

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 630 841 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.03.2006 Patentblatt 2006/09

(51) Int Cl.:
H01H 33/90^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04405527.5**

(22) Anmeldetag: **23.08.2004**

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

(71) Anmelder: **ABB Technology AG**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• **Hunger, Olaf**
8200 Schaffhausen (CH)
• **Claessens, Max**
5412 Gebenstorf (CH)

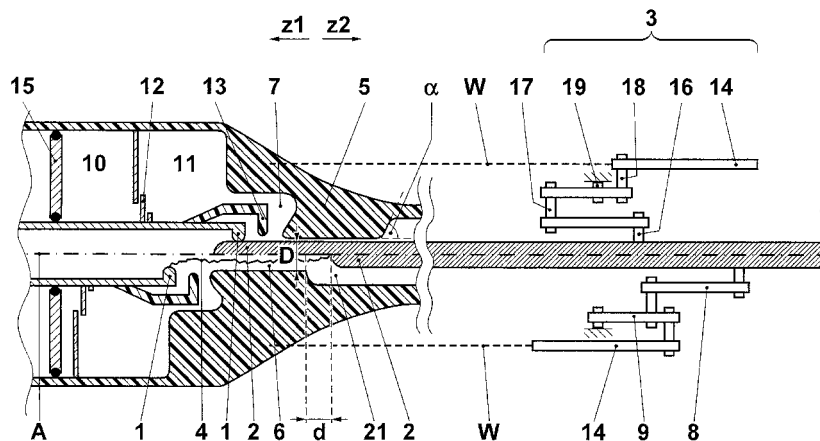
- **Holstein, Martin**
5406 Baden-Rüti (CH)
- **Abrahamsson, Johan**
5430 Wettingen (CH)
- **Kriegel, Martin**
5424 Unterehrendingen (CH)

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

(54) Schaltkammer und Hochleistungsschalter

(57) Die Schaltkammer für einen mit einem Löschgas befüllbaren Hochleistungsschalter weist ein erstes (1) und ein zweites Lichtbogenkontaktstück (2) auf, von denen mindestens eines (1;2) mittels eines Antriebs bewegbar ist. Gegebenenfalls brennt zwischen den Kontaktstücken (1,2) ein Lichtbogen (4). Ein Heizraum (11) dient der Zwischenspeicherung von durch den Lichtbogen (4) aufgeheiztem Löschgas. Eine Isolierdüse (5) weist ein Engnis (6) auf, das der Führung einer Löschgasströmung dient und mit dem Heizraum (11) verbunden ist. Während eines Ausschaltvorgangs wird eine maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Licht-

bogenkontaktstücke (1,2) zueinander erreicht, die mindestens 1.3 mal so gross ist wie eine zum kapazitiven Schalten notwendige Relativgeschwindigkeit $v_{12,c}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2). Für die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ gilt im Falle eines Ein-Kammer-Hochleistungsschalters insbesondere: $v_{12,max} \geq 23 \times U_N \cdot p \cdot f / (E_{krit} \cdot p_0)$, wobei U_N die Nennspannung des Hochleistungsschalters ist, wenn dieser als ein Einkammer-Hochleistungsschalter ausgebildet ist, p der Polfaktor des Hochleistungsschalters ist, E_{krit} die Einsatzfeldstärke für Entladungen des Löschgases, und p_0 der Fülldruck des Löschgases ist, und f die Netzfrequenz ist, für die die Schaltkammer ausgelegt ist.

**FIG. 1****EP 1 630 841 A1**

Beschreibung

Technisches Gebiet

5 **[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Hochspannungsschaltertechnik. Sie bezieht sich auf eine Schaltkammer für einen Hochleistungsschalter und auf einen Hochleistungsschalter sowie auf ein Verfahren zum Ausschalten einer Schaltkammer gemäss dem Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche.

Stand der Technik

10 **[0002]** Aus dem Stand der Technik sind mit einem Löschgas befüllbare Hochleistungsschalter mit einer Schaltkammer bekannt, die zwei Lichtbogenkontaktstücke aufweist, von denen mindestens eines mittels eines Antriebs bewegbar ist. Nach einer Kontakttrennung brennt zwischen den beiden Lichtbogenkontaktstücken ein Lichtbogen. Ein Heizraum ist zur Zwischenspeicherung von durch den Lichtbogen aufgeheiztem Löschgas vorgesehen. Eine Isolierdüse weist zur
15 Führung einer Löschgasströmung ein mit dem Heizraum verbundenes Engnis auf. Dadurch wird eine Beblasung des Lichtbogens erreicht, die zu dessen Verlöschen führen soll, so dass ein durch den Hochleistungsschalter fließender Strom geschaltet werden kann.

[0003] Nach der Kontakttrennung erfolgt eine Relativbewegung der beiden Lichtbogenkontaktstücke, um diese rasch voneinander zu entfernen, da durch die unmittelbar nach dem Verlöschen des Lichtbogens aufschwingende, sogenannte
20 wiederkehrende Spannung sonst eine Rückzündung erfolgen kann. Erfolgt eine Rückzündung, so wurde nicht geschaltet.

[0004] Dieses sogenannte kapazitive Schalten erfordert somit eine grosse Relativgeschwindigkeit der beiden Lichtbogenkontaktstücke. Eine für kapazitives Schalten (minimale) notwendige Relativgeschwindigkeit der beiden Lichtbogenkontaktstücke kann experimentell oder durch Modell-Rechnungen bestimmt werden.

[0005] Bei aus dem Stand der Technik bekannten Hochleistungsschaltern und Schaltkammern ist die Relativgeschwindigkeit der beiden Lichtbogenkontaktstücke derart gewählt, dass sie den Minimalanforderungen des kapazitiven Schaltens entspricht, gegebenenfalls mit einer Sicherheitsmarge von wenigen Prozent.

[0006] Da im Falle der aus dem Stand der Technik bekannten Hochleistungsschalter das kapazitive Schalten die höchsten Anforderungen an die Relativgeschwindigkeit der beiden Lichtbogenkontaktstücke stellt, wurden keine nennenswert höheren Relativgeschwindigkeiten realisiert, denn dies würde eine aufwendigere Auslegung des Hochleistungsschalters und insbesondere entsprechend stärkere Antriebe und Dämpfungseinrichtungen erfordert haben, ohne
30 erkennbare Vorteil zu erbringen.

[0007] Typische maximale Relativgeschwindigkeiten der Lichtbogenkontaktstücke liegen zwischen 5 m/s und 9 m/s.

[0008] Aus EP 1 211 706 A1 ist ein Hochleistungsschalter mit zwei bewegbaren Lichtbogenkontaktstücken bekannt, wobei ein maximales Geschwindigkeitsverhältnis der beiden Kontaktstücke bei entgegengesetzter Bewegungsrichtung
35 von 1: 1.6 bis 1:1.7 erreicht wird.

[0009] Bei Schaltkammern und Hochleistungsschaltern der genannten Art ist es stets wünschenswert, eine stärkere Lichtbogenbeblasung zu erreichen.

[0010] Aus der Schrift DE 100 03 359 C1 beispielsweise ist ein Hochleistungsschalter bekannt mit zwei bewegbaren Lichtbogenkontaktstücken und einem Heizraum zum Zwischenspeichern von Löschgas, das durch einen gegebenenfalls
40 zwischen den Lichtbogenkontaktstücken brennenden Lichtbogen erhitzt wurde. Der Schalter weist eine Isolierdüse auf, welche zur Führung einer Löschgasströmung ein Engnis aufweist, welches wiederum mittels eines Kanals mit dem Heizraum verbunden ist. Zunächst bewegen sich die beiden Kontaktstücke in entgegengesetzte Richtung, wobei die Kontakttrennung stattfindet und das Engnis durch das zweite der zwei Kontaktstücke zumindest teilweise verdämmt ist. Während das Engnis noch zumindest teilweise durch das zweite Kontaktstück verschlossen ist, findet eine Bewegungsrichtungsumkehr des zweiten Kontaktstückes statt. Das zweite Kontaktstück bewegt sich dann also in dieselbe Richtung
45 wie das erste der zwei Kontaktstücke. Dadurch, dass das Engnis während der Bewegungsrichtungsumkehr immer noch zumindest teilweise durch das zweite Kontaktstück verdämmt ist, kann eine Erhöhung des Löschgasdruckes im Heizraum erzeugt werden. Dadurch kann eine stärkere Lichtbogenbeblasung erreicht werden.

50 Darstellung der Erfindung

[0011] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine alternative Möglichkeit zur Erzeugung einer besonders effektiven Lichtbogenbeblasung zu schaffen.

[0012] Diese Aufgabe löst eine Vorrichtung und ein Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

55 **[0013]** Eine erfindungsgemässe Schaltkammer für einen mit einem Löschgas befüllbaren Hochleistungsschalter weist ein erstes Lichtbogenkontaktstück und ein zweites Lichtbogenkontaktstück auf, von denen mindestens eines mittels eines Antriebs bewegbar ist. Gegebenenfalls brennt zwischen den Lichtbogenkontaktstücken ein Lichtbogen. Die Schaltkammer umfasst einen Heizraum zur Zwischenspeicherung von durch den Lichtbogen aufgeheiztem Löschgas sowie

eine Isolierdüse, welche zur Führung einer Löschgasströmung ein mit dem Heizraum verbundenes Engnis aufweist.

[0014] Gemäss einer ersten Sichtweise der Erfindung ist die erfindungsgemässe Schaltkammer derart ausgelegt, dass während eines Ausschaltvorgangs eine maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke zueinander mindestens 1.3 mal so gross ist wie eine zum kapazitiven Schalten notwendige Relativgeschwindigkeit $v_{12,c}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke.

[0015] Insbesondere kann die erfindungsgemässe Schaltkammer derart ausgelegt sein, dass während eines Ausschaltvorgangs die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke zueinander mindestens 1.5 mal so gross, vorteilhaft mindestens 1.7 mal so gross, vorteilhaft mindestens 1.9 mal so gross oder sogar mindestens 2 mal so gross ist wie die zum kapazitiven Schalten notwendige Relativgeschwindigkeit $v_{12,c}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke.

[0016] Die Geschwindigkeit $v_{12,c}$ ist die für kapazitives Schalten minimal notwendige Relativgeschwindigkeit der beiden Lichtbogenkontaktstücke, also die kleinste Relativgeschwindigkeit der beiden Lichtbogenkontaktstücke, die kapazitives Schalten ermöglicht.

[0017] In einer anderen Sichtweise kann die Erfindung darin bestehen, dass die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass, wenn sie in einem einkammerigen Hochleistungsschalter eingebaut ist, für die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke zueinander während eines Ausschaltvorgangs gilt:

$$v_{12,max} \geq 23 \times U_N \cdot p \cdot f / (E_{krit} \cdot p_0) ,$$

insbesondere

$$v_{12,max} \geq 27 \times U_N \cdot p \cdot f / (E_{krit} \cdot p_0) ,$$

vorteilhaft

$$v_{12,max} \geq 31 \times U_N \cdot p \cdot f / (E_{krit} \cdot p_0) ,$$

wobei

U_N die Nennspannung des Hochleistungsschalters,

p der Polfaktor des Hochleistungsschalters,

E_{krit} die Einsatzelektrostärke für Entladungen des Löschgases, und

p_0 der Fülldruck des Löschgases ist, und

f die Netzfrequenz ist, für die Schaltkammer ausgelegt ist.

[0018] Die Gleichung

$$v_{12,c} \approx k \times U_N \cdot p \cdot f / (E_{krit} \cdot p_0) ,$$

gibt in guter Näherung die für kapazitives Schalten notwendige minimale Maximal-Geschwindigkeit zwischen den beiden Lichtbogenkontaktstücken an, wobei der Faktor k typischerweise zwischen 16 und 18.5 liegt.

[0019] Die genannten Gleichungen / Ungleichungen für $v_{12,c}$ beziehungsweise $v_{12,max}$ gelten in der dargestellten Form auch für einen Hochleistungsschalter, der genau eine entsprechende Schaltkammer aufweist. Für die Berechnung von $v_{12,c}$ beziehungsweise $v_{12,max}$ für einen Hochleistungsschalter, der mehr als eine Schaltkammern aufweist, muss in die Gleichungen noch ein Faktor eingefügt werden (oder der Faktor k wird durch einen Faktor k' ersetzt), wodurch die Versteuerung des Hochleistungsschalters (beispielsweise durch parallel zu den Schaltkammern geschaltete Kapazitäten) berücksichtigt.

[0020] Für SF_6 als Löschgas beträgt E_{krit} etwa 8900 kV / (bar·m). Für andere Löschgase wie CF_4 oder Mischungen von SF_6 und N_2 kann der entsprechende E_{krit} -Wert einschlägigen Handbüchern entnommen werden. Typische Netzfrequenzen sind 50 Hz und 60 Hz. Fülldrucke p_0 liegen typischerweise bei 4.3 bar oder 6 bar oder darüber. Der Polfaktor p hängt von den vorgesehenen Erdungsverhältnissen des Hochleistungsschalters im Hochspannungsnetz ab (siehe zum Beispiel die Norm IEC 62271-100) und beträgt typischerweise 1.4 oder 1.2, gelegentlich auch über 1.4. Typische Hochleistungsschalter-Nennspannungen U_N sind von der Grössenordnung von 123 kV oder 365 kV.

[0021] In einer anderen Sichtweise kann die Erfindung darin bestehen, dass die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass für die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke zueinander während eines Ausschaltvorgangs gilt:

$$v_{12,max} \geq 13 \text{ m/s} ,$$

vorteilhaft

$$v_{12,max} \geq 15 \text{ m/s} ,$$

insbesondere

$$v_{12,max} \geq 17 \text{ m/s} ,$$

besonders vorteilhaft

$$v_{12,max} \geq 19 \text{ m/s} .$$

[0022] Durch die Erfindung wird es möglich, innerhalb sehr kurzer Zeit eine sehr grosse Lichtbogenstrecke zu erzeugen. Vorteilhaft kann während eines wesentlichen Teils der Lichtbogenzeit (Lichtbogen-Brenndauer) durch den Lichtbogen Material aus der Isolierdüse entlang eines grossen Teils des Ennisses, vorteilhaft entlang der gesamten Länge des Ennisses, verdampft werden. Eine grosse Oberfläche, insbesondere die gesamte Ennis-Innenfläche, kann also während einer relativ langen Zeitdauer zur Erzeugung (Verdampfung) von lichtbogenlöschendem Material genutzt werden. Dadurch wird eine grosse Menge lichtbogenlöschenden Materials erzeugt, so dass eine effiziente Lichtbogenbeblasung erreicht wird. Aufgrund der sehr schnellen Relativbewegung kann diese grosse Menge lichtbogenlöschenden Materials bereits innerhalb einer sehr kurzen Zeit erzeugt werden, so dass ein sehr grosser Löschgasdruck erzeugbar ist, und die Druckerzeugung kann sehr rasch nach der Kontakttrennung stattfinden. Dadurch kann eine sehr starke Lichtbogenbeblasung und somit ein sehr sicheres Schalten, auch grosser Kurzschlussströme, erreicht werden.

[0023] Vorteilhaft ist die Bewegung der Isolierdüse an die Bewegung eines der beiden Kontaktstücke gekoppelt, insbesondere starr gekoppelt (gleichschnelle und gleichgerichtete Bewegung der Isolierdüse und des betreffenden Kontaktstücks). Vorteilhaft erfüllt die Relativgeschwindigkeit zwischen der Isolierdüse und einem der beiden Kontaktstücke eine der oben genannten erfindungsgemässen Bedingungen für die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Kontaktstücke.

[0024] Wenn das Ennis durch eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke, das als Verdämm-Kontaktstück bezeichnet wird und bewegbar ist, zumindest teilweise verdämmbar ist, so weisen die beiden Lichtbogenkontaktstücke vorteilhaft bis mindestens zum Zeitpunkt der Freigabe des Ennisses durch das Verdämm-Kontaktstück (das heisst also, mindestens bis eine Löschgasströmung durch das Ennis ermöglicht ist), eine solche Relativgeschwindigkeit auf, die eine der oben genannten Bedingungen für $v_{12,max}$ erfüllt. Diese Relativgeschwindigkeit kann die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der Lichtbogenkontaktstücke sein oder auch eine Relativgeschwindigkeit, die geringer ist als $v_{12,max}$.

[0025] In einer anderen Sichtweise kann die Erfindung darin bestehen, dass die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass beide Lichtbogenkontaktstücke bewegbar sind, und dass während einer Phase entgegengesetzter Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke ein Verhältnis v_1/v_2 der Geschwindigkeit v_1 des ersten Lichtbogenkontaktstückes zu der Geschwindigkeit v_2 des

zweiten Lichtbogenkontaktstückes von $v_1/v_2 \leq 1:2.4$, insbesondere von $v_1/v_2 \leq 1:2.7$, $v_1/v_2 \leq 1:2.8$ oder $v_1/v_2 \leq 1:3$ erreicht wird. Durch ein solches Geschwindigkeitsverhältnis kann eine grosse Relativgeschwindigkeit der Lichtbogenkontaktstücke erreicht werden. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die mit dem ersten Lichtbogenkontaktstück zu bewegendende Masse deutlich (mindestens um einen Faktor 2 oder 3 oder 4 oder mehr) grösser ist als die mit dem zweiten Lichtbogenkontaktstück zu bewegendende Masse.

[0026] Wenn beide Lichtbogenkontaktstücke bewegbar sind, ist vorteilhaft ein erster Antrieb zum Antreiben des ersten Lichtbogenkontaktstückes und ein zweiter Antrieb zum Antreiben des zweiten Lichtbogenkontaktstückes vorgesehen. Insbesondere kann der zweite Antrieb (Hilfsantrieb) ein durch den ersten Antrieb antreibbares Getriebe sein. Vorteilhaft

kann weiterhin die Isolierdüse mittels des ersten Antriebes antreibbar sein.

[0027] Im Falle zweier bewegbarer Lichtbogenkontaktstücke ist vorteilhaft die Schaltkammer derart ausgelegt, dass in einer Phase während einer gleichgerichteten Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke für das Verhältnis v_1/v_2 der Geschwindigkeit v_1 des ersten Lichtbogenkontaktstückes zu der Geschwindigkeit v_2 des zweiten Lichtbogenkontaktstückes gilt:

$$0.4 \leq v_1/v_2 \leq 1.2,$$

insbesondere

$$0.75 \leq v_1/v_2 \leq 1:1.15 .$$

[0028] Besonders vorteilhaft liegt das Geschwindigkeitsverhältnis v_1/v_2 zwischen 0.9 und 1.1 oder nahe bei eins oder beträgt im wesentlichen eins.

[0029] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist ein Kompressionsraum vorhanden, dessen Volumen während eines Ausschaltvorganges verringert wird. Es kann der Kompressionsraum mit dem Heizraum identisch oder von dem Heizraum verschieden sein, und insbesondere ein Ventil zwischen dem Kompressionsraum und dem Heizraum vorgesehen sein. Der Schalter, respektive die Schaltkammer, kann als Pufferschalter (Blaskolbenshalter) oder als Selbstblasschalter oder als ein Pufferschalter-Selbstblasschalter-Hybride ausgebildet sein.

[0030] Die Schaltkammer kann mit Vorteil derart ausgelegt sein, dass während eines Ausschaltvorgangs, nach der Kontakttrennung, und während eine Löschgasströmung entlang einer Achse durch das Engnis in Richtung des zweiten Lichtbogenkontaktstücks möglich ist, ein parallel zu der Achse gemessener Abstand d zwischen dem Engnis und dem zweiten Lichtbogenkontaktstück derart gewählt ist, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Löschgasströmung in einem solchen Bereich maximal ist, der bezüglich der Achse radial seitlich neben dem zweiten Lichtbogenkontaktstück und/oder innerhalb des zweiten Lichtbogenkontaktstücks angeordnet ist. Der Bereich kann zusammenhängend sein oder aus mehreren Teilbereichen bestehen.

[0031] Der Abstand d ist eine Beabstandung. Der Abstand d misst sich selbstverständlich zwischen den einander zugewandten Enden von Engnis und zweitem Kontaktstück, wenn das Engnis und das zweite Kontaktstück voneinander beabstandet sind.

[0032] Durch die genannte Wahl des Abstandes d wird eine Optimierung des Löschgasflusses, insbesondere im Bereich des Engnisses und des zweiten Kontaktstücks, erreicht. Der Löschgasfluss ist dahingehend optimiert, dass eine besonders hohe Durchschlagsicherheit dort erzeugt wird, wo eine besonders hohe dielektrische Belastung vorliegt. Diese vorteilhafte Wirkung wird durch die beschriebene Wahl des Abstandes d erreicht, da eine hohe Löschgasdichte entlang der Schaltstrecke erreicht werden kann, während eine geringere Löschgasdichte in dem dielektrisch weniger belasteten Bereich seitlich (und/oder innerhalb) des zweiten Kontaktstücks vorliegt.

[0033] Vorteilhaft kann das Engnis im wesentlichen als ein Zylinder ausgebildet und die Schaltkammer derart ausgelegt sein, dass während eines Ausschaltvorgangs, nach der Kontakttrennung und während einer Löschphase, in der eine Löschgasströmung entlang einer Achse durch das Engnis in Richtung des zweiten Lichtbogenkontaktstücks möglich ist, ein parallel zu der Achse gemessener Abstand d zwischen dem Engnis und dem zweiten Lichtbogenkontaktstück derart gewählt ist, dass

$$d = D \times ((1+b' \cdot \cos\alpha)^{1/2} - 1) / (2 \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha)$$

gilt. Dabei ist D der Durchmesser des Zylinders nahe dem während der Löschphase dem zweiten Lichtbogenkontaktstück zugewandten Ende des Zylinders, der Winkel α ist gleich einem Öffnungswinkel α eines an das Engnis anschliessenden, erweiterten Bereiches, und für den Parameter b' gilt: $b' = b - F/F'$, wobei F' der Flächeninhalt der bezüglich der Achse radial angeordneten Querschnittsfläche einer gegebenenfalls in dem zweiten Kontaktstück vorgesehenen Öffnung zum Abströmen von Löschgas ist, und für den Parameter b gilt:

$$1.4 \leq b \leq 4.5,$$

insbesondere

$$1.7 \leq b \leq 4.0,$$

insbesondere

$$2.1 \leq b \leq 3.5,$$

und besonders vorteilhaft

$$2.2 \leq b \leq 3.2.$$

[0034] Das Engnis ist im wesentlichen zylindrisch ausgebildet, und mit Vorteil ist das zweite Kontaktstück ebenfalls im wesentlichen zylindrisch ausgebildet. Der Durchmesser des jeweiligen Zylinders (des Engnisses oder des zweiten Kontaktstücks) muss nicht völlig konstant sein und kann leicht variieren. Abweichungen von einem kreisförmigen Querschnitt zu beispielsweise elliptischen Querschnitten sind möglich. Das Engnis (oder auch das zweite Kontaktstück) kann eine andere, vorteilhaft im wesentlichen prismatische Form aufweisen und wird dennoch als im wesentlichen zylindrisch bezeichnet. Für den Durchmesser D ist dann eine entsprechende radiale Abmessung des Engnisses zu nehmen. Insbesondere kann mit guter Genauigkeit der Durchmesser eines solchen Kreises genommen werden, der denselben Flächeninhalt hat wie das Engnis nahe dem zweiten Kontaktstück. Auch muss der Durchmesser des Zylinders beziehungsweise die radiale Abmessung des Prismas nicht genau konstant sein. Die für die Bestimmung von d relevante Grösse ist die radiale Abmessung an dem dem zweiten Kontaktstück zugewandten Ende des Zylinders oder Prismas. Auch solche Formen sind in dem Begriff "im wesentlichen zylindrisch" umfasst.

[0035] Durch die beschriebene, zylinderdurchmesserabhängige Wahl des Abstandes d wird für die gängigen Schaltergeometrien die genannte vorteilhafte Strömungsgeschwindigkeitsbedingung erfüllt. Wenn der Abstand d innerhalb eines engeren der angegebenen Bereiche für d gehalten werden kann, kann ein Beibehalten der vorteilhaften Löschgasströmung besser sichergestellt werden.

[0036] Es gibt also eine als Lösphase bezeichnete Zeitspanne, die nach der Kontakttrennung liegt, und während der eine Löschgasströmung durch das Engnis in Richtung des zweiten Lichtbogenkontaktstücks stattfinden kann (und im Schaltfalle auch stattfindet). Während einer solchen Zeitspanne erfüllt der Abstand d die genannte Bedingung. Diese Bedingung lautet, dass der Bereich, in dem die Strömungsgeschwindigkeit der genannten, durch das Engnis in Richtung des zweiten Kontaktstücks gerichteten Löschgasströmung am grössten ist, innerhalb des zweiten Kontaktstücks und/oder seitlich neben dem zweiten Kontaktstück angeordnet ist.

[0037] Während das Engnis mit einem als Verdämm-Kontaktstück bezeichnbaren Kontaktstücks zumindest teilweise verdämmt ist, kann keine (nennenswerte) Löschgasströmung durch das Engnis stattfinden.

[0038] Die genannte Bedingung für den Abstand d ist vorteilhaft während mindestens 10 ms, vorteilhafter während mindestens 20 ms, mindestens 35 ms oder mindestens 50 ms während eines Ausschaltvorganges erfüllt.

[0039] Das Engnis kann auch als Düsenkanal bezeichnet werden.

[0040] Die Kontakttrennung bedeutet eine Trennung eines physischen Kontaktes zwischen den beiden Lichtbogenkontaktstücken 1 und 2. Der physische Kontakt kann beispielsweise durch ein direktes Einander-Kontaktieren der Kontaktstücke 1,2 realisiert sein oder mittels eines die beiden Lichtbogenkontaktstücke 1,2 kontaktierenden Zwischen-Kontaktstücks (Brücken-Kontaktstück).

[0041] Vorteilhaft ist das zweite Lichtbogenkontaktstück stiftartig, insbesondere vollstiftartig ausgebildet

[0042] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Engnis durch eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke, das als Verdämm-Kontaktstück bezeichnet wird und bewegbar ist, zumindest teilweise verdämmbare, und die Schaltkammer ist derart ausgelegt, dass es während eines Ausschaltvorganges eine Zeitspanne gibt, während der eine Bewegungsrichtung des Verdämm-Kontaktstücks unverändert bleibt und die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke zueinander erreicht wird. Diese Zeitspanne dauert vorteilhaft mindestens an, bis das Engnis nicht mehr durch das Verdämm-Kontaktstück zumindest teilweise verdämmt ist.

[0043] In dieser Ausführungsform gibt es somit nach der Kontakttrennung eine ununterbrochene Bewegung des Verdämm-Kontaktstücks in ein und dieselbe Richtung, wobei diese Bewegung mindestens bis zur Freigabe des Engnisses durch das Verdämm-Kontaktstück anhält, und wobei (irgendwann) während dieser Bewegung die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke zueinander erreicht wird. Dadurch wird sichergestellt, dass sehr rasch eine sehr grosse Isolierdüsen-Oberfläche dem Lichtbogen ausgesetzt wird. Vorteilhaft findet keine Bewegungsrichtungsumkehr des Verdämm-Kontaktstücks statt, bevor das Engnis freigegeben ist.

[0044] Eine besonders bevorzugten Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch, dass das Engris durch eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke, das als Verdämm-Kontaktstück bezeichnet wird und bewegbar ist, zumindest teilweise verdämmbar ist, und dass die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass während eines Ausschaltvorgangs eine Bewegungsrichtungsumkehr des mindestens einen bewegbaren Lichtbogenkontaktstücks stattfindet, wenn das Engris nicht mehr durch das Verdämm-Kontaktstück zumindest teilweise verdämmt ist.

[0045] Dadurch kann innerhalb kurzer Zeit nach der Kontakttrennung eine grosse Menge lichtbogenlöschenden Materials erzeugt werden. Und es ist möglich, die Belastung einer die Kontaktstücke abbremsenden Dämpfungseinrichtung zu verringern oder eine weniger aufwendige Dämpfungseinrichtung einzusetzen,

[0046] Die nach der Freigabe des Engrisses durch das Verdämm-Kontaktstück stattfindende Bewegungsrichtungsumkehr ermöglicht desweiteren auch eine Optimierung des Löschgasflusses nahe dem Verdämm-Kontaktstück. Der Abstand zwischen den zwei Kontaktstücken kann, je nach Verhältnis der Geschwindigkeiten der beiden Kontaktstücke, (leicht) vergrössert oder verkleinert oder, besonders vorteilhaft, im wesentlichen konstant gehalten werden. Insbesondere kann auch ein Abstand zwischen dem Verdämm-Kontaktstück und dem Engris (leicht) vergrössert oder verkleinert oder, besonders vorteilhaft, im wesentlichen konstant gehalten werden. Wenn beispielsweise die Bewegung der Isolierdüse 1:1 (starr) an die Bewegung des ersten Kontaktstücks gekoppelt ist und die nach der Bewegungsrichtungsumkehr gleichgerichtete Bewegung der beiden Kontaktstücke ebenfalls im wesentlichen gleich gross ist, kann ein vorgebbare Abstand zwischen dem Engris und dem Verdämm-Kontaktstück im wesentlichen konstant gehalten werden. Insbesondere und mit grossem Vorteil kann auch eine der weiter oben genannten Bedingungen für den Abstand d über einen längeren Zeitraum erfüllt werden.

[0047] Durch die Bewegungsumkehr wird eine zunächst antiparallele oder gegensinnigen Bewegung der zwei Lichtbogenkontaktstücke zu einer parallelen oder gleichsinnigen Bewegung der zwei Lichtbogenkontaktstücke.

[0048] Insbesondere wenn als Hilfsantrieb (zweiter Antrieb) ein von dem Antrieb angetriebenes Getriebe verwendet wird, kann bei der Wahl eines Geschwindigkeitsverhältnisses v_1/v_2 der Geschwindigkeit v_1 des ersten Lichtbogenkontaktstückes zu der Geschwindigkeit v_2 des zweiten Lichtbogenkontaktstückes von $v_1/v_2 \approx 1:1$ bei gleichsinniger Kontaktstück-Bewegung ein konstanter Kontaktstück-Abstand (und gegebenenfalls auch ein konstanter Abstand zwischen dem Engris und dem Verdämm-Kontaktstück) erreicht werden, der auch dann noch konstant bleibt, wenn die Schalterbewegung durch einen Dämpfungsmechanismus abgebremst wird. Auch kann auf diese Weise der Einfluss von Rücklauf auf die genannten Abstände im wesentlichen eliminiert werden. Rücklauf entsteht, wenn die Bewegung eines angetriebenen Kontaktstücks durch Löschgas im Heizraum behindert wird, so dass dadurch eine ungewollte Bewegungsrichtungsumkehr mindestens eines der Kontaktstücke stattfindet.

[0049] Durch die mittels der Antriebe gezielt erzeugte Bewegungsrichtungsumkehr kann in einem solchen Hochleistungsschalter oder Schalterpol also eine gute Kontrolle der Kontaktstück-Abstände und des Engris-Kontaktstück-Abstandes erreicht werden, so dass gewünschte Strömungsverhältnisse, insbesondere nahe dem Verdämm-Kontaktstück, einstellbar und auch bei verschiedenen Schaltfällen einhaltbar sind. Eine Optimierung des Löschgasflusses in Kontaktstücknähe wird ermöglicht.

[0050] Ein erfindungsgemässer Hochleistungsschalter weist mindestens eine erfindungsgemässe Schaltkammer auf und hat die entsprechenden Vorteile.

[0051] Das erfindungsgemässe Verfahren zum Ausschalten einer Schaltkammer für einen mit einem Löschgas befüllbaren Hochleistungsschalter, mit einem ersten Lichtbogenkontaktstück und mit einem zweiten Lichtbogenkontaktstück, mit mindestens einem Antrieb und mit einer ein Engris aufweisenden Isolierdüse, weist die Schritte auf, dass mindestens eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke mittels des Antriebs bewegt wird, dass eine Kontakttrennung stattfindet und ein zwischen den Lichtbogenkontaktstücken brennender Lichtbogen gezündet wird, durch den Löschgas aufgeheizt wird, und dass das aufgeheizte Löschgas zwischengespeichert und zur Beblasung des Lichtbogens durch das Engris geführt wird.

[0052] Es kennzeichnet sich dadurch, dass während eines Ausschaltvorgangs eine maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke zueinander erreicht wird, die mindestens 1.3 mal, insbesondere 1.5 mal, so gross ist wie eine zum kapazitiven Schalten notwendige Relativgeschwindigkeit $v_{12,c}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke. Die Vorteile ergeben sich aus den Vorteilen der Schaltkammer.

[0053] Das erfindungsgemässe Verfahren kann auch als ein Verfahren zum Schalten eines elektrischen Stromes mittels einer Schaltkammer bezeichnet werden.

[0054] Mit Vorteil sind die beiden Lichtbogenkontaktstücke coaxial zueinander angeordnet. Der Kanal zwischen Heizraum und Engris kann vorteilhaft als ein Ringkanal ausgebildet sein.

[0055] Die Lichtbogenkontaktstücke können gleichzeitig auch Nennstrom-Kontaktstücke sein. Vorteilhaft sind aber zusätzlich zu den Lichtbogenkontaktstücken noch separate Nennstrom-Kontaktstücke vorgesehen. Typischerweise werden bei einem Ausschaltvorgang zunächst die Nennstrom-Kontaktstücke voneinander getrennt, so dass der zu unterbrechende elektrische Strom auf die Lichtbogenkontaktstücke kommutiert. Danach werden die Lichtbogenkontaktstücke unter Zündung des Lichtbogens getrennt.

[0056] Mit Vorteil kann eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke, insbesondere das erste Lichtbogenkontaktstück,

eine Öffnung zur Aufnahme des anderen, vorteilhaft stiftartig ausgebildeten Lichtbogenkontaktstücks im geschlossenen Schalterzustand und zum Abströmen von Löschgas im geöffneten Schalterzustand aufweisen. Insbesondere kann dieses Lichtbogenkontaktstück als eine Kontakttulpe mit einer Vielzahl von Kontaktfingern ausgebildet sein.

[0057] Vorteilhaft ist es, wenn das zweite Lichtbogenkontaktstück stiftartig ausgebildet und bewegbar ist, während das erste Kontaktstück eine Öffnung zur Aufnahme des zweiten Kontaktstücks aufweist, und bewegbar oder nicht bewegbar ist.

[0058] Hochleistungsschalter und Schaltkammern im Sinne dieser Anmeldung sind insbesondere solche, die für Nennspannungen von typischerweise mindestens ca. 72 kV ausgelegt sind.

[0059] Der Lichtbogen in einer erfindungsgemässen Schaltkammer brennt im allgemeinen achsennah und ist im wesentlichen stationär. Im allgemeinen sind die Fusspunkte des Lichtbogens an den Enden der Lichtbogenkontaktstücke fixiert.

[0060] Weitere bevorzugte Ausführungsformen und Vorteile gehen aus den abhängigen Patentansprüchen und den Figuren hervor.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0061] Im folgenden wird der Erfindungsgegenstand anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, welche in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine erfindungsgemässe Schaltkammer mit zwei bewegbaren Lichtbogenkontaktstücken in geöffnetem und in geschlossenem Zustand im Schnitt, mit Getriebe in Aufsicht;

Fig. 2 eine Weg-Zeit-Kurve für einen Ausschaltvorgang;

Fig. 3 eine Geschwindigkeits-Zeit-Kurve für einen Ausschaltvorgang.

[0062] Die in den Zeichnungen verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichenliste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche oder gleichwirkende Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die beschriebenen Ausführungsbeispiele stehen beispielhaft für den Erfindungsgegenstand und haben keine beschränkende Wirkung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0063] Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemässe Schaltkammer oder einen erfindungsgemässen einkammerigen Hochleistungsschalter in geöffnetem Zustand (untere Bildhälfte) und in geschlossenem Zustand (obere Bildhälfte). Im rechten Bildteil ist schematisch ein Getriebe 3 in Aufsicht dargestellt. Der mit einem Löschgas (beispielsweise SF_6 , oder eine Mischung aus N_2 und SF_6) gefüllte Hochleistungsschalter weist ein erstes bewegbares Lichtbogenkontaktstück 1 auf, das durch einen nicht-dargestellten Antrieb antreibbar ist. Ein geeigneter Antrieb kann beispielsweise ein elektrodynamischer Antrieb oder ein Federspeicherantrieb sein.

[0064] Ein zweites Lichtbogenkontaktstück 2 wird durch einen Hilfsantrieb 3 angetrieben, welcher durch das durch den Antrieb angetriebene Getriebe 3 realisiert ist. Im geschlossenen Schalterzustand berühren die beiden Lichtbogenkontaktstücke 1,2 einander. Es können zusätzlich noch nichtdargestellte Nennstrom-Kontaktstücke vorgesehen sein.

[0065] Das erste Kontaktstück 1 ist mit einer Isolierdüse 5 und einer Hilfsdüse 13 starr verbunden. Die Isolierdüse 5 weist ein Engnis 6 auf, das im wesentlichen zylindrisch mit einem Durchmesser D ausgebildet ist. Anschliessend an das Engnis 6 schliesst ein im Durchmesser erweiterter Bereich 21 mit einem Öffnungswinkel α an. Durch einen Ringkanal 7 ist das Engnis mit einem Heizraum 11 verbunden. Mit dem Heizraum 11 durch ein Ventil 12 verbunden ist ein Kompressionsraum 10. Das Volumen des Heizraumes ist mittels eines Kolbens 15, der vorteilhaft feststehend ausgebildet ist, veränderbar.

[0066] Der Hochleistungsschalter ist im wesentlichen rotationssymmetrisch bezüglich einer Achse A ausgebildet, wodurch axiale Richtungen z_1 und z_2 , entlang der sich die Lichtbogenkontaktstücke bewegen, und dazu senkrechte radiale Richtungen definiert sind.

[0067] In Fig. 2 ist schematisch ein Weg-Zeit-Diagramm (z-t-Kurven) für die Bewegung des ersten Kontaktstücks 1 (gestrichelte Kurve) und des zweiten Kontaktstücks 2 (gepunktete Kurve) sowie für die Relativ-Bewegung der beiden Kontaktstücke (durchgezogene Linie) dargestellt.

[0068] Die entsprechenden Geschwindigkeits-Zeit-Kurven (v-t-Kurven) sind in Fig. 3 schematisch dargestellt. Die Geschwindigkeit v_1 des ersten Kontaktstücks 1 (gestrichelte Kurve) und die Geschwindigkeit v_2 des zweiten Kontaktstücks 2 (gepunktete Kurve) sowie die Relativgeschwindigkeit v_{12} der beiden Kontaktstücke (durchgezogene Linie) sind dargestellt.

[0069] Während eines Ausschaltvorganges zum Unterbrechen eines durch den Hochleistungsschalter fliessenden Stromes bewegt sich zunächst das erste Lichtbogenkontaktstück 1 sowie die Isolierdüse 5, die Hilfsdüse 13 und das

Ventil 12 in Richtung z1. Mit einer optionalen Verzögerung bewegt sich das zweite Kontaktstück 2 in Richtung z2. Die durch den Antrieb direkt zu bewegendende Masse ist gross gegenüber der durch das Getriebe 3 zu bewegendenden Masse. Bis kurz vor Erreichen der maximalen Geschwindigkeit v1 kann darum mit der Beschleunigung des zweiten Kontaktstücks 2 gewartet werden. Das erste Kontaktstück 1 verbleibt nach Erreichen seiner maximalen Geschwindigkeit bis zu einem Abbrems-Vorgang am Ende des Ausschaltvorganges auf dieser Geschwindigkeit.

[0070] Durch den feststehenden Kolben 1 5 wird das Volumen des Kompressionsraum reduziert, und das Ventil 12 lässt Löschgas in den Heizraum 10 fliessen. Dann findet während einer Phase hoher oder maximaler Relativgeschwindigkeit v12 die Kontakttrennung unter Zündung eines Lichtbogens 4 statt. Es ist möglich, dass die Kontakttrennung kurz (einige Millisekunden) vor oder nach dem Erreichen der maximalen Relativgeschwindigkeiten stattfindet.

[0071] Der Lichtbogen 4 führt zur Erhitzung von Löschgas und löst im Engris 6 Abbrandmaterial aus der Isolierdüse 5 heraus. Vermittelt des Ringkanals 7 wird auf diese Weise ein Überdruck im Heizraum 11 erzeugt. Ab einer durch das Ventil 12 vorgebbaren Druckdifferenz zwischen dem Heizraum 11 und dem Kompressionsraum 10, beispielsweise wenn im Heizraum 11 ein grösserer Druck herrscht als im Kompressionsraum 10, schliesst das Ventil 12. Das später aus dem Heizraum 11 und gegebenenfalls auch aus dem Kompressionsraum 10 durch den Heizraum 11 dann durch den Kanal 7 in die zwischen den beiden Kontaktstücken 1,2 angeordnete Löschstrecke fliessende Löschgas dient dann der Löschung des Lichtbogens 4.

[0072] Nachdem das dem ersten Lichtbogenkontaktstück 1 zugewandte Ende des zweiten Lichtbogenkontaktstücks 2 den grössten Teil (ca. 80%) der Länge des Engrisses 6 mit maximaler Geschwindigkeit v2 (und somit während Vorliegens der maximalen Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke) durchquert hat, verringert sich v2 wieder. Das zweite Kontaktstück 2 kommt zum Stillstand und bewegt sich, nachdem es das Engris 6 freigegeben hat, in Richtung z1 und somit parallel zu (gleichgerichtet mit) dem ersten Kontaktstück 1. Nach dieser Bewegungsrichtungsumkehr erreicht das zweite Kontaktstück 2 bald die gleiche Geschwindigkeit wie das erste Kontaktstück 1.

[0073] Sobald das Engris 6 vom zweiten Kontaktstück 2 nicht mehr zumindest teilweise verdämmt ist, kann Löschgas durch den Kanal 7 nicht nur durch das tulpenförmige erste Kontaktstück 1 (in Richtung z1), sondern auch (in nennenswertem Masse) durch das Engris 6 und am stiftförmigen zweiten Kontaktstück 2 vorbei (in Richtung z2) abströmen.

[0074] Durch das Geschwindigkeitsverhältnis $v1/v2$ von im wesentlichen 1:1 bei gleichsinniger Bewegung der beiden Kontaktstücke 1,2 kann ein Abstand d zwischen dem zweiten, vorteilhaft stiftartig ausgebildeten Kontaktstück 2 und dem Engris 6 im wesentlichen konstant gehalten werden. Dieser Abstand d ist derart gewählt, dass bei einer Löschgasströmung durch das Engris 6 zum Verdämm-Kontaktstück 2 (in Richtung z2) die maximale Strömungsgeschwindigkeit seitlich (also radial) neben dem Verdämm-Kontaktstück 2 liegt, und insbesondere nicht auf der Strecke zwischen den beiden Lichtbogenkontaktstücken 1 und 2 (oder radial dieser Strecke benachbart). Dadurch wird eine besonders effiziente Lichtbogenbeblasung erreicht, und ein Rückzünden des Lichtbogens wird effektiv unterbunden. Der Abstand d wird als $d \approx (0.7 \pm 0.2) \times D$ gewählt, wobei D der Durchmesser des Engrisses 6 (an seinem z2-seitigen Ende) ist. Wäre der Öffnungswinkel α kleiner als 45° , so würde der Abstand d vorteilhaft näherungsweise als $d \approx (0.7 \pm 0.2) \times D / \tan \alpha$ gewählt.

[0075] Wenn durch das Getriebe 3 ein Geschwindigkeitsverhältnis $v1/v2$ von 1:1 (nach der Bewegungsrichtungsumkehr) vorgegeben ist, kann der Abstand d und damit auch die entsprechenden Strömungsverhältnisse auch dann eingehalten werden, wenn der Schalter in die Dämpfung geht, also die Kontaktstücke 1,2 durch einen Dämpfungsmechanismus abgebremst werden. Gegen Ende eines Ausschaltvorganges kommt es oft auch zu einem durch die Druckverhältnisse in dem Heizraum 11 und/oder dem Kompressionsraum 10 hervorgerufenen Rücklauf des ersten Kontaktstücks 1. Auch durch einen derartigen Rücklauf kann bei der Wahl eines Geschwindigkeitsverhältnisses $v1/v2$ von 1:1 der Abstand d nicht verändert werden. Insofern können optimale Strömungsverhältnisse bis ans Ende der Ausschaltbewegung beibehalten und dadurch eine sichere Lichtbogenlöschung ohne Rückzünden sichergestellt werden. Durch das Geschwindigkeitsverhältnis $v1/v2$ von 1:1 ist auch der Abstand zwischen den beiden Kontaktstücken 1 und 2 konstant, so dass die elektrische Feldverteilung konstanthaltbar ist.

[0076] Durch ein Geschwindigkeitsverhältnis $v1/v2$ von etwa 1:1 nach der Bewegungsrichtungsumkehr ist es möglich, die Belastung der Dämpfungseinrichtung zu verringern oder eine weniger aufwendige Dämpfungseinrichtung einzusetzen, da ein längerer Dämpfungshub (längere Strecke, während der die Bewegungen abgebremst werden) vorgesehen werden kann. Denn nach einem frühen Erreichen eines ausreichenden (typischerweise nahezu maximalen) Abstandes zwischen den Lichtbogenkontaktstücken kann das Abbremsen der Kontaktstücke bereits beginnen, da der Kontaktstück-Abstand durch die 1:1-Übersetzung konstantgehalten wird. Für ein Geschwindigkeitsverhältnis $v1/v2$, das nahe bei eins liegt, gilt im Prinzip das gleiche, wobei jedoch kleine Veränderungen des Kontaktstück-Abstandes vorkommen.

[0077] Die Figs. 2 und 3 zeigen die Bewegungen der Kontaktstücke 1,2 nur bis kurz nach dem Einsatz der Dämpfung. Mit P1 ist eine erste Phase bezeichnet, während welcher bei entgegengesetzter Bewegung der beiden Kontaktstücke 1,2 eine maximale Relativgeschwindigkeit v12 vorliegt. Diese beträgt im dargestellten Fall $v_{12,max} \approx 20$ m/s. Mit P2 ist eine zweite Phase bezeichnet, während welcher bei gleichgerichteter Bewegung der beiden Kontaktstücke 1,2 nach Freigabe des Engrisses ein Geschwindigkeitsverhältnis $v1/v2$ von etwa 1:1 vorliegt. In den Figs. 2 und 3 fällt das Ende der zweiten Phase P2 mit dem Einsatz der Dämpfung zusammen.

[0078] Wie dem rechten Teil vom Fig. 1 zu entnehmen ist (in Aufsicht), ist ein Hebel 8 an einem ersten Ende mittels eines Bolzens 16 an dem zweiten Kontaktstück 2 drehbar gelagert. An dem zweiten Ende des Hebels 8 ist der Hebel 8 mittels eines Bolzens 17 an einem Schenkel eines Winkelhebels 9 drehbar gelagert. Der zweite Schenkel des Winkelhebels 9 ist mittels eines Bolzens 18 in einer Kulissenscheibe 14 geführt. Der Winkelhebel 9 ist mittels eines ortsfesten, beispielsweise am Gehäuse des Hochleistungsschalters befestigten Bolzens 19 drehbar gelagert. Wie mittels einer Wirklinie W symbolisiert, ist die Bewegung der Kulissenscheibe 14 (vorzugsweise starr) an die Bewegung des ersten Kontaktstücks 1 gekoppelt.

[0079] Durch die mit dem Antrieb verbundene Kulissenscheibe 14 wird also über einen Hebelmechanismus die Bewegung des zweiten Kontaktstücks 2 gesteuert. Das Getriebe 3 kann eine lineare Bewegung (des Antriebes) mit konstanter Geschwindigkeit umsetzen in eine Bewegung mit Bewegungsrichtungsumkehr. Durch geeignete Wahl der Hebellängen und -winkel ist ein gewünschtes Geschwindigkeitsprofil für das zweite Kontaktstück 2 wählbar.

[0080] Das Getriebe 3 kann, wie in Fig. 1 dargestellt, symmetrisch aufgebaut sein, was zu einer günstigeren Kräfteverteilung und grösserer Stabilität führt.

[0081] Durch die Reduktion der Geschwindigkeit v_2 des zweiten Kontaktstücks 2 am Ende der Ausschaltbewegung kann die Belastung einer die Bewegung der Kontaktstücke abbremsenden Dämpfungseinrichtung verringert werden, da eine geringere Bewegungsenergie absorbiert werden muss.

[0082] Die Geschwindigkeit v_1 des ersten Kontaktstücks 1 kann nach der anfänglichen Beschleunigung typischerweise zwischen 3 m/s und 10 m/s betragen, beispielsweise 5 m/s. Die Geschwindigkeit v_2 des zweiten Kontaktstücks 1 kann im Maximum typischerweise 10 m/s bis 20 m/s betragen, beispielsweise 15 m/s. Das maximale Geschwindigkeitsverhältnis v_1/v_2 (bei entgegengesetzter Bewegung) kann zwischen 1 : 2.4 und 1 : 3.5 betragen, beispielsweise 1 : 3. Dadurch können entsprechend grosse Relativgeschwindigkeiten v_{12} zwischen typischerweise 15 m/s, 20 m/s und mehr erreicht werden, die eine rasche Freigabe des Engnisses 6 und eine effiziente Lichtbogenbeblasung durch Bereitstellung eines grossen Löschgasdruckes innerhalb kurzer Zeit ermöglichen. Ein grosser Abstand zwischen den Kontaktstücken 1 und 2 (Isolierstrecke) kann innerhalb sehr kurzer Zeit erreicht werden.

[0083] Mit Vorteil ist das Engnis 6 und auch das zweite Kontaktstück 2 im wesentlichen zylindrisch ausgebildet. Der Durchmesser des jeweiligen Zylinders (des Engnisses oder des zweiten Kontaktstücks) muss nicht völlig konstant sein und kann leicht variieren. Abweichungen von einem kreisförmigen Querschnitt zu beispielsweise elliptischen Querschnitten sind möglich.

[0084] Wenn das Engnis eine grosse Länge (axiale Erstreckung) aufweist, kann auf diese Weise eine sehr grosse Oberfläche der Isolierdüse dem Lichtbogen ausgesetzt werden, wodurch grosse Mengen Materials aus der Isolierdüse verdampft werden können, so dass eine effiziente Lichtbogenbeblasung erreicht wird. Insbesondere können Engnis-Längen von mehr als 40 mm, vorteilhaft mehr als 50 mm und mehr als 60 mm eingesetzt werden.

[0085] Ein entsprechender Hochleistungsschalter kann für Nennkursschlussströme von über über 40 kA oder über 50 kA bei Nennspannungen von über 170 kV oder über 200 kV ausgelegt sein.

Bezugszeichenliste

[0086]

1	erstes Lichtbogenkontaktstück
2	zweites Lichtbogenkontaktstück, Verdämm-Kontaktstück
3	zweiter Antrieb, Hilfsantrieb, Getriebe
4	Lichtbogen
5	Isolierdüse
6	Engnis
7	Kanal, Ringkanal
8	Hebel
9	Winkelhebel
10	Kompressionsraum
11	Heizraum
12	Ventil
13	Hilfsdüse
14	Kulisse, Kulissenscheibe
15	Kolben
16,17,18	Bolzen, drehbare Lagerung
19	fixierter Bolzen, drehbare Lagerung
21	Bereich, (im Radius) erweiterter Bereich

A	Achse, Symmetrieachse
b, b'	Parameter
d	Abstand
D	Durchmesser, radiale Abmessung
5 k	Faktor
P1	Phase
P2	Phase
v1	Geschwindigkeit des ersten Kontaktstücks
v2	Geschwindigkeit des zweiten Kontaktstücks
10 v12	Relativgeschwindigkeit der Kontaktstücke
v _{12,c}	für kapazitives Schalten minimal notwendige Relativgeschwindigkeit der Kontaktstücke
v _{12,max}	maximale Relativgeschwindigkeit der Kontaktstücke
W	Wirklinie
z	Weg-Koordinate
15 z1	Richtung
z2	Richtung
α'	Winkel
α	Öffnungswinkel
20	

Patentansprüche

1. Schaltkammer für einen mit einem Löschgas befüllbaren Hochleistungsschalter, mit einem ersten Lichtbogenkontaktstück (1) und einem zweiten Lichtbogenkontaktstück (2), von denen mindestens eines (1;2) mittels eines Antriebs bewegbar ist, mit einem gegebenenfalls zwischen den Lichtbogenkontaktstücken (1,2) brennenden Lichtbogen (4), mit einem Heizraum (11) zur Zwischenspeicherung von durch den Lichtbogen (4) aufgeheiztem Löschgas, und mit einer Isolierdüse (5), welche zur Führung einer Löschgasströmung ein mit dem Heizraum (11) verbundenes Engrnis (6) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass während eines Ausschaltvorgangs eine maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2) zueinander mindestens 1.3 mal so gross ist wie eine zum kapazitiven Schalten notwendige Relativgeschwindigkeit $v_{12,c}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2).
2. Schaltkammer gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass während eines Ausschaltvorgangs die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2) zueinander mindestens 1.5 mal so gross ist wie die zum kapazitiven Schalten notwendige Relativgeschwindigkeit $v_{12,c}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2).
3. Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass, wenn sie in einem einkammerigen Hochleistungsschalter eingebaut ist, für die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2) zueinander während eines Ausschaltvorgangs gilt:

$$v_{12,max} \geq 23 \times U_N \cdot p \cdot f / (E_{krit} \cdot p_0) ,$$

wobei

U_N die Nennspannung des Hochleistungsschalters,
 p der Polfaktor des Hochleistungsschalters,
 E_{krit} die Einsatzelektrostärke für Entladungen des Löschgases, und
 p_0 der Fülldruck des Löschgases ist, und
 f die Hochspannungsnetzfrequenz ist, für die die Schaltkammer ausgelegt ist.

4. Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass für die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke zueinander während eines Ausschaltvorgangs (1,2) gilt:

$$v_{12,max} \geq 13 \text{ m/s} ,$$

5 insbesondere

$$v_{12,max} \geq 17 \text{ m/s} .$$

- 10
5. Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass beide Lichtbogenkontaktstücke (1,2) bewegbar sind, und dass während einer Phase (P1) entgegengesetzter Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke (1,2) ein Verhältnis v_1/v_2 der Geschwindigkeit v_1 des ersten Lichtbogenkontaktstückes (1) zu der Geschwindigkeit v_2 des zweiten Lichtbogenkontaktstückes (2) von $v_1/v_2 \leq 1:2.4$, insbesondere von $v_1/v_2 \leq 1:2.8$, erreicht wird.
- 15
6. Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kompressionsraum (10) vorhanden ist, dessen Volumen während eines Ausschaltvorganges verringert wird.
- 20
7. Schaltkammer gemäss Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kompressionsraum (10) von dem Heizraum (11) verschieden ist, und dass ein Ventil (12) zwischen dem Kompressionsraum (10) und dem Heizraum (11) vorgesehen ist.
- 25
8. Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Lichtbogenkontaktstücke (1,2) bewegbar sind, und dass ein erster Antrieb zum Antreiben des ersten Lichtbogenkontaktstücks (1) und ein zweiter Antrieb (3) zum Antreiben des zweiten Lichtbogenkontaktstücks (2) vorgesehen ist.
- 30
9. Schaltkammer gemäss Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Antrieb (3) ein durch den ersten Antrieb antreibbares Getriebe (3) ist.
- 35
10. Schaltkammer gemäss Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierdüse (5) mittels des ersten Antriebes antreibbar ist.
- 40
11. Schaltkammer gemäss einem der Ansprüche 8-10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass in einer Phase (P2) während einer gleichgerichteten Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke (1,2) für das Verhältnis v_1/v_2 der Geschwindigkeit v_1 des ersten Lichtbogenkontaktstückes (1) zu der Geschwindigkeit v_2 des zweiten Lichtbogenkontaktstückes (2) gilt: $0.4 \geq v_1/v_2 \geq 1.2$, insbesondere $0.75 \geq v_1/v_2 \geq 1:1.1$.
- 45
12. Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass während eines Ausschaltvorgangs, nach der Kontakttrennung und während eine Löschgasströmung entlang einer Achse (A) durch das Engris (6) in Richtung (z2) des zweiten Lichtbogenkontaktstücks (2) möglich ist, ein parallel zu der Achse (A) gemessener Abstand d zwischen dem Engris (6) und dem zweiten Lichtbogenkontaktstück (2) derart gewählt ist, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Löschgasströmung in einem solchen Bereich maximal ist, der bezüglich der Achse (A) radial seitlich neben dem zweiten Lichtbogenkontaktstück (2) und/oder innerhalb des zweiten Lichtbogenkontaktstücks (2) angeordnet ist.
- 50
13. Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Engris (6) im wesentlichen als ein Zylinder ausgebildet ist, und dass die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass während eines Ausschaltvorgangs, nach der Kontakttrennung und während einer Lösphase, in der eine Löschgasströmung entlang einer Achse (A) durch das Engris (6) in Richtung (z2) des zweiten Lichtbogenkontaktstücks (2) möglich ist, ein parallel zu der Achse (A) gemessener Abstand d zwischen dem Engris (6) und dem zweiten Lichtbogenkontaktstück (2) derart gewählt ist, dass

$$d = D \times ((1 + b' \cdot \cos\alpha)^{1/2} - 1) / (2 \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha)$$

gilt, wobei D der Durchmesser des Zylinders nahe dem während der Lösphase dem zweiten Lichtbogenkontakt-

stück (2) zugewandten Ende des Zylinders ist, und wobei α gleich einem Öffnungswinkel α eines an das Engnis (6) anschliessenden, erweiterten Bereiches (21) ist, und wobei für den Parameter b' gilt: $b' = b - F/F'$, wobei F' der Flächeninhalt der bezüglich der Achse (A) radial angeordneten Querschnittsfläche einer gegebenenfalls in dem zweiten Kontaktstück (2) vorgesehenen Öffnung zum Abströmen von Löschgas ist, und wobei für den Parameter b gilt:

$$1.4 \leq b \leq 4.5,$$

insbesondere

$$1.7 \leq b \leq 4.0 .$$

14. Schaltkammer gemäss Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte Bedingung für die Wahl des Abstandes d während mindestens 10 ms, insbesondere während mindestens 35 ms erfüllt ist.

15. Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Lichtbogenkontaktstück (2) stiftartig ausgebildet ist.

16. Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Engnis (6) durch eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1;2), das als Verdämm-Kontaktstück (2) bezeichnet wird und bewegbar ist, zumindest teilweise verdämmbar ist, und dass die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass es während eines Ausschaltvorganges eine Zeitspanne gibt, während der eine Bewegungsrichtung (z_2) des Verdämm-Kontaktstücks (2) unverändert bleibt und die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke zueinander erreicht wird, und wobei diese Zeitspanne mindestens andauert, bis das Engnis (6) nicht mehr durch das Verdämm-Kontaktstück (2) zumindest teilweise verdämmt ist.

17. Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Engnis (6) durch eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1;2), das als Verdämm-Kontaktstück (2) bezeichnet wird und bewegbar ist, zumindest teilweise verdämmbar ist, und dass die Schaltkammer derart ausgelegt ist, dass während eines Ausschaltvorgangs eine Bewegungsrichtungsumkehr des mindestens einen bewegbaren Lichtbogenkontaktstücks (2) stattfindet, wenn das Engnis (6) nicht mehr durch das Verdämm-Kontaktstück (2) zumindest teilweise verdämmt ist.

18. Hochleistungsschalter, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochleistungsschalter mindestens eine Schaltkammer gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche aufweist.

19. Verfahren zum Ausschalten einer Schaltkammer für einen mit einem Löschgas befüllbaren Hochleistungsschalter, mit einem ersten Lichtbogenkontaktstück (1) und mit einem zweiten Lichtbogenkontaktstück (2), mit mindestens einem Antrieb und mit einer ein Engnis (6) aufweisenden Isolierdüse (5), wobei mindestens eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2) mittels des Antriebs bewegt wird, wobei eine Kontakttrennung stattfindet und ein zwischen den Lichtbogenkontaktstücken (1,2) brennender Lichtbogen (4) gezündet wird, durch den Löschgas aufgeheizt wird, wobei das aufgeheizte Löschgas zwischengespeichert und zur Beblasung des Lichtbogens (4) durch das Engnis (6) geführt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

während eines Ausschaltvorgangs eine maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2) zueinander erreicht wird, die mindestens 1.3 mal so gross ist wie eine zum kapazitiven Schalten notwendige Relativgeschwindigkeit $v_{12,c}$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2).

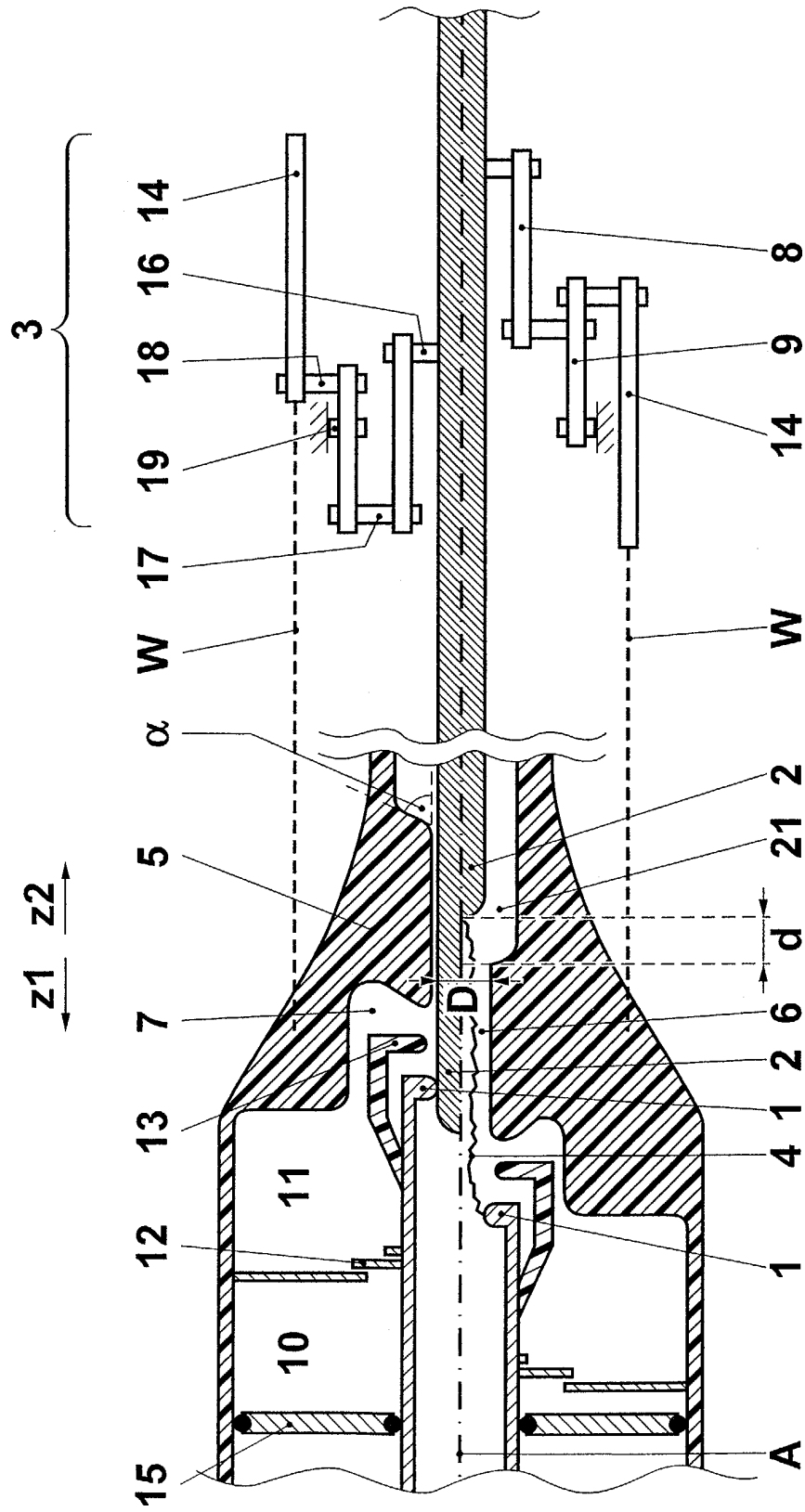


FIG. 1

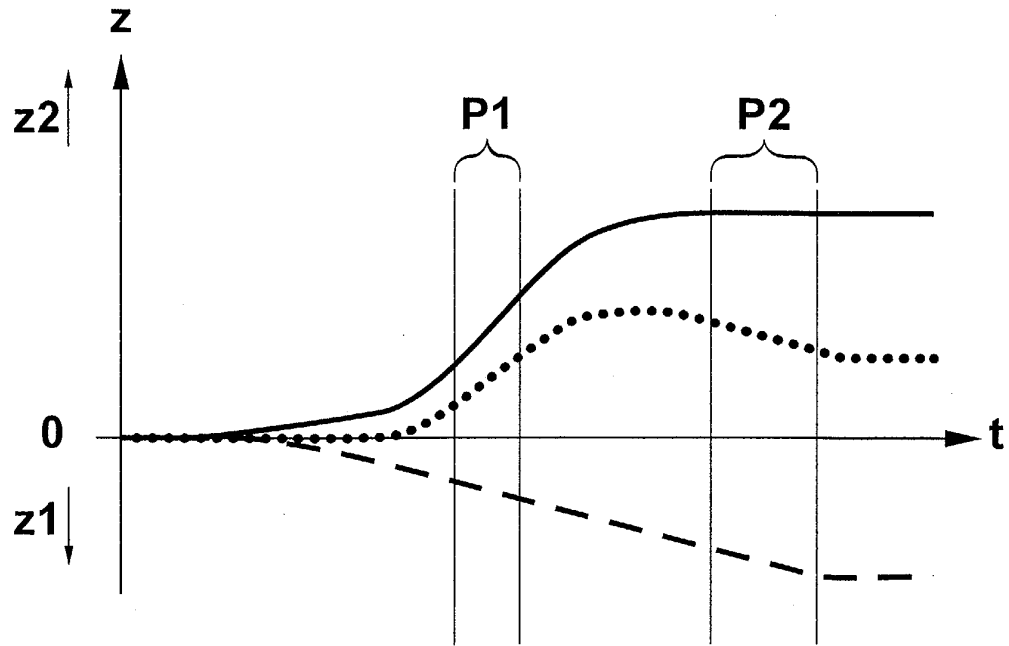


FIG. 2

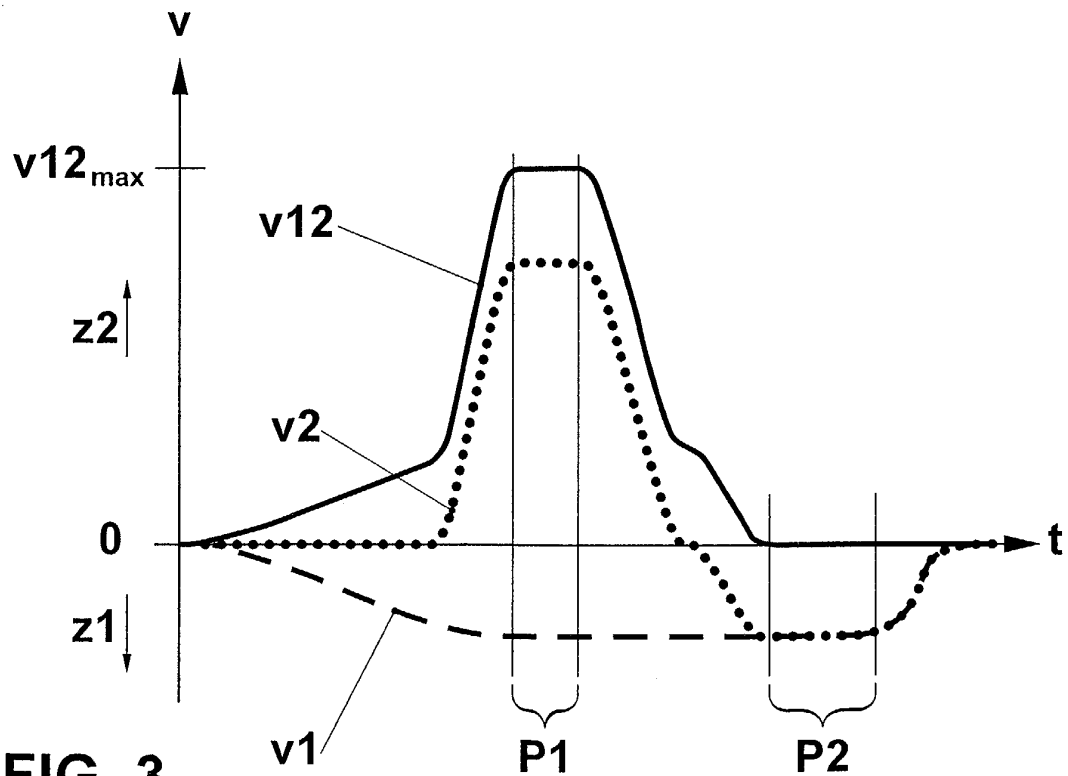


FIG. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 40 5527

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	EP 1 211 706 A (SCHNEIDER ELECTRIC HIGH VOLTAGE) 5. Juni 2002 (2002-06-05) * Absatz [0039] - Absatz [0060]; Abbildungen 1,3-7 *	1,19	H01H33/90
A	WO 00/52721 A (PERRET MICHEL ; ALSTOM (FR)) 8. September 2000 (2000-09-08) * Seite 3, Zeile 3 - Zeile 36; Abbildungen *	1,19	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Januar 2005	Prüfer Findeli, L
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 40 5527

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-01-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1211706 A	05-06-2002	FR 2817389 A1	31-05-2002
		CN 1357901 A	10-07-2002
		EP 1211706 A1	05-06-2002
		JP 2002208336 A	26-07-2002
		TW 518624 B	21-01-2003

WO 0052721 A	08-09-2000	FR 2790592 A1	08-09-2000
		CN 1297571 T	30-05-2001
		EP 1075700 A1	14-02-2001
		WO 0052721 A1	08-09-2000
		JP 2002538593 A	12-11-2002
		US 6342685 B1	29-01-2002

EPO FORM P0461

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