



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 110 825.6**  
(22) Anmeldetag: **30.07.2014**  
(43) Offenlegungstag: **18.09.2014**

(51) Int Cl.: **H01H 3/22 (2006.01)**  
**H01H 3/32 (2006.01)**  
**H01H 3/54 (2006.01)**  
**H01H 39/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Lell, Peter, Dr., 85368 Moosburg, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Anmelder**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Eder & Schieschke, 80796  
München, DE**

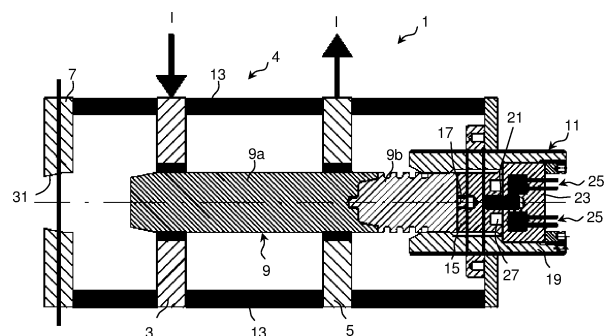
Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Elektrischer Schalter, insbesondere für hohe Spannungen und/oder hohe Ströme**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen elektrischer Schalter, insbesondere für hohe Spannungen und/oder hohe Ströme, mit einer Kontakteinheit (4), welche wenigstens zwei Kontakte (3, 5, 7, 7') umfasst, einem Schaltglied (9) und einem Antrieb (11) für das Schaltglied (9), wobei der Antrieb (11) so ausgestaltet ist, dass er das Schaltglied (9) aus einer Ausgangsposition in eine Endposition bewegt. Erfindungsgemäß wird das Schaltglied (9) während einer Beschleunigungsphase mittelbar oder unmittelbar vom Antrieb (11) beschleunigt und durchläuft anschließend bis zum Erreichen der Endposition eine freie Bewegungsphase.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen elektrischen Schalter, insbesondere für hohe Spannungen und/oder hohe Ströme, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Für das Schalten von hohen Spannungen und ggf. zusätzlich hohen Strömen finden elektrische Schalter Verwendung, bei denen ein Schaltglied linear aus einer Ausgangsposition in eine Endposition bewegt wird, um den gewünschten Schaltvorgang auszulösen, beispielsweise um zwei in der Ausgangsposition voneinander elektrisch isolierte Anschlusskontakte einer Kontakteinheit in der Endposition des Schaltglieds zu verbinden.

**[0003]** Beispielsweise ist aus der DE 10 2010 010 669 A1 ein Schalter zum Überbrücken von Submodulen eines Umrichters bekannt, bei dem auf eine Vakuumschaltröhre verzichtet wird. Dies wird dadurch erreicht, dass das Schaltglied des Schalters pyrotechnisch angetrieben wird, wodurch derart hohe Bewegungsgeschwindigkeiten für das Schaltglied erreicht werden, dass auch längere Schaltwege realisierbar sind, die durch den Verzicht auf das Anordnen der Kontakte in einem Hochvakuum nötig werden, um die erforderlichen Isolationsabstände einzuhalten. Die pyrotechnische Antriebseinheit umfasst hier elektrisch leitende Außenwandungen, innerhalb welcher ein teleskopartig verschiebbares Verschiebeelement angeordnet ist. Bei einem Zünden einer pyrotechnischen Treibladung wird das Verschiebeelement an der rückwärtigen Seite mit dem Gasdruck beaufschlagt, welcher durch die Treibladung erzeugt wird, und unter Aufrechterhaltung des Gasdrucks bis an einen feststehenden Kontakt bewegt. Der zuvor unterbrochene Kontakt zwischen der elektrischen Außenwandung des Antriebs und dem feststehenden Kontakt wird dadurch geschlossen, wobei die elektrische Verbindung über die Außenwandung des Antriebs, das damit auch in der Endposition elektrisch verbundene Verschiebeelement und den feststehenden Kontakt verläuft.

**[0004]** Nachteilig hierbei ist, dass bei einer derartigen Konstruktion des pyrotechnischen Antriebs nur ein relativ begrenzter Schaltweg und damit nur ein begrenzter Isolationsabstand realisierbar ist, der in der Ausgangsposition zur Verfügung steht. Zudem ist mit der teleskopartigen Anordnung des Verschiebeelements innerhalb der ortsfesten Wandungen des Antriebs nur ein zweipoliger Schalter mit Schließfunktion realisierbar.

**[0005]** Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen elektrischen Schalter, insbesondere für hohe Spannungen und/oder hohe Ströme, zu schaffen, der größere Schaltwege aufweist und der hinsichtlich der An-

zahl der Kontakte und der Art der Schaltvorgänge – öffnende oder schließende Schaltvorgänge – variabel ausgestaltet werden kann.

**[0006]** Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0007]** Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass das Schaltglied während einer Beschleunigungsphase mittelbar oder unmittelbar vom Antrieb beschleunigt werden kann und anschließend bis zum Erreichen der Endposition eine freie Bewegungsphase durchläuft. Hierdurch ergeben sich größere Freiheitsgrade bei der Ausgestaltung des Schalters, insbesondere lassen sich größere Schaltwege und Isolationsabstände realisieren.

**[0008]** Das Schaltglied und die Kontakte ermöglichen bei geeigneter Auslegung auch das praktisch gleichzeitige Öffnen und/oder Schließen mehrerer Kontakte.

**[0009]** In einer Variante kann das eigentliche Schaltglied nach dem Erreichen eines bestimmten Impulses bzw. einer bestimmten kinetischen Energie vom Antrieb abgekoppelt werden und durchläuft dann eine freie Bewegungsphase, in welcher das Schaltglied nicht mehr mit Antriebskräften beaufschlagt wird. Bei dieser Variante ist das Schaltglied also nur bis zum Erreichen der freien Bewegungsphase mit dem Antrieb gekoppelt. Auf diese Weise lassen sich deutlich größere Bewegungswege für das Schaltglied und größere Isolationsabstände realisieren als bei Schaltern, bei welchen das Schaltglied immer mit dem Antrieb gekoppelt bleibt, d.h. bei welchen das Schaltglied praktisch während des gesamten Schaltwegs zwischen der Ausgangsposition und Endposition von den Antriebskräften beaufschlagt wird. Der Antrieb selbst muss bei dieser Variante der Erfindung allerdings immer so nah am Schaltglied bzw. an der Kontakteinheit positioniert sein, dass eine Kopplung mit dem Schaltglied während der Beschleunigungsphase möglich ist.

**[0010]** In einer anderen Variante werden die Antriebskräfte während der Beschleunigungsphase nicht unmittelbar auf das Schaltglied übertragen, sondern mittelbar über ein Impulsübertragungselement. Dabei wird zunächst das mit dem Antrieb unmittelbar gekoppelte Impulsübertragungselement auf eine vorbestimmte kinetische Energie bzw. einen vorbestimmten Impuls beschleunigt und anschließend vom Antrieb abgekoppelt. Das Impulsübertragungselement kann dann eine freie Bewegungsphase durchlaufen, bevor es gleich einem Projektil auf das Schaltglied trifft und zumindest einen wesentlichen Teil seines Impulses auf das Schaltglied überträgt. Das Schaltglied wird hierdurch auf eine be-

stimmte kinetische Energie bzw. einen bestimmten Impuls beschleunigt, die bzw. der so gewählt ist, dass sich eine ausreichende Schaltgeschwindigkeit ergibt. Bei dieser Variante ist also der eigentliche Antrieb immer vom Schaltglied entkoppelt und beschleunigt nur das Impulsübertragungselement. Der Antrieb kann daher auch weiter entfernt vom Schaltglied positioniert werden. Dies ermöglicht beispielsweise das Realisieren von Schaltern, bei denen die Kontakteinheit auf einem hohen Potential liegt und zwischen den Kontakten nur eine Teilspannung einer Gesamtspannung anliegen kann. Der Antrieb muss in diesem Fall nicht ebenfalls auf dem hohen Potential angeordnet werden, sondern kann sich auf einem niedrigeren oder sogar Nullpotential befinden. Das Schaltglied wird bei diesen Ausführungsformen durch Impulsübertragung auf eine gewünschte kinetische Energie bzw. einen gewünschten Impuls beschleunigt, der ausreicht, um die geforderte Schaltzeit zu realisieren.

**[0011]** Der Antrieb kann vorzugsweise als pyrotechnischer Antrieb ausgebildet sein, bei welchem ein Gas erzeugendes Material ansteuerbar aktiviert wird. Hierbei können auch Stoffe zum Einsatz kommen, die bei Aktivierung einfach in Gas zerfallen, wie beispielsweise Tetrazen, auch detonativ umsetzende Stoffe sind hier prinzipiell möglich, wenn besonders schnelle Vorgänge gewünscht oder gefordert werden. Dabei sei erwähnt, dass in der Pyrotechnik weltweit von einer detonativen Umsetzung gesprochen wird, wenn Flammfrontgeschwindigkeiten von definitionsgemäß mehr als 2000 m/s erreicht werden. Allerdings wird die Verwendung eines detonativ umsetzenden Materials meist aus Sicherheitsgründen bei der Herstellung des Antriebs bzw. dessen Handhabung nur in Ausnahmefällen in Frage kommen. Die erforderlichen sehr kurzen Schaltzeiten lassen sich auch mit nicht-detonativ umsetzenden, d.h. deflagrierenden Materialien erreichen. Typisch hiermit erreichbare Schaltzeiten liegen zwischen 0,5 bis 2 ms, bei geometrisch sehr großen Schaltern zwischen 2 ms und 20 ms, wobei die Geschwindigkeit des Schaltglieds bzw. der Impulsübertragungsmasse hierbei zwischen 20 m/sec und 1000 m/sec liegt.

**[0012]** Der Antrieb kann auch in jeder anderen geeigneten Weise realisiert sein, insbesondere auch als elektrodynamischer Antrieb, bei dem mittels einer Spule, die mit einem kurzen Stromstoß beaufschlagt wird, ein „Magnetfeldimpuls“ erzeugt wird, der in einem metallischen, nicht magnetischen Antriebselement Wirbelströme erzeugt, die ihrerseits ein dem antreibenden Magnetfeldimpuls entgegen gerichtetes Magnetfeld erzeugen, das zu einem Abstoßen des Antriebselements führt. Auch auf diese Weise lassen sich entsprechend hohe Antriebskräfte erzeugen, die das Antriebselement derart beschleunigen, dass eine gewünschte kinetische Energie bzw. ein gewünschter kinetischer Impuls erreicht wird.

**[0013]** Der Antrieb kann unabhängig vom Beschleunigungsmechanismus, wie z.B. eine Beschleunigung durch Kräfte, die auf elektrodynamische oder pyrotechnische Art erzeugt werden, als Einheit ausgebildet sein. In diesem Fall weist der Antrieb ein Antriebselement auf, welches die beschleunigenden Kräfte mittelbar oder unmittelbar auf das Schaltglied überträgt. Der Antrieb ist in diesem Fall so ausgestaltet, dass das Antriebselement auch nach dem Auslösen des Antriebs im Antrieb verbleibt. Vorzugsweise ragt das Antriebselement auch während oder nach dem Auslösen des Antriebs nicht aus dem Gehäuse des Antriebs heraus. Hierdurch ergibt sich eine zusätzliche Sicherheit bei der Montage oder einem Hantieren mit der Antriebseinheit, insbesondere bei einem versehentlichen Auslösen.

**[0014]** Es ist jedoch ebenfalls möglich, das Schaltglied (bei einer unmittelbaren Beschleunigung des Schaltglieds durch den Antrieb) selbst oder das Impulsübertragungselement selbst (bei einer mittelbaren Beschleunigung des Schaltglieds durch den Antrieb) als Antriebselement zu verwenden, welches von den Antriebskräften beaufschlagt wird. Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist ein bewegtes Antriebselement des Antriebs derart mit dem Schaltglied verbunden, dass sich das Schaltglied während einer auf eine Beschleunigungsphase des bewegten Elements folgenden Stopp-Phase von dem Antriebselement trennt und anschließend die freie Bewegungsphase durchläuft. Hierzu kann das Schaltglied beispielsweise über eine Presspassung mit dem Antriebselement verbunden sein. Es ist ebenfalls möglich, das Antriebselement und das Schaltglied einstückig auszubilden und zwischen Antriebselement und Schaltglied eine Sollbruchstelle vorzusehen, die so beschaffen ist, dass sie infolge der Verzögerung während der Stopp-Phase aufreißt, so dass das Schaltglied in seine freie Bewegungsphase übergeht.

**[0015]** Wie bereits vorstehend beschrieben, kann der Antrieb auch, ggf. zusätzlich zu einem Antriebselement, ein Impulsübertragungselement aufweisen, welches bei Auslösen eines Schaltvorgangs durch eine Aktivierung des Antriebs in Richtung auf das Schaltglied beschleunigt und anschließend vom Antrieb entkoppelt wird, so dass das Impulsübertragungselement mit einem vorgegebenen Impuls eine Freiflugphase durchläuft und zumindest einen solchen Teil des Impulses auf das Schaltglied überträgt, dass das Schaltglied aus der Ausgangsposition in die Endposition bewegt wird. Auch hier kann eine entsprechende mechanische Kopplung, beispielsweise über eine Presspassung, zwischen dem Impulsübertragungselement und einem Antriebselement verwendet werden. Auch eine einstückige Ausbildung von Impulsübertragungselement und Antriebselement mit einer Sollbruchstelle zwischen den beiden Teilen ist möglich.

**[0016]** In einer Ausgestaltung der Erfindung können das Impulsübertragungselement und das Schaltglied derart beschaffen sein, dass sich das Impulsübertragungselement beim Auftreffen auf das Schaltglied mit diesem verbindet, insbesondere verschweißt, und zusammen mit dem Schaltglied aus der Ausgangsposition in die Endposition bewegt wird.

**[0017]** Zumindest dann, wenn das Schaltglied ohne wesentliche oder gegenüber den durch das Auftreffen des Impulsübertragungselements erzeugten Beschleunigungskräften vernachlässigbaren Haltekräften in seiner Ausgangsposition gehalten ist, kann der sich für die gesamte Einheit von Schaltglied und Impulsübertragungselement ergebende Impuls nach der Beschleunigungsphase nach der Beziehung für den vollständig unelastischen Stoß ermittelt werden.

**[0018]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung kann das Schaltglied, in seiner Bewegungsrichtung gesehen, aus wenigstens einem Kontaktteil aus einem elektrisch leitenden Material und wenigstens einem Isolatorteil aus einem elektrisch isolierenden Material bestehen, beispielsweise aus einem, in Bewegungsrichtung gesehen, vorderen Kontaktteil und einem hinteren Isolatorteil. Hierdurch lassen sich mit einem einzigen Schaltglied mehrere Schaltvorgänge gleichzeitig durchführen, wobei die erforderlichen Isolationsabstände eingehalten werden können.

**[0019]** Die Kontakteinheit und das Schaltglied können so ausgebildet sein, dass das Schaltglied in der Endposition mit dem wenigstens einen Isolatorteil derart in einem Kontakt der Kontakteinheit gehalten ist, dass ein minimal erforderlicher Isolationsabstand zwischen dem Kontaktteil und dem Kontakt gegeben ist. Dabei kann das wenigstens eine Isolatorteil auch das, in Bewegungsrichtung gesehen, hintere Ende des Schaltglieds bilden. In diesem Fall dient das Isolatorteil dazu, das Schaltglied auch in seinem hinteren Bereich sicher in der Kontakteinheit zu halten bzw. zu fixieren.

**[0020]** In einer Ausgestaltung kann das Schaltglied einen Stopp-Bereich aufweisen, der vorzugsweise am – in Bewegungsrichtung gesehen – vorderen Ende des Schaltglieds vorgesehen und so ausgebildet ist, dass das Schaltglied am Ende der freien Bewegungsphase bis zum Erreichen der Endposition abgebremst wird, wobei der Stopp-Bereich hierzu mit einem separaten ortsfesten Bremsselement der Kontakteinheit oder einem als Bremsselement ausgebildeten Bremskontakt der Kontakteinheit zusammenwirkt.

**[0021]** Der Stopp-Bereich kann mit einem im Bremsselement oder im Bremskontakt vorgesehenen Durchbruch zusammenwirken, welcher bezogen auf die Bewegungsrichtung und die Längsachse des Schaltglieds coaxial im Bremsselement oder im Bremskon-

takt vorgesehen ist, wobei der Stoppbereich zumindest während einer Stopp-Phase bis zum Erreichen der Endposition in den Durchbruch eingreift.

**[0022]** Der Stopp-Bereich kann dabei einen radialen Anschlagsflansch oder ein oder mehrere, sich radial nach außen erstreckende Anschlagsvorsprünge aufweisen, welche mit einer den Durchbruch im Bremsselement oder im Bremskontakt umgebenden Wandung zur Begrenzung der axialen Bewegung des Schaltglieds in der freien Bewegungsphase zusammenwirken. Dabei ergibt sich aber ein plötzlicher Stopp-Vorgang mit einem entsprechenden Schlag auf das Bremsselement, der sich natürlich auch auf die übrige Kontakteinheit übertragen kann, wenn die Kontakteinheit beispielsweise auf einer gemeinsamen Basis angeordnet ist, um die Abstände der Kontakte einzuhalten.

**[0023]** In einer anderen Ausführungsform kann der Stopp-Bereich einen sich in Richtung auf das vordere Ende des Schaltglieds konisch verjüngenden Bereich aufweisen, welcher mit der Innenwandung des Durchbruchs im Bremsselement oder im Bremskontakt zum Abbremsen der axialen Bewegung des Schaltglieds in der freien Bewegungsphase zusammenwirkt, wobei auch die Innenwandung des Durchbruchs, bezogen auf die Längsachse und die Bewegungsrichtung des Schaltglieds, sich konisch verjüngend ausgebildet ist, wobei der Konuswinkel der Innenwandung des Durchbruchs vorzugsweise gleich oder größer, d.h. sich stärker verjüngend, ausgebildet ist als der Konuswinkel des sich verjüngenden Bereichs des Schaltglieds. Hierdurch ergibt sich eine weniger starke Verzögerung beim Abbremsen des Schaltglieds als im Fall eines Anschlags.

**[0024]** Der Stopp-Bereich kann in seinem Umfang und/oder der Durchbruch in seiner Innenwandung eine Strukturierung aufweisen, die so ausgebildet ist, dass sich bei einem Eingreifen des Stopp-Bereichs in den Durchbruch bei der Schaltbewegung des Schaltglieds ein Materialfluss ergibt, der vorzugsweise zum Verschweißen des Stopp-Bereichs mit dem Kontakt führt.

**[0025]** Der Stopp-Bereich kann insbesondere axial verlaufende Nuten oder axial verlaufende und sich radial nach außen erstreckende Vorsprünge aufweisen, deren axial verlaufende Außenflächen sich jeweils auf einem gedachten Konus befinden, der sich in Richtung auf das vordere Ende des Schaltglieds verjüngt. In einer anderen Ausführungsform oder zusätzlich kann die Innenwandung des Durchbruchs axial verlaufende Nuten oder axial verlaufende und sich radial nach innen erstreckende Vorsprünge aufweisen, deren axial verlaufende Innenflächen sich jeweils auf einem gedachten Konus befinden, der sich in der Richtung der Bewegung des Schaltglieds verjüngt, wobei die Geometrie des Stopp-Bereichs und

des Durchbruchs und das Material zumindest der Vorsprünge so beschaffen ist, dass sich beim Abbremsen des Schaltglieds ein Materialfluss ergibt.

**[0026]** In einer anderen Variante kann im Stopp-Bereich ein axial verschiebbarer, vorzugsweise geschlitzter Ring vorgesehen sein, der so ausgebildet ist und so mit dem Durchbruch im Bremsselement oder Bremskontakt zusammenwirkt, dass sich während der Stopp-Phase mit fortschreitender axialer Bewegung des Schaltglieds bzw. des Kontaktteils ein zunehmender radialer Anpressdruck zwischen der Innenwandung des Durchbruchs und der Außenwandung des Schaltglieds bzw. Kontaktteils im Stopp-Bereich ergibt, wodurch eine axiale Bremswirkung bis zum Erreichen der Endposition erzeugt wird.

**[0027]** Der Stopp-Bereich und der Durchbruch können dabei hinsichtlich der Geometrie und der Materialien so ausgebildet und so auf die kinetische Energie des abzubremsenden Schaltglieds abgestimmt sein, dass sich beim Abbremsen des Schaltglieds ein Verschweißen zumindest eines Teilbereichs des Stopp-Bereichs mit dem Bremsselement oder dem Bremskontakt ergibt. Hierdurch ergibt sich ein dauerhafter und sicherer mechanischer und elektrischer Kontakt zwischen dem Schaltglied und dem Bremsselement bzw. dem als Bremsselement wirkenden Kontakt.

**[0028]** Derartige Strukturen im Stopp-Bereich und/oder im Durchbruch eines Bremskontakts können auch unabhängig von weiteren Merkmalen, die den Antrieb oder das übrige Schaltglied (auch hinsichtlich deren Funktionalität) betreffen, eingesetzt werden, um einen Schalter zu schaffen, der das sichere Schließen eines elektrischen Kontakts bewirkt. Insbesondere die Verbindung eines solchen Bremskontakts mit einem weiteren Kontakt, in dessen Durchbruch für das Schaltglied ein Multikontakt (siehe unten) eingesetzt ist, führt zu einem Schalter, der einen hervorragende und langzeitstabilen elektrischen Kontakt gewährleistet. Selbstverständlich kann ein Schalter mit diesem Kernmerkmal der Verwendung von solchen Strukturen im Stopp-Bereich und/oder im Durchbruch eines Bremskontakts auch weitere Merkmale aufweisen, die vorstehend oder nachstehend in Verbindung mit den verschiedenen Ausführungsbeispielen beschrieben sind.

**[0029]** Das Schaltglied kann in der Ausgangsposition und in der Endposition einen oder mehrere Kontakte in einem Durchbruch durchgreifen, wobei für das Herstellen eines elektrischen Kontaktes an der Innenwandung jedes Durchbruchs mehrere, über den Innenumfang verteilte, federnd ausgebildete Kontaktelemente vorgesehen sind, welche den Außenumfang des Schaltglieds beaufschlagen. Für diese Kontaktierungsart können im Handel erhältliche Fertigprodukte eingesetzt werden, die auch als Multikontakt-Elemente bezeichnet werden und lös-

bare elektrische Steckverbindungen realisieren. Diese umfassen üblicherweise in Nuten eingesetzte federnde Kontaktelemente. Die Nuten verlaufen üblicherweise in axialer Richtung in der Innenwandung eines Durchbruchs, welchen das Schaltglied in der Kontaktstellung durchgreift. Ein derartiges Multikontakt-Element kann als ringförmiges Einsatzteil ausgebildet sein, welches in einen entsprechenden Durchbruch in dem betreffenden Kontakt der Kontakteinheit derart eingesetzt ist, dass sich ein minimaler elektrischer Übergangswiderstand zwischen dem Kontakt und dem ringförmigen Einsatzteil ergibt und das Einsatzteil bzw. der Multikontakt fest im Kontakt gehalten ist. Solche Multikontaktverbindungen ermöglichen äußerst geringe Übergangswiderstände, sind kontaktsicher und langzeitstabil.

**[0030]** Die Verwendung der allgemeinen Struktur eines stabförmigen Schaltglieds, welches mit wenigstens zwei Kontakten zusammenwirkt, die jeweils einen Durchbruch für das Schaltglied aufweisen, um in einer Schaltstellung des Schaltglieds einen Kontakt zwischen dem betreffenden Kontakt und dem Schaltglied herzustellen und in einer anderen Schaltstellung den Kontakt zu unterbrechen, kann ebenfalls unabhängig von weiteren Merkmalen, die den Antrieb oder das übrige Schaltglied (auch hinsichtlich deren Funktionalität) betreffen, eingesetzt werden, um eine flexible Ausgestaltung des Schalters hinsichtlich der Funktion als Schließer, Öffner und/oder Wechsler und/oder Abzweigschalter zu ermöglichen. Hierzu müssen lediglich die Anzahl und die Positionen der Kontakte in Bezug auf das Schaltglied (unter Berücksichtigung dessen Länge und Ausgestaltung hinsichtlich der Anzahl und der jeweiligen Länge der Kontaktteile und Isolator Teile des Schaltglieds) so gewählt werden, dass sich die gewünschte Funktionalität ergibt. Zur Auslegung des Schalters in dieser Hinsicht muss also gewährleistet sein, dass bei einer gegebenen Anzahl von Kontakten jeweils in der Ausgangsstellung und Endstellung die gewünschten Kontakte über das Schaltglied elektrisch verbundenen bzw. nicht verbunden sind.

**[0031]** Selbstverständlich kann auch ein Schalter mit diesem Kernmerkmal auch weitere Merkmale aufweisen, die vorstehend oder nachstehend in Verbindung mit den verschiedenen Ausführungsbeispielen beschrieben sind.

**[0032]** Die Erfindung wird nachstehend anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

**[0033]** Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines als einpoliger Öffner ausgebildeten elektrischen Schalters nach der Erfindung mit einem das Schaltglied unmittelbar antreibenden pyrotechnischen Antrieb, wobei das Schalt-

glied in der Ausgangsposition (**Fig. 1a**) und der Endposition (**Fig. 1b**) dargestellt ist;

**[0034]** **Fig. 2** eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines als einpoliger Öffner ausgebildeten elektrischen Schalters nach der Erfindung mit einem das Schaltglied mittelbar über ein Impulsübertragungselement antreibenden pyrotechnischen Antrieb, wobei das Schaltglied in der Ausgangsposition (**Fig. 2a**) und der Endposition (**Fig. 2b**) dargestellt ist;

**[0035]** **Fig. 3** eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform ähnlich der Ausführungsform in **Fig. 1**, wobei der Antrieb als elektrodynamischer Antrieb ausgebildet ist;

**[0036]** **Fig. 4** eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform eines als einpoliger Abzweigschalter ausgebildeten elektrischen Schalters nach der Erfindung mit einem das Schaltglied unmittelbar antreibenden elektrodynamischen Antrieb, wobei das Schaltglied in der Ausgangsposition (**Fig. 4a**) und der Endposition (**Fig. 4b**) dargestellt ist;

**[0037]** **Fig. 5** eine schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform eines als einpoliger Wechselschalter ausgebildeten elektrischen Schalters nach der Erfindung mit einem das Schaltglied unmittelbar antreibenden elektrodynamischen Antrieb, wobei das Schaltglied in der Ausgangsposition (**Fig. 5a**) und der Endposition (**Fig. 5b**) dargestellt ist;

**[0038]** **Fig. 6** eine schematische Darstellung einer sechsten Ausführungsform ähnlich der Ausführungsform in **Fig. 5**, wobei der Stopp-Bereich des Schaltglieds einen radialen Anschlagsflansch aufweist;

**[0039]** **Fig. 7** eine schematische Darstellung einer siebten Ausführungsform ähnlich der Ausführungsform in **Fig. 6**, wobei der elektrodynamische Antrieb ein Hebelgetriebe umfasst;

**[0040]** **Fig. 8** eine schematische Darstellung einer achten Ausführungsform ähnlich der Ausführungsform in **Fig. 6**, wobei der Antrieb ein Federelement als Energiespeicher umfasst;

**[0041]** **Fig. 9** eine schematische Darstellung einer neunten Ausführungsform ähnlich der Ausführungsform in **Fig. 2**, wobei die Kontakteinheit in ein einem dichten Gehäuse angeordnet ist;

**[0042]** **Fig. 10** eine schematische Darstellung einer zehnten Ausführungsform ähnlich der Ausführungsform in **Fig. 9**, wobei der Antrieb das Schaltglied direkt über eine Gehäusemembran beaufschlagt;

**[0043]** **Fig. 11** eine schematische Darstellung einer 11. Ausführungsform ähnlich der Ausführungsform in

**Fig. 1**, wobei der Schalter ein dichtes Gehäuse aufweist, in welchem der Antrieb, die Kontakteinheit und das Schaltglied angeordnet sind;

**[0044]** **Fig. 12** eine schematische Darstellung einer 12. Ausführungsform ähnlich der Ausführungsform in **Fig. 2**, wobei das Schaltglied mit seinem rückwärtigen Ende in eine Sackausnehmung im rückwärtigen Kontakt eingepresst ist;

**[0045]** **Fig. 13** eine schematische Darstellung einer 13. Ausführungsform ähnlich der Ausführungsform in **Fig. 12**, wobei das Schaltglied einstückig mit den beiden Kontakten ausgebildet ist und zwischen dem Schaltglied und den Kontakten Sollbruchstellen vorgesehen sind;

**[0046]** **Fig. 14** einen Längsschnitt durch ein Schaltglied mit strukturierten Stopp-Bereichen;

**[0047]** **Fig. 15** eine Schnittdarstellung eines Bremskontakts oder eines separaten Bremslements mit einem strukturierten Durchbruch zur Aufnahme des Stopp-Bereichs eines Schaltglieds; und

**[0048]** **Fig. 16** eine schematische Darstellung eines Bremskontakts oder eines separaten Bremslements und eines vorderen Endes eines Schaltglieds mit einem ringförmigen, konischen Bremslement in einer Position vor dem Eingreifen des Schaltglieds in einen Durchbruch des Bremskontakts oder des separaten Bremslements (**Fig. 16a**) und in einer Endposition des Schaltglieds.

**[0049]** **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines elektrischen Schalters **1**, der zwei Kontakte **3**, **5**, ein Bremslement **7**, ein Schaltglied **9** und einen Antrieb **11** für das Schaltglied **9** aufweist, der bei dieser Ausführungsform als pyrotechnischer Antrieb **11** ausgebildet ist. Bei der dargestellten Ausführungsform sind die einzelnen Komponenten des elektrischen Schalters **1** über Verbindungselemente **13** verbunden, so dass zwischen den einzelnen Komponenten jeweils ein vorgegebener Abstand eingehalten wird. Selbstverständlich kann eine beliebige Anzahl von Verbindungselementen **13** vorgesehen sein. Auch die jeweilige Position ist variabel, solange die Funktionalität der Verbindungselemente **13** gewährleistet ist.

**[0050]** An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die exakte Form und Struktur der einzelnen Komponenten selbstverständlich von den jeweils in der gesamten Zeichnung dargestellten Varianten abweichen kann, solange die jeweilige Funktion gewährleistet ist. Bei den Figuren handelt es sich im vorliegenden Fall lediglich um schematische Figuren, die zur Erläuterung der Funktion des betreffenden Schalters dienen.

**[0051]** Der in **Fig. 1** dargestellte pyrotechnische Antrieb **1** weist ein Antriebselement **15** auf, welches das rückwärtige Ende des stabförmig ausgebildeten Schaltglieds **9** beaufschlagt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist das rückwärtige Ende des Schaltglieds **9** einen axialen Verbindungszapfen **17** auf, der in eine entsprechende Sackausnehmung in der Frontseite des als Kolben wirkenden Antriebselements **15** eingreift. Diese Verbindung dient dazu, das Schaltglied in der **Fig. 1** dargestellten Ausgangsposition des elektrischen Schalters **1** zu fixieren, um ein unbeabsichtigtes Verschieben des Schaltglieds **9** zu vermeiden.

**[0052]** Das Antriebselement **15** des Antriebs **11** ist in einem Gehäuse **19** in axialer Richtung des Schaltglieds **9** verschiebbar angeordnet. **Fig. 1a** zeigt dabei das Antriebselement **15** in seiner Ausgangsposition. In dieser Position ist das Antriebselement **11** seinerseits über ein Haltemittel **21** mit dem Gehäuse **19** bzw. einem damit fest verbundenen Teil des Antriebs **11** verbunden. Das Haltemittel **21** ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als stiftförmiges Element ausgebildet, welches in einer axialen Ausnehmung in der rückwärtigen Stirnseite des Antriebselements **15** und einer Ausnehmung in der Frontseite eines mit dem Gehäuse fest verbundenen Teils **23** aufgenommen ist. Die Aufnahme des stiftförmigen Haltemittels **21** ist dabei so beschaffen, dass das Haltemittel **21** das Antriebselement **15** erst dann freigibt, wenn eine bestimmte minimale axiale Auslösekraft auf das Antriebselement **15** in Richtung auf das Schaltglied **9** wirkt. Hierzu kann das stiftförmige Haltemittel **21** in die beiden Ausnehmungen eingepresst, eingeschraubt oder eingeklebt sein.

**[0053]** Bei Erreichen der Auslösekraft wird das Haltemittel **21** aus einer der beiden Ausnehmungen herausgerissen. In einer anderen Variante kann das Haltemittel **21** jedoch auch so ausgebildet sein, dass es eine Sollbruchstelle, beispielsweise mittig zwischen dem Antriebselement **15** und dem Gehäuseteil **23**, aufweist. In diesem Fall wird die Sollbruchstelle und die Befestigung des Haltemittels **21** in den beiden Aufnahmeausnehmungen so ausgeführt, dass bei Erreichen der Auslösekraft das Haltemittel **21** an seiner Sollbruchstelle reißt und das Antriebselement **15** freigibt.

**[0054]** Bei der in **Fig. 1** dargestellten pyrotechnischen Ausführung des Antriebs **11** wird durch das Haltemittel **21** somit auch eine gewünschte Verdämmung gewährleistet. Hierdurch ist gewährleistet, dass die Bewegung des Antriebselements **15** und damit des Schaltglieds **9** erst dann beginnt, wenn eine gewisse Mindestkraft, nämlich die Auslösekraft zum Freigeben des Haltemittels **21** erreicht ist.

**[0055]** Selbstverständlich kann das Haltemittel **21** auch auf jede beliebige andere geeignete Weise rea-

lisiert sein, beispielsweise durch eine Crimpverbindung zwischen dem Antriebselement und dem Gehäuse **19** oder dem Gehäuseteil **23**, oder durch einen radial in der Ausgangsposition des Antriebselements **15** in dieses eingreifenden Scherstift, der erst bei Erreichen der Auslösekraft abgesichert wird. Auch eine Verrastung des Antriebselements **15** im Gehäuse ist möglich.

**[0056]** Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst der Antrieb **11** eine Auslösevorrichtung **25**, die insbesondere elektrisch ansteuerbar ausgebildet sein kann. Die Auslösevorrichtung **25** dient dazu, ein pyrotechnisches Material zu aktivieren, welches in einem Aufnahmeraum **27** aufgenommen ist, der als ringförmige Nut in der rückwärtigen Stirnseite des Antriebselements **15** ausgebildet ist. Selbstverständlich kann der Aufnahmeraum **27** auch oder zusätzlich im Teil **23** des Gehäuses **19** ausgebildet sein.

**[0057]** Bei einer Aktivierung des pyrotechnischen Materials wird somit ein Gasdruck erzeugt, der eine entsprechende axiale Druckkraft auf das Antriebselement **11** in Richtung auf das Schaltglied **9** bewirkt.

**[0058]** Wie aus **Fig. 1** ersichtlich, weist das Antriebselement **15** an seinem rückwärtigen, dem Gehäuseteil **23** zugewandten Ende einen umlaufenden Dichttrand **29** auf, um eine ausreichende Abdichtung des Aufnahme-raums **27** gegenüber dem Gehäuse **19** zu gewährleisten.

**[0059]** Wird der Antrieb **11** durch eine entsprechende Ansteuerung der Auslösevorrichtung **25** ausgelöst, so wird durch das vorzugsweise deflagrierend umsetzende Material der pyrotechnischen Ladung im Aufnahme-raum ein Gasdruck erzeugt, der zunächst infolge der Verdämmung, die durch das Haltemittel **21** erreicht wird, schnell ansteigt. Bei Überschreiten der Auslösekraft gibt das Haltemittel **21** das Antriebselement **15** frei. Hierdurch wird das Antriebselement, welches mit dem Schaltglied **9** über den axialen Verbindungszapfen **17** gekoppelt ist, in der axialen Richtung des Schaltglieds **9** mit einer ausreichend hohen Schaltgeschwindigkeit verschoben. Hierdurch wird das Schaltglied aus der in **Fig. 1a** dargestellten Ausgangsposition in die in **Fig. 1b** dargestellte Endposition bewegt.

**[0060]** Das Schaltglied besteht bei der in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform aus einem vorderen Kontaktteil **9a** und einem hinteren Isolator-teil **9b**, welche fest miteinander verbunden sind. Die Verbindung zwischen dem Kontaktteil **9a** und dem Isolator-teil **9b** kann, wie in **Fig. 1** dargestellt, dadurch erfolgen, dass im rückwärtigen Ende des Kontaktteils **9a** eine Aufnahmeausnehmung vorgesehen ist, in welcher das frontseitige Ende des Isolator-teils **9b** eingreift. Die Verbindung kann durch Einpressen, Einkleben, Ver-crimpen oder dergleichen erfolgen.

**[0061]** Das Isolatorteil **9b** des Schaltglieds **9** gewährleistet einen ausreichenden Isolationsabstand zwischen dem rückwärtigen Ende des aus einem leitenden Material bestehenden Kontaktteils **9a**. Hierzu kann das aus einem isolierenden Material, beispielsweise einem Kunststoff, bestehende Isolatorteil **9b** an seinem Umfang derart strukturiert sein, dass sich in axialer Richtung eine längere Wegstrecke für Oberflächenströme bzw. Kriechströme ergibt. Dies kann durch das Einfräsen von Umfangsnuten geschehen, wie dies in **Fig. 1** dargestellt ist, die im Längsschnitt zu einem mäanderförmigen Weg zwischen dem rückwärtigen Ende des Schaltteils **9a** und der Frontseite des Antriebs **11** bzw. des Gehäuses **19** des Antriebs **11** führen.

**[0062]** Wie aus **Fig. 1b** ersichtlich, wird das Antriebs-element **15** nach Erreichen einer Endposition innerhalb des Gehäuses **19** des Antriebs **11** in seiner axialen Verschiebebewegung gestoppt. Hierzu wirkt der Dichtrand **29** des Antriebselements **15** mit einer Anschlagsschulter zwischen einem vorderen Bereich des Gehäuses **19** mit kleinerem Durchmesser und einem weiteren Bereich innerhalb des Gehäuses **19** mit größerem Durchmesser zusammen. In dem Bereich mit größerem Durchmesser befindet sich auch das Gas, welches bei einem Auslösen des pyrotechnischen Antriebs **11** erzeugt wird.

**[0063]** Dieser, das erzeugte Gas aufnehmende Raum kann durch eine entsprechende Ausführung des Gehäuses und des Dichtrands **29** des Antriebselements **15** auch nach Erreichen der Endposition des Antriebselements **15** annähernd dicht sein, so dass nicht die Gefahr besteht, dass durch Austreten des Heizgases Beschädigungen oder Verletzungen von Personen hervorgerufen werden. Um zu vermeiden, dass der Antrieb **11** nach einem Auslösen fortwährend unter Druck steht, können kleine Auslassöffnungen für das Gas im Gehäuse vorgesehen sein, die vorzugsweise so klein gewählt sind, dass durch Austreten des Heizgas keinerlei Verletzungen oder Beschädigungen hervorgerufen werden können. Solche Auslassöffnungen können auch so vorgesehen sein, dass diese nur in der Endposition des Antriebselements **15** wirksam werden. Beispielsweise können axial verlaufende Nuten in dem vorderen Bereich des Gehäuses **19** mit kleinerem Durchmesser vorgesehen sein, die eine solche radiale Tiefe aufweisen, dass auch bei einem Anschlag des Dichtrands **29** an der Schulter zwischen dem Raum mit kleinerem und größerem Durchmesser Gas aus dem Innenraum über die Nuten nach vorne austreten kann.

**[0064]** Wie aus **Fig. 1b** ersichtlich, wird durch das plötzliche Stoppen der axialen Verschiebebewegung des Antriebselements **15** die Verbindung über den Verbindungszapfen **17** zwischen dem Schaltglied **9** bzw. dem Isolatorteil **9b** des Schaltglieds **9** und dem Antriebselement **15** gelöst, so dass sich das Schalt-

glied **9** infolge seiner Massenträgheit mit entsprechender Geschwindigkeit weiterbewegt, bis es seine Endposition (**Fig. 1b**) erreicht hat. Die Verbindung zwischen dem Schaltglied **9** und dem Antriebselement **15** wird man dabei so ausgestalten, dass praktisch keine oder nur eine vernachlässigbare oder in bestimmten Fällen auch ein gewünschter Teil der kinetischen Energie für das Lösen der Verbindung verloren geht, welche das Schaltglied **9** zum Zeitpunkt des Erreichens der Endposition des Antriebselements **15** im Gehäuse **19** des Antriebs **11** besitzt.

**[0065]** Das Schaltglied **11** führt also eine freie Bewegungsphase aus, nachdem es vom Antrieb **9** abgekoppelt wurde bzw. von diesem nicht mehr mit einer Kraft beaufschlagt wird. Hierdurch lassen sich für das Schaltglied **9** praktisch beliebig große Schaltwege realisieren. Denn der Schaltweg ist nicht mehr durch den Bewegungsweg festgelegt, der durch den Antrieb **11** zur Verfügung gestellt werden kann.

**[0066]** Grundsätzlich wäre es auch möglich, das Schaltglied **9** bzw. das Isolatorelement **9b** unmittelbar an seiner Rückseite mit dem Gasdruck des Antriebs **11** zu beaufschlagen. Allerdings würde dies die Herstellung der Einheit aus Antrieb **11** und Schaltglied **9** komplizieren. Zudem könnte nicht mehr gewährleistet werden, dass bei einem Auslösen des pyrotechnischen Antriebs **11** die erzeugten Heizgase zumindest nicht derart in die Umgebung gelangen, dass hier die Gefahr von Beschädigungen oder Verletzungen besteht.

**[0067]** Der Bewegungsweg des Schaltglieds **9** wird bei der in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform eines Schalters **1** durch das separate Brems-element **7** begrenzt. Dieses weist in der Achse des Schaltglieds, welche mit der Bewegungsachse des Schaltglieds fluchtet, einen Durchbruch **31** auf, der in seinem Längsschnitt sich konisch verjüngend (in Bewegungsrichtung des Schaltglieds gesehen) ausgebildet ist, d.h. der Innendurchmesser des Durchbruchs **31** verringert sich in der Richtung der Schaltbewegung.

**[0068]** Das Frontende des Schaltglieds **9** bzw. des Kontaktteils **9a** ist ebenfalls konisch ausgebildet, wobei der Konuswinkel in etwa dem Konuswinkel des Durchbruchs **31** entspricht. Selbstverständlich muss für das gewünschte Abbremsen des Schaltglieds bei einem Eingreifen in den Durchbruch **31** der minimale Durchmesser des Durchbruchs **31** kleiner sein als der maximale Durchmesser des Schaltglieds **9a** in seinem vorderen Bereich. Hierdurch ergibt sich ein verhältnismäßig langsames Abbremsen des Schaltteils **9**, welches mit hoher Geschwindigkeit mit seinem vorderen Ende in den Durchbruch **31** des Brems-elements **7** eintritt. Dieses verhältnismäßig langsame Abbremsen der Verschiebebewegung des Schalt-



glieds **9** führt zu geringeren mechanischen Belastungen des Schalters **1**.

**[0069]** Wie aus **Fig. 1** ersichtlich, ist in dem separaten Bremsselement **7** noch ein Sensor **33** vorgesehen, welcher beispielsweise als Sensordraht ausgebildet sein kann. Dieser verläuft senkrecht zur Längsachse des Schaltglieds **9** in einem Bereich, der so gewählt ist, dass der Sensor **33** bei einem Eintreten des Schaltglieds **9** in den Durchbruch **31** zerstört wird. Hierdurch kann durch eine einfache Widerstandsmessung ein Signal erzeugt werden, sobald der Schalter ausgelöst wurde. Das Signal beinhaltet dann die Information, dass der Schalter tatsächlich ausgelöst wurde und dass das Schaltglied **9** seine korrekte Endposition erreicht hat.

**[0070]** Bei der in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform des Schalters **1** sind die beiden Kontakte **3** und **5** in der Ausgangsposition (**Fig. 1a**) elektrisch leitend verbunden. Dies ist durch die betreffenden Pfeile für einen den Schalter durchfließenden Strom **I** angedeutet. Die Kontaktierung der Kontakte **3**, **5** des Schalters **1** kann selbstverständlich in jeder geeigneten Weise erfolgen.

**[0071]** Bei der in **Fig. 1b** dargestellten Endposition wurde das Schaltglied **9** so weit in seine Endposition bewegt, dass das Kontaktteil **9a**, welches in der in **Fig. 1a** dargestellten Ausgangsposition die beiden Kontakte **3**, **5** elektrisch leitend verbindet, nicht mehr in einem elektrischen Kontakt mit dem Kontakt **5** steht. In der Endposition hat der als Öffner ausgebildete elektrische Schalter **1** somit den Stromkreis über die Kontakte **3** und **5** unterbrochen.

**[0072]** In seiner Endposition wird das Schaltteil bei der in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform noch mit seinem Isolatorteil **9b** im Kontakt **5** gehalten. Hierdurch kann, insbesondere bei großen Schaltern **1** und damit großen Schaltgliedern **9**, eine ausreichende Stabilität erreicht werden. Das Isolatorteil **9b** ist dabei so dimensioniert, dass auch in der Endposition in **Fig. 1b** ein ausreichender minimaler Isolationsabstand zwischen dem Schaltteil **9a** und dem Kontakt **5** gewährleistet ist.

**[0073]** Durch den großen Verschiebeweg, der durch die freie Bewegungsphase des Schaltglieds **9** nach dem Abkoppeln vom Antrieb **11** möglich ist, können somit auch die Taktabstände zwischen den Kontakten **3**, **5** so groß gewählt werden, dass der Schalter auch für hohe Spannungen, insbesondere Spannungen von mehr als 10 kV, verwendbar ist, die an den Kontakten **3**, **5** nach einem Auftrennen des Stromkreises anliegt. Zudem lassen sich bei entsprechender Dimensionierung des Isolatorteils **9b** auch große Abstände zwischen der Kontakteinheit **4** und dem Antrieb **11** realisieren. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn zwar die maximale Schaltspan-

nung, die an der Kontakteinheit **4** bzw. den Kontakten **3**, **5** anliegen kann, nicht allzu hoch ist, jedoch die Kontakteinheit auf einem sehr viel höheren Potential liegt, als die Antriebseinheit **11**.

**[0074]** Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Schalter **1** selbstverständlich in jeder geeigneten Größe realisierbar ist. Dies ist insbesondere abhängig von der zu schaltenden Spannung und dem zu schaltenden Strom. Die Größe kann dabei von kleinen Baugrößen für Spannungen im Bereich von wenigen 10 bis wenigen 100 Volt liegen bis hin zu großen Baugrößen für Spannungen von mehreren Tausend, mehreren Zehntausend oder gar mehreren 100000 Volt. Bei großen Schaltern kann das Schaltglied durchaus Längen im Bereich von einem bis zu mehreren Metern erreichen.

**[0075]** Bei dem in **Fig. 2** dargestellten Schalter **1** ist der Antrieb **11** bereits in der Ausgangsposition des Schaltglieds **9** in einer vom rückwärtigen Ende des Schaltglieds **9** entfernten Position angeordnet, d.h. der Antrieb **11** beaufschlagt das Schaltglied **9** nicht mehr unmittelbar.

**[0076]** Der pyrotechnische Antrieb **11** bei der Ausführungsform nach **Fig. 2** ist im Wesentlichen mit dem Antrieb **11** der Variante in **Fig. 1** identisch. Im Unterschied zu dieser Variante beinhaltet der Antrieb **11** jedoch ein Impulsübertragungselement **35**, welches im vorderen Bereich des Gehäuses **19** des Antriebs **11** aufgenommen ist. Das Impulsübertragungselement **35** kann, wie auch das Isolatorteil **9b** bei der Variante nach **Fig. 1**, mit dem Antriebselement **15** verbunden sein, um ein unnötiges Lösen des Impulsübertragungselements **35** vom Antrieb **11** zu vermeiden.

**[0077]** Das Impulsübertragungselement **35** ist so ausgebildet, dass es eine ausreichende Masse aufweist, um einen entsprechend großen Impuls auf das Schaltglied **9** übertragen zu können, der dazu führt, dass das Schaltglied **9** durch diese mittelbare Beaufschlagung mittels des Antriebs **11** beschleunigt und aus seiner Ausgangsposition (**Fig. 2a**) in seine Endposition (**Fig. 2b**) bewegt wird.

**[0078]** Die Funktion des in **Fig. 2** dargestellten Schalters **1** ist somit weitestgehend mit der Funktion des Schalters nach **Fig. 1** identisch. Sie unterscheidet sich lediglich dadurch, dass das Schaltglied **9** nicht mehr unmittelbar durch den Antrieb **11** beaufschlagt wird, sondern dass der Antrieb **11** bei seinem Auslösen das Impulsübertragungselement **35** beschleunigt und gleich einem Projektil auf das rückwärtige Ende des Schaltglieds **9** bzw. des Isolatorteils **9b** schießt.

**[0079]** Um zu vermeiden, dass das Impulsübertragungselement **25** nach seinem Auftreffen auf das

Schaltglied **9** unkontrolliert im Schalter **1** herumfliegt oder herumliegt, können das Schaltglied, insbesondere das Isolatorteil **9b**, und das Impulsübertragungselement **35** so ausgebildet sein, dass sich das Impulsübertragungselement **35** nach seinem Auftreffen auf das rückwärtige Ende des Schaltglieds **9** bzw. des Isolatorteils **9b** mit diesem verbindet. Hierzu kann, wie in **Fig. 2a** angedeutet, die rückwärtige Stirnseite des Isolatorteils **9b** eine kleine Vertiefung oder Ausnehmung **37** aufweisen, in welche die Frontseite des Impulsübertragungselements **35** bei dessen Auftreffen eingreift. Alternativ oder zusätzlich können die Materialien des Schaltglieds **9** bzw. des Isolatorteils **9b** und des Impulsübertragungselements so gewählt sein, dass sich ein Verschmelzen oder Verschweißen des Impulsübertragungselements **25** mit dem Schaltglied **9** bzw. dem Isolatorteil **9b** ergibt. In diesem Fall bewegen sich das Schaltglied **9** und das Impulsübertragungselement **35** gemeinsam in Richtung der Endposition (**Fig. 2b**).

**[0080]** Bei der in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsform des Schalters **1** wird das Schaltglied **9** somit mittelbar durch den Antrieb durch Impulsübertragung mittels des Impulsübertragungselements **35** angetrieben. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass der Antrieb **11** nicht mehr unmittelbar am Ende des Schaltglieds **9** in dessen Ausgangsposition positioniert werden muss. Insbesondere bei großen Schaltern für sehr hohe Spannungen lassen sich hierdurch Abstände von mehreren Metern zwischen der Kontakteinheit **4** und dem Antrieb **11** realisieren. Solche Schalter lassen sich damit auch für solche Fälle einsetzen, in denen ein sehr hoher Potentialunterschied zwischen der Kontakteinheit **4** bzw. den Kontakten **3**, **5** und dem Antrieb **11** auftreten kann. Es ist insbesondere nicht mehr erforderlich, den Antrieb **11** so auszugestalten, dass sich dieser auf demselben Potential befindet, wie die Kontakteinheit **4**. Sogar eine Potentialtrennung ist realisierbar.

**[0081]** Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass in **Fig. 2** die Verbindungselemente **13** zwischen den Kontakten, dem Bremsselement und dem Antrieb nicht dargestellt sind. Selbstverständlich kann die Halterung dieser Komponenten durch jede geeignete Maßnahme realisiert werden.

**[0082]** Die Ausführungsform nach **Fig. 3** entspricht weitestgehend der Ausführungsform nach **Fig. 1**. Dieser Schalter **1**, der wiederum als einpoliger Öffner ausgebildet ist, umfasst jedoch anstelle eines pyrotechnischen Antriebs einen elektrodynamischen Antrieb **11**. Ein derartiger elektrodynamischer Antrieb **11** kann beispielsweise eine Spule **39** umfassen, die mit einem kurzen Stromimpuls mit sehr hoher Stromstärke beaufschlagt wird. Hierdurch wird ein Magnetfeld erzeugt, welches in dem entsprechend ausgestalteten Antriebselement **15** Wirbelströme erzeugt, die ihrerseits zu einem abstoßenden Magnetfeld führen.

Bei ausreichend hohen Stromstärken durch die Spule **39** wird somit das Antriebselement **15**, wie auch im Fall eines pyrotechnischen Antriebs, mit entsprechender Kraft und Geschwindigkeit aus seiner Ausgangsposition in seine Endposition (**Fig. 3b**) bewegt.

**[0083]** Im Übrigen gleicht die Funktionsweise des Schalters **1** in **Fig. 3** der Funktionsweise des Schalters **1** in **Fig. 1**. Lediglich das Isolatorteil **9b** ragt in der Endposition des Schaltglieds **9** etwas in Richtung auf den Antrieb **11** aus dem Durchbruch im Kontakt **5** heraus, was sich aus einer geringfügig abweichenden Dimensionierung der Abstände zwischen den Kontakten bzw. der Längen des Kontaktteils **9a** und des Isolatorteils **9b** ergibt.

**[0084]** Der Schalter **1** nach der in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform in **Fig. 3** im Wesentlichen durch eine andere Dimensionierung des Schaltglieds **9** hinsichtlich der Längen des Kontaktteils **9a** und des Isolatorteils **9b** in Bezug auf die Abstände der Kontakte **3**, **5** und des Bremsselements **7**. Denn wie aus **Fig. 4** ersichtlich, realisiert dieser Schalter **1** eine Abzweigfunktion. In der Ausgangsstellung nach **Fig. 4a** schließt das Kontaktteil **9a** die beiden Kontakte **3** und **5** kurz bzw. stellt einen elektrischen Kontakt zwischen diesen her. In der Endstellung des Schaltglieds **9**, wie aus **Fig. 4b** ersichtlich, besteht weiterhin ein elektrischer Kontakt zwischen den Kontakten **3** und **5**, da das Kontaktteil **9a** des Schaltglieds **9** entsprechend lang ausgebildet ist. Zusätzlich ist bei dieser Ausführungsform das Bremsselement als Bremskontakt **7'** ausgebildet. In der Endposition des Schaltglieds **9** wird somit der mittlere Kontakt **3** mit den beiden Kontakten **7'** und **5** kurzgeschlossen, so dass sich ein dem Kontakt **3** zugeführter Strom **I** in Teilströme **I1** über den Kontakt **5** und **I2** über den Bremskontakt **7'** aufteilt.

**[0085]** Der Schalter **1** der Ausführungsform nach **Fig. 5** weist wiederum einen elektrodynamischen Antrieb **11** auf, der das Schaltglied **9** in seiner Ausgangsposition (und während der Beschleunigungsphase) unmittelbar beaufschlagt. Die mechanische Funktionsweise ist somit weitgehend identisch mit der Ausführungsform nach **Fig. 4**. Allerdings ist hier das Schaltglied hinsichtlich seiner axialen Aufteilung in das Kontaktteil **9a** und das Isolarelement **9b** so dimensioniert, dass in der Ausgangsposition (**Fig. 5a**) lediglich die Kontakte **3** und **5** kurzgeschlossen sind und in der Endposition lediglich die Kontakte **3** und **7'**. Es handelt sich hierbei also um einen Umschalter.

**[0086]** Wie auch bei der Ausführungsform nach **Fig. 4** kann der Bremskontakt **7** selbstverständlich ebenfalls einen Sensor **33**, beispielsweise in Form eines Sensordrahts, einer Sensorfolie, insbesondere einer Polyvinylidenfluorid-(PVDF) Folie oder PVDF-Drahtes, oder einer Lichtleitfaser, beinhalten.

**[0087]** Wie aus **Fig. 5b** ersichtlich, ist bei diesem Schalter **1** die Dimensionierung des Schaltglieds in Bezug auf die Kontakteinheit **4** so getroffen, dass das Isolatorstück in der Endposition nicht mehr im Kontakt **5** gehalten ist.

**[0088]** Der Schalter **1** nach der in **Fig. 6** dargestellten Ausführungsform zeigt in dieser Hinsicht eine Variante, bei der eine zusätzliche Halterung des Isolatorstücks **9b** in der Endposition gegeben ist. Auch dieser Schalter realisiert eine Umschaltfunktion und entspricht weitestgehend der Variante nach **Fig. 5**.

**[0089]** Im Unterschied zu den zuvor beschriebenen Ausführungsformen wird das Kontaktteil **9a** im Bremskontakt **7'** jedoch nicht über einen konischen Durchbruch und das konische vordere Ende des Schaltglieds **9** abgebremst, sondern durch einen sich über den Umfang des vorderen Endes des Kontaktteils **9a** des Schaltglieds **9** erstreckenden Anschlagsflansch **41**. Wie aus **Fig. 6** ersichtlich, kann die Vorderseite des Anschlagsflanschs **41** mit einem dämpfenden Material belegt sein, beispielsweise einem Kunststoff, um das Abbremsen des Schaltglieds **9** etwas langsamer auszugestalten als im Fall eines völlig starren Anschlagsflanschs.

**[0090]** Um in diesem Fall einen sicheren elektrischen Kontakt zwischen dem Kontaktteil **9a** und dem Bremskontakt **7** zu gewährleisten, weist der Bremskontakt **7** Kontaktierungsmittel **43** auf, wie sie auch im Fall der anderen Kontakte verwendet sein können, die sowohl vor als auch nach der Verschiebewegung des Schaltglieds **9** einen elektrischen Kontakt bewirken müssen. Derartige Kontaktmittel **43** können selbstverständlich auch bei solchen Kontakten verwendet werden, die entweder nur in der Ausgangsposition oder in der Endposition des Schaltglieds **9** mit dem Schaltglied elektrisch verbunden sein müssen.

**[0091]** Die Kontaktmittel **43** können insbesondere als sogenannter Multikontakt ausgebildet sein. Ein Multikontakt weist üblicherweise an der Innenwandung des jeweiligen Durchbruchs im Kontakt **3, 5, 7'** federnde Elemente auf, die über den Innenumfang verteilt angeordnet sind. Die federnden Elemente sind an einem Ende mit dem jeweiligen Kontakt, **3, 5, 7'** elektrisch verbunden und beaufschlagen mit dem anderen Ende den Außenumfang des Schaltglieds **9** bzw. des Kontaktteils **9a**. Hierdurch wird ein sicherer Kontakt gewährleistet. Derartige Multikontakte sind im Handel als Fertigbauteile erhältlich und können beispielsweise ringförmig ausgebildet sein. In der Innenwandung des Rings können axiale Nuten verlaufen, in welchen die federnden Kontaktteile liegen, wobei die Kontaktteile mit einem freien Ende in radialer Richtung über den Innenumfang des Rings hervorstehen. Der Außenumfang des Schaltglieds bzw. des Kontaktteils **9a** wird dabei so gewählt, dass er im Wesentlichen dem Innenumfang des Rings des

Multikontakts entspricht. Hierdurch wird der Außenumfang des Schaltglieds sicher durch die federnden Kontaktelemente beaufschlagt. Ein solcher Multikontakt erlaubt auch ein mehrfaches Ein- und Ausschleiben bzw. eine Bewegung des Schaltglieds unter Aufrechterhaltung des elektrischen Kontakts zwischen dem Schaltglied **9** bzw. dem Kontaktteil **9a** und dem betreffenden Kontaktteil **3, 5, 7'**.

**[0092]** Der in **Fig. 7** dargestellte Schalter **1** entspricht hinsichtlich der Kontakteinheit **4** und dem Schaltglied **9** der Ausführungsform nach **Fig. 6**. Anstelle eines elektrodynamischen Antriebs wird hier jedoch ein Antrieb **11** verwendet, der eine Tauchspule **5** umfasst, in welche ein Betätigungselement **47** eingreift. Das Betätigungselement weist an seinem Ende einen Flansch auf, dessen ferromagnetisches Material bei einer Beaufschlagung der Tauchspule **45** mit einem ausreichend hohen Strom durch das von der Tauchspule **45** erzeugte Magnetfeld angezogen wird. Hierdurch wird ein Hebelgetriebe betätigt, welches einen einseitig angelegten Hebel **49** beaufschlagt. Mit seinem längeren Hebelarm beaufschlagt der Hebel **49** das Schaltglied **9** an seinem rückwärtigen Ende, d.h. am rückwärtigen Ende des Isolatorstücks **9b**. Hierdurch wird eine Übersetzung des Schaltwegs erreicht, der durch die Tauchspule **45** erzeugt wird. Im Übrigen entspricht die Funktionalität dieses Schalters **1** der Variante nach **Fig. 6**.

**[0093]** **Fig. 8** zeigt eine weitere Variante eines Antriebs **11**, welcher als Energiespeicher eine komprimierte Schraubenfeder **41** aufweist. Diese beaufschlagt mit einem Ende das Antriebselement **15** über eine Druckplatte **53**. Selbstverständlich wäre auch ein unmittelbares Beaufschlagen des Antriebselements **15** möglich.

**[0094]** Die Druckplatte kann mit einer Auslösevorrichtung in ihrer axialen Bewegbarkeit freigegeben werden. Das Auslösen kann selbstverständlich manuell oder auch angesteuert erfolgen, abhängig von der Ausbildung der Auslösevorrichtung **55**. Eine ansteuerbare Auslösevorrichtung kann beispielsweise so ausgebildet sein, dass ein radial in die Druckplatte eingreifender Stift mittels eines Elektromagneten der Auslösevorrichtung **55** aus einer sperrenden Position in eine Freigabeposition bewegt wird.

**[0095]** Im Übrigen entspricht die Funktionalität dieser Variante eines Schalters **1** wiederum der Ausführungsform in **Fig. 6** oder **Fig. 7**.

**[0096]** **Fig. 9** zeigt eine weitere Ausführungsform eines elektrischen Schalters **1**, bei dem die Kontakteinheit **4** und das Schaltglied **9** in einem dichten Gehäuse **57** angeordnet sind. Das Schaltglied **9** reicht mit seinem rückwärtigen Ende im Wesentlichen bis an eine deformierbare Membran oder einen Membranbereich des Gehäuses **57** heran. Als Antrieb wird in

diesem Fall wiederum ein pyrotechnischer Antrieb **11** verwendet, welcher zur mittelbaren Beaufschlagung des Schaltglieds **9** mittels eines Impulsübertragungselements **35**, wie im Fall der Ausführungsform nach **Fig. 2**, ausgebildet ist.

**[0097]** Bei einem Auslösen des Antriebs **11** wird das Impulsübertragungselement **35** nicht mehr unmittelbar auf die rückwärtige Stirnseite des Schaltglieds **9** bzw. des Isolatorteils **9b** geschossen, sondern auf die dazwischen angeordnete Membran **59**. Die Impulsübertragung erfolgt in diesem Fall also mittelbar vom Impulsübertragungselement **35** über die Membran **59** auf das Schaltglied **9**.

**[0098]** Die Membran ist dabei vorzugsweise so ausgebildet und so auf den zu übertragenden Impuls abgestimmt, dass sie sich während der Impulsübertragung verformt. Hierdurch kann das Impulsübertragungselement langsamer abgebremst werden.

**[0099]** Es ist auch möglich, die Membran und das Impulsübertragungselement **35** so auszugestalten, dass das Impulsübertragungselement nach seinem Auftreffen auf die Membran **59** mit dieser verbunden wird, beispielsweise durch das Vorsehen eines entsprechenden Aufnahmemittels oder durch ein Verschweißen der betreffenden Materialien durch die Aufprallenergie.

**[0100]** Im Übrigen entspricht die Funktionalität des in **Fig. 9** dargestellten Schalters **1** der Funktionalität der Variante in **Fig. 2**.

**[0101]** Die in **Fig. 10** dargestellte Ausführungsform entspricht weitestgehend der Ausführungsform in **Fig. 9**, wobei jedoch der Antrieb **11** in der Ausgangsposition (d.h. im nicht ausgelösten Zustand) so weit an das Gehäuse **57** herangerückt ist, dass das Impulsübertragungselement mit seiner Vorderseite bereits die Membran **59** beaufschlagt. Es ist also praktisch eine unmittelbare Beaufschlagung des Schaltglieds **9** durch den Antrieb **11** gegeben, da das Schaltglied in der Ausgangsposition an der Membran **59** anliegt.

**[0102]** Die Ausführungsform eines Schalters **1** nach **Fig. 11** entspricht hinsichtlich der Funktionalität der Ausführungsform in **Fig. 1**. Zusätzlich zu der Variante in **Fig. 1** (auf die Darstellung der Verbindungselemente **13** wird in **Fig. 11**, wie auch in den anderen Varianten nach den **Fig. 2–Fig. 10**, verzichtet) ist ein Gehäuse **57** vorgesehen, welches nicht nur die Kontakteinheit **4**, sondern den gesamten Schalter **1** umgibt.

**[0103]** **Fig. 12** zeigt einen Schalter **1**, bei dem wiederum ein pyrotechnischer Antrieb **11** verwendet ist, der zur Übertragung eines Impulses mittels eines Impulsübertragungselements **35** auf das Schaltglied **9**

einer Kontakteinheit **4** ausgebildet ist. Diese Kontakteinheit **4** umfasst lediglich einen ersten Kontakt **3** und einen zweiten Kontakt **5**. Auf ein zusätzliches Brems- oder ein Sensor wurde hier verzichtet. Das Schaltglied **9** weist einen Anschlagsflansch **41** auf, welcher zum Abbremsen der Schaltbewegung am Kontakt **3** dient. Der Kontakt **3** kontaktiert das Schaltglied **9** wieder über Kontaktmittel **43**, beispielsweise einem Multikontakt.

**[0104]** Als Besonderheit bei dieser Kontakteinheit ist das Schaltglied **9** mit seinem rückwärtigen Ende in eine Aufnahmeausnehmung im rückwärtigen Kontakt **5** gehalten. Das Kontaktelement kann hier bei der Herstellung beispielsweise eingepresst werden. Der Anschlagsflansch **41** kann hier mit seiner Rückseite auch als Begrenzung für ein Einpressen dienen. Es verbleibt somit am Boden der Aufnahmeausnehmung des Kontakts **5** nur noch eine dünne Wandung, die einen Ausbrechbereich **61** bildet. Beim Auftreffen des Kontaktübertragungselements **35** auf den Ausbrechbereich **61** wird dieser aus dem Kontakt **5** ausgebrochen, und der Impuls (zumindest ein ausreichend großer Teil davon) des Impulsübertragungselements **35** wird auf das Schaltglied **9** übertragen. Das Schaltglied **9** wird dann in seine Endposition bewegt, die in **Fig. 12b** dargestellt ist. Die Wandung bzw. der Ausbrechbereich **61** kann infolge der Auftreffenergie mit der Rückseite des Schaltglieds **9** verschweißt sein.

**[0105]** Wie in **Fig. 12b** dargestellt, kann das Impulsübertragungselement **35** hinsichtlich seiner Geometrie so ausgestaltet sein bzw. die Ausnehmung bzw. der resultierende Durchbruch im Kontakt **5** so auf das Impulsübertragungselement abgestimmt sein, dass das Impulsübertragungselement im entstehenden Durchbruch aufgefangen wird.

**[0106]** Der Schalter in **Fig. 13** unterscheidet sich von der Ausführungsform nach **Fig. 12** lediglich dadurch, dass die Kontakteinheit **4** abweichend ausgebildet ist. Hier ist das Schaltglied **9**, welches wie auch bei der Variante nach **Fig. 12** nur aus einem Kontaktteil besteht (es existiert kein isolierender Abschnitt), einstückig mit dem Kontakt **5** ausgebildet. Der Kontakt **5** kann also in einem Prozess mit dem Schaltglied **9** hergestellt werden. Es ist lediglich erforderlich, eine entsprechende Dünnstelle im Kontakt vorzusehen, welche eine Sollbruchstelle zwischen dem Schaltglied **9** und dem Kontakt **5** darstellt.

**[0107]** Zusätzlich ist bei der Ausführungsform nach **Fig. 13** auch der vordere Kontakt **3** einstückig mit dem Schaltglied ausgebildet. Auch hier ist eine Dünnstelle **63** zwischen dem Schaltglied und dem Kontakt vorgesehen.

**[0108]** Bei der in **Fig. 13** dargestellten Variante kann die Dünnstelle **63** beispielsweise durch einen Schweißvorgang hergestellt werden, wenn das

Schaltglied **9** in einen zunächst bestehenden Durchbruch im Kontakt **5** eingesetzt ist.

**[0109]** Befindet sich der Anschlagsflansch **41** nicht unmittelbar am Kontakt **5**, so kann die Dünnstelle selbstverständlich auch durch einen Schneid- oder Fräsprozess im Kontakt **5** hergestellt werden. Es ist des Weiteren möglich, ein derart kompliziertes Teil, wie es in **Fig. 13a** dargestellt ist, in einem Stück mit Verfahren des sogenannten Rapid Prototyping herzustellen. Dies ist auch für metallische Werkstoffe möglich.

**[0110]** **Fig. 14** zeigt ein Schaltglied **9** mit einem im Umfang strukturierten vorderen Bereich **9'** und einem weiteren im Umfang strukturierten Bereich **9''**. Das dargestellte Schaltglied **9**, welches nur als Kontaktteil aus einem elektrisch leitenden Material besteht, kann selbstverständlich auch nach rechts verlängert sein, auch mittels eines Isolatorteils. Die strukturierten Bereiche **9'**, **9''** sind jeweils dafür vorgesehen, um beim Einschließen des Schaltglieds **9** in entsprechende Kontakte (nicht dargestellt) einen sicheren elektrischen Kontakt zu bewirken. Im dargestellten Ausführungsbeispiel bestehen die Strukturierungen aus Nuten **73'** und **73''** bzw. erhabenen Vorsprüngen **75'** und **75''**, wie dies aus dem Schnitt B-B in **Fig. 14** ersichtlich ist. Das Schaltglied **9** kann mit diesen strukturierten Stopp-Bereichen in entsprechende Durchbrüche in zwei Bremskontakten eingreifen, so dass diese bei einem Auslösen des Schalter elektrisch leitend verbunden werden. Die Strukturierung ermöglicht dabei einen Materialfluss, insbesondere des Materials der Erhebungen der Strukturen in die Bereiche, in denen zunächst kein Material vorhanden ist. Der Materialfluss wird infolge des hohen Drucks, der Reibung und der hierdurch erzeugten Temperatur bewirkt. Der vordere Bereich **9'** des Schaltglieds **9** in **Fig. 14** kann beispielsweise in Verbindung mit dem Schaltglied nach **Fig. 5** verwendet werden. Beim Einschließen des so ausgestalteten strukturierten Bereichs **9'** in den Bremskontakt **7** ergibt sich ein Materialfluss und infolge der hohen Temperatur und der Materialerweichung ein Verschweißen des strukturierten Bereichs **9'** mit der Innenwandung des Durchbruchs des Bremskontakts **7**.

**[0111]** Die Strukturierung ist dabei ganz entscheidend zur Herstellung eines sicheren Kontakts und für das gewünschte Verschweißen der Materialien des Schaltglieds und des Bremskontakts. Der rückwärtige strukturierte Bereich **9''** kann ebenfalls dazu dienen, einen sicheren elektrischen Kontakt mit einem zweiten Kontakt (nicht dargestellt) herzustellen. Dabei kann das Schaltglied **9** nach **Fig. 14** in einer Ausgangsposition bereits in einen zunächst stromlosen (d.h. nicht benutzten) Bremskontakt derart eingreifen, dass sich der Bereich des Schaltglieds **9** zwischen den beiden strukturierten Bereichen **9'** und **9''** im Durchbruch desjenigen Kontakts befindet, welcher

in der Endposition des Schaltglied mittels des strukturierten Bereichs **9''** kontaktiert werden soll.

**[0112]** Das Schaltglied **9** nach **Fig. 14** ermöglicht es somit, zwei sichere elektrische, gegebenenfalls verschweißte Verbindungen zwischen dem Schaltglied **9** in den beiden strukturierten Bereichen **9'** und **9''** und jeweils einem Kontakt herzustellen.

**[0113]** Anstelle oder zusätzlich zu einer Strukturierung des Schaltglieds **9** in einem Bereich oder axialen Abschnitt des Schaltglieds **9**, in dem ein Kontaktieren oder Verschweißen mit der Innenwandung eines entsprechenden Kontakts gewünscht ist, kann auch die Innenwandung des betreffenden Durchbruchs in einem Bremskontakt **7'** mit einer Struktur versehen sein. Es werden dann anstelle des oder zusätzlich zu den Materialfluss im strukturierten Bereich des Schaltglieds **9** auch Materialflüsse im Bereich der Innenwandung des Durchbruchs in dem betreffenden Kontakt erzeugt. Ein derartiger strukturierter Durchbruch in einem Bremskontakt **7'** ist in **Fig. 15** dargestellt. Der Durchbruch mit im axialen Schnitt konischem Verlauf weist an seiner Innenwandung Nuten **77** auf, die im Wesentlichen axial verlaufen. Diese Nuten **77** bilden Freiräume, in denen sich verformendes Material einfließen kann, das bei einem Erweichen bzw. Schmelzen des Materials von Vorsprüngen **79** geliefert wird.

**[0114]** Anstelle von Nuten ist selbstverständlich jede andere Strukturierung denkbar, die entsprechende Freiräume zur Aufnahme von sich erweichendem Material schafft.

**[0115]** **Fig. 16** zeigt das vordere Ende eines Schaltglieds **9**, an dem ein zylindrisches Element **65** angeordnet ist. Das Element **65** kann, wie in **Fig. 16** dargestellt, mit einem Gewindebereich in eine entsprechende axiale Gewindebohrung in der Frontseite des Schaltglieds **9** eingeschraubt sein. Selbstverständlich kann das zylindrische Element **65** auch einstückig mit dem Schaltglied **9** ausgebildet sein. Das zylindrische Element **65** weist einen Außendurchmesser auf, der kleiner ist, als der Außendurchmesser des angrenzenden Bereichs des Schaltglieds **9**. Hierdurch entsteht eine Anschlagschulter **67**.

**[0116]** Auf dem zylindrischen Element **65** ist ein ringförmiges Konussteil **69** aufgeschoben. Das Konussteil weist hierzu einen Innendurchmesser auf, der im Wesentlichen dem Außendurchmesser des zylindrischen Elements **65** entspricht. Das Konussteil **69** kann auch einen oder mehrere axial verlaufende Längsschnitte oder Längsnuten aufweisen. Die konische Außenwandung des Konusteils **69** ist so gewählt, dass diese bei einem Einschleiben des Schaltglieds **9** in den Durchbruch **31** des Kontakts **3** von der Innenwandung des im Schnitt ebenfalls konisch ausgebildeten Durchbruchs **31** so beaufschlagt wird, dass ra-

dial einwärts gerichtete Kräfte auf das Konusteil **69** wirken. Dies führt zunächst zu Reibkräften zwischen der Innenwandung des Durchbruchs **31** des Kontakts **3** und der Außenwandung des Konusteils **69** sowie zwischen der Innenwandung des Konusteils **69** und der Außenwandung des zylindrischen Elements **65**. Infolge der hohen Energie, mit welcher das Schaltglied **9** eingeschoben wird, führt dies zu einer Temperaturerhöhung und zu Materialflüssen, die wiederum durch die Längsschlitz oder die Längsnuten in der Außenwandung des Konusteils **69** aufgenommen werden können. Die Anschlagsschulter stoppt die Verschiebebewegung des Konusteils **69** auf dem Element **65**, so dass ab dem Erreichen des Anschlags das Konusteil **69** zusammen mit dem übrigen Schaltglied **9** in den Durchbruch **31** hineingepresst wird.

**[0117]** Die Längsschlitz im Konusteil **69** können gleichmäßig über den Umfang verteilt ausgebildet sein. Es ist jedoch ebenfalls möglich, wie in **Fig. 16** gezeigt, nur einen einzigen, axial durchgehenden Längsschlitz **71** vorzusehen. Zudem ist es möglich, im Außenumfang des Konusteils **69** und/oder dem Innenumfang des Durchbruchs **31** beliebige andere Strukturierungen vorzusehen, die fließendes Material aufnehmen können. Zu deren Funktionalität kann auf die Ausführungen zu den **Fig. 14** und **Fig. 15** verwiesen werden.

**[0118]** Abschließend sei erwähnt, dass selbstverständlich Merkmale, die nur in Verbindung mit einer oder mehreren der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen erläutert sind, selbstverständlich auch mit anderen Ausführungsformen kombiniert werden können. Dies gilt insbesondere für die Ausgestaltung des Stopp-Bereichs des Schaltglieds **9**, der als bloßer Konus ausgebildet sein kann, oder einen Anschlagflansch **41** umfassen kann. Selbstverständlich sind auch Kombinationen hieraus denkbar. Auch die in Verbindung mit den **Fig. 14**, **Fig. 15** und **Fig. 16** beschriebenen Strukturierungen zur Ermöglichung von Materialflüssen und das hierdurch mögliche Verschweißen des Schaltglieds mit dem betreffenden Kontakt können selbstverständlich bei allen Varianten vorgesehen sein. Dieses Strukturieren bzw. Verschweißen des Schaltglieds mit einem Kontakt würde auch unabhängig von einer möglichen freien Bewegungsphase des Schaltglieds **9** realisierbar sein.

**[0119]** Dies gilt auch für die in den Figuren beschriebenen verschiedenen Varianten von Kontakteinheiten, Schaltgliedern und Schaltfunktionen. Sind keine derart hohen Schaltwege erforderlich, so kann der Antrieb fortwährend, d.h. während der gesamten Bewegung zwischen der Ausgangsposition und der Endposition des Schaltglieds, mit dem Schaltglied gekoppelt sein. Die Vorteile der vorstehend beschriebenen Kontakteinheiten und Kontaktierungsvarianten, insbesondere die flexible Gestaltung von Schalt-

funktionen durch das Vorsehen eines stabförmigen Schaltglieds, welches in Durchbrüche in den Kontakten bzw. im Bremsselement eingreift, bleiben erhalten.

**[0120]** Weitere, nicht dargestellte Varianten werden nachfolgend kurz beschrieben.

**[0121]** In einer Variante kann das in der Zeichnung dargestellte, in der Regel im Querschnitt kreisrunde Schaltglied einen anderen, beispielsweise rechteckigen, insbesondere flachen, rechteckigen Querschnitt aufweisen. Die Durchbrüche in den Kontakten weisen dann eine entsprechend komplementäre Form auf. Dies führt zu dem Vorteil, dass der Schalter zu einer flachen Baugruppe ausgestaltet sein kann.

**[0122]** Es ist auch möglich, mehrere Schaltglieder zu verwenden, wobei wenigstens zwei Kontakte mit wenigstens zwei Schaltgliedern zusammenwirken. Hierdurch kann zum einen eine Redundanz erzeugt werden und zum anderen können beispielsweise unterschiedliche Kontakte mit demselben Kontakt verbunden oder von diesem getrennt werden.

**[0123]** Das Gehäuse des Schalters, welches, wie vorstehend beschrieben, bestimmte Komponenten oder alle Komponenten des Schalters umgibt, kann auch dazu dienen und hierfür so ausgebildet sein, dass der Zustand des Schalters von außen erkennbar gemacht wird. Gleichzeitig kann das Material des Gehäuses oder einer oder mehrerer Beschichtungen an der Innen- oder Außenseite so gewählt sein, dass sich eine elektromagnetische Abschirmwirkung ergibt.

**[0124]** Das Sichtbarmachen des Schalterzustandes kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass das Gehäuse zumindest in relevanten Bereichen aus einem solchen Material besteht oder mit einem solchen Material beschichtet wird, dass eine Verlustleistung, die im Schalter bei bestimmten Schaltzuständen erzeugt wird, oder elektromagnetische Felder, die in bestimmten Schaltzuständen erzeugt werden, zu einer Änderung des Zustands des Materials des Gehäuses bzw. der Gehäusebeschichtung führen. Insbesondere können Materialien verwendet werden, die auf das Vorhandensein von elektromagnetischen Feldern oder Temperaturänderungen, die durch die Verlustleistung hervorgerufen werden, mit einer Farbänderung reagieren. Auf diese Weise kann der Schalterzustand optisch, auch aus größerer Entfernung, festgestellt bzw. überwacht werden.

**[0125]** Generell kann das Gehäuse aus jeglichem Material hergestellt werden, sofern dessen spezifische elektrische Leitfähigkeit klein ist gegenüber der spezifischen Leitfähigkeit der Materialien im Strompfad. Beispielsweise kann als Gehäusematerial auch Graphit verwendet werden, wodurch das Gehäuse

bzw. der gesamte Schalter für Hochtemperaturanwendungen verwendet werden kann.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	elektrischer Schalter
<b>3</b>	Kontakt
<b>4</b>	Kontakteinheit
<b>5</b>	Kontakteinheit
<b>7</b>	Bremselement
<b>7'</b>	Bremskontakt
<b>9</b>	Schaltglied
<b>9a</b>	Kontaktteil
<b>9b</b>	Isolatorteil
<b>11</b>	Antrieb
<b>13</b>	Verbindungselemente
<b>15</b>	Antriebselement
<b>17</b>	axialer Verbindungszapfen
<b>19</b>	Gehäuse
<b>21</b>	Haltemittel
<b>23</b>	Gehäuseteil
<b>25</b>	Auslösevorrichtung
<b>27</b>	Aufnahmeraum
<b>29</b>	Dichtrand
<b>31</b>	Durchbruch
<b>33</b>	Sensor
<b>35</b>	Impulsübertragungselement
<b>37</b>	Ausnehmung
<b>39</b>	Spule
<b>41</b>	Anschlagsflansch
<b>43</b>	Kontaktmittel
<b>45</b>	Tauchspule
<b>47</b>	Betätigungselement
<b>49</b>	Hebel
<b>51</b>	Schraubenfeder
<b>53</b>	Druckplatte
<b>55</b>	Auslösevorrichtung
<b>57</b>	dichtes Gehäuse
<b>59</b>	Membran
<b>61</b>	Ausbrechbereich
<b>63</b>	Dünnstelle
<b>65</b>	zylindrisches Element
<b>67</b>	Anschlagschulter
<b>69</b>	Konusteil
<b>71</b>	Längsschlitz
<b>73'</b>	Nut
<b>73''</b>	Nut
<b>75'</b>	Vorsprung
<b>75''</b>	Vorsprung
<b>77</b>	Nut
<b>79</b>	Vorsprung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102010010669 A1 [0003]



## Patentansprüche

1. Elektrischer Schalter, insbesondere für hohe Spannungen und/oder hohe Ströme, mit einer Kontakteinheit (4), welche wenigstens zwei Kontakte (3, 5, 7, 7') umfasst, einem Schaltglied (9) und einem Antrieb (11) für das Schaltglied (9), wobei der Antrieb (11) so ausgestaltet ist, dass er das Schaltglied (9) aus einer Ausgangsposition in eine Endposition bewegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltglied (9) während einer Beschleunigungsphase mittelbar oder unmittelbar vom Antrieb (11) beschleunigt wird und anschließend bis zum Erreichen der Endposition eine freie Bewegungsphase durchläuft.

2. Schalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb (11) bis zum Erreichen der freien Bewegungsphase mit dem Schaltglied (9) gekoppelt ist.

3. Schalter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein bewegtes Antriebselement (15) des Antriebs (11) derart mit dem Schaltglied (9) verbunden ist, dass sich das Schaltglied (9) während einer auf eine Beschleunigungsphase des Antriebselements (15) folgenden Stopp-Phase von dem Antriebselement (15) trennt und anschließend die freie Bewegungsphase durchläuft.

4. Schalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb (11) ein Impulsübertragungselement (35) aufweist, welches bei Auslösen eines Schaltvorgangs in Richtung auf das Schaltglied (9) beschleunigt und anschließend vom Antrieb (11) entkoppelt wird, so dass das Impulsübertragungselement (35) mit einem vorgegebenen Impuls eine Freiflugphase durchläuft und zumindest einen solchen Teil des Impulses auf das Schaltglied (9) überträgt, dass das Schaltglied (9) aus der Ausgangsposition in die Endposition bewegt wird.

5. Schalter nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Impulsübertragungselement (35) nach seiner Freiflugphase auf das Schaltglied (9) auftrifft, wobei das Impulsübertragungselement (35) und das Schaltglied (9) derart beschaffen sind, dass sich das Impulsübertragungselement (35) beim Auftreffen auf das Schaltglied (9) mit diesem verbindet, insbesondere verschweißt, und zusammen mit dem Schaltglied (9) aus der Ausgangsposition in die Endposition bewegt wird.

6. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltglied (9), in der Bewegungsrichtung gesehen, aus wenigstens einem Kontaktteil (9a) aus einem elektrisch leitenden Material und wenigstens einem Isolatorteil (9b) aus einem elektrisch isolierenden Material bestehen, beispielsweise aus einem in Be-

wegungsrichtung gesehen, vorderen Kontaktteil (9a) und einem hinteren Isolatorteil (9b).

7. Schalter nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kontakteinheit (4) und das Schaltglied (9) so ausgebildet sind, dass das Schaltglied (9) in der Endposition mit dem wenigstens einen Isolatorteil (9b) derart in einem Kontakt (5) der Kontakteinheit (4) gehalten ist, dass ein minimal erforderlicher Isolationsabstand zwischen dem Kontaktteil (9a) und dem Kontakt (5) gegeben ist.

8. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltglied (9) einen Stopp-Bereich aufweist, der vorzugsweise am – in Bewegungsrichtung gesehen – vorderen Ende des Schaltglieds (9) vorgesehen und so ausgebildet ist, dass das Schaltglied (9) am Ende der freien Bewegungsphase bis zum Erreichen der Endposition abgebremst wird, wobei der Stopp-Bereich hierzu mit einem separaten ortsfesten Bremsselement (7) der Kontakteinheit (4) oder einem als Bremsselement ausgebildeten Bremskontakt (7') der Kontakteinheit (4) zusammenwirkt.

9. Schalter nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stopp-Bereich mit einem im Bremsselement (7) oder im Bremskontakt (7') vorgesehenen Durchbruch (31) zusammenwirkt, welcher bezogen auf die Bewegungsrichtung und die Längsachse des Schaltglieds (9) coaxial im Bremsselement (7) oder im Bremskontakt (7') vorgesehen ist, wobei der Stoppbereich zumindest während einer Stopp-Phase bis zum Erreichen der Endposition in den Durchbruch eingreift.

10. Schalter nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stopp-Bereich einen radialen Anschlagsflansch (41) oder einen oder mehrere, sich radial nach außen erstreckende Anschlagsvorsprünge aufweist, welche mit einer den Durchbruch (31) im Bremsselement (7) oder im Bremskontakt (7') umgebenden Wandung zur Begrenzung der axialen Bewegung des Schaltglieds (9) in der freien Bewegungsphase zusammenwirken.

11. Schalter nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stopp-Bereich einen sich in Richtung auf das vordere Ende des Schaltglieds (9) konisch verjüngenden Bereich aufweist, welcher mit der Innenwandung des Durchbruchs (31) im Bremsselement (7) oder im Bremskontakt (7') zum Abbremsen der axialen Bewegung des Schaltglieds (9) in der freien Bewegungsphase zusammenwirkt, wobei auch die Innenwandung des Durchbruchs (31), bezogen auf die Längsachse und die Bewegungsrichtung des Schaltglieds (9), sich konisch verjüngend ausgebildet ist, wobei der Konuswinkel der Innenwandung des Durchbruchs (31) vorzugsweise gleich oder größer, d.h. sich stärker verjüngend ausgebildet ist als

der Konuswinkel des sich verjüngenden Bereichs des Schaltglieds (9).

12. Schalter nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stopp-Bereich in seinem Umfang und/oder der Durchbruch (31) in seiner Innenwandung eine Strukturierung (73', 73'', 75', 75''); 77, 79) aufweisen, die so ausgebildet sind, dass sich bei einem Eingreifen des Stopp-Bereichs in den Durchbruch bei der Schaltbewegung des Schaltglieds (9) ein Materialfluss ergibt, der vorzugsweise zum Verschweißen des Stopp-Bereichs mit dem Bremsselement (7) oder dem Bremskontakt (7') führt.

13. Schalter nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stopp-Bereich axial verlaufende Nuten (73', 75') oder axial verlaufende und sich radial nach außen erstreckende Vorsprünge (75'', 75''') aufweist, deren axial verlaufende Außenflächen sich jeweils auf einem gedachten Konus befinden, der sich in Richtung auf das vordere Ende des Schaltglieds verjüngt und/oder dass die Innenwandung des Durchbruchs (31) axial verlaufende Nuten (77) oder axial verlaufende und sich radial nach innen erstreckende Vorsprünge (79) aufweist, deren axial verlaufende Innenflächen sich jeweils auf einem gedachten Konus befinden, der sich in der Bewegungsrichtung des Schaltglieds (9) verjüngt.

14. Schalter nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Stopp-Bereich ein axial verschiebbarer, vorzugsweise geschlitzter Ring (69) vorgesehen ist, der so ausgebildet ist und so mit dem Durchbruch (31) im Bremsselement (7) oder Bremskontakt (7') zusammenwirkt, dass sich während der Stopp-Phase mit fortschreitender axialer Bewegung des Schaltglieds (9) ein zunehmender radialer Anpressdruck zwischen der Innenwandung des Durchbruchs (31) und der Außenwandung des Schaltglieds (9) im Stopp-Bereich ergibt, wodurch eine axiale Bremswirkung bis zum Erreichen der Endposition erzeugt wird.

15. Schalter nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stopp-Bereich des Schaltglieds (9) und der Durchbruch (31) des Bremsselements (7) oder des Bremskontakts (7') hinsichtlich der Geometrie und der Materialien so ausgebildet und so auf die kinetische Energie des abzubremsenden Schaltglieds (9) abgestimmt sind, dass sich beim Abbremsen des Schaltglieds (9) ein Verschweißen zumindest eines Teilbereichs des Stopp-Bereichs mit dem Bremsselement (7) oder dem Bremskontakt (7') ergibt.

16. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltglied (9) in der Ausgangsposition und in der Endposition einen oder mehrere Kontakte (3, 5, 7') in einem Durchbruch (31) durchgreift, wobei für das

Herstellen eines elektrischen Kontaktes an der Innenwandung jedes Durchbruchs (31) mehrere, über den Innenumfang verteilte, federnd ausgebildete Kontaktelemente vorgesehen sind, welche den Außenumfang des Schaltglieds (9) beaufschlagen.

17. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das in der Regel runde / konzentrische Schaltglied ganz oder teilweise zu einer flachen Baugruppe wird, wobei hier dann wenigstens die Kontakte entsprechend ebenfalls für das flache Schaltglied ausgestaltet sind.

18. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens Schaltglied und Kontakte als Einheit koaxial ausgebildet sind.

19. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse, in dem sich das Schaltglied und die Kontakte befinden, vollständig aus elektrisch voll / gut isolierenden Werkstoffen hergestellt ist.

20. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse, in dem sich das Schaltglied und die Kontakte befinden, vollständig oder teilweise aus elektrisch nur schlecht isolierenden Werkstoffen hergestellt ist, beispielsweise aus Graphit oder elektrisch schwach leitenden Kunststoffen.

21. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse, in dem sich das Schaltglied und die Kontakte befinden, zwar nach innen gut elektrisch isolierend aufgebaut ist, jedoch nach außen mindestens eine gut elektrisch leitfähige Schicht aufweist, um so einen Potentialbezug zu schaffen und so elektromagnetische Störungen bei und nach der Auslösung des Schalters abschwächen oder verhindern zu können.

22. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse, in dem sich das Schaltglied und die Kontakte befinden, mit einer festen, gelartigen oder flüssigen Schicht innen oder außen beschichtet oder umgeben ist, um besondere dielektrische oder Photo- oder Temperatureigenschaften dieser Schicht nutzen zu können.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

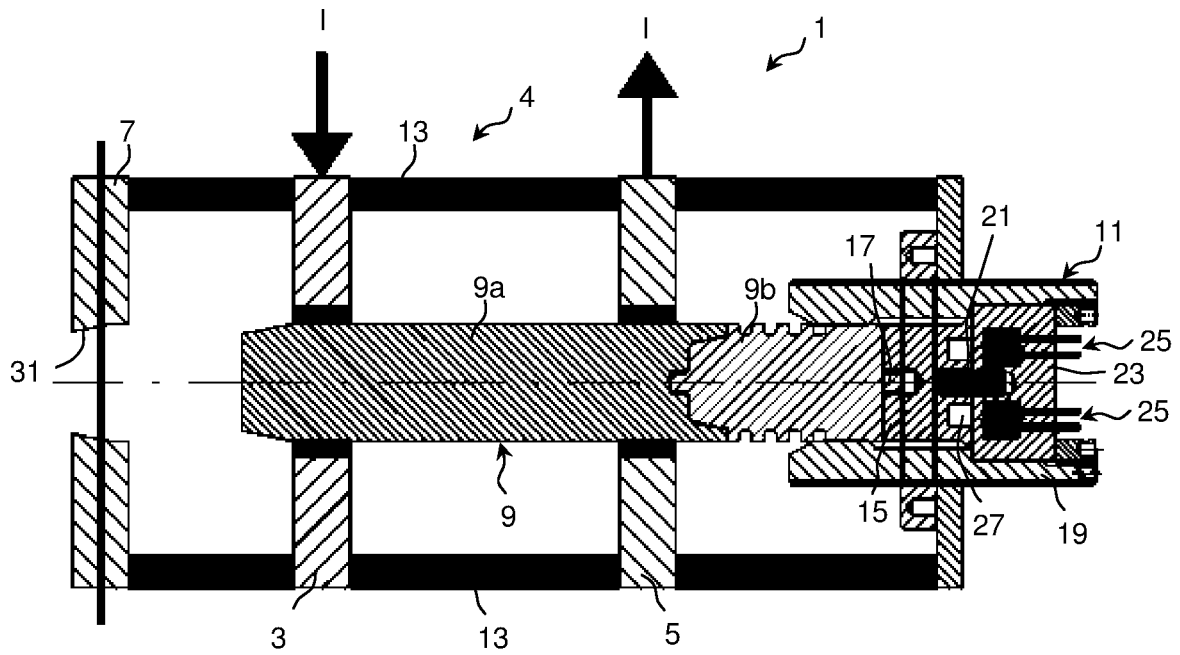


Fig. 1a

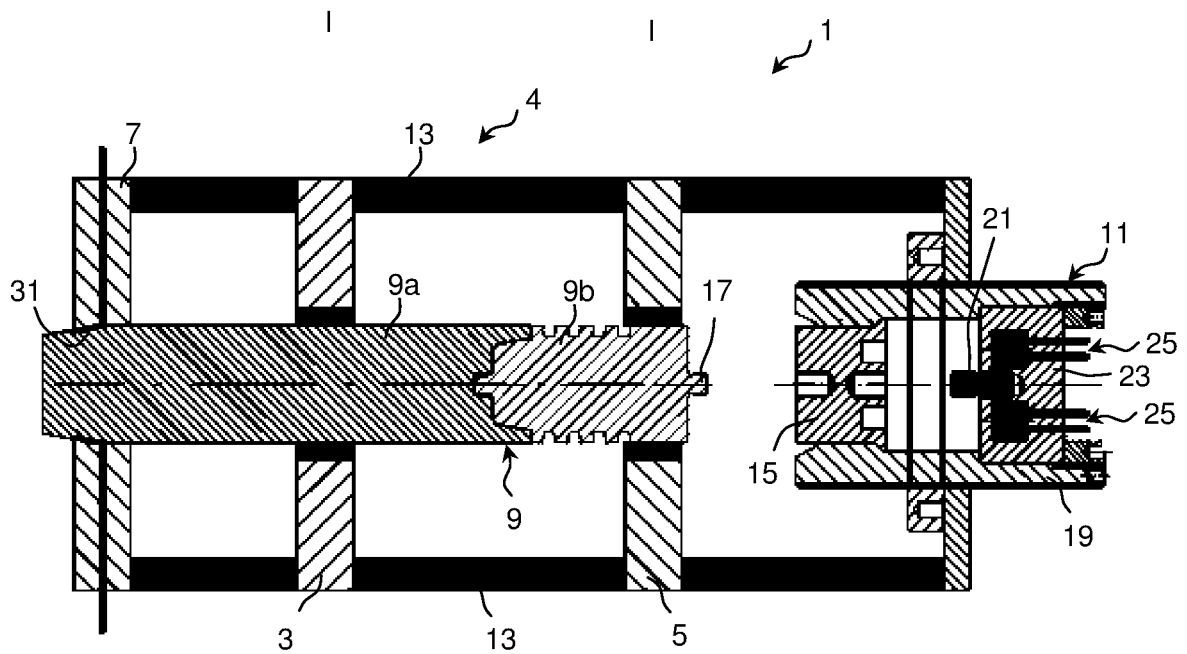


Fig. 1b

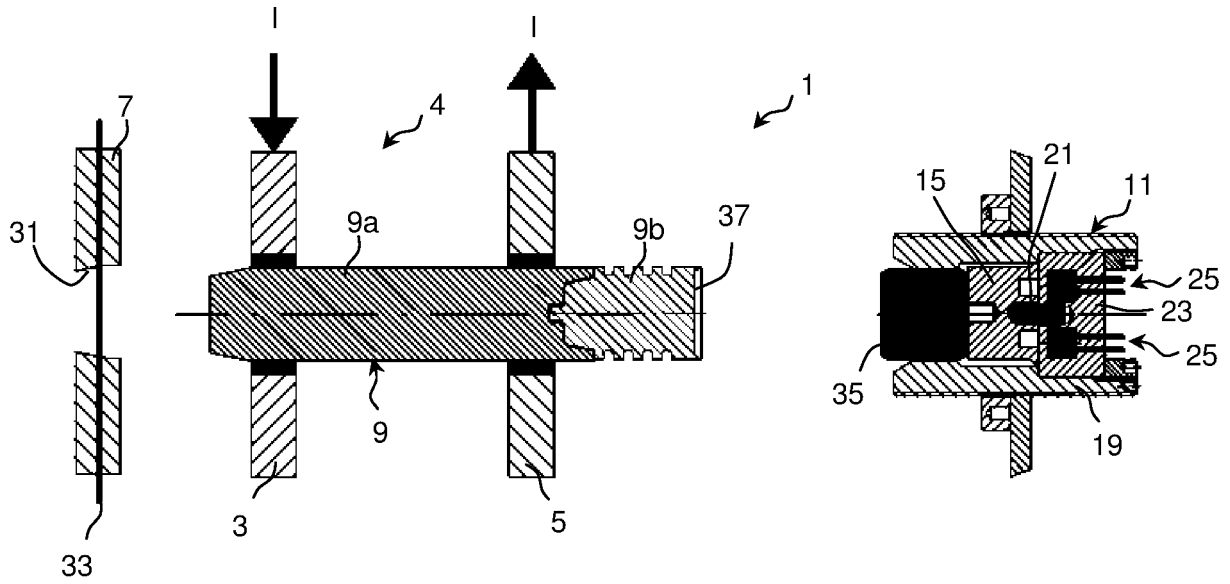


Fig. 2a

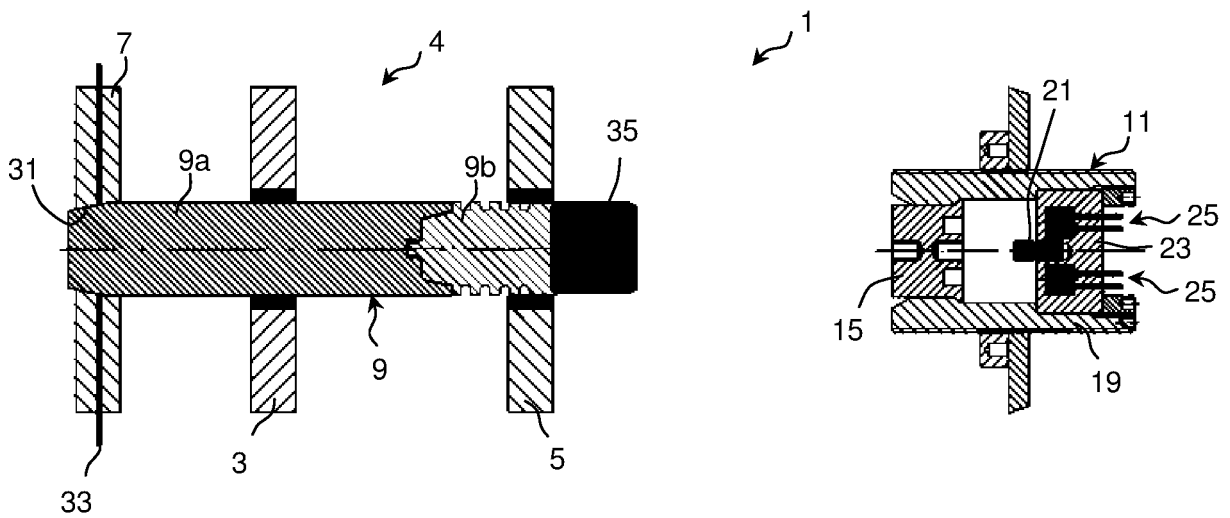


Fig. 2b

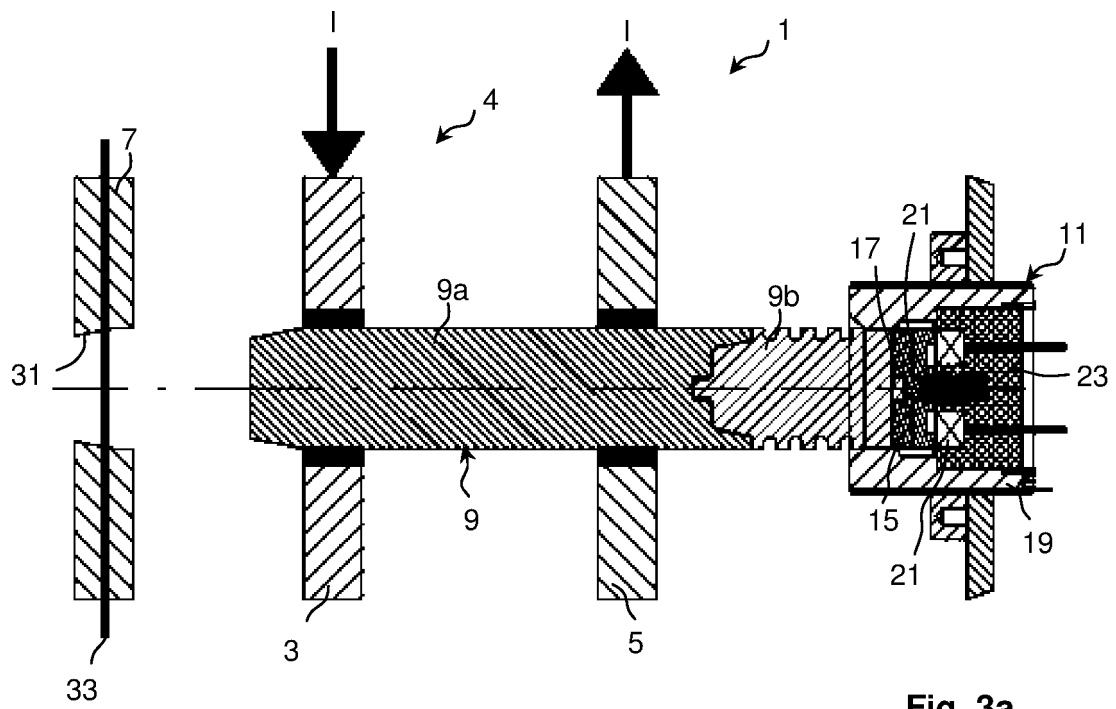


Fig. 3a

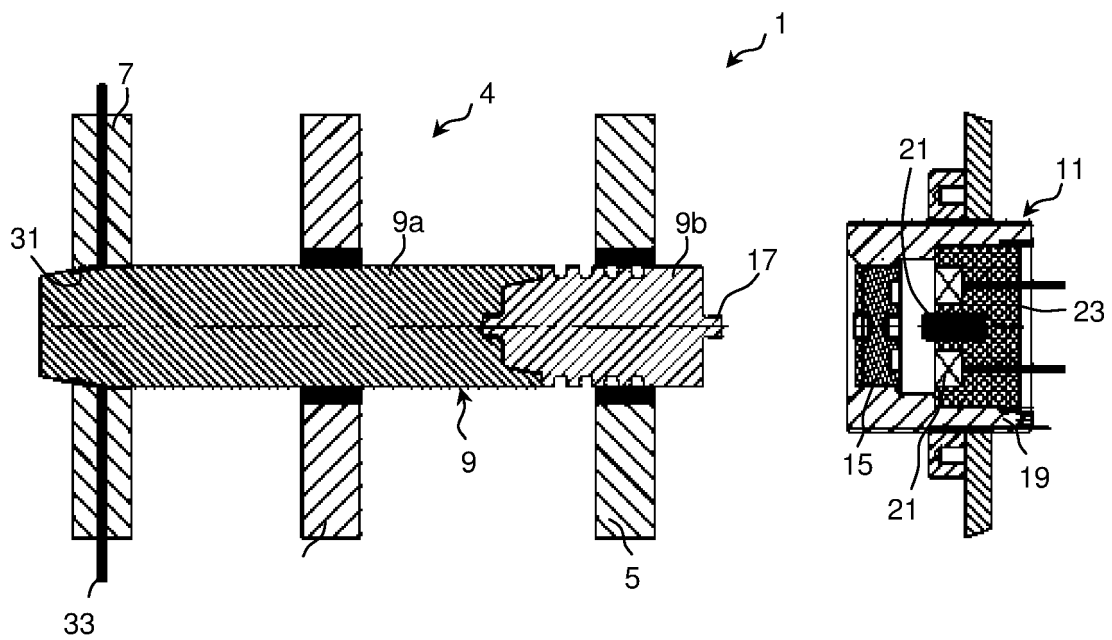


Fig. 3b

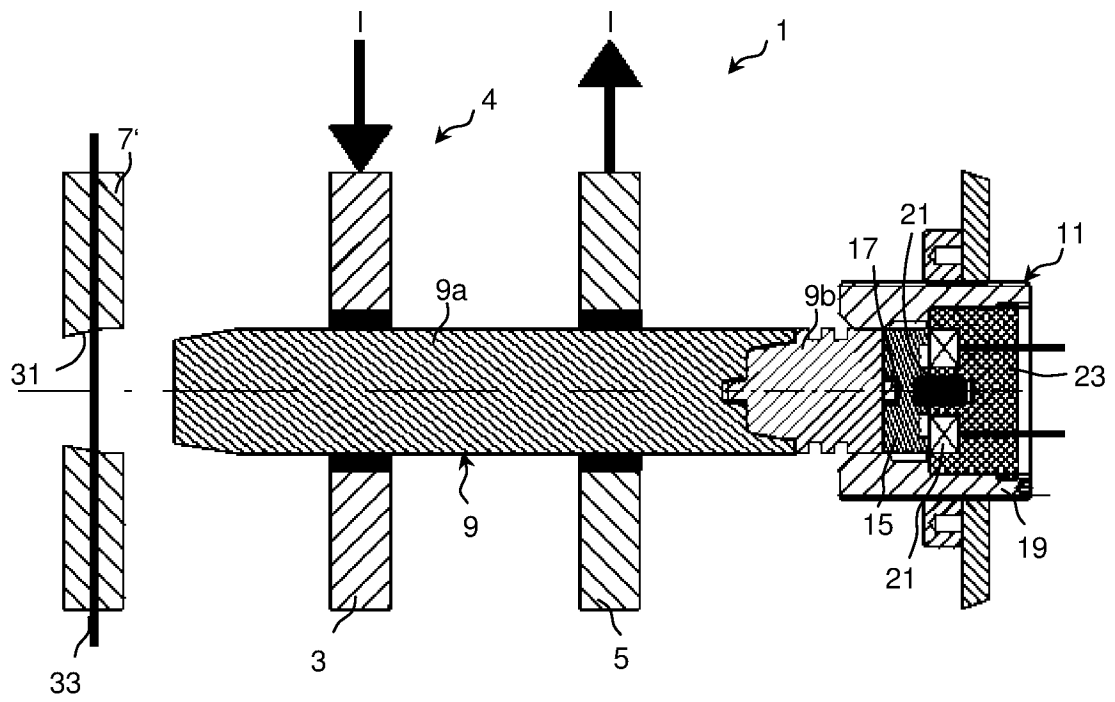


Fig. 4a

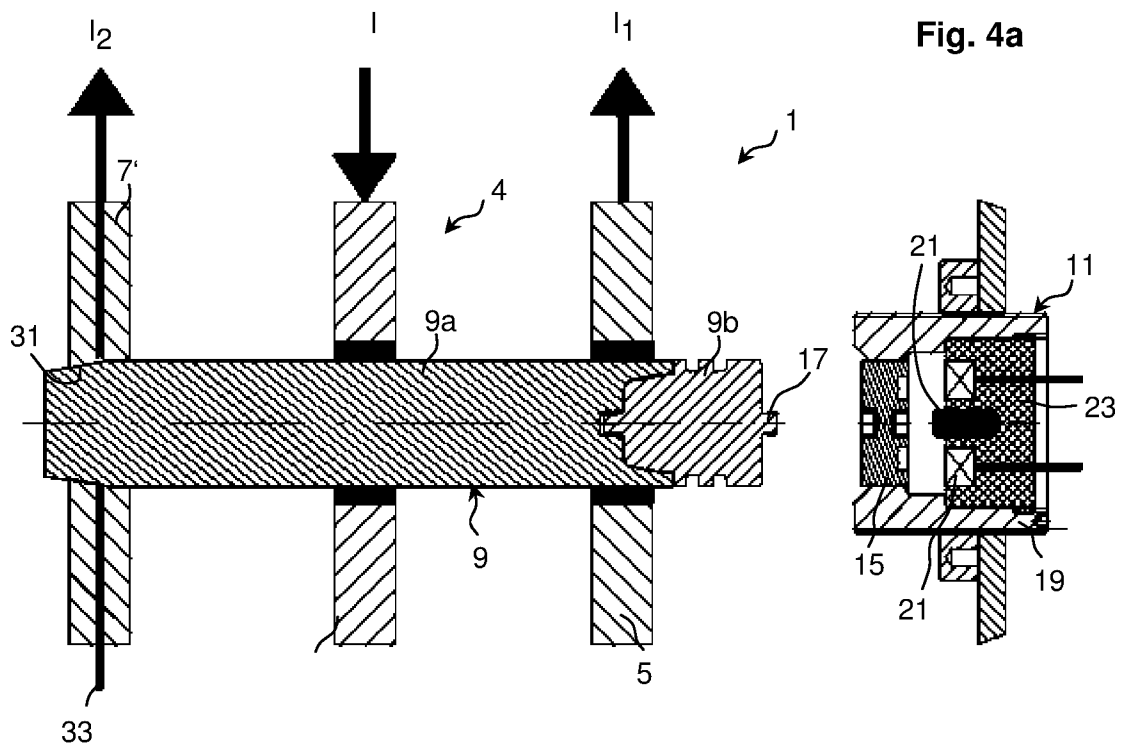


Fig. 4b

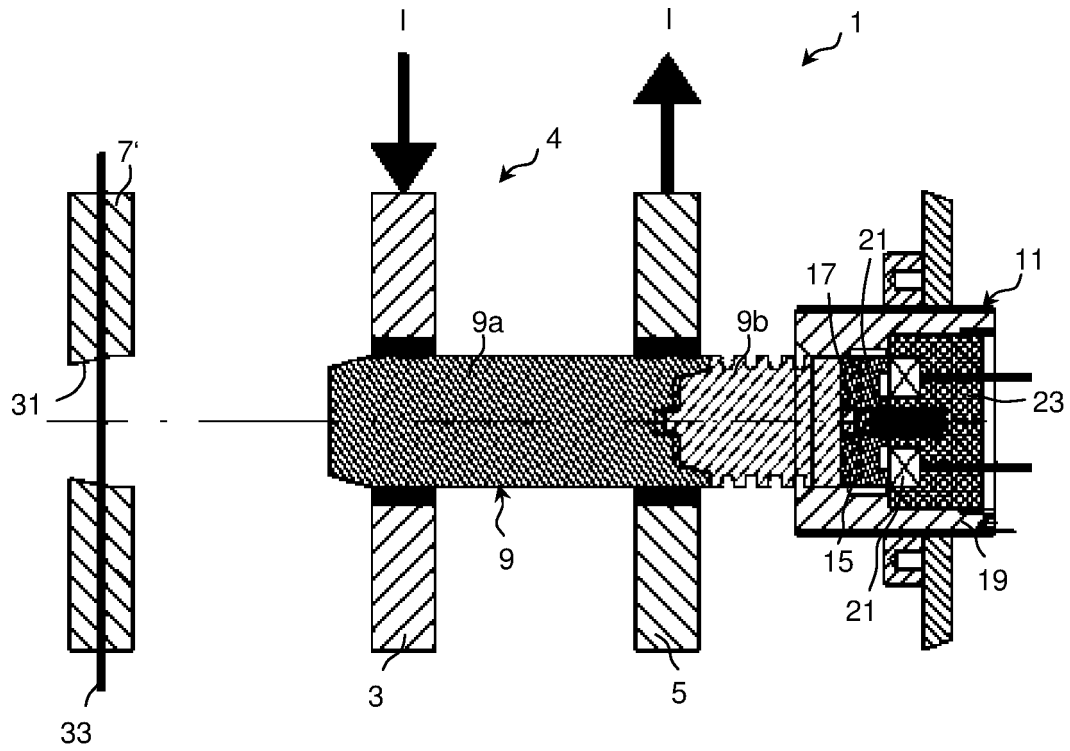


Fig. 5a

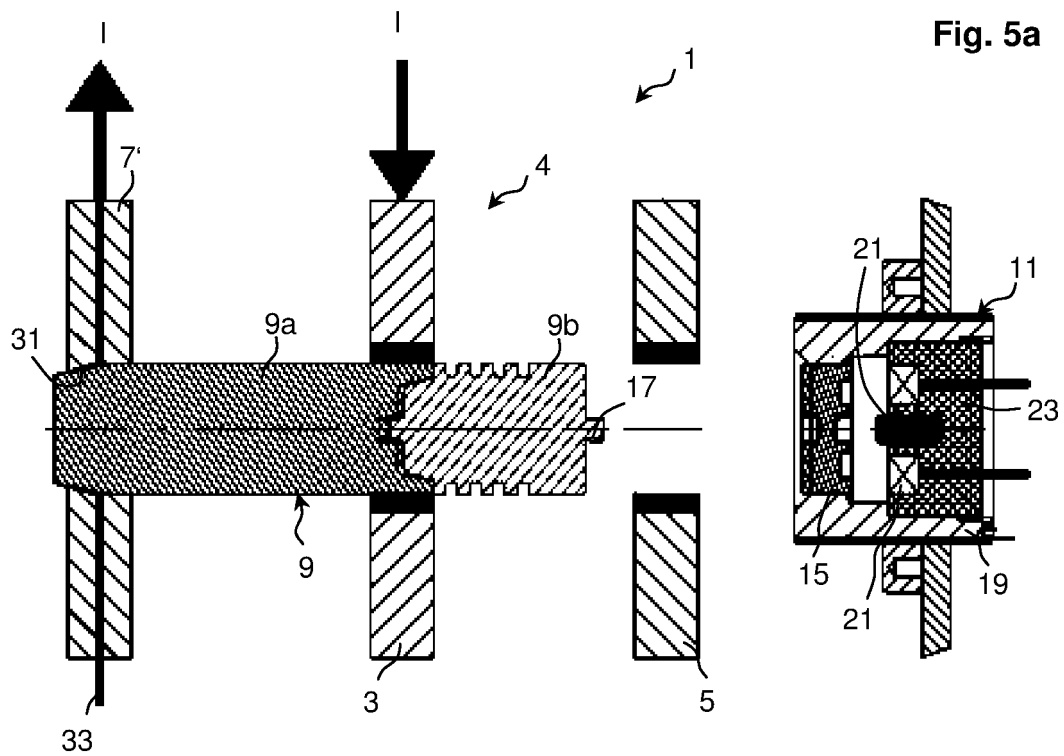


Fig. 5b

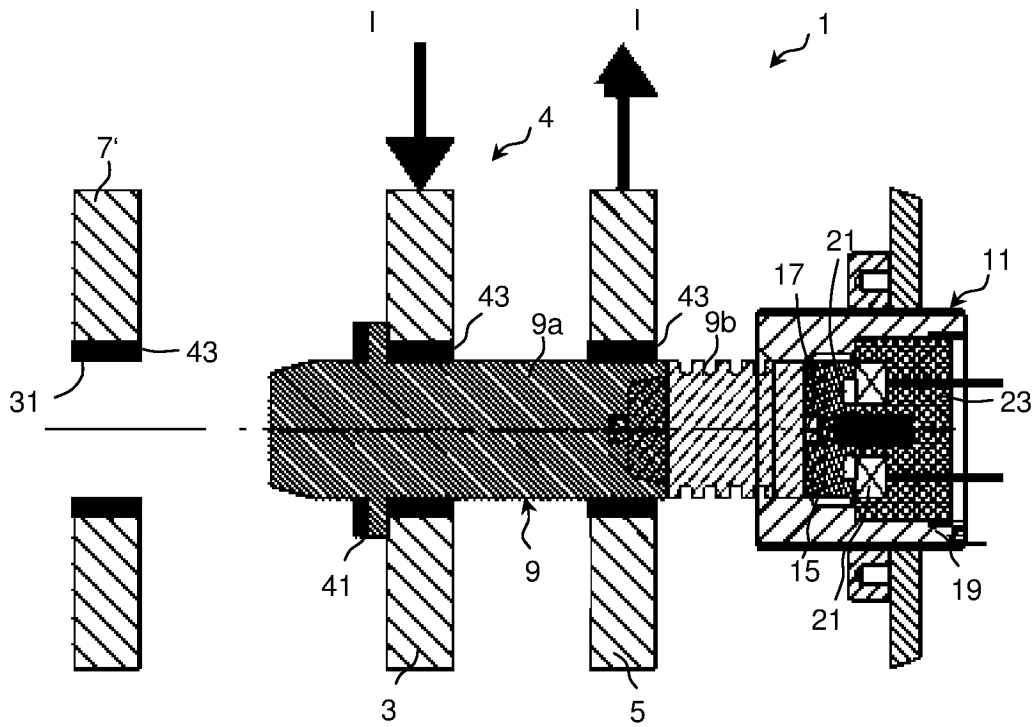


Fig. 6a

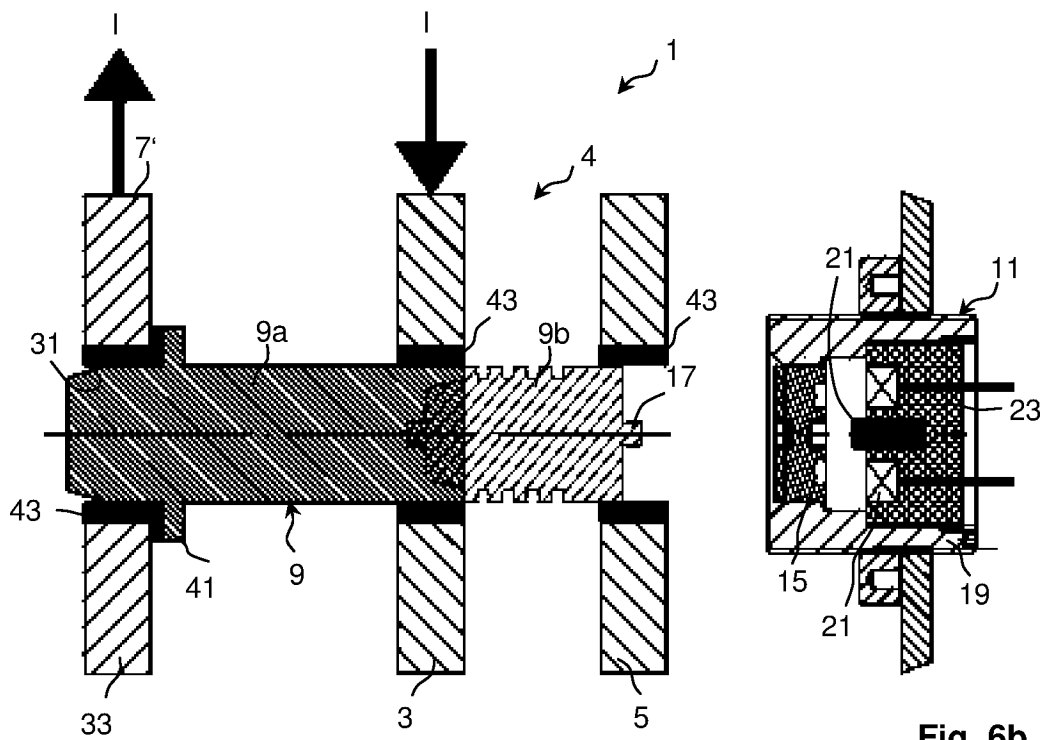


Fig. 6b



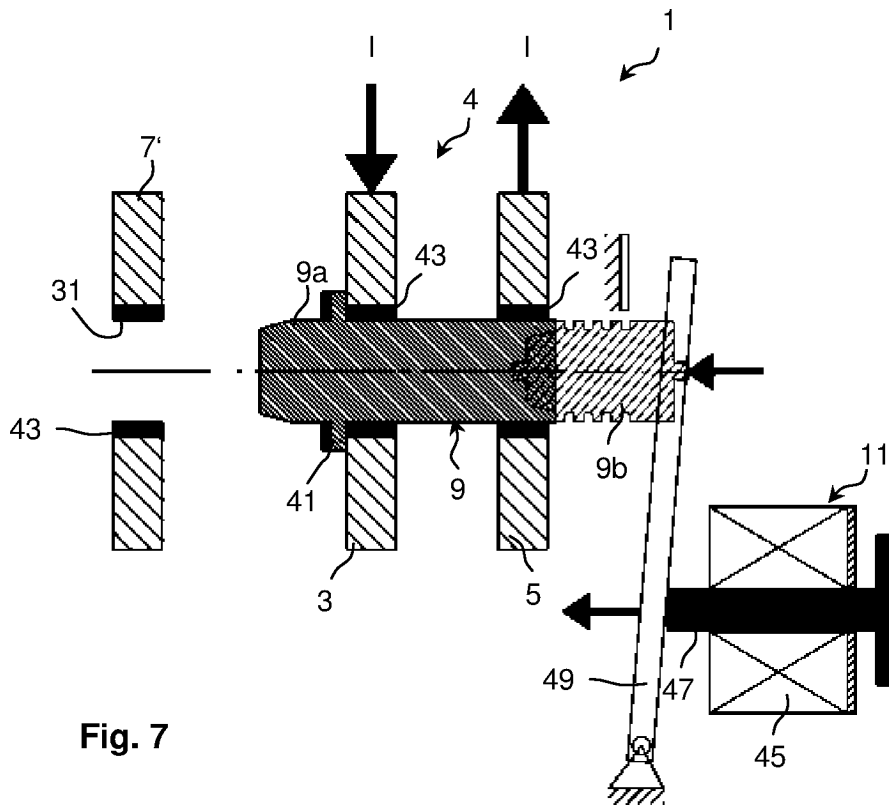


Fig. 7

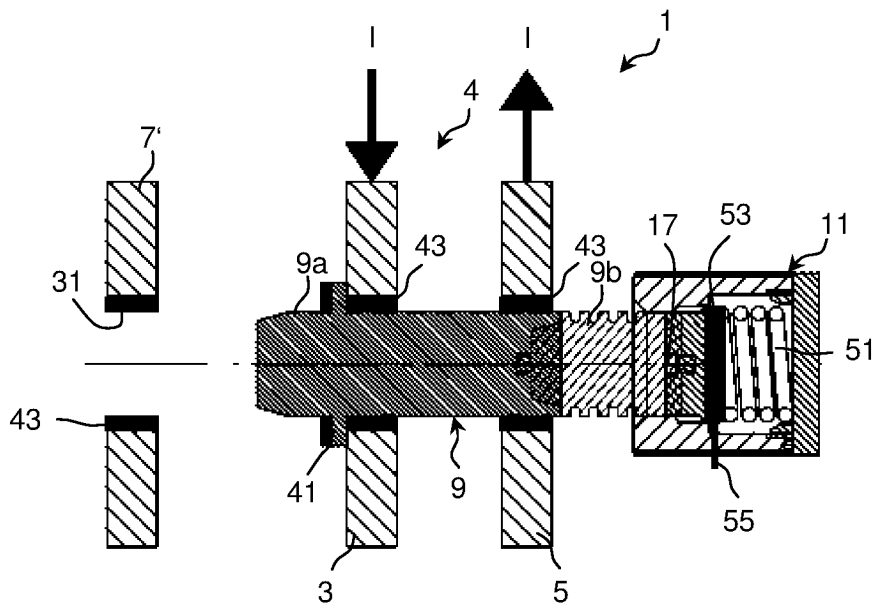


Fig. 8

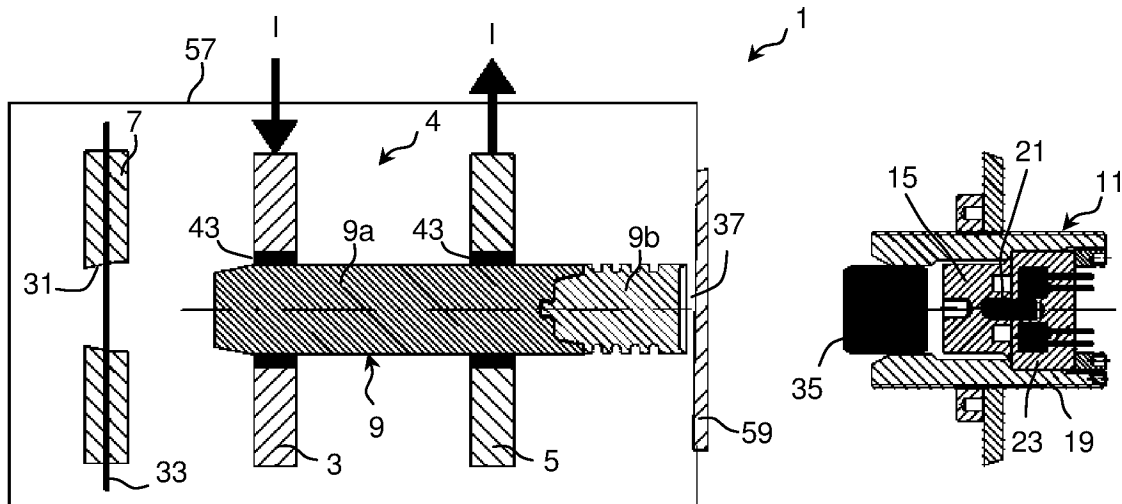


Fig. 9a

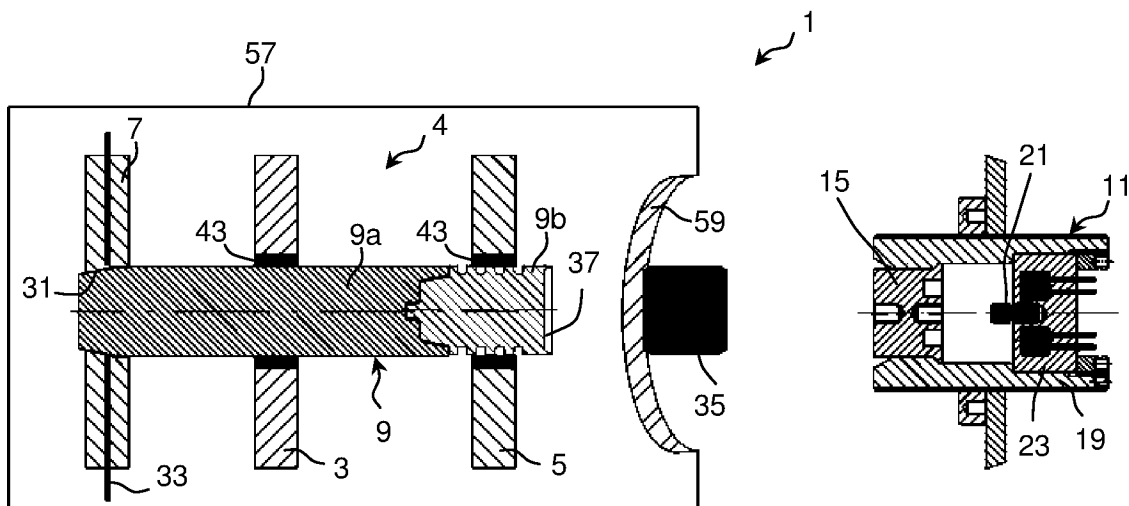


Fig. 9b

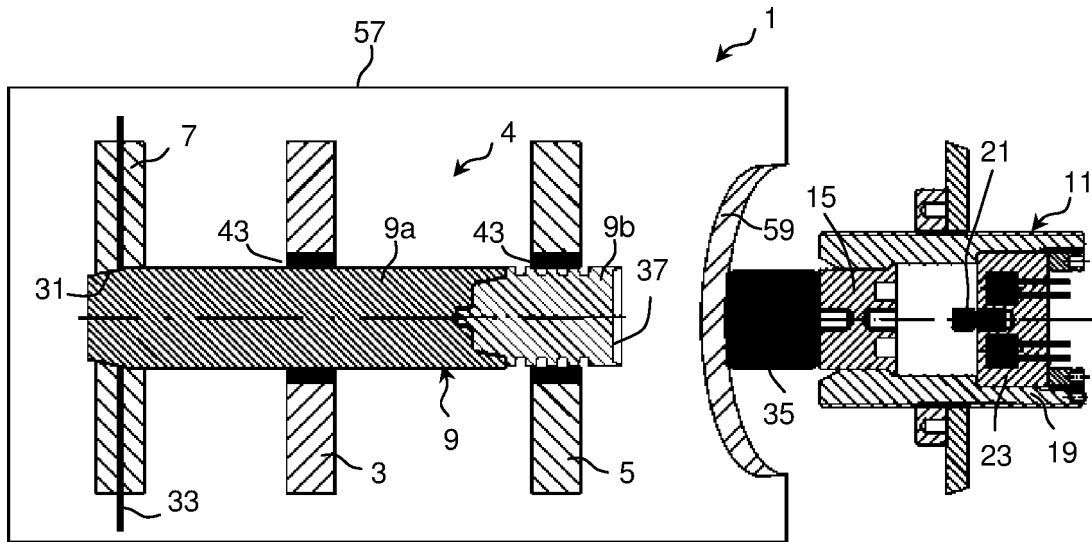


Fig. 10

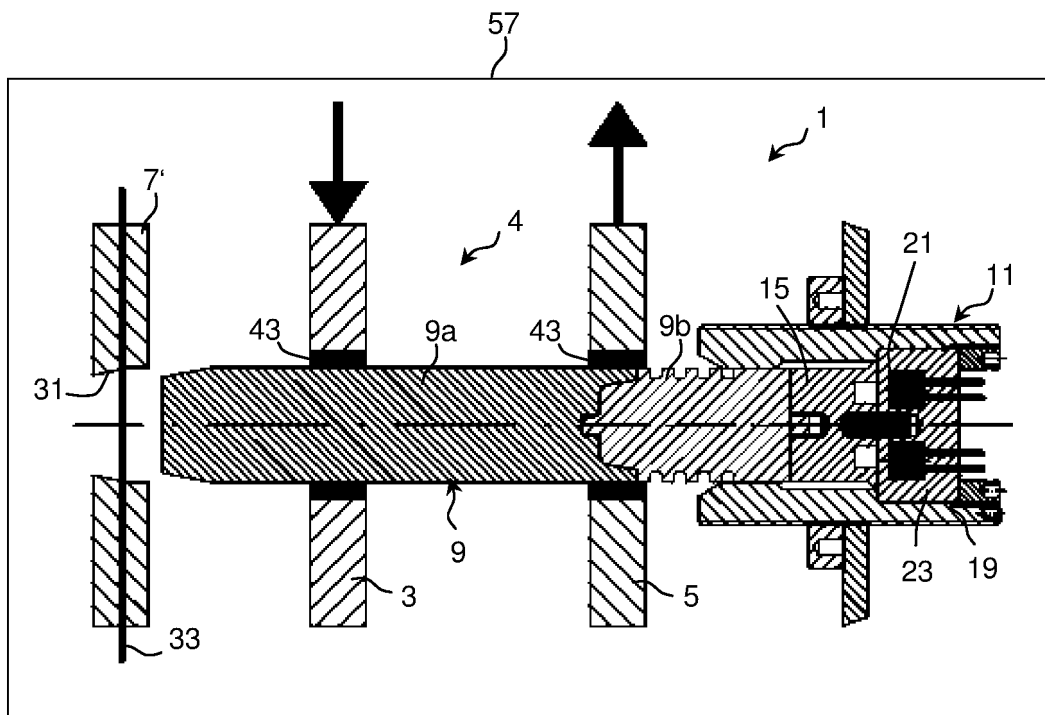


Fig. 11

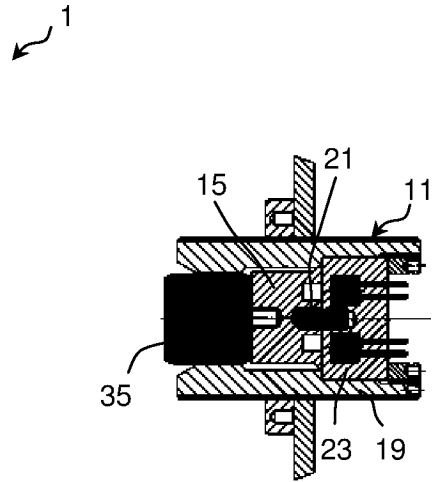
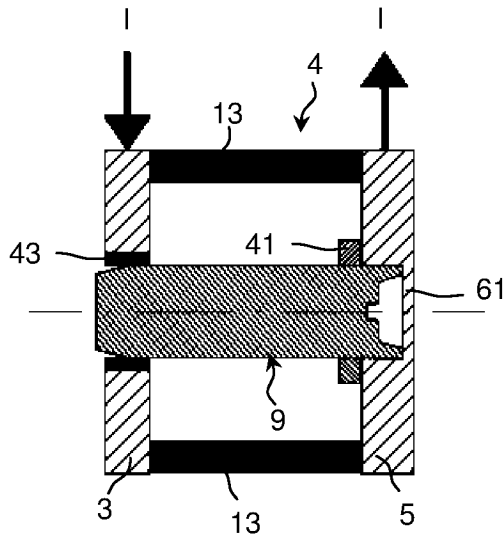


Fig. 12a

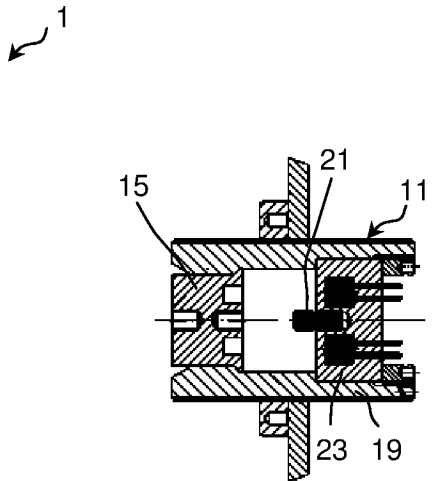
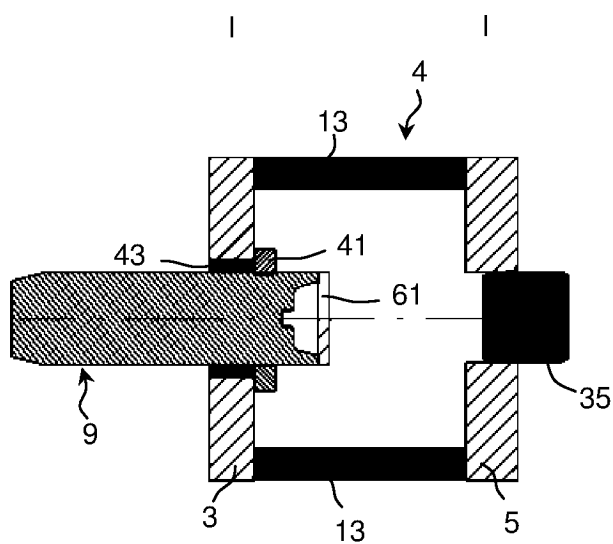


Fig. 12b

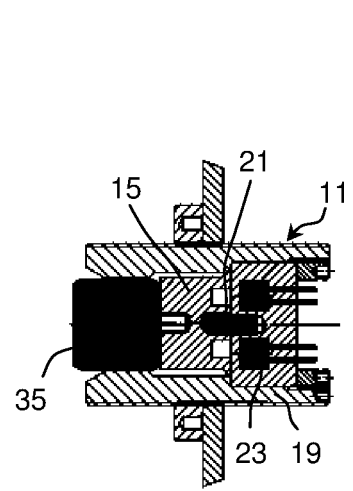
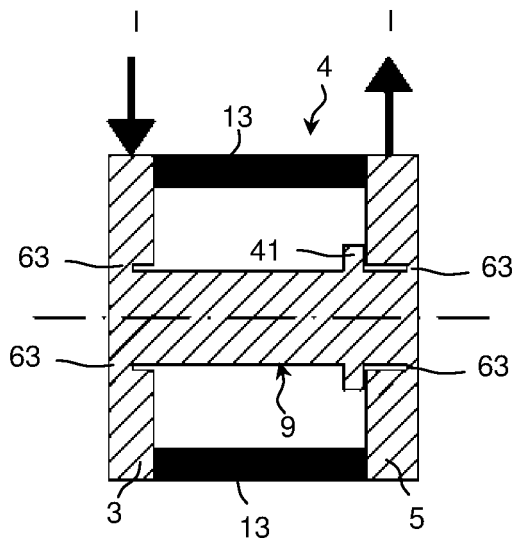


Fig. 13a

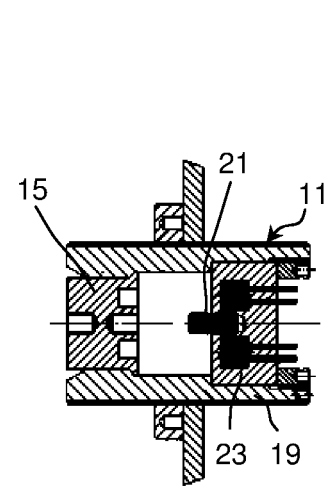
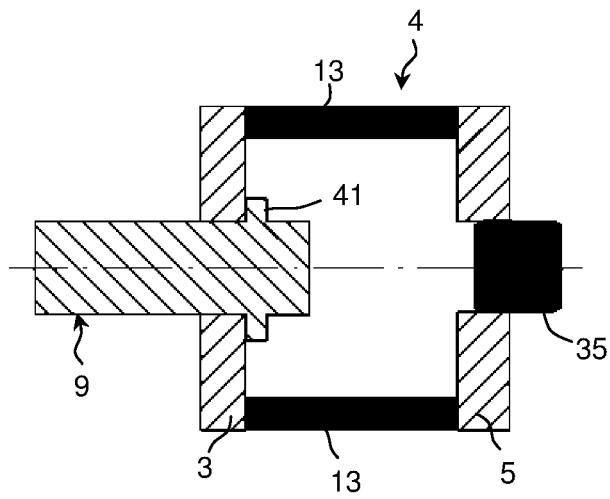
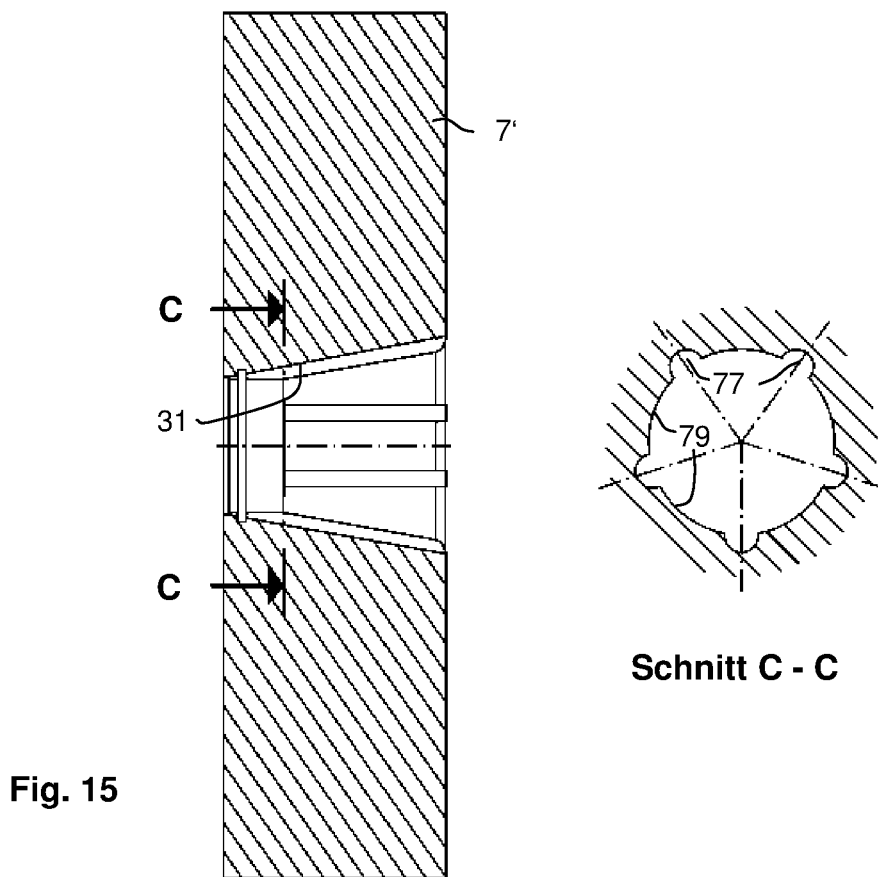
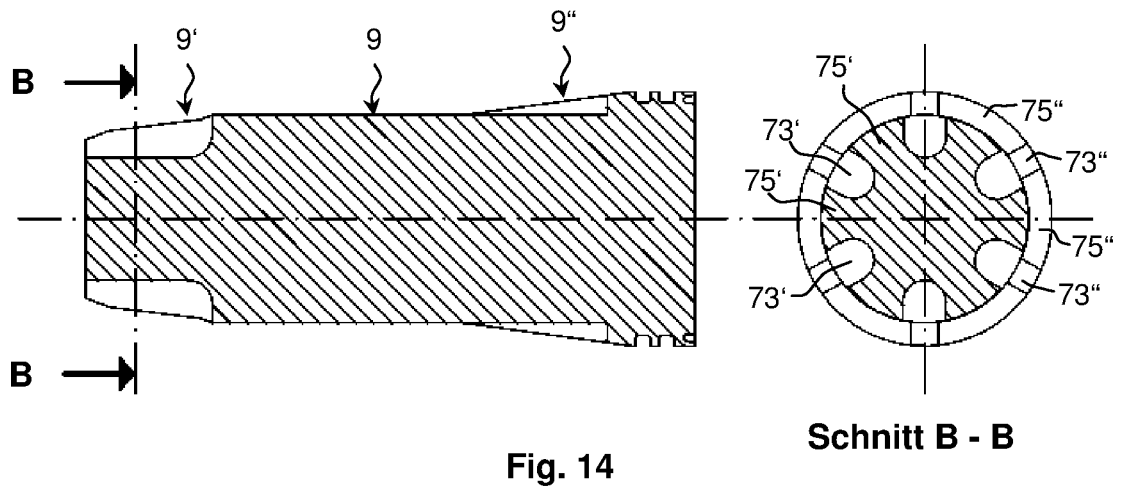
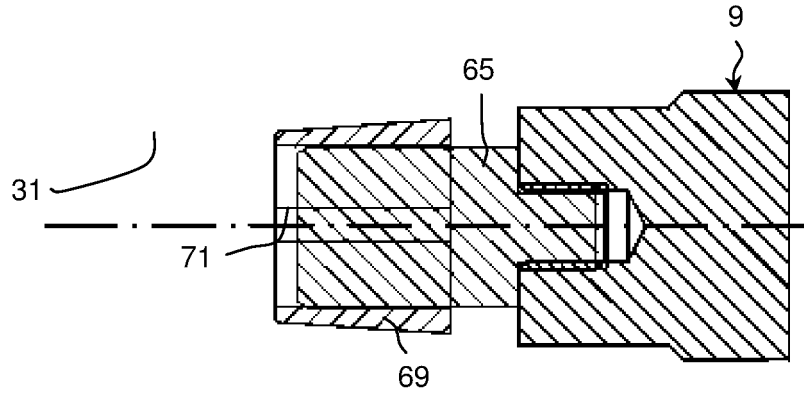


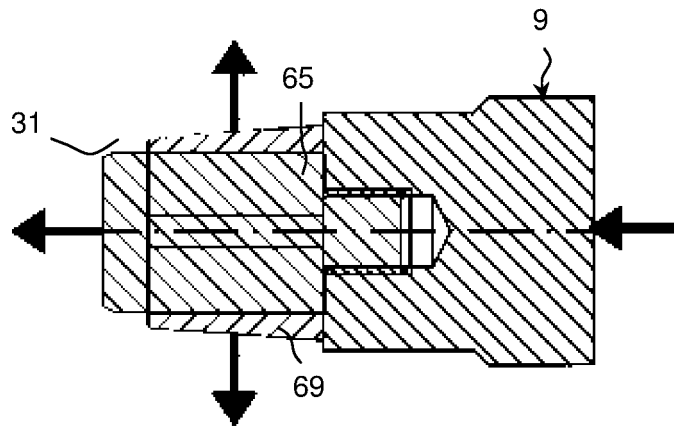
Fig. 13b





~ 7'

Fig. 16a



~ 7'

Fig. 16b