

(19)



(11)

**EP 4 038 653 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**06.12.2023 Patentblatt 2023/49**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

**H01H 39/00** <sup>(2006.01)</sup> **F42B 3/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**F15B 15/10** <sup>(2006.01)</sup> **F15B 15/19** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **20797034.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

**H01H 39/006; F42B 3/006; F15B 15/10;**  
**F15B 15/19; H01H 2039/008**

(22) Anmeldetag: **02.10.2020**

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/EP2020/077628**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 2021/064160 (08.04.2021 Gazette 2021/14)**

(54) **SCHNELLTRENNSCHALTER**

QUICK DISCONNECT SWITCH

SECTIONNEUR RAPIDE

(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**

(30) Priorität: **02.10.2019 EP 19201212**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**10.08.2022 Patentblatt 2022/32**

(73) Patentinhaber: **Lell, Peter**

**85368 Moosburg (DE)**

(72) Erfinder: **Lell, Peter**

**85368 Moosburg (DE)**

(74) Vertreter: **Simandi, Claus**

**Simandi Patentanwälte  
Kurfürstendamm 45  
10719 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**AT-A1- 517 907 AT-B1- 517 907**  
**DE-A1- 19 817 133 FR-A1- 2 957 452**  
**US-A1- 2004 112 239**

**EP 4 038 653 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Schnelltrennschalter, d. h. einen Schalter, mit dem man besonders schnell einen elektrischen Stromkreis auch bei hohen Stromstärken und hohen Trennspannungen trennen kann. Der Schalter eignet sich für Gleichstrom- und für Wechselstromkreise. Der Schalter setzt hierzu in der Regel eine geringe Menge eines Explosivstoffmaterials ein. Solche Schalter werden gelegentlich auch als pyrotechnische Trennvorrichtungen oder auch als elektrische Unterbrechungsschaltglieder bezeichnet. Sie können etwa auf dem immer wichtiger werdenden Gebiet der E-Mobilität insbesondere zur Absicherung elektrischer Antriebe eingesetzt werden, besonders bei Elektroautos, Elektrolastkraftwagen oder Elektrobussen. Wenn ein entsprechend angetriebenes Fahrzeug verunfallt, ist die schnelle Abtrennung der Stromquelle von der Fahrzeugverkabelung wichtig und notwendig. Die entsprechenden Fragen stellen sich auch beim Antrieb von Schiffen mit Elektromotoren oder inzwischen auch beim Antrieb von Flugzeugen mit Elektromotoren, aber auch bei entsprechenden Aufgabenstellungen in Schalt-schränken allgemein.

### Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Viele Trennschalter verwenden die Wirkung von Treibladungen auf einen Kolben. Nach dessen Beschleunigung und durch den auf ihn ausgeübten Druck sind sie jedenfalls in der Lage, damit einen Stromkreis schnell zu unterbrechen, auch dann, wenn hohe Ströme fließen.

**[0003]** Die Europäische Patentanmeldung EP 563 947 A1 offenbart ein Verfahren zum Sichern von Stromkreisen, welche hohe Ströme führen, und offenbart auch ein Hochstromsicherungselement. Zum Durchtrennen des Stromleiters wird dabei eine pyrotechnische Ladung entzündet. Diese beschleunigt einen Schneidstempel. Der Schneidstempel durchtrennt mechanisch einen Leiterabschnitt.

**[0004]** Die Deutsche Offenlegungsschrift DE 196 16 993 A1 offenbart ein pyrotechnisches Sicherungselement für Stromkreise. Hierbei kommt ebenfalls eine pyrotechnische Ladung zum Einsatz. Diese beschleunigt einen Kunststoffkolben, welcher ein messerartiges Trennelement führt, welches seinerseits einen Leiter durchtrennen kann.

**[0005]** Die Deutsche Patentschrift DE 44 38 157 offenbart ebenfalls eine pyrotechnische Trennvorrichtung, welche geeignet ist, ein Wirkteil, welches im Wesentlichen eine Kolbenform hat, zur Durchtrennung eines Leiters zu beschleunigen.

**[0006]** Diese Lösungen funktionieren allesamt nach dem Grundprinzip eines kolbengetriebenen Trennschalters. Da es auf die sehr schnelle Trennung eines Strom-

kreises innerhalb von Millisekunden ankommt, ist die Beschleunigung der Kolbenmasse aber von Nachteil. Eine Masse zu beschleunigen, verzögert den Prozess unvermeidlich. Ferner muss der Kolben in einer jeweiligen Trennkammer sauber geführt werden, um eine schnelle Bewegung zu ermöglichen. Darüber hinaus ist es noch erforderlich, Abdichtungsvorrichtungen vorzusehen, beispielsweise zwischen Kolben und Treibladung.

**[0007]** Die Deutsche Offenlegungsschrift DE 44 02 994 A1 offenbart einen elektrischen Sicherheitsschalter für Kraftfahrzeuge, der als kolbenfrei beschrieben werden kann. Hierbei werden zwei Leiter derart miteinander verbunden, dass ein Leiter mit einem verjüngten Ende in den Aufnahmeraum eines anderen Leiters hineinragt. In diesem Aufnahmeraum ist ein Gasgenerator vorgesehen, welcher als Treibladung wirkt. Bei einer solchen Lösung entweichen allerdings Abgase, welche durch eine Treibladung produziert werden, in den dann offenen Raum zwischen zwei Leitern. Ebenfalls verläuft die Trennung der Leiter nicht in einer gut definierten Weise. Bei einer unzureichenden Trennung kann es daher sehr schnell zu Lichtbogenausbildungen kommen.

**[0008]** Die US 2004/112239 A1 offenbart einen Schnelltrennschalter gemäß des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung möchte einen preiswert und zuverlässig herstellbaren Schnelltrennschalter anbieten, welcher die Nachteile im Stande der Technik umgeht. Insbesondere kann der Trennschalter kolbenfrei arbeiten, so dass eine Trennung mit wenig beschleunigter Masse möglich ist. Die Trennung soll den zu trennenden Leiter in einen zuverlässigen vordefinierten Trennzustand überführen und hierbei Lichtbogeneffekte minimieren, wie sie vor allem in Gleichstromkreisen (DC-Stromkreisen) bei der Stromkreistrennung auftreten würden. Ferner soll das Austreten von Abgasen der Treibladung oder Verschmutzungspartikeln vermieden werden, wie auch der Kontakt der Abgase mit der bzw. den Trennstellen.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch einen Schnelltrennschalter nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Die entsprechenden Vorteile weist auch ein Verfahren zur Stromkreistrennung nach Verfahrensanspruch 12 und seinen Unteransprüchen auf.

### Beschreibung

**[0011]** Der Schnelltrennschalter soll einen Stromzuführkontakt und einen Stromabfuhrkontakt aufweisen. Diese Bezeichnungen sollen allerdings nicht zwingend eine Stromrichtung festlegen, in der Regel kann der Trennschalter unabhängig von einer bestimmten Stromrichtung wirksam werden. Diese Kontakte können unmittelbar am Trennschalter vorgesehen sein, oder der Trennschalter kann auch Leitungsabschnitte aufweisen, die ihrerseits erst diese Kontakte aufweisen. Die beiden Kontakte sind durch einen Leiter verbunden. Hierbei han-

delt es sich oft um einen Kupfer- oder Aluminiumleiter. Ein anderes Material, insbesondere ein anderes metallisches oder zumindest elektrisch leitfähiges Material, ist aber ebenfalls geeignet.

**[0012]** Der Schnelltrennschalter weist eine Trennkammer auf. Diese weist ihrerseits einen Innenraum auf. Der Innenraum kann verschiedene Formen haben, häufig ist er quaderförmig. Der Leiter wird durch die Trennkammer geführt. Vorzugsweise wird der Leiter genau oder im Wesentlichen mittig durch die Trennkammer geführt. Damit ergibt sich zumindest in einer Schnittebene eine spiegelsymmetrische Lage.

**[0013]** Erfindungsgemäß ist in der Trennkammer ein Dehngefäß vorgesehen. Das Dehngefäß kann eine Explosivladung enthalten. Alternativ kann die Explosivladung in einem an das Dehngefäß angrenzenden Gefäß untergebracht sein, beispielsweise zusammen mit einer Zündladung. In jedem Fall soll bei Explosion die Explosivladung das Dehngefäß ausdehnen können.

**[0014]** Anders als im Stand der Technik ist die Explosivladung also nicht unmittelbar in der Trennkammer vorgesehen, sondern in einem eigenen Gefäß.

**[0015]** Die Explosion der Explosivladung bewirkt die mechanische Trennung des Leiters. Dies geschieht unter Ausdehnung des Dehngefäßes. Das Dehngefäß kann dabei die Explosivladung auch nach der Explosion vollständig umschließen.

**[0016]** Dieser Aspekt führt zu weiteren grundsätzlichen Vorteilen der Erfindung: Der Trennschalter kann gasdicht gebaut werden und deshalb bei sehr niedrigen Umgebungsdrücken (z.B. in der Luftfahrt) eingesetzt werden. Bei Schaltern aus dem Stand der Technik muss Abgas entweichen können. Daher können diese Schalter nicht gasdicht gebaut und bei sehr niedrigen Umgebungsdrücken eingesetzt werden.

**[0017]** Das Dehngefäß kann beispielsweise einen Faltenbalg umfassen. Ein solcher Faltenbalg erleichtert die schnelle Ausdehnung. Das Dehngefäß soll sich beispielsweise auf mehr als 200%, 300%, 400%, 500% oder bis zu 1000% seines Ausgangsvolumens ausdehnen können. Vorzugsweise soll dies zerstörungsfrei geschehen. Das Dehngefäß kann auch elastisch sein, so dass sich sein Volumen nach der Explosion wieder reduziert. Elastizität ist jedoch nicht erforderlich. Das Dehngefäß kann zweckmäßigerweise aus Metall oder aus einem Nicht-Metall gefertigt werden. Zweckmäßige Metalle sind Stähle, allgemein dünne Stähle, und insbesondere auch Edelstahl. Alternativ kann das Dehngefäß auch aus Bronze oder Kupfer gefertigt werden. Bei den Nicht-Metallen sind Gummi, Naturgummi, Silikon oder auch TPE-Kunststoff zweckmäßig. In Betracht kommen ebenfalls Kunststoffe wie Polyoxymethylen (POM), Polyamid 6 (PA 6) oder ABS.

**[0018]** Erfindungsgemäß wird für das Dehngefäß ein elektrisch leitendes Material verwendet. Dieses ist gemäß der Erfindung außen elektrisch durch eine elektrisch nichtleitende Schicht abisoliert, um nach dem Trennen des Leiters die verbleibenden Kontaktstücke nicht elek-

trisch zu überbrücken.

**[0019]** Das Dehngefäß ist zweckmäßigerweise leichter als der in der Trennkammer verlaufende Leiterabschnitt. Durch dieses geringe Gewicht ist eine schnelle Ausdehnung der Explosivladung auch im Verhältnis zur Masse des durchtrennenden Leiterabschnittes gegeben. Ein eher schweres Dehngefäß würde eine Durchtrennung des Leiters nach Art eines Kolbens bewirken. Ein Dehngefäß aus Metall kann in entsprechender Weise gestaltet werden. Jedoch würde die Leitertrennung etwa durch einen scharfkantigen kolbenähnlichen Abschnitt im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht erforderlich sein. Die Leitertrennung erfolgt vorwiegend durch die rasche Ausdehnung des Explosivmaterials im vorgegebenen Raum der Trennkammer, anders gesagt durch eine Druckwelle.

**[0020]** Es ist zweckmäßig, wenn der Leiter entlang einer Achse in einer ersten Richtung durch die Trennkammer verläuft. Die Trennkammer und insbesondere die Lage des Dehngefäßes kann zweckmäßig so gestaltet werden, dass die Trennung mit einer bezogen auf diese Achse ganz, oder im Wesentlichen, oder zumindest überwiegenden radialen Komponente erfolgt. Dann kann ein abzutrennender Leiterabschnitt radial verschoben werden. Dabei kann der Leiter verbogen werden, so dass nur ein gewisses Teilstück radial verschoben wird, oder es kann aus dem Leiter an zwei Seiten ein Teilstück abgetrennt werden, welches insgesamt radial verschoben wird.

**[0021]** Es kann zweckmäßig sein, wenn der Leiter mechanische Schwächungselemente aufweicht. Solche Schwächungselemente reduzieren das zu trennende Leitermaterial, ohne den elektrischen Durchgangswiderstand des Leitermaterials wesentlich zu erhöhen. Diese Schwächungselemente können Bohrungen, Nuten, Teilschnitte oder Kerben umfassen. Sie dienen auch dazu, die Trennung des Leiters im Voraus berechenbar zu machen, zu erleichtern und im Voraus in günstiger Weise zu gestalten.

**[0022]** Eine Bohrung hat den zusätzlichen Nutzen, dass sie eine Luftströmung durch den Leiter ermöglicht. Bei einer schnellen Bewegung des Leiters oder eines Leiterabstands entsteht damit weniger Strömungswiderstand. Auch wenn der Leiter sich in ein Löschmedium hinein bewegt, kann durch die Bohrung der Strömungswiderstand und damit der Widerstand gegen die gewünschte Translationsbewegung des Leiters deutlich reduziert werden. Im Übrigen sind Bohrungen durch die Entnahme des Materials Schwächungsstellen, an denen besonders leicht eine Bruchstelle im Material entstehen kann.

**[0023]** Im Übrigen können Schwächungselemente in Form von Nuten oder Kerben vorgesehen werden. Unter einer Nut soll hierin eine Schlitzung von bestimmter Tiefe verstanden werden (welche im Querschnitt als Sackloch erscheint), welche aber im Querschnitt auch eine gleichmäßige Dicke hat. Unter einer Kerbe soll eine Vertiefung verstanden werden, welche nahe der Leiteroberfläche

breiter ist als in größerer Tiefe. Beides sind geeignete Schwächungselemente. Kerben erlauben es vorteilhaft, ganze Abschnitte des Leiters radial zu verschieben. Wenn nur eine Nut vorgesehen ist, insbesondere eine schmale Nut, kann die radiale Verschiebung durch eine Verkippung und Verkantung erschwert oder behindert werden.

**[0024]** Der Leiter kann auch eine Zone erhöhten Widerstandes aufweisen. Beispielsweise kann der Leiterdurchmesser in einer solchen Zone verringert sein. Zur Erhöhung des elektrischen Widerstandes können die oben aufgezählten Schwächungselemente zweckmäßig eingesetzt werden. Dies führt zu einer elektrischen Erhitzung des Leiters. Die entstehende Wärme kann genutzt werden, um dort anliegendes Explosivmaterial zu zünden. Dazu wird das Explosivmaterial vorzugsweise in der Nähe der Zone des erhöhten Widerstandes und in gutem thermischem Kontakt zu ihr positioniert.

**[0025]** Es besteht auch die vorteilhafte Möglichkeit, das Material des Dehngefäßes auf eine solche Wärmeausgelöste oder "passive" Explosion hin zu optimieren. Dabei kann das Material des Dehngefäßes insgesamt dieser Aufgabe angepasst werden, oder das Dehngefäß weist abschnittsweise, nämlich an der Kontaktfläche mit dem Leiter, ein vom übrigen Dehngefäß abweichendes Material auf. Geeignete Materialien sind hierbei Kupfer, Messing, Aluminium, Silber oder auch Bronze.

**[0026]** Es kommt auch in Frage, wenn am Dehngefäß eine zusätzliche Kontaktlage aufgebracht wird. Beispielsweise könnte eine Kontaktlage aus Kupfer zur besonders guten Wärmeleitung eingesetzt werden. In dieser Weise lässt sich die Wärmeinduzierte Trennung besonders exakt den Notwendigkeiten des Schaltkreises anpassen.

**[0027]** Diese zweckmäßige Gestaltung zeigt weitere Vorteile der Verwendung eines Dehngefäßes auf. Wo etwa ein Kolben verwendet wird, muss der Kolben fast unvermeidlich zwischen Explosivladung und Leiter angewandt werden. Damit verhindert aber der Kolben eine örtlich nahe Positionierung der Explosivladung am Leiter. Durch Verzicht auf einen Kolben ist dies möglich. Die Auslösung der Stromkreistrennung durch Leitererwärmung ist besonders vorteilhaft. Sie ermöglicht durch die hier vorhandene passive Auslösung der Explosivladung bzw. des Trennschalters, dass eine Überhitzung des Stromkreises oder einer hier kurzgeschlossenen Stromquelle durch zu hohe Ströme vermieden wird, ohne dass eine komplizierte Erfassung und Auswertung der Ströme und/oder Schaltung erforderlich sind.

**[0028]** Es kann auch zweckmäßig sein, Teile der Explosivladung innerhalb des Dehngefäßes vorzusehen und Teile der Explosivladung außerhalb des Dehngefäßes vorzusehen. Beispielsweise kann eine Explosivladung in einem Sackloch oder einer ähnlichen Ausnehmung des Leiters vorgesehen sein. Diese Explosivladung erwärmt sich dann durch den unmittelbaren Kontakt zum Leiter schnell. Ihre Explosion kann durch Wärmeübertragung die Explosion der übrigen Explosivladung im

Trenngefäß bewirken. Dazu kann beispielsweise auch zusätzlich eine Bohrung vorgesehen werden, durch die ein Heißgasstrahl das Innere des Dehngefäßes erreicht. Eine solche Bohrung ist nicht unbedingt erforderlich, da auch durch thermische Erwärmung durch das Material des Dehngefäßes hindurch schnell und zuverlässig eine Explosion von Explosivmaterial ausgelöst werden kann, welche innerhalb des Dehngefäßes vorgesehen ist.

**[0029]** Nach einer weiteren vorteilhaften Gestaltung der Erfindung kann die Trennkammer ein Löschmedium umfassen. Dieses Löschmedium kann beispielsweise unterhalb des Leiters angeordnet sein, das heißt auf der dem Dehngefäß abgewandten Seite vom Leiter - oder es füllt gleich mehr oder weniger den gesamten Innenraum des Trennschalters außerhalb des Dehngefäßes aus. Hierbei sind Füllgrade von 10% bis nahe 100% des freien inneren Volumens des Trennschalters von Vorteil.

**[0030]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Nottrennung eines Stromkreises, welches folgende Schritte umfasst:

- a. Führen des Stromes durch einen Leiterabschnitt
- b. Führen des Leiterabschnitts durch eine Trennkammer
- c. Vorsehen eines Dehngefäßes in der Trennkammer wobei das Dehngefäß aus einem elektrisch leitenden Material besteht und außen mit einem elektrisch nicht-leitenden Material beschichtet oder umgeben ist
- d. Vorhalten eines Explosivmaterials am oder im Dehngefäß
- e. Zünden des Explosivmaterials
- f. Durchtrennen des Leiterabschnittes

**[0031]** Das Explosivmaterial soll so am oder im Dehngefäß vorgehalten werden, dass das Dehngefäß durch die Reaktion des Explosivmaterial ausgedehnt werden kann. Vorzugsweise werden die Schritte im Zusammenhang und in der Reihenfolge ihrer Aufzählung ausgeführt. Das Verfahren ist auf den erfindungsgemäßen Schnelltrennschalter bezogen zu verstehen. Das heißt, Merkmale der Gestaltung des Schnelltrennschalters sind analog auf das Verfahren zu übertragen, und Merkmale des Verfahrens sind analog auf Merkmale des Schnelltrenners zu übertragen. Zweckmäßig ist auch ein Verfahren, in dem das Explosivmaterial nach der Explosion vollständig in dem Gefäß verbleibt.

**[0032]** Zweckmäßig ist ferner ein Verfahren, bei dem nach dem Durchtrennen des Leiters ein erstes Leiterende und ein zweites Leiterende entsteht, und das Dehngefäß das erste Leiterende und das zweite Leiterende mechanisch trennt. Das Dehngefäß dehnt sich also zwischen den Leiterenden aus. Allgemein soll unter mechanischer Trennung hieran verstanden werden, dass das Dehngefäß eine gedachte Verbindungslinie zwischen den Leiterenden durchtrennt und/oder entlang die ursprüngliche axiale Verlaufsachse des Leiters durchtrennt.

**[0033]** Zweckmäßig ist insbesondere auch ein Verfahren, bei dem das Explosivmaterial durch einen elektrischen Zündimpuls gezündet wird. Alternativ oder zusätzlich, in der Regel aber alternativ, kann das Explosivmaterial durch Erhitzung eines Leiterabschnittes gezündet werden. Dabei kommt insbesondere ein Leiterabschnitt mit einem erhöhten elektrischen Widerstand in Betracht.

**[0034]** Zweckmäßigerweise geht es auch um ein Verfahren, bei dem sich das Dehngefäß ganz oder abschnittsweise an Innenwände der Trennkammer schmiegt.

**[0035]** Vor der Explosion befindet sich das Dehngefäß in einem Teilvolumen der Trennkammer. Zweckmäßigerweise macht dieses Teilvolumen weniger als 80% oder auch weniger als 60% oder auch weniger als 40% des Gesamtvolumens der Trennkammer aus.

**[0036]** Die Trennkammer soll ferner ein sogenanntes erstes Volumen haben. Dieses Volumen wird auch die Fläche, die den Leiter mittig durchtrennt und senkrecht zur Ausdehnungsrichtung des Dehngefäßes steht, begrenzt. Das erste Volumen soll das Dehngefäß enthalten. Bezogen auf das erste Volumen ist es zweckmäßig, wenn das Dehngefäß weniger als 80% oder 60% oder auch 40% des ersten Volumens einnimmt.

**[0037]** Nach der Explosion füllt das Dehngefäß ein größeres Volumen der Trennkammer auf. Dabei kann es beinahe das volle Volumen der Trennkammer ausfüllen und sich dann fast vollständig oder vollständig an die Innenwände der Trennkammer anschmiegen. Alternativ geschieht dies zumindest abschnittsweise. Das Anschmiegen an die Innenwände der Trennkammer und die entsprechende Auswahl und Positionierung des Dehngefäßes erleichtern es, dass die Dehngefäßwände nicht bersten oder anders undicht werden. Das Dehngefäß muss sich dann nur in der Explosionsphase mit der sich ausdehnenden Front des Treibmaterials mitbewegen, bis es an einen Trennwandabschnitt stößt. Der Druck der Explosion wird ab diesem Zeitpunkt durch die Innenwände oder zumindest einem Innenwandabschnitt der Trennkammer aufgenommen. Dementsprechend müssen die Wände des Dehngefäßes, obwohl sie einer Explosion gewissermaßen standhalten müssen, nicht übermäßig stabil sein. Es genügt, wenn das Material an sich nicht sehr (druck-) belastbar, aber schnell dehnbar ist. Das gilt insbesondere für Gummimaterialien. Das Dehngefäß kann dann eine Art Ballon bilden, der für eine einmalige schnelle Dehnung ausgelegt ist, aber großen Drücken nicht oder jedenfalls nicht unbedingt auf Dauer standhalten muss.

**[0038]** Als Explosivladung wird hier allgemein ein Stoff verstanden, welcher sich bei einer entsprechenden Aktivierung schnell und stark ausdehnt. Es kommt ein Stoff oder auch Stoffgemisch in Frage, welcher durch inneren Druck die Dehnung des Dehngefäßes bewirken kann. Dabei können Gase oder Dämpfe erzeugt werden. Zweckmäßig sind hier Nitrozellulosepulver oder Double Base Pulver (diese sind Mischungen aus NC und NGL), aber vor allem die bekannten Zünd- und Anzündstoffe

wie ZPP (Zirkonium Potassium Perchlorat), Silberazid, Hexogen oder auch Oktogen.

**[0039]** Bleihaltige Mischungen wie Bleiazid könnten zwar ebenfalls eingesetzt werden, jedoch will und sollte man hier schwermetallfrei bleiben. Auch Gase oder insbesondere auch in flüssiger Form können hier verwendet werden.

**[0040]** Die Aktivierung erfolgt in der Regel durch einen Anzünder oder einen Zünder. Der Anzünder kann einen Hitzedraht oder Explosionsdraht beinhalten oder auch durch eine elektrische Entladung gezündet werden. Einem Gas kann auch ein fester, oder flüssiger, oder anderer gasförmiger Stoff beigemischt werden, insbesondere ein Oxidationsmittel. Alternativ oder zusätzlich kann eine Explosion auch passiv ausgelöst werden, das heißt durch die bloße Erwärmung eines Explosivstoffes. Dabei kann auch in zwei Bereichen Explosivstoff vorgesehen sein, wobei zunächst ein erster Explosivstoff zur Explosion gebracht wird und diese Explosion die Explosion eines zweiten Explosivstoffes auslöst.

**[0041]** Das optional vorgesehene Löschmittel sollte auf die Explosivladung abgestimmt sein. Grundsätzlich kann es flüssig, gasförmig, gelartig, schaumartig oder auch mehrfasrig sein.

**[0042]** 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. Die Abbildungen sind teilweise leicht vereinfacht und schematisch:

Fig. 1 ist eine Querschnittsdarstellung eines erfindungsgemäßen Trennschalters, welcher in Ansicht (A) vor der Trennung und in Ansicht (B) nach der Trennung gezeigt wird.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht eines alternativen erfindungsgemäßen Trennschalters, welcher in Ansicht (A) vor der Trennung und in Ansicht (B) nach der Trennung gezeigt wird.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht eines alternativen erfindungsgemäßen Trennschalters, welcher in Ansicht (A) vor der Trennung und in Ansicht (B) nach der Trennung gezeigt wird.

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht eines alternativen erfindungsgemäßen Trennschalters, welcher in Ansicht (A) vor der Trennung und in Ansicht (B) nach der Trennung gezeigt wird.

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht eines alternativen erfindungsgemäßen Trennschalters, welcher in Ansicht (A) vor der Trennung und in Ansicht (B) nach der Trennung gezeigt wird.

Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht eines alternativen

erfindungsgemäßen Trennschalters, welcher in Ansicht (A) vor der Trennung und in Ansicht (B) nach der Trennung gezeigt wird.

Fig. 7 zeigt eine Querschnittsansicht von Teilen eines erfindungsgemäßen Trennschalters, welcher passiv gezündet werden kann.

Fig. 8 bietet Querschnittsansichten verschiedener Leiter, welche jeweils unterschiedliche Schwächungselemente aufweisen.

**[0043]** Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Schnelltrennschalter 10 im Querschnitt. Ansicht (A) zeigt den Schnelltrennschalter 10 vor seiner Auslösung, d. h. vor der Trennung des Leiters.

**[0044]** Der Schnelltrennschalter 10 weist die Trennkammer 12 auf, welche vom Trennkammergehäuse 14 umgeben ist. In der Trennkammer 12 ist ein Zündelement 16 angebracht. Anschließend an das Zündelement 16 ist das Dehngefäß 18 vorgesehen. Durch die Trennkammer verläuft der Leiter 20. Der Leiter 20 ist mit verschiedenen Schwächungselementen ausgerüstet, nämlich mit der Nut 22 sowie mit Bohrungen 24.

**[0045]** Die Trennkammer 12 weist ein erstes Volumen  $V_1$  auf, welches in diesem Querschnitt nach unten durch den Leiter 20 begrenzt wird und im Übrigen durch die Wände der Trennkammer 12 begrenzt wird. Das Dehngefäß 18 nimmt nur einen kleinen Raum dieses ersten Volumens  $V_1$  ein, deutlich weniger als 50%.

**[0046]** Ausgelöst durch eine Zündung kann es zu einer wesentlichen (explosionsartigen) Volumenvergrößerung des Dehngefäßes kommen. Das Dehngefäß 18 oder die Kammer um das Zündelement 16 enthält dazu ein nicht näher dargestelltes Explosivmaterial. Durch diese Explosion wird der Trennschalter 10 in den in der Ansicht (B) gezeigten Zustand überführt. (Unveränderte Elemente werden nicht mehr näher bezeichnet und erläutert.) Das Dehngefäß 18 nimmt nun ein wesentlich größeres Volumen ein. Der Leiter 20 ist durchtrennt. Dabei tritt die Biegung 26 auf. Dadurch wird der Leiter 20 an den Trennflächen 28a und 28b vollständig getrennt und ein Abstand zwischen den Trennflächen hergestellt, der einen elektrischen Übersschlag vermeidet.

**[0047]** Zu bedenken ist, dass der erfindungsgemäße Trennschalter weitere Elemente umfassen kann. Er ist hier nur schematisch und leicht vereinfacht dargestellt. Beispielsweise könnten an den Leiterenden Klemmen vorgesehen sein, ferner kann das Zündelement in sich vierteilig sein. Der dargestellte Trennschalter 12 verwirklicht aber bereits alle wesentlichen Elemente der Erfindung.

**[0048]** Weiter kann das freie Volumen der Baugruppe über und/oder unterhalb des Leiters 20 mit einem hier nicht eingezeichneten gasförmigen, flüssigen, pulverigem oder gelartigen Löschfluid gefüllt sein, auch aus deren Mischungen.

**[0049]** Fig. 2 zeigt in entsprechender Ansicht einen an-

deren erfindungsgemäßen Trennschalter 10. In diesem Fall sind im Leiter 20 zwei Nuten 22A und 22B vorgesehen. Zwischen den Nuten 22A und 22B entsteht ein Leiterabschnitt. Dieser Leiterabschnitt 32 kann, wie in Ansicht (B) sichtbar wird, durch die Explosion insgesamt transversal verschoben werden. Der Vorteil hier ist, dass während des Trennvorgangs der Stromkreis an 2 Stellen geöffnet wird, so dass die am Trennschalter anliegende Spannung pro Öffnungsstelle quasi halbiert wird und sich damit pro Öffnungsstelle nur die halbe Energie umsetzt, die im Augenblick der Trennung als magnetische Energie in der Stromkreisinduktivität gespeichert war, wie das bei nur einer Trennstelle der Fall ist. Damit können Stromkreise bei etwas höheren Spannungen noch geöffnet werden, ohne dass ein Lichtbogen an den Trennstellen nach der Öffnung bzw. Trennung stehen bleibt, wie das insbesondere beim Trennen von DC-Stromkreisen erfolgen würde.

**[0050]** Fig. 3 zeigt in analoger Schnittdarstellung eine andere Ausführungsform der Erfindung. Der Leiter ist im Wesentlichen so gestaltet, wie in Fig. 1 dargestellt. Hier jedoch ist das Dehngefäß größer. Das Dehngefäß nimmt vor der Explosion im Wesentlichen das gesamte erste Volumen  $V_1$  ein, welches die Trennkammer 12 oberhalb des Leiters 20 zur Verfügung stellt.

**[0051]** In Ansicht (B) ist die Situation nach der Explosion dargestellt. Das Dehngefäß 18 hat sich ausgedehnt, bei seiner Ausdehnung schmiegt es sich an die Innenwände der Trennkammer an und drückt gegen den Leiter 20. Dies führt analog zum Ausbilden einer Biegung 26 des Leiters. Das ausgedehnte Dehngefäß unterdrückt Funkenüberschlag besonders effizient.

**[0052]** Fig. 4 zeigt in analoger Darstellung eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Hier ist wiederum ein Dehngefäß verwendet worden, welches ein großes Volumen einnimmt, namentlich das ganze erste Volumen  $V_1$  oberhalb von dem Leiter 20. Dieser ist wiederum mit Nuten, nämlich den Nuten 22A und 22B ausgerüstet. Auch das große Dehngefäß führt nach Explosion zum Ausbrechen des Leiterstücks 32 auf dem Leiter.

**[0053]** Fig. 5 zeigt eine weitere alternative Ausführungsform der Erfindung. In diesem Fall wird ein Dehngefäß 18 verwendet, welches einen Faltenbalg 30 aufweist. Wie in Ansicht (B) dargestellt, führt die Ausdehnung des Dehngefäßes 18 aufgrund der Explosion wiederum zum Erstellen einer Biegung 26 im Leiter 20. Die Ausdehnung wird durch den Faltenbalg 30 ermöglicht, so dass die entsprechenden Falten nach der Explosion, wie in Ansicht (B) dargestellt, verschwinden. Auch nach der Explosion bleibt das Dehngefäß in Takt, so dass Explosivmaterial nicht in den Innenraum der Trennkammer eindringt.

**[0054]** Fig. 6 zeigt eine wiederum andere Ausführungsform der Erfindung. Hier wird ein Dehngefäß 18 mit einem Faltenbalg kombiniert mit einem Leiter 20, welcher wiederum zwei Nuten aufweist, die Nuten 22A und 22B. Durch Ausdehnung des Dehngefäßes, bei der wiederum

die Falten des Faltenbalges durch Ausdehnung verschwinden, kommt es zu einer vollständigen transversalen Verschiebung des Leiterstücks 32.

**[0055]** Auch in den in Fig. 2 bis Fig. 6 gezeigten Ausführungsformen kann das freie Volumen der Baugruppe über und/oder unterhalb des Leiters 20 wieder mit einem hier nicht eingezeichneten gasförmigen, flüssigen, pulverigem oder gelartigen Löschfluid gefüllt sein, auch aus deren Mischungen.

**[0056]** Fig. 7 zeigt eine Querschnittsansicht von Teilen eines erfindungsgemäßen Trennschalters, welcher passiv gezündet werden kann.

**[0057]** Hierbei wird auf die Darstellung des Schnelltrennschalters 10 insgesamt verzichtet. Dargestellt ist der Leiter 20 und seine Zusammenwirkung mit dem Dehngefäß 18. Das dargestellte Dehngefäß 18 weist wiederum einen Faltenbalg 30 auf. Dies ist zweckmäßig, wenn das Dehngefäß aus Metall gefertigt ist. Bei einem Dehngefäß aus Gummi kann häufig darauf verzichtet werden, einen solchen Faltenbalg vorzusehen. Das Dehngefäß 18 ist in seinem unteren Bereich mit der Explosivladung 36 befüllt. Diese Explosivladung liegt über eine Kontaktbahn am Leiter an. Die Kontaktbahn 38 kann einstückig mit dem Dehngefäß gefertigt sein, oder als zusätzliche Bahn außen auf das Dehngefäß aufgebracht werden. Im Leiter 20 ist ein Sackloch 40 vorgesehen, welches das Dehngefäß teilweise aufnehmen kann. Zusätzlich sind im Leiter 20 Nuten 22A und 22B vorgesehen. Diese mechanische Situation führt zu einer mechanischen Schwächung des Leiters. Ferner wird durch das Sackloch 40 wie auch durch die Nuten 22A und 22B ein Bereich erhöhten elektrischen Widerstandes erzeugt. In diesem Bereich erwärmt sich der Leiter bei entsprechend hohem Stromfluss schnell.

**[0058]** Die Geometrie bewirkt auch in vorteilhafter Weise, dass die Wärme sich schnell auf das Dehngefäß 18 überträgt und dort die Explosivladung 36 entzündet werden kann.

**[0059]** Wie schon erläutert, hier aber nicht dargestellt, kann es auch zweckmäßig sein, eine zweite Explosivladung außerhalb des Dehngefäßes 18 im Bereich des Sackloches und eventuell auch in den Nuten 22A und 22B vorzusehen. Durch bloße Wärmeübertragung ist die schnelle Zündung besonders eines solchen Explosivmaterials außerhalb des Dehngefäßes 18 möglich. Ein optional zusätzliches, auch innerhalb des Dehngefäßes vorgesehenes zweites Explosivmaterial wird dann durch das erste Explosivmaterial, welches außerhalb des Dehngefäßes 18 vorgesehen ist, besonders leicht entzündet.

**[0060]** Handelt es sich bei dem Faltenbalg bzw. beim Material des Dehngefäßes um ein elektrisch leitendes Material, muss es außen mit einem elektrisch nichtleitenden Material zumindest dünn überzogen sein, um den nach der Auslösung des Trennschalters zunächst getrennten Leiter nicht wieder elektrisch kurzzuschließen. Hierfür eignen sich im Wesentlichen alle verfügbaren Kunststoffe, Plaste und Gummiarten.

**[0061]** Fig. 8 bietet schematische Querschnittsansichten weiterer vorteilhafter Leiterformen, wie sie im Rahmen der vorliegenden Erfindung zusammen mit einem Trennschnellschalter verwendet werden können. Diese Leiter sind besonders für Trennschalter geeignet, die passiv gezündet werden können, so wie in Fig. 7 dargestellt.

**[0062]** Ansicht (A) zeigt einen Leiter, welcher mit einem Sackloch 40 ausgerüstet ist und bei welchem zusätzliche Nuten 22A und 22B vorgesehen sind. Diese Ansicht entspricht der Ausführungsform, welche schon in Fig. 7 dargestellt wurde.

**[0063]** Ansicht (B) zeigt eine alternative Gestaltung des Leiters, bei der symmetrisch vier Nuten vorgesehen sind, die Nuten 22A, 22B, 22C und 22D. Durch diese Nuten wird auch ein Leiterstück definiert, welches sich leicht transversal verschieben lässt.

**[0064]** Die Ansicht (C) zeigt einen Leiter mit einem tiefen Sackloch 40. Dieses Sackloch kann leicht ein Dehngefäß aufnehmen. Auf zusätzliche Nuten wird verzichtet.

**[0065]** Die Ansicht (D) zeigt einen Leiter 20, in dem zwei Kerben 34A und 34B vorgesehen sind. Anders als Nuten, welche von konstanter Tiefe sind, weiten sich die Kerben nach oben auf. Kerben haben damit den Vorteil, dass das durch sie begrenzte Leiterstück 32 sich leichter transversal verschieben lässt. Auch bei einer sehr schnellen Bewegung, wie sie für eine Explosion typisch ist, wird so ein Verkanten oder eventuelles Verklemmen des Leiterstücks 32 effizient vermieden.

**[0066]** Insgesamt erkennt man, wie nach der vorliegenden Erfindung ein effizient arbeitender Trennschnellschalter hergestellt werden kann, welcher sich sowohl für eine aktive wie auch für eine passive Zündung eignet.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0067]**

10	Trennschnellschalter
12	Trennkammer
14	Trennkammergehäuse
16	Zünder
18	Dehngefäß
20	Leiter
22	Nut
24	Bohrungen
26	Biegung
28	Trennflächen
30	Faltenbalg
32	Leiterstück
34	Kerbe
36	Explosivladung (im Dehngefäß)
38	Kontaktbahn
40	Sackloch

#### **Patentansprüche**

1. Schnelltrennschalter (10), der einen Stromzufuhr-

- kontakt und einen Stromabfuhrkontakt aufweist, welche durch einen Leiter (20) verbunden sind, und bei dem der Leiter (20) durch eine Trennkammer (12) geführt wird, und in der Trennkammer (12) ein Dehngefäß (18) vorgesehen ist, welches durch eine Explosivladung ausgedehnt werden kann, wobei das Dehngefäß (18) aus einem elektrisch leitenden Material besteht **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dehngefäß (18) außen mit einem elektrisch nicht-leitenden Material beschichtet oder umgeben ist.
2. Schnelltrennschalter (10) nach Anspruch 1, bei dem das Dehngefäß (18) einen Faltenbalg (30) umfasst.
  3. Schnelltrennschalter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem sich das Dehngefäß (18) auf bis zu 500% seines Ausgangsvolumens dehnen kann.
  4. Schnelltrennschalter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Dehngefäß (18) aus Metall oder Gummi gefertigt ist.
  5. Schnelltrennschalter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Leiterabschnitt (32) innerhalb der Trennkammer (12) ein erstes Gewicht hat, und das Dehngefäß (18) ein zweites Gewicht, und das zweite Gewicht geringer ist als das erste Gewicht.
  6. Schnelltrennschalter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der Leiter (20) axial in einer ersten Richtung durch die Trennkammer (12) verläuft, und das Dehngefäß (18) bei seiner Ausdehnung eine Kraft mit im Wesentlichen radialer oder überwiegend radialer Komponente ausüben kann.
  7. Schnelltrennschalter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dessen Leiter (20) mindestens ein mechanisches Schwächungselement (22; 24; 34) aufweist.
  8. Schnelltrennschalter (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem mindestens ein Schwächungselement (22; 24; 34) in Form einer Nut (22), einer Bohrung (24) oder einer Kerbe (34) vorgesehen ist.
  9. Schnelltrennschalter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Leiter (20) einen Abschnitt erhöhten Widerstands aufweist.
  10. Schnelltrennschalter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem in der Trennkammer (12) ein Löschmedium (41) vorgesehen ist.
  11. Schnelltrennschalter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Leiter (20) mit mehr als einem Schwächungselement versehen ist, um bei der Trennung mehr als eine Trennstelle zu erzeugen.
  12. Verfahren zur Nottrennung eines Stromkreises, in dem Strom durch einen Leiter (20) fließt, welches folgende Schritte umfasst:
    - a. Führen des Stromes durch einen Leiterabschnitt (32)
    - b. Führen des Leiterabschnitts (32) durch eine Trennkammer (12)
    - c. Vorsehen eines Dehngefäßes (18) in der Trennkammer (12) wobei das Dehngefäß (18) aus einem elektrisch leitenden Material besteht und außen mit einem elektrisch nicht-leitenden Material beschichtet oder umgeben ist
    - d. Vorhalten eines Explosivmaterials im Dehngefäß (18)
    - e. Zünden des Explosivmaterials
    - f. Durchtrennen des Leiterabschnittes (32)
  13. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, in dem das Explosivmaterial nach der Explosion vollständig im Dehngefäß (18) verbleibt.
  14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, in dem nach dem Durchtrennen des Leiters (20) ein erstes Leiterende und ein zweites Leiterende entsteht, und das Dehngefäß (18) das erste Leiterende und das zweite Leiterende mechanisch trennt.
  15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12-14, in dem das Explosivmaterial durch Erhitzung des Leiterabschnittes (32) gezündet wird.
  16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12-15, bei dem sich nach dem Zünden des Explosivmaterials zumindest Teile der Wände des Dehngefäßes (18) sich zumindest abschnittsweise an die Innenwände der Trennkammer (12) anschmiegen.

#### Claims

1. A quick circuit breaker (10), which comprises a current supply contact and a current discharge contact, which are connected by a conductor (20), and in which the conductor (20) is guided through a separation chamber (12), and an expansion vessel (18) being provided in the separation chamber (12), the expansion vessel (18) being able to be extended by an explosive charge, wherein the expansion vessel (18) consists of an electrically conductive material **characterized in that**, the expansion vessel (18) is coated or surrounded on the outside with an electrically non-conductive material.

2. The quick circuit breaker (10) according to claim 1, in which the expansion vessel (18) comprises a bellows (30).
3. The quick circuit breaker (10) according to any one of the preceding claims, in which the expansion vessel (18) can expand to up to 500% of its original volume. 5
4. The quick circuit breaker (10) according to any one of the preceding claims, in which the expansion vessel (18) is made of metal or rubber. 10
5. The quick circuit breaker (10) according to any one of the preceding claims, in which the conductor section (32) within the disconnect chamber (12) has a first weight and the expansion vessel (18) has a second weight, the second weight being less than the first weight. 15
6. The quick circuit breaker (10) according to any one of the preceding claims, in which the conductor (20) runs axially through the separation chamber (12) in a first direction and the expansion vessel (18) can exert a force having a substantially radial or predominantly radial component as it expands. 20
7. The quick circuit breaker (10) according to any one of the preceding claims, the conductor (20) of which comprises at least one mechanical weakening element (22; 24; 34). 25
8. The quick circuit breaker (10) according to the preceding claim, in which at least one weakening element (22; 24; 34) is provided in the form of a groove (22), a hole (24) or a notch (34). 30
9. The quick circuit breaker (10) according to any one of the preceding claims, in which the conductor (20) comprises a section of increased resistance. 35
10. The quick circuit breaker (10) according to any one of the preceding claims, in which an extinguishing medium (41) is provided in the separation chamber (12). 40
11. The quick circuit breaker (10) according to any one of the preceding claims, in which the conductor (20) is provided with more than one weakening element to create more than one separation point upon separation. 45
12. A method for emergency disconnection of a circuit in which current flows through a conductor (20), comprising the following steps: 50
- a. conducting the current through a conductor section (32)
  - b. guiding the conductor section (32) through a separation chamber (12)
  - c. providing an expansion vessel (18) in the separation chamber (12), wherein the expansion vessel (18) consists of an electrically conductive material and is coated or surrounded on the outside with an electrically non-conductive material
  - d. holding an explosive material in the expansion vessel (18)
  - e. igniting the explosive material
  - f. cutting through the conductor section (32)
13. The method according to the preceding claim, in which the explosive material remains entirely in the expansion vessel (18) after the explosion.
14. The method according to claims 12 or 13, in which, after the conductor (20) has been cut through, a first conductor end and a second conductor end are produced, and the expansion vessel (18) mechanically separates the first conductor end and the second conductor end.
15. The method according to claims 12 to 14, in which the explosive material is ignited by heating the conductor section (32).
16. The method according to claims 12 to 15, in which, after the explosive material has been ignited, at least parts of the walls of the expansion vessel (18) nestle against the inner walls of the separation chamber (12), at least in sections.

### Revendications

1. Disjoncteur rapide (10), qui comprend un contact d'alimentation en courant et un contact de décharge de courant, qui sont reliés par un conducteur (20), et dans lequel le conducteur (20) est guidé à travers une chambre de séparation (12), et un vase d'expansion (18) étant prévu dans la chambre de séparation (12), le vase d'expansion (18) pouvant être étendu par une charge explosive, dans lequel le vase d'expansion (18) est constitué d'un matériau électriquement conducteur **caractérisé en ce que**, le vase d'expansion (18) est revêtu ou entouré à l'extérieur d'un matériau électriquement non-conducteur.
2. Le disjoncteur rapide (10) selon la revendication 1, dans lequel le vase d'expansion (18) comprend un soufflet (30).
3. Le disjoncteur rapide (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le vase d'expansion (18) peut se dilater jusqu'à 500% de son volume d'origine.

4. Le disjoncteur rapide (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le vase d'expansion (18) est en métal ou en caoutchouc.
5. Le disjoncteur rapide (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la section de conducteur (32) à l'intérieur de la chambre de déconnexion (12) a un premier poids et le vase d'expansion (18) a un deuxième poids, le deuxième poids étant inférieur au premier poids.
6. Le disjoncteur rapide (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le conducteur (20) traverse axialement la chambre de séparation (12) dans une première direction et le vase d'expansion (18) peut exercer une force ayant une composante sensiblement radiale ou principalement radiale lorsqu'il se dilate.
7. Le disjoncteur rapide (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dont le conducteur (20) comporte au moins un élément d'affaiblissement mécanique (22 ; 24 ; 34).
8. Le disjoncteur rapide (10) selon la revendication précédente, dans lequel au moins un élément d'affaiblissement (22 ; 24 ; 34) est prévu sous la forme d'une rainure (22), d'un trou (24) ou d'une encoche (34).
9. Le disjoncteur rapide (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le conducteur (20) comporte une section de résistance accrue.
10. Le disjoncteur rapide (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un agent extincteur (41) est prévu dans la chambre de séparation (12).
11. Le disjoncteur rapide (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le conducteur (20) est pourvu de plus d'un élément d'affaiblissement pour créer plus d'un point de séparation lors de la séparation.
12. Procédé de déconnexion d'urgence d'un circuit dans lequel le courant circule dans un conducteur (20), comprenant les étapes suivantes :
- conduire le courant à travers une section de conducteur (32)
  - guider la section de conducteur (32) à travers une chambre de séparation (12).
  - placer un vase d'expansion (18) dans la chambre de séparation (12), le vase d'expansion (18) étant constitué d'un matériau conducteur d'électricité et revêtu ou entouré à l'extérieur d'un matériau non conducteur d'électricité
  - maintenir une matière explosive dans le vase d'expansion (18)
  - enflammer la matière explosive
  - couper la section du conducteur (32).
13. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la matière explosive reste entièrement dans le vase d'expansion (18) après l'explosion.
14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, dans lequel, après le découpage du conducteur (20), une première extrémité de conducteur et une deuxième extrémité de conducteur sont produites, et le vase d'expansion (18) sépare mécaniquement la première extrémité de conducteur et la deuxième extrémité de conducteur.
15. Procédé selon les revendications 12 à 14, dans lequel la matière explosive est enflammée en chauffant la section du conducteur (32).
16. Procédé selon les revendications 12 à 15, dans lequel, après la mise à feu de la matière explosive, des parties au moins des parois du vase d'expansion (18) s'emboîtent contre les parois intérieures de la chambre de séparation (12), au moins en sections.

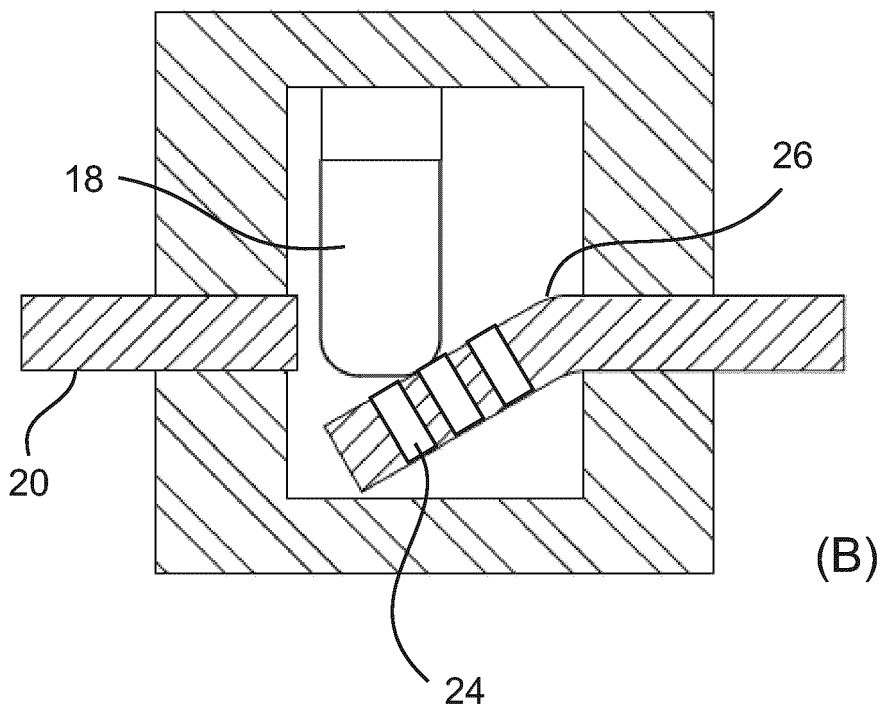
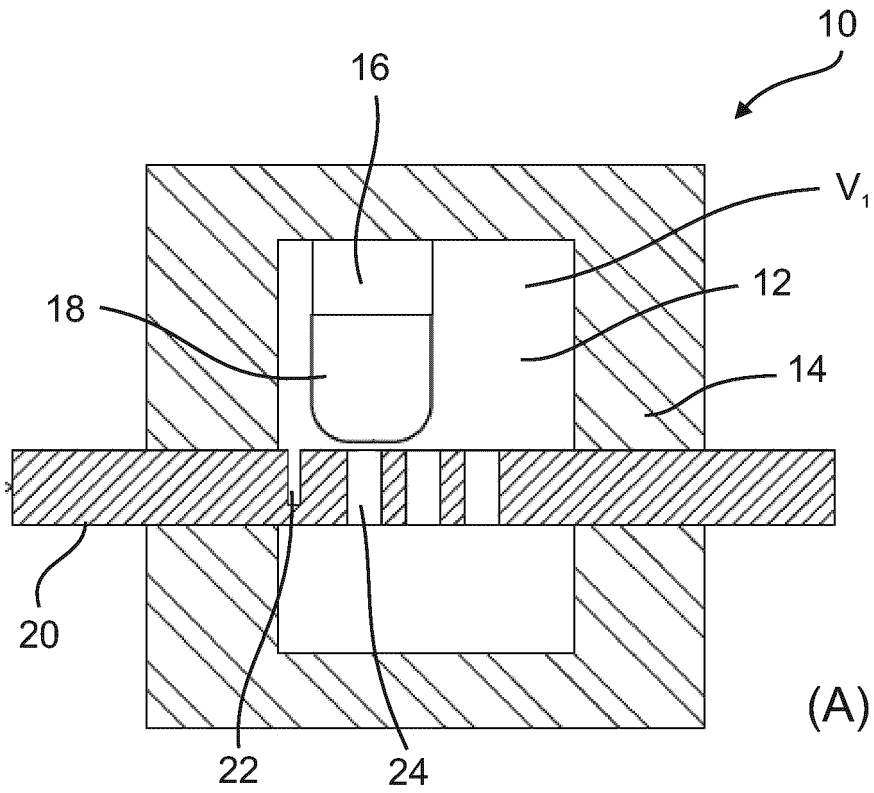


Fig. 1

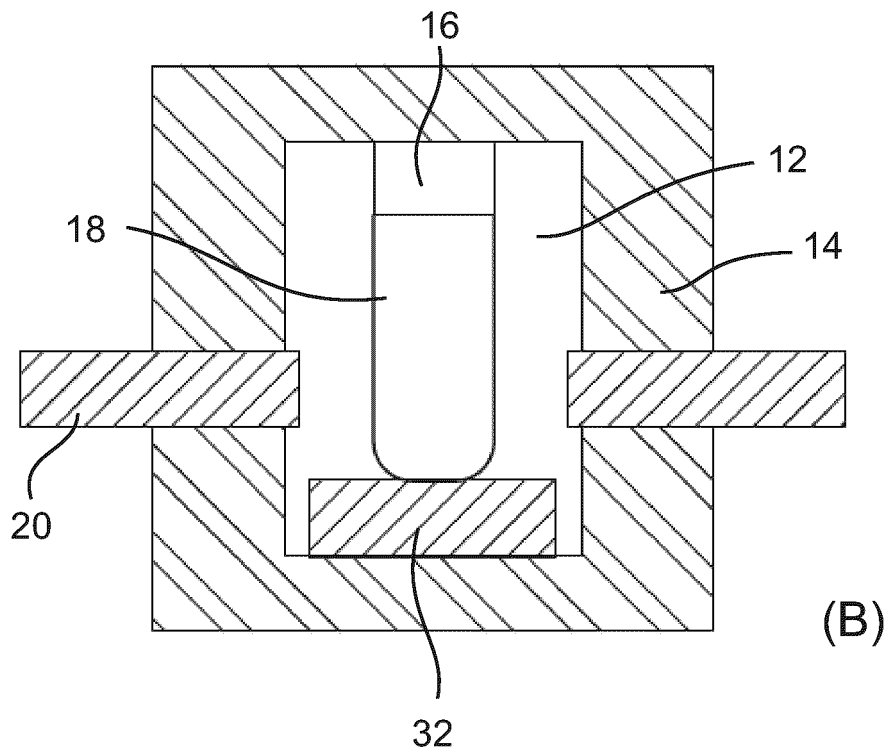
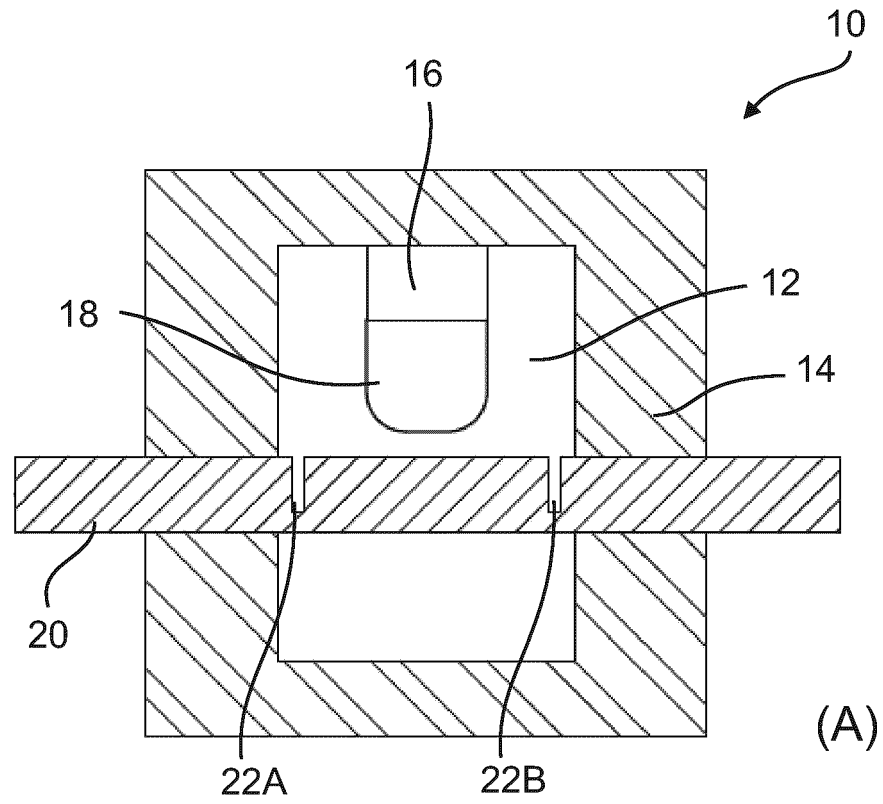


Fig. 2

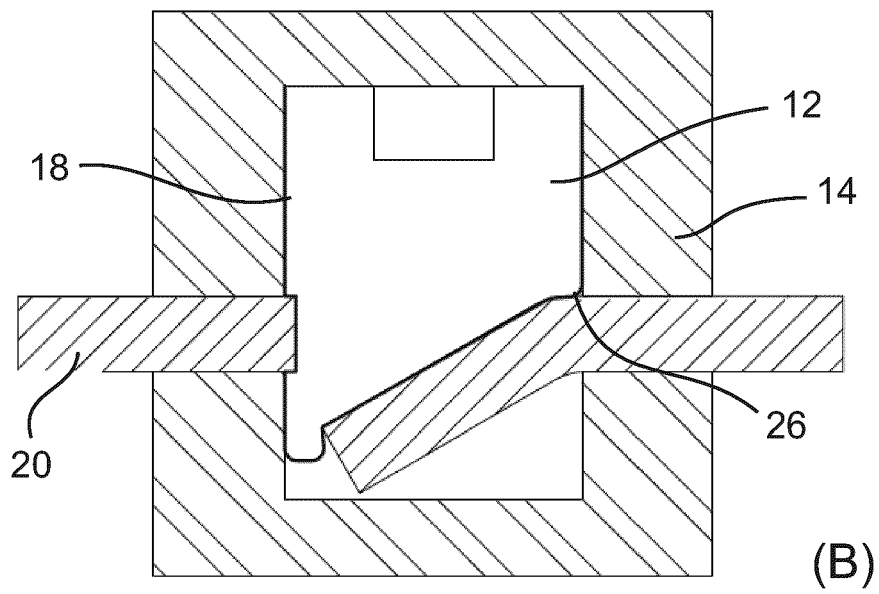
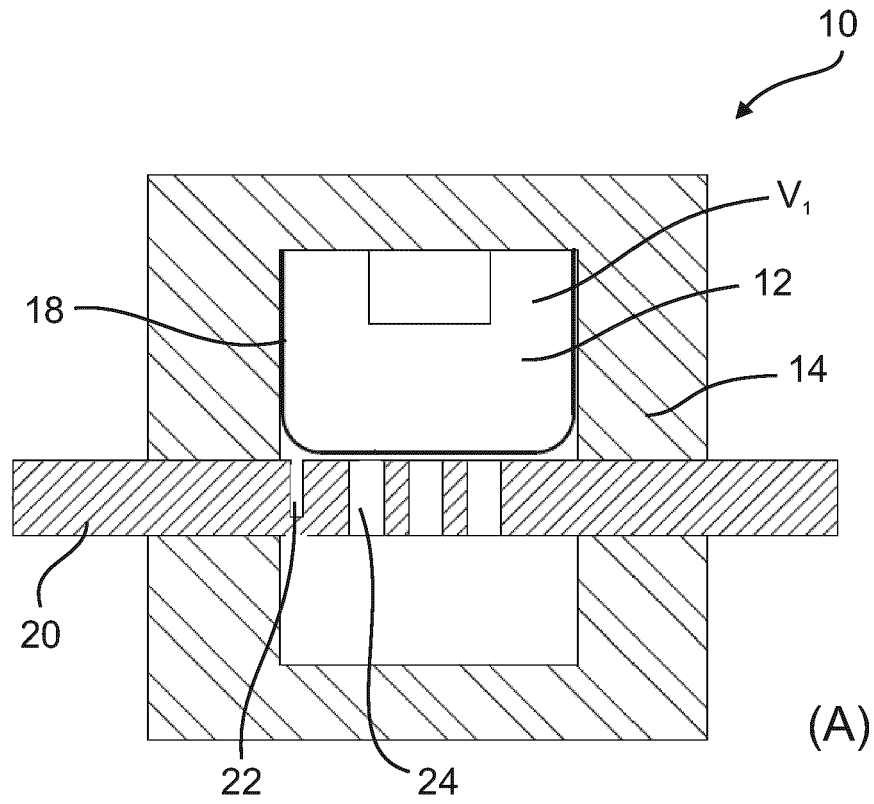


Fig. 3

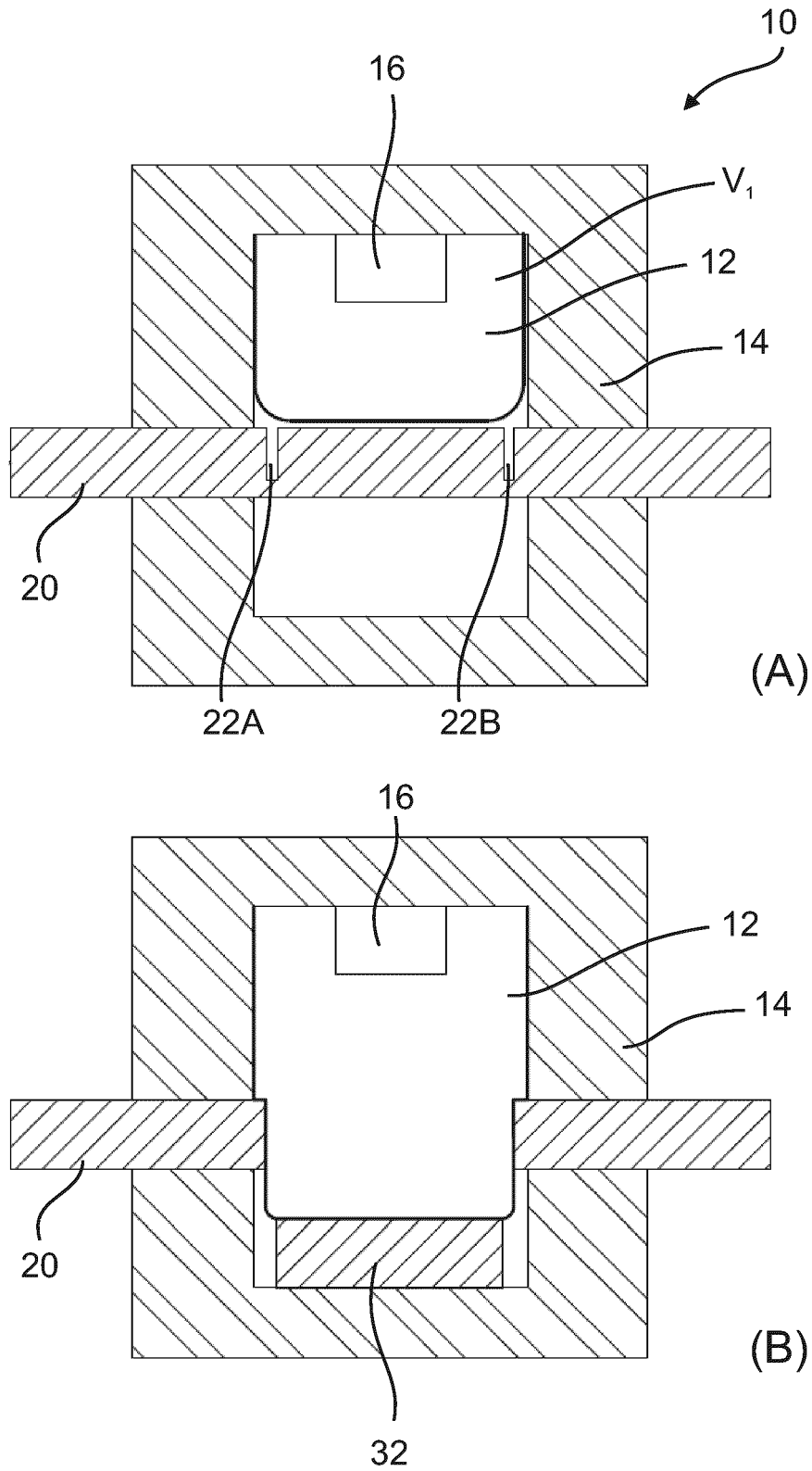


Fig. 4

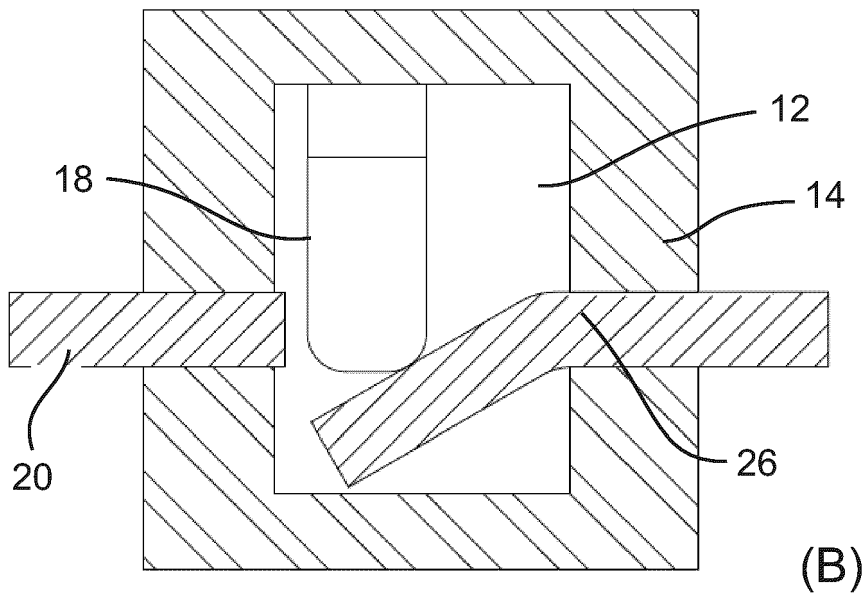
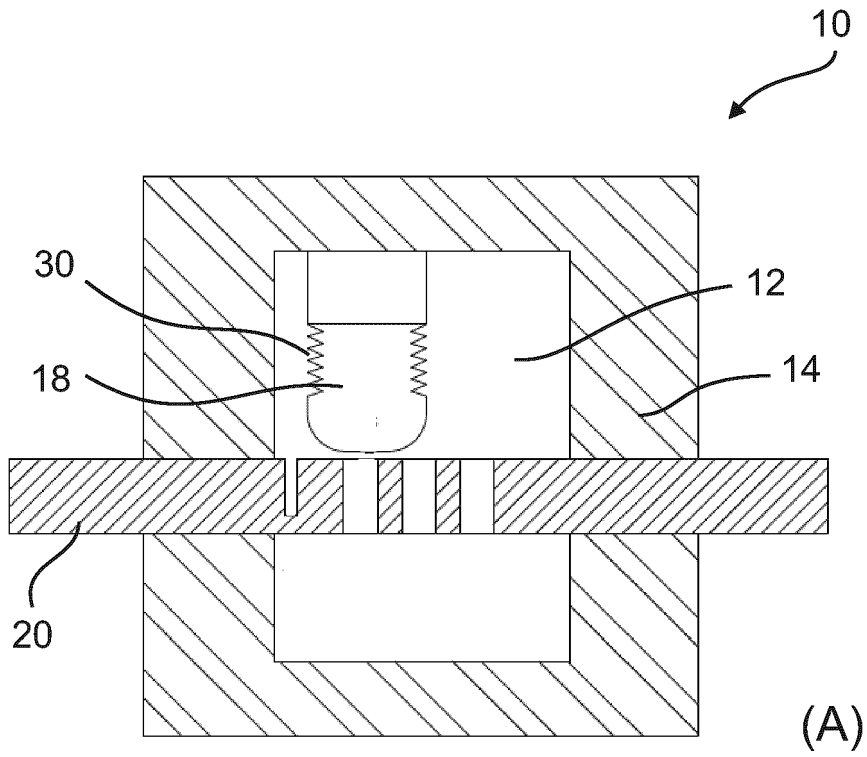


Fig. 5

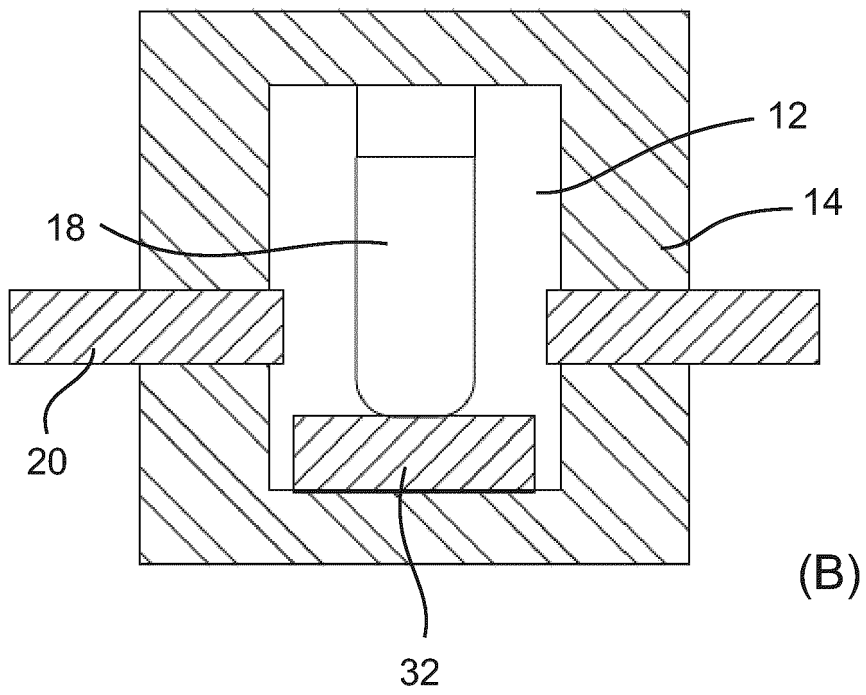
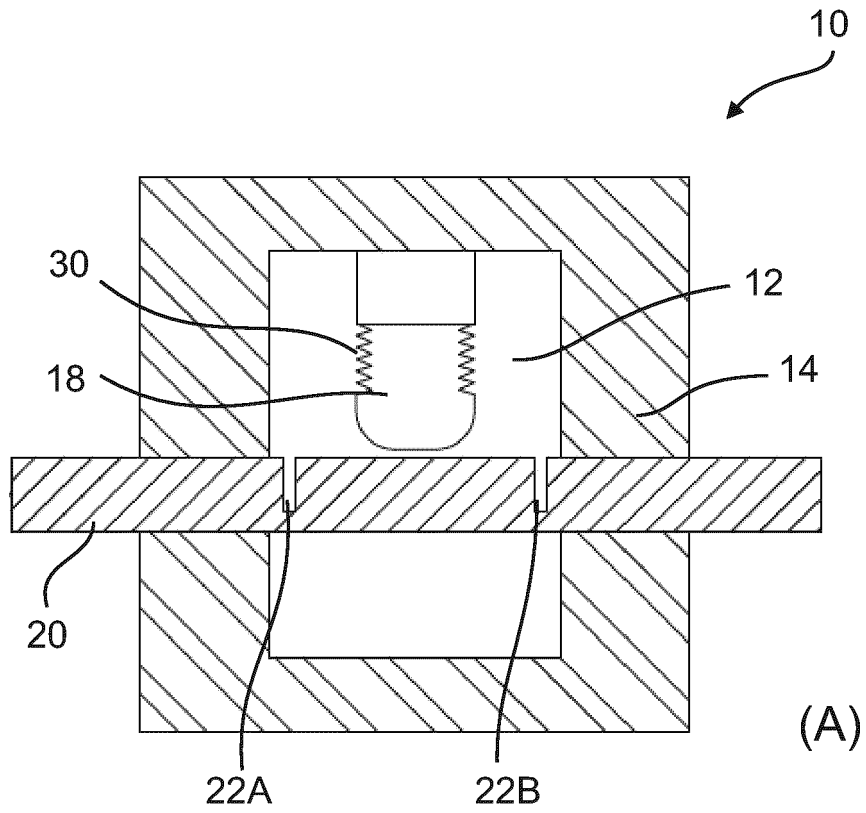


Fig. 6

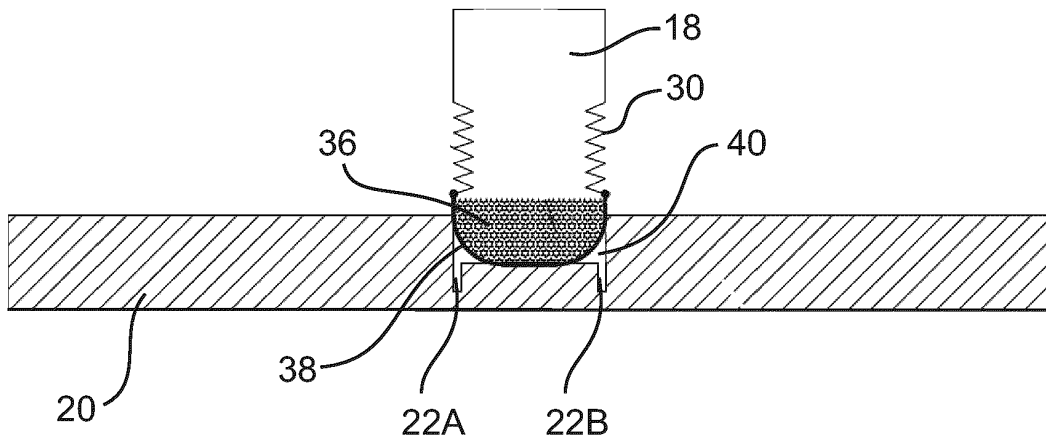


Fig. 7

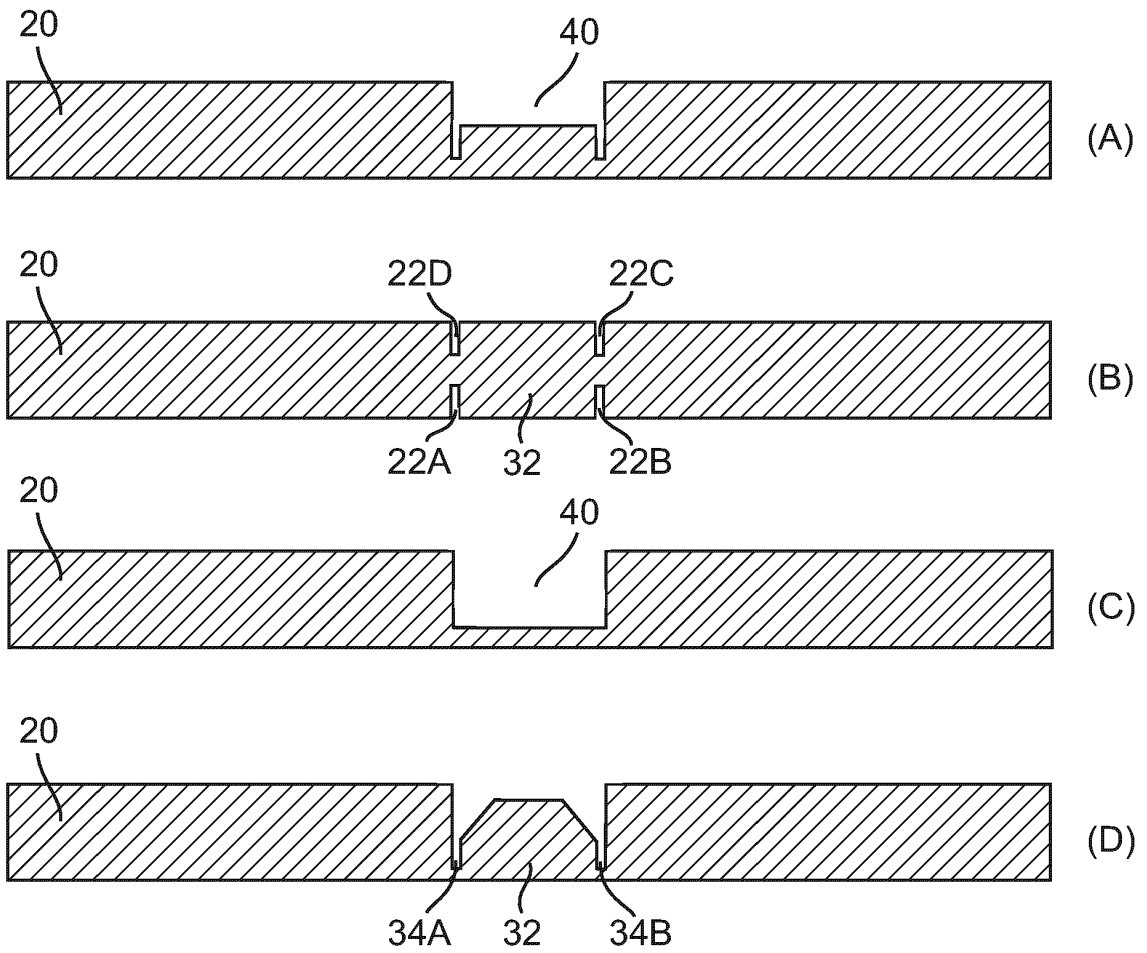


Fig. 8

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 563947 A1 [0003]
- DE 19616993 A1 [0004]
- DE 4438157 [0005]
- DE 4402994 A1 [0007]
- US 2004112239 A1 [0008]