspannung. Diese Spannungsspitzen werden durch einen sogenannten Snubber (= Serienschaltung eines Kondensators C mit einem Widerstand R) abgefangen und gedämpft, da damit die Stromänderungsgeschwindigkeit verkleinert wird: Der Strom fließt beim Abschalten zunächst in der ursprünglichen Höhe statt über die Kontakte 29, 30 in den Kondensator C und sinkt dann mit zunehmender Ladung des Kondensators C entsprechend der abnehmenden magnetischen Energie ab. Gleichzeitig wird durch den Stromfluss im Widerstand R elektri-

sche Energie in Wärme umgewandelt, was ohne den Widerstand R zu einer stets unerwünschten Resonanzschwingung führen würde. Das Schmelzband der Figur 11a weist Lochungen 35 bzw. Ausnehmungen 36 auf, so dass bei einer bestimmten Stromflussdichte das Schmelzband an diesen Stellen durchtrennt werden kann, bzw. das Schmelzband auch durch die mechanische Bewegung einer Trennvorrichtung 24 leichter durchtrennt werden kann. Aus dem gleichen Grund kann das Schmelzband auch Perforationen aufweisen, die quadratisch ausgebildet sind, wie in Figur 11b gezeigt.

Bezugszeichenliste

10	Schalter
12	Gehäuse
18	Innenraum
22	Verbindungselement
23	Befestigung für Verbindungselement
24	Trennvorrichtung
25	Gegenstück zur Trennvorrichtung
26	Feder
27	Federgehäuse
28	Zugplatte für Verbindungselement
29	erster Kontakt
30	zweiter Kontakt
31	Isolatormedium
32	Gehäuse für Trennvorrichtung
33	Verbreiterungselement
34	Verbindungsstege
35	Lochung
36	Ausnehmung
37	Perforation
40	Magnetfeld
41	Lichtbogen
42	Spule für externes Magnetfeld
F	Kraft
C	Kondensator
R	Widerstand
ZD	Zener-Diode
D	Diode
P	Permanentmagnet

Ansprüche

1. Schalter, insbesondere Trennschalter (10) für hohe Gleich- und Wechselströme bei hohen Spannungen,
 - (a) der aus einer Leitstellung in eine Trennstellung überführt werden kann und
 - (b) der ein Gehäuse (12), einen ersten Kontakt (29), einen zweiten Kontakt (30) und mindestens ein Verbindungselement (22), das in der Leitstellung des Schalters (10) eine elektrische Verbindung zwischen dem ersten Kontakt (29) und dem zweiten Kontakt (30) herstellt, aufweist,
 - (c) wobei das Gehäuse (12) einen das mindestens eine Verbindungselement (22) umgebenden Innenraum (18) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

 - (d) dass das mindestens eine Verbindungselement (22) in seiner Erstreckungsrichtung in der Leitstellung axial zugbelastet ist oder zugbelastet werden kann, so dass durchtrennte Teile des mindestens einen Verbindungselements beim Überführen des Schalters in die Trennstellung voneinander entfernt werden.
2. Schalter nach Anspruch 1, der zudem eine Trennvorrichtung (24) zum Durchtrennen des mindestens einen Verbindungselements (22) aufweist.
3. Schalter nach Anspruch 1 oder 2, der mindestens eine gespannte Feder (26) aufweist, die mit dem Gehäuse (12) und dem mindestens einen Verbindungselement (22) fest verbunden ist.
4. Schalter nach Anspruch 3, der mindestens zwei gespannte Federn (26) aufweist, die an zwei verschiedenen, vorzugsweise gegenüberliegenden Seiten des Gehäuses (12) mit dem Gehäuse und dem mindestens einen Verbindungselement (22) fest verbunden sind.

5. Schalter nach Anspruch 3 oder 4, wobei das Verbindungselement (22) und das Gehäuse (12) an unterschiedlichen Enden der Feder(n) mit der/den Feder(n) verbunden sind, so dass bei Durchtrennen des mindestens einen Verbindungselements (22) mit der Relaxation der Feder(n) (26) vorzugsweise eine Stauchung des mindestens einen Verbindungselements eintritt.
6. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das mindestens eine Verbindungselement (22) ein Röhrchen, ein Draht oder ein flächig, insbesondere streifenförmig ausgebildetes Element, vorzugsweise ein Schmelzleiter oder Schmelzband ist.
7. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Trennvorrichtung (24) ein vom Gehäuse geführter Kolben ist, der durch eine mechanische Bewegung das mindestens eine Verbindungselement (22) durchtrennen kann, oder bei dem die Trennvorrichtung so ausgestaltet ist, dass bei Überschreiten eines bestimmten Nennwerts des/der an das Verbindungselement angelegten Stroms oder Spannung das Verbindungselement durchtrennt werden kann.
8. Schalter nach Anspruch 7, wobei die mechanische Bewegungsrichtung des Kolbens in einer Richtung unterschiedlich zu der Erstreckungsrichtung des Verbindungselements, vorzugsweise im Wesentlichen senkrecht dazu, verläuft.
9. Schalter nach Anspruch 7 oder 8, wobei der Kolben das mindestens eine Verbindungselement durchstanzen, durchschneiden oder durchreißen kann.
10. Schalter nach einem der Ansprüche 7 bis 9, der ein mit dem Gehäuse verbundenes Gegenstück (25) zu dem Kolben aufweist, das sich auf der dem Kolben gegenüberliegenden Seite des mindestens einen Verbindungselements (22) befindet.
11. Schalter nach Anspruch 10, wobei das mit dem Gehäuse verbundene Gegenstück (25) eine Matrize für einen als Stanzkolben ausgebildeten Kolben oder eine Gegenfläche für einen als Schneidkolben ausgebildeten Kolben oder ein Schneidwerkzeug ist.

12. Schalter nach einem der vorangehenden Ansprüche, der mindestens zwei verschiedene Trennvorrichtungen (24) aufweist.
13. Schalter nach Anspruch 12, wobei eine Trennvorrichtung (24) ein vom Gehäuse geführter Kolben ist, der durch eine mechanische Bewegung das Verbindungselement (22) durchtrennen kann, und eine zweite Trennvorrichtung so ausgestaltet ist, dass bei Überschreiten eines bestimmten Nennwerts des/der an das Verbindungselement angelegten Stroms oder Spannung das mindestens eine Verbindungselement durchtrennt werden kann.
14. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Schalter zwei oder mehr Verbindungselemente (22) aufweist.
15. Schalter nach einem der Ansprüche 7 bis 14, der außerhalb des Innenraums (18) des Gehäuses (12) eine Bedieneinrichtung zum Bewegen der als Kolben ausgebildeten Trennvorrichtung aufweist.
16. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bedieneinrichtung ein Antrieb zur Bewegung des Kolbens ist, der den Kolben nach einer Aktivierung des Antriebs mit einer die Bewegung des Kolbens verursachenden Bewegungskraft beaufschlagt, wobei der Antrieb insbesondere als induktiver Antrieb, als Wirbelstromantrieb oder als Gasdruckantrieb ausgebildet ist, bei dem der Gasdruck mittels eines gaserzeugenden Materials erzeugt wird, insbesondere durch Verbrennung oder Oxidation eines flüssigen und/oder festen gaserzeugenden Materials, insbesondere eines aktivierbaren pyrotechnischen gaserzeugenden Materials.
17. Schalter nach Anspruch 16, wobei der Gasdruckantrieb eine vom Innenraum (18) des Gehäuses (12) getrennte Brennkammer aufweist, in welcher das gaserzeugende Material vorgesehen ist, wobei der Kolben so ausgestaltet ist, dass er unmittelbar vom Gasdruck zur Erzeugung der Bewegung des Stanz- oder Schneidkolbens beaufschlagbar ist, oder wobei der Kolben mittelbar vom Gasdruck beaufschlagbar ist, indem ein vom Gasdruck bewegtes Element den Kolben beaufschlagt.

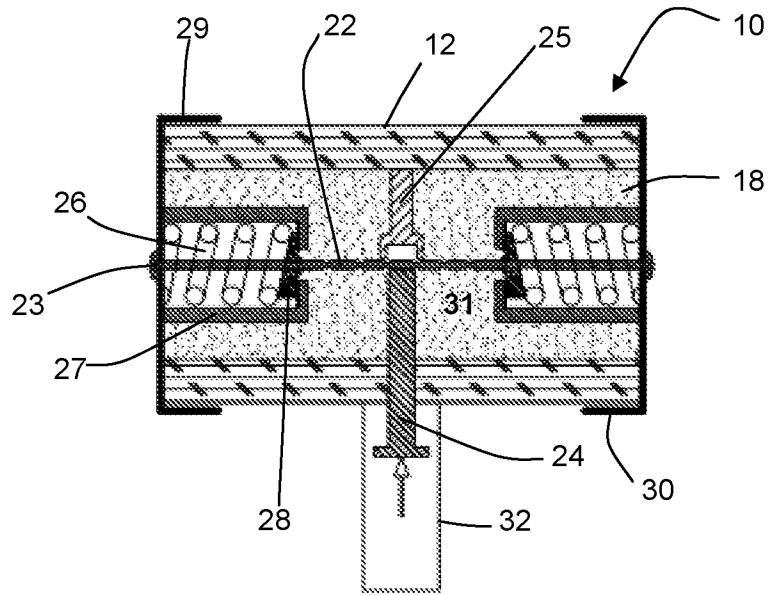


Fig. 1a

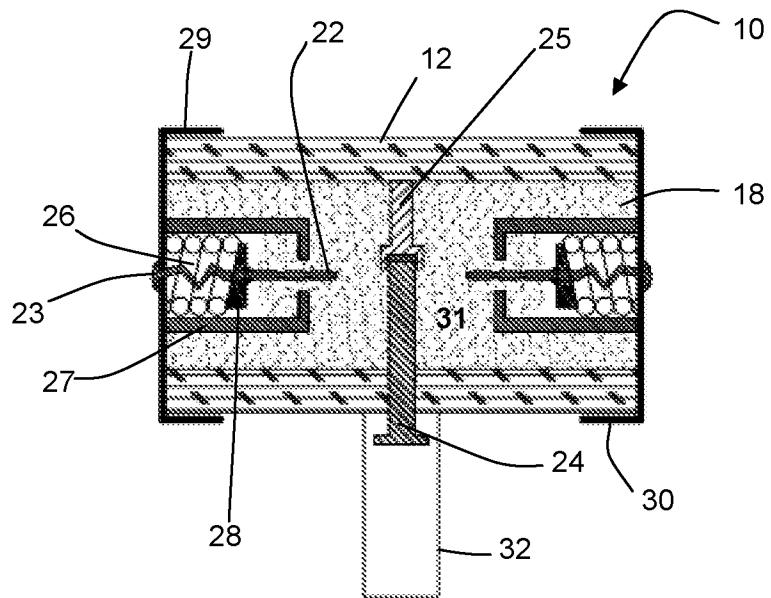


Fig. 1b

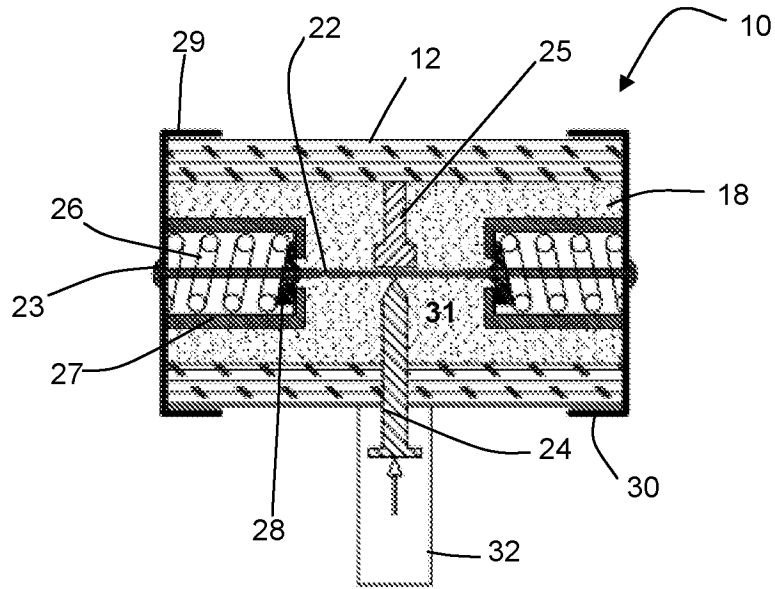


Fig. 2a

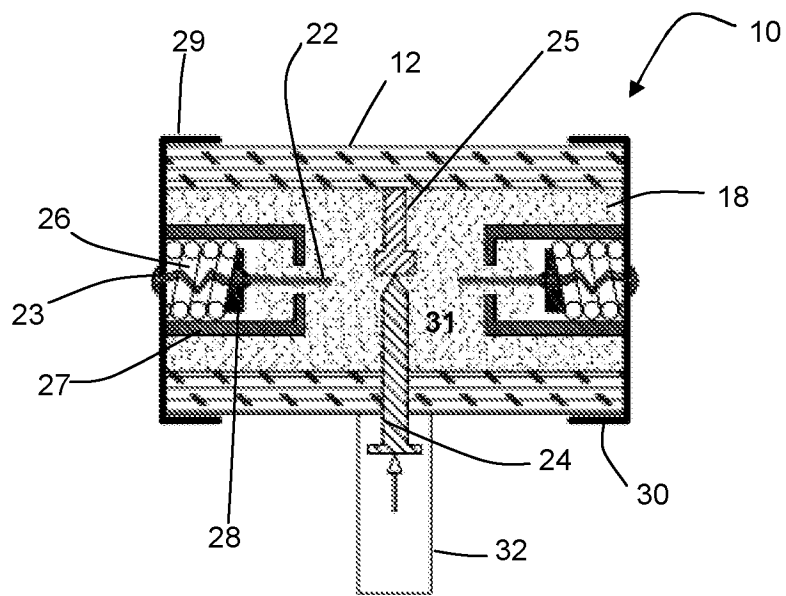


Fig. 2b

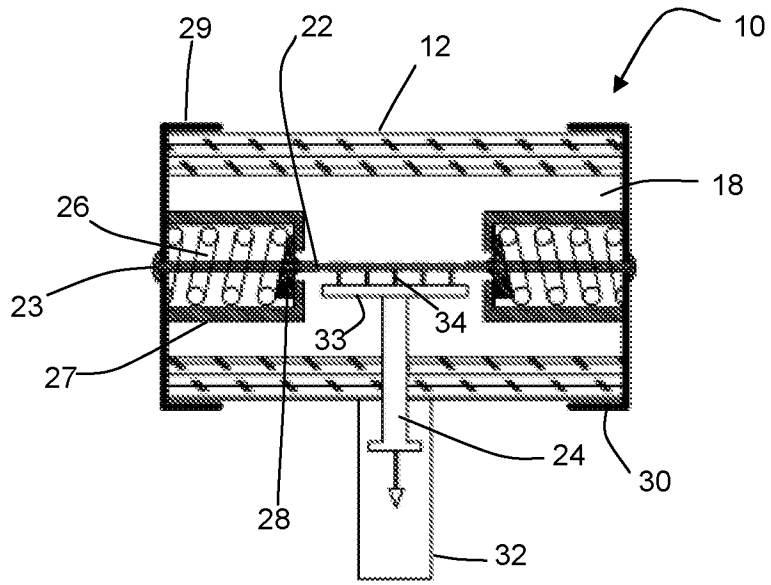


Fig. 3a

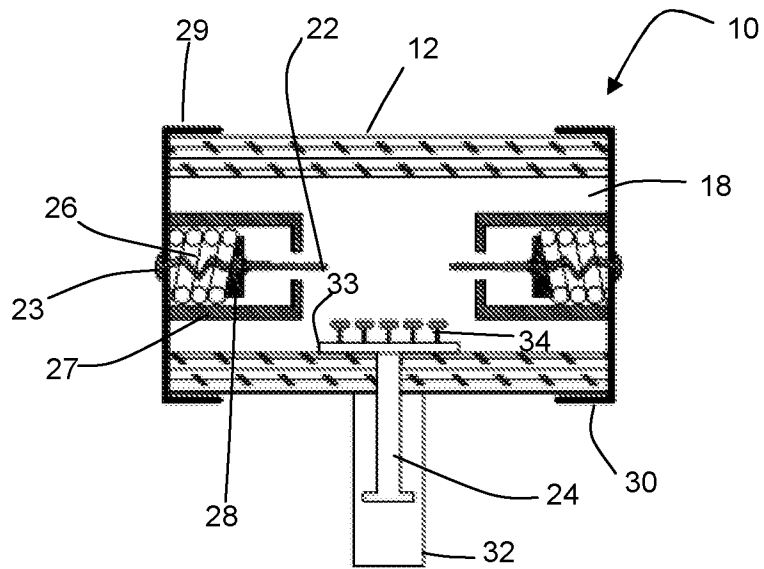


Fig. 3b

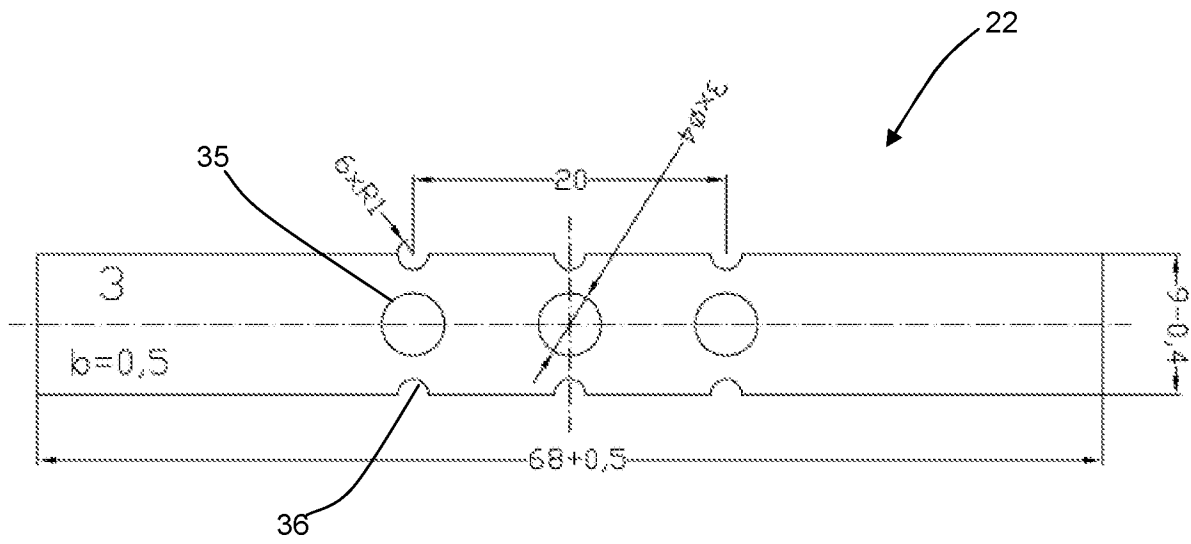


Fig. 4

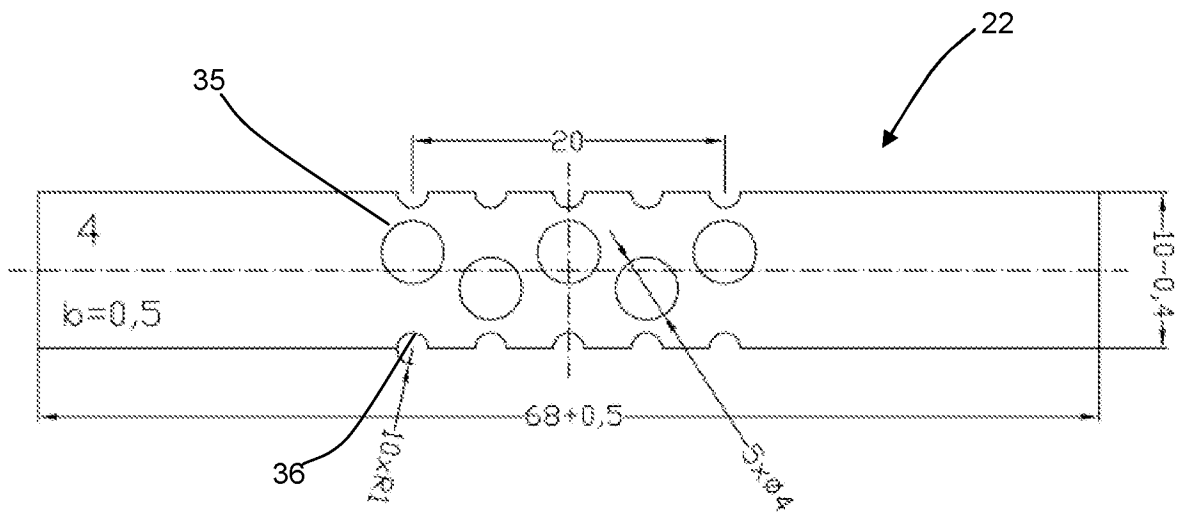


Fig. 5

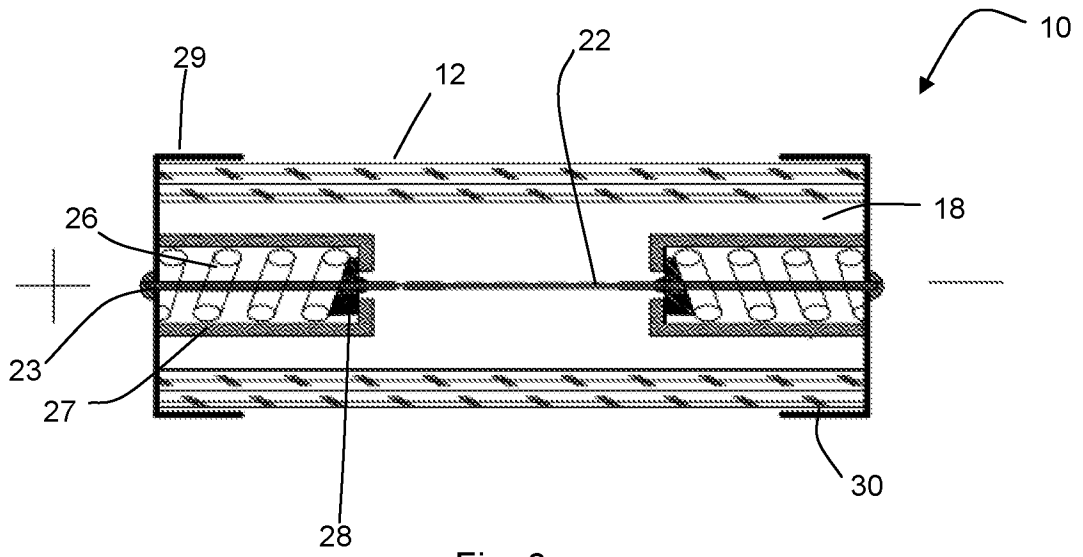


Fig. 6

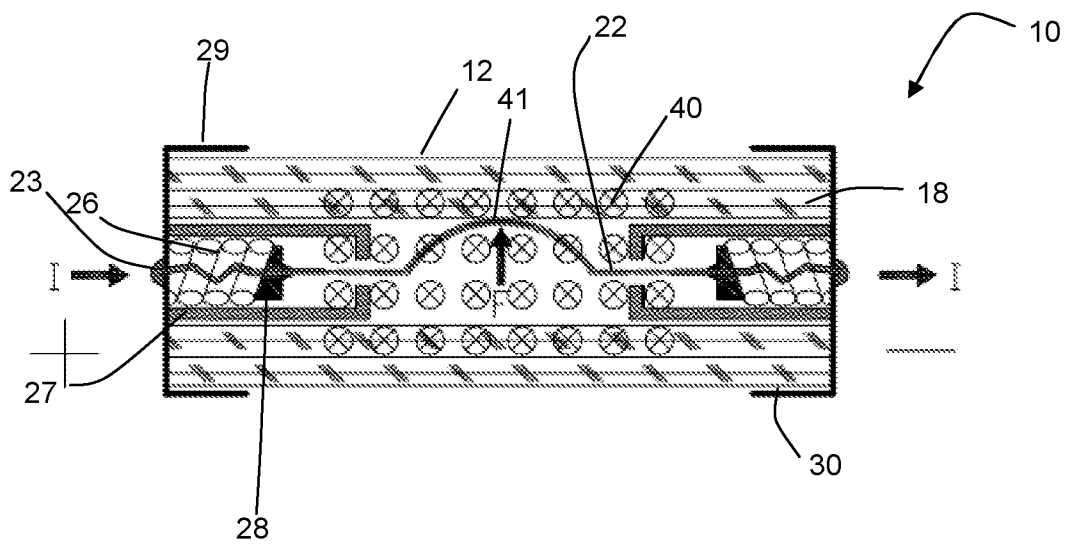


Fig. 7

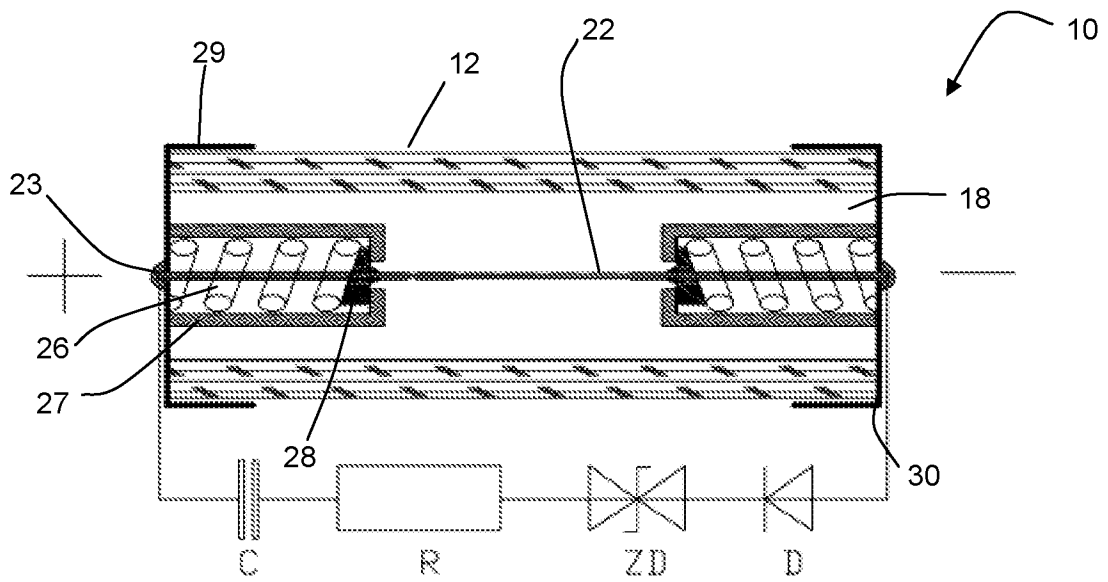


Fig. 8

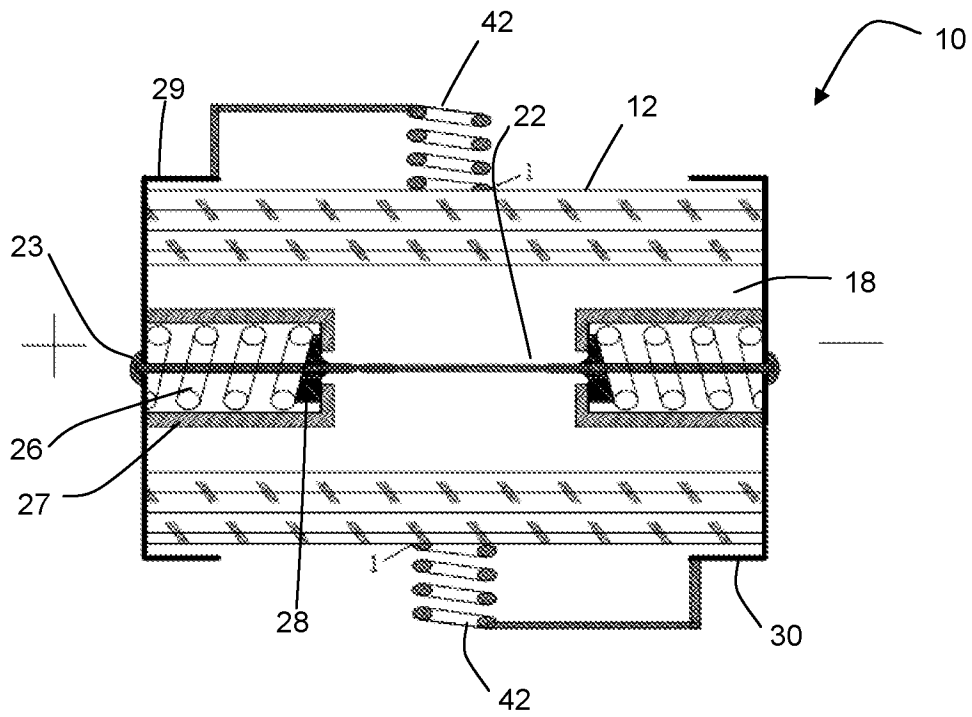


Fig. 9

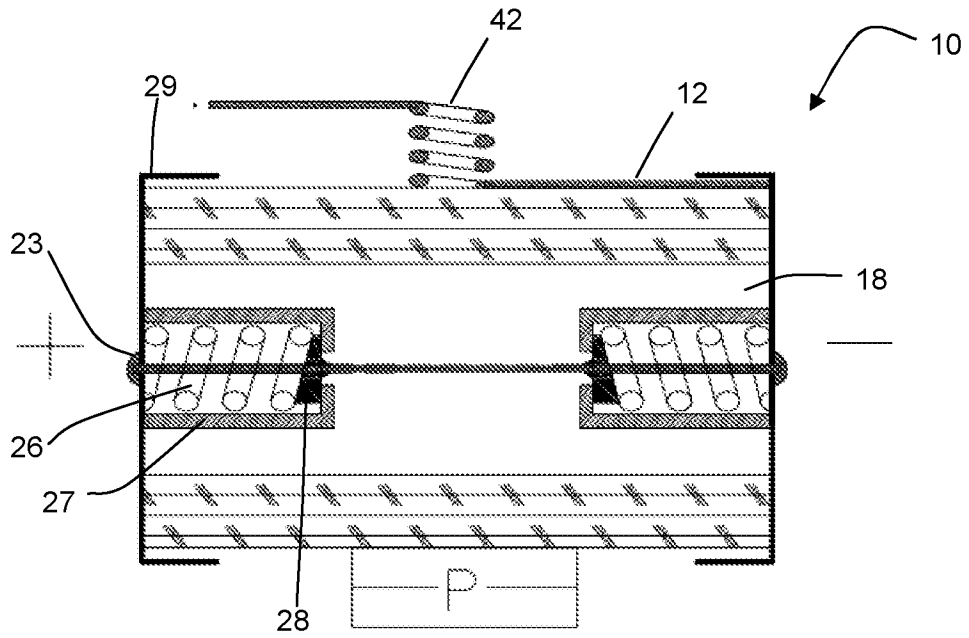


Fig. 10

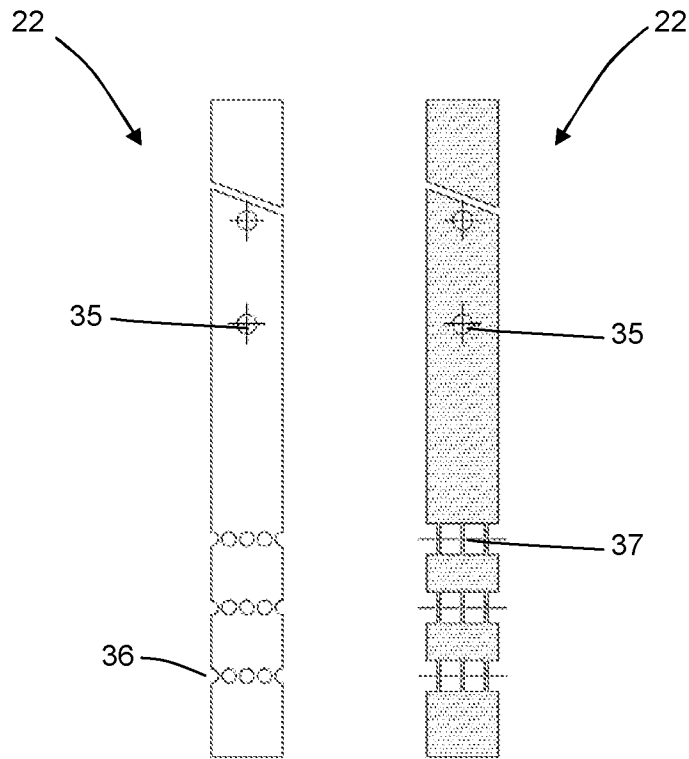


Fig. 11a

Fig. 11b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2016/100329

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01H39/00 H01H85/36
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H01H
 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 524 969 C (SIEMENS AG) 16 May 1931 (1931-05-16)	1,3-7, 14-17
Y	page 2, lines 44-106; figures 7,8	2,8-13
Y	DE 656 980 C (SIEMENS AG) 19 February 1938 (1938-02-19)	2,8-13
Y	page 2, lines 8-40; figures	
X	GB 297 786 A (REYROLLE A & CO LTD; WALTER JAMES COOK) 28 September 1928 (1928-09-28)	1,3-6
X	page 2, lines 50-88; figures	
X	FR 833 945 A (STAPFER & CIE) 4 November 1938 (1938-11-04)	1,3-6
X	page 1, line 41 - page 2, line 37; figure 1	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 11 October 2016	Date of mailing of the international search report 19/10/2016
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Findeli, Luc
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2016/100329

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 524969	C	16-05-1931	DE 524969 C	16-05-1931
			NL 23331 C	11-10-2016

DE 656980	C	19-02-1938	NONE	

GB 297786	A	28-09-1928	NONE	

FR 833945	A	04-11-1938	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2016/100329

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01H39/00 H01H85/36
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 524 969 C (SIEMENS AG) 16. Mai 1931 (1931-05-16)	1,3-7, 14-17
Y	Seite 2, Zeilen 44-106; Abbildungen 7,8 -----	2,8-13
Y	DE 656 980 C (SIEMENS AG) 19. Februar 1938 (1938-02-19) Seite 2, Zeilen 8-40; Abbildungen -----	2,8-13
X	GB 297 786 A (REYROLLE A & CO LTD; WALTER JAMES COOK) 28. September 1928 (1928-09-28) Seite 2, Zeilen 50-88; Abbildungen -----	1,3-6
X	FR 833 945 A (STAPFER & CIE) 4. November 1938 (1938-11-04) Seite 1, Zeile 41 - Seite 2, Zeile 37; Abbildung 1 -----	1,3-6

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
11. Oktober 2016	19/10/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Findeli, Luc
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2016/100329

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
DE 524969	C	16-05-1931	DE 524969 C	16-05-1931
			NL 23331 C	11-10-2016

DE 656980	C	19-02-1938	KEINE	

GB 297786	A	28-09-1928	KEINE	

FR 833945	A	04-11-1938	KEINE	
