

(19)



(11)

EP 1 403 891 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
28.09.2016 Patentblatt 2016/39

(51) Int Cl.:
H01H 33/70 (2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
05.03.2008 Patentblatt 2008/10

(21) Anmeldenummer: **02405825.7**

(22) Anmeldetag: **24.09.2002**

(54) **Leistungsschalter**

Circuit breaker

Disjoncteur

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.03.2004 Patentblatt 2004/14

(73) Patentinhaber: **ABB Schweiz AG
5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder:
• **Claessens, Max, Dr.
5412 Gebenstorf (CH)**
• **Grob, Stephan
5400 Baden (CH)**
• **Xiangyang, Ye, Dr.
5444 Künten (CH)**

(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- 0 933 795 EP-A1- 0 195 904
EP-A2- 0 075 668 EP-A2- 0 150 079
EP-A2- 0 308 626 DD-A- 109 120
DE-A1- 2 812 945 DE-A1- 3 009 504
DE-A1- 3 132 825 DE-C1- 10 156 535
DE-T2- 69 017 752 DE-T2- 69 314 411
DE-T3- 69 007 136 DE-U- 1 889 068
GB-A- 219 527 JP-A- 2000 268 688
US-A- 3 987 261 US-A- 4 144 426
US-A- 4 160 888 US-A- 4 182 942
US-A- 5 717 183 US-A- 5 939 692
US-A1- 2002 113 040**

EP 1 403 891 B2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einem Leistungsschaltergemäss dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

STAND DER TECHNIK

[0002] Aus der Schrift EP 0 836 209 A2 ist ein Leistungsschalter bekannt, der in einem elektrischen Hochspannungsnetz eingesetzt werden kann. Dieser Leistungsschalter weist eine rotationssymmetrisch ausgebildete Löschkammer auf, die mit einem elektronegativen Gas, beispielsweise mit SF₆-Gas als Lösch- und Isoliermedium gefüllt ist. Im eingeschalteten Zustand überbrückt ein Schaltstift den Abstand zwischen den beiden, bei diesem Schaltertyp einen festen Abstand aufweisenden, Hauptkontakten der Löschkammer. Beim Ausschalten bewegt sich der Schaltstift axial in die eine Richtung und die beiden Hauptkontakte gemeinsam in die entgegengesetzte Richtung. Der Schaltstift leitet dann zwischen den beiden Hauptkontakten einen Lichtbogen ein, der bis zum Erlöschen in einem zwischen den Hauptkontakten gelegenen Lichtbogenraum brennt.

[0003] Die im Lichtbogenraum entstehenden heissen und ionisierten Gase werden abgeführt, ein Teil davon wird in einem Heizvolumen gespeichert und später auf bekannte Art zur Unterstützung des Löschvorgangs verwendet. Die verbleibenden heissen Gase werden axial nach beiden Seiten durch die rohrförmig ausgebildeten Hauptkontakte hindurch abgeführt in ein Auspuffvolumen. Diese axialen, in den rohrförmigen Kanälen geführten Gasströme führen in der Regel den überwiegenden Teil der heissen, mit leitenden Schaltrückständen durchsetzten Gase aus dem Lichtbogenraum ab, sodass nach dem Erlöschen des Lichtbogens keine Ladungsträger vorhanden sind, die eine Wiederzündung des Lichtbogens zwischen den Hauptkontakten begünstigen könnten. Die rohrförmigen Kanäle sind, um eine effektive Strömung sicherzustellen, möglichst strömungsgünstig ausgestaltet. Zudem wird so vermieden, dass ein zu hoher Gegendruck vom Auspuffvolumen her in den Lichtbogenraum zurückwirkt und den Löschvorgang negativ beeinflusst. Dieser Leistungsschalter weist eine vergleichsweise hohe Abschaltleistung auf.

[0004] Gemäß U. S. Pat. No. 5,717,183 weist ein Hochspannungs-Leistungsschalter zwei Kontaktstücke und einen Gasabströmkanal für durch den Lichtbogen erhitztes Löschgas auf sowie eine Kühleinrichtung zur Kühlung des Löschgases. Die Kühleinrichtung umfasst einen im Strömungsweg angeordneten Metallkörper mit Durchtrittsöffnungen und einen im Strömungsweg vor dem Metallkörper angeordneten Isolierstoffkörper. Am Isolierstoffkörper wird dem heissen Löschgas durch Abdampfen von Material Wärmeenergie entzogen. Anschliessend durchströmt das vorgekühlte Gas den Me-

tallkörper und gibt an diesen durch konvektiv laminaren Wärmeübergang weitere Wärmeenergie ab. Der Isolierstoffkörper ist als innenliegender, endseitig offener Hohlzylinder geformt und der Metallkörper als dazu beabstandeter, auf seiner gesamten Mantelfläche grossflächig perforierter Aussenzylinder. Das heisse Löschgas strömt weitgehend laminar entlang der Mantelfläche des Isolierstoffkörpers zu dessen offenen Ende, wird dort aufgrund des Druckgradienten umgelenkt und strömt dann laminar in radialer Richtung durch die gesamte perforierte Mantelfläche des Metallkühlkörpers. Isolierstoffkörper und Metallkörper stellen zwei unabhängige Mechanismen zur Löschgaskühlung dar. Durch die grossen Abströmflächen am Ende des Isolierstoffzylinders und an der grossflächig perforierten Mantelfläche des Metallzylinders ist sichergestellt, dass der Druck entlang des Strömungsweges kontinuierlich abgebaut wird und eine möglichst laminare Strömung beibehalten wird.

[0005] Die US 4,182,042 offenbart ein Verfahren und einen Leistungsschalter gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Die Erfindung, wie sie in den unabhängigen Ansprüchen definiert ist, löst die Aufgabe, mit einfachen Mitteln einen Leistungsschalter mit wesentlich erhöhter Abschaltleistung zu schaffen, der preisgünstig erstellt werden kann.

[0007] In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Kühlung von heissen Gasen in einem Leistungsschalter, der eine mit einem Isoliergas gefüllte, entlang einer Längsachse erstreckte und einen Lichtbogenraum enthaltende Löschkammer mit mindestens zwei Leistungskontaktstücken aufweist, wobei mindestens eines der Leistungskontaktstücke als beweglicher oder feststehender rohrförmiger Hohlkontakt ausgebildet ist, welcher für die Ableitung von heissen Gasen aus dem Lichtbogenraum in ein Auspuffvolumen vorgesehen ist, welches durch eine das Auspuffvolumen begrenzende Wand eingeschlossen ist und durch mindestens eine zweite Öffnung mit einem Löschkammervolumen verbunden ist, wobei zwischen dem Hohlkontakt und dem Auspuffvolumen mindestens ein Zwischenvolumen vorhanden ist, das durch eine Wand eingeschlossen ist und durch mindestens eine radial ausgerichtete Öffnung mit dem Auspuffvolumen verbunden ist, wobei der Leistungsschalter mit einer auf der dem Lichtbogenraum abgewandten Seite des Hohlkontaktes angeordneten, mit mindestens einer ersten Öffnung des Hohlkontaktes zusammenwirkenden Umlenkung für das radiale Umlenken der heissen Gase in das Auspuffvolumen versehen ist, durch das Ausströmen in radialer Richtung der so entstandene Gasstrahl auf die Wand des Zwischenvolumens trifft und durch diese unter intensiver Wirbelbildung abgelenkt wird und durch die Wirbelbildung ein besonders guter Wärmeübergang auf die Wand des Zwischenvolumens bewirkt wird und das Volumen des wirbelnden

Gases reduziert wird.

[0008] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung einen Leistungsschalter, der mindestens eine mit einem Isoliergas gefüllte, entlang einer Längsachse erstreckte und einen Lichtbogenraum enthaltende Löschkammer mit mindestens zwei Leistungskontaktstücken aufweist, wobei mindestens eines der Leistungskontaktstücke als beweglicher oder feststehender rohrförmiger Hohlkontakt ausgebildet ist, welcher für die Ableitung von heißen Gasen aus dem Lichtbogenraum in ein Auspuffvolumen vorgesehen ist, welches durch eine das Auspuffvolumen begrenzende Wand eingeschlossen ist und durch mindestens eine zweite Öffnung mit einem Löschkammervolumen verbunden ist, wobei zwischen dem Hohlkontakt und dem Auspuffvolumen mindestens ein Zwischenvolumen vorhanden ist, das durch eine Wand eingeschlossen ist und durch mindestens eine radial ausgerichtete Öffnung mit dem Auspuffvolumen verbunden ist, wobei der Leistungsschalter mit einer auf der dem Lichtbogenraum abgewandten Seite des Hohlkontaktes angeordneten, mit mindestens einer ersten Öffnung des Hohlkontaktes zusammenwirkenden Umlenkung für das radiale Umlenken der heißen Gase in das Auspuffvolumen versehen ist, die Wand des Zwischenvolumens eine Aufprallstelle zur Verwirbelung der in radialer Richtung strömenden Gasströmung aufweist, und durch die Verwirbelung ein besonders guter Wärmeübergang auf die Wand des Zwischenvolumens bewirkt wird und dadurch das Volumen des wirbelnden Gases reduziert wird.

[0009] Der Leistungsschalter weist mindestens eine mit einem Isoliergas gefüllte, entlang einer Längsachse erstreckte und radialsymmetrisch aufgebaute, einen Lichtbogenraum enthaltende Löschkammer mit mindestens zwei Leistungskontaktstücken auf. Mindestens eines der Leistungskontaktstücke ist als rohrförmiger Hohlkontakt ausgebildet, welcher für die Ableitung von heißen Gasen aus dem Lichtbogenraum in ein Auspuffvolumen vorgesehen ist, mit einer auf der dem Lichtbogenraum abgewandten Seite des Hohlkontaktes angeordneten, mit mindestens einer ersten Öffnung des Hohlkontaktes zusammenwirkenden Umlenkung für das radiale Umlenken der heißen Gase in das Auspuffvolumen, welches durch mindestens eine zweite Öffnung mit einem Löschkammervolumen verbunden ist. Zwischen dem Hohlkontakt und dem Auspuffvolumen ist mindestens ein Zwischenvolumen vorgesehen. Das mindestens eine erste Zwischenvolumen wird von einer ersten Wand gegen das Auspuffvolumen begrenzt, wobei die erste Wand mindestens eine dritte, radial ausgerichtete Öffnung aufweist, welche das Zwischenvolumen mit dem Auspuffvolumen verbindet. Diese erste Wand besteht aus einem gut wärmeleitenden Material, insbesondere aus einem Metall. Besonders günstig würde sich an dieser Stelle jedoch ein Kunststoff auswirken, der neben guten Wärmeleiteigenschaften die Eigenschaft aufweisen würde, beim Auftreffen der heißen Gase geringfügig zu verdampfen, wodurch den Gasen Wärmeenergie entzogen würde. Ein weiterer Vorteil wäre es, wenn in dem

verdampften Kunststoff dissoziierende und/oder elektro-negative Gase enthalten wären.

[0010] Erfindungsgemäß erhält man eine besonders leistungsstarke Ausführungsvariante des Leistungsschalters erhält man, wenn die folgenden Verhältnisse eingehalten werden:

$$V_1/A_1 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m},$$

$$V_2/A_2 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m},$$

$$V_3/A_3 = (1,0 \text{ bis } 2,5) \text{ m}.$$

Dabei ist: V_1 das Volumen innerhalb des Hohlkontaktes und A_1 der Querschnitt der ersten Öffnung, V_2 das Volumen des Zwischenvolumens und A_2 der Querschnitt der dritten Öffnung, V_3 das Volumen des Auspuffvolumens und A_3 der Querschnitt der zweiten Öffnung.

[0011] Eine zweite Ausführungsform des Leistungsschalters weist mindestens ein zweites, als Zusatzvolumen bezeichnetes, Zwischenvolumen zwischen dem ersten Zwischenvolumen und dem Auspuffvolumen auf. Dieses mindestens eine Zusatzvolumen wird von einer zweiten Wand gegen das Auspuffvolumen abgegrenzt, wobei die zweite Wand mindestens eine vierte, radial ausgerichtete Öffnung aufweist, welche das Zusatzvolumen mit dem Auspuffvolumen verbindet. Die zweite Wand besteht aus einem gut wärmeleitenden Material, insbesondere aus einem Metall oder einem Kunststoff, wie im Zusammenhang mit der ersten Wand beschrieben.

[0012] Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind darin zu sehen, dass infolge einer besonders guten Kühlung der heißen Gase eine fortschreitende Volumenreduktion derselben und damit eine optimale Abströmung der heißen Gase aus dem Lichtbogenraum gewährleistet ist, sodass bei gleichbleibenden Abmessungen der Löschkammer eine deutlich höhere Ausschaltleistung derselben erreicht wird.

[0013] Die weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0014] Die Erfindung, ihre Weiterbildung und die damit erzielbaren Vorteile werden nachstehend anhand der Zeichnung, welche lediglich einen möglichen Ausführungsweg darstellt, näher erläutert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0015] Es zeigen:

Fig. 1 einen stark vereinfacht und schematisch dargestellten Teilschnitt durch den Auspuffbereich einer Löschkammer einer ersten Ausführungsform eines Leistungsschalters,

Fig. 2 einen stark vereinfacht und schematisch dargestellten Teilschnitt durch den Auspuffbereich einer Löschkammer einer zweiten Ausführungsform eines Leistungsschalters,

Fig. 3 einen senkrecht zu einer Längsachse gelegten Schnitt B-B durch die erste Ausführungsform eines Leistungsschalters gemäss Fig. 1,

Fig. 4 einen senkrecht zu einer Längsachse gelegten abgestuften Schnitt C-C durch die zweite Ausführungsform eines Leistungsschalters gemäss Fig. 2,

Fig. 5 einen stark vereinfacht und schematisch dargestellten Teilschnitt durch den Auspuffbereich einer Löschkammer einer dritten Ausführungsform eines Leistungsschalters, und

Fig. 6 ein schematisch dargestelltes Detail der dritten Ausführungsform des Leistungsschalters.

[0016] Bei allen Figuren sind gleich wirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind nicht dargestellt bzw. nicht beschrieben.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0017] Ein Leistungsschalter kann eine oder mehrere in Reihe geschaltete, mit einem Isoliergas gefüllte Löschkammern aufweisen, die nach einem der herkömmlichen Schaltprinzipien arbeiten, also beispielsweise als Selbstblaskammer, als Selbstblaskammer mit mindestens einer zusätzlichen Kompressionskolbenanordnung oder als einfacher Kompressionskolbenshalter. Der Leistungsschalter kann beispielsweise eine Anordnung der Leistungskontakte, ähnlich wie in der Schrift EP 0 836 209 A2 gezeigt, aufweisen, es ist jedoch auch möglich, dass einer oder beide Leistungskontakte beweglich ausgebildet sind. Der Leistungsschalter kann beispielsweise als Freiluftschalter, als Teil einer metallgekapselten gasisolierten Schaltanlage oder als Dead Tank Breaker ausgebildet sein. Die Figur 1 zeigt einen stark vereinfacht und schematisch dargestellten Teilschnitt durch den Auspuffbereich einer Löschkammer einer ersten Ausführungsform eines Leistungsschalters.

[0018] Diese erste Ausführungsform der Löschkammer ist rotationssymmetrisch aufgebaut und erstreckt sich entlang einer Längsachse 1. Die Löschkammer weist einen hier nicht dargestellten Lichtbogenraum auf, in welchem während des Ausschaltvorgangs zwischen zwei Leistungskontakten ein Lichtbogen brennt. Der Lichtbogen heizt das Isoliergas im Lichtbogenraum in bekannter Weise auf. Ein Teil dieses aufgeheizten, mit Druck beaufschlagten Gases strömt durch einen der Leistungskontakte, der als rohrförmiger Hohlkontakt 2 ausgebildet ist, aus dem Lichtbogenraum ab. Ein Pfeil 3 deutet die Strömungsrichtung dieses heissen Gases

vom Lichtbogenraum in die Auspuffregion an. Der Hohlkontakt 2 weist im Innern ein Volumen V_1 auf. Die durch den Pfeil 3 angedeutete Gasströmung wird durch eine etwa kegelförmig ausgebildete Umlenkung 4, wie ein Pfeil 5 andeutet, in eine überwiegend radiale Richtung umgelenkt. Die Gasströmung tritt durch in der Aussenwand des Hohlkontakts 2 vorgesehene Öffnungen 6 hindurch in ein hier konzentrisch zum Hohlkontakt 2 angeordnetes Zwischenvolumen 7 ein, welches ein Volumen V_2 aufweist. Die Öffnungen 6 in der Aussenwand des Hohlkontakts weisen einen gemeinsamen Querschnitt A_1 auf. In dem Zwischenvolumen 7 verwirbeln sich die Gase.

[0019] Das Zwischenvolumen 7 ist durch eine Wand 8 eingeschlossen, die vorzugsweise aus Metall, wie beispielsweise Stahl oder Kupfer, gefertigt ist, sie kann jedoch auch aus einem vergleichsweise gut wärmeleitenden Kunststoff bestehen. Besonders günstig würde sich an dieser Stelle ein Kunststoff auswirken, der neben guten Wärmeleiteigenschaften die Eigenschaft aufweisen würde, beim Auftreffen der heissen Gase geringfügig zu verdampfen, wodurch den Gasen Wärmeenergie entzogen würde. Ein weiterer Vorteil wäre es, wenn in dem verdampften Kunststoff dissoziierende und/oder elektromagnetische Gase enthalten wären. Die Wand 8 weist mindestens eine Öffnung 9 auf, die den Durchtritt der verwirbelten Gase in radialer Richtung in ein konzentrisch angeordnetes Auspuffvolumen 10 erlaubt. Die mindestens eine Öffnung 9 in der Wand 8 weist einen Querschnitt A_2 auf. In der Regel sind die Öffnungen 6 und 9, wie aus Fig. 3 ersichtlich, gegeneinander versetzt, so dass die verwirbelten, in radialer Richtung strömenden Gase, nicht direkt durch die Öffnungen 9 weiter in das Auspuffvolumen 10 strömen können. Es ist jedoch auch vorstellbar, dass eine der Öffnungen 9 ganz oder teilweise deckungsgleich mit einer der Öffnungen 6 vorgesehen ist, um bewusst eine direkte teilweise oder vollständige Durchströmung von der Öffnung 6 her in das Auspuffvolumen 10 zu gewährleisten. Die Öffnungen 9 werden bezüglich Form, Grösse, Anordnung und Anzahl optimal ausgestaltet und auf die jeweiligen Betriebsanforderungen abgestimmt.

[0020] Das Auspuffvolumen 10 ist nach aussen von einer metallischen Wand 11 abgegrenzt, die sich einerseits auf den Hohlkontakt 2 und andererseits auf ein mit dem elektrischen Anschluss der Löschkammer verbundenes metallisches Anschlussstück 12 abstützt. Die Umlenkung 4 ist als ein Teil dieses Anschlussstückes 12 ausgebildet. Das Auspuffvolumen 10 weist ein Volumen V_3 auf. Von dem Auspuffvolumen 10 führt mindestens eine Öffnung 13, die einen Querschnitt A_3 aufweist, in ein mit Kaltgas gefülltes Löschkammervolumen 14. Die mindestens eine Öffnung 13 ist gegenüber der mindestens einen Öffnung 9 axial versetzt angeordnet. Das Löschkammervolumen 14 wird, wenn die Löschkammer beispielsweise für Freiluftaufstellung vorgesehen ist, nach aussen hin durch einen Löschkammerisolator 15 druckdicht abgeschlossen.

[0021] In der Regel wird der Hohlkontakt 2 zusammen mit dem Anschlussstück 12 beim Ausschalten des Leistungsschalters in Richtung des Pfeils 3 nach links bewegt. Das Zwischenvolumen 7 und das Auspuffvolumen 10 sind im Innern des Löschkammerisolators 15 stationär angeordnet. In der Fig. 1 ist beispielsweise die Ausschaltstellung des Hohlkontaktes 2 dargestellt. Es ist aber durchaus möglich, dass das Zwischenvolumen 7 mit dem Hohlkontakt 2 und dem Anschlussstück 12 eine gemeinsame Baugruppe bildet, sodass beim Ausschalten das Zwischenvolumen 7 mit dem Hohlkontakt 2 zusammen durch das stationär angeordnete Auspuffvolumen 10 bewegt wird. Ferner ist möglich, dass das Auspuffvolumen 10 mit dem Zwischenvolumen 7, dem Hohlkontakt 2 und dem Anschlussstück 12 zu einer gemeinsamen Baugruppe zusammengefasst wird, die sich beim Ausschalten als Ganzes durch das Löschkammervolumen 14 nach links bewegt.

[0022] Bei dieser ersten Ausführungsform der Löschkammer wird die Gasströmung, deren Energie vor der Umlenkung 4, bedingt durch die Länge des Hohlkontaktes 2, etwas reduziert ist, durch das Umlenken in radialer Richtung und das Verwirbeln im Zwischenvolumen 7 wieder etwas energetisch aufgeladen. In der Fig. 3 deutet ein Pfeil 19 die Gasströmung und deren Aufprall auf die Wand 8 des Zwischenvolumens 7 an. Zwei von der Aufprallstelle wegführende kleine Pfeile 20 deuten das Verwirbeln der Gasströmung an. Dieser Aufprall und die diesem folgende Verwirbelung bewirken einen besonders guten Wärmeübergang auf die Wand 8, wodurch das Volumen des wirbelnden Gases vorteilhaft reduziert wird. Zwischen dem Druck im Endteil des Hohlkontaktes 2 und dem Druck im Zwischenvolumen 7 baut sich in der Regel bei Kurzschlussabschaltungen eine Druckdifferenz im Bereich von etwa 0,4 bis 1 bar auf, wobei der Druck im Zwischenvolumen 7 der grössere ist. Nach einer vergleichsweise kurzen Verweilzeit im Zwischenvolumen 7 strömt das immer noch ziemlich heisse Gas durch die mindestens eine Öffnung 9 aus in das Auspuffvolumen 10.

[0023] Dieses Ausströmen erfolgt in radialer Richtung. Der so entstandene Gasstrahl trifft auf die hier als metallische Wand 11 ausgeführte Wand des Auspuffvolumens 10 auf und wird durch diese unter einer intensiven Wirbelbildung abgelenkt. In der Fig. 3 deutet ein Pfeil 21 die Gasströmung und deren Aufprall auf die Wand 11 des Auspuffvolumens 10 an. Zwei von der Aufprallstelle wegführende kleine Pfeile 22 deuten das Verwirbeln des Gasstrahls an. Diese Wirbelbildung bewirkt einen besonders guten Wärmeübergang auf die Wand 11, wodurch das Volumen des wirbelnden Gases vorteilhaft reduziert wird. Das ziemlich abgekühlte Gas strömt nun zu der axial versetzten Öffnung 13 in der Wand 11. Diese Strömung verläuft spiralförmig um die Längsachse 1 herum, wobei dem Gas weiter Wärme entzogen wird. Aus dieser Öffnung 13 strömt dann das gekühlte Gas in das Löschkammervolumen 14 aus, es steht dann für weitere Schaltvorgänge zur Verfügung.

[0024] Erfindungsgemäß wird eine besonders gute Kühlung des strömenden heissen Gases erreicht, wenn bei dieser ersten Ausführung des Leistungsschalters die folgenden Verhältnisse eingehalten werden:

$$V_1/A_1 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m}$$

$$V_2/A_2 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m}$$

$$V_3/A_3 = (1,0 \text{ bis } 2,5) \text{ m.}$$

Dabei werden beispielsweise die Volumina $V_{1,2,3}$ in Kubikmetern gemessen und die Querschnitte $A_{1,2,3}$ in Quadratmetern.

[0025] Eine besonders gute Leistungssteigerung einer ersten Ausführungsform eines Leistungsschalters wurde erreicht mit folgender Ausgestaltung des Auspuffbereichs:

Das Volumen V_1 innerhalb des Hohlkontaktes 2 wurde mit 0,33 Litern und der Querschnitt A_1 der ersten Öffnung mit 1850 Quadratmillimetern ausgeführt. Das Volumen V_2 des Zwischenvolumens 7 wurde mit 0,7 Litern und der Querschnitt A_2 der dritten Öffnung 9 mit 3800 Quadratmillimetern ausgeführt. Das Volumen V_3 des Auspuffvolumens 10 wurde mit 8 Litern und der Querschnitt A_3 der zweiten Öffnung 13 mit 4000 Quadratmillimetern ausgeführt.

[0026] Die Figur 2 zeigt einen stark vereinfacht und schematisch dargestellten Teilschnitt durch den Auspuffbereich einer Löschkammer einer zweiten Ausführungsform eines Leistungsschalters. Diese zweite Ausführungsform der Löschkammer ist ebenfalls in der Regel rotationssymmetrisch aufgebaut und entspricht der ersten Ausführungsform im wesentlichen. Hier wird jedoch ein zweites Zusatzvolumen 16 vorgesehen, welches ein Volumen V_4 aufweist. Das Zusatzvolumen 16 wird von einer Wand 17 begrenzt, es umgibt das Zwischenvolumen 7 konzentrisch. Die Öffnung 9 in der Wand 8 des Zwischenvolumens 7 mündet in dieses Zusatzvolumen 16. Die Wand 17 ist vorzugsweise aus Metall, wie beispielsweise Stahl oder Kupfer, gefertigt, sie kann jedoch auch aus einem gut wärmeleitenden Kunststoff bestehen, wie er weiter vorne bereits beschrieben wurde. Die Wand 17 weist mindestens eine Öffnung 18 auf, die den Durchtritt der verwirbelten Gase in radialer Richtung in das konzentrisch angeordnete Auspuffvolumen 10 erlaubt. Die mindestens eine Öffnung 18 in der Wand 17 weist einen Querschnitt A_4 auf. Diese Öffnung 18 kann ebenfalls mit einer blendenartigen Abdeckung versehen werden, wie dies im Zusammenhang mit der Öffnung 9 beschrieben worden ist. In der Regel sind die Öffnungen 9 und 18, wie aus den Fig. 2 und 4 ersichtlich, axial ge-

geneinander versetzt, sodass die verwirbelten, in radialer Richtung strömenden Gase, nicht direkt durch die Öffnungen 18 weiter in das Auspuffvolumen 10 strömen können. Es ist jedoch auch vorstellbar, dass sich die Öffnungen 9 und 18 zumindest teilweise überlappen.

[0027] Das Zusatzvolumen 16 ist in der Fig. 2 nur in der oberen Zeichnungshälfte eingezeichnet. Es kann sich, wie in Fig. 2 dargestellt nur um einen Teil des Umfangs des Zwischenvolumens 7 erstrecken, oder, wie in Fig. 4 dargestellt, das gesamte Zwischenvolumen 7 konzentrisch umschliessen.

[0028] In der Regel wird auch bei dieser Ausführungsform der Hohlkontakt 2 zusammen mit dem Anschlussstück 12 beim Ausschalten des Leistungsschalters in Richtung des Pfeils 3 nach links bewegt. Das Zwischenvolumen 7, Zusatzvolumen 16 und das Auspuffvolumen 10 sind im Innern des Löschkammerisolators 15 stationär angeordnet. In der Fig. 2 ist beispielsweise die Ausschaltstellung des Hohlkontaktes 2 dargestellt. Es ist aber durchaus möglich, dass das Zwischenvolumen 7 und das Zusatzvolumen 16 mit dem Hohlkontakt 2 und dem Anschlussstück 12 eine gemeinsame Baugruppe bilden, sodass beim Ausschalten das Zwischenvolumen 7 und das Zusatzvolumen 16 mit dem Hohlkontakt 2 zusammen durch das stationär angeordnete Auspuffvolumen 10 bewegt wird. Ferner ist möglich, dass das Auspuffvolumen 10 mit dem Zwischenvolumen 7 und dem Zusatzvolumen 16, dem Hohlkontakt 2 und dem Anschlussstück 12 zu einer gemeinsamen Baugruppe zusammengefasst wird, die sich beim Ausschalten als Ganzes durch das Löschkammervolumen 14 nach links bewegt.

[0029] In der Fig. 4 deutet ein Pfeil 23 die Gasströmung aus dem Zwischenvolumen 7 und deren Aufprall auf die Wand 17 des Zusatzvolumens 16 an. Zwei von der Aufprallstelle wegführende kleine Pfeile 24 deuten das Verwirbeln des Gasstrahls an. Diese intensive Wirbelbildung bewirkt einen besonders guten Wärmeübergang auf die Wand 17, wodurch das Volumen des wirbelnden Gases vorteilhaft reduziert wird. Aus dem Zusatzvolumen 16 strömt das verwirbelte Gas dann durch die Öffnungen 18 in das Auspuffvolumen 10, wie der Pfeil 21 andeutet. Hier erfolgt dann nochmals ein Aufprall des Gasstrahls verbunden mit einer intensiven Verwirbelung, wie bereits beschrieben. Bei dieser zweiten Ausführungsvariante des Leistungsschalters wird das heiße Gas besonders gut gekühlt, da ein weiterer Aufprall des Gases auf die zusätzliche Wand 17 und damit verbunden eine noch bessere Kühlwirkung als bei der ersten Ausführungsvariante vorgesehen ist.

[0030] Die Wirkungsweise der zweiten Ausführungsform entspricht im wesentlichen der der ersten Ausführungsform, wobei hier jedoch der aus dem Zwischenvolumen 7 in radialer Richtung ausströmende Gasstrahl auf die Wand 17 des Zusatzvolumens 16 auftrifft und durch diese unter einer intensiven Wirbelbildung abgelenkt wird. Diese Wirbelbildung bewirkt einen besonders guten Wärmeübergang auf die Wand 17, wodurch das Volumen des wirbelnden Gases nochmals vorteilhaft re-

duziert wird. Nach einer vergleichsweise kurzen Verweilzeit im Zusatzvolumen 16 strömt das Gas durch die mindestens eine Öffnung 18 aus in das Auspuffvolumen 10. Dieses Ausströmen erfolgt in radialer Richtung. Der so entstandene Gasstrahl trifft auf die Wand 11 des Auspuffvolumens 10 auf und wird durch diese unter einer intensiven Wirbelbildung abgelenkt. Diese Wirbelbildung bewirkt, wie bereits beschrieben, einen besonders guten Wärmeübergang auf die Wand 11, wodurch das Volumen des wirbelnden Gases nochmals vorteilhaft reduziert wird. Das abgekühlte Gas strömt nun zu der axial versetzten Öffnung 13 in der Wand 11. Diese Strömung verläuft innerhalb des Auspuffvolumens 10 spiralförmig um die Längsachse 1 herum, wobei dem Gasweiterwärme entzogen wird. Aus dieser Öffnung 13 strömt das gekühlte Gas in das Löschkammervolumen 14 aus, es steht dann für weitere Schaltvorgänge zur Verfügung.

[0031] Eine besonders gute Kühlung des strömenden heißen Gases wird erreicht, wenn bei dieser zweiten Ausführung die folgenden Verhältnisse eingehalten werden:

$$V_1/A_1 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m}$$

$$V_2/A_2 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m}$$

$$V_3/A_3 = (1,0 \text{ bis } 2,5) \text{ m},$$

und

$$V_3/A_3 \geq V_4/A_4 \geq V_2/A_2 .$$

Dabei werden beispielsweise die Volumina $V_{1,2,3,4}$ in Kubikmetern gemessen und die Querschnitte $A_{1,2,3,4}$ in Quadratmetern.

[0032] Die Fig. 5 zeigt einen stark vereinfacht und schematisch dargestellten Teilschnitt durch den Auspuffbereich einer Löschkammer einer dritten Ausführungsform eines Leistungsschalters. Diese dritte Ausführungsform der Löschkammer ist ebenfalls rotationssymmetrisch zur Längsachse 1 aufgebaut und entspricht der ersten Ausführungsform im wesentlichen. Die stichpunktierete Linie 25 deutet die Aussenkontur des Hohlkontaktes 2 an, wobei die Öffnungen zwischen dem Inneren des Hohlkontaktes 2 und dem Zwischenvolumen 7 nicht dargestellt sind. Diese dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform durch die Ausbildung der Öffnung 9. Es ist hier beispielsweise vorgesehen, die Öffnungen 9 mittels einer lochblechartig ausgebildeten Blende, die miteinander Vielzahl von Öffnungen 9a, 9b, usw. versehen ist, zu verschliessen, um so eine Vielzahl von radial gerichteten Gasstrahlen zu erreichen. Diese Gasstrahlen prallen dann auf die Wand 11 auf und

verwirbeln sich an einer Vielzahl von Aufprallstellen, so dass dort eine besonders intensive Kühlung des heissen Gases und damit verbunden eine besonders wirksame Volumenreduzierung des Gases erfolgt.

[0033] Der Querschnitt A_2 der Öffnung 9 der ersten Ausführungsform ist hier auf eine Vielzahl kreisrunder Bohrungen 9a,9b, usw. verteilt. Es sind natürlich auch andere Ausgestaltungen der Öffnungen der lochblechartigen Blende vorstellbar. Die Bohrungen 9a,9b, usw. weisen hier, wie den Fig. 5 und 6 zu entnehmen ist, einen einheitlichen Durchmesser D auf. Es ist jedoch auch möglich, unterschiedliche Durchmesser D für die einzelnen Bohrungen 9a,9b, usw. vorzusehen. Die Bohrungen 9a,9b, usw. weisen hier in axialer Richtung beispielsweise einen Mittenabstand S auf. Es ist jedoch auch möglich, unterschiedliche Mittenabstände S vorzusehen. Die Bohrungen 9a,9b, usw. sind in der Regel zylindrisch ausgeführt und weisen zylindrische Seitenwände 26 auf. Zwischen der Aussenseite der Wand 8 des Zwischenvolumens 7 und der Innenseite der gegenüber liegenden Wand 11 des Auspuffvolumens 10 ist ein Abstand H vorgesehen. Entscheidend für den Wirkungsgrad der Abkühlung des durch die Bohrungen 9a,9b, usw. strömenden heissen Gases ist das Verhältnis H/D. Es wird bei derartigen Leistungsschaltern im Normalfall ein Wert von H/D im Bereich von 5 bis etwa 1,5 angestrebt. Als besonders günstig hat sich ein Wert von H/D = 2 erwiesen.

[0034] Für die Dimensionierung des axialen Mittenabstands S zwischen den Bohrungen 9a,9b, usw. mit dem einheitlichen Durchmesser D hat sich folgende Beziehung als besonders günstig erwiesen:

$$S = 1,4 \cdot H.$$

Der Mittenabstand zwischen den Bohrungen 9a,9b, usw. und einer weiteren, am Umfang verschobenen Reihe Bohrungen wird so bestimmt, dass sich die Aufprallpunkte derdurch die Bohrungen strömenden Gasstrahlen auf der jeweils gegenüberliegenden Wand im für die betreffende Anordnung optimalen Abstand S befinden. Wenn dieser Abstand S nicht unterschritten wird, so ist sichergestellt, dass sich die um die Aufprallpunkte sich ausbildenden Verwirbelungen nicht gegenseitig negativ beeinflussen, sodass auf alle Fälle eine wirksame Abkühlung der Gase gewährleistet ist.

[0035] Soll die Abschaltleistung des Leistungsschalters weiter gesteigert werden, so können auch die Bohrungen 9a,9b, usw. bezüglich Form, Grösse, Anordnung und Anzahl optimal ausgestaltet und auf die jeweiligen Betriebsanforderungen abgestimmt werden. Eine besonders gute Kühlleistung wird erreicht, wenn, wie in der Fig. 5 bei der Bohrung 9c dargestellt, die Seitenwand 27 abgeschrägt ausgeführt wird, wobei sich die Bohrung 9c in Strömungsrichtung der heissen Gase erweitert. Eine Abschrägung unter 45° Neigung gegenüber der Mittelachse der jeweiligen Bohrung hat hierbei sich als beson-

ders wirkungsvoll herausgestellt.

[0036] Diese Bauart gemäss der beschriebenen dritten Ausführungsform kann auch zur Modifikation der zweiten Ausführungsform des Leistungsschalters eingesetzt werden, und zwar kann bei dieser sowohl die Wand 8 als auch die Wand 17 samt ihrem konstruktiven Umfeld entsprechend mit Bohrungen ausgestaltet werden. Es ist aber auch möglich, nur eine der beiden Wände 8 oder 17 entsprechend auszugestalten.

[0037] Die hier bis jetzt beschriebenen Ausführungsvarianten sind prinzipiell rotationssymmetrisch aufgebaut. Wenn es die verfügbaren Platzverhältnisse erfordern, kann jedoch ohne weiteres von der rotationssymmetrischen Ausbildung abgewichen werden und beispielsweise bei der ersten Ausführungsvariante das Zwischenvolumen 7 als separate Baugruppe ausgebildet werden, die ganz oder teilweise von der Rotationssymmetrie abweichend angeordnet ist. Bei der zweiten Ausführungsvariante des Leistungsschalters kann beispielsweise das Zusatzvolumen 16 als separate, ganz oder teilweise ausserhalb der Rotationssymmetrie liegende Baugruppe ausgebildet werden. Bei dieser zweiten Ausführungsvariante ist es aber auch möglich, sowohl das Zwischenvolumen 7 als auch das Zusatzvolumen 16 als separate Baugruppen ausgebildet werden, die von der Rotationssymmetrie abweichen. Allerdings ist bei allen diesen Varianten darauf zu achten, dass die weiter vorne beschriebenen Verhältnisse zwischen den einzelnen Volumina $V_{1,2,3,4}$ und den Querschnitten $A_{1,2,3,4}$ der Öffnungen 6,9 und 18 zwischen den entsprechenden Volumina eingehalten werden.

[0038] Die Querschnitte der Öffnungen 6,9 und 18 zwischen den entsprechenden Volumina können auf sehr unterschiedliche Art gestaltet werden. Hier sind nur einige wenige Ausführungsbeispiele angegeben. Ebenso lässt die Anordnung dieser Öffnungen eine Vielzahl von Varianten zu. Wenn zum Beispiel die Löschkammer liegend betrieben wird, so können diese Öffnungen überwiegend im oberen Teil des Auspuffbereichs angeordnet werden, um zu erreichen, dass feste Schaltrückstände sich im unteren Teil des jeweiligen Volumens ablagern, wo sie unschädlich sind.

[0039] Die bisher beschriebenen Ausführungsvarianten des Leistungsschalters weisen jeweils nur ein Leistungskontaktstück pro Löschkammer auf, welches als rohrförmiger Hohlkontakt 2 ausgebildet ist. Soll eine weitere Leistungserhöhung des Leistungsschalters erzielt werden, so wird auch die geometrische Ausbildung der Auspuffregion des dem ersten Hohlkontakt 2 gegenüberliegenden zweiten Leistungskontaktstücks ähnlich ausgeführt, wie die bereits beschriebenen Ausführungen, sodass auch auf dem Weg der auf der Seite des zweiten Leistungskontaktstücks vom Lichtbogenraum in Richtung Auspuffvolumen 10 abgeführten heissen Gase eine ähnlich wirksame radiale Umlenkung und mindestens ein erfindungsgemässes Zwischenvolumen angeordnet werden können. Werden die oben angegebenen geometrischen Verhältnisse auch auf dieser Seite beachtet, so

erhält man auch hier eine ähnlich wirksame Kühlung der heissen Gase und damit verbunden eine weitere vorteilhafte Reduktion des Gasvolumens. Ein Leistungsschalter, dessen Löschkammer bzw. Löschkammern beidseitig mit dieser verbesserten Führung und Kühlung der heissen Gase versehen sind, weist eine deutlich höhere Abschaltleistung auf, als ein herkömmlicher Leistungsschalter mit den gleichen Abmessungen.

[0040] Bei herkömmlichen Leistungsschaltern, die schon in Schaltanlagen im Einsatz stehen, ist es möglich bei Revisionen, wenn der geometrische Aufbau dies mit vernünftigem Aufwand zulässt, im Auspuffbereich in die Abströmung der heissen Gase in das Auspuffvolumen ein zusätzliches Zwischenvolumen nachträglich einzubauen. Auf diese Art ist mit vergleichsweise geringem Aufwand eine Erhöhung der Ausschaltleistung zu erreichen. Das erhöhte Leistungsschaltvermögen der so modifizierten Leistungsschalter erlaubt es, die Übertragungsleistung eines bestehenden Hochspannungsnetzes mit vorteilhaft geringem Aufwand zu steigern, da die Investitionen für neue Leistungsschalter entfallen. Da die grosse Mehrheit der herkömmlichen Löschkammern radialsymmetrisch aufgebaut ist, dürfte ein derartiges Nachrüsten, bzw. ein derartiges nachträgliches Ertüchtigen eines Leistungsschalter vergleichsweise einfach und mit vertretbarem Kostenaufwand vorteilhaft möglich sein.

BEZEICHNUNGSLISTE

[0041]

1	Längsachse
2	Hohlkontakt
3	Pfeil
4	Umlenkung
5	Pfeil
6	Öffnungen
7	Zwischenvolumen
8	Wand
9	Öffnung
9a,9b,usw.	Bohrungen
10	Auspuffvolumen
11	Wand
12	Anschlussstück
13	Öffnung
14	Löschkammervolumen
15	Löschkammerisolator
16	Zusatzvolumen
17	Wand
18	Öffnung
19-24	Pfeile
25	stichpunktierter Linie
26,27	Seitenwand
V _{1,2,3,4}	Volumina
A _{1,2,3,4}	Querschnitte
H	Abstand
S	Mittenabstand

D

Durchmesser

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung von heissen Gasen (3, 5) in einem Leistungsschalter, welcher mindestens eine mit einem Isoliergas gefüllte, entlang einer Längsachse (1) erstreckte und einen Lichtbogenraum enthaltende Löschkammer mit mindestens zwei Leistungskontaktsocken aufweist, wobei mindestens eines der Leistungskontaktstücke als beweglicher oder feststehender rohrförmiger Hohlkontakt (2) ausgebildet ist, welcher für die Ableitung von heissen Gasen (3, 5) aus dem Lichtbogenraum in ein Auspuffvolumen (10) vorgesehen ist, welches durch eine das Auspuffvolumen (10) begrenzende Wand (11) eingeschlossen ist und durch mindestens eine zweite Öffnung (13) mit einem Löschkammervolumen (14) verbunden ist, wobei zwischen dem Hohlkontakt (2) und dem Auspuffvolumen (10) mindestens ein Zwischenvolumen (7, 16) vorhanden ist, das durch eine Wand (8, 17) eingeschlossen ist und durch mindestens eine radial ausgerichtete Öffnung (9, 18) mit dem Auspuffvolumen (10) verbunden ist, wobei

- a) der Leistungsschalter mit einer auf der dem Lichtbogenraum abgewandten Seite des Hohlkontaktes (2) angeordneten, mit mindestens einer ersten Öffnung (6) des Hohlkontaktes (2) zusammenwirkenden Umlenkung (4) für das radiale Umlenken der heissen Gase (3, 5) in das Auspuffvolumen (10) versehen ist,
- b) durch das Aufströmen in radialer Richtung der so entstandene Gasstrahl (19, 21, 23) auf die Wand (8, 17) des Zwischenvolumens (7, 16) trifft und durch diese unter intensiver Wirbelbildung abgelenkt wird und
- c) durch die Wirbelbildung ein besonders guter Wärmeübergang auf die Wand (8, 17) des Zwischenvolumens (7, 16) bewirkt wird und das Volumen des wirbelnden Gases (20,22,24) reduziert wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die folgenden Verhältnisse eingehalten werden:

$$V_1/A_1 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m,}$$

$$V_2/A_2 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m,}$$

$$V_3/A_3 = (1,0 \text{ bis } 2,5) \text{ m,}$$

wobei V_1 das Volumen innerhalb des Hohlkontaktes (2) und A_1 der Querschnitt der ersten Öff-

nung (6) des Hohlkontakts (2) ist, V_2 das Volumen des Zwischen Volumens (7) und A_2 der Querschnitt einer oder der dritten Öffnung (9) ist, welche das Zwischen Volumen (7) mit dem Auspuffvolumen (10) verbindet, und V_3 das Volumen des Auspuffvolumens (10) und A_3 der Querschnitt der zweiten Öffnung (13) ist.

2. Das Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die mindestens eine erste Öffnung (6) und mindestens eine dritte, radiale Öffnung (9) in der Wand (8) des Zwischen Volumens (7) gegeneinanderversetzt angeordnet sind, so dass die verwirbelten, in radialer Richtung strömenden Gase (19, 21, 23) nicht direkt durch die dritten Öffnungen (9) weiter in das Auspuffvolumen (10) strömen können, und
- b) insbesondere daß mindestens eine dritte, radiale Öffnung (9) ganz oder teilweise deckungsgleich mit einer der ersten Öffnungen (6) angeordnet ist, so dass eine direkte teilweise oder vollständige Durchströmung von der ersten Öffnung (8) her in das Auspuffvolumen (10) gewährleistet ist.

3. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1-2, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) zwischen dem Druck im Endteil des Hohlkontakts (2) und dem Druck im Zwischen Volumen (7) eine Druckdifferenz aufgebaut wird, wobei der Druck im Zwischen Volumen (7) der grössere ist und
- b) zwischen dem Druck im Endteil des Hohlkontakts (2) und dem Druck im Zwischen Volumen (7) für Kurzschlussabschaltungen eine Druckdifferenz im Bereich von 0,4 bis 1 bar aufgebaut wird.

4. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 13, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die Wand (8, 17) des Zwischen Volumens (7) oder eines Zusatzvolumens (16) aus einem wärmeleitenden Material, insbesondere aus Metall, oder aus einem Kunststoff besteht, der neben guten Wärmeleiteneigenschaften die Eigenschaft aufweist, beim Auftreffen der heissen Gase geringfügig zu verdampfen, wodurch den Gasen Wärmeenergie entzogen wird und
- b) insbesondere dass in dem verdampften Kunststoff dissoziierende und/oder elektronegative Gase enthalten sind.

5. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die Gasströmung (23) aus dem Zwischen Volumen (7) in radialer Richtung in ein zweites, als Zusatzvolumen (16) bezeichnetes Zwischen Volumen strömt, auf die Wand (17) des Zusatz Volumens (16) auftrifft und durch diese unter einer intensiven Wirbelbildung abgelenkt wird, wobei
- b) durch den an der Aufprallstelle verwirbelten Gasstrahl (24) ein besonders guter Wärmeübergang auf die Wand (17) des Zusatz Volumens (16) bewirkt wird und das Volumen des wirbelnden Gases (24) reduziert wird und
- c) das Gas nach einer Verweilzeit im Zusatz Volumen (16) durch mindestens eine vierte, radial ausgerichtete Öffnung (18) in der Wand (17) des Zusatz Volumens (16) in das Auspuffvolumen (10) strömt, wobei
- d) dieses Ausströmen in radialer Richtung erfolgt und der so entstandene Gasstrahl (21) auf die Wand (11) des Auspuff Volumens (10) auftrifft, durch diese unter einer intensiven Wirbelbildung abgelenkt wird und durch den an der Aufprallstelle verwirbelten Gasstrahl (22) ein besonders guter Wärmeübergang auf die Wand (11) des Auspuff Volumens (10) bewirkt wird und das Volumen des wirbelnden Gases (22) reduziert wird.

6. Das Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die mindestens eine vierte Öffnung (18) in der Wand (17) des Zusatz Volumens (7) gegenüber der mindestens einen dritten Öffnung (9) in der Wand (8) des Zwischen Volumens (7) am Umfang und/oder in axialer Richtung so versetzt ist, dass ein radial gerichtetes, geradliniges Durchströmen der heissen Gase (19, 21, 23) durch das Zusatz Volumen (16) nicht möglich ist, oder
- b) die mindestens eine vierte Öffnung (18) in der Wand (17) des Zusatz Volumens (7) gegenüber der mindestens einen dritten Öffnung (9) in der Wand (8) des Zwischen Volumens (7) so angeordnet ist, dass zumindest für einen Teil der heissen Gase (19, 21, 23) ein radial gerichtetes, geradliniges Durchströmen durch das Zusatz Volumen (16) möglich ist.

7. Das Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Austritt aus einem Zwischen Volumen (7, 16) an der mindestens einen Öffnung (9, 18) zum Auspuff Volumen (10) oder zu einem zweiten, als Zusatz Volumen (16) bezeichneten Zwischen Volumen mittels einer lochblechartigen Blende, die mit einer Vielzahl von Bohrungen (9a, 9b, 9c) versehen ist, eine Vielzahl von radial gerichteten Gasstrahlen erzeugt wird, die auf die Wand (11, 17) des Auspuff Volumens (10) oder des Zusatz Volumens (16) aufprallen und sich

an einer Vielzahl von Aufprallstellen verwirbeln, so dass dort eine besonders intensive Kühlung des heissen Gases und damit verbunden eine besonders wirksame Volumenreduzierung des Gases erfolgt.

8. Das Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein axialer Mittenabstand zwischen den Bohrungen (9a, 9b, 9c) und einer weiteren, am Umfang verschobenen Reihe Bohrungen so bestimmt wird, dass sich die Aufprallpunkte der durch die Bohrungen strömenden Gasstrahlen auf der jeweils gegenüberliegenden Wand allseitig einen Abstand S haben, so dass sichergestellt ist, wenn dieser Abstand S nicht unterschritten wird, dass sich die um die Aufprallpunkte ausbildenden Verwirbelungen nicht gegenseitig negativ beeinflussen und eine wirksame Abkühlung der Gase gewährleistet ist.
9. Das Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein senkrechter Abstand H zwischen der Aussenseite der Wand (8, 17) des Zwischenvolumens (7) oder Zusatzvolumens (16) und der Innenseite der dieser gegenüberliegenden Wand (11) des Auspuffvolumens (10) vorgesehen ist, die Bohrungen (9a, 9b, 9c) jeweils einen Durchmesser D aufweisen, und ein Verhältnis H/D im Bereich von 5 bis 1,5, insbesondere H/D = 2, gewählt ist.
10. Das Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein axialer Mittenabstand S zwischen den Bohrungen (9a, 9b, 9c) mit einem einheitlichen Durchmesser D die Beziehung $S = 1,4 \cdot H$ erfüllt, wobei H ein senkrechter Abstand zwischen der Aussenseite der Wand (8, 17) des Zwischenvolumens (7) oder Zusatzvolumens (16) und der Innenseite der dieser gegenüberliegenden Wand (11) des Auspuffvolumens (10) ist.
11. Das Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das abgekühlte Gas zu einer zweiten, radial ausgerichteten, axial versetzten Öffnung (13) in der Wand (11) des Auspuffvolumens (10) strömt und diese Strömung spiralförmig um eine Längsachse 1 der Löschkammerherum verläuft, wobei dem Gas weiter Wärme entzogen wird.
12. Das Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auspuffregion des zweiten Leistungskontaktstücks, das dem ersten Hohlkontakt (2) gegenüberliegt, derart ausgebildet ist, dass auf dem Weg der heissen Gase, die auf der Seite des zweiten Leistungskontaktstücks vom Lichtbogenraum in Richtung des Auspuffvolumens (10) abgeführt werden, eine radiale Umlenkung und mindestens ein Zwischenvolumen

vorhanden sind, so dass der Leistungsschalter eine beidseitig verbesserte Führung und Kühlung der heissen Gase und eine höhere Abschaltleistung bei gleichen Abmessungen aufweist.

13. Leistungsschalter, welcher mindestens eine mit einem Isoliergas gefüllte, entlang einer Längsachse (1) erstreckte und einen Lichtbogenraum enthaltende Löschkammer mit mindestens zwei Leistungskontaktstücken aufweist, wobei mindestens eines der Leistungskontaktstücke als beweglicher oder feststehender rohrförmiger Hohlkontakt (2) ausgebildet ist, welcher für die Ableitung von heissen Gasen (3, 5) aus dem Lichtbogenraum in ein Auspuffvolumen (10) vorgesehen ist, welches durch eine das Auspuffvolumen (10) begrenzende Wand (11) eingeschlossen ist und durch mindestens eine zweite Öffnung (13) mit einem Löschkammervolumen (14) verbunden ist, wobei zwischen dem Hohlkontakt (2) und dem Auspuffvolumen (10) mindestens ein Zwischenvolumen (7, 16) vorhanden ist das durch eine Wand (8, 17) eingeschlossen ist und durch mindestens eine radial ausgerichtete Öffnung, (9, 18) mit dem Auspuffvolumen (10) verbunden ist, wobei

- a) der Leistungsschalter mit einer auf der dem Lichtbogenraum abgewandten Seite des Hohlkontaktes (2) angeordneten, mit mindestens einer ersten Öffnung (6) des Hohlkontaktes (2) zusammenwirkenden Umlenkung (4) für das radiale Umlenken der heissen Gase (3, 5) in das Auspuffvolumen (10) versehen ist,
- b) die Wand (8, 17) des Zwischenvolumens (7, 16) eine Aufprallstelle zur Verwirbelung der in radialer Richtung strömenden Gasströmung (19, 21, 23) aufweist, und
- c) durch die Verwirbelung ein besonders guter Wärmeübergang auf die Wand (8, 17) des Zwischenvolumens (7, 16) bewirkt wird und dadurch das Volumen des wirbelnden Gases (20, 22, 24) reduziert wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die folgenden Verhältnisse gelten:

$$V_1/A_1 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m,}$$

$$V_2/A_2 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m,}$$

$$V_3/A_3 = (1,0 \text{ bis } 2,5) \text{ m,}$$

wobei V_1 das Volumen innerhalb des Hohlkontaktes (2) und A_1 der Querschnitt der ersten Öffnung (6) des Hohlkontaktes (2) ist, V_2 das Volumen des Zwischenvolumens (7) und A_2 der

Querschnitt einer dritten, radial ausgerichteten Öffnung (9) ist, welche das Zwischenvolumen (7) mit dem Auspuffvolumen (10) verbindet, und V_3 das Volumen des Auspuffvolumens (10) und A_3 der Querschnitt der zweiten Öffnung (13) ist, und insbesondere dass $V_1 = 0,33$ Liter, $A_1 = 1850$ Quadratmillimeter, $V_2 = 0,7$ Liter, $A_2 = 3800$ Quadratmillimeter, $V_3 = 8$ Liter und $A_3 = 4000$ Quadratmillimeter beträgt.

14. Leistungsschalter nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass

a) die mindestens eine erste Öffnung (6) und mindestens eine dritte, radiale Öffnung (9) in der Wand (8) des Zwischenvolumens (7) gegeneinander versetzt angeordnet sind, so dass die verwirbelten, in radialer Richtung strömenden Gase (19, 21, 23) nicht direkt durch die dritten Öffnungen (9) weiter in das Auspuffvolumen (10) strömen können, und
b) insbesondere daß mindestens eine dritte, radiale Öffnung (9) ganz oder teilweise deckungsgleich mit einer der ersten Öffnungen (6) angeordnet ist, so dass eine direkte teilweise oder vollständige Durchströmung von der ersten Öffnung (6) her in das Auspuffvolumen (10) gewährleistet ist.

15. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 13-14, dadurch gekennzeichnet, dass

a) zwischen dem Druck in Endteil des Hohlkontakts (2) und dem Druck im Zwischenvolumen (7) eine Druckdifferenz aufgebaut wird, wobei der Druck im Zwischenvolumen (7) der grössere ist und
b) zwischen dem Druck in Endteil des Hohlkontakts (2) und dem Druck im Zwischenvolumen (7) für Kurzschlussabschaltungen eine Druckdifferenz im Bereich von 0,4 bis 1 bar aufgebaut wird.

16. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 13-15, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Umlenken in radialer Richtung und das Verwirbeln im ersten Zwischenvolumen (7) die Gasströmung energetisch aufgeladen wird.

17. Leistungsschalter nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass

a) die Umlenkung (4) kegelförmig ausgebildet ist und/oder
b) die Umlenkung (4) mit einem Anschlussstück (12) der Löschkammer verbunden ist.

18. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 13-17,

dadurch gekennzeichnet, dass

a) die zweite Öffnung (13) in der Wand (11) des Auspuffvolumens (10) radial ausgerichtet und axial versetzt zur mindestens einen radialen Öffnung (9, 18) in das Auspuffvolumen (10) ist und
b) die Strömung des abgekühlte Gases zur zweiten Öffnung (13) hin innerhalb des Auspuffvolumens (10) spiralförmig um eine Längsachse 1 der Löschkammer herum verläuft, wobei dem Gas weiter Wärme entzogen wird.

19. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 13-18, dadurch gekennzeichnet, dass

a) mindestens ein zweites, als Zusatzvolumen (16) bezeichnetes, Zwischenvolumen zwischen dem ersten Zwischenvolumen (7) und dem Auspuffvolumen (10) vorhanden ist, welches Zusatzvolumen (16) von der Wand (8) des Zwischenvolumens (7) gegen das Zwischenvolumen (7) und von einer Wand (17) des Zusatzvolumens (16) gegen das Auspuffvolumen (10) begrenzt ist, wobei die Wand (17) des Zusatzvolumens (16) eine vierte Öffnung (18) aufweist, welche das Zusatzvolumen (16) mit dem Auspuffvolumen (10) verbindet und
b) die Wand (17) des Zusatzvolumens (16) eine Aufprallstelle zur Verwirbelung der Gasströmung (23) aufweist, durch die Verwirbelung ein besonders guter Wärmeübergang auf die Wand (17) des Zusatzvolumens (16) bewirkt wird und dadurch das Volumen des wirbelnden Gases (24) reduziert wird.

20. Leistungsschalter nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass

a) die mindestens eine vierte Öffnung (18) in der Wand (17) des Zusatzvolumens (7) gegenüber der mindestens einen dritten Öffnung (9) in der Wand (8) des Zwischenvolumens (7) am Umfang und/oder in axialer Richtung so versetzt ist, dass ein radial gerichtetes, geradliniges Durchströmen der heissen Gase (19, 21, 23) durch das Zusatzvolumen (16) nicht möglich ist, oder
b) die mindestens eine vierte Öffnung (18) in der Wand (17) des Zusatzvolumens (7) gegenüber der mindestens einen dritten Öffnung (9) in der Wand (8) des Zwischenvolumens (7) so angeordnet ist, dass zumindest für einen Teil der heissen Gase (19, 21, 23) ein radial gerichtetes, geradliniges Durchströmen durch das Zusatzvolumen (16) möglich ist.

21. Leistungsschalter nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die folgenden Verhältnisse gelten:

$$V_1/A_1 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m,}$$

$$V_2/A_2 = (0,1 \text{ bis } 0,5) \text{ m,}$$

$$V_3/A_3 = (1,0 \text{ bis } 2,5) \text{ m,}$$

$$V_3/A_3 \geq V_4/A_4 \geq V_2/A_2,$$

wobei V_1 das Volumen innerhalb des Hohlkontaktes (2) und A_1 der Querschnitt der ersten Öffnung (6) des Hohlkontaktes (2) ist, V_2 das Volumen des Zwischenvolumens (7) und A_2 der Querschnitt einer dritten Öffnung (9) ist, welche das Zwischenvolumen (7) mit dem Auspuffvolumen (10) verbindet, und V_3 das Volumen des Auspuffvolumens (10) und A_3 der Querschnitt der zweiten Öffnung (13) ist und V_4 das Volumen des Zusatzvolumens (16) und A_4 der Querschnitt der vierten Öffnung (18) in der Wand (17) des Zusatzvolumens (16) ist.

22. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 13-21, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) die Öffnungen (9, 18) zum Auspuffvolumen (10) oder zum Zusatzvolumen (16) mittels einer lochblechartigen Blende verschlossen sind,
b) die Blende mit einer Vielzahl von Bohrungen (9a, 9b, 9c) zur Erzeugung einer Vielzahl von radial gerichteten Gasstrahlen versehen ist und
c) die Wand (11, 17) des Auspuffvolumens (10) oder des Zusatzvolumens (16) eine Vielzahl von Aufprallstellen aufweist, so dass dort eine besonders intensive Kühlung des heißen Gases und damit verbunden eine besonders wirksame Volumenreduzierung des Gases erfolgt.

23. Leistungsschalter nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein axialer Mittenabstand zwischen den Bohrungen (9a, 9b, 9c) und einer weiteren, am Umfang verschobenen Reihe Bohrungen so bestimmt ist, dass sich die Aufprallpunkte der durch die Bohrungen strömenden Gasstrahlen auf der jeweils gegenüberliegenden Wand allseitig einen Abstand S haben, so dass sichergestellt ist, wenn dieser Abstand S nicht unterschritten ist, dass sich die um die Aufprallpunkte ausbildenden Verwirbelungen nicht gegenseitig negativ beeinflussen und eine wirksame Abkühlung der Gase gewährleistet ist.

24. Leistungsschalter nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein senkrechter Abstand H zwischen der Aussenseite der Wand (8, 17) des Zwischenvolumens (7) oder Zusatzvolumens (16) und

der Innenseite der dieser gegenüberliegenden Wand (11) des Auspuffvolumens (10) vorgesehen ist, die Bohrungen (9a, 9b, 9c) jeweils einen Durchmesser D aufweisen, und ein Verhältnis H/D im Bereich von 5 bis 1,5, insbesondere $H/D=2$, gewählt ist.

25. Leistungsschalter nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein axialer Mittenabstand S zwischen den Bohrungen (9a, 9b, 9c) mit einem einheitlichen Durchmesser D die Beziehung $S = 1,4 \cdot H$ erfüllt, wobei H ein senkrechter Abstand zwischen der Aussenseite der Wand (8, 17) des Zwischenvolumens (7) oder Zusatzvolumens (17) und der Innenseite der dieser gegenüberliegenden Wand (11) des Auspuffvolumens (10) ist.

26. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 13-25, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenvolumen (7) konzentrisch zum Hohlkontakt (2) angeordnet ist, und/oder das Zwischenvolumen (7) konzentrisch zu einer Umlenkung (4) angeordnet ist, und/oder das Zusatzvolumen (18) das Zwischenvolumen (7) konzentrisch umgibt oder sich nur um einen Teil des Umfangs des Zwischenvolumens (7) erstreckt, und/oder das Auspuffvolumen (10) konzentrisch angeordnet ist.

27. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 13-26, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) das mindestens eine Zwischenvolumen (7) fest im Auspuffvolumen (10) und dieses im Innern eines das Löschkammervolumen (14) begrenzenden Löschkammerisolators (15) stationär angeordnet ist, wobei der Hohlkontakt (2) zusammen mit einem Anschlussstück (12) relativ zu ihnen beweglich ist, oder
b) das mindestens eine Zwischenvolumen (7) fest mit dem Hohlkontakt (2) und mit dem Anschlussstück (12) verbunden ist und mit diesen zusammen durch das stationär angeordnete Auspuffvolumen (10) relativ zu diesem beweglich ist oder
c) das mindestens eine Zwischenvolumen (7) fest mit dem Hohlkontakt (2) und mit einem Anschlussstück (12) und dem Auspuffvolumen (10) verbunden ist und mit diesen zusammen durch das Löschkammervolumen (14) relativ zu diesem beweglich ist.

28. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 13-27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auspuffregion des zweiten Leistungskontaktstücks, das dem ersten Hohlkontakt (2) gegenüberliegt, derart ausgebildet ist, dass auf dem Weg der heißen Gase, die auf der Seite des zweiten Leistungskontaktstücks vom Lichtbogenraum in Richtung des Auspuffvolumens (10) abgeführt werden, eine radiale Umlenkung und

mindestens ein Zwischenvolumen vorhanden sind, so dass der Leistungsschalter eine beidseitig verbesserte Führung und Kühlung der heissen Gase und eine höhere Abschaltleistung bei gleichen Abmessungen aufweist.

29. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 13-28, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die Wand (8, 17) des Zwischenvolumens (7) oder eines Zusatzvolumens (16) aus einem wärmeleitenden Material, insbesondere aus Metall, oder aus einem Kunststoff besteht, der neben guten Wärmeleiteigenschaften die Eigenschaft aufweist, beim Auftreffen der heissen Gase geringfügig zu verdampfen, wodurch den Gasen Wärmeenergie entzogen wird und
- b) insbesondere dass in dem verdampften Kunststoff dissoziierende und/oder elektronegative Gase enthalten sind.

30. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 13-29, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) der Leistungsschalter als Freiluftschalter. Teil einer metallgekapselften gasisolierten Schaltanlage oder als Dead Tank Breaker ausgebildet ist, und/oder
- b) die Löschkammer des Leistungsschalters eine Selbstblaskammer, eine Selbstblaskammer mit mindestens einer zusätzlichen Kompressionskolbenanordnung oder ein Kompressionskolbenschalter ist, und/oder
- c) das mindestens eine Zwischenvolumen (7, 16) so ausgebildet ist, dass es nachträglich in bereits in Betrieb stehende Leistungsschalter einbaubar ist.

Claims

1. Method for cooling hot gases (3, 5) in a circuit breaker, which has at least one quenching chamber, which is filled with an insulating gas, extends along a longitudinal axis (1), contains an arc area and has at least two power contact pieces, with at least one of the power contact pieces being in the form of a movable or stationary tubular hollow contact (2), which is provided for dissipating hot gases (3, 5) from the arc area into an exhaust volume (10), which is enclosed by a wall (11) delimiting the exhaust volume (10) and is connected to a quenching chamber volume (14) by at least one second opening (13), with at least one intermediate volume (7, 16) being provided between the hollow contact (2) and the exhaust volume (10), which intermediate volume is enclosed by a wall (8, 17) and is connected to the exhaust volume (10) by at least one radially aligned opening

(9, 18), wherein

- a) the circuit breaker is provided with a deflection (4), which is arranged on that side of the hollow contact (2) which is remote from the arc area and interacts with at least one first opening (6) of the hollow contact (2), for the radial deflection of the hot gases (3, 5) into the exhaust volume (10),
- b) as a result of the outflow in the radial direction, the thus produced gas jet (19, 21, 23) hits the wall (8, 17) of the intermediate volume (7, 16) and is deflected thereby with intensive swirling, and
- c) as a result of the swirling, particularly good heat transfer to the wall (8, 17) of the intermediate volume (7, 16) is brought about, and the volume of the swirling gas (20, 22, 24) is reduced, **characterized in that** the following ratios are complied with:

$$V_1/A_1 = (0.1 \text{ to } 0.5) \text{ m,}$$

$$V_2/A_2 = (0.1 \text{ to } 0.5) \text{ m,}$$

$$V_3/A_3 = (1.0 \text{ to } 2.5) \text{ m,}$$

where V_1 is the volume within the hollow contact (2) and A_1 is the cross section of the first opening (6) of the hollow contact (2), V_2 is the volume of the intermediate volume (7) and A_2 is the cross section of a or the third opening (9), which connects the intermediate volume (7) to the exhaust volume (10), and V_3 is the volume of the exhaust volume (10) and A_3 is the cross section of the second opening (13).

2. Method according to Claim 1, characterized in that

- a) the at least one first opening (6) and at least one third, radial opening (9) in the wall (8) of the intermediate volume (7) are arranged offset with respect to one another, so that the swirled gases (19, 21, 23) flowing in the radial direction cannot flow directly through the third openings (9) further into the exhaust volume (10), and
- b) in particular **in that** at least one third, radial opening (9) is arranged so as to be entirely or partially congruent with one of the first openings (6), so that a direct partial or complete through-flow from the first opening (6) into the exhaust volume (10) is ensured.

3. Method according to one of Claims 1-2, character-

ized in that

- a) a pressure difference is built up between the pressure in the end part of the hollow contact (2) and the pressure in the intermediate volume (7), with the pressure in the intermediate volume (7) being the greater pressure, and
- b) a pressure difference in the range of from 0.4 to 1 bar is built up between the pressure in the end part of the hollow contact (2) and the pressure in the intermediate volume (7) for short-circuit disconnections.

4. Method according to one of Claims 1 - 3, **characterized in that**

- a) the wall (8, 17) of the intermediate volume (7) or an additional volume (16) is made from a thermally conductive material, in particular from metal, or from a plastic, which, in addition to good heat conduction properties, has the property of evaporating slightly on the impact of the hot gases, as a result of which thermal energy is drawn from the gases, and
- b) in particular **in that** dissociating and/or electronegative gases are contained in the evaporated plastic.

5. Method according to one of Claims 1 - 4, **characterized in that**

- a) the gas flow (23) flows out of the intermediate volume (7) in the radial direction into a second intermediate volume, referred to as the additional volume (16), hits the wall (17) of the additional volume (16) and is deflected thereby with intensive swirling,
- b) as a result of the gas jet (24) swirled at the point of impact, particularly good heat transfer to the wall (17) of the additional volume (16) being brought about, and the volume of the swirling gas (24) being reduced, and
- c) after a residence time in the additional volume (16), the gas flowing through at least one fourth, radially aligned opening (18) in the wall (17) of the additional volume (16) into the exhaust volume (10),
- d) this outflow taking place in the radial direction and the thus produced gas jet (21) hitting the wall (11) of the exhaust volume (10), being deflected thereby with intensive swirling and, as a result of the gas jet (22) swirled at the point of impact, particularly good heat transfer to the wall (11) of the exhaust volume (10) being brought about and the volume of the swirling gas (22) being reduced.

6. Method according to Claim 5, **characterized in that**

- a) the at least one fourth opening (18) in the wall (17) of the additional volume (7) is offset with respect to the at least one third opening (9) in the wall (8) of the intermediate volume (7) at the circumference and/or in the axial direction in such a way that a radially directed, linear throughflow of the hot gases (19, 21, 23) through the additional volume (16) is not possible, or
- b) the at least one fourth opening (18) in the wall (17) of the additional volume (7) is arranged with respect to the at least one third opening (9) in the wall (8) of the intermediate volume (7) in such a way that, at least for a proportion of the hot gases (19, 21, 23), a radially directed, linear throughflow through the additional volume (16) is possible.

7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, on the emergence from an intermediate volume (7, 16) at the at least one opening (9, 18) to the exhaust volume (10) or to a second intermediate volume, referred to as the additional volume (16), by means of a shutter in the form of a perforated plate which is provided with a large number of holes (9a, 9b, 9c), a large number of radially directed gas jets are produced which impact the wall (11, 17) of the exhaust volume (10) or the additional volume (16) and swirl at a large number of points of impact, so that particularly intensive cooling of the hot gas takes place there and, associated therewith, a particularly effective reduction in the volume of the gas takes place.

8. Method according to Claim 7, **characterized in that** an axial distance between the centres of the holes (9a, 9b, 9c) and a further row of holes displaced at the circumference is determined in such a way that the points of impact of the gas jets flowing through the holes on the respectively opposite wall have a distance S on all sides, which, if this distance S is not undershot, ensures that the swirls which are formed around the points of impact do not negatively influence one another and effective cooling of the gases is ensured.

9. Method according to Claim 7, **characterized in that** a vertical distance H between the outside of the wall (8, 17) of the intermediate volume (7) or additional volume (16) and the inside of the wall (11) opposite thereto of the exhaust volume (10) is provided, the holes (9a, 9b, 9c) each have a diameter D, and a ratio of H/D in the range of from 5 to 1.5, in particular H/D = 2, is selected.

10. Method according to Claim 7, **characterized in that** an axial distance S between the centres of the holes (9a, 9b, 9c) with a uniform diameter D satisfies the condition $S = 1.4 \cdot H$, where H is a vertical distance

between the outside of the wall (8, 17) of the intermediate volume (7) or additional volume (16) and the inside of the wall (11) opposite thereto of the exhaust volume (10).

11. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cooled gas flows to a second, radially aligned, axially offset opening (13) in the wall (11) of the exhaust volume (10), and this flow runs spirally around a longitudinal axis 1 of the quenching chamber, further heat being drawn from the gas.

12. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the exhaust region of the second power contact piece, which is opposite the first hollow contact (2), is designed in such a way that a radial deflection and at least one intermediate volume are provided on the path of the hot gases, which are dissipated on the side of the second power contact piece from the arc area in the direction of the exhaust volume (10), so that the circuit breaker has improved guidance and cooling of the hot gases on both sides and increased disconnection power given the same dimensions.

13. Circuit breaker, which has at least one quenching chamber, which is filled with an insulating gas, extends along a longitudinal axis (1), contains an arc area and has at least two power contact pieces, with at least one of the power contact pieces being in the form of a movable or stationary tubular hollow contact (2), which is provided for dissipating hot gases (3, 5) from the arc area into an exhaust volume (10), which is enclosed by a wall (11) delimiting the exhaust volume (10) and is connected to a quenching chamber volume (14) by at least one second opening (13), with at least one intermediate volume (7, 16) being provided between the hollow contact (2) and the exhaust volume (10), which intermediate volume is enclosed by a wall (8, 17) and is connected to the exhaust volume (10) by at least one radially aligned opening (9, 18), wherein

- a) the circuit breaker is provided with a deflection (4), which is arranged on that side of the hollow contact (2) which is remote from the arc area and interacts with at least one first opening (6) of the hollow contact (2), for the radial deflection of the hot gases (3, 5) into the exhaust volume (10),
- b) the wall (8, 17) of the intermediate volume (7, 16) has a point of impact for swirling the gas flow (19, 21, 23) flowing in the radial direction, and
- c) as a result of the swirling, particularly good heat transfer to the wall (8, 17) of the intermediate volume (7, 16) is brought about, and, as a result, the volume of the swirling gas (20, 22,

24) is reduced, **characterized in that** the following ratios apply:

$$V_1/A_1 = (0.1 \text{ to } 0.5) \text{ m},$$

$$V_2/A_2 = (0.1 \text{ to } 0.5) \text{ m},$$

$$V_3/A_3 = (1.0 \text{ to } 2.5) \text{ m},$$

where V_1 is the volume within the hollow contact (2) and A_1 is the cross section of the first opening (6) of the hollow contact (2), V_2 is the volume of the intermediate volume (7) and A_2 is the cross section of a third, radially aligned opening (9), which connects the intermediate volume (7) to the exhaust volume (10), and V_3 is the volume of the exhaust volume (10) and A_3 is the cross section of the second opening (13), and in particular **in that** $V_1 = 0.33$ litres, $A_1 = 1850$ square millimetres, $V_2 = 0.7$ litres, $A_2 = 3800$ square millimetres, $V_3 = 8$ litres and $A_3 = 4000$ square millimetres.

14. Circuit breaker according to Claim 13, **characterized in that**

- a) the at least one first opening (6) and at least one third, radial opening (9) in the wall (8) of the intermediate volume (7) are arranged offset with respect to one another, so that the swirled gases (19, 21, 23) flowing in the radial direction cannot flow directly through the third openings (9) further into the exhaust volume (10), and
- b) in particular **in that** at least one third, radial opening (9) is arranged so as to be entirely or partially congruent with one of the first openings (6), so that a direct partial or complete through-flow from the first opening (6) into the exhaust volume (10) is ensured.

15. Circuit breaker according to one of Claims 13 - 14, **characterized in that**

- a) a pressure difference is built up between the pressure in the end part of the hollow contact (2) and the pressure in the intermediate volume (7), with the pressure in the intermediate volume (7) being the greater pressure, and
- b) a pressure difference in the range of from 0.4 to 1 bar is built up between the pressure in the end part of the hollow contact (2) and the pressure in the intermediate volume (7) for short-circuit disconnections.

16. Circuit breaker according to one of Claims 13 - 15, **characterized in that**, as a result of the deflection in the radial direction and the swirling in the first intermediate volume (7), the gas flow is energetically charged. 5
17. Circuit breaker according to Claim 16, **characterized in that** 10
- a) the deflection (4) is conical, and/or
 - b) the deflection (4) is connected to a connection piece (12) of the quenching chamber.
18. Circuit breaker according to one of Claims 13 - 17, **characterized in that** 15
- a) the second opening (13) in the wall (11) of the exhaust volume (10) is radially aligned and axially offset with respect to at least one radial opening (9, 18) into the exhaust volume (10), and 20
 - b) the flow of the cooled gas towards the second opening (13) within the exhaust volume (10) runs spirally around a longitudinal axis (1) of the quenching chamber, further heat being drawn from the gas. 25
19. Circuit breaker according to one of Claims 13 - 18, **characterized in that** 30
- a) at least one second intermediate volume, referred to as the additional volume (16), is provided between the first intermediate volume (7) and the exhaust volume (10), which additional volume (16) is delimited by the wall (8) of the intermediate volume (7) with respect to the intermediate volume (7) and by a wall (17) of the additional volume (16) with respect to the exhaust volume (10), with the wall (17) of the additional volume (16) having a fourth opening (18), which connects the additional volume (16) to the exhaust volume (10), and 35
 - b) the wall (17) of the additional volume (16) has a point of impact for swirling of the gas flow (23), as a result of the swirling particularly good heat transfer to the wall (17) of the additional volume (16) is brought about and, as a result, the volume of the swirling gas (24) is reduced. 40
20. Circuit breaker according to Claim 19, **characterized in that** 45
- a) the at least one fourth opening (18) in the wall (17) of the additional volume (7) is offset with respect to the at least one third opening (9) in the wall (8) of the intermediate volume (7) at the circumference and/or in the axial direction in such a way that a radially directed, linear 50

throughflow of the hot gases (19, 21, 23) through the additional volume (16) is not possible, or b) the at least one fourth opening (18) in the wall (17) of the additional volume (7) is arranged with respect to the at least one third opening (9) in the wall (8) of the intermediate volume (7) in such a way that, at least for a proportion of the hot gases (19, 21, 23), a radially directed, linear throughflow through the additional volume (16) is possible.

21. Circuit breaker according to Claim 19, **characterized in that** the following ratios apply:

$$V_1/A_1 = (0.1 \text{ to } 0.5) \text{ m},$$

$$V_2/A_2 = (0.1 \text{ to } 0.5) \text{ m},$$

$$V_3/A_3 = (1.0 \text{ to } 2.5) \text{ m},$$

$$V_3/A_3 \geq V_4/A_4 \geq V_2/A_2,$$

where V_1 is the volume within the hollow contact (2) and A_1 is the cross section of the first opening (6) of the hollow contact (2), V_2 is the volume of the intermediate volume (7) and A_2 is the cross section of a third opening (9), which connects the intermediate volume (7) to the exhaust volume (10), and V_3 is the volume of the exhaust volume (10) and A_3 is the cross section of the second opening (13), and V_4 is the volume of the additional volume (16) and A_4 is the cross section of the fourth opening (18) in the wall (17) of the additional volume (16).

22. Circuit breaker according to one of Claims 13 - 21, **characterized in that**

- a) the openings (9, 18) to the exhaust volume (10) or to the additional volume (16) are closed by means of a perforated-plate-like shutter,
- b) the shutter is provided with a large number of holes (9a, 9b, 9c) for producing a large number of radially directed gas jets, and
- c) the wall (11, 17) of the exhaust volume (10) or the additional volume (16) has a large number of points of impact, so that particularly intensive cooling of the hot gas takes place there and, associated therewith, a particularly effective reduction in volume of the gas takes place.

23. Circuit breaker according to Claim 22, **characterized in that** an axial distance between the centres of the holes (9a, 9b, 9c) and a further row of holes

displaced at the circumference is determined in such a way that the points of impact of the gas jets flowing through the holes on the respectively opposite wall have a distance S on all sides, which, if this distance S is not undershot, ensures that the swirls which are formed around the points of impact do not negatively influence one another and effective cooling of the gases is ensured.

24. Circuit breaker according to Claim 22, **characterized in that** a vertical distance H between the outside of the wall (8, 17) of the intermediate volume (7) or additional volume (16) and the inside of the wall (11) opposite thereto of the exhaust volume (10) is provided, the holes (9a, 9b, 9c) each have a diameter D, and a ratio of H/D in the range of from 5 to 1.5, in particular H/D = 2, is selected.
25. Circuit breaker according to Claim 22, **characterized in that** an axial distance S between the centres of the holes (9a, 9b, 9c) with a uniform diameter D satisfies the condition $S = 1.4 \cdot H$, where H is a vertical distance between the outside of the wall (8, 17) of the intermediate volume (7) or additional volume (17) and the inside of the wall (11) opposite thereto of the exhaust volume (10).
26. Circuit breaker according to one of Claims 13 - 25, **characterized in that** the intermediate volume (7) is arranged concentrically with respect to the hollow contact (2), and/or the intermediate volume (7) is arranged concentrically with respect to a deflection (4), and/or the additional volume (16) concentrically surrounds the intermediate volume (7) or extends only around part of the circumference of the intermediate volume (7), and/or the exhaust volume (10) is arranged concentrically.
27. Circuit breaker according to one of Claims 13 - 26, **characterized in that**
- a) the at least one intermediate volume (7) is arranged fixedly in the exhaust volume (10) and the latter is arranged in stationary fashion in the interior of a quenching chamber insulator (15), which delimits the quenching chamber volume (14), with the hollow contact (2) together with a connection piece (12) being capable of moving relative to them, or
 - b) the at least one intermediate volume (7) is fixedly connected to the hollow contact (2) and to the connection piece (12), and, together with the latter, is capable of moving through the exhaust volume (10), which is arranged in stationary fashion, relative thereto, or
 - c) the at least one intermediate volume (7) is fixedly connected to the hollow contact (2) and to a connection piece (12) and the exhaust vol-

ume (10), and, together therewith, is capable of moving through the quenching chamber volume (14) relative thereto.

28. Circuit breaker according to one of Claims 13 - 27, **characterized in that** the exhaust region of the second power contact piece, which is opposite the first hollow contact (2), is designed in such a way that a radial deflection and at least one intermediate volume are provided on the path of the hot gases, which are dissipated on the side of the second power contact piece from the arc area in the direction of the exhaust volume (10), so that the circuit breaker has improved guidance and cooling of the hot gases on both sides and increased disconnection power given the same dimensions.
29. Circuit breaker according to one of Claims 13 - 28, **characterized in that**
- a) the wall (8, 17) of the intermediate volume (7) or an additional volume (16) is made from a thermally conductive material, in particular from metal, or from a plastic, which, in addition to good heat conduction properties, has the property of evaporating slightly on the impact of the hot gases, as a result of which thermal energy is drawn from the gases, and
 - b) in particular **in that** dissociating and/or electronegative gases are contained in the evaporated plastic.
30. Circuit breaker according to one of Claims 13 - 29, **characterized in that**
- a) the circuit breaker is in the form of an outdoor breaker, part of a metal-encapsulated, gas-insulated switchgear assembly or in the form of a dead tank breaker, and/or
 - b) the quenching chamber of the circuit breaker is a self-blowing chamber, a self-blowing chamber with at least one additional compression piston arrangement or a compression piston breaker, and/or
 - c) the at least one intermediate volume (7, 16) is designed in such a way that it can be subsequently installed in circuit breakers which are already in operation.

Revendications

1. Procédé de refroidissement de gaz chauds (3, 5) dans un disjoncteur, qui présente au moins une chambre d'extinction remplie de gaz isolant, s'étendant le long d'un axe longitudinal (1) et contenant un espace d'arc électrique, avec au moins deux éléments de contact de puissance, au moins l'un des

éléments de contact de puissance étant réalisé en tant que contact creux mobile ou fixe (2) de forme tubulaire, qui est prévu pour évacuer les gaz chauds (3, 5) hors de l'espace d'arc électrique dans un volume d'échappement (10), qui est enfermé par une paroi (11) limitant le volume d'échappement (10) et qui est connecté par au moins une deuxième ouverture (13) à un volume de chambre d'extinction (14), entre le contact creux (2) et le volume d'échappement (10) étant prévu au moins un volume intermédiaire (7, 16) qui est enfermé par une paroi (8, 17) et qui est connecté au volume d'échappement (10) par au moins une ouverture (9, 18) orientée radialement,

- a) le disjoncteur étant pourvu d'une déviation (4) disposée du côté du contact creux (2) opposé à l'espace d'arc électrique, coopérant avec au moins une première ouverture (6) du contact creux (2), pour la déviation radiale des gaz chauds (3, 5) dans le volume d'échappement (10),
- b) du fait de la sortie dans la direction radiale, le jet de gaz (19, 21, 23) ainsi produit venant frapper la paroi (8, 17) du volume intermédiaire (7, 16) et étant dévié par celle-ci avec une formation de tourbillon intense, et
- c) du fait du tourbillonnement, un très bon transfert thermique à la paroi (8, 17) du volume intermédiaire (7, 16) étant produit et le volume du gaz entraîné en tourbillon (20, 22, 24) étant réduit, **caractérisé en ce que** l'on respecte les rapports suivants :

$$V_1/A_1 = (0,1 \text{ à } 0,5) \text{ m},$$

$$V_2/A_2 = (0,1 \text{ à } 0,5) \text{ m},$$

$$V_3/A_3 = (1,0 \text{ à } 2,5) \text{ m},$$

V_1 étant le volume à l'intérieur du contact creux (2) et A_1 étant la section transversale de la première ouverture (6) du contact creux (2), V_2 le volume du volume intermédiaire (7) et A_2 la section transversale d'une ou de la troisième ouverture (9) qui relie le volume intermédiaire (7) au volume d'échappement (10), et V_3 étant le volume du volume d'échappement (10) et A_3 la section transversale de la deuxième ouverture (13).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

- a) l'au moins une première ouverture (6) et au moins une troisième ouverture radiale (9) dans la paroi (8) du volume intermédiaire (7) sont disposées de manière décalée l'une par rapport à l'autre, de sorte que les gaz en tourbillon (19, 21, 23) s'écoulant dans la direction radiale ne puissent pas s'écouler directement à travers les troisième ouvertures (9) dans le volume d'échappement (10) et
- b) notamment **en ce qu'**au moins une troisième ouverture radiale (9) est disposée complètement ou partiellement en alignement avec l'une des premières ouvertures (6), afin de garantir un écoulement direct partiel ou total depuis la première ouverture (6) dans le volume d'échappement (10).

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que**

- a) entre la pression dans la partie d'extrémité du contact creux (2) et la pression dans le volume intermédiaire (7) s'établit une différence de pression, la pression dans le volume intermédiaire (7) étant la plus grande, et
- b) entre la pression dans la partie d'extrémité du contact creux (2) et la pression dans le volume intermédiaire (7) pour des coupures de court-circuit, il se crée une différence de pression de l'ordre de 0,4 à 1 bar.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**

- a) la paroi (8, 17) du volume intermédiaire (7) ou d'un volume supplémentaire (16) se compose d'un matériau conducteur de la chaleur, notamment d'un métal, ou d'un plastique, qui présente en plus de bonnes propriétés de conduction thermique, la propriété de s'évaporer faiblement sous l'impact des gaz chauds, de sorte que l'on puisse prélever de l'énergie thermique des gaz, et
- b) en particulier **en ce que** des gaz se dissociant et/ou électronégatifs sont contenus dans le plastique évaporé.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**

- a) l'écoulement de gaz (23) s'écoule hors du volume intermédiaire (7) dans la direction radiale dans un deuxième volume intermédiaire désigné par volume supplémentaire (16), vient frapper sur la paroi (17) du volume supplémentaire (16) et est dévié par celle-ci en formant un tourbillonnement intense,
- b) du fait du jet de gaz (24) en tourbillon au point

- d'impact, un très bon transfert thermique à la paroi (17) du volume supplémentaire (16) étant produit et le volume du gaz entraîné en tourbillon (24) étant réduit et
- c) après un temps de séjour dans le volume supplémentaire (16), le gaz s'écoulant à travers au moins une quatrième ouverture (18) orientée radialement dans la paroi (17) du volume supplémentaire (16) dans le volume d'échappement (10),
- d) cette sortie s'effectuant dans la direction radiale et le jet de gaz (21) ainsi créé venant frapper la paroi (11) du volume d'échappement (10), étant déviée par celle-ci avec une formation de tourbillon intense, et du fait du jet de gaz (22) en tourbillon au point d'impact, un très bon transfert thermique à la paroi (11) du volume d'échappement (10) étant produit et le volume du gaz entraîné en tourbillon (22) étant réduit.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**
- a) l'au moins une quatrième ouverture (18) dans la paroi (17) du volume supplémentaire (7) est décalée au niveau de la périphérie et/ou dans la direction axiale par rapport à l'au moins une troisième ouverture (9) dans la paroi (8) du volume intermédiaire (7), de telle sorte qu'un écoulement rectiligne orienté radialement des gaz chauds (19, 21, 23) à travers le volume supplémentaire (7) ne soit pas possible, ou
- b) **en ce que** l'au moins une quatrième ouverture (18) dans la paroi (17) du volume supplémentaire (16) est disposée par rapport à l'au moins une troisième ouverture (9) dans la paroi (8) du volume intermédiaire (7) de telle sorte qu'au moins pour une partie des gaz chauds (19, 21, 23), un écoulement rectiligne orienté radialement à travers le volume supplémentaire (16) soit possible.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lors de la sortie d'un volume intermédiaire (7, 16) au niveau de l'au moins une ouverture (9, 18) vers le volume d'échappement (10) ou vers un deuxième volume intermédiaire appelé volume supplémentaire (16), au moyen d'un diaphragme de type tôle perforée, qui est pourvue d'une pluralité d'alésages (9a, 9b, 9c), une pluralité de jets de gaz orientés radialement soit produite et vienne frapper la paroi (11, 17) du volume d'échappement (10) ou du volume supplémentaire (16) et tourbillonne au niveau d'une pluralité de points d'impact, de sorte qu'il se produise à ces endroits un refroidissement particulièrement intense du gaz chaud et par conséquent aussi une réduction particulièrement efficace du volume du gaz.
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'une** distance axiale entre centres entre les alésages (9a, 9b, 9c) et une autre rangée d'alésages déplacés sur la périphérie, est déterminée de telle sorte que les points d'impact des jets de gaz s'écoulant à travers les alésages se trouvent à une distance S de tous les côtés sur la paroi opposée respective, de sorte qu'il est garanti, lorsque la distance n'est pas inférieure à cette distance S, que les tourbillons produits autour des points d'impact n'auront pas d'effet négatif les uns sur les autres et qu'un refroidissement efficace du gaz sera assuré.
9. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'une** distance verticale H est prévue entre le côté extérieur de la paroi (8, 17) du volume intermédiaire (7) ou du volume supplémentaire (16) et le côté intérieur de la paroi (11) du volume d'échappement (10) qui lui est opposé, les alésages (9a, 9b, 9c) présentant à chaque fois un diamètre D et un rapport H/D de l'ordre de 5 à 1,5 est choisi, notamment $H/D = 2$.
10. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'une** distance axiale entre centres S entre les alésages (9a, 9b, 9c), avec un diamètre unitaire D, satisfait à la relation $S = 1,4 * H$, H étant une distance verticale entre le côté extérieur de la paroi (8, 17) du volume intermédiaire (7) ou du volume supplémentaire (16) et le côté intérieur de la paroi (11) du volume d'échappement (10) opposé à celui-ci.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le gaz refroidi s'écoule vers une deuxième ouverture (13) orientée radialement, décalée axialement, dans la paroi (11) du volume d'échappement (10), et cet écoulement s'étend en spirale autour d'un axe longitudinal 1 de la chambre d'extinction, de la chaleur supplémentaire étant extraite du gaz.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la région d'échappement du deuxième élément de contact de puissance qui est opposé au premier contact creux (2), est réalisée de telle sorte que sur la trajectoire des gaz chauds qui sont évacués du côté du deuxième élément de contact de puissance depuis l'espace d'arc électrique dans la direction du volume d'échappement (10), sont prévus une déviation radiale et au moins un volume intermédiaire, de sorte que le disjoncteur présente un guidage et un refroidissement des gaz chauds améliorés des deux côtés, et une plus grande puissance de coupure pour des dimensions identiques.
13. Disjoncteur, qui présente au moins une chambre d'extinction remplie de gaz isolant, s'étendant le long

d'un axe longitudinal (1) et contenant un espace d'arc électrique, avec au moins deux éléments de contact de puissance, au moins l'un des éléments de contact de puissance étant réalisé en tant que contact creux mobile ou fixe (2) de forme tubulaire, qui est prévu pour évacuer les gaz chauds (3, 5) hors de l'espace d'arc électrique dans un volume d'échappement (10), qui est enfermé par une paroi (11) limitant le volume d'échappement (10) et qui est connecté par au moins une deuxième ouverture (13) à un volume de chambre d'extinction (14), entre le contact creux (2) et le volume d'échappement (10) étant prévu au moins un volume intermédiaire (7, 16) qui est enfermé par une paroi (8, 17) et qui est connecté au volume d'échappement (10) par au moins une ouverture (9, 18) orientée radialement,

a) le disjoncteur étant pourvu d'une déviation (4) disposée du côté du contact creux (2) opposé à l'espace d'arc électrique, coopérant avec au moins une première ouverture (6) du contact creux (2), pour la déviation radiale des gaz chauds (3, 5) dans le volume d'échappement (10),

b) la paroi (8, 17) du volume intermédiaire (7, 16) présentant un point d'impact pour entraîner en tourbillon l'écoulement de gaz (19, 21, 23) s'écoulant dans la direction radiale, et

c) du fait du tourbillonnement, un très bon transfert thermique à la paroi (8, 17) du volume intermédiaire (7, 16) étant produit et de ce fait le volume du gaz entraîné en tourbillon (20, 22, 24) étant réduit, **caractérisé en ce que** l'on respecte les rapports suivants :

$$V_1/A_1 = (0,1 \text{ à } 0,5) \text{ m},$$

$$V_2/A_2 = (0,1 \text{ à } 0,5) \text{ m},$$

$$V_3/A_3 = (1,0 \text{ à } 2,5) \text{ m},$$

V_1 étant le volume à l'intérieur du contact creux (2) et A_1 étant la section transversale de la première ouverture (6) du contact creux (2), V_2 le volume du volume intermédiaire (7) et A_2 la section transversale d'une troisième ouverture (9) orientée radialement qui relie le volume intermédiaire (7) au volume d'échappement (10), et V_3 étant le volume du volume d'échappement (10) et A_3 la section transversale de la deuxième ouverture (13), et en particulier **en ce que** $V_1 = 0,33$ litre, $A_1 = 1850$ mm carrés, $V_2 = 0,7$ litre, $A_2 = 3800$ mm carrés, $V_3 = 8$ litres et $A_3 = 4000$ mm carrés.

14. Disjoncteur selon la revendication 13, **caractérisé en ce que**

a) l'au moins une première ouverture (6) et au moins une troisième ouverture radiale (9) dans la paroi (8) du volume intermédiaire (7) sont disposées de manière décalée l'une par rapport à l'autre, de sorte que les gaz en tourbillon (19, 21, 23) s'écoulant dans la direction radiale ne puissent pas s'écouler directement à travers les troisième ouvertures (9) dans le volume d'échappement (10) et

b) notamment **en ce qu'**au moins une troisième ouverture radiale (9) est disposée complètement ou partiellement en alignement avec l'une des premières ouvertures (6), afin de garantir un écoulement direct partiel ou total de la première ouverture (6) dans le volume d'échappement (10).

15. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 13 ou 14, **caractérisé en ce que**

a) entre la pression dans la partie d'extrémité du contact creux (2) et la pression dans le volume intermédiaire (7) s'établit une différence de pression, la pression dans le volume intermédiaire (7) étant la plus grande, et

b) entre la pression dans la partie d'extrémité du contact creux (2) et la pression dans le volume intermédiaire (7) pour des coupures de court-circuit, il se crée une différence de pression de l'ordre de 0,4 à 1 bar.

16. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, **caractérisé en ce que** du fait de la déviation dans la direction radiale et du tourbillonnement dans le premier volume intermédiaire (7), l'écoulement de gaz est chargé en énergie.

17. Disjoncteur selon la revendication 16, **caractérisé en ce que**

a) la déviation (4) est réalisée en forme de cône et/ou

b) la déviation (4) est connectée à un élément de raccordement (12) de la chambre d'extinction.

18. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 17, **caractérisé en ce que**

a) la deuxième ouverture (13) dans la paroi (11) du volume d'échappement (10) est orientée radialement et est décalée axialement par rapport à au moins une ouverture radiale (9, 18) dans le volume d'échappement (10) et

b) l'écoulement du gaz refroidi vers la deuxième

ouverture (13) s'étend à l'intérieur du volume d'échappement (10) en forme de spirale autour d'un axe longitudinal 1 de la chambre d'extinction, de la chaleur supplémentaire étant extraite du gaz.

19. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 18, **caractérisé en ce que**

a) au moins un deuxième volume intermédiaire désigné par volume supplémentaire (16) est prévu entre le premier volume intermédiaire (7) et le volume d'échappement (10), ce volume supplémentaire (16) étant limité par la paroi (8) du volume intermédiaire (7) vers le volume intermédiaire (7) et par une paroi (17) du volume supplémentaire (16) vers le volume d'échappement (10), la paroi (17) du volume supplémentaire (16) présentant une quatrième ouverture (18) qui relie le volume supplémentaire (16) au volume d'échappement (10) et
b) la paroi (17) du volume supplémentaire (16) présente un point d'impact pour entraîner en tourbillon l'écoulement de gaz (23), un très bon transfert thermique à la paroi (17) du volume supplémentaire (16) étant provoqué par le tourbillonnement et de ce fait le volume du gaz en tourbillon (24) étant réduit.

20. Disjoncteur selon la revendication 19, **caractérisé en ce que**

a) l'au moins une quatrième ouverture (18) dans la paroi (17) du volume supplémentaire (7) est décalée au niveau de la périphérie et/ou dans la direction axiale par rapport à l'au moins une troisième ouverture (9) dans la paroi (8) du volume intermédiaire (7), de telle sorte qu'un écoulement rectiligne orienté radialement des gaz chauds (19, 21, 23) à travers le volume supplémentaire (16) ne soit pas possible, ou
b) **en ce que** l'au moins une quatrième ouverture (18) dans la paroi (17) du volume supplémentaire (7) est disposée par rapport à l'au moins une troisième ouverture (9) dans la paroi (8) du volume intermédiaire (7) de telle sorte qu'au moins pour une partie des gaz chauds (19, 21, 23), un écoulement rectiligne orienté radialement à travers le volume supplémentaire (16) soit possible.

21. Disjoncteur selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** l'on respecte les rapports suivants :

$$V_1/A_1 = (0,1 \text{ à } 0,5) \text{ m},$$

5

$$V_2/A_2 = (0,1 \text{ à } 0,5) \text{ m},$$

$$V_3/A_3 = (1,0 \text{ à } 2,5) \text{ m et}$$

$$V_3/A_3 \geq V_4/A_4 \geq V_2/A_2,$$

V_1 étant le volume à l'intérieur du contact creux (2) et A_1 étant la section transversale de la première ouverture (6) du contact creux (2), V_2 le volume du volume intermédiaire (7) et A_2 la section transversale d'une troisième ouverture (9) qui relie le volume intermédiaire (7) au volume d'échappement (10), et V_3 étant le volume du volume d'échappement (10) et A_3 la section transversale de la deuxième ouverture (13), et V_4 étant le volume du volume supplémentaire (16) et A_4 la section transversale de la quatrième ouverture (18) dans la paroi (17) du volume supplémentaire (16).

22. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 21, **caractérisé en ce que**

a) les ouvertures (9, 18) vers le volume d'échappement (10) ou vers le volume supplémentaire (16) sont fermées au moyen d'un diaphragme de type tôle perforée,
b) le diaphragme est pourvu d'une pluralité d'alésages (9a, 9b, 9c) pour produire une pluralité de jets de gaz orientés radialement, et
c) la paroi (11, 17) du volume d'échappement (10) ou du volume supplémentaire (16) présente une pluralité de points d'impact, de sorte qu'il se produise à ces endroits un refroidissement particulièrement intense du gaz chaud et par conséquent aussi une réduction particulièrement efficace du volume du gaz.

23. Disjoncteur selon la revendication 22, **caractérisé en ce qu'une** distance axiale entre centres entre les alésages (9a, 9b, 9c) et une autre rangée d'alésages déplacés sur la périphérie, est déterminée de telle sorte que les points d'impact des jets de gaz s'écoulant à travers les alésages se trouvent à une distance S de tous les côtés sur la paroi opposée respective, de sorte qu'il soit garanti, lorsque la distance n'est pas inférieure à cette distance S, que les tourbillons produits autour des points d'impact n'aient pas d'effet négatif les uns sur les autres et qu'un refroidissement efficace du gaz soit assuré.

24. Disjoncteur selon la revendication 22, **caractérisé en ce qu'une** distance verticale H est prévue entre

le côté extérieur de la paroi (8, 17) du volume intermédiaire (7) ou du volume supplémentaire (16) et le côté intérieur de la paroi (11) du volume d'échappement (10) qui lui est opposé, les alésages (9a, 9b, 9c) présentant à chaque fois un diamètre D et un rapport H/D de l'ordre de 5 à 1,5 est choisi, notamment H/D = 2.

25. Disjoncteur selon la revendication 22, **caractérisé en ce qu'**une distance axiale entre centres S entre les alésages (9a, 9b, 9c), avec un diamètre unitaire D, satisfait à la relation $S = 1,4 * H$, H étant une distance verticale entre le côté extérieur de la paroi (8, 17) du volume intermédiaire (7) ou du volume supplémentaire (17) et le côté intérieur de la paroi (11) du volume d'échappement (10) opposé à celui-ci.
26. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 25, **caractérisé en ce que** le volume intermédiaire (7) est disposé concentriquement par rapport au contact creux (2), et/ou le volume intermédiaire (7) est disposé concentriquement à une déviation (4), et/ou le volume supplémentaire (16) entoure concentriquement le volume intermédiaire (7) ou s'étend sur seulement une partie de la périphérie du volume intermédiaire (7), et/ou le volume d'échappement (10) est disposé concentriquement.
27. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 26, **caractérisé en ce que**
- a) l'au moins un volume intermédiaire (7) est disposé fixement dans le volume d'échappement (10) et celui-ci est disposé de manière stationnaire à l'intérieur d'un isolant de chambre d'extinction (15) limitant le volume de la chambre d'extinction (14), le contact creux (2) étant déplaçable conjointement avec un élément de raccordement (12) par rapport à eux, ou
 - b) l'au moins un volume intermédiaire (7) est connecté fixement au contact creux (2) et à l'élément de raccordement (12) et est déplaçable conjointement avec ceux-ci à travers le volume d'échappement (10) disposé de manière stationnaire, par rapport à celui-ci, ou
 - c) l'au moins un volume intermédiaire (7) est connecté fixement au contact creux (2) et à un élément de raccordement (12) et au volume d'échappement (10), et est déplaçable conjointement avec ceux-ci à travers le volume de la chambre d'extinction (14) par rapport à celui-ci.
28. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 27, **caractérisé en ce que** la région d'échappement du deuxième élément de contact de puissance qui est opposé au premier contact creux (2), est réalisé de telle sorte que sur la trajectoire

des gaz chauds qui sont évacués du côté du deuxième élément de contact de puissance depuis l'espace d'arc électrique dans la direction du volume d'échappement (10), une déviation radiale et au moins un volume intermédiaire soient présents, de sorte que le disjoncteur présente un guidage et un refroidissement des gaz chauds améliorés des deux côtés et une plus grande puissance de coupure pour des dimensions identiques.

29. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 28, **caractérisé en ce que**
- a) la paroi (8, 17) du volume intermédiaire (7) ou d'un volume supplémentaire (16) se compose d'un matériau conducteur de la chaleur, notamment de métal, ou d'un plastique, qui présente, outre des bonnes propriétés thermoconductrices, également la propriété de s'évaporer faiblement lors de l'impact des gaz chauds, de sorte que l'on puisse prélever de l'énergie thermique des gaz et
 - b) en particulier **en ce que** des gaz se dissociant et/ou électro-négatifs sont contenus dans le plastique évaporé.
30. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 29, **caractérisé en ce que**
- a) le disjoncteur est réalisé sous forme de commutateur en plein air, en tant que partie d'une installation de commutation isolée par gaz à encapsulage métallique ou sous forme de Dead Tank Breaker, et/ou
 - b) la chambre d'extinction du disjoncteur est une chambre auto-soufflante, une chambre auto-soufflante avec au moins un agencement de piston de compression supplémentaire ou un disjoncteur à piston de compression et/ou
 - c) l'au moins un volume intermédiaire (7, 16) est réalisé de telle sorte qu'il puisse être ultérieurement incorporé dans des disjoncteurs déjà en fonctionnement.

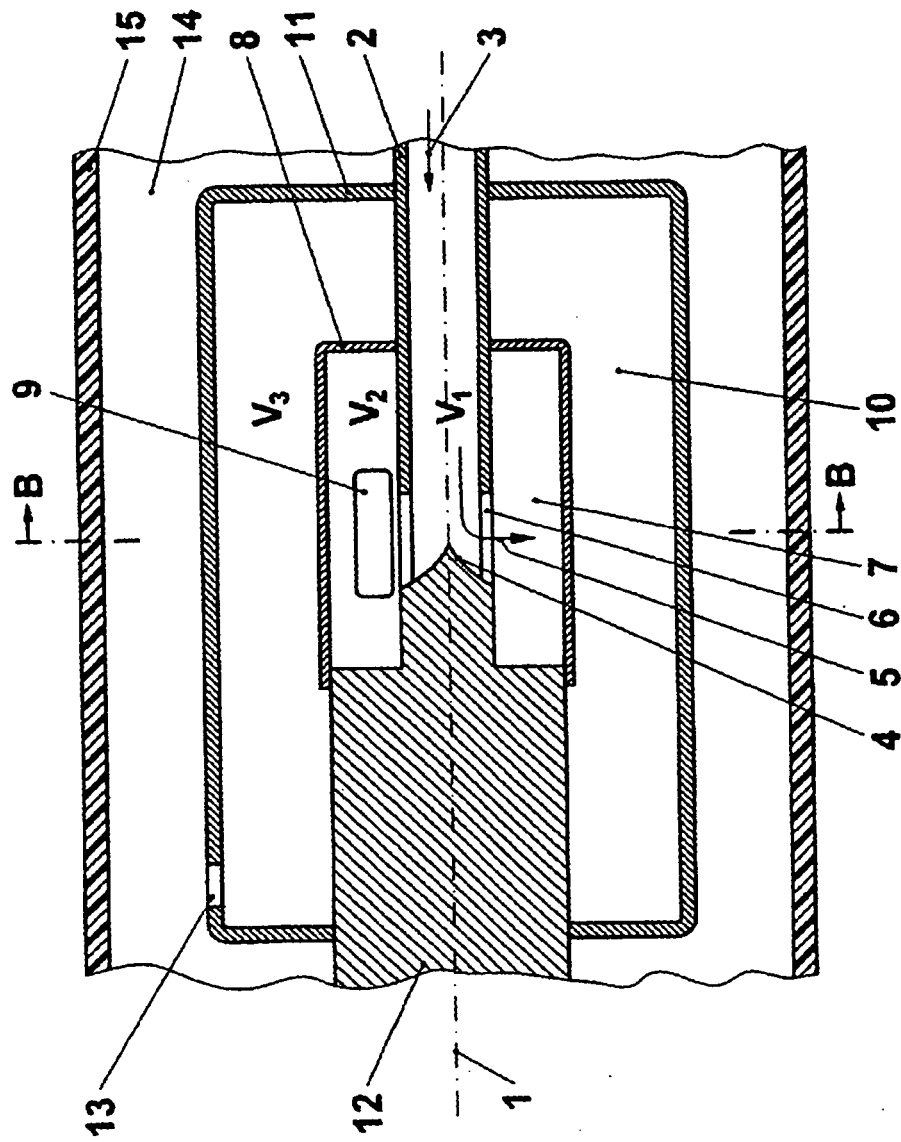


FIG. 1

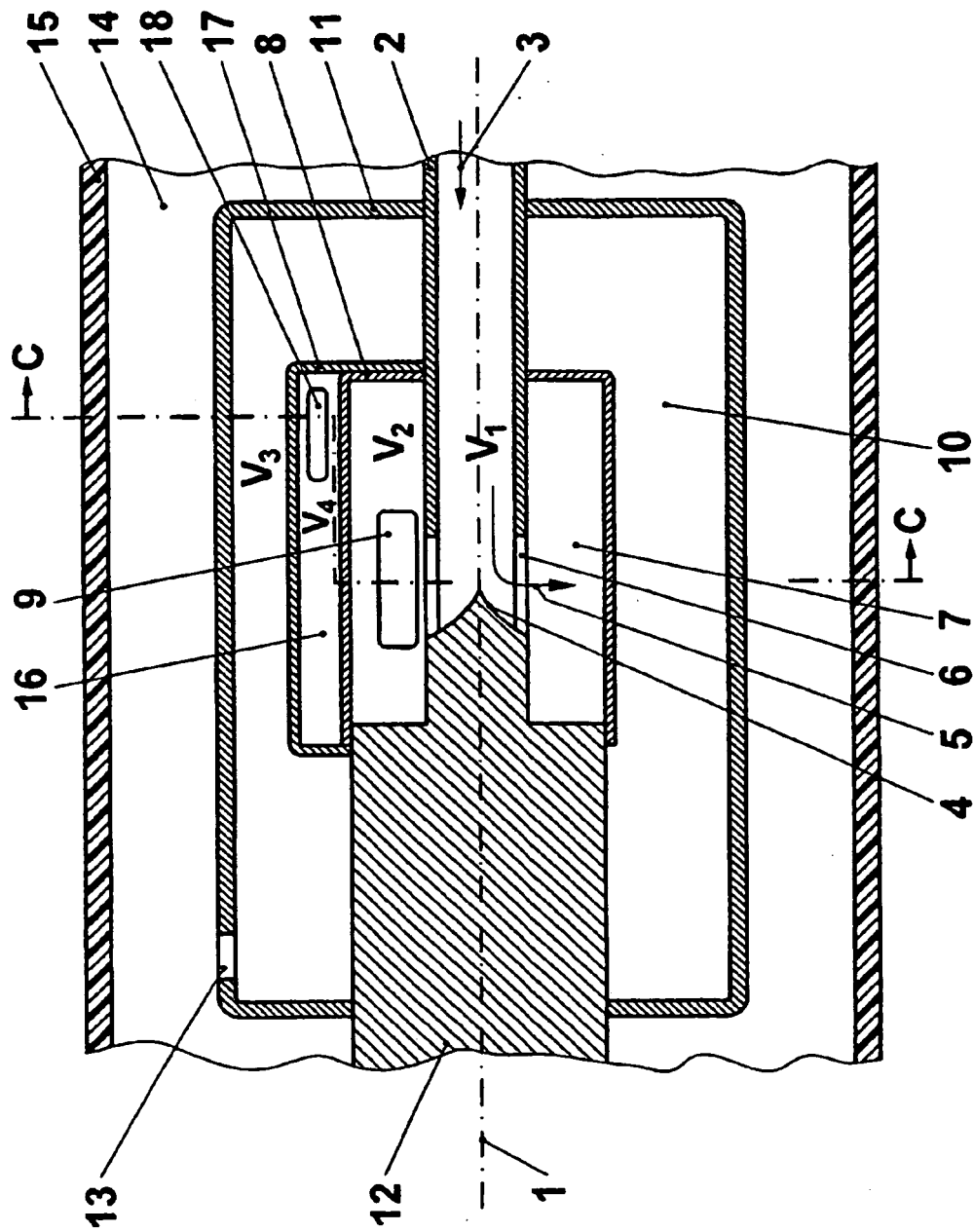


FIG. 2

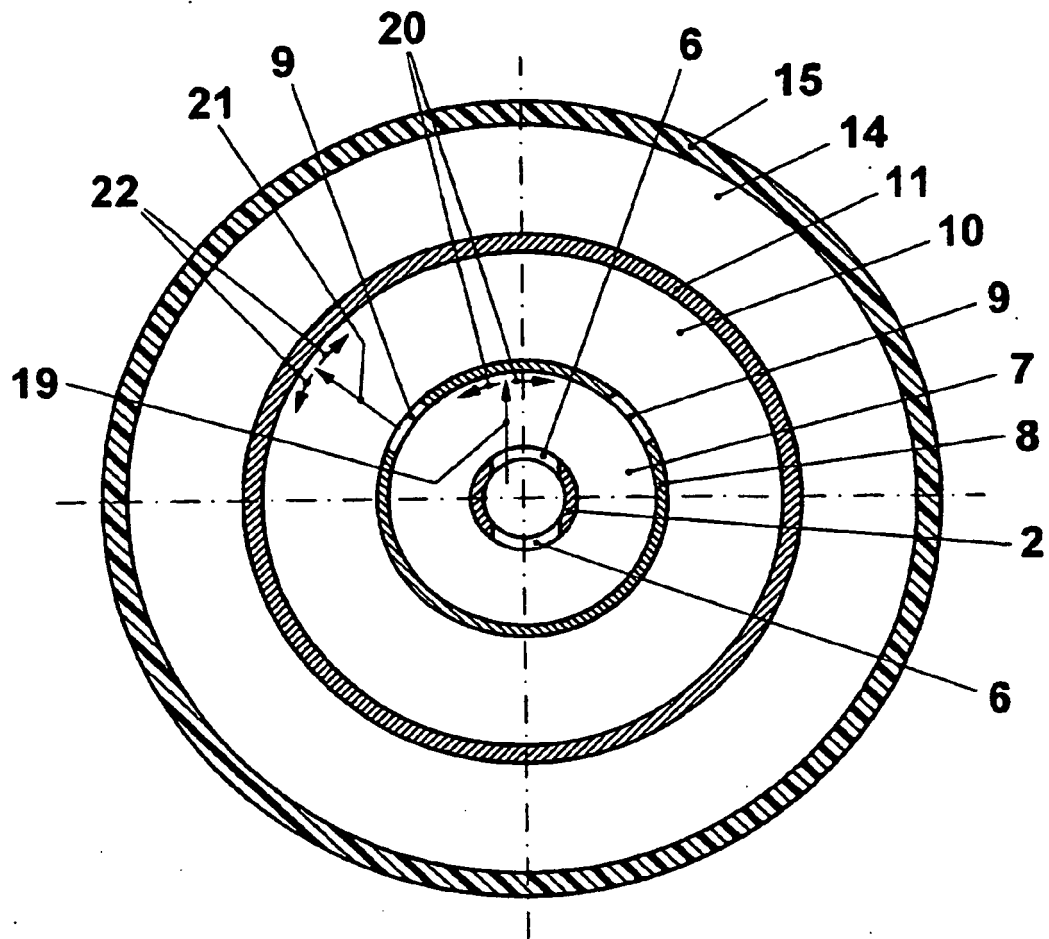


FIG. 3

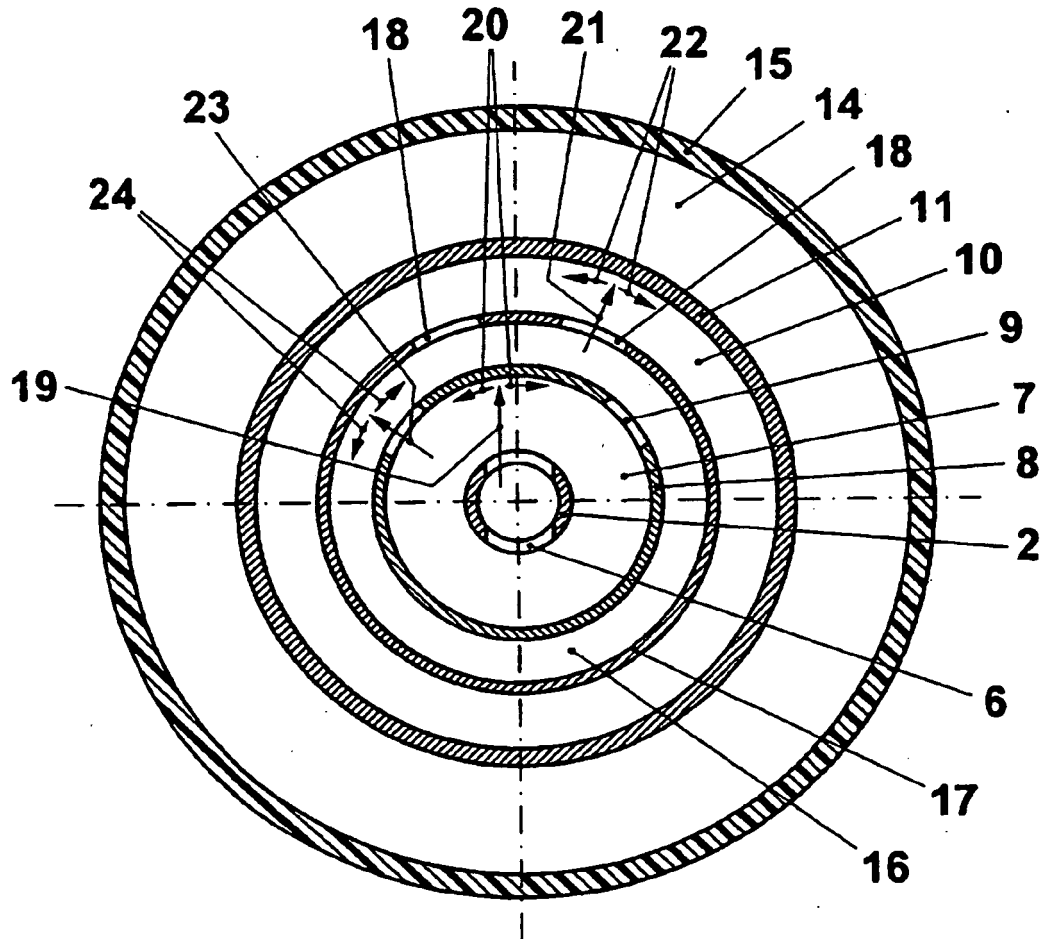


FIG. 4

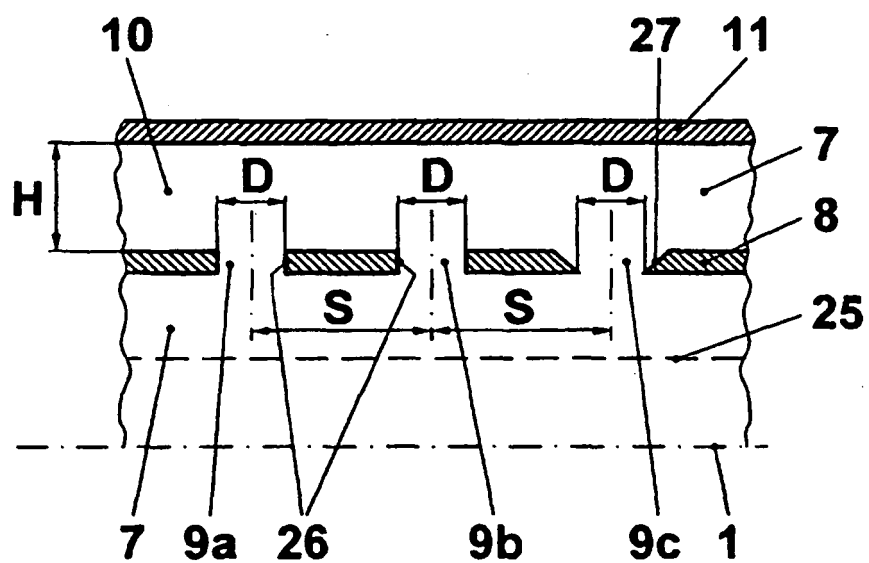


FIG. 5

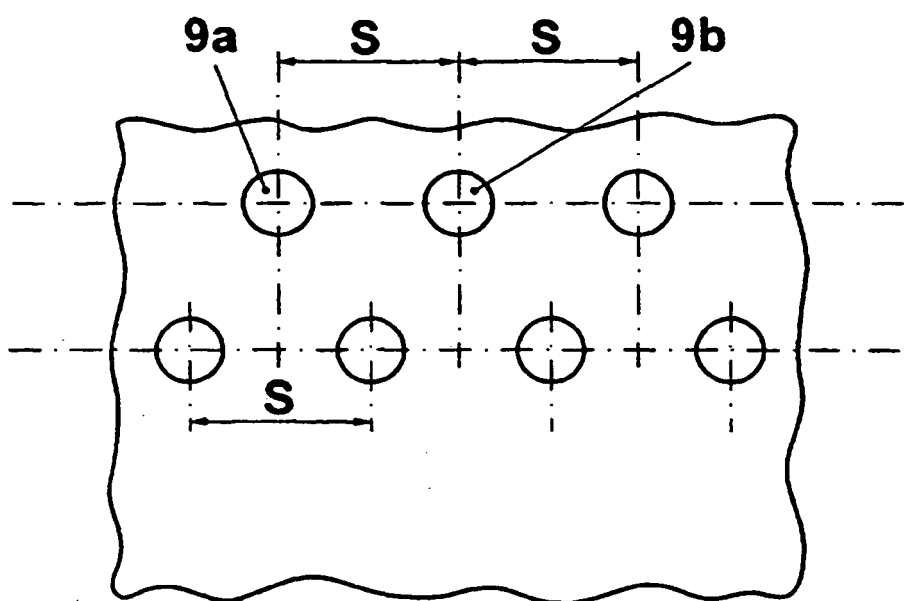


FIG. 6

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 0836209 A2 [0002] [0017]
- US 5717183 A [0004]
- US 4182042 A [0005]