



(11)

EP 1 780 741 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
06.03.2013 Patentblatt 2013/10

(51) Int Cl.:
H01H 33/98 (2006.01) **H01H 33/74 (2006.01)**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
31.12.2008 Patentblatt 2009/01

(21) Anmeldenummer: **05405616.3**

(22) Anmelddatum: **01.11.2005**

(54) Schaltkammer eines Hochspannungsschalters mit einem Heizvolumen zur Aufnahme von Druckgas

Chambre d'interruption d'un interrupteur très haute tension avec un volume de chauffage pour l'admission de gaz sous pression

Switching chamber of a high voltage switch with a heating volume for admission of pressure gas

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.05.2007 Patentblatt 2007/18

(73) Patentinhaber: **ABB Technology Ltd
8050 Zürich (CH)**

(72) Erfinder:

- **Kriegel, Martin
5424 Unterehrendingen (CH)**
- **Ye, Xiangyang
5444 Künten (CH)**
- **Seeger, Martin
8046 Zürich (CH)**
- **Dahlquist, Andreas
8050 Zürich (CH)**
- **Lundborg, Mattias
77134 Ludvika (SE)**

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys
C/o ABB Schweiz AG
Intellectual Property CH-IP
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 1 372 172	EP-B1- 0 163 943
DE-A1- 19 629 475	DE-A1- 19 902 835
DE-A1- 19 910 166	DE-C1- 19 705 095

- **D. YOSHIDA, H. ITO, H. KOHYAMA, T. SAWADA, K. KAMEI, M. HIDAKA: 'Evaluation of current Interrupting capability of SF6 gas blast circuit breakers' PROCEEDINGS OF THE XIV INTERNATIONAL CONFERENCE ON GAS DISCHARGE AND THEIR APPLICATIONS 02 September 2002 - 06 September 2002, LIVERPOOL,**
- **G. GAUDART, P. CHÉVRIER, V. GIRLANDO, A. LUBELLO: 'New Circuit Breaker 245 KW 50 Hz and 60 Hz with a very low operating energy' 2ND EUROPEAN CONFERENCE ON HV & MV SUBSTATION EQUIPMENT 20 November 2003 - 21 November 2003, LYON, FRANCE,**

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Schaltkammer eines Hochspannungsschalters mit einem Heizvolumen nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Die Erfindung betrifft auch einen Schalter mit einer solchen Schaltkammer.

[0002] Bei der Schaltkammer der eingangs genannten Art begrenzen bei einem Schaltvorgang zwei längs einer Achse relativ zueinander bewegliche Schaltstücke eine Lichtbogenzone in axialer Richtung. Durch einen Schaltlichtbogen gebildetes heisses Druckgas wird von der Lichtbogenzone über einen Heizkanal in ein die Schaltstücke koaxial umfassenden Heizvolumen geführt. Im Heizvolumen wird das zugeführte heisse Druckgas mit bereits vorhandenem kalten Gas gemischt und bei Annäherung des abzuschaltenden Stroms an einen Nulldurchgang als Löschgas zur Beblasung des Schaltlichtbogens in die Lichtbogenzone geführt.

[0003] Die Ausschaltleistung dieser Schaltkammer resp. eines mit dieser Schaltkammer ausgerüsteten Hochspannungsschalters hängt vom Druck und der Temperatur des Löschgases ab. Druck und Temperatur werden durch die Form und den Rauminhalt des Heizvolumens bestimmt. Während der Rauminhalt nur den Druckaufbau beeinflusst, werden durch die Form des Heizvolumens die Gasdurchmischung und damit auch die Löschtemperatur wesentlich beeinflusst.

STAND DER TECHNIK

[0004] Eine Schaltkammer der eingangs genannten Art ist beschrieben in EP 1 372 172 A1. Diese Schaltkammer weist zwei längs einer Achse relativ zueinander bewegliche Schaltstücke auf, die bei einem Schaltvorgang eine Schaltstrecke axial begrenzen. Die Schaltstrecke ist über einen Kanal 7, 15 mit einem die Schaltstücke koaxial umfassenden Gasspeicherraum 9 verbunden. Im Gasspeicherraum 9 ist eine axial ausgerichtete Zwischenwand 10 vorhanden, die zwei koaxial angeordnete Teilräume 13, 14 des Gasspeicherraums 9 voneinander trennt. Ein an den Kanal 7, 15 anschließender und als Verlängerung dieses Kanals wirkender Teilraum 13 dient als Einströmteilraum, wohingegen ein den Teilraum 13 umgebender Teilraum 14 als Ausströmteilraum dient. Die Zwischenwand 10 endet oberhalb eines Bodens 25 des Gasspeicherraums 9 mit einer umlaufenden, spaltförmigen Öffnung 12, welche die beiden Teile 13, 14 miteinander verbindet. Die Zwischenwand 10 wirkt daher wie ein in den Gasspeicherraum 9 ragendes Rohr, das mit seinem freien Ende zwei in axialer Richtung aufeinanderfolgende Teilvolumina des Gasspeicherraums 9 begrenzt, von denen ein erstes axial von der Wand 25 und dem freien Ende des Rohrs begrenzt ist und das zweite vom Ausströmteilraum 14 gebildet ist.

[0005] Bei dieser Schaltkammer wird das in der Hochstromphase eines abzuschaltenden Stroms von einem Schaltlichtbogen erhitzte Gas aus der Schaltstrecke über den Kanal 7, 15, den Einströmteilraum 13 und die Öffnung 12 sowie in der Zwischenwand 10 vorgesehene weitere Öffnungen 9, 11 in den Ausströmteilraum 14 geführt. Beim Annäherung an einen Nulldurchgang des abzuschaltenden Stroms wird dann durch Mischen mit im Gasspeicherraum 9 bereits vorhandenem kühlem Löschgas und durch Wärmeabgabe an die Zwischenwand kühles Löschgas erzeugt, welches über die Öffnungen 9, 11 und 12 und den Kanal 7, 15 in die Schaltstrecke flutet und dort den Schaltlichtbogen bebläst.

[0006] Eine Schaltkammer mit einem Heizvolumen, in das ein axial ausgerichteter Heizkanal mündet, kann DE 196 29 475 A1 entnommen werden. Bei dieser Schaltkammer ist der Heizkanal an der Einmündung ins Heizvolumen als Ringspalt ausgebildet und ist der Ringspalt in einer radial ausgerichteten Querwand des Heizvolumens angeordnet. Die Außenseite des Ringspalts wird von einer als Ring ausgebildeten Kante gebildet.

[0007] Eine weitere Schaltkammer eines Hochspannungsschalters ist in EP 0 163 943 B1, insbesondere Ausführungsform gemäss Fig.2 dargestellt. Diese Schaltkammer ist axialsymmetrisch ausgeführt und weist ein nach Art eines Torus ausgebildetes Heizvolumen 5 auf. Das Heizvolumen 5 ist durch einen axial geführten Ringkanal 6 mit einer beim Abschalten eines Stroms von zwei Schaltstücken 2, 3 begrenzten Lichtbogenzone 8 verbunden. Durch den Kanal 6 in das Heizvolumen 5 tretendes heisses Druckgas wird mit kaltem Gas vermischt, welches bereits im Heizvolumen 5 vorhanden ist. Es steht so ein Löschgas guter Qualität zur Verfügung, welches bei Annäherung des abzuschaltenden Stroms an einen Nulldurchgang über den Ringkanal 6 in die Lichtbogenzone 8 strömt und den in dieser Zone brennenden Lichtbogen 7 wirksam beblasen kann. Um die Qualität des Löschgases zu verbessern; sind an der Mündung des Ringkanals 6 ein ins Heizvolumen 5 ragendes, rohrförmiges Mündungsteil 9 und eine in die Innenseite des Mündungsteils 9 eingeförmte Engstelle 10 vorgesehen. Hierdurch werden die Strahlwirkung des ins Heizvolumen einströmenden Heissgases und dementsprechend auch die Durchmischung von heissem und kühlem Gas im Heizvolumen verbessert.

[0008] Eine Schaltkammer für einen Hochspannungsleistungsschalter mit einer Kompressionsvorrichtung und mit einem Heizvolumen ist in DE 199 10 166 A1 beschrieben. Auch diese Schaltkammer weist ein Heizvolumen auf, in welches der Heizkanal mit einem ins Heizvolumen ragenden Mündungsteil einläuft. Dieses Mündungsteil weitet sich konisch nach aussen auf und vergrössert im Unterschied zum vorgenannten Stand der Technik den Strömungsquerschnitt im Mündungsbereich des Heizkanals.

[0009] In dem von D.Yoshida, H.Ito, H.Kohyama, T.Sawada, K.Kamei und M.Hidaka verfassten Bericht "Evaluation of Current Interrupting Capability of SF6 Gas

Blast Circuit Breakers", Proceedings of the XIV International Conference on Gas Discharge and their Applications (Liverpool, 2 - 6 Sept.2002), wird gezeigt, dass es für eine gute Durchmischung eines axial mit Heissgas angeströmten und Kaltgas enthaltenden torusförmigen Heizvolumens einer Schaltkammer vorteilhaft ist, wenn das Verhältnis der Länge L dieses Volumens in axialer Richtung zur Quadratwurzel des Querschnitts A senkrecht zur Achse etwa 0,5 beträgt.

[0010] Ferner beschreiben Georges Gaudart, Pierre Chévrier, Vicenzo Girlando und Antonio Lubello im Bericht "New Circuit Breaker 245 kV 50 kA 50 Hz and 60 Hz with a very low operating energy", 2nd European Conference on HV & MV Substation Equipment (Lyon, France, 20-21 November, 2003), eine Schaltkammer für einen Hochspannungsleistungsschalter, bei der zur Antriebsunterstützung ein torusförmig ausgebildetes Heizvolumen vorgesehen ist, in das der Heizkanal axial einmündet. Zur Verbesserung der Durchmischung von einströmendem Heissgas und bereits vorhandenem kaltem Gas sind an der Mündung des Heizvolumens als Rohr ausgebildete und axial ins Heizvolumen geführte Führungselemente für das Heissgas angeordnet.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0011] Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltkammer der eingangs genannten Art zu schaffen, in der Kaltgas und ein beim Ausschalten erzeugtes Heissgas zur Bildung eines qualitativ hochwertigen Löschgases mit einfachen Mitteln wirksam durchmischt werden und so eine gute Ausschaltleistung der Schaltkammer und eines mit dieser Schaltkammer ausgerüsteten Schalters gewährleistet ist.

[0012] Bei der Schaltkammer und dem Schalter nach der Erfindung ist in das freie Ende des Rohrs am Übergang vom Heizkanal zum Heizvolumen eine als Ring ausgebildete, scharfe Kante eingefürt, deren Schärfe ausreicht, um beim Ausschalten von mittleren Kurzschlusströmen mit einer zwischen ca. 10 und ca. 30% des Nenn-Kurzschlussausschaltstroms des Hochspannungsschalters liegenden Grösse Gaswirbel aus der heissen Gasströmung zu lösen, und um nach Strömungsumkehr vorgemischtes und vorgekühltes Gas aus dem ersten Teilvolumen an der Kante und kühles Gas aus dem zweiten Teilvolumen miteinander zu mischen, wobei die Kante einen Krümmungsradius kleiner 1 mm aufweist. Diese Kante wirkt als Hinterkante eines Strömungskörpers. Daher werden schon bei einer relativ schwachen, d.h. von einem Lichtbogen geringer Leistung erzeugten, Heissgasströmung ein Abriss der Heissgasströmung an der Kante und damit die Bildung von Wirbeln stromabwärts der Kante begünstigt. Einströmendes Heissgas und zumindest ein Teil von bereits vorhandenem Kaltgas werden so wirksam im ersten Teilvolumen vorgemischt. Noch vorhandenes unvermischt Kaltgas verbleibt im zweiten Teilvolumen und wird bei

Annäherung an den Nulldurchgang des abzuschaltenden Stroms nach der Strömungsumkehr an der Kante mit dem im ersten Teilvolumen bereits vorgemischten und vorgekühlten Gas gut durchmischt und als qualitativ

5 hochwertiges Löschgas durch den Heizkanal in die Lichtbogenzone geführt. Um beim Ausschalten von mittleren Kurzschlusströmen mit einer Grösse zwischen ca. 10% und ca. 30% des Nenn-Kurzschlussausschaltstroms mit Sicherheit ein Lösen der heissen Gasströmung von dem den Mündungsabschnitt nach aussen begrenzenden Rohr zu erreichen, ist der Krümmungsradius der Kante kleiner 1 mm, vorzugsweise kleiner 0,1 mm.

[0013] Da lediglich im ersten Teilvolumen das Heissgas mit kaltem Gas durchmischt wird, kann dieses Teilvolumen geometrisch so ausgebildet werden, dass es die für eine gute Durchmischung günstigsten Abmessungen aufweist. Bei einem als Torus ausgebildeten Mischvolumen mit einem in Umfangsrichtung vorwiegend rechteckigen Querschnitt können nun die geometrischen 10 Abmessungen in an sich bekannter Weise so gewählt werden, dass das Verhältnis von Länge des Torus in axialer Richtung zu Quadratwurzel der Querschnittsfläche des Mischvolumens senkrecht zur Achse etwa 0,5 beträgt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] Anhand von Zeichnungen werden nachfolgend Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig.1 eine Aufsicht auf einen axial geführten Schnitt auf einen oberhalb der Achse gelegenen Teil einer Schaltkammer.

35 Fig.2 den Verlauf einer Gasströmung in einem Heizvolumen der Schaltkammer gemäss Fig.1

40 (a) bei der Zufuhr von heissem Gas aus einer Lichtbogenzone, in der das heisse Gas beim Abschalten eines mittleren Kurzschlussstroms gebildet wird, der über eine auf wenige (typischerweise 0,5 bis 1,5) Halbwellen begrenzte, kurze Lichtbogenzeit (typischerweise 5 bis 15 ms) wirksam ist,

45 (b) bei einer Umkehr der Gasströmung gemäss (a) während der Annäherung des Stroms an einen Nulldurchgang, und

50 (c) bei der Zufuhr von heissem Gas gemäss (a), wobei nun jedoch der mittlere Kurzschlussstrom über eine längere (typischerweise 1,5 bis 3 Halbwellen umfassende) Lichtbogenzeit (typischerweise 15 bis 30 ms) wirkt oder aber ein grosser Kurzschlussstrom wirkt, dessen Lichtbogenzeit auf wenige (typischerweise 0,5 bis 1,5) Stromhalbwellen begrenzt ist,

Fig.3 den Verlauf einer Gasströmung im Heizvolumen einer Schaltkammer nach dem Stand der Technik, welche die gleichen Abmessungen wie die Schaltkammer nach Fig.1 aufweist,

(a) bei der Zufuhr von heissem Gas aus der Lichtbogenzone, in der das heisse Gas beim Abschalten eines mittleren Kurzschlussstroms gebildet wird, der über eine kurze Lichtbogenzeit (typischerweise 5 bis 15 ms) wirksam ist,

(b) bei der Umkehr der Gasströmung gemäss (a) während der Annäherung des Stroms an einen Nulldurchgang, und

(c) bei der Zufuhr von heissem Gas gemäss (a), wobei nun jedoch der mittlere Kurzschlussstrom über eine längere Lichtbogenzeit (typischerweise 15 bis 30 ms) wirkt oder aber ein grosser Kurzschlussstrom wirkt, dessen Lichtbogenzeit auf wenige (typischerweise 0,5 bis 1,5) Stromhalbwellen begrenzt ist,

Fig.4 eine Aufsicht auf einen axial geführten Schnitt auf einen oberhalb der Achse gelegenen Teil einer Ausführungsform einer Schaltkammer nach der Erfindung,

Fig.5 den Verlauf einer Gasströmung im Heizvolumen der Schaltkammer nach Fig.4 während der Zufuhr von heissem Gas aus der Lichtbogenzone beim Abschalten eines Kurzschlussstroms,

(a) der eine mittlere Grösse aufweist und der über kurze Lichtbogenzeit (typischerweise 5 bis 15 ms) wirksam ist, und

(b) der eine mittlere Grösse aufweist und über eine längere Lichtbogenzeit (typischerweise 15 bis 30 ms) wirkt oder aber gross ist und auf eine Lichtbogenzeit von wenigen (typischerweise 0,5 bis 1,5) Stromhalbwellen begrenzt ist,

und

Fig.6 den Verlauf einer Gasströmung im Heizvolumen einer Schaltkammer nach dem Stand der Technik, welche die gleichen Abmessungen wie die Schaltkammer nach Fig.4 aufweist, während der Zufuhr von heissem Gas aus dem Lichtbogenraum beim Abschalten eines mittleren Kurzschlussstroms, der über eine kurze Lichtbogenzeit (5 bis 15 ms) wirksam ist.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0015] Die in Fig.1 dargestellte Schaltkammer eines Hochspannungsleistungsschalters enthält ein mit einem

komprimierten Isoliergas, etwa auf der Basis Schwefelhexafluorid oder eines Schwefelhexafluorid enthaltenden Gasgemischs, gefülltes und weitgehend axialsymmetrisch gestaltetes Gehäuse 1 sowie eine vom Schaltkammergehäuse 1 aufgenommene und ebenfalls weitgehend axialsymmetrisch gestaltete Kontaktanordnung 2. Die während eines Abschaltvorgangs dargestellte Kontaktanordnung 2 weist zwei Schaltstücke 3, 4 auf, von denen das Schaltstück 3 längs einer Achse 5 bewegbar angeordnet und das Schaltstück 4 feststehend im Gehäuse 1 gehalten ist. Das Schaltstück 4 muss nicht notwendigerweise feststehend, es kann auch beweglich ausgebildet sein.

Die beiden Schaltstücke sind von einer Isolierdüse 6 und einem Heizvolumen 7 zum Speichern von Druckgas koaxial umfasst. Das Heizvolumen ist nach Art eines Torus mit einem rechteckigen Querschnitt in Umfangsrichtung ausgeführt. Dieser Torus weist eine senkrecht auf der Achse 5 stehende, ringförmige Querschnittsfläche der Grösse A auf und erstreckt sich in axialer Richtung über eine Länge 1. Der Rauminhalt V des Heizvolumens 7 bestimmt sich daher aus dem Produkt der Querschnittsfläche A und der Länge l zu: $V = A \cdot l$. Bei einem für Nennspannungen von 200 bis 300 kV und für einen Nenn-Kurzschlussausschaltstrom von typischerweise 50 kA bestimmten Hochspannungsschalter kann das Heizvolumen 7 im allgemeinen ca. 1 bis 2 Liter Druckgas aufnehmen.

[0016] In der nicht dargestellten Einschaltposition der Kammer ist das rechte Ende des Schaltstücks 4 in stromleitender Weise in das linke Ende des rohrförmig ausgebildeten Schaltstücks 3 eingeschoben. Beim Ausschalten trennen sich die beiden Schaltstücke 3, 4 voneinander und bildet sich hierbei ein auf den beiden Enden der Schaltstücke füssender Lichtbogen 8, der - wie Fig.1 entnehmbar ist - in einer Lichtbogenzone 9 brennt. Die Lichtbogenzone ist axial von den beiden Schaltstücken 3, 4 und radial von der Isolierdüse 6 begrenzt. Die Lichtbogenzone 9 kommuniziert mit einem Heizkanal 10, der mit einem die Lichtbogenzone 9 koaxial umfassenden, parallel zur Achse 5 verlaufenden Abschnitt 11 ins Heizvolumen 7 mündet. In einer Halbwelle des abzuschaltenden Stroms ist der Druck in der Lichtbogenzone 9 im allgemeinen grösser als im Heizvolumen 7. Der Heizkanal 10 führt dann vom Lichtbogen 8 gebildetes heisses Gas ins Heizvolumen 7. Lässt die Heizwirkung des Lichtbogens 8 bei Annäherung an den Nulldurchgang des Stroms nach, so erfolgt eine Strömungsumkehr. Im Heizvolumen 7 gespeichertes Gas strömt als Löschgas über den Heizkanal 10 in die Lichtbogenzone 9 und bebläst dort den Lichtbogen 8 mindestens solange bis dieser im Stromnulldurchgang gelöscht ist.

[0017] Reicht beim Ausschalten kleiner Ströme die Menge und/oder die Qualität des vom Heizvolumen 7 gelieferten Löschgases nicht aus, so kann zusätzliches Löschgas mit einer Blashilfe, etwa einer vom Schalterantrieb betätigten Kolben-Zylinder-Kompressionsvorrichtung 13, in die Lichtbogenzone 9 eingespeist werden.

Kleine Ströme betragen bis zu ca. 10% des Nenn-Kurzschlussausschaltstroms des Hochspannungsleistungsschalters und liegen im allgemeinen im Bereich einiger kA, beispielsweise 4 bis 6 kA.

[0018] Die Qualität des zur Lichtbogenbeblasung im Heizvolumen 7 gespeicherten Löschgases und damit auch die Ausschalteistung der Schalterkammer hängen vom Druck und der Temperatur des Löschgases ab. Druck und Temperatur werden durch die Form und den Rauminhalt V des Heizvolumens 7 bestimmt. Während die Grösse des Heizvolumens 7 nur den Druckaufbau beeinflusst, werden durch die Form des Heizvolumens die Gasdurchmischung und damit die Löschtemperatur beeinflusst. Die Qualität des Löschgases hängt aber auch wesentlich vom Strömungsverhalten des heissen Gases auf dem Weg von der Lichtbogenzone 9 ins Heizvolumen 7 ab. Ein Löschgas mit guten Löscheigenschaften wird dadurch erreicht, dass der achsparallel ausgerichtete Mündungsabschnitt 11 am Übergang vom Heizkanal 10 zum Heizvolumen 7 aussen von einer als Ring ausgebildeten, scharfen Kante 12 begrenzt ist. Diese Kante wurde beim Fertigen der Schaltkammer durch spanabhebende Bearbeitung der Isolierdüse 6 gebildet. Sie weist einen ca. 0,1 mm betragenden Krümmungsradius auf und wirkt bei einer von der Lichtbogenzone 9 ins Heizvolumen 7 gerichteten, schwachen Strömung als Hinterkante eines von der Isolierdüse 6 gebildeten Strömungskörpers. Die Kante 12 zeigt auch bei einem Krümmungsradius von ca. 1 mm noch die Funktion einer Hinterkante, jedoch ist diese Funktion umso wirksamer je geringer der Krümmungsradius resp. je schärfer die Kante 12 ist. Durch das Material der Kante, im allgemeinen ein Isoliermaterial, wie insbesondere PTFE, ist die Grösse des Krümmungsradius nach unten begrenzt.

[0019] Aus Fig. 2 ist die vorteilhafte Wirkung der Kante 12 zu erkennen. Wird ein im allgemeinen ca. 10 bis 30 % des Nenn-Kurzschlussausschaltstroms betragender mittlerer Kurzschlussstrom, der über eine auf 0,5 bis 1,5 Stromhalbwellen begrenzte, kurze Lichtbogenzeit (typischerweise 5 bis 15ms) wirksam ist, abgeschaltet, so kann sich gemäss Fig. 2 (a) eine weit in das Heizvolumen 7 eintretende Heissgasströmung H ausbilden. Da die Kante 12 scharf ausgeführt ist, wirkt sie als Hinterkante eines vom Heissgas angestromten Strömungskörpers. Selbst bei relativ tragen Heissgasströmungen, welche von leistungsschwachen Lichtbögen erzeugt werden, werden daher ein Strömungsabriss an der Kante 12 und damit die Bildung von Wirbeln stromabwärts der Kante 12 begünstigt. Zusätzlich wird die Strömung H an einer radial ausgerichteten hinteren Begrenzungswand 14 des Heizvolumens 7 radial nach aussen gelenkt. Einströmendes Heissgas H und ein Teil von bereits vorhandenem Kaltgas werden so bereits vorgemischt. Unvermischt kaltes Gas C verbleibt in einem an eine radial ausgerichtete vordere Begrenzungswand 15 anschliessenden und in radialer Richtung an die scharf ausgebildete Kante 12 anschliessenden Eingangsbereich des Heizvolumens 7. Erfolgt nun bei Annäherung an den Stromnulldurchgang

die Strömungsumkehr, so ergibt sich der aus Fig.2 ersichtliche Strömungsverlauf (b). Das verbleibende kalte Gas C und das mit H' bezeichnete, vorgemischte Gas werden an der scharf ausgebildeten Kante 12 durchmischt und so ein relativ kühles Löschgas L zur wirksamen Beblasung des Lichtbogens 8 erzeugt.

[0020] Beim Strömungsverlauf gemäss Fig.2 (a) wird eine besonders gute Durchmischung von kaltem und heissem Gas erst nach der Strömungsumkehr gemäss Fig.2 (b) erreicht wird. Eine gute Durchmischung des zugeführten heissen Gases H und des im Heizvolumen 7 vorhandenen kalten Gases C bereits vor der Strömungsumkehr wird erreicht, wenn beim Ausschalten eines mittleren Kurzschlussstroms mindestens ein bis zwei, im allgemeinen aber bis zu drei Halbwellen wirken (Lichtbogenzeit von typischerweise 15 bis 30 ms) oder bei einem mindestens ca. 60% des Nenn-Kurzschlussausschaltstroms aufweisenden grossen Kurzschlussstrom die Lichtbogenbrenndauer lediglich 0,5 bis 1,5 Stromhalbwellen (5 bis 15 ms) beträgt. Wie dem aus Fig. 2 ersichtlichen Strömungsverlauf (c) entnommen werden kann, verwirbelt die an der scharf ausgebildete Kante 12 abreissende intensive Heissgasströmung H das bereits im Heizvolumen 7 vorhandene kalte Gas C praktisch vollständig und bildet hierbei bereits ein Löschgas guter Qualität, welches nach der Strömungsumkehr den Lichtbogen 8 wirksam beblasen kann.

[0021] Bei einer Schaltkammer nach dem Stand der Technik weitet sich der in das Heizvolumen 7 einmündende Abschnitt 11 des Heizkanals stetig nach aussen auf und mündet ohne Kantenbildung ins Heizvolumen 7. Daher entfällt bei einer solchen Schaltkammer das Ablösen der Heissgasströmung H und strömt - wie aus dem in Fig.3 dargestellten Verlauf (a) ersichtlich ist - nun auch längs der vorderen Begrenzungswand 15 ins Heizvolumen 7. Das kalte Gas C wird daher an die hintere Begrenzungswand 14 zurückgedrängt und - ohne sich mit dem eintretenden Heissgas H zu vermischen - im hinteren Bereich des Heizvolumens 7 komprimiert. Wie aus dem Verlauf (b) von Fig.3 ersichtlich ist, befindet sich nach Strömungsumkehr nur Heissgas im Eingangsbereich des Heizvolumens 7. Die Beblasung des Lichtbogens erfolgt daher am Anfang mit heissem Löschgas L.

[0022] Ist die Lichtbogenarbeit bei einem länger wirkenden mittleren oder einem kurzzeitig wirkenden grossen Kurzschlussstrom gross, so wird zwar der Druck im Heizvolumen 7 erhöht, jedoch die Durchmischung von heissem H und kaltem Gas nicht wesentlich verbessert. Wie aus dem in Fig.3 dargestellten Strömungsverlauf (c) ersichtlich ist, wird hierbei das kalte Gas C in den hinteren Bereich des Heizvolumens 7 zurückgedrängt, so dass sich auch in diesem Fall heisses und kaltes Gas nicht besonders gut durchmischt sind und dementsprechend die Abschaltleistung dieser Schaltkammer gegenüber der erfindungsgemässen Schaltkammer nach Fig. 1 geringer ist.

[0023] Bei der Ausführungsform der erfindungsgemässen Schaltkammer gemäss Fig.4 sind gleichwirken-

de Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie bei der Ausführungsform gemäss Fig.1, jedoch ist die Kontaktanordnung 2 geschlossen dargestellt, so dass der Lichtbogen und die Lichtbogenzone aus dieser Figur nicht ersichtlich sind. Im Unterschied zur Ausführungsform nach Fig.1 ist bei dieser Ausführungsform der Mündungsabschnitt 11 nach aussen von einem ins Heizvolumen 7 ragenden Rohr 16 begrenzt. Dieser Rohr übertritt die vorwiegend radial geführte vordere Wand 15 des Heizvolumens 7 mit einem freien Ende. In dieses freie Ende ist die scharf ausgebildete Kante 12 eingeformt. Durch das Rohr 16 wird die Einmündung des Heizkanals in axialer Richtung nach rechts verschoben. Das freie Ende des Rohrs 16 unterteilt daher das Heizvolumen in zwei in axialer Richtung aufeinanderfolgende Teilvolumina.

[0024] In dem aus Fig.5 ersichtlichen Strömungsverlauf (a) sind diese beiden Teilvolumina mit den Bezugszeichen V_1 und V_2 bezeichnet. Das Teilvolumen V_1 ist nach Art eines Torus ausgebildet, der sich zwischen der vorwiegend radial ausgerichteten hinteren Wand 14 des Heizvolumens 7 und dem freien Ende des Rohrs 16 erstreckt und in Umfangsrichtung einen vorwiegend rechteckigen Querschnitt aufweist. Die Länge des Teilvolumens V_1 beträgt l_1 , diejenige des Teilvolumens V_2 beträgt l_2 . Beim Teilvolumen V_1 beträgt das Verhältnis von Länge l_1 des Torus in axialer Richtung zu Quadratwurzel der Querschnittsfläche A des Torus senkrecht zur Achse 5 etwa 0,5. Hierdurch wird in der Hochstromphase des Lichtbogens im Teilvolumen V_1 eine gute Durchmischung von kaltem C und heissem Gas H erreicht. Ersichtlich verbleibt im kleiner bemessenen Teilvolumen V_2 noch Kaltgas. Nach der Strömungsumkehr bei Annäherung des abzuschaltenden Stroms an den Nulldurchgang mischen sich dann gut vorgemischtes und vorgekühltes Gas aus dem Teilvolumen V_1 an der Kante 12 und aus dem Teilvolumen V_2 zuströmendes Kaltgas C zu einem hochwertigen Löschgas.

[0025] Eine besonders intensive Durchmischung von kaltem C und heissem Gas H wird erreicht, wenn, wie aus dem Verlauf gemäss (b) ersichtlich ist, der abzuschaltende Kurzschlussstrom eine mittlere bzw. grosse Amplitude aufweist und über eine längere Lichtbogenzeit (typischerweise 15 bis 30 ms) bzw. über eine auf 0,5 bis 1,5 Halbwellen begrenzte kurze Lichtbogenzeit (typischerweise 5 bis 15 ms) wirksam ist.

[0026] Durch die mit Hilfe des Rohrs 16 in das Heizvolumen 7 vorgezogene Einmündung des Heizkanals 10 bzw. des Kanalabschnitts 11 ins Heizvolumen 7 wird daher auch in Heizvolumina eine gute Durchmischung des kalten C und des heissen Gases H erreicht, welche in axialer Richtung eine grosse Länge aufweisen.

[0027] Wie aus dem Strömungsverlauf von Fig.6 ersichtlich ist, drängt hingegen bei einer Schaltkammer nach dem Stand der Technik mit einem Heizvolumen 7 grosser axialer Länge, jedoch ohne vorgezogene Einmündung, das beim Schalten mittlerer oder grosser Kurzschlussströme gebildete heisse Gas H lediglich den

überwiegenden Teil des Kaltgases C an die hintere Begrenzungswand 14 und erschwert so eine effektive Durchmischung wesentlich.

[0028] Da der Aussendurchmesser des Heizvolumens 5 aus Kostengründen gering gehalten werden sollte, jedoch der benötigte Rauminhalt des Heizvolumens über die für die Schaltkammer vorgeschriebene Abschaltleistung vorgegeben ist, können somit durch das Vorschieben des Mündungsabschnitts 11 ins Heizvolumen 7 mit 10 Hilfe des Rohrs 16 der Durchmesser des Heizvolumens 7 und damit auch der Durchmesser der Schaltkammer klein gehalten und dementsprechend Kosten eingespart werden.

15 BEZUGSZEICHENLISTE

[0029]

1	Gehäuse
20	Kontaktanordnung
3, 4	Schaltstücke
5	Achse
6	Isolierdüse
7	Heizvolumen
25	Lichtbogen
8	Lichtbogenzone
9	Heizkanal
10	Mündungsabschnitt
11	Kante
30	Kolben-Zylinder-Kompressionsvorrichtung
13	Begrenzungswände
14, 15	Rohr
16	Rauminhalt
V	Teilvolumina
V_1, V_2	A
35	Querschnittsfläche des Heizvolumens 7
I	Länge des Heizvolumens 7
l_1, l_2	Längen der Teilvolumina V_1, V_2
C	Kaltgas
H	Heissgas
40	vorgemischtes Gas
H'	L
	Kaltgas

Patentansprüche

45 1. Schaltkammer für einen gasisierten Hochspannungsschalter

mit zwei längs einer Achse (5) relativ zueinander beweglichen Schaltstücken (3,4), die bei einem Schaltvorgang eine Lichtbogenzone (9) axial begrenzen, einem die Schaltstücke (3,4) koaxial umfassenden Heizvolumen (7) und einem mit der Lichtbogenzone (9) kommunizierenden Heizkanal (10), der mit einem die Lichtbogenzone (9) koaxial umfassenden, parallel zur Achse (5) verlaufenden Abschnitt (11) ins Heizvolumen (7) mündet,

bei der der Mündungsabschnitt (11) nach aussen begrenzt ist von einem ins Heizvolumen (7) ragenden Rohr (16), dessen freies Ende das Heizvolumen (7) in zwei in axialer Richtung aufeinanderfolgende Teilvolumina (V_1 , V_2) unterteilt, und

bei der bei einem Schaltvorgang in der Hochstromphase eines abzuschaltenden Stroms in der Lichtbogenzone (9) gebildetes heisses Gas (H) über den Heizkanal (10) ins Heizvolumen (7) strömt und bei Annäherung des Stroms an einen Nulldurchgang umgekehrt strömendes Löschgas (L) aus dem Heizvolumen (7) in die Lichtbogenzone (9) geführt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass in das freie Ende des Rohrs (16) am Übergang vom Heizkanal (10) zum Heizvolumen (7) eine als Ring ausgebildete, scharfe Kante (12) eingeformt ist, deren Schärfe ausreicht, um beim Ausschalten von mittleren Kurzschlusströmen mit einer zwischen ca. 10 und ca. 30% des Nenn-Kurzschlussausschaltstroms des Hochspannungsschalters liegenden Grösse Gaswirbel aus der Heissgasströmung (H) zu lösen, und um nach der Strömungsumkehr vorgemischtes und vorgekühltes Gas (H') aus dem ersten Teilvolumen (V_1) an der Kante (12) und kühles Gas (C) aus dem zweiten Teilvolumen (V_2) miteinander zu mischen, wobei die Kante (12) einen Krümmungsradius kleiner 1 mm aufweist.

2. Schaltkammer nach einem Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Krümmungsradius kleiner 0,1 mm ist.
3. Schaltkammer nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Teilvolumen (V_1) nach Art eines Torus ausgebildet ist und in Umfangsrichtung einen vorwiegend rechteckigen Querschnitt aufweist.
4. Schaltkammer nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis von Länge (l_1) des Torus in axialer Richtung zu Quadratwurzel der Querschnittsfläche (A) des ersten Teilvolumens (V_1) senkrecht zur Achse (5) etwa 0,5 beträgt.
5. Schaltkammer nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Teilvolumen (V_2) einen kleineren Rauminhalt als das erste Teilvolumen (V_1) aufweist.
6. Hochspannungsschalter mit der Schaltkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

Claims

1. Switching chamber for a gas-insulated high-voltage switch with two switching pieces (3, 4), which are capable of moving relative to one another along an axis (5) and axially delimit an arc zone (9) during a switching operation, a heating volume (7), which coaxially surrounds the switching pieces (3, 4), and a heating channel (10), which communicates with the arc zone (9) and opens out into the heating volume (7) with a section (11), which coaxially surrounds the arc zone (9) and runs parallel to the axis (8), in which switching chamber the mouth section (11) is delimited on the outside by a tube (16), which protrudes into the heating volume (7) and whose free end splits the heating volume (7) into two subvolumes (V_1 , V_2), which follow on from one another in the axial direction, and in which switching chamber, during a switching operation, hot gas (H) formed in the arc zone (9) in the high-current phase of a current to be disconnected flows via the heating channel (10) into the heating volume (7) and, when the current comes close to a zero crossing, quenching gas (L) flowing in the opposite direction is guided out of the heating volume (7) into the arc zone (9), **characterized in that** a sharp edge (12) in the form of a ring is formed into the free end of the tube (16) at the transition between the heating channel (10) and the heating volume (7), the sharpness of said edge (12) being sufficient for releasing gas eddies from the hot gas flow (H) when switching off mean short-circuit currents with a size which is between approximately 10 and approximately 30% of the rated short-circuit switch-off current of the high-voltage switch and, after the reversal of flow, for premixed and precooled gas (H') from the first subvolume (V_1) at the edge (12) and cool gas (C) from the second subvolume (V_2) to mix with one another, wherein the edge (12) has a radius of curvature of less than 1 mm.
2. Switching chamber according to Claim 1, **characterized in that** the radius of curvature is less than 0.1 mm.
3. Switching chamber according to one of Claims 1 or 2, **characterized in that** the first subvolume (V_1) is in the form of a toroid and has a predominantly rectangular cross section in the circumferential direction.
4. Switching chamber according to Claim 3, **characterized in that** the ratio of the length (l_1) of the toroid in the axial direction to the root means square of the cross-sectional area (A) of the first subvolume (V_1) perpendicular to the axis (5) is approximately 0.5.
5. Switching chamber according to either of Claims 3 and 4, **characterized in that** the second subvolume

(V₂) has a smaller capacity than the first subvolume (V₁).

6. High-voltage switch with the switching chamber according to one of Claims 1 to 5.

Revendications

1. Chambre d'interruption pour un interrupteur haute tension isolé au gaz, avec deux pièces de contact (3, 4) mobiles l'une par rapport à l'autre le long d'un axe (5), qui limitent axialement une zone d'arc électrique (9) lors d'une opération d'interruption, un volume de chauffage (7) entourant coaxialement les pièces de contact (3, 4), et un canal de chauffage (10) communiquant avec la zone d'arc électrique (9), qui débouche dans le volume de chauffage (7) avec une partie (11) orientée parallèlement à l'axe (5) et entourant coaxialement la zone d'arc électrique (9), dans laquelle la partie d'embouchure (11) est limitée vers l'extérieur par un tube (16) pénétrant dans le volume de chauffage (7), dont l'extrémité libre divise le volume de chauffage (7) en deux volumes partiels (V₁, V₂) se succédant en direction axiale, et dans laquelle un gaz chaud (H), formé dans la zone d'arc électrique (9) lors d'une opération d'interruption d'un courant à couper dans une phase de forte intensité, s'écoule dans le volume de chauffage (7) par le canal de chauffage (10) et, lorsque le courant s'approche d'un passage par zéro, un gaz d'extinction (L) circulant en sens inverse est conduit du volume de chauffage (7) à la zone d'arc électrique (9), **caractérisée en ce que**, dans l'extrémité libre du tube (16), à la transition entre le canal de chauffage (10) et le volume de chauffage (7), il se trouve une arête vive (12) façonnée en forme d'anneau, dont l'acuité suffit pour déclencher des tourbillons de gaz hors de l'écoulement de gaz chaud (H) lors de la coupure de courants de court-circuit moyens d'un niveau situé entre environ 10 et environ 30 % du courant nominal de coupure de court-circuit de l'interrupteur haute tension, et pour mélanger l'un à l'autre, après l'inversion de l'écoulement, un gaz pré-mélangé et pré-refroidi (H') provenant du premier volume partiel (V₁) au niveau de l'arête (12) et un gaz froid (C) provenant du deuxième volume partiel (V₂), l'arête (12) présentant un rayon de courbure inférieur à 1 mm.

2. Chambre d'interruption selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le rayon de courbure est inférieur à 0,1 mm.
3. Chambre d'interruption selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le premier volume partiel (V₁) est formé à la manière d'un tore et présente en direction périphérique une section transversale principalement rectangulaire.

4. Chambre d'interruption selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le rapport entre la longueur (l₁) du tore en direction axiale et la racine carrée de la surface de la section transversale (A) du premier volume partiel (V₁) perpendiculairement à l'axe (5) vaut environ 0,5.

5. Chambre d'interruption selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisée en ce que** le deuxième volume partiel (V₂) présente un espace intérieur plus petit que le premier volume partiel (V₁).
6. Interrupteur haute tension comportant la chambre d'interruption selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

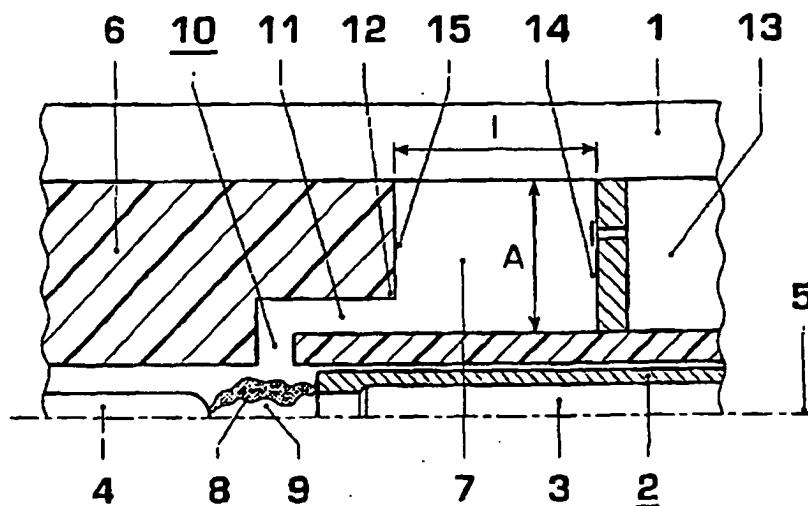


Fig. 1

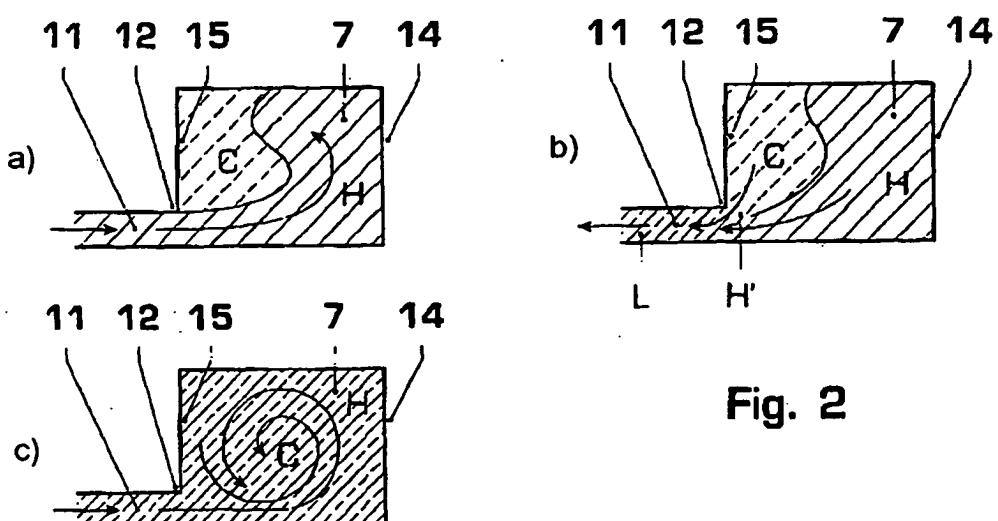


Fig. 2

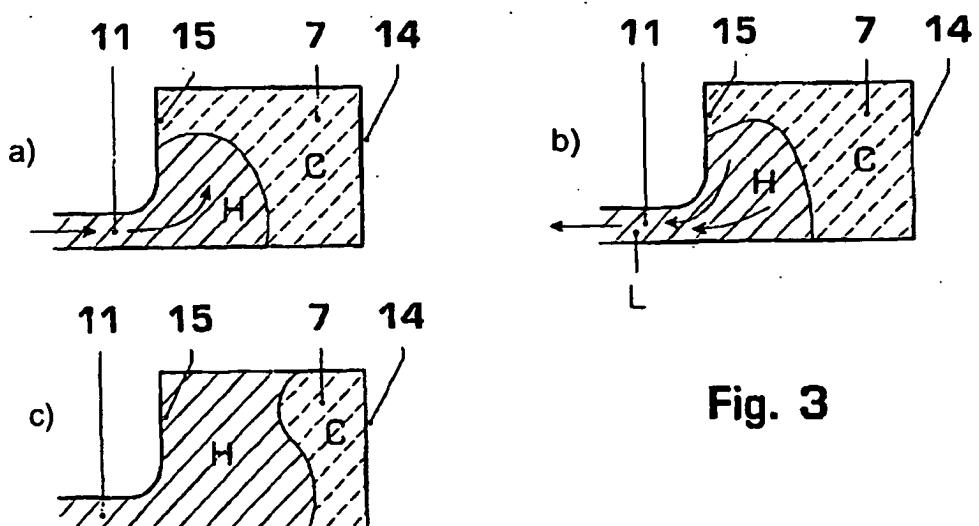


Fig. 3

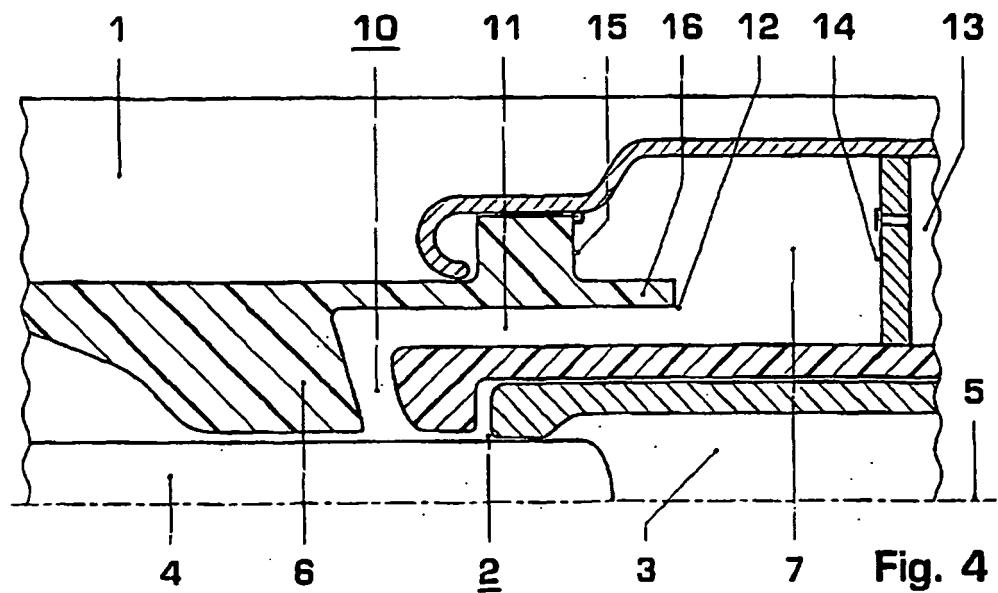


Fig. 4

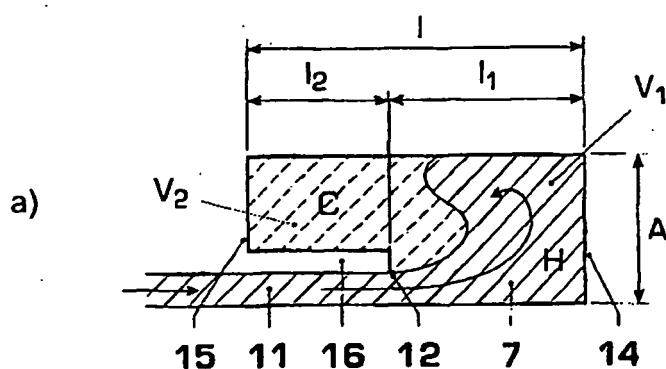


Fig. 5

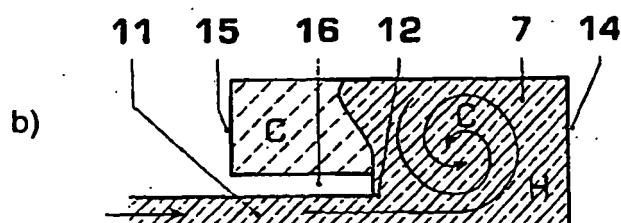
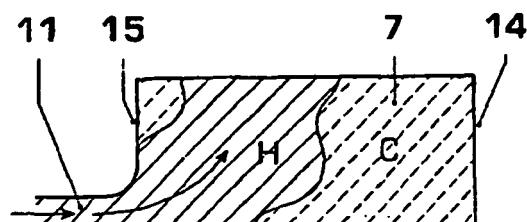


Fig. 6



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1372172 A1 [0004]
- DE 19629475 A1 [0006]
- EP 0163943 B1 [0007]
- DE 19910166 A1 [0008]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **D.YOSHIDA ; H.ITO ; H.KOHYAMA ; T.SAWADA ; K.KAMEI ; M.HIDAKA.** Evaluation of Current Interrupting Capability of SF₆ Gas Blast Circuit Breakers. *Proceedings of the XIV International Conference on Gas Discharge and their Applications*, 02. September 2002 [0009]
- **GEORGES GAUDART ; PIERRE CHÉVRIER ; VINCENZO GIRLANDO ; ANTONIO LUBELLO.** New Circuit Breaker 245 kV 50 kA 50 Hz and 60 HZ with a very low operating energy. *2nd European Conference on HV & MV Substation Equipment*, 20. November 2003 [0010]