



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.04.2009 Patentblatt 2009/17**

(51) Int Cl.:  
**H01H 79/00 (2006.01) H01T 1/14 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08018404.7**

(22) Anmeldetag: **04.07.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **04.08.2005 DE 102005036812**  
**06.10.2005 DE 102005048003**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**06777558.5 / 1 911 059**

(71) Anmelder: **DEHN + SÖHNE GMBH + CO. KG**  
**92306 Neumarkt (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Zahlmann, Peter**  
**92318 Neumarkt/Opf. (DE)**  
• **Ehrhardt, Arnd**  
**92318 Neumarkt/Opf. (DE)**

(74) Vertreter: **Meissner, Bolte & Partner**  
**Anwaltssozietät GbR**  
**Postfach 86 06 24**  
**81633 München (DE)**

Bemerkungen:

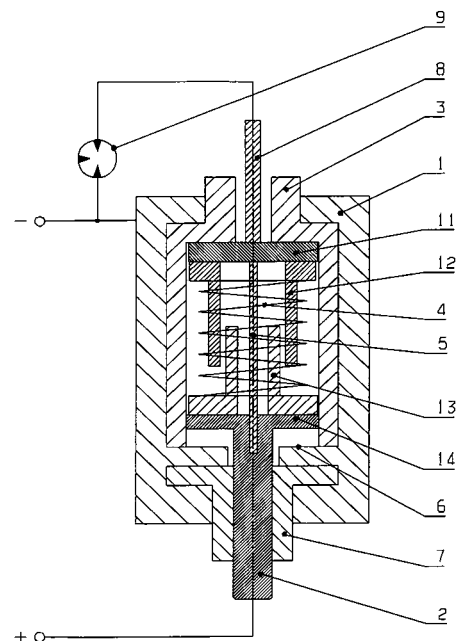
Diese Anmeldung ist am 17-09-2008 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Kurzschließenrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen zum Sach- und Personenschutz**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kurzschließenrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen zum Sach- und Personenschutz, umfassend ein Schaltelement, welches vom Auslösesignal einer Fehlererfassungseinrichtung betätigbar ist, zwei sich gegenüberliegende Kontaktelektroden mit Mitteln zur Stromzuführung, wobei diese an einen Stromkreis mit Anschlüssen von unterschiedlichem Potential kontaktierbar sind, weiterhin die Kontaktelektroden, unter mechanischer Vorspannung stehend, im Kurzschlussfall federkraftunterstützt eine Relativbewegung zueinander ausführen oder die Kontaktelektroden von einem unter Vorspannung stehenden Kontaktelement überbrückt werden dann, wenn das Kontaktelement eine Relativbewegung zu den Kontaktelektroden ausführt, ein Opferelement als Abstandshalter zwischen den Kontaktelektroden sowie mit einer elektrischen Verbindung zwischen dem Opferelement und dem Schaltelement einerseits und einer der Kontaktelektroden andererseits, um eine stromflussbedingte thermische Zerstörung des Opferelements gezielt herbeizuführen.

Erfindungsgemäß ist das Opferelement ein Draht oder Stab aus einem leitfähigen Material mit niedrigem Schmelzintegral, wobei das Opferelement auf Zug unter mechanischer Vorspannung steht und zwischen den Kontaktelektroden labyrinthartige, ineinander greifende Dichtelemente vorgesehen sind, um bei einer Lichtbogenbildung und Druckentwicklung eine Bewegungsun-

terstützung der kolbenartigen beweglichen Kontaktelektrode oder des brückenartigen Kontaktelements zu bewirken.



Figur 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine weiterentwickelte Kurzschließeinrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen zum Sach- und Personenschutz, umfassend ein Schaltelement, welches vom Auslösesignal einer Fehlererfassungseinrichtung betätigbar ist, zwei sich gegenüberliegende Kontaktelektroden mit Mitteln zur Stromzuführung, wobei diese an einen Stromkreis mit Anschlüssen von unterschiedlichem Potential kontaktierbar sind, weiterhin die Kontaktelektroden unter mechanischer Vorspannung stehend im Kurzschlussfall federkraftunterstützt eine Relativbewegung zueinander ausführen, ein Opferelement als Abstandshalter zwischen den Kontaktelektroden sowie mit einer elektrischen Verbindung zwischen dem Opferelement und dem Schaltelement einerseits und einer der Kontaktelektroden andererseits, um eine stromflussbedingte thermische Zerstörung des Opferelements gezielt herbeizuführen, gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Einleiten eines Kurzschlusses in Nieder- und Mittelspannungsanlagen mit einer Kurzschließeinrichtung.

**[0003]** In elektrischen Schalt- und Verteileranlagen können verschiedene Fehler eintreten, die nicht unmittelbar zum Ansprechen bzw. nur zu einem verzögerten Ansprechen vorhandener Überstrom-Schutzeinrichtungen führen. Beispielhaft seien hier Störlichtbögen erwähnt. Ähnliche Probleme treten insbesondere hinsichtlich des Personenschutzes durch betriebsbedingte oder auf Fehler zurückzuführende Potentialdifferenzen auf. Solcherart Fehler können zu extremen Sachschäden, aber auch Personenschäden führen. Zur Begrenzung der Schäden ist neben einer sehr schnellen Erfassung des Fehlers auch dessen rasche Abschaltung erforderlich.

**[0004]** Für die schnelle Erfassung verschiedener Fehlerfälle gehören verschiedenste Lösungen zum Stand der Technik.

Verwiesen sei hier beispielsweise auf die DE 43 31 992 A1, die eine gegen Störlichtbögen gesicherte zellenartige Schaltanlage zur Verteilung elektrischer Energie offenbart. Auch in der DE 43 45 170 A1 ist eine Störlichtbogen-Schutzeinrichtung für Schaltanlagen beschrieben, wobei dort das eigentliche Schalt- oder Schutzgerät von einem Signal aus einer UND-Verknüpfung mindestens eines lichtempfindlichen Sensors und eines lichtunempfindlichen Sensors betätigt wird. Der eigentliche Kurzschließer umfasst eine Spule, wobei der Kurzschließer infolge der Kräfte, die durch den Induktionsstrom in unter einem Vakuum stehenden becherartigen Metallteilen entstehen, einen metallischen Kurzschluss zwischen den kurzzuschließenden Teilen erzeugt. Die Energiespeicherquelle und die Spule sollen so bemessen werden, dass der erwähnte metallische Kurzschluss in einer Zeit zwischen 0,1 ms und 2 ms erfolgt.

**[0005]** Bei einem Kurzschließer zur Verwendung in Anlagen zur Verteilung elektrischer Energie gemäß DE

197 46 815 A1 ist ein direkt von einem Gasgenerator angetriebenes kurzschließendes Element mit einem Kurzschließerkolben vorgesehen. Der dortige Kurzschließerkolben soll unabhängig von Fertigungstoleranzen eine optimale Stossbewegung ausführen und gleichzeitig transportgesichert sein.

**[0006]** Weitere typische Kurzschließer des Standes der Technik sind beispielsweise in der DE 94 19 141 U1, DE 197 46 815 A1 sowie DE 42 35 329 C2 beschrieben. Hierbei wird zwischen mehrfach verwendbaren und einmalig wirkenden Einrichtungen unterschieden. Wieder verwendbare Kurzschließer sind sehr aufwendig und kostenintensiv. Bei einmalig wirkenden Kurzschließern wird im Allgemeinen eine Sprengladung oder ein Gasgenerator zum Aufeinanderzubewegen der Elektroden eingesetzt, was verständlicherweise besondere Schutzmaßnahmen bei der Herstellung, dem Transport und dem Einsatz nach sich zieht.

**[0007]** Gemäß der DE 42 35 329 A1 gehört eine Kurzschlussseinrichtung zum Stand der Technik, welche aus mindestens einem Schaltelement besteht, das mit einem Auslösesignal einer Fehlererkennungseinrichtung betätigt wird. Der dort vorgesehene Kurzschließer umfasst mindestens zwei das Schaltelement zwischen sich aufnehmende Elektroden und weist stromführende Teile oder Bereiche auf. Infolge des sowohl in dem Schaltelement als auch in dem Kurzschließer direkt fließenden Stroms in den stromführenden Teilen wird mindestens ein bewegbarer oder deformierbarer stromführender Bereich gegen die Elektroden gedrückt und somit ein metallischer Kurzschluss erzeugt. Bei dieser bekannten Kurzschlussseinrichtung sind die Ansprechzeiten unzureichend und es ist die konstruktive Gesamtanordnung unter Fertigungsaspekt sehr kostenintensiv.

**[0008]** Bei der Lehre gemäß Patentschrift DE 103 13 045 B3 wird eine Kurzschließeinrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen vorgestellt, welche ebenfalls ein Schaltelement umfasst, welches von einem Auslösesignal einer Fehlererfassungseinrichtung betätigt wird. Nach der dortigen Erfindung ist das Schaltelement eine triggerbare Überspannungs-Schutzeinrichtung, welche durch einen Strom- oder Spannungsimpuls zum Ansprechen bringbar und im Fehlerfall zerstörbar ist. Mindestens eine der die Überspannungs-Schutzeinrichtung aufnehmenden Elektroden steht unter mechanischer Vorspannung und ist in Richtung auf die gegenüberliegende Elektrode bewegbar, wobei die Überspannungs-Schutzeinrichtung einen Elektrodenabstandshalter bildet, welcher im Fall der Zerstörung ein In-Kontakt-Kommen der Elektroden zur Kurzschlussbildung ermöglicht.

Das vorerwähnte Schaltelement kann eine Reihenschaltung aus einer triggerbaren Überspannungs-Schutzeinrichtung und einer Einrichtung mit einstellbarem oder definiertem Schmelzintegral sein. Bei dieser Reihenschaltung kann im Fehlerfall lediglich die Einrichtung mit dem definierten Schmelzintegral zerstört werden. In einer Ausführungsform ist die vorerwähnte Einrichtung eine

Glasrohr-Sicherung, ein linearer oder nichtlinearer Widerstand, ein Varistor, ein niedrigschmelzendes Metall oder eine Metall-Legierung, eine halbleitende oder leitende Keramik, ein derartiges Glas oder Ähnliches. Zur Erzeugung der mechanischen Vorspannung und der Elektrodenrelativbewegung wird gemäß DE 103 13 045 B3 eine Zug- oder Druckfeder verwendet. Auch ist gemäß der diesbezüglichen Lehre des Standes der Technik eine Ausführungsform der Elektroden als Topf mit einer Gegenelektrode geläufig, die eine in den Topf eintauchende Stempelform besitzt.

**[0009]** Es hat sich jedoch im Ergebnis weiterer Untersuchungen gezeigt, dass der Ausführung und Optimierung des Opferelements für die funktionalen Eigenschaften des Kurzschließers eine große und außerordentliche Bedeutung zukommt. Grundsätzliches Ziel der Optimierung einer Kurzschlusseinrichtung ist es, eine möglichst schnelle Schließbewegung der Hauptkontakte und eine sehr geringe Belastung des Schaltelements zu erreichen, wobei das Opferelement diese beiden Parameter wesentlich beeinflusst.

**[0010]** Weiterhin ist aus der US-A-3,425,017 ein Opferelement in Form eines Drahtes oder eines Stabes aus einem leitfähigen Material mit niedrigem Schmelzintegral vorbekannt, wobei das dortige Opferelement auf Zug unter mechanischer Vorspannung steht.

**[0011]** Aus dem Vorgenannten ist es daher Aufgabe der Erfindung, eine weiterentwickelte Kurzschließeinrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen zum Sach- und Personenschutz anzugeben, wobei diese Kurzschließeinrichtung eine möglichst hohe elektrische Leitfähigkeit zur Minimierung der Kommutierungszeit bei gleichzeitiger hoher mechanischer Festigkeit zum Einsatz einer hohen Federkraft mit dem Ziel einer Reduzierung der Bewegungszeit besitzt.

**[0012]** Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt mit einer Kurzschließeinrichtung gemäß der Merkmalskombination nach Patentanspruch 1, wobei ergänzend auf ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Einleitung eines Kurzschlusses in Niederspannungsanlagen unter Verwendung der erfindungsgemäßen Kurzschließeinrichtung verwiesen wird.

**[0013]** Gemäß der Erfindung ist das Opferelement ein Draht oder Stab aus einem leitfähigen Material mit niedrigem Schmelzintegral, wobei das Opferelement auf Zug unter mechanischer Vorspannung steht.

**[0014]** Gemäß der Erfindung ist es von Vorteil, zwischen den Kontaktelektroden labyrinthartige, ineinander greifende Dichtelemente vorzusehen, um bei einer Lichtbogenbildung und Druckentwicklung eine Bewegungsunterstützung der kolbenartigen, beweglichen Kontaktelemente zu erreichen.

**[0015]** Die bewegliche Kontaktelektrode kann bei einer Ausgestaltung der Erfindung eine Kontaktbrücke zwischen zwei elektrischen Anschlüssen bilden.

**[0016]** Wiederum ausgestaltend kann die bewegliche Kontaktelektrode als Verdrängungsstempel ausgeführt werden, welcher mit einer festen Topf-Kontaktelektrode

zusammenwirkt, wobei in der Topf-Kontaktelektrode eine leitfähige, niedrigschmelzende Substanz befindlich ist, welche beim Eintauchen des Stempels eine ergänzende elektrische Brücke zwischen den sich gegenüberliegenden Kontaktabschnitten bildet. In diesem Fall wird also die niedrigschmelzende Substanz aus dem Topfbereich der entsprechenden Elektrode herausgedrängt und gelangt in den verbleibenden Spalt der sich gegenüberliegenden Kontaktelektroden.

**[0017]** Bei dem Verfahren zur Einleitung eines Kurzschlusses in Niederspannungsanlagen unter Verwendung der Kurzschließeinrichtung gemäß der Erfindung wird von einer gestaffelten Zuschaltung der Kurzschließeinrichtung ausgegangen.

**[0018]** Zunächst erfolgt hier ein kurzzeitiges Ansteuern des Schaltelements nach Erfassung eines Störfalles. Es wird dann eine Begrenzung des Kurzschlussstroms durch das Schaltelement mittels Opferelement und die Impedanz der Anschlüsse erreicht mit einem anschließenden Kommutieren des Stroms vom Fehlerort zum Kurzschließer.

**[0019]** Der Kurzschlussstrom wird dann nach einer vorgegebenen Zeit durch das Schaltelement unterbrochen und es wird die Anlage erneut mit Netzspannung belastet.

**[0020]** Im Fall einer ausreichenden Wiederverfestigung der Fehlstelle bleibt die Versorgung der Anlage erhalten. Die Kurzschließeinrichtung meldet den aufgetretenen Fehler und weist damit auf eine notwendige Überprüfung der Anlage hin.

**[0021]** Bleibt allerdings der Fehlerfall bestehen, wird das Schaltelement des Kurzschließers erneut und dauerhaft angesteuert. Das Opferelement des Kurzschließers wird in diesem Fall überlastet und es erfolgt das Erzeugen eines dauerhaften metallischen Kurzschlusses, welcher eine Abschaltung der Anlage erzwingt.

**[0022]** Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen sowie unter Zuhilfenahme von Figuren näher erläutert werden.

**[0023]** Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine erste Variante der Erfindung mit zugbelastetem Stab oder Draht als Federelement;

Fig. 2 eine zweite Variante der Erfindung mit zugbelastetem Opferelement;

Fig. 3 eine dritte Variante der Erfindung mit zugbelastetem Opferelement;

Fig. 4 eine vierte Variante der Erfindung mit zugbelastetem Opferelement und einer Topf-Elektrode, welche eine zu verdrängende leitfähige Substanz aufweist, und

Fig. 5 ein Blockschaltbild zur Erläuterung des Verfahrens zum Einleiten eines Kurzschlusses in Niederspannungsanlagen mit gestaffelter Zu-

schaltung.

**[0024]** In den nachfolgenden Ausführungsbeispielen werden für gleiche oder gleichwirkende Elemente dieselben Bezugszeichen verwendet.

**[0025]** Gemäß den Ausführungsbeispielen kommt dem Opferelement 5 eine besondere Bedeutung bezüglich der effektiven Wirkungsweise der Kurzschließeinrichtung zu. Ziel der Optimierung der Kurzschließeinrichtung ist es, eine möglichst schnelle Schließbewegung der Hauptkontakte und eine sehr geringe Belastung des Schaltelements zu erreichen. Die Geschwindigkeit der Schließbewegung der Hauptkontakte wird neben dem Kontaktabstand, der Masse des bewegten Kontakts, der wirksamen Gegenkräfte auch wesentlich durch die Kraft-Weg-Kennlinie der eingesetzten Feder 4 bestimmt. Je höher die Anfangskraft im gespannten Zustand und je höher die Restkraft im geschlossenen Zustand des Kurzschließers ist, desto kürzer wird die Schließzeit der Hauptkontakte.

**[0026]** Die Masse des bewegten Kontakts und die Federkraft wirken im gespannten Zustand permanent auf das Opferelement und erfordern eine gewisse mechanische Festigkeit.

**[0027]** Andererseits soll das Opferelement möglichst bereits infolge einer geringen Energiezufuhr überlastet werden und die gewünschte Bewegung des entsprechenden Hauptkontakts, d.h. der jeweiligen Kontaktelektrode bewirken. Bis zur Stromkommutierung des Fehlerstroms auf die Hauptkontakte wird das Schaltelement mit dem Fehlerstrom belastet. Je geringer diese Belastung ist, desto geringer können die Kosten für das Schaltelement gehalten werden. Neben den Kosten und dem Schutz des Schaltelements soll eine schnelle Überlastung des Opferelements auch einer raschen Verringerung der Impedanz des Kurzschlusspfads dienen, da nach dem Schließen der Hauptkontakte ein rein metallischer Kurzschluss realisiert ist. Damit wird die Impedanz des Schaltelements sowie eventuell die vorhandene Impedanz des Lichtbogens und der im Wesentlichen ohmsche Widerstand des Opferelements aus dem Fehlerstromkreis eliminiert.

**[0028]** Die erfindungsgemäßen Opferelemente besitzen folgende Eigenschaften. Es liegt ein geringes Schmelzintegral ( $I^2t$ -Wert) des Materials zur Minimierung der Belastung des Schaltelements vor. Die Opferelemente weisen eine hohe elektrische Leitfähigkeit zur Minimierung der Kommutierungszeit auf und besitzen eine hohe mechanische Festigkeit zum Einsatz einer hohen Federkraft mit Blick auf eine gewünschte Reduzierung der Bewegungszeit der Kontaktelektroden. Weiterhin liegt nur eine geringe Lichtbogenspannung bei der Zerstörung des Opferelements für die Realisierung einer kurzen Kommutierungszeit vor. Kräfte, welche der mechanischen Bewegung entgegenwirken, wie z.B. ein entstehender Druckanstieg, werden vermieden oder reduziert.

**[0029]** Wie in den Fig. 1 bis 4 erkennbar, kann die

Grundkonstruktion des Kurzschließers vom Wirkprinzip her invertiert werden.

**[0030]** Gemäß Fig. 1 ist das Opferelement 5 nicht auf Druckfestigkeit durch die Federvorspannung belastet, sondern es findet eine Beanspruchung auf Zug statt.

**[0031]** Diese Ausführungsform ermöglicht es, als Opferelement 5 preiswerte Drähte oder Stäbe einzusetzen. Das Opferelement der zweiten Ausführungsform weist neben der für diese Gestaltung notwendigen hohen Zugfestigkeit ein niedriges Schmelzintegral auf. An einer Führung 11, die auch einen Übergangsbereich zum Opferelement 5 bildet, ist eine Hilfselektrode 8 für das Schaltelement 9 und ein entsprechender Anschluß vorgesehen. Die Feder 4 besitzt gemäß Fig. 1 eine Führung 12, die mit einem Element 13 zur Kraftübertragung für die bewegliche Kontaktelektrode 14 genutzt wird.

**[0032]** Die Elemente 12 und 13 bilden eine Labyrinthdichtung mit der Folge, dass bei einer Druckerhöhung im Dichtungsinnenraum eine Bewegungsunterstützung der kolbenartigen beweglichen Kontaktelektrode 14 gewährleistet ist.

**[0033]** Durch den Einsatz von zugfesten Drähten, z.B. aus Stahl, lassen sich sehr geringe Schmelzintegrale des Opferelements 5 bei sehr hohen Federkräften erzielen. Dies erlaubt den Einsatz preiswerter Schaltelemente 9 und es können sehr geringe Schaltzeiten der Kontaktelektroden erzielt werden.

**[0034]** Die durch den Lichtbogen erzeugte Druckwelle wirkt bei den Varianten gemäß Fig. 1 bis 4 nicht der Schließbewegung der Kontaktelektroden entgegen, sondern kann zur Beschleunigung der Bewegung genutzt werden, wie vorstehend unter Hinweis auf die kolbenförmige Gestaltung eine der Kontaktelektroden dargelegt wurde. Es besteht aber alternativ auch die Möglichkeit, durch die Gestaltung der Teile 12 und 13 bei geeigneter Materialwahl eine gleitkontaktähnliche Anordnung zu erreichen, welche den Strom bis zum Schließen der Hauptkontakte führt. Hierzu ist bei einem dauerhaft leitfähigen Kontakt eine Abstimmung der Stromverteilung zwischen Opferelement und den Teilen 12 und 13 erforderlich. Es ist jedoch auch denkbar, dass die Teile 12 und 13 erst nach einer minimalen Bewegung elektrisch kontaktiert werden bzw. dass die Kontaktierung durch einen Spannungsüberschlag in Form Durchschlag oder Gleitüberschlag geringer Distanz infolge der Zündung des Lichtbogens am Opferelement 5 erfolgt.

**[0035]** Bei der Ausführungsvariante gemäß Darstellung nach Fig. 1 und der notwendigen hohen Stromtragfähigkeit der Kontaktelektroden ist es unter Umständen problematisch, dass jeweils eine Kontaktelektrode inklusive der Kontaktstelle beweglich auszuführen ist. Dies führt neben den hohen Ansprüchen an die Kontaktstelle auch zu großen bewegten Massen und damit zu hohen Kontaktkräften. Die Masse und die notwendigen Kontaktkräfte können jedoch durch die Wahl von geeigneten Materialien und konstruktiven Varianten reduziert werden.

**[0036]** Zusätzlich können auch Konstruktionen Anwendung finden, bei denen die Stromkräfte die Bewe-

gung des bewegten Elements unterstützen.

**[0037]** Fig. 2 zeigt eine Ausführungsvariante mit drahtförmigem Opferelement 5, und zwar mit dem Ziel der Reduzierung der bewegten Masse, was prinzipiell auch bei rohrförmigen Opferelementen, welche unter Federdruck stehen, denkbar ist.

**[0038]** Die Kontaktelektroden 6 und 14 gemäß Fig. 2 sind fest ausgeführt und es wird lediglich eine bewegliche Kontaktplatte 15 verwendet, welche eine Brücke bezüglich der Kontaktelektroden 6 und 14 bildet.

**[0039]** Die in Fig. 2 prinzipiell dargestellte Anordnung kann auch koaxialsymmetrisch analog der Darstellung nach Fig. 3 realisiert werden.

**[0040]** Der Vorteil bei dieser Ausführungsvariante besteht in der kleinen zu bewegend Masse der Kontaktplatte 15 und den geringen Anforderungen hinsichtlich der Stromtragfähigkeit sowie der dynamischen Belastung der Verbindung zwischen der Kontaktplatte 15 und einer der festen Hauptelektroden 6 bzw. 14, die im Fall der Ausführungsform nach Fig. 3 zentrisch realisiert wurde.

**[0041]** Prinzipiell kann die Stromzuführung zur Kontaktplatte bzw. zum Opferelement auch über einen Gleitkontakt von einer der festen Elektroden aus erfolgen.

**[0042]** Hierzu besteht die Möglichkeit, das Teil 15 elektrisch leitfähig über einen Gleitkontakt mit der ersten festen Hauptelektrode 6 zu verbinden. Gemäß den Darstellungen nach Fig. 3 und 4, die beispielhafte koaxiale Aufbauten zeigen, ist die zweite feste Kontakt- bzw. Hauptelektrode 14 durch ein Teil 7 gegenüber dem Gehäuse 1 isoliert.

**[0043]** Bei der Anordnung nach Fig. 4 kann sich im Boden der zweiten festen Hauptelektrode 14 noch ein niedrigschmelzendes Lot 10 oder ähnliches Material befinden. Diese Lotsubstanz 10 kann bei Erwärmung zwischen die feststehenden Kontakte 6 und 14 gedrängt werden, wodurch sich die Größe der leitenden Kontaktfläche deutlich erhöht.

**[0044]** Im Falle der Darstellung nach Fig. 4 ist die feste Hauptelektrode 14 als Topf-elektrode ausgebildet, wobei die bewegliche Kontaktplatte 15 beim Eintauchen in das schmelzende Lot 10 dieses wie vorerwähnt verdrängt.

**[0045]** Die erläuterten Kurzschließeinrichtungen erlauben bei dem Einsatz eines selbstlöschenden Schaltelements wie Funkenstrecken oder Thyristoren auch die Anwendung eines insbesondere im Niederspannungsbereich sinnvollen Betriebsverfahrens zur Einleitung eines metallischen Kurzschlusses.

**[0046]** Im Hoch- und Mittelspannungsbereich entstehen Kurzschlüsse in Anlagen häufig durch eine Alterung oder Verschmutzung der Isolationsstrecken als Überschlag bzw. als Durchschlag. Diese Isolationsstrecken sind dauerhaft geschädigt und würden bei einer erneuten Zuschaltung der Netzspannung zu einem wiederholten Fehlerfall führen.

**[0047]** Bei Niederspannung hingegen entstehen Kurzschlüsse häufig nur infolge von so genannten Wischern, d.h. im Niederspannungsbereich resultieren Kurzschlü-

se durch kurzzeitig leitfähige Verbindungen von verschiedenen Potentialen bzw. durch Verbindungen mit einer nur sehr geringen Stromtragfähigkeit. Diese Verbindungen können durch herabfallende Teile, Tiere oder gesplissene Adern und Ähnliches entstehen. Zum Teil verlöschen entstehende Funken bzw. Lichtbögen von selbst.

**[0048]** Eine dauerhafte Schädigung der Isolation durch Alterung oder Verschmutzung als Ursache für Kurzschlüsse im Anlagenbereich ist eher gering. Der Wartungsaufwand innerhalb der Anlagen entsteht häufig erst infolge der Wirkung eines lang andauernden Störlichtbogens. Kann der Einfluss des Störlichtbogens hingegen stark begrenzt werden, ist es möglich, auf eine unmittelbare Wartung häufig zu verzichten. Aufgrund der Besonderheiten der Fehlerentstehung und der Fehlerdauer in Niederspannungsanlagen ergibt sich für den Einsatz eines Kurzschließers zur Reduzierung der Wirkung von Störlichtbögen eine besondere Situation.

**[0049]** Bei schnellwirkenden Kurzschließern wird der Kurzschluss innerhalb der ersten Fehlerstrom-Halbperiode, dauerhaft bis zur Abschaltung durch die vorgeordneten Schutzeinrichtungen, eingeleitet. Die gesamte Anlage wird somit vom Netz getrennt. Hierdurch entsteht mitunter bereits bei eventuell selbstverlöschenden Wischern infolge der Abschaltung ein hoher Nutzungsausfall. Wird die Zeitdauer des Ansprechens des Kurzschließers hingegen verzögert, erhöht sich der Schaden an den Anlagen bei einem realen Schadensfall hingegen beträchtlich. Zudem entsteht ein drastisch höherer Wartungsaufwand. Durch eine Verzögerung des Kurzschließers ist zudem ein eventuell angestrebter Personenschutz undenkbar.

**[0050]** Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Kurzschließers mit Reihenschaltung aus Opfer- und Schaltelement kann den scheinbar widersprüchlichen Forderungen nach hoher Anlagenverfügbarkeit einerseits und einer starken Schadensbegrenzung andererseits entsprochen werden.

**[0051]** Das erfindungsgemäße Prinzip des Verfahrens zur Einleitung eines Kurzschlusses beruht auf einer gestaffelten Zuschaltung des Kurzschließers mit folgendem Zeitablauf.

**[0052]** Nach der Erfassung eines Störfalles, z.B. einem Störlichtbogen in der Anlage, wird das Schaltelement des Kurzschließers kurzzeitig angesteuert. Der mögliche Kurzschlussstrom durch das Schaltelement wird durch das Opferelement und die Impedanz des Anschlusses sowie des Schaltelements begrenzt. Der Strom kommutiert vom Fehlerort zum Kurzschließer. Nach einer einstellbaren Zeit unterbricht das Schaltelement den Kurzschlussstrom und die Anlage und der Fehlerort werden wieder mit Netzspannung belastet. Im Falle eines Wischers und einer ausreichenden Wiederverfestigung der Fehlerstelle bleibt die Versorgung der Anlage bestehen. Der Kurzschließer meldet den aufgetretenen Fehler und weist somit auf eine notwendige Anlagenüberprüfung hin.

**[0053]** Bleibt der Fehlerfall bestehen, wird das Schaltelement des Kurzschließers erneut und dauerhaft angesteuert. Das Opferelement des Kurzschließers wird in diesem Fall überlastet und ein dauerhafter metallischer Kurzschluss erzeugt, welcher eine Abschaltung der Anlage erzwingt.

**[0054]** Bei der vorgestellten Lösung wird das Opferelement so ausgelegt, dass bereits nach geringsten Strombelastungen (niedrige  $I^2t$ -Werte) ein metallischer Kurzschluss erzielt werden kann. Die in diesem Fall eingesetzten Schaltelemente müssen damit nur eine sehr geringe Stromtragfähigkeit bzw. ein geringes Schaltvermögen aufweisen.

**[0055]** Für eine Anwendung des beschriebenen Verfahrens ist bei Beibehalten der Konstruktion eine differenzierte Auslegung des Opferelements und des Schaltelements empfehlenswert. Alternativ zu einer nahezu entgegengesetzten Optimierung des vorgestellten Kurzschließers kann dieser jedoch recht einfach durch einen parallel geschalteten Pfad für das erläuterte Verfahren ertüchtigt werden. Somit ist eine preisgünstige und bedarfsgerechte Erweiterung des einfachen Kurzschließers jederzeit zum Einsatz des erläuterten Verfahrens möglich.

**[0056]** Fig. 5 zeigt eine prinzipielle Darstellung bezüglich der Parallelschaltung eines weiteren Pfades. Der zusätzliche Parallelpfad besteht im Wesentlichen aus einem ansteuerbaren Schaltelement 17 mit mittlerer bis hoher Stromtragfähigkeit und Ausschaltvermögen. Zusätzlich kann eine Impedanz 16 vorgesehen sein. Mit Hilfe der Impedanz ergibt sich die Möglichkeit, die Höhe des Kurzschlussstroms bzw. den Wert des Stromquadratimpulses, z.B. mit nichtlinearen Impedanzen zu beeinflussen. Dies kann einerseits sinnvoll sein, um bei dem ersten zeitlich begrenzten Durchschalten des Schaltelements ein Ansprechen von möglichen Überstrom- bzw. Unterspannungsschutz-Einrichtungen des Netzes zu vermeiden und andererseits um bei weniger leistungsstarken Schaltelementen die maximale Belastung hinsichtlich Stromtragfähigkeit und Löschfähigkeit nicht zu überschreiten.

**[0057]** Die Höhe der Impedanz 16 sollte jedoch einige 100 mΩ nicht überschreiten, da ansonsten eine Kommutierung des Fehlerstroms zum Gesamtgerät (Kurzschließerpfad 1 und 2) stark behindert wird. Vorzugsweise sollte die Impedanz kleiner als wenige mΩ sein.

**[0058]** Als Schaltelement 17 sind insbesondere Halbleiterschalter, z.B. Thyristoren bzw. IGBTs, aber auch triggerbare Vakuumschalter und Funkenstrecken geeignet.

## Patentansprüche

1. Kurzschließeinrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen zum Sach- und Personenschutz, umfassend ein Schaltelement, welches vom Auslösesignal einer Fehlererfassungseinrichtung

betätigbar ist, zwei sich gegenüberliegende Kontaktelektroden mit Mitteln zur Stromzuführung, wobei diese an einen Stromkreis mit Anschlüssen von unterschiedlichem Potential kontaktierbar sind, weiterhin die Kontaktelektroden, unter mechanischer Vorspannung stehend, im Kurzschlussfall federkraftunterstützt eine Relativbewegung zueinander ausführen oder die Kontaktelektroden von einem unter Vorspannung stehenden Kontaktelement überbrückt werden dann, wenn das Kontaktelement eine Relativbewegung zu den Kontaktelektroden ausführt, ein Opferelement als Abstandshalter zwischen den Kontaktelektroden sowie mit einer elektrischen Verbindung zwischen dem Opferelement und dem Schaltelement einerseits und einer der Kontaktelektroden andererseits, um eine stromflussbedingte thermische Zerstörung des Opferelements gezielt herbeizuführen,

### **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Opferelement ein Draht oder Stab aus einem leitfähigen Material mit niedrigem Schmelzintegral ist, wobei das Opferelement auf Zug unter mechanischer Vorspannung steht und zwischen den Kontaktelektroden labyrinthartige, ineinander greifende Dichtelemente vorgesehen sind, um bei einer Lichtbogenbildung und Druckentwicklung eine Bewegungsunterstützung der kolbenartigen beweglichen Kontaktelektrode oder des brückenartigen Kontaktelements zu bewirken.

2. Kurzschließeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Kontaktelektrode eine Kontaktbrücke zwischen zwei elektrischen Anschlüssen bildet.
3. Kurzschließeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaltelement an der beweglichen Kontaktelektrode angeschlossen ist.
4. Kurzschließeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaltelement an der festen Kontaktelektrode angeschlossen ist.
5. Kurzschließeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Kontaktelektrode als Verdrängungstempel ausgeführt wird, welcher mit einer festen Topf-Kontaktelektrode zusammenwirkt, wobei in der Topf-Kontaktelektrode eine leitfähige, niedrigschmelzende Substanz befindlich ist, welche beim Eintauchen des Stempels eine ergänzende elektrische Brücke zwischen den sich gegenüberliegenden Kontaktabschnitten bildet.
6. Verfahren zum Einleiten eines Kurzschlusses in Niederspannungsanlagen unter Verwendung einer

Kurzschließeinrichtung gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**gekennzeichnet durch**  
 eine gestaffelte Zuschaltung des Kurzschließers mit folgender Schritten:

5

- kurzzeitiges Ansteuern des Schaltelements nach Erfassung eines Störfalles;
- Begrenzen des Kurzschlussstroms **durch** das Schaltelement mittels des Operelements und **durch** die Impedanz des Anschlusses sowie die Impedanz des Schaltelements selbst und Kommutieren des Stroms vom Fehlerort zum Kurzschließer; 10
- Unterbrechen des Kurzschlussstroms nach einer vorgegebenen Zeit **durch** das Schaltelement und erneutes Belasten der Anlage mit Netzspannung; 15
- beim Bestehenbleiben des Fehlerfalls gegebenenfalls erneutes, jetzt dauerhaftes Ansteuern des Schaltelements; 20
- Zerstörung des Operelements und Erzeugen eines dauerhaften Kurzschlusses mit Abschaltung der Anlage.

25

30

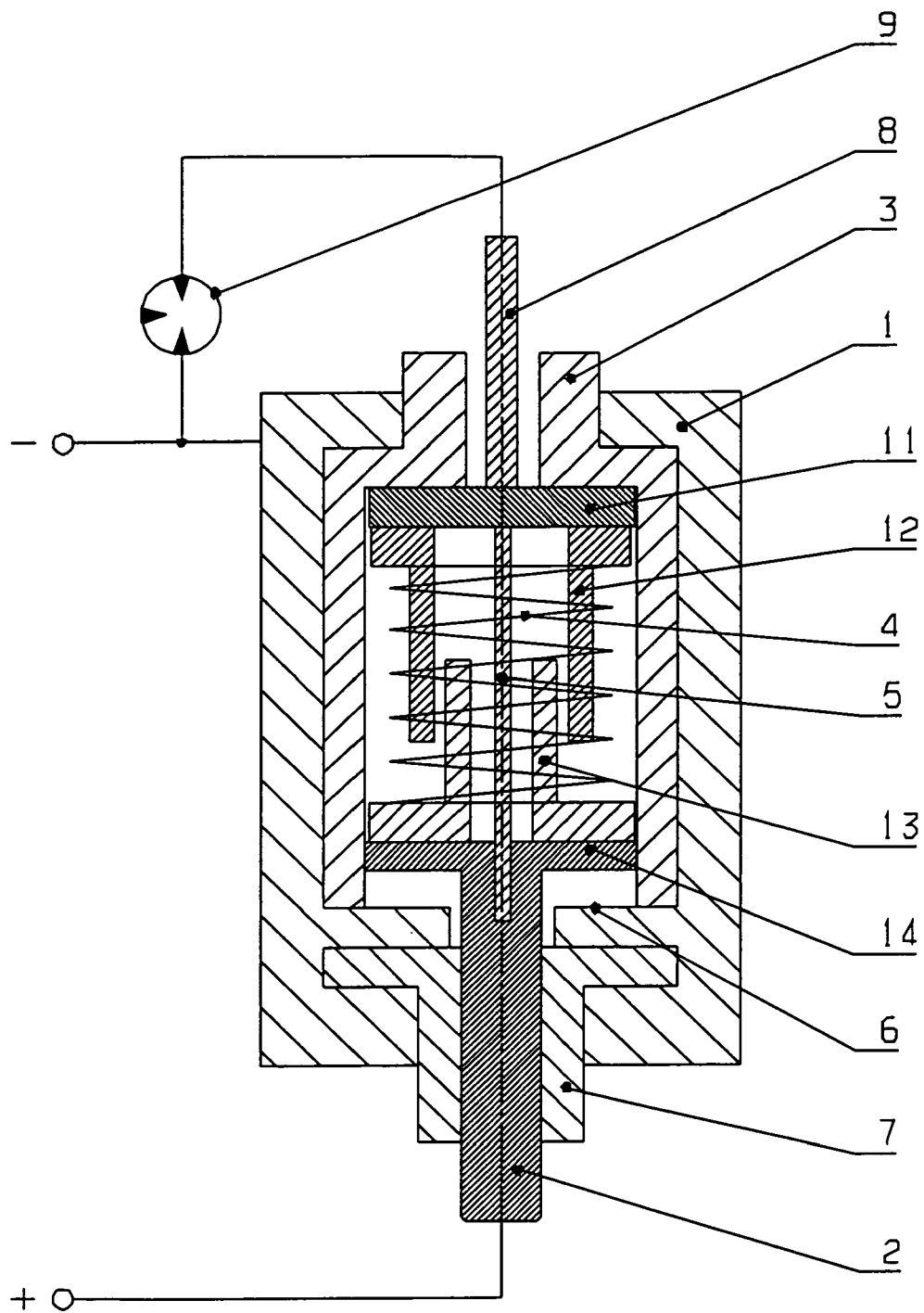
35

40

45

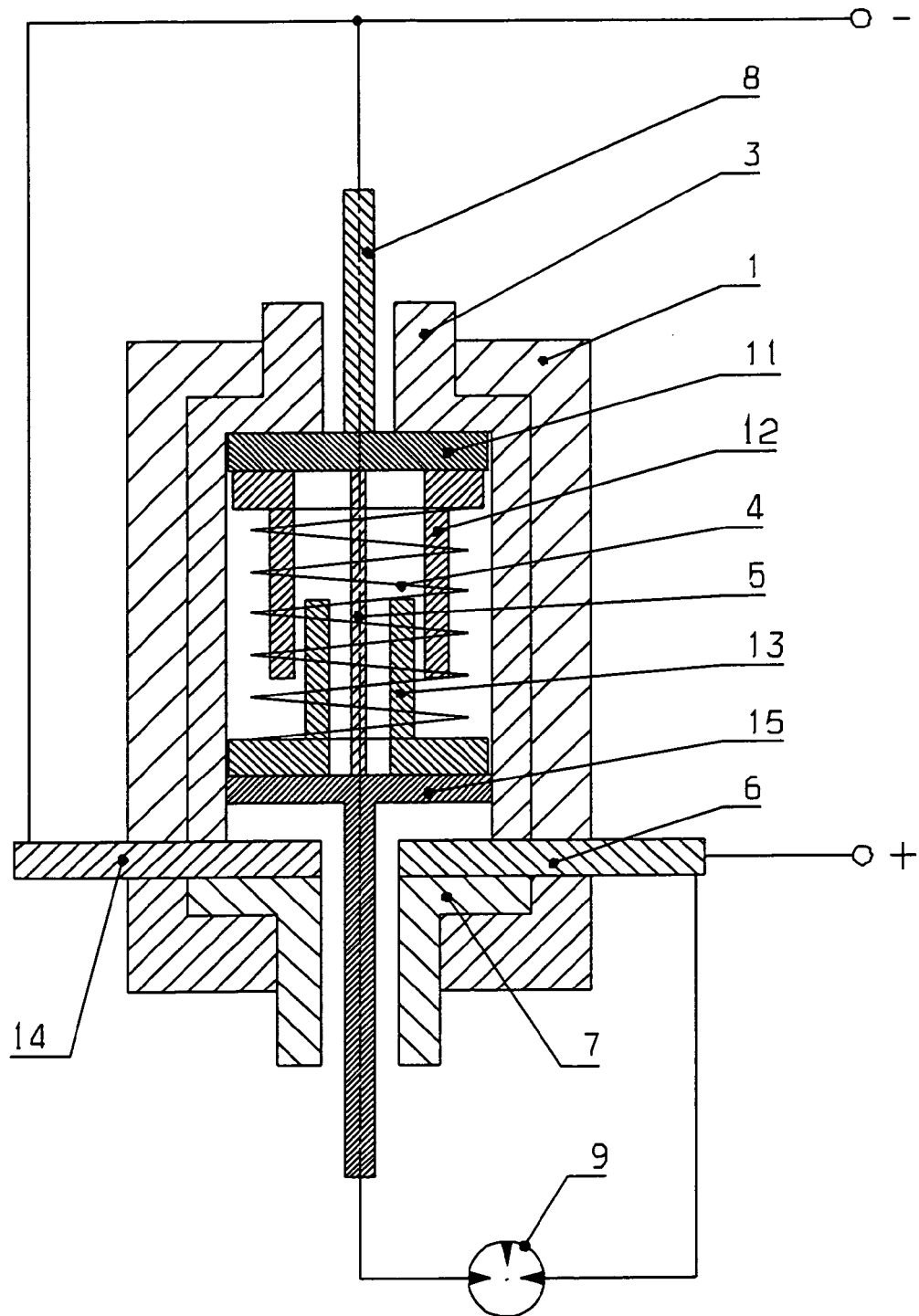
50

55

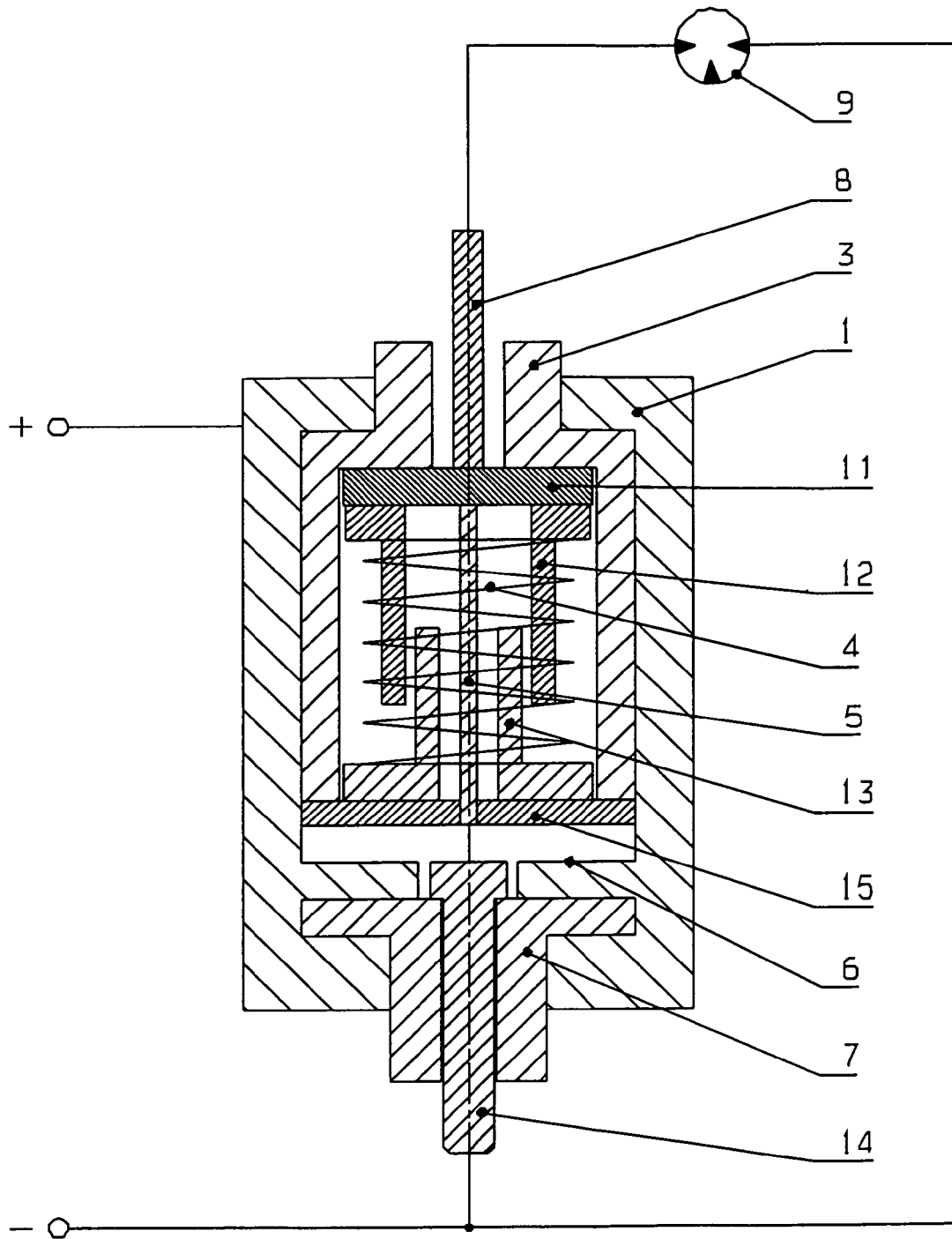


Figur 1

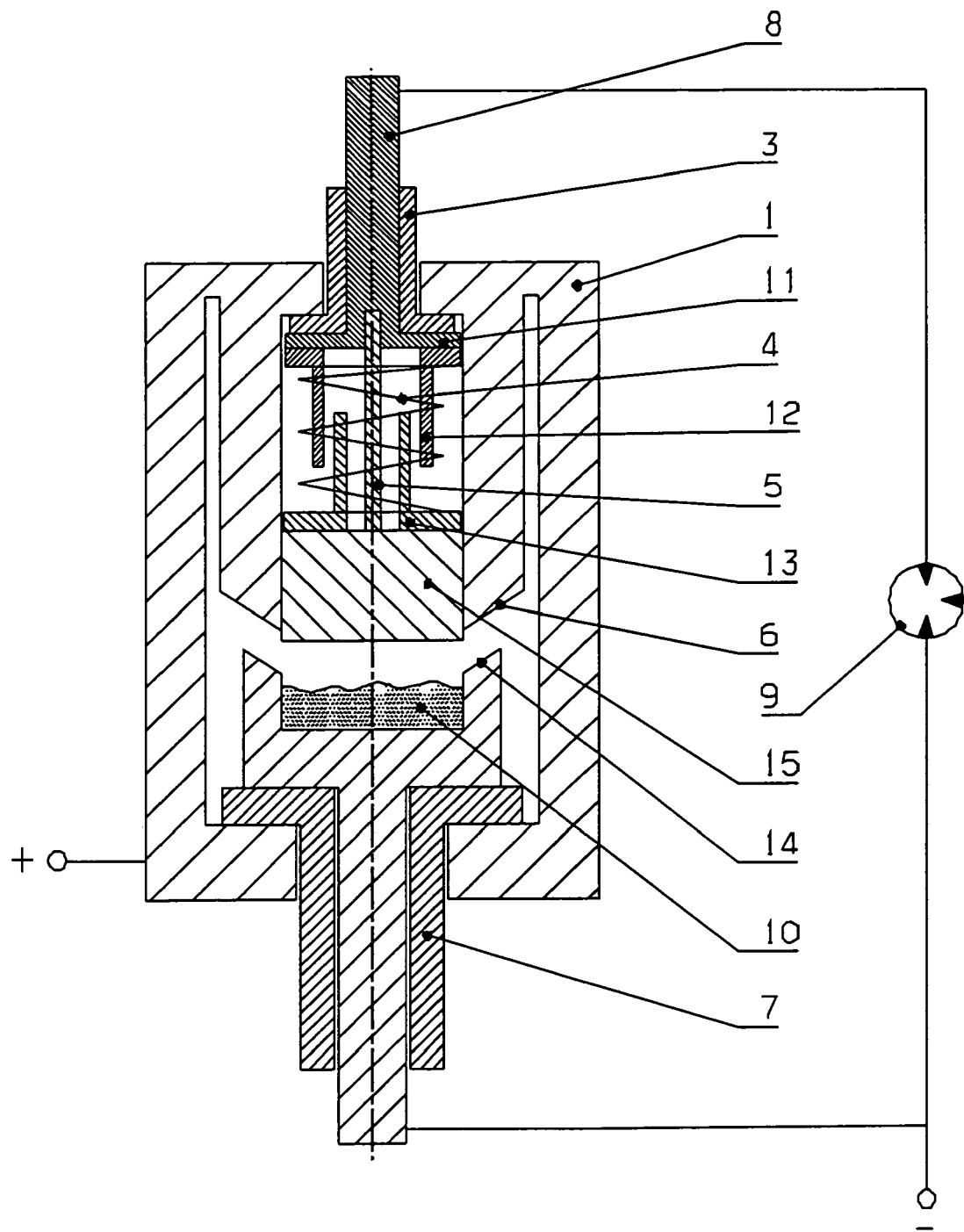




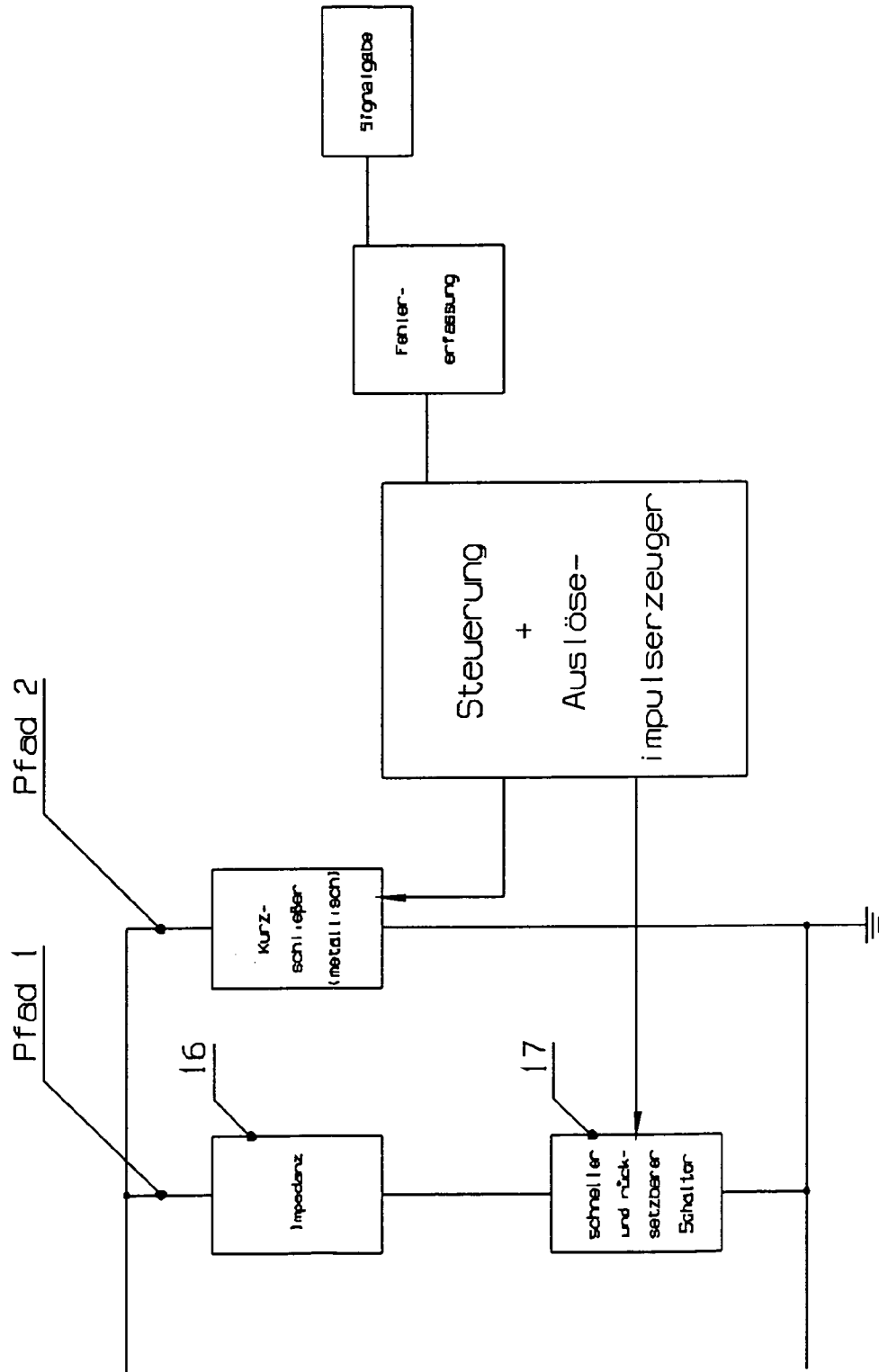
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 08 01 8404

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
D,A	DE 103 13 045 B3 (DEHN & SOEHNE [DE]) 15. Juli 2004 (2004-07-15) * das ganze Dokument *	1-6	INV. H01H79/00 H01T1/14
A	DE 25 02 343 A1 (TOKYO ELECTRIC POWER CO; TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 29. Juli 1976 (1976-07-29) * das ganze Dokument *	1-6	
A	US 3 425 017 A (SCHOCKELT GUENTHER G) 28. Januar 1969 (1969-01-28) * das ganze Dokument *	1	
A	FR 1 514 214 A (IND D SOULE ETS) 10. Mai 1968 (1968-05-10) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01H H01T
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>10. März 2009</b>	Prüfer <b>Ramírez Fueyo, M</b>
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

3  
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 08 01 8404

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

10-03-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10313045	B3	15-07-2004	KEINE
DE 2502343	A1	29-07-1976	KEINE
US 3425017	A	28-01-1969	KEINE
FR 1514214	A	10-05-1968	KEINE

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 4331992 A1 [0004]
- DE 4345170 A1 [0004]
- DE 19746815 A1 [0005] [0006]
- DE 9419141 U1 [0006]
- DE 4235329 C2 [0006]
- DE 4235329 A1 [0007]
- DE 10313045 B3 [0008] [0008]
- US 3425017 A [0010]