(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 569 795 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.03.2015 Patentblatt 2015/12

(21) Anmeldenummer: **11720067.5**

(22) Anmeldetag: **03.05.2011**

(51) Int Cl.:
H01H 33/91 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/057010

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/141321 (17.11.2011 Gazette 2011/46)

(54) **DRUCKGAS-LEISTUNGSSCHALTER**

PRESSURISED-GAS ELECTRIC CIRCUIT BREAKER

DISJONCTEUR À GAZ COMPRIMÉ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **12.05.2010 DE 102010020979**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.03.2013 Patentblatt 2013/12

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **CERNAT, Radu-Marian**
10585 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 548 780
DE-A1- 4 018 169
DE-U1- 20 015 563

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

EP 2 569 795 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Druckgas-Leistungsschalter mit einer zwischen einem ersten Kontaktstück und einem zweiten Kontaktstück angeordneten Lichtbogenzone, welche über einen Speisekanal mit einem Heißgasspeichervolumen verbunden ist und das Heißgasspeichervolumen seinerseits mit einem volumenveränderlichen Kompressionsvolumen über einen Überströmkanal verbunden ist, sowie mit einer zumindest eine Abströmöffnung aufweisenden, das Kompressionsvolumen begrenzenden Wandung.

[0002] Ein derartiger Druckgas-Leistungsschalter ist beispielsweise in der Gebrauchsmusterschrift DE 200 15 563 U1 beschrieben. Der dortige Druckgas-Leistungsschalter weist ein erstes sowie ein zweites Kontaktstück auf, zwischen welchen sich eine Lichtbogenzone erstreckt. Innerhalb der Lichtbogenzone ist die Führung eines Lichtbogens vorgesehen. Die Lichtbogenzone ihrerseits ist über einen Speisekanal mit einem Heißgasspeichervolumen verbunden, wobei sich an das Heißgasspeichervolumen ein volumenveränderliches Kompressionsvolumen anschließt. Heißgasspeichervolumen und Kompressionsvolumen sind über einen Überströmkanal miteinander verbunden. Weiterhin ist in einer das Kompressionsvolumen begrenzenden Wandung eine Abströmöffnung angeordnet.

[0003] Das Heißgasspeichervolumen ist vorgesehen, um während eines Schaltvorganges generiertes Heißgas aufzunehmen. In Abhängigkeit des Schaltvorganges kann diese Gasmenge variieren. Dabei kann es vorkommen, dass in das Heißgasspeichervolumen derart viel Heißgas eingetragen wird, dass sich der Druck im Innern des Heißgasspeichervolumens stark erhöht. Die im Kompressionsvolumen vorgesehene Abströmöffnung ist mit einem Überdruckventil verschlossen. Bei Erreichen eines bestimmten Druckes im Kompressionsvolumen wird die Abströmöffnung freigegeben.

[0004] Das an der Abströmöffnung angeordnete Überdruckventil wird mechanisch aber auch thermisch belastet, wodurch ein Verschleiß an dem Überdruckventil auftreten kann. Infolgedessen müssen regelmäßig Revisionen an der Abströmöffnung vorgenommen werden und das dort befindliche Überdruckventil gewartet oder ersetzt werden.

[0005] Daher ist es Aufgabe der Erfindung einen Druckgas-Leistungsschalter anzugeben, welcher eine Reduzierung des Wartungsaufwandes ermöglicht.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei einem Druckgas-Leistungsschalter der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Abströmöffnung zumindest im kontaktierten Zustand der Kontaktstücke dauerhaft geöffnet ist.

[0007] Druckgas-Leistungsschalter sind elektrische Schaltgeräte, welche der Unterbrechung von Strömen dienen. Ein Leistungsschalter ist in der Lage, sowohl Nennströme als auch Fehlerströme, wie Kurzschlussströme, zuverlässig mehrfach zu unterbrechen. Insbesondere beim Einsatz im Hoch- und Höchstspannungsbereich ist es zur Reduzierung von Isolationsabständen vorteilhaft, zur Isolation in einem Leistungsschalter Druckgas einzusetzen. Druckgas-Leistungsschalter weisen eine Unterbrechereinheit auf, welche der Führung und Positionierung der Kontaktstücke dient. Die Unterbrechereinheit ist von einem elektrisch isolierenden Gas (Isoliergas) durchspült und umflutet, welches unter einem erhöhten Druck (Druckgas) steht. Durch eine Druckerhöhung wird die Isolationsfestigkeit des Gases erhöht, so dass voneinander abweichende elektrische Potentiale auf einem geringen Bauraum zuverlässig durch das unter Druck stehende Isoliergas voneinander isoliert sind. Druckgas-Leistungs-schalter weisen ein Kapselungsgehäuse auf, innerhalb welchem die Unterbrechereinheit positioniert ist. Das Innere des Kapselungsgehäuses ist mit dem unter erhöhtem Druck stehenden Isoliergas befüllt. Der Druck des Isoliergases ist dabei höher als der Druck des das Kapselungsgehäuse umgebenden Mediums und kann beispielsweise mehrere bar betragen. Als elektrisch isolierendes Gas hat sich insbesondere Schwefelhexafluorid als vorteilhaft erwiesen. Es können jedoch auch andere geeignete elektrisch isolierende Gase wie Stickstoff oder Gemische, welche Stickstoff und/oder Schwefelhexafluorid aufweisen usw., Verwendung finden.

[0008] Neben einer elektrischen Isolation dient das Druckgas auch einer Unterstützung einer Wirkungsweise des Druckgas-Leistungsschalters während eines Schaltvorganges. Ein Druckgas-Leistungsschalter weist zumindest ein erstes und ein zweites Kontaktstück auf, zwischen welchen eine Lichtbogenzone angeordnet ist. Die beiden Kontaktstücke können beispielsweise als Lichtbogenkontaktstücke ausgeführt sein, welche elektrisch parallel zu einem ersten und einem zweiten Nennstromkontaktstück verschaltet sind. Lichtbogenkontaktstücke sind dabei derart ausgestaltet, dass diese bei einem Einschaltvorgang zeitlich vor den Nennstromkontaktstücken miteinander in galvanischen Kontakt treten. Umgekehrt sind bei einem Ausschaltvorgang die Lichtbogenkontaktstücke länger im galvanischen Kontakt als die Nennstromkontaktstücke. So wirken die Lichtbogenkontaktstücke bei einem Einschaltvorgang voreilend und bei einem Ausschaltvorgang nacheilend gegenüber den zugehörigen elektrisch parallel geschalteten Nennstromkontaktstücken. Durch eine derartige Konfiguration ist es möglich, einen Lichtbogen vorzugsweise zwischen den Lichtbogenkontaktstücken zu führen, so dass die Lichtbogenkontaktstücke die Nennstromkontaktstücke vor Erosion schützen und den Lichtbogen führen und lenken. Somit ist es möglich, dass die Nennstromkontaktstücke hinsichtlich ihrer elektrischen Tragfähigkeit optimiert werden, wohingegen die Lichtbogenkontaktstücke hinsichtlich einer Abbrandfestigkeit gegenüber den thermischen Einwirkungen des Lichtbogens optimiert werden können.

[0009] Die Kontaktstücke können jedoch auch sowohl die Lichtbogenführung als auch die Nennstromführung

übernehmen. Diese Konstruktion ist insbesondere bei kostengünstigen Schaltgeräten vorteilhaft, an welche hinsichtlich der Schaltleistung nur begrenzte Anforderungen gestellt werden. Unabhängig ob die Kontaktstücke als separate Lichtbogenkontaktstücke und separate Nennstromkontaktstücke oder als Kombination aus Licht- und Nennbogenkontaktstücken ausgestaltet sind, sollte jedoch vorgesehen sein, dass bei einem Schaltvorgang eine Relativbewegung der Kontaktstücke zueinander erfolgt. Zumindest eines der Kontaktstücke ist dazu bezüglich des anderen Kontaktstückes beweglich gelagert. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass beide Lichtbogenkontaktstücke beweglich gelagert werden, so dass die Kontakttrenngeschwindigkeit bei einem Ausschaltvorgang bzw. die Kontaktierungsgeschwindigkeit bei einem Einschaltvorgang in einfacher Weise vergrößert werden kann.

[0010] Bei einem Einschaltvorgang kann es mit zunehmender Annäherung der beiden Kontaktstücke zu einem Auftreten von Lichtbögen (Vorüberschläge) kommen. Zwischen den Kontaktstücken können Einschaltlichtbögen innerhalb der Lichtbogenzone entstehen. Dabei auftretende thermische Effekte bewirken eine Erhitzung des innerhalb der Lichtbogenzone befindlichen Isoliergases. Dieses Isoliergas wird erhitzt und dabei expandiert und wandelt sich zu so genanntem heißen Schaltgas bzw. Heißgas um. Das Heißgas sollte aus der Lichtbogenzone abgeführt und gekühlt oder auch zwischengespeichert werden. Bei einem Einschaltvorgang ist eine galvanische Berührung der beiden Kontaktstücke zum Abschluss des Einschaltvorganges vorgesehen, so dass gegebenenfalls auftretende Vorüberschläge selbständig erlöschen.

[0011] Wesentlich komplexer gestaltet sich die Situation bei einem Ausschalten, d. h., bei einem Unterbrechen eines stromdurchflossenen Strompfades. Die in den Leistungsschalter durch einen Ausschaltlichtbogen eingetragene thermische Energie ist im Wesentlichen proportional zum Betrag des zu unterbrechenden Stromes sowie zur Dauer des Brennens eines Ausschaltlichtbogens. Bei einem Ausschalten erfolgt eine galvanische Trennung der beiden Kontaktstücke voneinander. Selbst bei einer hohen Kontakttrenngeschwindigkeit ist es kaum möglich, einen durch den zu unterbrechenden Strompfad von einer Potentialdifferenz getriebenen elektrischen Strom sofort zum Erlöschen zu bringen. Der elektrische Strom fließt oft in der Lichtbogenzone zunächst über einen Lichtbogen weiter. Lediglich in besonderen kurzen Momenten, d. h., in Momenten, in welchen beispielsweise bei einem Schwingen des Stromes bzw. der Spannung, beispielsweise in einem Wechselspannungssystem, der Strom gerade einen Stromnulldurchgang vollführt und die Kontakttrennung erfolgt, tritt lediglich ein kleiner oder kein Lichtbogen auf. Oft ist es jedoch so, dass eine Trennung der Kontaktstücke zu einem beliebigen Zeitpunkt erfolgt, zu welchem im Regelfall kein natürliches Erlöschen des Stromes erfolgt. Insbesondere bei Ausschaltungen in einem Fehlerfall ist eine Unterbrechung möglichst schnell herbeizuführen. Gerade vorliegende Schwingungszustände sind dann im Regelfall unbeachtlich.

[0012] In der Lichtbogenzone tritt bei einem Ausschaltfall oft ein brennender Lichtbogen auf. Der in der Lichtbogenzone brennende Lichtbogen expandiert das um ihn herum befindliche elektrisch isolierende Gas und erodiert auch weitere im näheren Umfeld befindliche Bauteile des Druckgas-Leistungsschalters. Somit entsteht in der Lichtbogenzone um den Lichtbogen herum eine Plasmawolke aus erhitztem elektrisch isolierten Gas sowie verdampften Materialien wie Kunststoffen oder Metallen. Zur Löschung des Lichtbogens ist diese Plasmawolke möglichst rasch aus der Lichtbogenzone herauszubefördern. Um eine entsprechende Strömung zu erzeugen, wird von dem Lichtbogen erhitztes und zu Heißgas gewandeltes elektrisch isolierendes Gas über den Speisekanal in das Heißgasspeichervolumen geleitet. Je leistungsstärker der Lichtbogen ist, d. h., je größer der auszuschaltende Strom ist und je länger der Lichtbogen brennt, desto mehr Heißgas wird von dem Lichtbogen getrieben in das Heißgasspeichervolumen hineingepresst, damit erhöht sich der Druck im Heißgasspeichervolumen. Aufgrund des speisenden Lichtbogens ist ein Rückströmen aus dem Heißgasspeichervolumen nicht unmittelbar möglich. Insbesondere kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Speisekanal über die Lage der Kontaktstücke relativ zueinander verdämmt oder freigegeben wird. Dazu ist es beispielsweise möglich, eine Isolierstoffdüse einzusetzen, welche einer Führung und Lenkung sowie Begrenzung des brennenden Lichtbogens dient, wobei ein Kanal, beispielsweise eine Düsenengstelle, der Isolierstoffdüse mittels eines Kontaktstückes verdämmbar ist. Somit ist es auch möglich, ein Abströmen der heißen Schaltgase in den Speisekanal über die Position der Kontaktstücke relativ zueinander zu steuern. Ergänzend zu einer Druckerhöhung im Innern des Heißgasspeichervolumens ist ein volumenveränderliches Kompressionsvolumen vorgesehen, welches durch mechanische Verdichtung von Isoliergas innerhalb des Kompressionsvolumens eine Druckerhöhung bewirkt. Über einen Überströmkanal können die im Kompressionsvolumen und im Heißgasspeichervolumen befindliche Gase miteinander korrespondieren, so dass beispielsweise eine Vermischung von im Kompressionsvolumen vorgehaltenen Gas mit dem im Heißgasspeichervolumen vorgehaltenen Gas erfolgen kann. So ist es beispielsweise möglich, im Kompressionsvolumen vorwiegend elektrisch isolierendes Gas geringer Temperatur zu komprimieren und dieses in das Heißgasvolumen übertreten zu lassen und dort eine Kühlung des Heißgases zu bewirken.

[0013] Mit einem Freigeben eines Abströmweges ist es möglich, das unter erhöhtem Druck stehende, im Heißgasvolumen sowie im Kompressionsvolumen vorgehaltene Gas in die Lichtbogenzone über den Speisekanal strömen zu lassen. Der dort immer noch brennende Lichtbogen wird von dem über den Speisekanal rückströmenden Gasfluss umspült und die Plasmawolke wird aus

der Lichtbogenzone ausgestoßen, dabei wird der Lichtbogen gekühlt und beblasen, so dass schlussendlich eine Unterbrechung des Lichtbogens und damit des im zu unterbrechenden Strompfad fließenden Stromes bewirkt ist.

[0014] Druckgas-Leistungsschalter sind zum Schalten von Strömen beliebiger Größe bis zu Kurzschlussströmen einsetzbar. So muss ein Leistungsschalter beispielsweise einen Nennstrom, aber auch einen Kurzschlussstrom zuverlässig ausschalten können. Gegebenenfalls beträgt der über den Leistungsschalter fließende Strom jedoch nur einen Bruchteil des Nennstromes. Jeder dieser Ströme muss zuverlässig ausgeschaltet werden. Da unabhängig vom Betrag des zu unterbrechenden Stromes jeweils ein Zünden eines Ausschaltlichtbogens zu erwarten ist, muss der Leistungsschalter für jeden Schaltfall eine ausreichende druckerhöhte Gasmenge zum Umspülen eines Ausschaltlichtbogens erzeugen.

[0015] Bei geringen Strömen ist kein überdurchschnittlicher Druckaufbau im Heißgasvolumen zu erwarten. Insbesondere bei dem Auftreten von Nennströmen oder Kurzschlussströmen kann der Lichtbogen jedoch eine derartige Intensität erreichen, dass Berstgrenzen des Heißgasspeichervolumens bzw. des Kompressionsvolumens erreicht werden können. In diesem Falle ist es notwendig, dass über die Abströmöffnung ein Abströmen von überzähligen Gasanteilen ermöglicht ist, so dass eine Begrenzung des im Heißgasvolumen bzw. im Kompressionsvolumen aufgebauten Druckes gewährleistet ist. Sieht man nunmehr vor, dass die Ausströmöffnung zumindest im kontaktierten Zustand des Kontaktstückes dauerhaft geöffnet ist, so ist dauerhaft ein Austausch von Gasmengen zwischen dem Innern des Kompressionsvolumens und den sich anschließenden Bereichen der Unterbrechereinheit bzw. dem Innern des Kapselungsgehäuses gegeben. Somit kann ein ständiges Hin- und Herströmen von Gasmengen erfolgen. Damit ist das Kompressionsvolumen zu diesem Zeitpunkt in jedem Falle über die Abströmöffnung mit den umgebenden Bereichen verbunden. Damit existiert keine Druckdifferenz zwischen dem Kompressionsvolumen und dem Bereich, welcher über die Abströmöffnung mit dem Kompressionsvolumen korrespondiert. Somit kann eine unerwünschte "Vorladung" des Kompressionsvolumens mit einer Vorkompression verhindert werden.

[0016] Vorteilhaft kann dabei sein, dass die Abströmöffnungen frühestens zu dem Zeitpunkt verschlossen werden, in welchem eine galvanische Trennung der Kontaktstücke erfolgt, d. h., ein Verschließen der Abströmöffnung geht einher mit einem möglichen Zünden eines Lichtbogens. Es kann auch vorgesehen sein, dass ein Verschließen der Abströmöffnung zu dem Zeitpunkt erfolgt, in welchem eine Freigabe des Speisekanals erfolgt, d. h., der Zeitpunkt, in welchem ein Rückströmen von zuvor expandiertem und im Heißgasspeichervolumen eingelagerten Heißgas beginnt. Mit der Freigabe des Speisekanals kann das Heißgasspeichervolumen entladen werden und damit kann die Abströmöffnung auch in diesem Zeitpunkt einem Verschluss unterliegen.

[0017] Vorteilhafterweise kann jedoch vorgesehen sein, dass die Abströmöffnung dauerhaft geöffnet ist.

[0018] In diesem Falle ist in einer Wandung des Kompressionsvolumens eine Abströmöffnung vorgesehen, welche unabhängig von der Relativlage der Kontaktstücke zueinander dauerhaft eine Öffnung in der Wandung des Kompressionsvolumens darstellt. Scheinbar ist eine derartige Konstruktion kontraproduktiv zu einer Funktionsweise eines volumenveränderlichen Kompressionsvolumens, da über eine dauerhaft geöffnete Abströmöffnung ein Entweichen von unter Druck stehendem Gas aus dem Innern des Kompressionsvolumens mehr oder weniger schnell zu erwarten ist. Bei einem entsprechend großen Querschnitt einer oder mehrerer Abströmöffnungen kann so ein relativ schnelles Abbauen eines Überdruckes eines zuvor durch eine Volumenänderung des Kompressionsvolumens komprimierten Gases erfolgen. Bei einer entsprechenden Reduzierung des Querschnittes kann der Abbau entsprechend verlangsamt erfolgen.

[0019] Das Heißgasspeichervolumen und das Kompressionsvolumen können über einen Überströmkanal miteinander kommunizieren. Über den Überströmkanal ist es somit möglich, Gasmengen von dem einen Volumen in das andere Volumen übertreten zu lassen. Mit einer Anordnung der Abströmöffnung in dem Kompressionsvolumen kann ein Überdruckschutz des vorgelagerten Heißgasspeichervolumens über die Abströmöffnung innerhalb des Kompressionsvolumens gewährt werden.

[0020] Ein Hub des volumenveränderlichen Kompressionsvolumens ist durch die mechanische Auslegung des Druckgas-Leistungsschalters festgelegt. Unabhängig vom Betrag des zu unterbrechenden Stromes wird stets der gleiche Kompressionsdruck im Kompressionsvolumen aufgrund der Volumenänderung mechanisch erzeugt. Das Heißgasspeichervolumen wird jedoch in Proportionalität zur Leistung des auszuschaltenden Stromes und des brennenden Lichtbogens mehr oder weniger mit Heißgas befüllt. Ströme geringer Leistung bewirken lediglich eine geringe Aufladung des Heißgasspeichervolumens. Ströme entsprechender größerer Stärke, wie beispielsweise Kurzschlussströme, bewirken eine entsprechend stärkere Befüllung des Heißgasspeichervolumens. So ist es beispielsweise möglich, dass bei relativ kleinen Strömen, die nur eine geringe Aufladung des Heißgasspeichervolumens hervorrufen, eine Beblasung eines Lichtbogens im Wesentlichen durch die Wirkung der volumenveränderlichen Kompressionseinrichtung hervorgerufen wird. Wohingegen die durch den Lichtbogen erzeugten und im Heißgasspeichervolumen vorgehaltenen Heißgase von eher untergeordneter Bedeutung sind. Im umgekehrten Falle ist bei einer großen Ausschaltleistung, d. h., bei einem starken Strom, der einen entsprechend leistungsstarken Lichtbogen ausbildet, ein überproportionales Befüllen des Heißgasspeichervolumens mit heißen Schaltgasen und damit eine überproportionale Druckerhöhung im Heißgasspeichervolumen

zu verzeichnen. Nach einem Freigeben des Speisekanals und einer Beblasung des Lichtbogens, d. h., in dem Heißgasspeichervolumen bzw. in dem Kompressionsvolumen vorgehaltene Gase strömen in Richtung der Lichtbogenzone wieder aus, bewirken bei leistungsstarken Strömen vor allem die im Heißgasspeichervolumen zwischengespeicherten Schaltgase, eine Umspülung des Lichtbogens, wohingegen die im Kompressionsvolumen komprimierten Gase von untergeordneter Bedeutung sind.

[0021] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung kann vorsehen, dass in Verlauf des Überströmkanals ein differenzdruckgesteuertes Ventil angeordnet ist.

[0022] Durch den Einsatz eines differenzdruckgesteuerten Ventils ist es möglich, zunächst die im Heißgasspeichervolumen vorgespeicherten Schaltgase, die einen entsprechend höheren Druck aufweisen als die im Kompressionsvolumen komprimierten Isoliergase, über den Speisekanal in die Lichtbogenzone austreten zu lassen. Aufgrund der Druckdifferenz ist ein Überströmen von komprimiertem Isoliergas aus dem Kompressionsvolumen in das Heißgasspeichervolumen und darauf folgend über den Speisekanal in die Lichtbogenzone verhindert. Erst wenn das Heißgasspeichervolumen entladen ist, d. h., der Druck darin unter einen Grenzdruck gefallen ist, strömt das im Kompressionsvolumen in seinem Druck erhöhte Isoliergase in das Heißgasspeichervolumen über und von dort über den Speisekanal in die Lichtbogenzone hinein. Ist ein zu unterbrechender Lichtbogen jedoch nur von geringer Leistung, kann es vorkommen, dass kein ausreichender Überdruck innerhalb des Heißgasspeichervolumens erzeugbar ist, so dass das im Kompressionsvolumen vorgehaltene im Druck erhöhte Isoliergas unmittelbar in das Heißgasspeichervolumen überströmt und von dort über den Speisekanal in die Lichtbogenzone strömt, um den dort brennenden leistungsschwachen Lichtbogen zu umspülen, zu kühlen und die Plasmawolke aus der Lichtbogenzone herauszubefördern.

[0023] Zur Differenzdrucksteuerung kann eine entsprechende Ventilbaugruppe an dem Überströmkanal angeordnet werden, welche den Kanal in Abhängigkeit der Druckdifferenz im Heißgasspeichervolumen und im Kompressionsvolumen freigibt oder sperrt.

[0024] Weiterhin kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Strömungswiderstand des durchlässigen Überströmkanals kleiner oder gleich ist als der Strömungswiderstand der geöffneten Abströmöffnung.

[0025] Über eine Auslegung der Strömungswiderstände des Überströmkanals sowie der Abströmöffnung ist es möglich, ein Abströmen frei von jeglichen Ventilen an der Abströmöffnung zu steuern. So ist es bei der Verwendung eines Überströmkanals mit einem kleineren, insbesondere einem wesentlich kleineren Strömungswiderstand, als der Strömungswiderstand der Abströmöffnung(en) zu verzeichnen, dass das Abströmen von im Kompressionsvolumen komprimierten Isoliergas über die Abströmöffnung vernachlässigbar ist und eine ausreichende Komprimierung innerhalb des Kompressionsvolumens ermöglicht ist. Damit ist eine Möglichkeit gegeben, die Abströmöffnung frei von bewegbaren Baugruppen, welche die Abströmöffnung gegebenenfalls verdämmen, zu halten.

[0026] Weiterhin kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass das Kompressionsvolumen von einem relativ zu der Wandung bewegbaren Kolben begrenzt ist, wobei die Abströmöffnung zeitweise von dem Kolben verschlossen ist.

[0027] Das Kompressionsvolumen ist eine mechanische Kompressionsvorrichtung, welche aufgrund einer Volumenänderung im Innern befindliches Isoliergas komprimiert und im Druck erhöht. Das Kompressionsvolumen weist dazu einen relativ zu einer Wandung bewegbaren Kolben auf. Nutzt man nunmehr den Hub des Kolbens relativ zur Wandung, ist es möglich, die Abströmöffnung weggesteuert zu verschließen. Damit ist es möglich, den Zeitpunkt des Verschließens der Abströmöffnung hinsichtlich des Zeitpunktes der Kontakttrennung bzw. der Freigabe des Speisekanals oder auf einen bestimmten Kontaktabstand hin etc. zu synchronisieren. Dazu kann eine Bewegung des Kolbens über eine entsprechende Getriebeanordnung mit der Relativbewegung der Kontaktstücke zueinander synchronisiert werden. Im einfachsten Falle ist eine kinematische Kette zwischen Kolben und einem der Kontaktstücke, welches relativ zu dem anderen bewegbar ist, gegeben. Eine Wegsteuerung hat weiterhin den Vorteil, dass die Abströmöffnung durch anderweitig nötige Baugruppen verdämmt werden. Damit sind zusätzliche Ventile oder ähnliches verhindert und eine robuste Konstruktion gegeben.

[0028] Vorteilhafterweise kann dabei vorgesehen sein, dass die Wandung eine kreiszylindrische Mantelfläche des Kompressionsvolumens ist.

[0029] Das Kompressionsvolumen kann beispielsweise eine Mantelfläche eines Kreiszylinders aufweisen. Im Innern dieser Mantelfläche ist ein entsprechend formkomplementärer Kolben bewegbar, welcher in Längsachse der Zylinderachse der kreiszylindrischen Mantelfläche verschiebbar ist. Ist die Abströmöffnung nunmehr in eine Mantelfläche eingebracht, so ist durch die Lage der Abströmöffnung in der Mantelfläche der Zeitpunkt des Verdämmens in Abhängigkeit der Relativlage des Kolbens einstellbar. So ist es beispielsweise auch möglich zeitlich aufeinander gestaffelt mehrere Abströmöffnungen zu verdämmen und so den Strömungswiderstand der Gesamtheit der Abströmöffnungen im Verlauf eines Schaltvorganges variabel zu gestalten. Damit ist es möglich, den Druckaufbau im Kompressionsvolumen verschiedenartig zu gestalten. So ist es möglich, die Wirksamkeit der Kompressionseinrichtung zum Beginn eines Kompressionshubes durch entsprechend querschnittsgroße Abströmöffnungen, z. B. durch eine Vielzahl von freigegebenen Abströmöffnungen zu reduzieren, wohingegen mit zunehmendem Verschließen der Abströmöffnung die Kompressionswirkung der Kompressionseinrichtung erhöht wird.

[0030] Weiterhin kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Wandung eine dem Kolben in Bewegungsrichtung gegenüberliegende Stirnseite des Kompressionsvolumens ist.

[0031] Eine stirnseitige Wandung zur Aufnahme der Abströmöffnung ermöglicht, die Abströmöffnung dauerhaft, unabhängig von der Lage des Kompressionskolbens der Kompressionseinrichtung in der Kompressionseinrichtung offen zu halten und damit stets einen Weg zur Verfügung zu stellen, um eine Entspannung des im Innern des Kompressionsvolumens komprimierten elektrisch isolierenden Gases zu ermöglichen. So ist es beispielsweise möglich, dass die Abströmöffnung selbst bei einem Erreichen der Endlage, d. h., der Lage, in welchem eine maximale Kompression zu erwarten wäre, eine Öffnung zur Abströmung von komprimiertem elektrisch isolierenden Gas aus dem Kompressionsvolumen zur Verfügung stellt.

[0032] Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch in einer Zeichnung gezeigt und nachfolgend näher beschrieben.

[0033] Dabei zeigt die

Figur 1 einen Schnitt durch einen Druckgas-Leistungsschalter in einer ersten Ausführungsvariante im Ausschnitt, die

Figur 2 einen Schnitt durch einen Druckgas-Leistungsschalter in einer zweiten Ausführungsvariante und die

Figur 3 einen Schnitt durch einen Druckgas-Leistungsschalter in einer dritten Ausführungsvariante im Ausschnitt.

[0034] Zunächst wird beispielhaft für die Figuren 1, 2 und 3 die Konstruktion und Wirkungsweise eines Druckgas-Leistungsschalters erläutert. Dabei werden in den Figuren 1, 2 und 3 für die jeweils gleichartigen Konstruktionsteile die gleichen Bezugszeichen verwendet und lediglich für voneinander abweichende Details alternative Bezugszeichen genutzt.

[0035] Allen drei Figuren ist gemein, dass eine Symmetrieachse 2 die Figuren in ein erstes und ein zweites Halbbild unterteilt. Die Figuren zeigen jeweils in einem ersten Halbbild den eingeschalteten Zustand eines Druckgas-Leistungsschalters sowie in einem zweiten Halbbild den ausgeschalteten Zustand eines Druckgas-Leistungsschalters.

[0036] Die Figur 1 zeigt einen Schnitt eines Druckgas-Leistungsschalters im Ausschnitt. Der Druckgas-Leistungsschalter weist ein Kapselungsgehäuse 1 auf. Das Kapselungsgehäuse 1 ist vorliegend im Wesentlichen rohrförmig ausgestaltet und koaxial zu einer Symmetrieachse 2 ausgerichtet. Vorliegend ist das Kapselungsgehäuse 1 als aus einem Isolierwerkstoff bestehend dargestellt. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass das Kapselungsgehäuse 1 elektrisch leitend ausgeführt ist. Im Innern des Kapselungsgehäuses 1 ist eine Unterbrechereinheit des Druckgas-Leistungsschalters angeordnet. Die Unterbrechereinheit ist im Wesentlichen koaxial zu der Symmetrieachse 2 ausgerichtet. Bei Verwendung eines elektrisch isolierenden Kapselungsgehäuses 1, wie in der Figur 1 dargestellt, stützt sich die Unterbrechereinheit unmittelbar an dem Kapselungsgehäuse ab, wobei elektrische Anschlusspunkte 3a, 3b fluiddicht durch das Kapselungsgehäuse 1 hindurchgeführt sind. Das Kapselungsgehäuse 1 schließt die Unterbrechereinheit vollständig ein und stellt eine gasdichte Barriere dar. Bei einer Ausführung des Kapselungsgehäuses 1 als elektrisch leitfähiges Kapselungsgehäuse ist die Unterbrechereinheit mittels einer Isolieranordnung gegenüber dem Kapselungsgehäuse 1 beabstandet und elektrisch isoliert gehalten. Die Anschlusspunkte 3a, 3b sind entsprechend elektrisch isoliert durch ein elektrisch leitfähiges Kapselungsgehäuse hindurchgeführt. Dazu können beispielsweise Freiluftdurchführungen eingesetzt werden. Die Anschlusspunkte 3a, 3b durchstoßen die Barriere des Kapselungsgehäuses jedoch unabhängig von dessen Konstruktion fluiddicht.

[0037] Eine Ausgestaltung eines Druckgas-Leistungsschalters mit einem elektrisch isolierenden Kapselungsgehäuse 1 wird als Live-Tank-Druckgas-Leistungsschalter bezeichnet. Eine Ausgestaltung eines Druckgas-Leistungsschalters mit einem elektrisch leitfähigen Kapselungsgehäuse wird als Dead-Tank-Druckgas-Leistungsschalter bezeichnet. Ein derartiges Kapselungsgehäuse kann beispielsweise aus einem metallischen Material bestehen, welches Erdpotential führt.

[0038] Das Innere des Kapselungsgehäuses 1 ist mit einem elektrisch isolierenden Gas befüllt. Das elektrisch isolierende Gas ist mit einem höherem Druck versehen, als das Medium, welches das Kapselungsgehäuse 1 umgibt. Das elektrisch isolierende Gas ist beispielsweise Schwefelhexafluorid, Stickstoff oder ein anderes geeignetes Gas. Das elektrisch isolierende Gas durchflutet das gesamte Innere des Kapselungsgehäuses 1. Das Kapselungsgehäuse 1 wirkt als gasdichte Barriere. Das im Innern des Kapselungsgehäuses 1 eingeschlossene isolierende Gas kann mehrere bar Überdruck aufweisen und durchflutet und durchströmt alle innerhalb des Kapselungsgehäuses 1 befindlichen Baugruppen. Als solches durchflutet es auch die Bauteile der Unterbrechereinheit.

[0039] Der Aufbau der im Innern des Kapselungsgehäuses 1 angeordneten Unterbrechereinheit ist unabhängig von der Art des Kapselungsgehäuses 1 im Wesentlichen als gleichartig anzunehmen. Vorliegend weist die Unterbrechereinheit ein erstes Kontaktstück 4 sowie ein zweites Kontaktstück 5 auf. Das erste Kontaktstück 4 sowie das zweite Kontaktstück 5 sind längs der Symmetrieachse 2 relativ zueinander bewegbar. Dabei ist das erste Kontaktstück 4 vorliegend ortsfest ausgeführt, während das zweite Kontaktstück 5 längs der Symmetrieachse 2 bezüglich des Kapselungsgehäuses 1 verschiebbar ist. Es kann jedoch auch vorgesehen sein,

dass in umgekehrter Weise das erste Kontaktstück 4 bewegbar und das zweite Kontaktstück 5 als feststehendes Kontaktstück oder beide Kontaktstücke 4, 5 bewegbar ausgeführt sind. Vorliegend ist das erste Kontaktstück 4 bolzenförmig ausgestaltet, wohingegen das zweite Kontaktstück 5 gegengleich buchsenartig ausgeformt ist. Das erste Kontaktstück 4 ist von einem ersten Nennstromkontaktstück 6 koaxial umgeben. Das erste Nennstromkontaktstück 6 sowie das erste Kontaktstück 4 sind miteinander elektrisch leitend verbunden, so dass das erste Kontaktstück 4 sowie das erste Nennstromkontaktstück 6 stets das gleiche elektrische Potential führen. Das zweite Kontaktstück 5 ist von einem zweiten Nennstromkontaktstück 7 umgeben. Auch das zweite Kontaktstück 5 ist mit dem zweiten Nennstromkontaktstück 7 elektrisch leitend verbunden, so dass das zweite Nennstromkontaktstück 7 und das zweite Kontaktstück 5 stets das gleiche elektrische Potential führen. Ebenso wie das erste Kontaktstück 4 ist das erste Nennstromkontaktstück 6 bezüglich des Kapselungsgehäuses 1 ortsfest gelagert. Das zweite Kontaktstück 5 sowie das zweite Nennstromkontaktstück 7 sind über ihre elektrisch leitende Verbindung winkelstarr miteinander verbunden, so dass eine Relativbewegung des zweiten Kontaktstückes 5 bezüglich des ersten Kontaktstückes 4 ebenfalls eine Relativbewegung des zweiten Nennstromkontaktstückes 7 bezüglich des ersten Nennstromkontaktstücks 6 zur Folge hat. Vorliegend ist das erste Nennstromkontaktstück 6 buchsenförmig ausgestaltet, so dass in die buchsenförmige Ausnehmung des ersten Nennstromkontaktstückes 6 das zweite Nennstromkontaktstück 7 einfahrbar und kontaktierbar ist. Es kann darüber hinaus auch vorgesehen sein, dass auch das erste Nennstromkontaktstück 6 relativ zum Kapselungsgehäuse 1 bewegbar ist und das zweite Nennstromkontaktstück 7 relativ zum Kapselungsgehäuse 1 ortsfest ausgeführt ist. Es kann auch vorgesehen sein, dass sowohl das erste Nennstromkontaktstück 6 als auch das zweite Nennstromkontaktstück 7 relativ zum Kapselungsgehäuse bewegbar sind. Eine Auswahl der Bewegbarkeit bzw. Ortsveränderlichkeit der beiden Kontaktstücke 4, 5 bzw. der beiden Nennstromkontaktstücke 6, 7 kann bedarfsweise erfolgen. Durch eine Bewegung jeweils beider Kontaktstücke 4, 5 oder beider Nennstromkontaktstücke 6, 7, die jeweils mit entgegengesetztem Richtungssinn erfolgen sollte, kann die Kontakttrenngeschwindigkeit bei einem Ausschaltvorgang bzw. die Kontaktierungsgeschwindigkeit bei einem Einschaltvorgang erhöht werden.

[0040] Am ersten Nennstromkontaktstück 6, welches ortsfest relativ zum Kapselungsgehäuse 1 gelagert ist, ist der erste Anschlusspunkt 3a elektrisch leitend kontaktiert. Das erste Nennstromkontaktstück 6 ist mit einer kreiszylinderartigen Außenmantelfläche versehen und ragt in eine Führungshülse 8 hinein. Die Führungshülse 8 ist ortsfest zum Kapselungsgehäuse 1 gelagert. Das zweite Nennstromkontaktstück 7 ist längs der Symmetrieachse 2 in der Führungshülse 8 verschiebbar. Zwischen dem zweiten Nennstromkontaktstück 7 und der Führungshülse 8 ist eine in der Figur nicht näher dargestellte elektrische Gleitkontaktanordnung innerhalb eines Fügespaltes angeordnet, so dass eine elektrisch leitende Kontaktierung der Führungshülse 8 mit dem zweiten Nennstromkontaktstück 7 und im Folgenden auch mit dem zweiten Kontaktstück 5 gegeben ist. Der zweite Anschlusspunkt 3b ist elektrisch leitend mit der Führungshülse 8 verbunden. Somit ist ausgehend von dem ersten Anschlusspunkt 3a über das erste Nennstromkontaktstück 6, respektive das erste Kontaktstück 4 sowie das zweite Nennstromkontaktstück 7, respektive das zweite Kontaktstück 5 und die Führungshülse 8 zu dem zweiten Anschlusspunkt 3b ein Strompfad gegeben, welcher mittels des Druckgas-Leistungsschalters auftrennbar bzw. herstellbar ist.

[0041] Die beiden Nennstromkontaktstücke 6, 7 dienen dabei als Nennstrompfad, welcher möglichst niederimpedant ausgeführt ist, so dass der Kontaktwiderstand innerhalb der Unterbrechereinheit des Druckgas-Leistungsschalters möglichst gering ist. Die beiden Kontaktstücke 4, 5 wirken als Lichtbogenkontaktstücke. Bei einem Ausschaltvorgang werden zunächst die Nennstromkontaktstücke 6, 7 getrennt. Ein Stromfluss kommutiert auf die noch geschlossenen Kontaktstücke 4, 5. Nach einem Trennen der Kontaktstücke 4, 5 kann es zu einem Zünden eines Lichtbogens kommen. Der Lichtbogen wird an den Kontaktstücken 4, 5 geführt. Daher sind die beiden Kontaktstücke 4, 5 für eine hohe Abbrandfestigkeit ausgelegt und ausgestaltet.

[0042] Das zweite Kontaktstück 5 mit seiner buchsenförmigen Gestalt ist an seinem dem ersten Kontaktstück 4 zugewandten Ende mit einer Vielzahl von elastisch verformbaren Kontaktfingern versehen. Die Kontaktfinger sitzen an einem Antriebsrohr 9 stirnseitig auf. Das Antriebsrohr 9 ist koaxial zur Symmetrieachse 2 ausgerichtet und längs der Symmetrieachse 2 verschiebbar. An dem zweiten Nennstromkontaktstück 7 ist eine Isolierstoffdüse 10 angeordnet. Die Isolierstoffdüse 10 ist rotationssymmetrisch ausgeformt und koaxial zur Symmetrieachse 2 ausgerichtet. Die Isolierstoffdüse 10 ist winkelstarr mit dem zweiten Nennstromkontaktstück 7 verbunden und entsprechend bei einer Bewegung des zweiten Nennstromkontaktstückes 7 mitbewegbar. Die Isolierstoffdüse 10 umgibt die Kontaktfinger des zweiten Kontaktstückes 5 und überragt diese in Richtung des ersten Kontaktstückes 4. Die Isolierstoffdüse 10 weist eine Düsenengstelle 11 auf, welche sich stirnseitig vor einer Buchsenöffnung des zweiten Kontaktstückes 5 erstreckt. Die Düsenengstelle 11 ist im Wesentlichen eine zylindrische Ausnehmung, welche koaxial zur Symmetrieachse 2 verläuft. Der Querschnitt der Düsenengstelle 11 korrespondiert dabei zum Querschnitt des ersten Kontaktstückes 4, wobei der Querschnitt der Düsenengstelle 11 geringfügig größer als der Querschnitt des ersten Kontaktstückes 4 ist. Das von dem zweiten Nennstromkontaktstück 7 fortragende Ende der Isolierstoffdüse 10 stützt sich winkelstarr an einer mit dem ersten Nenn-

stromkontaktstück 6 verbundenen Stützhülse 12 ab. Die Isolierstoffdüse 10 gleitet innerhalb der Stützhülse 12 während des Vollziehens einer Schaltbewegung. Zwischen den beiden Kontaktstücken 4, 5 erstreckt sich eine Lichtbogenzone, innerhalb welcher ein Lichtbogen bevorzugt geführt werden sollte. Ein Lichtbogen kann sowohl bei einem Einschalt- als auch bei einem Ausschaltvorgang auftreten, wobei der Lichtbogen vorzugsweise mit seinen Fußpunkten an den beiden Kontaktstücken 4, 5 brennen sollte. Um ein rechtzeitiges Kommutieren auf die Kontaktstücke 4, 5 zu gewährleisten, ist bei einem Einschaltvorgang ein voreilendes Kontaktieren der beiden Kontaktstücke 4, 5 vor einem Kontaktieren der beiden Nennstromkontaktstücke 6, 7 vorgesehen. Bei einem Ausschaltvorgang ist ein Trennen der beiden Nennstromkontaktstücke 6, 7 vor einem Trennen der Kontaktstücke 4, 5 vorgesehen, d. h., die Kontaktstücke 4, 5 sind gegenüber den Nennstromkontaktstücken 6, 7 als nacheilend ausgestaltet. Die Lichtbogenzone erstreckt sich zwischen den beiden Kontaktstücken 4, 5 bzw. um die beiden Kontaktstücke 4, 5 herum. Vorliegend ist die Lichtbogenzone auch innerhalb der Düsenengstelle 11 der Isolierstoffdüse 10 zu finden. Die Lichtbogenzone ist über einen Speisekanal 13 mit einem Heißgasspeichervolumen 14 verbunden. Vorliegend erstreckt sich der Speisekanal 13 durch die Isolierstoffdüse 10. Es kann vorgesehen sein, dass der Speisekanal 13 nach Art eines Ringkanals die Isolierstoffdüse 10 durchsetzt und die Isolierstoffdüse 10 so in einen innenliegenden und einen außenliegenden Abschnitt unterteilt. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass ein oder mehrere Kanäle eine Wandung der Isolierstoffdüse 10 durchsetzen und in der Düsenengstelle 11 münden. Das Heißgasspeichervolumen 14 erstreckt sich koaxial zu der Symmetrieachse 2 und weist vorliegenden einen im Wesentlichen ringzylindrischen Charakter auf. Das Heißgasspeichervolumen 14 erstreckt sich koaxial zu der Symmetrieachse 2 und liegt am Umfang des zweiten Kontaktstückes 5 und ist durch das zweite Nennstromkontaktstück 7 begrenzt. Somit ist das Heißgasspeichervolumen 14 nach Art eines Ringes geformt, welcher von dem Antriebsrohr 9 durchsetzt ist und seinerseits in radialer Richtung von dem zweiten Nennstromkontaktstück 7 begrenzt ist. An einer Stirnseite, in welcher der Speisekanal 13 in dem Heißgasspeichervolumen 14 mündet, wird das Heißgasspeichervolumen 14 auch von der Isolierstoffdüse 10 begrenzt. Am dazu entgegengesetzten Ende ist die dortige Stirnseite als Trennwand 15 ausgestaltet. In der Trennwand 15 ist ein Überströmkanal 16 angeordnet. Vorliegend ist der Überströmkanal 16 durch mehrere in der Trennwand 15 liegende Bohrungen realisiert, wobei die Bohrungen parallel zur Symmetrieachse 2 verlaufen. Vorliegend ist der Überströmkanal 16 mittels eines differenzdruckgesteuerten Ventils, insbesondere eines Einwegeventils 17, verschließbar.

[0043] Die Trennwand 15 ist als Kolben ausgestaltet, welcher innerhalb der Führungshülse 8 längs der Symmetrieachse 2 verschiebbar ist. Der Kolben begrenzt ein volumenveränderliches Kompressionsvolumen 18. Der Kolben nimmt das Heißgasspeichervolumen 14 in seinem Inneren auf. Das Kompressionsvolumen 18 erstreckt sich ausgehend von der Lichtbogenzone in Richtung der Symmetrieachse 2 hinter dem Heißgasspeichervolumen 14. Das Kompressionsvolumen 18 weist ähnlich wie das Heißgasspeichervolumen 14 eine hohlzylindrische Formgebung auf, wobei eine mantelseitige Begrenzung des Kompressionsvolumens 18 durch die Führungshülse 8 gegeben ist. Eine innenmantelseitige Begrenzung des Kompressionsvolumens 18 ist durch das Antriebsrohr 9 gegeben. Die Trennwand 15 sowie das Antriebsrohr 9 sind winkelstarr miteinander verbunden. Die Trennwand 15 bildet eine bewegbare stirnseitige Begrenzung des Kompressionsvolumens 18. Weiterhin weist das Kompressionsvolumen 18 eine ortsfeste Stirnwand 19 auf. Die ortsfeste Stirnwand 19 ist winkelstarr mit der Führungshülse 8 verbunden. Die ortfeste Stirnwand 19 ist von dem Antriebsrohr 9 durchsetzt und das Antriebsrohr 9 ist relativ zur ortsfesten Stirnwand 19 bewegbar. In der Mantelfläche des Kompressionsvolumens 18, d. h., in einer Wandung der Führungshülse 8 sind mehrere Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d angeordnet. Die Positionen der Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d können in der Wandung der Führungshülse 8 bedarfsweise gewählt werden. Darüber hinaus ist auch die Anzahl der Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d variabel. Der Strömungswiderstand der Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d ist jedoch in Summe größer als der Strömungswiderstand des von dem Ventil 17 unverschlossenen Überströmkanals 16. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist die Lage der Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d derart gewählt, dass die Ersten der Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d im Verlauf eines Ausschaltvorganges dann verdämmt werden, wenn das erste Kontaktstück 4 die Düsenengstelle 11 gerade freigegeben hat.

[0044] Aufgrund der axial hintereinander liegenden Abfolge mehrerer Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d erfolgt eine stufenartige Reduzierung des durch die mehreren Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d zur Verfügung gestellten Querschnittes. Damit erfolgt eine stufenartige Erhöhung des Gesamtströmungswiderstandes der Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d.

[0045] Die Lage der Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d ist dabei derart gewählt, dass bei einer Relativbewegung des zweiten Nennstromkontaktstückes 7 innerhalb der Führungshülse 8 das Nennstromkontaktstück 7 bzw. der Kolben/die Trennwand 15 sich vor die Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d schiebt.

[0046] Im Folgenden soll beispielartig die Funktionsweise des in der Figur 1 gezeigten Druckgas-Leistungsschalters beschrieben werden. Zunächst wird ein Einschaltvorgang beschrieben, wobei von dem Halbbild der Figur 1 auszugehen ist, in welchem die beiden Kontaktstücke 4, 5 sowie die beiden Nennstromkontaktstücke 6, 7 voneinander getrennt sind. Im Zuge eines Einschaltvorganges werden die Kontaktstücke 4, 5 sowie die

Nennstromkontaktstücke 6, 7 miteinander in galvanischen Kontakt gebracht.

[0047] Über eine Antriebseinrichtung wird das Antriebsrohr 9 längs der Symmetrieachse 2 derart bewegt, dass das daran gekoppelte zweite Kontaktstück 5 sowie das zweite Nennstromkontaktstück 7 in Richtung des korrespondieren ersten Kontaktstückes 4 bzw. des korrespondierenden ersten Nennstromkontaktstückes 6 bewegt wird. Auf diesem Weg taucht das erste Kontaktstück 4 in die Düsenengstelle 11 der Isolierstoffdüse 10 ein. Bei einer ausreichenden Annäherung der räumlich voreilenden Kontaktstücke 4, 5 kann es zum Entstehen eines so genannten Vorüberschlages kommen. Mit einer galvanischen Kontaktierung der beiden Kontaktstücke 4, 5 erlischt der Vorüberschlag.

[0048] Bei einem Ausschaltvorgang wird eine Antriebsbewegung auf das Antriebsrohr 9 aufgebracht, wodurch dieses mit entgegengesetztem Richtungssinn als bei einem Einschaltvorgang längs der Symmetrieachse 2 bewegt wird. Nunmehr erfolgt zunächst eine Trennung der beiden Nennstromkontaktstücke 6, 7. Die beiden Kontaktstücke 4, 5 verbleiben zu diesem Zeitpunkt noch in einem galvanischen Kontakt. Ein zwischen den beiden Anschlusspunkten 3a, 3b fließender elektrischer Strom kommutiert von der zwischen den Nennstromkontaktstücken 6, 7 gebildeten Strombahn auf die zwischen den Kontaktstücken 4, 5 gebildete Strombahn. Die Relativbewegung zwischen den beiden Kontaktstücken 4, 5 schreitet voran. Zu einem bestimmten Zeitpunkt erfolgt eine galvanische Trennung der beiden Kontaktstücke 4, 5. Aufgrund der zwischen den beiden Anschlusspunkten 3a, 3b herrschenden Potentialdifferenz wird über den Strompfad und die Kontaktstücke 4, 5 ein elektrischer Strom getrieben. Bei einem entsprechenden Schwingen des Stromes, beispielsweise aufgrund einer treibenden Wechselspannung, kann es zu einem natürlichen Erlöschen des Stromes kommen, d. h., es tritt kein Ausschaltlichtbogen auf. In einem entsprechend ungünstigeren Zeitpunkt tritt ein Ausschaltlichtbogen auf, welcher zwischen den beiden Kontaktstücken 4, 5 brennt. Aufgrund der axialen Ausdehnung der Düsenengstelle 11 in Richtung der Symmetrieachse 2 wird auch nach einem Trennen der beiden Kontaktstücke 4, 5 die Düsenengstelle 11 weiterhin von dem ersten Kontaktstück 4 verdämmt. Ein zwischen den Kontaktstücken 4, 5 brennender Lichtbogen trägt in die Lichtbogenzone thermische Energie ein und erhitzt dort befindliches elektrisch isolierendes Gas und erhitzt dieses zu Schaltgas bzw. Heißgas. Weiterhin kann es zum Abbrand von Isoliermaterial oder Leitermaterial kommen, so dass sich in der Lichtbogenzone auch eine Plasmawolke aufbaut. Ein Überdruck in der Lichtbogenzone kann beispielsweise durch das Antriebsrohr 9 in Richtung der Symmetrieachse 2 mittels einer Heißgasströmung reduziert werden.

[0049] In Nähe des Lichtbogens mündet in der Düsenengstelle 11 aus radialer Richtung der Speisekanal 13, so dass Heißgas auch über den Speisekanal 13 aus der Lichtbogenzone ausgeleitet wird. Der Speisekanal 13 mündet in dem Heißgasspeichervolumen 14, welches ein konstantes Volumen aufweist. Mit zunehmender Dauer des Brennens des Ausschaltlichtbogens in der Lichtbogenzone wird zunehmend mehr Heißgas in das Heißgasspeichervolumen 14 hineingepresst, so dass innerhalb des Heißgasspeichervolumens 14 eine Erhöhung des dortigen Druckes erfolgt, da über den Speisekanal 13 dauerhaft heißes Schaltgas nachdrängt.

[0050] Während einer Ausschaltbewegung wird durch eine Bewegung der bewegbaren Trennwand 15, welche als bewegbarer Kolben das Volumen des Kompressionsvolumens 18 verkleinert, eine mechanische Verdichtung von innerhalb des Kompressionsvolumens 18 vorgehaltenen kalten Isoliergases bewirkt. Aufgrund der Volumenreduzierung des Kompressionsvolumens 18 wird dort befindliches kaltes Isoliergas in seinem Druck erhöht. Während des Kompressionsvorganges kann eine Menge von Isoliergas über die Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d aus dem Kompressionsvolumen 18 verpuffen. Durch eine Wahl des zur Verfügung stehenden Querschnittes für die Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d kann diese Menge jedoch begrenzt werden. Mit einem weiteren Voranschreiten wird die Verdämmung der Düsenengstelle 11 durch das erste Kontaktstück 4 aufgehoben. Der Lichtbogen kann weiterhin zwischen den beiden Kontaktstücken 4, 5 brennen. Mit der Aufhebung der Verdämmung der Düsenengstelle 11 kann das innerhalb des Heißgasspeichervolumens 14 zwischengespeicherte und in seinem Druck erhöhte Heißgas in umgekehrter Richtung durch den Speisekanal 13 in die Lichtbogenzone zurückströmen und aufgrund der erhöhten Strömung den Lichtbogen beblasen und die Lichtbogenzone von der dort befindlichen Plasmawolke beräumen. Mit einer Reduzierung des Druckes in dem Heißgasspeichervolumen 14 kann im Kompressionsvolumen 18 mechanisch komprimiertes Isoliergas über den Überströmkanal 16 in das Heißgasspeichervolumen 14 übertreten und von dort über den Speisekanal 13 zur Beblasung des Lichtbogens genutzt werden. Das kalte Isoliergas wirkt nach einer ersten Räumung der Lichtbogenzone durch das zwischengespeicherte Heißgas zusätzlich kühlend und ist deshalb besonders geeignet, um den heißen Lichtbogen zu kühlen, zu beblasen und schlussendlich zum Erlöschen zu bringen.

[0051] Aufgrund der Position der Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d werden die Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d nach einem Aufheben der Verdämmung der Düsenengstelle 11 durch das erste Kontaktstück 4 schrittweise von dem zweiten Nennstromkontaktstück 7 überdeckt, so dass zum Ende der Ausschaltbewegung eine zusätzliche Erhöhung des Druckes innerhalb des Kompressionsvolumens 18 erfolgen kann, da ein Verpuffen des komprimierten Isoliergases über die Abströmöffnungen 20a, 20b, 20c, 20d nur noch in einem verringerten Maße möglich ist. Über den Überströmkanal 16 kann das in seinem Druck erhöhte elektrisch isolierende Gas sich in das Heißgasspeichervolumen 14 hinein entspannen.

[0052] Die Figuren 2 und 3 zeigen nunmehr alternative Ausgestaltungen der Lagen von Abströmöffnungen. Die Funktion und Konstruktion der in den Figuren 2, 3 gezeigten Druckgas-Leistungsschalter entsprechen dem in der Figur 1 gezeigten Druckgas-Leistungsschalter. In der Figur 2 ist eine alternative Positionierung von Abströmöffnungen 20e, 20f vorgesehen. Die Abströmöffnungen 20e, 20f sind wiederum mantelseitig in das Kompressionsvolumen 18 eingebracht, wobei die Lage jedoch derart gewählt ist, dass selbst im Ausschaltzustand keinerlei Verdämmung der Abströmöffnungen 20e, 20f erfolgt, d. h., die Abströmöffnungen 20e, 20f gemäß der Konstruktion nach Figur 2 sind dauerhaft frei von jeglicher Überdeckung und somit dauerhaft geöffnet. In diesem Falle ist es besonders wichtig, die Strömungswiderstände des Überströmkanals 16 sowie die Strömungswiderstände der Abströmöffnungen 20e, 20f derart aufeinander abzustimmen, dass der Strömungswiderstand der Überströmkanäle 16 geringer (maximal gleich dem Strömungswiderstand der Abströmöffnungen 20e, 20f) ist, als der Strömungswiderstand der Abströmöffnung 20e, 20f.

[0053] Die Figur 3 zeigt eine alternative Lage von Abströmöffnungen 20g, 20h, welche nunmehr in der ortsfesten Stirnwand 19 des Kompressionsvolumens 18 angeordnet sind. Auch die Abströmöffnungen 20g, 20h bei der Konstruktion gemäß Figur 3 sind dauerhaft von jeglicher Überdeckung, Ventilbaugruppe o. ä. freigehalten, so dass diese ihrer Wirkung nach den in der Figur 2 gezeigten Abströmöffnungen 20e, 20f entsprechen. Die in der Figur 3 gezeigten Abströmöffnungen 20g, 20h bewirken jedoch ein Übertreten bzw. Verpuffen von komprimierten Isoliergas aus dem Kompressionsvolumen 18 in das Innere der Unterbrechereinheit hinein. Die Überströmöffnungen 20h, 20g stellen einen Weg aus dem Kompressionsvolumen 18 in einen von der Führungshülse 8 umschlossenen Bereich dar. Über entsprechende Ausnehmungen 21 in der Führungshülse 8 kann das durch die Abströmöffnungen 20g, 20h austretende elektrisch isolierende Gas auch aus der Unterbrechereinheit austreten. Durch eine Anordnung der Abströmöffnungen 20g, 20h an der ortsfesten Stirnwand 19 kann innerhalb der Unterbrechereinheit eine Rückstauwelle entstehen, welche ein Austreten von komprimiertem Isoliergas aus dem Kompressionsvolumen 18 verzögern kann.

Patentansprüche

1. Druckgas-Leistungsschalter mit einer zwischen einem ersten Kontaktstück (4)und einem zweiten Kontaktstück (5)angeordneten Lichtbogenzone, welche über einen Speisekanal (13) mit einem Heißgasspeichervolumen (14) verbunden ist und das Heißgasspeichervolumen (14) seinerseits mit einem volumenveränderlichen Kompressionsvolumen (18) über einen Überströmkanal (16) verbunden ist, sowie mit einer zumindest eine Abströmöffnung (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) aufweisenden, das Kompressionsvolumen(18) begrenzenden Wandung, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abströmöffnung (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) zumindest im kontaktierten Zustand der Kontaktstücke (4, 5) dauerhaft geöffnet ist.

2. Druckgas-Leistungsschalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abströmöffnung (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) dauerhaft geöffnet ist.

3. Druckgas-Leistungsschalter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Verlauf des Überströmkanals (16) ein differenzdruckgesteuertes Ventil (17) angeordnet ist.

4. Druckgas-Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungswiderstand des durchlässigen Überströmkanals (16) kleiner oder gleich ist als der Strömungswiderstand der geöffneten Abströmöffnung (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h).

5. Druckgas-Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 1, 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Kompressionsvolumen (18) von einem relativ zu der Wandung bewegbaren Kolben (15) begrenzt ist, wobei die Abströmöffnung (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) zeitweise von dem Kolben verschlossen ist.

6. Druckgas-Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung eine kreiszylindrische Mantelfläche (8) des Kompressionsvolumens (18) ist.

7. Druckgas-Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung eine dem Kolben in Bewegungsrichtung gegenüberliegende Stirnseite (19) des Kompressionsvolumens (18) ist.

Claims

1. Gas-blast circuit-breaker with an arc zone arranged between a first contact (4) and a second contact (5) and connected to a hot gas reservoir volume (14) via a feed channel (13), wherein the hot gas reservoir volume (14) is connected to a variable compression volume (18) by means of an overflow channel (16), and with a wall incorporating at least one outflow opening (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) which delimits the compression volume (18), **char-**

acterized in that the outflow opening (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) is permanently open, at least in the contacting state of the contacts (4, 5).

2. Gas-blast circuit-breaker according to Claim 1, **characterized in that** the outflow opening (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) is permanently open.

3. Gas-blast circuit-breaker according to Claim 1 or Claim 2, **characterized in that** a differential pressure-controlled valve (17) is arranged in the course of the overflow channel (16).

4. Gas-blast circuit-breaker according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the flow resistance of the permeable overflow channel (16) is equal to or lower than the flow resistance of the open outflow opening (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h).

5. Gas-blast circuit-breaker according to one of Claims 1, 3 or 4, **characterized in that** the compression volume (18) is enclosed by a piston (15) which is moveable in relation to the wall, such that the outflow opening (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) is intermittently closed by the piston.

6. Gas-blast circuit-breaker according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the wall is configured as a regular cylindrical shell surface (8) of the compression volume (18).

7. Gas-blast circuit-breaker according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the wall is configured as an end face (19) of the compression volume (18), arranged opposite the piston in the direction of motion thereof.

Revendications

1. Disjoncteur à gaz comprimé, ayant une zone d'arc électrique, qui est disposée entre une première pièce (4) de contact et une deuxième pièce (5) de contact et qui communique par un canal (13) d'alimentation avec un volume (14) formant réservoir de gaz chaud et le volume (14) formant réservoir de gaz chaud communique par un canal (16) de trop-plein avec un volume (18) de compression, dont le volume peut se modifier, ainsi qu'ayant au moins une paroi ayant une ouverture (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) de sortie et délimitant le volume (18) de compression,
caractérisé en ce que
l'ouverture (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) de sortie est ouverte de manière durable, au moins lorsque les pièces (4, 5) de contact sont à l'état en contact.

2. Disjoncteur à gaz comprimé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que**
l'ouverture (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) de sortie est ouverte de manière durable.

3. Disjoncteur à gaz comprimé suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**
une vanne (17) commandée par une différence de pression est montée dans le trajet du canal (16) de trop-plein.

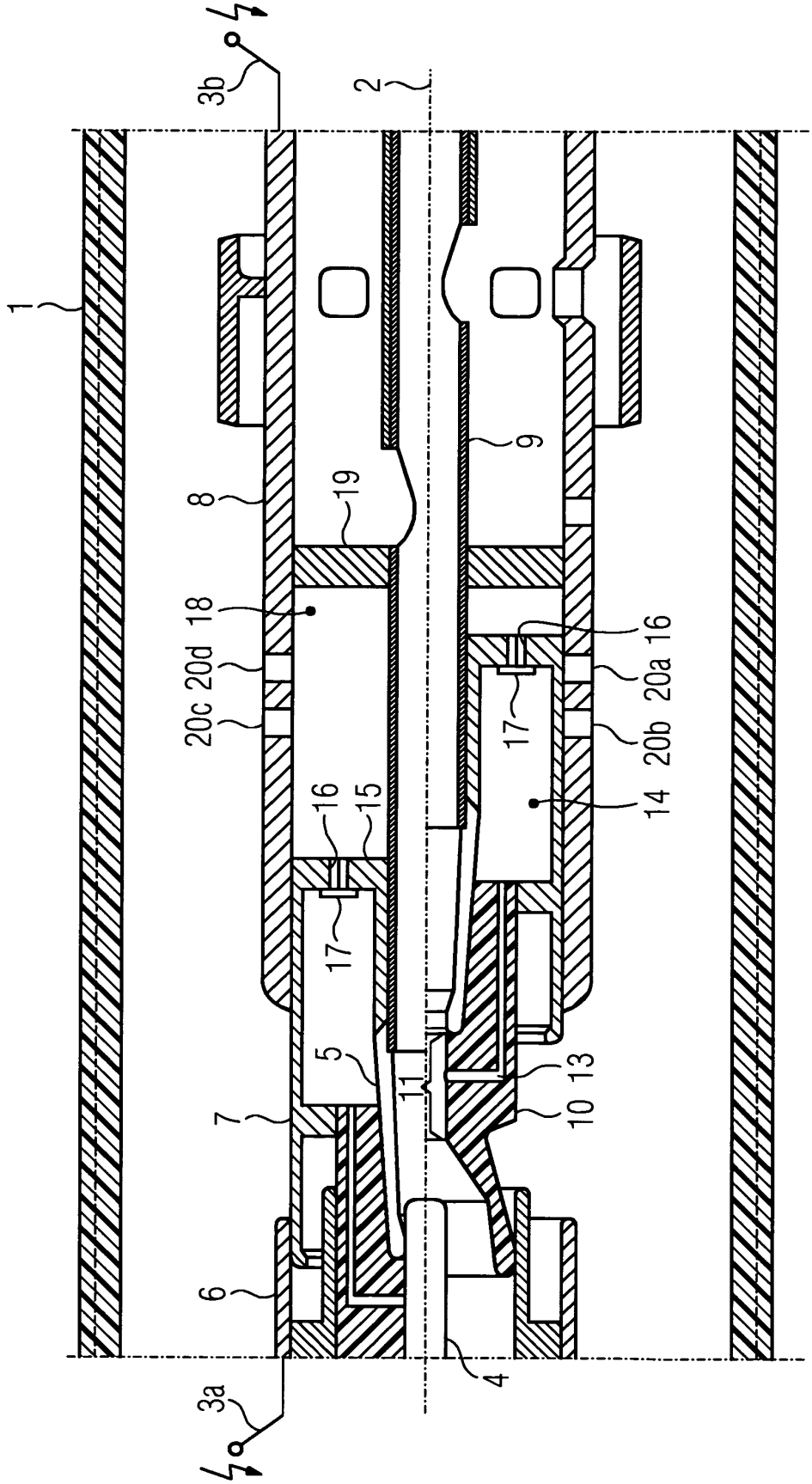
4. Disjoncteur à gaz comprimé suivant l'une des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que
la résistance à l'écoulement du canal (16) de trop-plein perméable est inférieure ou égale à la résistance à l'écoulement de l'ouverture (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) de sortie ouverte.

5. Disjoncteur à gaz comprimé suivant l'une des revendications 1, 3 ou 4,
caractérisé en ce que
le volume (18) de compression est délimité par un piston (15) mobile par rapport à la paroi, l'ouverture (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h) de sortie étant fermée de temps à autre par le piston.

6. Disjoncteur à gaz comprimé suivant l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que
la paroi est une surface (8) latérale cylindrique de section droite circulaire du volume (18) de compression.

7. Disjoncteur à gaz comprimé suivant l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que
la paroi est un côté (19) frontal du volume (18) de compression faisant face au piston dans la direction de déplacement.

FIG 1



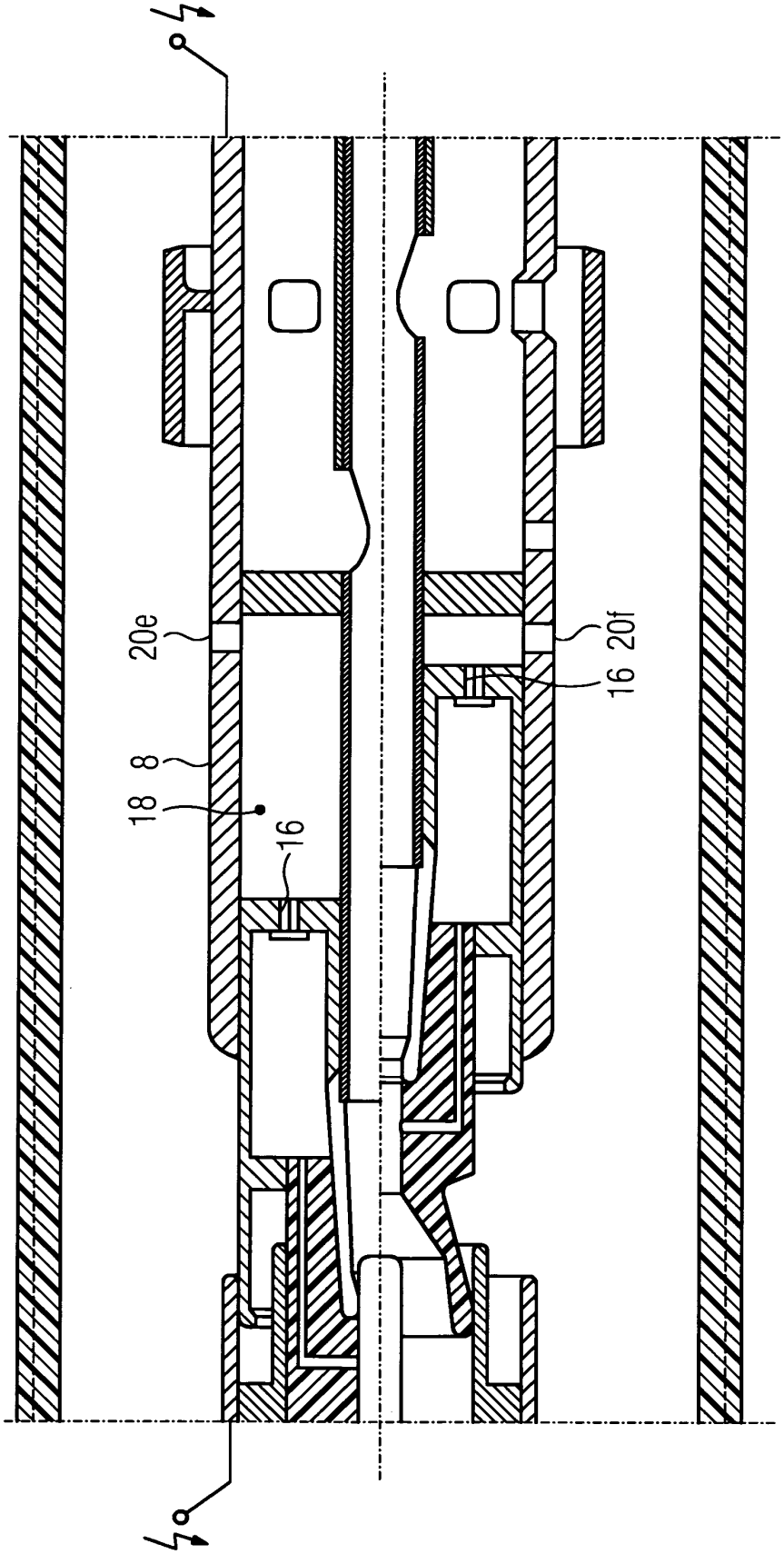


FIG 2

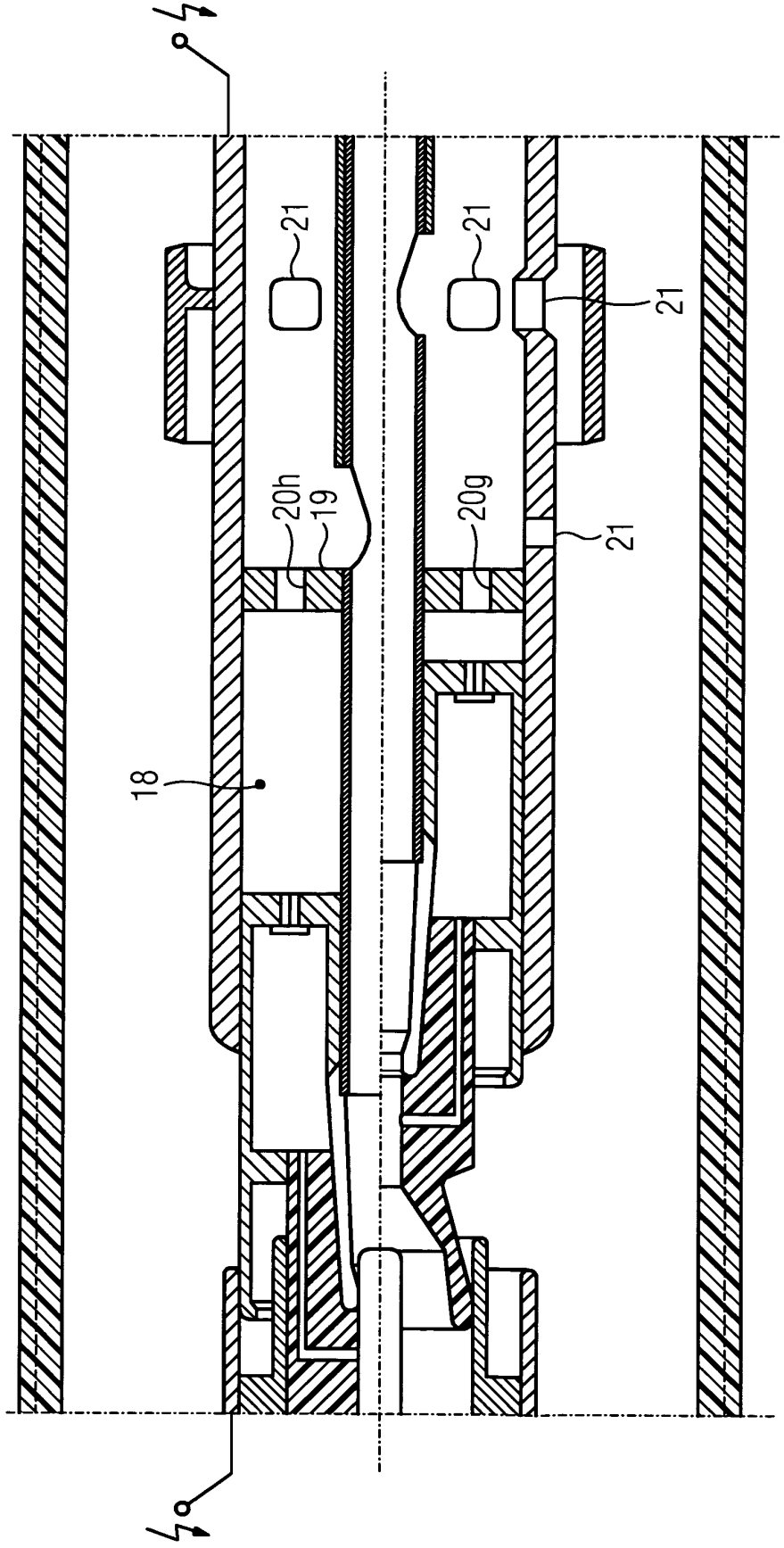


FIG 3

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 20015563 U1 **[0002]**