

(19)



(11)

**EP 1 829 077 B2**

(12)

## NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**23.03.2011 Patentblatt 2011/12**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**19.03.2008 Patentblatt 2008/12**

(21) Anmeldenummer: **04802392.3**

(22) Anmeldetag: **24.12.2004**

(51) Int Cl.:  
**H01H 33/88 (2006.01)**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/CH2004/000752**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2006/066420 (29.06.2006 Gazette 2006/26)**

### (54) **GENERATORSCHALTER MIT VERBESSERTER SCHALTLEISTUNG**

GENERATOR SWITCH HAVING AN IMPROVED SWITCHING CAPACITY

INTERRUPTEUR DE GENERATRICE A PUISSANCE DE COUPURE ACCRUE

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.09.2007 Patentblatt 2007/36**

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

(72) Erfinder:

- **SCHOENEMANN, Thomas**  
CH-5503 Schafisheim (CH)
- **KIEFER, Jochen**  
CH-5415 Nussbaumen (CH)
- **HUGUENOT, Patrick**  
CH-8046 Zürich (CH)
- **CLAESSENS, Max**  
CH-5412 Gebenstorf (CH)
- **GROB, Stephan**  
CH-5400 Baden (CH)

• **YE, Xiangyang**  
CH-5444 Künten (CH)

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

(56) Entgegenhaltungen:

<b>EP-A- 1 403 891</b>	<b>WO-A-03/046939</b>
<b>DE-A- 1 765 431</b>	<b>DE-A- 1 933 529</b>
<b>DE-A- 19 850 395</b>	<b>DE-A1- 2 507 163</b>
<b>DE-A1- 19 850 395</b>	<b>DE-C- 658 829</b>
<b>DE-C1- 10 156 535</b>	<b>GB-A- 1 594 487</b>
<b>JP-A- 58 071 524</b>	<b>US-A- 4 254 314</b>
<b>US-A- 4 471 187</b>	<b>US-A- 4 650 941</b>

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr.**  
**02, 5. Februar 2003 (2003-02-05) & JP 2002 298709**  
**A (TOSHIBA CORP), 11. Oktober 2002**  
**(2002-10-11)**

**EP 1 829 077 B2**

## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Hochspannungstechnik, insbesondere der Hochstromschaltertechnik in elektrischen Energieverteilnetzen. Sie geht aus von einem Verfahren und Generatorschalter gemäss Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche.

### STAND DER TECHNIK

**[0002]** In der EP 1 403 891 A1 wird ein Leistungsschalter offenbart, bei dem Auspuffgas von einem Lichtbogenraum durch einen Hohlkontakt in ein konzentrisch angeordnetes Auspuffvolumen und von dort in ein weiter ausen liegendes Löschkammervolumen geleitet wird. Zur Steigerung der Ausschaltleistung sind zwischen dem Hohlkontakt und dem Auspuffvolumen mindestens ein Zwischenvolumen und gegebenenfalls ein Zusatzvolumen konzentrisch angeordnet und durch Zwischenwände, die Bohrungen oder Gasdurchlassöffnungen aufweisen, voneinander separiert. Durch das radiale Ausströmen der Schaltgase von den inneren und zu den äusseren Volumina werden die Abgase verwirbelt und viel Wärmeenergie kann an die Zwischenwände der Volumina abgegeben werden. Die Durchlassöffnungen zwischen dem Hohlkontaktvolumen, dem Zwischenvolumen und gegebenenfalls dem Zusatzvolumen sind zueinander am Umfang versetzt angeordnet. Die Durchlassöffnungen zwischen dem Zusatzvolumen und dem Auspuffvolumen sind zueinander am Umfang und/oder in axialer Richtung versetzt angeordnet. Dadurch werden mäandrierende sowie auch spiralförmige Abgaspfade vorgegeben, die Verweilzeit des Abgases im Auspuffbereich wird erhöht und die Wärmeabgabe des Abgases wird verbessert. Ferner können die Bohrungen mittels lochblechartiger Blenden verschlossen sein, um eine Vielzahl radial gerichteter Gasstrahlen oder Gasjets zu erzeugen, die auf die gegenüberliegende Wand prallen, sich an den Aufprallstellen verwirbeln und dadurch das heisse Gas intensiv kühlen. Das die Kühlung verbessernde Zwischenvolumen ist im Auspuffbereich auf der Antriebskontaktseite angeordnet. Ein zweites Zwischenvolumen kann zusätzlich auf der Festkontaktseite vorhanden sein. Insgesamt benötigt man in dem Leistungsschalter also neben dem Hohlkontaktvolumen, dem Auspuffvolumen und dem Schaltkammervolumen noch mindestens ein weiteres Zwischenvolumen, um eine effiziente Abgaskühlung zu erreichen.

**[0003]** In der DE 25 07 163 A1 wird ein elektrischer Schalter gezeigt, der an der Innenseite des Schaltkammergehäuses Auskleidungen aus gut wärmeleitendem Metall aufweist. Die Auskleidungen dienen als Kühler, Temperaturverteiler, Feldverteilungsringe, Abschirmungen zum Schutz der Isolierflächen gegen Korrosion und Diffusion und als Element zur Umlenkung des Schaltgas-

stromes. Dabei wird der Schaltgasstrom entlang der Auskleidungen laminar geführt. Eine Prallwand zur Verwirbelung des Schaltgasstroms ist nicht vorhanden.

**[0004]** Bei der Erfindung wird ausgegangen von dem Stand der Technik gemäß der DE 101 56 535 C1. Dort wird ein elektrischer Schalter gezeigt, der eine Strömungslenkeinrichtung aufweist, durch die Teilgasströmungen gegeneinander gelenkt und dadurch verwirbelt werden. Die Durchkreuzung der Gasströmungen und ihre Verwirbelung ersetzt eine wärmeaufnehmende Prallwand. Zur zusätzlichen Verwirbelung kann die Strömungslenkeinrichtung an Austrittsöffnungen kleine Verwirbelungskörper aufweisen, welche die Lenkung des Löschgases beeinflussen. Diese Verwirbelungskörper dienen nicht dazu, dem Schaltgas Wärme zu entziehen.

**[0005]** In dem Gebrauchsmuster DE 1 889 068 U wird ein Lasttrennschalter mit verbesserter Abgaskühlung offenbart. Die Kühlvorrichtung umfasst mehrere, im Gasabströmkanal konzentrisch angeordnete Rohre, die jeweils diametral gegen überliegende Ausströmöffnungen aufweisen, so dass die Schaltgase beim laminaren Ausströmen einen labyrinthartigen Weg mit zahlreichen Umlenkungen durchleiten und grosse Oberflächen der Kühlrohre bestreichen müssen. Mit dieser Anordnung wird also im wesentlichen der Ausströmpfad verlängert und die Kühloberfläche im Auspuff vergrössert. Die Ausströmöffnungen sind breit gewählt, um den Rückstaudruck des Schaltgases gering zu halten. Die Strömungskanäle zwischen den Kühlrohren sind schmal gewählt, um dem Schaltgas viel Kühloberfläche zur Verfügung zu stellen. Insgesamt wird die Strömung im laminaren Bereich gehalten und die Kühlung des Schaltgases erfolgt durch laminaren konvektiven Wärmeübergang in die Kühlrohre.

**[0006]** In der EP 0 720 774 B1 wird ein Hochspannungsleistungsschalter mit einem hohlzylindrischen Metalldrahtgeflecht oder Metallkörper als Kühlkörper für Schaltgase offenbart. Zusätzlich ist ein weiter innenliegender, löschgasundurchlässiger Isolierstoffkörper vorhanden, der den Metallkörper gegen die Löschgase abschirmt, die Löschgase durch Materialverdampfung vor kühlt und dadurch einer Überhitzung des Metalldrahtgeflechts entgegenwirkt. Das Löschgas wird beim Durchströmen des Metalldrahtgeflechts durch Wechselwirkung mit dessen Metalloberfläche weiter abgekühlt. Wegen der grossen Anzahl Durchtrittsöffnungen ist der Strömungswiderstand des Metalldrahtgeflechts gering, so dass wiederum eine laminare Strömung beibehalten wird.

**[0007]** In der DE 102 21 580 B3 wird ein Hochspannungsleistungsschalter mit einer Unterbrechereinheit offenbart, in welcher die Auspuffgase zweimal um 180° umgelenkt werden. Zur Verbesserung der Kühlung der Gase ist auf der Festkontaktseite ein konzentrisch angeordnetes, hohlzylindrisches, radial durchströmtes Lochblech vorhanden. Wiederum dient das Lochblech als Kühlkörper, der dem Löschgas Wärme entzieht, ohne den Strömungswiderstand für das Löschgas zu erhöhen

und ohne die Laminarität der Löschgasströmung zu stören.

## DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, für ein Verfahren und Schaltgerät mit turbulent konvektiver Kühlung von Schaltgas eine vereinfachte Schaltgasführung und Bauweise mit einer verbesserten Kühl- und Schalteistung anzugeben. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

**[0009]** Die Erfindung besteht in einem Verfahren zur Kühlung eines Schaltgases in einem elektrischen Schaltgerät für elektrische Energieversorgungsnetze, insbesondere in einem Generatorschalter, wobei das Schaltgerät eine Schaltkammer umfasst, die von einem Schaltkammergehäuse umschlossen ist, wobei ferner bei einem Schaltvorgang das Schaltgas von einer Lichtbogenlöschzone zu einem Auspuffbereich strömt, dabei einen eine Vielzahl von Ausströmöffnungen aufweisenden Körper passiert und in eine Vielzahl gerichteter Gasjets aufgeteilt wird, wobei ferner die Gasjets in eine Vielzahl von Wirbeln verwirbelt werden und den Wirbeln durch Konvektion im Bereich einer Prallwand von der Prallwand Wärmeenergie entzogen wird, wobei ferner die Prallwand durch mindestens einen Abschnitt des Schaltkammergehäuses gebildet wird oder an einem Abschnitt des Schaltkammergehäuses befestigt ist. Vom durchströmten Körper wird also ein hinreichend grosser Rückstaudruck im Schaltgas aufgebaut, so dass von den Ausströmöffnungen des Körpers gebündelte Gasjets erzeugt werden können. Der durchströmte Körper dient in erster Linie zur Jetbildung und braucht selber keine Kühlwirkung auf das Schaltgas zu haben. Die verbesserte Abgaskühlung wird dadurch erreicht, dass die Wärmeenergie durch einen turbulenten Wärmeübergang von den Wirbeln in die Prallwand abgegeben wird und dass von der Prallwand als Bestandteil des Schaltkammergehäuses oder als Montageteil am Schaltkammergehäuse eine hocheffiziente Wärmeabführung ermöglicht wird. Die Wärmeenergie kann in der Prallwand gespeichert werden oder an eine mit der Prallwand thermisch verbundene Wärmesenke weitergeleitet werden. Desweiteren wird eine Abstrahlcharakteristik der Ausströmöffnungen so an einen Abstand zur Prallwand angepasst, dass die Wirbel an oder im Bereich der Prallwand gebildet werden.

**[0010]** Die Erfindung hat den Vorteil, dass keine elektrischen Überschlüge zwischen dem Schaltgas und der Prallwand zu erwarten sind, weil kein oder kein wesentliches Potentialgefälle im vom Schaltgas durchströmten äusseren Volumen besteht. Auch noch stark ionisiertes, dielektrisch noch nicht verfestigtes Schaltgas kann an der auf Potential liegenden Prallwand gekühlt werden.

**[0011]** Das Ausführungsbeispiel gemäss Anspruch 2b hat den Vorteil, dass das Schaltkammergehäuse gesamthaft oder zumindest auf einer Schalterkontaktseite als grossvolumige Wärmesenke für die von der Prall-

wand aufgenommen Wärmeenergie verwendet wird.

**[0012]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Bildung der Wirbel durch Wechselwirkung der Gasjets untereinander vor Erreichen der Prallwand unterstützt. Insbesondere sollen im Körper solche Gasjets gebildet werden, deren Trajektorien einander vor Erreichen der Prallwand kreuzen: Auf diese Weise wird die Wirbelbildung nicht erst durch Aufprall getrennter Gasjets auf die Prallwand hervorgerufen, sondern wird schon auf dem Weg zur Prallwand durch Interaktion der Gasjets untereinander induziert. Im Extremfall ist die interaktive Wirbelbildung so stark, dass an der Prallwand keine eigentliche Aufprallstelle einzelner Gasjets mehr vorhanden ist, sondern unmittelbar ein Wirbel, gebildet aus mindestens zwei Gasjets, ankommt und sich turbulent konvektiv an der Prallwand abkühlt.

**[0013]** Die Erfindung betrifft auch ein elektrisches Schaltgerät für ein elektrisches Energieversorgungsnetz, insbesondere einen Generatorschalter, umfassend eine Schaltkammer, die von einem Schaltkammergehäuse umschlossen ist und eine zentrale Achse sowie einen ersten Kontakt und einen zweiten Kontakt aufweist, wobei in einem Auspuffbereich des ersten oder zweiten Kontakts ein Körper mit Ausströmöffnungen zum Durchströmen von Schaltgas vorhanden ist, der Auspuffbereich durch den Körper in ein inneres Volumen und ein äusseres Volumen unterteilt ist und im äusseren Volumen eine Prallwand zur Kühlung des Schaltgases vorhanden ist, wobei ferner die Ausströmöffnungen des Körpers zur Erzeugung einer Vielzahl gerichteter Gasjets dienen, die Gasjets auf die Prallwand gerichtet sind und eine Vielzahl von Wirbeln ausbilden und die Wirbel einen konvektiven Wärmeübergang vom Schaltgas in die Prallwand bewirken, wobei die Prallwand durch mindestens einen Abschnitt des Schaltkammergehäuses gebildet ist oder an einem Abschnitt des Schaltkammergehäuses befestigt ist. Zudem sind die Ausströmöffnungen des Körpers Düsen, die aufgrund ihrer Anordnung, Form und/oder Ausrichtung den Gasjets eine gewünschte Strahlcharakteristik und/oder Ausrichtung vorgeben, wobei die Gasjets in den Düsen eine Kollimierung, Aufweitung oder Fokussierung erfahren, die so an einen Abstand zur Prallwand angepasst ist, dass die Wirbelbildung an der Prallwand oder in einem Bereich der Prallwand erfolgt. Desweiteren weist die Prallwand eine grosse Wärmekapazität zur Kühlung des turbulenten Schaltgases auf, und/oder die Prallwand weist zur Kühlung des turbulenten Schaltgases eine grosse Wärmeleitfähigkeit auf und ist wärmeleitend mit dem Schaltkammergehäuse verbunden.

**[0014]** Der Körper oder Multidüsenkörper dient also dazu, das Schaltgas in mindestens einem Auspuffbereich des Schaltgeräts in eine Vielzahl gerichteter Gasjets aufzuteilen und die Prallwand dient zur Jetverwirbelung und/oder zum Entlangströmen der verwirbelten Jets, um durch turbulent konvektiven Wärmeübergang dem Schaltgas bzw. den Schaltgaswirbeln Wärmeenergie zu entziehen. Die Prallwand kann selber Wärmesen-

ke sein oder mit einer Wärmesenke thermisch verbunden sein. Insbesondere kann die Prallwand aufgrund ihrer Position nahe der Schaltkammerwand oder als Bestandteil des Schaltkammergehäuses sehr grossflächig ausgestaltet sein und zur turbulenten Kühlung einer grossen Anzahl gasjetinduzierter Schaltgaswirbel dienen. Mit einem erfindungsgemäss ausgestalteten Schaltgerät wurden aufgrund der verbesserten Kühlung der Schaltgase hervorragende Abschaltleistungen nachgewiesen.

**[0015]** Erfindungsgemäss sind die Funktionen des Körpers als Multidüsenkörper und der Prallwand als Wärmeableitung getrennt. Dadurch kann der Körper im Hinblick auf seine Anordnung im Auspuffbereich und auf die Ausgestaltung und Anordnung seiner Düsen optimiert werden und die Prallwand kann unabhängig davon im Hinblick auf ihre Anordnung im äusseren Volumen, ihre thermischen Eigenschaften und ihre thermische Verbindung zum Schaltkammergehäuse optimiert werden. Aufgrund der grossen thermischen Masse und/oder schnellen Wärmeleitfähigkeit der Prallwand oder des Schaltkammergehäuseabschnitts werden die lokalen Erhitzungen an den Aufprallorten der Gasjets schnell auf die ganze Prallwand verteilt und gegebenenfalls von der Prallwand abgeführt.

**[0016]** Zudem kann durch die optimierte Anordnung, insbesondere Beabstandung, Form und/oder Ausrichtung, der Düsen der Leistungsbereich, ab dem die erfindungsgemässe turbulent konvektive Kühlung in Aktion tritt, genauer festgelegt und insbesondere ausgeweitet werden. Insbesondere kann die Abstrahlcharakteristik der Düsen des Körpers in Abhängigkeit von der Position und gegebenenfalls Form der Prallwand so gestaltet werden, dass eine intensive Wirbelbildung und eine gute Führung der Wirbel nahe der Prallwand und entlang grosser Flächen der Prallwand realisiert ist.

**[0017]** Die Erfindung hat den Vorteil, dass auch noch stark ionisiertes, heisses Schaltgas von der Prallwand gekühlt werden kann. Die Doppelfunktion der Prallwand als Kühlkörper und Strombahn erlaubt eine besonders einfache und kompakte Bauweise des Schaltgeräts.

**[0018]** Das Ausführungsbeispiel gemäss Anspruch 10 hat den Vorteil, dass durch die sich kreuzenden Gasjets die Wirbelbildung verstärkt wird. Zudem kann eine Wirbelbildung schon früher, d. h. in einem schwächeren Leistungsbereich, erreicht werden.

**[0019]** Die Ausführungsbeispiele gemäss den Ansprüchen 4 und 11-13 betreffen weitere Massnahmen zur Verbesserung der Kühleffizienz des Schaltgases im Schaltgerät und damit zur Erhöhung der Schaltleistung.

**[0020]** Weitere Ausführungen, Vorteile und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, aus den Anspruchskombinationen sowie aus der nun folgenden Beschreibung und den Figuren.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0021]** Es zeigen schematisch

- Fig. 1 einen Generatorschalter mit einer Metallhülse und einer gehäuseseitigen Prallwand zur Schaltgaskühlung;  
 Fig. 2a-2d Ausführungsformen der Metallhülse;  
 Fig. 3 eine Darstellung zur Wirkungsweise der turbulent konvektiven Kühlung;  
 Fig. 4 ein Auspuffdruck als Funktion der Zeit gemäss Stand der Technik und gemäss Erfindung; und  
 Fig. 5 ein Kühleffizienz als Funktion der Zeit gemäss der Erfindung.

**[0022]** In den Figuren sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

## WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0023]** Fig. 1 zeigt einen Generatorschalter 1 mit einer Schalterachse 1a und einer Schaltkammer 2 oder Unterbrechereinheit 2, die eine Löschkammer 9 und Auspuffvolumina 7, 8 umfasst. Die Schaltkammer 2 ist von einem Schaltkammergehäuse 3 umgeben ist. Das Schaltkammergehäuse 3 setzt sich zusammen aus einem Löschkammergehäuse oder Löschkammerisolator 3c sowie einem ersten Auspuffgehäuse 3a und einem zweiten Auspuffgehäuse 3b. Für die Leistungsstrombahn und zur Lichtbogenunterbrechung sind ein erster Kontakt oder Schaltstift 4 und ein zweiter Kontakt in Form einer Kontakttulpe 5 vorhanden, zwischen denen beim Öffnen des Schalters 1 ein Lichtbogen 6a brennt. Die prinzipielle Funktion des Schaltgeräts 1 ist in der EP 0 982 748 B1 beschrieben, deren gesamter Offenbarungsgehalt hiermit durch Bezugnahme in die Beschreibung aufgenommen wird. Insbesondere sind dort die Funktionen des Schaltgeräts 1 beschrieben. Die Bezugszeichen bezeichnen folgende Bauteile: Nennstrombahn 15, erster feststehender Nennstromkontakt 16, zweiter feststehender Nennstromkontakt 17, beweglicher Nennstromkontakt 18, erste Trennwand 19, Abbrandschaltanordnung 20, Isolierstoffdüse 21, Gleitführung 22, zweite Trennwand 23, Heizvolumen 24, Blasschlitz 25, Wand 26, Blaszylinder 27, Blaskolben 28, Blaskanal 29, Rückschlagventil 30. In der EP 0 982 748 B1 sind die Funktionen und das Zusammenwirken der genannten Bauteile in näherem Detail beschrieben.

**[0024]** Beim Öffnen des Lichtbogenschaltkontaktstifts 4 wird die Lichtbogenlöschzone 6 vom Heizvolumen 24 her mit Lösch- oder Schaltgas beblasen. Das Schaltgas strömt dann in den ersten und zweiten Auspuffbereich 7, 8 und wird dort gekühlt. Erfindungsgemäss ist nun z. B. im ersten Auspuffbereich 7 ein Körper 10 mit Ausströmöffnungen 11 zum Durchströmen von Schaltgas angeordnet. Der Gasdurchströmkörper 10 unterteilt den Auspuffbereich 7 in ein inneres Volumen 7a und ein äusseres Volumen 7b. Im äusseren Volumen 7b ist eine Prallwand 14, 140 zur Kühlung des Schaltgases vorhanden. Die Prallwand 14, 140 ist durch mindestens einen Abschnitt 14 des Schaltkammergehäuses 3 gebildet

oder ist als Platte 140, die mehr oder weniger separat ausgestaltet sein kann, an einem Abschnitt des Schaltkammergehäuses 3 befestigt. In dieser Anordnung wird eine hocheffiziente turbulente Schaltgaskühlung erreicht. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Schaltkammergehäuse 3 nicht unmittelbar von heissem Schaltgas kontaminiert wird, sondern durch den Düsenkörper 10 etwas geschützt wird.

**[0025]** Das Zusammenwirken des Gasdurchströmkörpers oder Düsenkörpers 10 mit der Prallwand 14, 140 wird im folgenden näher anhand von Fig. 1 erläutert. Aus der Lichtbogenlöschzone 6 strömt eine heisse Schaltgasströmung 100 in den ersten Auspuffbereich 7, wird vom Strömungsumlenkelement 7c in eine radiale Richtung umgelenkt, strömt entlang einer Innenwand des hier hülsenförmig dargestellten Körpers 10 zurück und bildet so eine Rezirkulationsströmung 101, durch welche im inneren Volumen 7a ein Staudruck aufgebaut wird. Durch die Ausströmöffnungen 11 im Körper 10 strömt das Schaltgas in Form von Gasjets 12 nach aussen in das äussere Volumen 7b. Die Gasjets 12 sind auf die Prallwand 14, 140 gerichtet und bilden Wirbel 13. Dies geschieht typischerweise durch Aufprall des Gasjets 12 auf die Prallwand 14, 140, so dass pro Gasjet 12 bzw. Aufprallort ein Wirbel 13 gebildet wird.

**[0026]** Fig. 3 zeigt in grösserem Detail, wie die Wirbel 13 eine intensive Kühlung des Schaltgases durch turbulent konvektiven Wärmeübergang in die Prallwand 14, 140 bewirken. Beim Ausströmen des Schaltgases aus der Öffnung 11 wird der Gasjet 12 geformt. Nach Verlassen der Ausströmöffnung 12 bildet der Gasjet 12 eine Grenzschicht 12a, 12b aus, wobei in einem Ablösebereich 12a kleine Wirbel 13 erzeugt werden, die mit zunehmendem Abstand vom Düsenkörper 10 an Stärke und Grösse zunehmen und bei Annäherung an die Prallwand 14, 140 in eine im wesentlichen axiale Richtung umgelenkt werden. In Nähe der Prallwand 14, 140, d. h. im Prallwandbereich 14a, bildet sich ein Wirbelbereich oder eine Wirbelzone oder Wirbelgrenzschicht 130 aus, in welcher der Wirbel 13 der Prallwand 14, 140 entlangstreicht, dort einen Teil seiner Wärmeenergie deponiert, in einem Ausströmbereich 131 des Wirbels 13 von der Prallwand 14, 140 wegströmt, rezirkuliert und in einem Nachströmbereich 132 weiteres Schaltgas einsaugt und der Prallwand 14, 140 zur Kühlung zuführt. Durch den wiederholten intensiven Gasaustausch im Bereich der Prallwand 14, 140 wird also eine intensive Kühlung des Schaltgases erreicht. Voraussetzung dafür ist, dass die Prallwand 14, 140 selber als effiziente Wärmesenke wirkt. Dies wird erfindungsgemäss dadurch erreicht, dass sie durch einen Abschnitt des Schaltkammergehäuses 3 gebildet ist oder als Platte 140 oder allgemein Kühlkörper 140 an dem Schaltkammergehäuse 3 befestigt ist. Zu diesem Zweck kann die Prallwand 14, 140 eine grosse Wärmekapazität zur Kühlung des turbulenten Schaltgases aufweisen. Alternativ oder ergänzend kann die Prallwand 14, 140 zur Kühlung des turbulenten Schaltgases eine grosse Wärmeleitfähigkeit aufweisen

und wärmeleitend mit dem Schaltkammergehäuse 3 verbunden sein.

**[0027]** Mit Vorteil liegt die Prallwand 14, 140 auf dem Potential des Schaltkammergehäuses 3, um die Gefahr elektrischer Überschlüge zu reduzieren oder zu eliminieren. Dadurch muss das Schaltgas bei Interaktion mit der Prallwand 14, 140 noch nicht vorgekühlt sein. Es darf vielmehr noch heiss und insbesondere ionisiert sein. Eine besonders kompakte Anordnung wird dadurch erreicht, dass die Prallwand die 14, 140 Teil einer Strombahn 15 des Schaltgeräts 1 ist. Die Strombahn 15 ist in Fig. 1 eine Nennstrombahn, kann jedoch prinzipiell auch eine Leistungsstrombahn 15 sein.

**[0028]** Der Düsenkörper 10 kann eine geringe Wärmekapazität und/oder geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Ein Beitrag des Düsenkörpers 10 zur Wärmeabfuhr ist also nicht nötig. Jedoch ist eine zusätzliche Kühlwirkung und homogene Wärmeverteilung im Düsenkörper 10 von Vorteil. Die Ausströmöffnungen 11 des Körpers 10 sollen als Düsen 110, 111, 112 wirken, die aufgrund ihrer Anordnung, Form und/oder Ausrichtung den Gasjets 12 eine gewünschte Strahlcharakteristik und/oder Ausrichtung vorgeben. Insbesondere sollen die Gasjets 12 in den Düsen 110, 111, 112 eine Kollimierung, Aufweitung oder Fokussierung erfahren, die so an einen Abstand H zur Prallwand 14, 140 so angepasst ist, dass die Wirbelbildung an der Prallwand 14, 140 oder im Bereich 14a der Prallwand 14, 140 erfolgt.

**[0029]** Fig. 2a zeigt ein Ausführungsbeispiel, in dem die Düsen 110 in radial nach aussen gerichteter Strömungsrichtung des Schaltgases trichterförmig verjüngt sind. Gemäss Fig. 2b sind mit Vorteil solche Düsen 111, 112 vorhanden, die gegeneinander gerichtet sind derart, dass die Trajektorien 121, 122 der zugehörigen Gasjets 12 einander vor Erreichen der Prallwand 14, 140 kreuzen und vor Erreichen der Prallwand 14, 140 Wirbel ausbilden. Die gegeneinander gerichteten Düsen 111, 112 können insbesondere einander benachbarte Düsen 111, 112 oder auch Düsendruppen sein. Die Blendenöffnungen können auch zylindrisch oder in Strahlrichtung konisch verbreitert sein, wodurch die Gasstrahlen 12 aufgeweitet werden. Weitere Varianten der Ausströmöffnungen 11 sind in der EP 1 403 891 A1 beschrieben, deren gesamter Offenbarungsgehalt hiermit durch Bezugnahme in die Beschreibung aufgenommen wird. Dort sind insbesondere offenbart: axial und/oder am Umfang zueinander versetzte Ausströmöffnungen, Ausströmöffnungen mit unterschiedlichen Durchmessern, mit unterschiedlichen Mittenabständen, Ausströmöffnungen optimiert hinsichtlich ihrer Form, Grösse, Anordnung (z. B. überwiegend im oberen Teil des Auspuffbereichs) und Anzahl. Für einen hohen Wirkungsgrad der Abkühlung wird für das Verhältnis von Abstand H der Blendenöffnungen zur gegenüberliegenden Wand zu ihrem Durchmesser D ein bevorzugter Bereich von  $1,5 < H/D < 5$  und insbesondere  $H/D = 2$  offenbart. Für den Mittenabstand S der Blendenöffnungen zu ihrem Durchmesser D wird ein Verhältnis von  $S/H = 1,4$  bevorzugt. Wenn dieser Abstand

nicht unterschritten wird, ist sichergestellt, dass sich die um die Aufprallpunkte ausbildenden Verwirbelungen gegenseitig nicht negativ beeinflussen und das Gas wirksam gekühlt wird.

**[0030]** Der Düsenkörper 10 ist mit Vorteil eine Hülse 10, insbesondere aus Metall. Die Hülse 10 kann im Prinzip beliebige Gestalt haben und ist beispielsweise hohlzylindrisch (Fig. 1) oder kegelstumpfförmig verjüngt (Fig. 2c) oder konisch zulaufend (Fig. 2d) geformt. In Fig. 1 ist ein unterer Deckel durch die erste Trennwand 19 zwischen Löschkammer 9 und erstem Auspuffbereich 7 gegeben und ein oberer Deckel durch eine Schaltkammerwand. Die Hülse 10 umschließt ein Volumen V, wobei zusätzlich zu den Ausströmöffnungen 11 auch andere Öffnungen oder eine unvollständige Hülsenform prinzipiell zulässig sind, sofern genügend Staudruck aufgebaut werden kann und eine Jetbildung möglich ist. Mit Vorteil sind die Ausströmöffnungen 11 die einzigen Öffnungen. Das Verhältnis des eingeschlossenen Volumens V zur Gesamtfläche A der Ausströmöffnungen 11 soll mit Vorteil in einem Bereich  $0,5 \text{ m} < V/A < 1,5 \text{ m}$ , bevorzugt  $1 \text{ m} < V/A < 1,4 \text{ m}$ , besonders bevorzugt  $1,2 \text{ m} < V/A < 1,3 \text{ m}$ , liegen.

**[0031]** Fig. 2c zeigt ein Ausführungsbeispiel, in dem die Ausströmöffnungen 11 an dem Körper 10 gehäuft in zwei radial gegenüberliegenden Bereichen 11a, 11b angeordnet sind. Dadurch kann im Schaltgas im äusseren Volumen 7b eine an der Prallwand 14, 140 geführte Strömung induziert werden. Typischerweise verläuft die geführte Strömung auf Kreisbahnen, Schraubenbahnen und/oder Spiralbahnen 11ab oder allgemein auf im wesentlichen rotationssymmetrischen Bahnen 11ab um die Schalterachse 1a. Die Art der Bahn kann durch die Anordnung der Ausströmöffnungen 11, durch strömungsführende Elemente und/oder durch die Gestalt des Düsenkörpers 11 und der Prallwand 14, 140, gewählt oder beeinflusst werden. Beispielsweise können bei axial gleichverteilten Ausströmöffnungen 11, bei einer hohlzylindrischen Prallwand 14, 140 und bei einer hohlzylindrischen Gestalt des Düsenkörpers 10 vorwiegend Kreisbahnen oder Schraubenbahnen und bei einer verjüngten Gestalt des Düsenkörpers 10 vorwiegend Spiralbahnen 11ab induziert werden.

**[0032]** Es wurde eine theoretische Analyse des Wirkungsgrads  $\eta$  der Anordnung mit Düsenkörper oder Hülse 10 und Prallwand 14, 140 durchgeführt. Der Wirkungsgrad oder die Kühleffizienz  $\eta$  der Hülse 10 ist definiert als Verhältnis der dem Schaltgas mit Hilfe der Hülse 10 entzogenen Wärmeenergie zur gesamten Wärmeenergie des heissen Schaltgases. Man kann zeigen, dass näherungsweise gilt

$$\eta(t) = (p_2 - p_2') / p_2 ,$$

wobei  $p_2$  = Schaltgasdruck ohne Hülse 10 im ersten Auspuffbereich 7 nach Schalterkontakttrennung; und  $p_2'$  =

Schaltgasdruck bei Anwesenheit der Hülse 10 im ersten Auspuffbereich 7 gemittelt über das innere und äussere Volumen 7a, 7b, ebenfalls nach Schalterkontakttrennung. Experimentell wurde der Druck  $p_2$  ohne Hülse 10 gemessen und der Druck  $p_2'$  mit Hülse 10 dadurch bestimmt, dass ein erster Druck im äusseren Volumen 7b gemessen wurde, ein zweiter Druck im inneren Volumen 7a durch Simulation berechnet wurde und der erste und zweite Druck gewichtet mit den zugehörigen Volumina 7a, 7b gemittelt wurden. Fig. 3 zeigt den Druckverlauf 31 als Funktion der Zeit für einen Auspuff 7 ohne Metallhülse 10 und einen Druckverlauf 32 mit Metallhülse 32. Nach der Kontakttrennung 33 wird der Druckanstieg bei unveränderter Steilheit auf ca. 50% des früher üblichen Wertes begrenzt. Bei Durchschreiten des Stromnulldurchgangs 34 fällt nun der Druck bereits wieder, was insgesamt zu einer erheblichen Druckreduktion über den Schaltvorgang führt. In Fig. 4 ist die Kühleffizienz  $\eta(t)$  dargestellt, die nach dem Stromnulldurchgang 34 über 45% beträgt und kurzzeitig ein Maximum von 60% erreicht.

**[0033]** Desweiteren wurden experimentelle Versuche mit einem Leistungsschalter 1 mit Metallhülse 10 und Schaltgehäuseprallwand 14 durchgeführt. Im Versuch betrug das Volumenzu-Flächenverhältnis der Metallhülse 10 1.05 m. Bei diesem Verhältnis wurde berücksichtigt, dass im vorliegenden Fall ca. 80 % der geometrischen Fläche A der Ausströmöffnungen 11 tatsächlich wirksam ist. Im Versuchslabor wurden Ströme im Bereich von mehr als 63 kA mit hoher Asymmetrie, langen Lichtbogenzeiten und einer daraus resultierenden Energieeinkopplung von ca. 1 MJ in den Leistungsschalter 1 fehlerfrei abgeschaltet. Damit ist experimentell und theoretisch nachgewiesen, dass durch die Erfindung die Wärmeabführung aus dem Schaltgas massiv verbessert werden kann. Zusätzlich kann das Schaltkammergehäuse 3 durch die Metallhülse 10 vor Heissgasen geschützt werden.

**[0034]** In weiteren, hier nicht dargestellten Ausführungsbeispielen sind im inneren Volumen 7a mindestens ein weiterer Körper mit weiteren Ausströmöffnungen zur Erzeugung weiterer Gasjets vorhanden und das innere Volumen 7a ist durch den weiteren Körper in ein inneres und äusseres Untervolumen unterteilt, wobei in dem äusseren Untervolumen mindestens eine weitere Prallwand derart angeordnet ist, dass die weiteren Gasjets gegen die weitere Prallwand gerichtet sind. Mit Vorteil sind mindestens je ein Körper 10 und mindestens je eine zugehörige Prallwand 14, 140 in einem ersten Auspuffbereich 7 des ersten Kontakts 4 und in einem zweiten Auspuffbereich 8 des zweiten Kontakts 5 vorhanden. Das Schaltkammergehäuse 3 kann ein druckdichtes Kapselungsgehäuse 3 für das Schaltgas, insbesondere das Löschgas und Auspuffgas, sein. Das Schaltkammergehäuse 3 kann von einem magnetfeldabschirmenden Aussengehäuse umgeben sein. Das Aussengehäuse kann zugleich als mechanische Halterung für das Schaltgerät 1 ausgelegt sein. Die Erfindung ist auf jeden Typ eines elektrischen Schaltgeräts 1 anwendbar, insbesondere in

Generatorschaltern 1, in Schaltern mit rotierendem Lichtbogen, in Selbstblassaltern, in Gas- oder SF<sub>6</sub>-Schaltern und in Schaltern mit hohlem Kontaktrohr für Schaltgaswegführung aus der Lichtbogenlöschzone.

**[0035]** Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Kühlung eines Schaltgases in einem elektrischen Schaltgerät 1 für elektrische Energieversorgungsnetze, insbesondere in einem Generatorschalter 1, wobei das Schaltgerät 1 eine Schaltkammer 2 umfasst, die von einem Schaltkammergehäuse 3 umschlossen ist, wobei ferner bei einem Schaltvorgang das Schaltgas von einer Lichtbogenlöschzone 6 zu einem Auspuffbereich 7, 8 geströmt wird, dabei ein eine Vielzahl von Ausströmöffnungen 11 aufweisender Körper 10 durchströmt wird und das Schaltgas in eine Vielzahl gerichteter Gasjets 12 aufgeteilt wird, wobei ferner die Gasjets 12 in eine Vielzahl von Wirbeln 13 verwirbelt werden und den Wirbeln 13 durch Konvektion in einem Bereich 14a einer Prallwand 14, 140 von der Prallwand 14, 140 Wärmeenergie entzogen wird, wobei die Prallwand 14, 140 durch mindestens einen Abschnitt 14 des Schaltkammergehäuses 3 gebildet wird oder an einem Abschnitt des Schaltkammergehäuses 3 befestigt ist. Im folgenden werden einige Ausführungsbeispiele angegeben.

**[0036]** Die Prallwand 14, 140 kann auf dem Potential des Schaltkammergehäuses 3 gehalten werden. Die Prallwand 14, 140 kann auch durch Wärmeleitung auf einer Temperatur des Schaltkammergehäuses 3 gehalten werden. Die Bildung der Schaltgaswirbel 13 kann durch Wechselwirkung der Gasjets 12 untereinander vor Erreichen der Prallwand 14, 140 unterstützt werden. Insbesondere können im Körper 10 solche Gasjets 12 gebildet werden, deren Trajektorien 121, 122 einander vor Erreichen der Prallwand 14, 140 kreuzen. Auch kann eine Abstrahlcharakteristik der Ausströmöffnungen 11 so an einen Abstand H zur Prallwand 14, 140 angepasst werden, dass die Wirbel 13 an oder im Bereich 14a der Prallwand 14, 140 gebildet werden. Mit Vorteil wird oder werden das Schaltgas und insbesondere die Wirbel 13 auf Kreisbahnen, Schraubenbahnen oder auf Spiralbahnen um die zentrale Achse 1a des Schaltgeräts 1 entlang der Prallwand 14, 140 geführt.

**[0037]** Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Abschnitt einer elektrischen Hochspannungsanlage, die ein elektrisches Schaltgerät 1, insbesondere einen Generatorschalter 1, wie zuvor beschrieben und wie in den Ansprüchen 7-13 beansprucht aufweist.

## BEZUGSZEICHENLISTE

### [0038]

1	Elektrisches Schaltgerät
1a	Zentrale Achse, Schalterachse
2	Schaltkammer
3	Schaltkammergehäuse, Schaltkammerwand
3a	Erstes Auspuffgehäuse

3b	Zweites Auspuffgehäuse
3c	Löschkammergehäuse, Löschkammerisolator
4	Erster Kontakt, (Lichtbogen-) Schaltstift
5	Zweiter Kontakt, (Lichtbogen-) Kontakttulpe
6	Lichtbogenlöschzone
6a	Lichtbogen
7	Erster Auspuffbereich
7a	Inneres Volumen
7b	Äusseres Volumen
7c	Strömungsumlenkelement
8	Zweiter Auspuffbereich
9	Löschkammer
10	Körper, Düsenkörper, Hülse, Metallhülse
100	Schaltgasströmung aus Löschzone
101	Rezirkulationsströmung im inneren Volumen
11	Ausströmöffnungen
11a, 11b	Radial gegenüberliegende Bereiche
11ab	Kreisbahnen, Schraubenbahnen, Spiralbahnen
110, 111, 112	Düsenformen
12	Gasjets
12a	Ablösebereich
12b	Verwirbelungsbereich
121, 122	Trajektorien
13	Wirbel
130	Wirbelbereich, Bereich der konvektiven turbulenten Wärmeübertragung, Wirbelgrenzschicht
131	Ausströmbereich
132	Nachströmbereich, Ansaugbereich
14	Prallwand, Schaltkammergehäuseabschnitt
140	Prallwand, Platte, Kühlkörper
14a	Prallwandbereich
15	Strombahn
16	Erster feststehender Nennstromkontakt
17	Zweiter feststehender Nennstromkontakt
18	Beweglicher Nennstromkontakt
19	Erste Trennwand
20	Abbrandschaltanordnung
21	Isolierstoffdüse
22	Gleitführung
23	Zweite Trennwand
24	Heizvolumen
25	Blasschlitz
26	Wand
27	Blaszylinder
28	Blaskolben
29	Blaskanal
30	Rückschlagventil
31	Druckverlauf (Stand der Technik)

- 32 Druckverlauf mit Körper und Prallwand  
 33 Kontakttrennung  
 34 Stromnulldurchgang

- D Durchmesser von Ausströmöffnungen 5  
 H Abstand Ausströmöffnung zu Prallwand  
 S Mittenabstand zwischen Ausströmöffnungen  
 t Zeit  
 $\eta$  Wirkungsgrad

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung eines Schaltgases in einem elektrischen Schaltgerät (1) für elektrische Energieversorgungsnetze, insbesondere in einem Generatorschalter (1), wobei das Schaltgerät (1) eine Schaltkammer (2) umfasst, die von einem Schaltkammergehäuse (3) umschlossen ist, wobei ferner bei einem Schaltvorgang das Schaltgas von einer Lichtbogenlöschzone (6) zu einem Auspuffbereich (7, 8) strömt, dabei einen eine Vielzahl von Ausströmöffnungen (11) aufweisenden Körper (10) passiert und in eine Vielzahl gerichteter Gasjets (12) aufgeteilt wird, wobei ferner die Gasjets (12) in eine Vielzahl von Wirbeln (13) verwirbelt werden und den Wirbeln (13) durch Konvektion im Bereich einer Prallwand (14, 140) von der Prallwand (14, 140) Wärmeenergie entzogen wird,

a) eine Abstrahlcharakteristik der Ausströmöffnungen (11) so an einen Abstand (H) zur Prallwand (14, 140) angepasst wird, dass die Wirbel (13) an oder im Bereich (14a) der Prallwand (14, 140) gebildet werden, und

b) die Wärmeenergie in der Prallwand (14, 140) gespeichert wird oder an eine mit der Prallwand (14, 140) thermisch verbundene Wärmesenke weitergeleitet wird wobei **dadurch gekennzeichnet, dass**

c) die Prallwand (14, 140) durch mindestens einen Abschnitt (14) des Schaltkammergehäuses (3) gebildet wird oder an einem Abschnitt des Schaltkammergehäuses (3) befestigt ist, und

d) das Schaltgerät gemäß Anspruch 7 ist.

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

a) die Prallwand (14, 140) auf dem Potential des Schaltkammergehäuses (3) gehalten wird und/oder

b) die Prallwand (14, 140) durch Wärmeleitung auf einer Temperatur des Schaltkammergehäuses (3) gehalten wird.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) die Bildung der Wirbel (13) durch Wechselwirkung der Gasjets (12) untereinander vor Erreichen der Prallwand (14, 140) unterstützt wird und

b) insbesondere dass im Körper (10) solche Gasjets (12) gebildet werden, deren Trajektorien (121, 122) einander vor Erreichen der Prallwand (14, 140) kreuzen.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaltgas und insbesondere die Wirbel (13) auf Kreisbahnen, Schraubenbahnen oder auf Spiralbahnen entlang der Prallwand (14, 140) geführt wird oder werden.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Lichtbogenzone (6) eine heiße Schaltgasströmung (100) in den ersten Auspuffbereich (7) geströmt wird, von einem Strömungsumlenkelement (7c) in eine radiale Richtung umgelenkt wird, entlang einer Innenwand des Körpers (10) zurückgeströmt wird und so eine Rezirkulationsströmung (101) gebildet wird, durch welche im inneren Volumen (7a) des Körpers (10) ein Staudruck aufgebaut wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Prallwandbereich (14a) sich eine Wirbelgrenzschicht (130) ausbildet, in welcher der Wirbel (13) der Prallwand (14, 140) entlangstreicht, dort einen Teil seiner Wärmeenergie deponiert, in einem Ausströmbereich (131) des Wirbels (13) von der Prallwand (14, 140) wegströmt, rezirkuliert und in einem Nachströmbereich (132) weiteres Schaltgas einsaugt und der Prallwand (14, 140) zur Kühlung zuführt.

7. Elektrisches Schaltgerät (1) für ein elektrisches Energieversorgungsnetz, insbesondere Generatorschalter (1), umfassend eine Schaltkammer (2), die von einem Schaltkammergehäuse (3) umschlossen ist und eine zentrale Achse (1a) sowie einen ersten Kontakt (4) und einen zweiten Kontakt (5) aufweist, wobei in einem Auspuffbereich (7, 8) des ersten oder zweiten Kontakts (4, 5) ein Körper (10) mit Ausströmöffnungen (11) zum Durchströmen von Schaltgas vorhanden ist, der Auspuffbereich (7, 8) durch den Körper (10) in ein inneres Volumen (7a) und ein äußeres Volumen (7b) unterteilt ist und im äusseren Volumen (7b) eine Prallwand (14, 140) zur Kühlung des Schaltgases vorhanden ist, wobei ferner die Ausströmöffnungen (11) des Körpers (10) zur Erzeugung einer Vielzahl gerichteter Gasjets (12) dienen, die Gasjets (12) auf die Prallwand (14, 140) gerichtet sind und eine Vielzahl von Wirbeln (13) ausbilden und die Wirbel (13) einen konvektiven Wärmeübergang vom Schaltgas in die Prallwand (14, 140) be-



wirken,

- a) die Ausströmöffnungen (11) des Körpers (10) Düsen (110, 111, 112) sind, die aufgrund ihrer Anordnung, Form und/oder Ausrichtung den Gasjets (12) eine gewünschte Strahlcharakteristik und/oder Ausrichtung vorgeben, wobei die Gasjets (12) in den Düsen (110, 111, 112) eine Kollimierung, Aufweitung oder Fokussierung erfahren, die so an einen Abstand (H) zur Prallwand (14, 140) angepasst ist, dass die Wirbelbildung an der Prallwand (14, 140) oder in einem Bereich (14a) der Prallwand (14, 140) erfolgt, und
- b) die Prallwand (14, 140) eine grosse Wärmekapazität zur Kühlung des turbulenten Schaltgases aufweist, und/oder die Prallwand (14, 140) zur Kühlung des turbulenten Schaltgases eine grosse Wärmeleitfähigkeit aufweist und wärmeleitend mit dem Schaltkammergehäuse (3) verbunden ist
- c) die Prallwand (14, 140) durch mindestens einen Abschnitt (14) des Schaltkammergehäuses (3) gebildet ist oder an einem Abschnitt des Schaltkammergehäuses (3) befestigt ist **dadurch gekennzeichnet, daß**
- d) die Prallwand (14, 140) Teil einer Nennstrombahn oder Leistungsstrombahn (15) des Schaltgeräts (1) ist.
8. Elektrisches Schaltgerät (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Körper (10) eine geringe Wärmekapazität und/oder geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist.
9. Elektrisches Schaltgerät (1) nach einem der Ansprüche 7-8, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- a) die Düsen (110) in radialer Strömungsrichtung des Schaltgases trichterförmig verjüngt sind, und/oder
- b) Düsen (111, 112) vorhanden sind, insbesondere einander benachbarte Düsen (111, 112), die gegeneinander gerichtet sind derart, dass die Trajektorien (121, 122) der zugehörigen Gasjets (12) einander vor Erreichen der Prallwand (14, 140) kreuzen und vor Erreichen der Prallwand (14, 140) Wirbel ausbilden.
10. Elektrisches Schaltgerät (1) nach einem der Ansprüche 7-9, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- a) der Körper (10) eine Hülse (10), insbesondere aus Metall, ist, deren eingeschlossenes Volumen V zur Gesamtfläche A der Ausströmöffnungen (11) ein Verhältnis bilden, das in einem Bereich  $0,5 \text{ m} < V/A < 1,5 \text{ m}$ , bevorzugt  $1 \text{ m} < V/A < 1,4 \text{ m}$ , besonders bevorzugt  $1,2 \text{ m} < V/A < 1,3$

m, liegt und/oder

b) die Ausströmöffnungen (11) an dem Körper (10) gehäuft in zwei radial gegenüberliegenden Bereichen (11a, 11b) angeordnet sind, um im Schaltgas im äusseren Volumen (7b) eine auf Kreisbahnen, Schraubenbahnen und/oder Spiralbahnen an der Prallwand (14, 140) geführte Strömung zu induzieren.

11. Elektrisches Schaltgerät (1) nach einem der Ansprüche 7-10, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) im inneren Volumen (7a) mindestens ein weiterer Körper mit weiteren Ausströmöffnungen zur Erzeugung weiterer Gasjets vorhanden ist oder sind und das innere Volumen (7a) durch den weiteren Körper in ein inneres und äusseres Untervolumen unterteilt ist und

b) in dem äusseren Untervolumen mindestens eine weitere Prallwand derart angeordnet ist, dass die weiteren Gasjets gegen die weitere Prallwand gerichtet sind.

12. Elektrisches Schaltgerät (1) nach einem der Ansprüche 7-11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens je ein Körper (10) und mindestens je eine zugehörige Prallwand (14, 140) in einem ersten Auspuffbereich (7) des ersten Kontakts (4) und in einem zweiten Auspuffbereich (8) des zweiten Kontakts (5) vorhanden sind.

13. Elektrisches Schaltgerät (1) nach einem der Ansprüche 7-12, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) das Schaltkammergehäuse (3) ein druckdichtes Kapselungsgehäuse (3) für das Schaltgas ist, und/oder

b) das Schaltkammergehäuse (3) von einem magnetfeldabschirmenden Aussengehäuse umgeben ist, und/oder

c) das Schaltgerät (1) ein Generatorschalter (1) ist.

#### Claims

1. Method for cooling of a switching gas in an electrical switching device (1) for electrical power supply systems, in particular in a generator switch (1), with the switching device (1) having a switching chamber (2) which is surrounded by a switching chamber enclosure (3), furthermore with the switching gas flowing from an arc quenching zone (6) to a blow-out area (7, 8) during a switching process, in the process passing through a body (10) which has a multiplicity of outlet openings (11), and being split into a multiplicity of directed gas jets (12), furthermore with the gas jets (12) being swirled into a multiplicity of vor-

tices (13) and with thermal energy being extracted from the vortices (13) by convection in the area of a baffle wall (14, 140), wherein

- a) a jet characteristic of the outlet openings (11) is matched to the distance (H) from the baffle wall (14, 140) such that the vortices (13) are formed adjacent to or in the area (14a) of the baffle wall (14, 140), and
  - b) the thermal energy is stored in the baffle wall (14, 140) or is passed to a heat sink which is thermally connected to the baffle wall (14, 140), **characterized in that**
  - c) the baffle wall (14, 140) is formed by at least one section (14) of the switching chamber enclosure (3), or is attached to a section of the switching chamber enclosure (3), and
  - d) the switching device is according to Claim 7.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that**
- a) the baffle wall (14, 140) is held at the same potential as the switching chamber enclosure (3), and/or
  - b) the baffle wall (14, 140) is kept at the same temperature as the switching chamber enclosure (3) by thermal conduction.
3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**
- a) the formation of the vortices (13) is assisted by interaction of the gas jets (12) with one another before reaching the baffle wall (14, 140), and
  - b) in particular **in that** the gas jets (12) which are formed in the body (10) are those whose trajectories (121, 122) cross one another before reaching the baffle wall (14, 140).
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the switching gas and in particular the vortices (13) is or are guided on circular paths, helical paths or on spiral paths along the baffle wall (14, 140).
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a hot switching gas flows (100) from the arcing zone (6) into the first exhaust area (7), is deflected by a flow deflection element (7c) in a radial direction, flows back along an inner wall of the body (10), with a recirculation flow (101) thus being formed, by means of which a backpressure is built up in the inner volume (7a) of the body (10).
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a vortex boundary layer (130)

is formed in the baffle wall area (14a), in which the vortex (13) passes along the baffle wall (14, 140), depositing a portion of its thermal energy there, flows away from the baffle wall (14, 140) in an outlet area (131) of the vortex (13), is recirculated, and further switching gas is sucked in in a wake area (132) and is supplied to the baffle wall (14, 140) for cooling.

7. Electrical switching device (1) for an electrical power supply system, in particular a generator switch (1), comprising a switching chamber (2) which is surrounded by a switching chamber enclosure (3) and has a central axis (1a) as well as a first contact (4) and a second contact (5), with a body (10) with outlet openings (11) for switching gas to flow through being provided in a blow-out area (7, 8) of the first or second contact (4, 5), with the blow-out area (7, 8) being subdivided by the body (10) into an inner volume (7a) and an outer volume (7b), and with a baffle wall (14, 140) for cooling of the switching gas being provided in the outer volume (7b), furthermore with the outlet openings (11) of the body (10) being used to produce a multiplicity of directed gas jets (12), with the gas jets (12) being directed at the baffle wall (14, 140) and with a multiplicity of vortices (13) being formed, and with the vortices (13) resulting in convectional heat transfer from the switching gas to the baffle wall (14, 140),

- a) the outlet openings (11) of the body (10) are nozzles (110, 111, 112) which predetermine a desired jet characteristic and/or alignment for the gas jets (12) by virtue of their arrangement, shape and/or alignment, and wherein the gas jets (12) are subject to collimation, widening or focusing in the nozzles (110, 111, 112), which collimation, widening or focusing is matched to the distance (H) from the baffle wall (14, 140) such that the vortex formation takes place adjacent to the baffle wall (14, 140) or in an area (14a) of the baffle wall (14, 140), and
- b) the baffle wall (14, 140) has a large thermal capacity for cooling of the turbulent switching gas, and/or the baffle wall (14, 140) has a high thermal conductivity for cooling of the turbulent switching gas and is thermally conductively connected to the switching chamber enclosure (3),
- c) the baffle wall (14, 140) is formed by at least one section (14) of the switching chamber enclosure (3), or is attached to a section of the switching chamber enclosure (3), **characterized in that**
- d) the baffle wall (14, 140) is part of a rated current path or power current path (15) of the switching device (1).

8. Electrical switching device (1) according to Claim 7, **characterized in that** the body (10) has a low ther-

mal capacity and/or a low thermal conductivity.

9. Electrical switching device (1) according to one of Claims 7-8, **characterized in that**

- a) the nozzles (110) taper in the form of a funnel in the radial flow direction of the switching gas and/or
- b) nozzles (111, 112) are provided, in particular mutually adjacent nozzles (111, 112), which are directed with respect to one another such that the trajectories (121, 122) of the associated gas jets (12) cross one another before reaching the baffle wall (14, 140), and form vortices before reaching the baffle wall (14, 140).

10. Electrical switching device (1) according to one of Claims 7-9, **characterized in that**

- a) the body (10) is a sleeve (10), in particular composed of metal, whose enclosed volume V with respect to the total area A of the outlet openings (11) forms a ratio which is in the range  $0.5 \text{ m} < V/A < 1.5 \text{ m}$ , preferably  $1 \text{ m} < V/A < 1.4 \text{ m}$ , particularly preferably  $1.2 \text{ m} < V/A < 1.3 \text{ m}$  and/or
- b) the outlet openings (11) on the body (10) are arranged more frequently in two radially opposite areas (11a, 11b) in order to induce a flow, which is guided on circular paths, helical paths and/or spiral paths on the baffle wall (14, 140), in the switching gas in the outer volume (7b).

11. Electrical switching device (1) according to one of Claims 7-10, **characterized in that**

- a) at least one further body with further outlet openings for production of further gas jets is or are provided in the inner volume (7a), and the inner volume (7a) is subdivided by the further body into an inner and an outer volume element, and
- b) at least one further baffle wall is arranged in the outer volume element such that the further gas jets are directed against the further baffle wall.

12. Electrical switching device (1) according to one of Claims 7-11, **characterized in that** at least in each case one associated body (10) and at least in each case one associated baffle wall (14, 140) are provided in a first blow-out area (7) of the first contact (4) and in a second blow-out area (8) of the second contact (5).

13. Electrical switching device (1) according to one of Claims 7-12, **characterized in that**

- a) the switching chamber enclosure (3) is a pres-

suretight encapsulating enclosure (3) for the switching gas, and/or

b) the switching chamber enclosure (3) is surrounded by an outer enclosure, which shields magnetic fields, and/or

c) the switching device (1) is a generator switch (1).

## 10 Revendications

1. Procédé pour le refroidissement d'un gaz de commutation dans un dispositif de commutation électrique (1) pour des réseaux de distribution d'énergie électrique, en particulier dans un interrupteur de générateur (1), le dispositif de commutation (1) englobant une chambre de commutation (2), laquelle est entourée par un boîtier de chambre de commutation (3), dans lequel par ailleurs lors d'un processus de commutation, le gaz de commutation circule d'une zone d'extinction d'arc (6) vers une zone d'échappement (7, 8), passe ce faisant par un corps (10) présentant une pluralité d'ouvertures d'échappement (11) et est partagé en une pluralité de jets de gaz orientés (12), et dans lequel on fait par ailleurs tourbillonner les jets de gaz (12) en une pluralité de tourbillons (13), et de l'énergie thermique est soutenue par convection des tourbillons (13) dans la zone d'une surface d'impact (14, 140),

a) une caractéristique d'émission des ouvertures d'échappement (11) étant adaptée à une distance (H) par rapport à la surface d'impact (14, 140) de manière à ce que les tourbillons (13) soient formés sur ou dans la zone (14a) de la surface d'impact (14, 140), et

b) l'énergie thermique étant accumulée dans la surface d'impact (14, 140) ou bien étant retransmise à un dissipateur thermique en liaison thermique avec la surface d'impact (14, 140), et **caractérisé en ce que**

c) la surface d'impact (14, 140) est formée par au moins une partie (14) du boîtier de chambre de commutation (3) ou bien est fixée sur une partie du boîtier de chambre de commutation (3), et

d) le dispositif de commutation étant conforme à la revendication 7.

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

a) la surface d'impact (14, 140) est maintenue au potentiel du boîtier de chambre de commutation (3) et/ou **en ce que**

b) la surface d'impact (14, 140) est maintenue grâce à une thermoconduction à une température du boîtier de chambre de commutation (3).

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

a) la formation des tourbillons (13) est favorisée grâce à l'interaction des jets de gaz (12) entre eux avant d'atteindre la surface d'impact (14, 140) et **en ce que**  
 b) l'on forme en particulier des jets de gaz (12) dans le corps (10) dont les trajectoires (121, 122) se croisent avant d'atteindre la surface d'impact (14, 140).

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le gaz de commutation et en particulier les tourbillons (13) est ou sont guidé(s) sur des trajectoires circulaires, des trajectoires hélicoïdales ou des trajectoires spiralées le long de la surface d'impact (14, 140).

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on fait circuler, à partir de la zone d'arc (6), un flux de gaz de commutation (100) chaud dans la première zone d'échappement (7), le fait dévier grâce à un élément de déviation du flux (7c) dans une direction radiale, le fait refluer le long d'une paroi interne du corps (10) en formant ainsi un flux de recirculation (101) grâce auquel une pression dynamique se forme dans le volume intérieur (7a) du corps (10).

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans la zone de la surface d'impact (14a), il se forme une couche de séparation de tourbillons (130) dans laquelle le tourbillon (13) balaye la surface d'impact (14, 140), y dépose une partie de son énergie thermique, s'éloigne de la surface d'impact (14, 140) dans une zone d'évacuation (131) du tourbillon (13), effectue une recirculation et aspire davantage de gaz de commutation dans une zone d'écoulement (132) et l'amène à la surface d'impact (14, 140) pour un refroidissement.

7. Dispositif de commutation électrique (1) pour un réseau de distribution d'énergie électrique, en particulier un interrupteur de générateur (1), englobant une chambre de commutation (2) laquelle est entourée par un boîtier de chambre de commutation (3) et présente un axe central (1a) ainsi qu'un premier contact (4) et un deuxième contact (5), dans lequel dans une zone d'échappement (7, 8) du premier ou deuxième contact (4, 5) il y a un corps (10) avec des ouvertures d'échappement (11) pour y faire passer à travers du gaz de commutation, la zone d'échappement (7, 8) étant partagée grâce au corps (10) en un volume intérieur (7a) et un volume extérieur (7b) et une surface d'impact (14, 140) se trouvant dans le volume extérieur (7b) pour le refroidissement du

gaz de commutation, et dans lequel les ouvertures d'échappement (11) du corps (10) servent par ailleurs à la génération d'une pluralité de jets de gaz (12) orientés, les jets de gaz (12) étant orientés vers la surface d'impact (14, 140) et formant une pluralité de tourbillons (13) et les tourbillons (13) occasionnant un transfert de chaleur par convection du gaz de commutation vers la surface d'impact (14, 140),

a) les ouvertures d'échappement (11) du corps (10) étant des tuyères (110, 111, 112), lesquelles, du fait de leur disposition, de leur forme et/ou de leur orientation, imposent aux jets de gaz (12) une caractéristique d'émission et/ou une orientation souhaitées, les jets de gaz (12) dans les tuyères (110, 111, 112) étant soumis à une collimation, un agrandissement ou une focalisation, qui est adapté(e) à une distance (H) par rapport à la surface d'impact (14, 140) de manière à ce que la formation des tourbillons s'effectue sur la surface d'impact (14, 140) ou dans une zone (14a) de la surface d'impact (14, 140), et  
 b) la surface d'impact (14, 140) présentant une grande capacité thermique pour le refroidissement du gaz de commutation turbulent, et/ou la surface d'impact (14, 140) présentant une grande capacité de thermoconduction pour le refroidissement du gaz de commutation turbulent et étant en liaison de conduction thermique avec le boîtier de chambre de commutation (3),  
 c) la surface d'impact (14, 140) étant formée par au moins une partie (14) du boîtier de chambre de commutation (3) ou bien étant fixée sur une partie du boîtier de chambre de commutation (3),  
 d) la surface d'impact (14, 140) est une partie d'un trajet de courant nominal ou d'un trajet de courant de ligne (15) du dispositif de commutation (1).

8. Dispositif de commutation électrique (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le corps (10) présente une faible capacité d'échauffement et/ou une faible capacité de thermoconduction.

9. Dispositif de commutation électrique (1) selon l'une des revendications 7-8, **caractérisé en ce que**

a) les tuyères (110) s'amenuisent en forme d'entonnoir en direction de flux radial du gaz de commutation, et/ou **en ce que**  
 b) il existe des tuyères (111, 112), en particulier des tuyères (111, 112) voisines les unes des autres, lesquelles sont orientées de manière antagoniste de sorte que les trajectoires (121, 122) des jets de gaz associés (12) se croisent les unes les autres avant d'atteindre la surface d'im-

pect (14, 140) et forment des tourbillons avant d'atteindre la surface d'impact (14, 140).

rupteur de générateur (1).

10. Dispositif de commutation électrique (1) selon l'une des revendications 7-9, **caractérisé en ce que** 5

a) le corps (10) est une gaine (10), en particulier en métal, dont le volume qu'elle renferme V par rapport à la surface globale A des ouvertures d'échappement (11) forment un rapport se situant dans une plage de  $0,5 \text{ m} < V/A < 1,5 \text{ m}$ , de préférence de  $1 \text{ m} < V/A < 1,4 \text{ m}$ , et de manière particulièrement préférée de  $1,2 \text{ m} < V/A < 1,3 \text{ m}$ , et/ou **en ce que** 10

b) les ouvertures d'échappement (11) sont disposées sur le corps (10) de manière accumulée dans deux zones (11a, 11b) situées radialement en vis-à-vis, afin d'induire dans le gaz de commutation dans le volume extérieur (7b) un flux guidé sur des trajectoires circulaires, des trajectoires hélicoïdales et/ou des trajectoires spirales le long de la surface d'impact (14, 140). 15 20

11. Dispositif de commutation électrique (1) selon l'une des revendications 7-10 précédentes, **caractérisé en ce que** 25

a) il existe dans le volume intérieur (7a) au moins un autre corps avec d'autres ouvertures d'échappement pour générer d'autres jets de gaz, et **en ce que** le volume intérieur (7a) est partagé par l'autre corps en un sous volume intérieur et extérieur et **en ce que** 30

b) dans le sous volume extérieur, au moins une autre surface d'impact est disposée de manière à ce que les autres jets de gaz soient orientés vers l'autre surface d'impact. 35

12. Dispositif de commutation électrique (1) selon l'une des revendications 7-11, **caractérisé en ce que** respectivement au moins un corps (10) et respectivement au moins une surface d'impact (14, 140) associée se trouvent dans une première zone d'échappement (7) du premier contact (4) et dans une deuxième zone d'échappement (8) du deuxième contact (5). 40 45

13. Dispositif de commutation électrique (1) selon l'une des revendications 7-12 précédentes, **caractérisé en ce que** 50

a) le boîtier de chambre de commutation (3) est un boîtier de blindage (3) conservant la pression pour le gaz de commutation, et/ou **en ce que** 55  
 b) le boîtier de chambre de commutation (3) est entouré par un boîtier externe de protection contre les champs magnétiques, et/ou **en ce que**  
 c) le dispositif de commutation (1) est un inter-

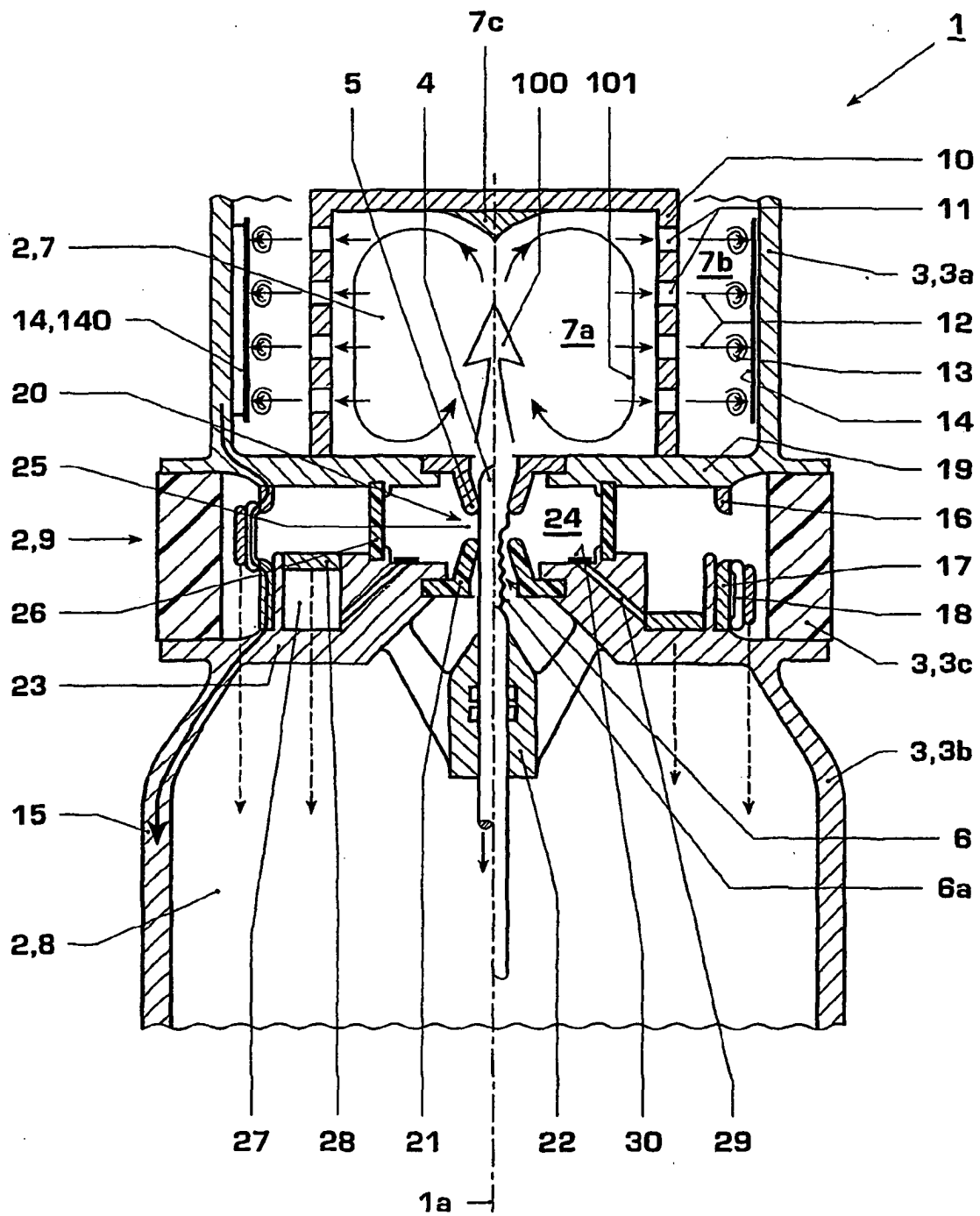


Fig. 1

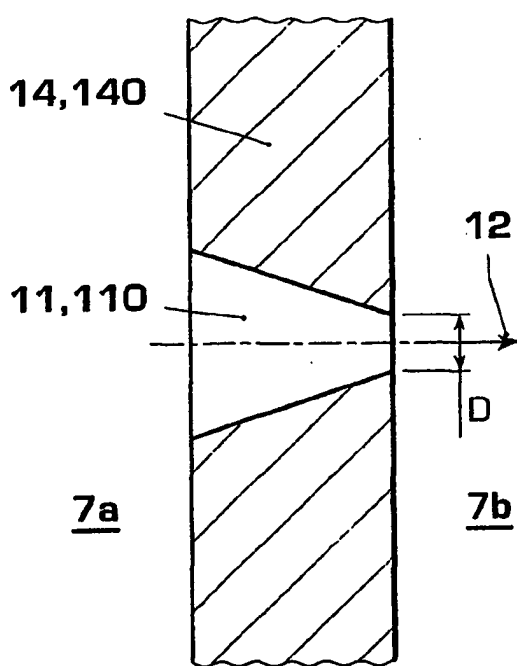


Fig. 2a

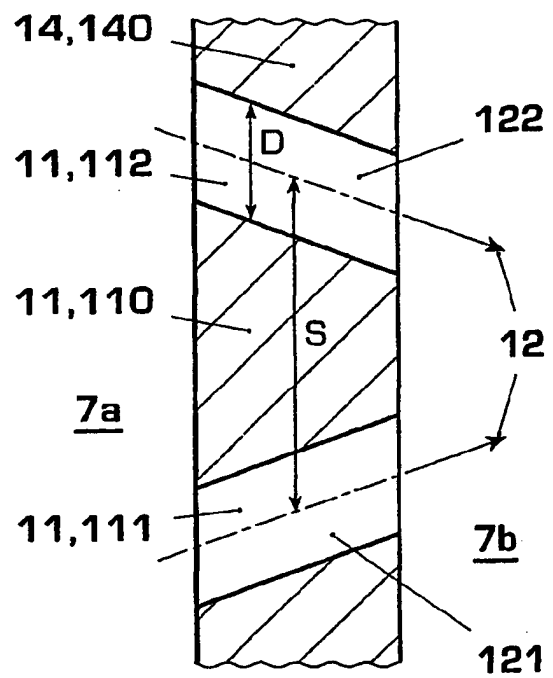


Fig. 2b

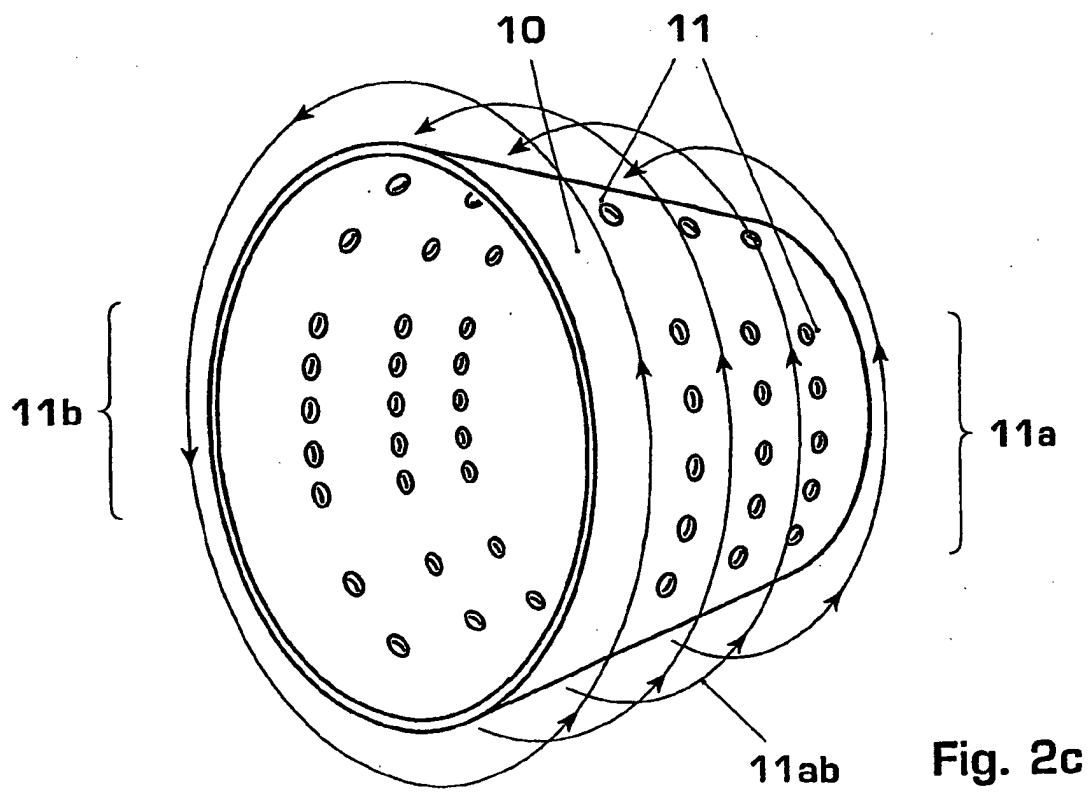


Fig. 2c

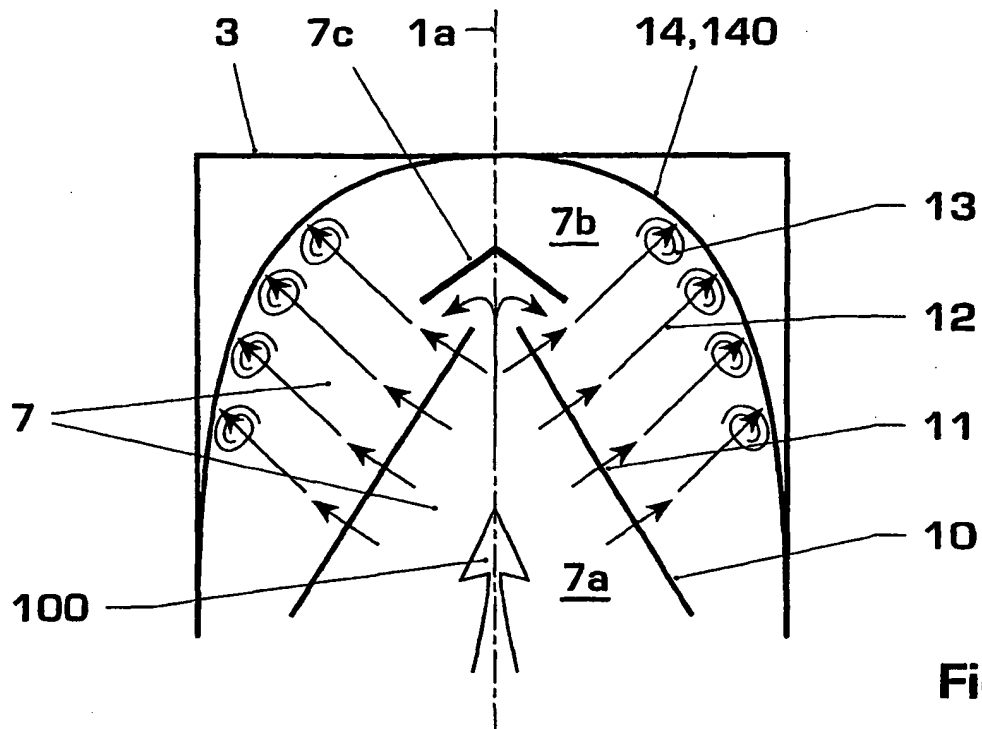


Fig. 2d

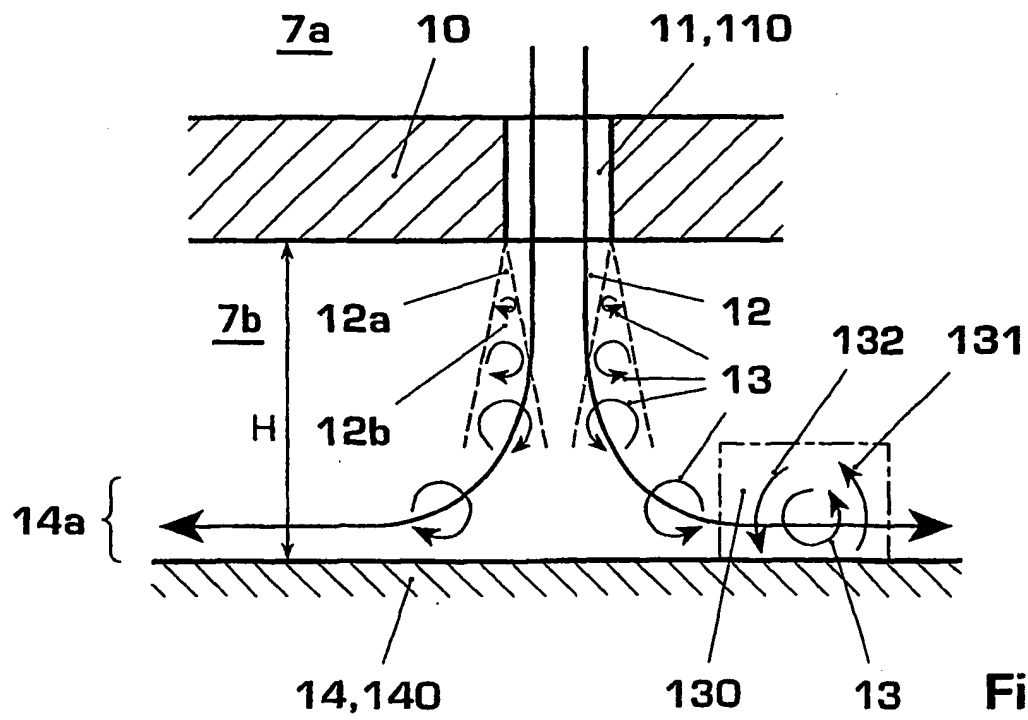


Fig. 3



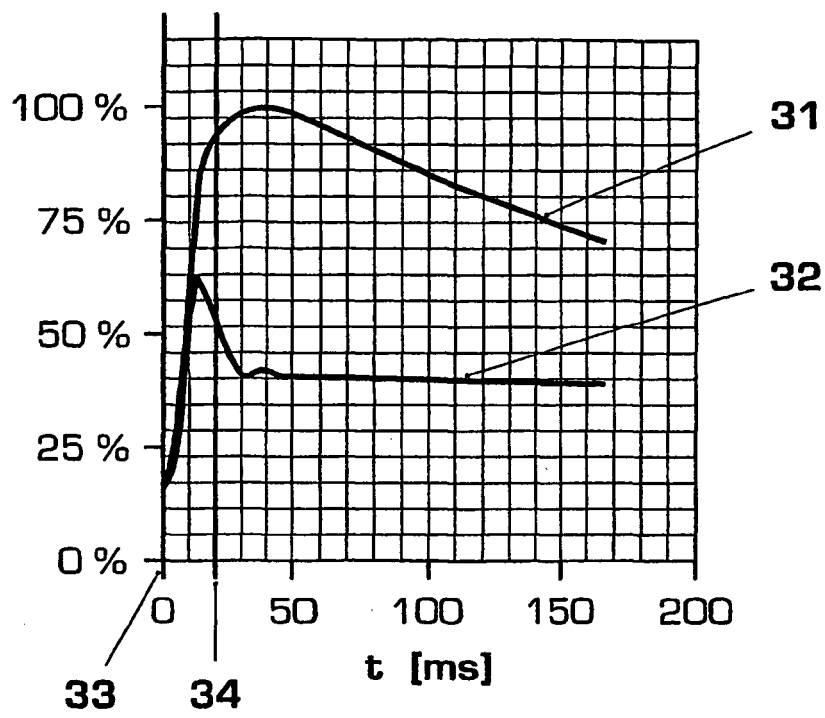


Fig. 4

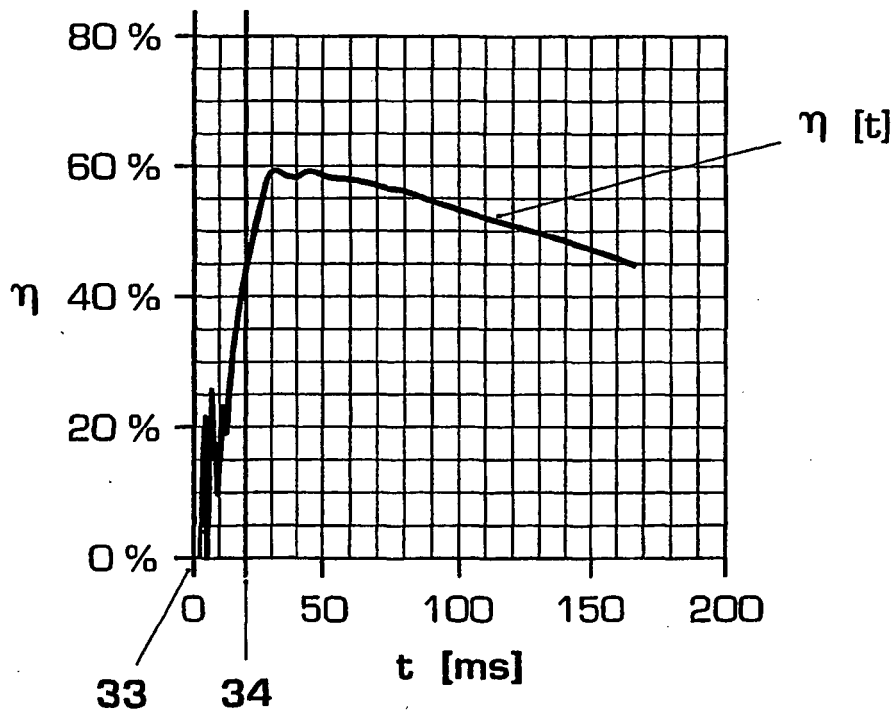


Fig. 5

**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 1403891 A1 [0002] [0029]
- DE 2507163 A1 [0003]
- DE 10156535 C1 [0004]
- DE 1889068 U [0005]
- EP 0720774 B1 [0006]
- DE 10221580 B3 [0007]
- EP 0982748 B1 [0023]