

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 630 840 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.12.2006 Patentblatt 2006/51

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

(21) Anmeldenummer: **04405525.9**

(22) Anmeldetag: **23.08.2004**

(54) Hochleistungsschalter mit Bewegungsumkehr

Heavy-duty circuit-breaker with reversal of the movement

Disjoncteur-limiteur avec inversion du mouvement

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.03.2006 Patentblatt 2006/09

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

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

- **Holstein, Martin
5406 Baden-Rütihof (CH)**
- **Abrahamson, 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)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-00/52721 DE-C- 10 003 357

EP 1 630 840 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

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

Stand der Technik

10 **[0002]** Ein derartiger Hochleistungsschalter und ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der Schrift DE 100 03 359 C1 und auch aus der Schrift "WO 00/52721 A" bekannt. Dort ist ein Hochleistungsschalter beschrieben mit zwei bewegbaren Lichtbogenkontaktstücken und einem Heizraum zum Zwischenspeichern von Löschgas, das durch einen gegebenenfalls zwischen den Lichtbogenkontaktstücken brennenden Lichtbogen erhitzt wurde. Der Schalter weist eine
15 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 also in dieselbe
20 Richtung 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.

Darstellung der Erfindung

25 **[0003]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine alternative Möglichkeit zur Erzeugung einer effektiven Lichtbogenbeblasung zu schaffen. Insbesondere soll innerhalb sehr kurzer Zeit eine grosse Löschgasmenge erzeugt und ein definierter Löschgasfluss realisiert werden können.

[0004] Diese Aufgabe löst eine Vorrichtung und ein Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

30 **[0005]** Der erfindungsgemässe Hochleistungsschalter ist vorteilhaft befüllbar mit einem Löschgas und beinhaltet ein erstes bewegbares Lichtbogenkontaktstück und ein zweites bewegbares Lichtbogenkontaktstück sowie einen Antrieb zum Antreiben des ersten Lichtbogenkontaktstücks und einen Hilfsantrieb zum Antreiben des zweiten Lichtbogenkontaktstücks. Gegebenenfalls brennt zwischen den Lichtbogenkontaktstücken ein Lichtbogen. Der Hochleistungsschalter besitzt einen Heizraum zur Zwischenspeicherung von durch den Lichtbogen aufgeheiztem Löschgas und eine Isolierdüse, welche zur Führung einer Löschgasströmung ein Engnis aufweist, welches mittels eines Kanals mit dem Heizraum verbunden ist. Durch eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke, welches als Verdämm-Kontaktstück bezeichnet wird, ist das Engnis zumindest teilweise verdämmbare. Der Hilfsantrieb ist derart ausgebildet, dass während eines Ausschaltvorgangs eine Bewegungsrichtungsumkehr des zweiten Lichtbogenkontaktstücks von einer entgegengesetzten zu einer gleichgerichteten Bewegung der beiden Lichtbogenkontaktstücke stattfindet.

40 **[0006]** Der erfindungsgemässe Hochleistungsschalter kennzeichnet sich dadurch, dass der Hilfsantrieb derart ausgebildet ist, dass während eines Ausschaltvorgangs die Bewegungsrichtungsumkehr des zweiten Lichtbogenkontaktstücks stattfindet, wenn das Engnis nicht mehr durch das Verdämm-Kontaktstück zumindest teilweise verdämmt ist.

[0007] Dadurch wird es möglich, während eines wesentlichen Teils der Lichtbogenzeit (Lichtbogen-Brenndauer) durch den Lichtbogen Material aus der Isolierdüse entlang der gesamten Länge des Engnisses zu verdampfen. Eine grosse Oberfläche, insbesondere die gesamte Engnis-Innenfläche, kann also während relativ langer Zeit zur Erzeugung (Verdampfung) von lichtbogenlöschendem Material genutzt werden. Dadurch wird eine grosse Menge lichtbogenlöschenden Materials erzeugt, so dass eine effiziente Lichtbogenbeblasung erreicht wird.

[0008] Die nach der Freigabe des Engnisses durch das Verdämm-Kontaktstück stattfindende Bewegungsrichtungsumkehr ermöglicht eine Optimierung des Löschgasflusses nahe dem Verdämm-Kontaktstück. Der Abstand zwischen
50 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 Engnis (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 somit die nach der Bewegungsrichtungsumkehr gleichgerichtete Bewegung der beiden Kontaktstücke ebenfalls im wesentlichen gleich gross ist, kann ein vorgebbare Abstand
55 zwischen dem Engnis und dem Verdämm-Kontaktstück im wesentlichen konstant gehalten werden.

[0009] Durch die Bewegungsumkehr wird also eine zunächst antiparallele oder gegensinnigen Bewegung der zwei Lichtbogenkontaktstücke zu einer parallelen oder gleichsinnigen Bewegung der zwei Lichtbogenkontaktstücke.

[0010] Insbesondere wenn als Hilfsantrieb 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 Bewegungsrichtungsumkehr mindestens eines der Kontaktstücke stattfindet.

[0011] Es kann in dem erfindungsgemässen Hochleistungsschalter 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.

[0012] 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 eines Lichtbogens getrennt.

[0013] Die erfindungsgemässe Bewegungsrichtungsumkehr des zweiten Lichtbogenkontaktstücks von einer entgegengesetzten zu einer gleichgerichteten Bewegung der beiden Lichtbogenkontaktstücke, wenn das Engris nicht mehr durch das Verdämm-Kontaktstück zumindest teilweise verdämmt ist, schliesst eine weitere, typischerweise vorher stattfindende Bewegungsrichtungsumkehr des zweiten Lichtbogenkontaktstücks von einer entgegengesetzten zu einer gleichgerichteten Bewegung der beiden Lichtbogenkontaktstücke, die stattfinden kann, während das Engris noch durch das Verdämm-Kontaktstück zumindest teilweise verdämmt ist, nicht aus.

[0014] Das Engris kann auch als Düsenkanal bezeichnet werden.

[0015] Der Hilfsantrieb kann einen elektrodynamischen Antrieb beinhalten. Zusätzlich zum elektrodynamischen Antrieb kann der Hilfsantrieb auch noch ein Getriebe beinhalten.

[0016] Vorteilhaft kann der Hilfsantrieb ein durch den Antrieb antreibbares Getriebe sein, insbesondere ein Getriebe, das eine Kulissenscheibe beinhaltet. Mit Vorteil kann das Getriebe einen Hebel und zusätzlich noch einen Winkelhebel aufweisen.

[0017] Insbesondere kann das Getriebe die folgenden Eigenschaften aufweisen: An dem Verdämm-Kontaktstück ist ein Bolzen vorgesehen, welcher drehbar an einem ersten Ende eines Hebels gelagert ist. Am zweiten Ende des Hebels ist ein Bolzen drehbar gelagert, welcher an einem ersten Schenkel eines Winkelhebels drehbar gelagert ist. Am zweiten Ende des Winkelhebels ist ein drehbar gelagerter Bolzen vorgesehen, welcher mit einer Kulissenscheibe in Eingriff steht. Der Winkelhebel ist ausserdem drehbar mit einem nichtbewegten Teil des Hochleistungsschalters verbunden. Mit Vorteil sind die Drehachsen der genannten Drehungen zueinander parallel ausgerichtet. Die Kulissenscheibe ist mit dem Abtrieb verbunden, insbesondere starr verbunden. Vorteilhaft ist das Getriebe zweifach ausgeführt, wobei die zwei Ausführungen vorteilhaft spiegelsymmetrisch bezüglich einer Ebene angeordnet sind, die parallel zu einer Achse des Verdämm-Kontaktstücks ausgerichtet ist.

[0018] Ein Getriebe kann auch mindestens zwei Hebel aufweisen, deren Enden Schlitze aufweisen, die bei einem Ausschaltvorgang nacheinander mit einer Transmissionsstange in Eingriff gelangen. Details zur konstruktiven Auslegung eines solchen Getriebes können der genannten Schrift DE 100 03 359 C1 entnommen werden, welche hierdurch mit ihrem gesamten Offenbarungsgehalt in die Beschreibung übernommen wird.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes ist das zweite Lichtbogenkontaktstück das Verdämm-Kontaktstück.

[0020] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes ist benachbart zu dem ersten Lichtbogenkontaktstück eine Hilfsdüse angeordnet, die zusammen mit der Isolierdüse den Kanal bildet.

[0021] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes ist die Isolierdüse mittels des Antriebes antreibbar. Insbesondere kann die Bewegung der Isolierdüse direkt und starr oder auch mittels eines Getriebes an die Bewegung des ersten Kontaktstückes gekoppelt sein. Im Falle der starren Kopplung kann eine konstante Geometrie des Kanals vorliegen.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes ist das Engris im wesentlichen zylindrisch ausgebildet, und mit Vorteil ist das Verdämm-Kontaktstück ebenfalls im wesentlichen zylindrisch ausgebildet. Der Durchmesser des jeweiligen Zylinders (des Engrisses oder des zweiten Kontaktstücks) muss nicht völlig konstant sein und kann leicht variieren. Abweichungen von einem kreisförmigen Querschnitt zu beispielsweise elliptischen Querschnitten sind möglich.

[0023] Der Hochleistungsschalter kann nach Art eines Selbstblasschalters ausgebildet sein. In diesem Fall ist das Volumen des Heizraums konstant. Der Hochleistungsschalter kann auch nach Art eines Pufferschalters (Blaskolben-

schalters) ausgebildet sein. In diesem Fall ist der Heizraum auch ein Kompressionsraum, dessen Volumen während eines Ausschaltvorgangs verringert wird, um durch den zusätzlichen Druck eine bessere Lichtbogenbeblasung zu erreichen. Der Hochleistungsschalter kann auch einen Heizraum, vorzugsweise mit konstantem Volumen, und zusätzlich einen Kompressionsraum aufweisen, wobei das Volumen mindestens des Kompressionsraums während eines Ausschaltvorgangs verringert wird. Vorteilhaft ist dann ein Ventil zwischen dem Kompressionsraum und dem Heizraum vorgesehen.

[0024] Vorteilhaft kann der Hilfsantrieb derart ausgebildet ist, dass in einer ersten Phase, während der die entgegengesetzten Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke stattfindet, 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 $v_1/v_2 \leq 1:2.8$, erreicht wird. Solche grossen Geschwindigkeitsverhältnisse ermöglichen es, innerhalb sehr kurzer Zeit eine grosse Beabstandung der zwei Lichtbogenkontaktstücke zu erreichen. Wenn beispielsweise der Antrieb und das erste Lichtbogenkontaktstück eine Geschwindigkeit von 5 m/s hat, wird bei einem Geschwindigkeitsverhältnis von $v_1/v_2 = 1:3$ eine Relativgeschwindigkeit v_{12} von 20 m/s erreicht. Auf diese Weise kann eine sehr schnelle Kontakttrennung erreicht werden (grosse Geschwindigkeit der Lichtbogenkontaktstücke während oder kurz nach der Kontakttrennung). Auch Relativgeschwindigkeiten von $v_{12} \geq 13$ m/s, $v_{12} \geq 15$ m/s oder von $v_{12} \geq 19$ m/s sind dazu geeignet. Wenn das Engris 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 Engris-Längen von mehr als 40 mm, vorteilhaft mehr als 50 mm und mehr als 60 mm eingesetzt werden.

[0025] Vorteilhaft kann der Hilfsantrieb derart ausgebildet sein, dass in einer zweiten Phase, die während der gleichgerichteten Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke stattfindet, für das Verhältnis v_1/v_2 der Geschwindigkeit v_1 des ersten Lichtbogenkontaktstückes zu der Geschwindigkeit v_2 des zweiten Lichtbogenkontaktstückes $0.5 \leq v_1/v_2 \leq 1.2$, insbesondere von $0.75 \leq v_1/v_2 \leq 1.15$, gilt. Besonders vorteilhaft liegt das Geschwindigkeitsverhältnis v_1/v_2 zwischen 0.9 und 1.1 oder nahe bei eins oder beträgt im wesentlichen eins. Auf diese Weise können wohldefinierte Strömungsverhältnisse nahe dem Verdämm-Kontaktstück erreicht werden. Insbesondere kann der Abstand der beiden Lichtbogenkontaktstücke voneinander und der Abstand des Verdämm-Kontaktstücks zum Engris im wesentlichen konstant gehalten werden, selbst wenn der Antrieb am Ende des Ausschaltvorgangs gedämpft wird oder wenn es einen Rücklauf gibt.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Verdämm-Kontaktstück entlang einer Achse erstreckt, und der Antrieb und der Hilfsantrieb ist derart ausgebildet, dass in einer zweiten Phase während der gleichsinnigen Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke ein entlang der Achse gemessener Abstand d zwischen dem Engris und dem Verdämm-Kontaktstück 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.

[0027] Der Abstand d ist vorteilhaft derart gewählt, dass bei einer Löschgasströmung durch das Engris zum Verdämm-Kontaktstück (wenn also das Engris durch das Verdämm-Kontaktstück freigegeben ist) der Bereich maximaler Strömungsgeschwindigkeit seitlich (also radial) neben dem Verdämm-Kontaktstück liegt und/oder innerhalb des Verdämm-Kontaktstücks angeordnet ist, und insbesondere nicht zwischen den beiden Lichtbogenkontaktstücken, also nicht auf der Strecke zwischen den beiden Lichtbogenkontaktstücken und auch nicht radial benachbart dieser Strecke angeordnet ist.

[0028] Durch Einhalten solcher Abstände d wird eine besonders vorteilhafte Löschgasströmung nahe dem Verdämm-Kontaktstück und somit eine besonders gute Lichtbogenbeblasung erreicht. Insbesondere wird eine grosse dielektrische Festigkeit der Schaltstrecke erreicht, so dass Rückzündungen verhindert werden können. Wenn bei gleichsinniger Bewegung der Kontaktstücke 1,2 ein Geschwindigkeitsverhältnis v_1/v_2 nahe eins realisiert ist, kann der genannte Abstand d besonders gut und für längere Zeit (vorteilhaft mindestens 20 ms, mindestens 30 ms oder mindestens 40 ms) innerhalb der genannten Bereiche liegen. Vorteilhaft wird ein solcher Abstand d eingehalten, bis der Ausschaltvorgang abgeschlossen ist.

[0029] Der Abstand d ist eine Beabstandung. Der Abstand d misst sich selbstverständlich zwischen den einander zugewandten Enden von Engris und Verdämm-Kontaktstück.

[0030] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes ist das Engris im wesentlichen als ein Zylinder mit einer Achse und einem Durchmesser D ausgebildet, und der Antrieb und der Hilfsantrieb sind derart ausgebildet, dass in einer zweiten Phase während der gleichsinnigen Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke für einen entlang der Achse gemessenen Abstand d zwischen dem Zylinder und dem Verdämm-Kontaktstück gilt:

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

[0031] 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 Verdämm-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

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

[0032] Das Engnis ist im wesentlichen zylindrisch ausgebildet, und mit Vorteil ist das Verdämm-Kontaktstück ebenfalls im wesentlichen zylindrisch ausgebildet. Der Durchmesser des jeweiligen Zylinders (des Engnisses oder des Verdämm-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 Verdämm-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 Verdämm-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 Verdämm-Kontaktstück zugewandten Ende des Zylinders oder Prismas. Auch solche Formen sind in dem Begriff "im wesentlichen zylindrisch" umfasst.

[0033] Durch die beschriebene, zylinderdurchmesserabhängige Wahl des Abstandes d wird für die gängigen Schaltergeometrien die erfindungsgemässe Strömungsgeschwindigkeitsbedingung erfüllt. Wenn der Parameter b innerhalb eines engeren der angegebenen Bereiche für b gehalten werden kann, kann ein Beibehalten der vorteilhaften Löschgasströmung besser sichergestellt werden.

[0034] Das erfindungsgemässe Verfahren zum Ausschalten eines Hochleistungsschalters mit einem ersten bewegbaren Lichtbogenkontaktstück und mit einem zweiten bewegbaren Lichtbogenkontaktstück, wobei die beiden Lichtbogenkontaktstücke zueinander entgegengesetzt bewegt werden und voneinander getrennt werden, und wobei durch eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke, das als Verdämm-Kontaktstück bezeichnet wird, ein Engnis einer Isolierdüse zumindest teilweise verdämmt wird, und wobei die Bewegungsrichtung des zweiten Lichtbogenkontaktstücks umgekehrt wird, kennzeichnet sich dadurch, dass die Bewegungsrichtung des zweiten Lichtbogenkontaktstücks umgekehrt wird, wenn das Engnis nicht mehr durch das Verdämm-Kontaktstück zumindest teilweise verdämmt wird. Daraus ergeben sich die oben genannten Vorteile.

[0035] Das erfindungsgemässe Verfahren kann auch als ein Verfahren zum Schalten eines elektrischen Stromes mittels eines Hochleistungsschalters bezeichnet werden.

[0036] Mit Vorteil sind die beiden Lichtbogenkontaktstücke coaxial zueinander angeordnet. Der Kanal kann vorteilhaft als ein Ringkanal ausgebildet sein.

[0037] 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.

[0038] Hochleistungsschalter im Sinne dieser Anmeldung sind insbesondere solche Schalter, die für Nennspannungen

von mindestens ca. 72 kV ausgelegt sind. Der Hochleistungsschalter kann eine oder mehrere Schaltkammern aufweisen.
[0039] Weitere bevorzugte Ausführungsformen und Vorteile gehen aus den abhängigen Patentansprüchen und den Figuren hervor.

5 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0040] Im folgenden wird der Erfindungsgegenstand anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, welche in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- 10 Fig. 1 einen erfindungsgemässen Hochleistungsschalter in geöffnetem und in geschlossenen 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;
- 15 Fig. 4 ein Detail eines erfindungsgemässen Hochleistungsschalters mit Getriebe, in Seitenansicht, im geschlossenen Zustand;
- Fig. 5 ein Detail eines erfindungsgemässen Hochleistungsschalters mit Getriebe, in Seitenansicht, zum Zeitpunkt der Kontakttrennung;
- Fig. 6 ein Detail eines erfindungsgemässen Hochleistungsschalters mit Getriebe, in Seitenansicht, während der Bewegungsumkehr;
- 20 Fig. 7 ein Detail eines erfindungsgemässen Hochleistungsschalters mit Getriebe, in Seitenansicht, im geöffneten Zustand.

[0041] 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 Bezugs-
 25 zeichen versehen. Für das Verständnis der Erfindung nicht wesentliche Teile sind zum Teil nicht dargestellt. Die beschriebenen Ausführungsbeispiele stehen beispielhaft für den Erfindungsgegenstand und haben keine beschränkende Wirkung.

30 Wege zur Ausführung der Erfindung

[0042] Fig. 1 zeigt schematisch einen erfindungsgemässen 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 Hochleistungs-
 35 schalter 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.

[0043] 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 Lichtbogen-
 kontaktstücke 1,2 einander. Es können zusätzlich noch nichtdargestellte Nennstrom-Kontaktstücke vorgesehen sein.

[0044] Das erste Kontaktstück 1 ist mit einer Isolierdüse 5 und einer Hilfsdüse 13 starr verbunden. Die Isolierdüse 5
 40 weist ein Engris 6 auf, das im wesentlichen zylindrisch mit einem Durchmesser D ausgebildet ist. Anschliessend an das Engris 6 schliesst ein im Durchmesser erweiterter Bereich 21 mit einem Öffnungswinkel α an. Durch einen Ringkanal 7 ist das Engris mit einem Heizraum 11 verbunden. Mit dem Heizraum durch ein Ventil 12 verbunden ist ein Kompressionsraum 10. Das Volumen des Heizraumes ist mittels eines Kolbens 15, der vorteilhaft feststehend ausgebildet ist, veränderbar.

[0045] Der Hochleistungsschalter ist im wesentlichen rotationssymmetrisch bezüglich einer Achse A ausgebildet,
 45 wodurch axiale Richtungen z_1 und z_2 , entlang der sich die Lichtbogenkontaktstücke bewegen, und dazu senkrechte radiale Richtungen definiert sind.

[0046] 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
 50 Kontaktstücke (durchgezogene Linie) dargestellt.

[0047] 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 Kontakt-
 stücks 2 (gepunktete Kurve) sowie die Relativgeschwindigkeit v_{12} der beiden Kontaktstücke (durchgezogene Linie) sind dargestellt.

[0048] 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 z_1 . Mit einer optionalen Verzögerung bewegt sich das zweite Kontaktstück 2 in Richtung z_2 . Die
 55 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 v_1 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 im wesentlichen auf dieser Geschwindigkeit.

[0049] Durch den feststehenden Kolben 15 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 v_{12} 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.

[0050] Der Lichtbogen 4 führt zur Erhitzung von Löschgas und löst im Engris 6 Abbrandmaterial aus der Isolierdüse 5 heraus. Vermittelst 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 1 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.

[0051] Nachdem das dem ersten Lichtbogenkontaktstück 1 zugewandte Ende des zweiten Lichtbogenkontaktstücks 2 den grössten Teil der Länge des Engrisses 6 mit maximaler Geschwindigkeit v_2 durchquert hat, verringert sich v_2 wieder. Das zweite Kontaktstück 2 kommt zum Stillstand und bewegt sich, nachdem es das Engris 6 freigegeben hat, in Richtung z_1 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.

[0052] 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 z_1), sondern auch durch das Engris 6 und am stiftförmigen zweiten Kontaktstück 2 vorbei (in Richtung z_2) abströmen.

[0053] Durch das Geschwindigkeitsverhältnis v_1/v_2 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 z_2) 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 z_2 -seitigen Ende) ist. Wäre der Winkel α kleiner als 45° , so würde der Abstand d vorteilhaft näherungsweise als $d \approx (0.7 \pm 0.2) \times D / \tan \alpha$ gewählt.

[0054] Wenn durch das Getriebe 3 ein Geschwindigkeitsverhältnis v_1/v_2 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 v_1/v_2 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 v_1/v_2 von 1:1 ist auch der Abstand zwischen den beiden Kontaktstücken 1 und 2 konstant, so dass die elektrische Feldverteilung konstanthaltbar ist.

[0055] Durch ein Geschwindigkeitsverhältnis v_1/v_2 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 v_1/v_2 , das nahe bei eins liegt, gilt im Prinzip das gleiche, wobei jedoch kleine Veränderungen des Kontaktstück-Abstandes vorkommen.

[0056] 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 v_{12} vorliegt. Diese beträgt im dargestellten Fall $v_{12} \approx 20$ 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 v_1/v_2 von etwa 1:1 vorliegt. In den Figs. 2 und 3 fällt das Ende der zweiten Phase P2 mit dem Einsatz der Dämpfung zusammen.

[0057] Figs. 4 bis 7 zeigen schematisch ein Detail eines erfindungsgemässen Hochleistungsschalters mit einem Getriebe 3 in Seitenansicht zu verschiedenen Zeitpunkten. Wie auch dem rechten Teil vom Fig. 1 zu entnehmen ist (dort 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 Win-

kelhebels 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.

[0058] 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.

[0059] Das Getriebe 3 kann, wie in Fig. 1 dargestellt, symmetrisch aufgebaut sein, was zu einer günstigeren Kräfteverteilung und grösserer Stabilität führt.

[0060] Fig. 4 zeigt den geschlossenen Schalterzustand zu Beginn einer Ausschaltbewegung. Fig. 5 zeigt den Zustand ungefähr zum Zeitpunkt der Kontakttrennung. Fig. 6 zeigt einen Zustand während der Bewegungsrichtungsumkehr des zweiten Kontaktstücks 2. Fig. 7 zeigt den geöffneten Schalterzustand am Ende einer Ausschaltbewegung.

[0061] 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.

[0062] Die Geschwindigkeit v_1 des ersten Kontaktstücks 1 kann nach der anfänglichen Bescheinigung 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. Ein entsprechender Hochleistungsschalter kann für Nennkurzschlussströme von über 40 kA oder über 50 kA bei Nennspannungen von über 170 kV oder über 200 kV ausgelegt sein.

[0063] Die maximale Relativgeschwindigkeit $v_{12,max}$ der Kontaktstücke 1, 2 kann bei einem solchen Schalter vorteilhaft um mindestens 40 %, insbesondere mindestens 60 % und sogar um mindestens 80 % grösser gewählt werden, als dies zum kapazitiven Schalten notwendig wäre. Vorteilhaft ist die Schaltkammer derart ausgelegt, 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: $v_{12,max} \geq k' \times U_N \cdot p \cdot f / (E_{krit} \cdot p_0)$, wobei U_N die Nennspannung des Hochleistungsschalters, p der Polfaktor des Hochleistungsschalters, E_{krit} die Einsatzfeldstärke für Entladungen des Löschgases, und p_0 der Fülldruck des Löschgases ist, und f die Hochspannungsnetzfrequenz ist, für die der Hochleistungsschalter ausgelegt ist. Der Faktor k' beträgt 23, vorteilhaft 27 oder bevorzugt 31. Im Falle eines Hochleistungsschalters mit mehr als einer Schaltkammer muss noch ein weiterer Faktor hinzumultipliziert werden, der die Versteuerung des Hochleistungsschalters berücksichtigt.

[0064] Dadurch wird es möglich, innerhalb sehr kurzer Zeit eine sehr grosse Lichtbogenstrecke zu erzeugen. Eine grosse Oberfläche, insbesondere die gesamte Engnis-Innenfläche, kann 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.

Bezugszeichenliste

[0065]

1	erstes Lichtbogenkontaktstück
2	zweites Lichtbogenkontaktstück, Verdämm-Kontaktstück
3	Hilfsantrieb, Getriebe
4	Lichtbogen
5	Isolierdüse
6	Engnis
7	Kanal, Ringkanal
8	Hebel
9	Winkelhebel

10	Kompressionsraum
11	Heizraum
12	Ventil
13	Hilfsdüse
5 14	Kulisse, Kulissenscheibe
15	Kolben
16,17,18	Bolzen, drehbare Lagerung
19	fixierter Bolzen, drehbare Lagerung
21	Bereich, im Durchmesser erweiterter Bereich
10	
A	Achse, Symmetrieachse
b,b'	Parameter
d	Abstand
D	Durchmesser, radiale Abmessung
15 P1	erste Phase
P2	zweite Phase
v1	Geschwindigkeit des ersten Kontaktstücks
v2	Geschwindigkeit des zweiten Kontaktstücks
v12	Relativgeschwindigkeit der Kontaktstücke
20 $V_{12,max}$	maximale Relativgeschwindigkeit der Kontaktstücke
W	Wirklinie
z	Weg-Koordinate
z1	Richtung
z2	Richtung
25	
α'	Winkel
α	Öffnungswinkel

30 Patentansprüche

1. Hochleistungsschalter, befüllbar mit einem Löschgas, mit einem ersten bewegbaren Lichtbogenkontaktstück (1) und einem zweiten bewegbaren Lichtbogenkontaktstück (2), mit einem Antrieb zum Antreiben des ersten Lichtbogenkontaktstücks (1) und einem Hilfsantrieb (3) zum Antreiben des zweiten Lichtbogenkontaktstücks (2), mit einem
35 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 Engnis (6) aufweist, welches mittels eines Kanals (7) mit dem Heizraum (11) verbunden ist und durch eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1;2), das als Verdämm-Kontaktstück (2) bezeichnet wird, zumindest teilweise verdämmbar ist, wobei der Hilfsantrieb (3) derart ausgebildet ist,
40 dass während eines Ausschaltvorgangs eine Bewegungsrichtungsumkehr des zweiten Lichtbogenkontaktstücks (2) von einer entgegengesetzten zu einer gleichgerichteten Bewegung der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1 ;2) stattfindet,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Hilfsantrieb (3) derart ausgebildet ist, dass während eines Ausschaltvorgangs die Bewegungsrichtungsumkehr
45 des zweiten Lichtbogenkontaktstücks (2) stattfindet, wenn das Engnis (6) nicht mehr durch das Verdämm-Kontaktstück (2) zumindest teilweise verdämmt ist.
2. Hochleistungsschalter gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hilfsantrieb (3) einen elektrodynamischen Antrieb beinhaltet.
- 50 3. Hochleistungsschalter gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hilfsantrieb (3) ein durch den Antrieb antreibbares Getriebe (3) ist.
4. Hochleistungsschalter gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebe (3) mindestens eine
55 Kulissenscheibe (14) beinhaltet.
5. Hochleistungsschalter gemäß Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebe (3) mindestens einen Hebel (8) und zusätzlich mindestens einen Winkelhebel (9) beinhaltet.

6. Hochleistungsschalter gemäss Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebe (3) mindestens zwei Hebel aufweist, deren Enden Schlitz aufweisen, die bei einem Ausschaltvorgang nacheinander mit einer Transmissionsstange in Eingriff gelangen.
- 5 7. Hochleistungsschalter gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Lichtbogenkontaktstück (2) das Verdämm-Kontaktstück (2) ist.
8. Hochleistungsschalter gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbart zu dem ersten Lichtbogenkontaktstück (1) eine Hilfsdüse (13) angeordnet ist, die zusammen mit der Isoliertdüse
10 (5) den Kanal (7) bildet.
9. Hochleistungsschalter gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isoliertdüse (5) mittels des Antriebes antreibbar ist.
- 15 10. Hochleistungsschalter gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Engnis (6) im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist, und dass das Verdämm-Kontaktstück (2) im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist.
- 20 11. Hochleistungsschalter gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kompressionsraum (10) vorhanden ist, dessen Volumen während eines Ausschaltvorganges verringert wird.
12. Hochleistungsschalter gemäss Anspruch 11, **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
13. Hochleistungsschalter gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hilfsantrieb (3) derart ausgebildet ist, dass in einer ersten Phase (P1) während der entgegengesetzten 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.
30
14. Hochleistungsschalter gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb und der Hilfsantrieb (3) derart ausgebildet sind, dass in einer ersten Phase (P1) während der entgegengesetzten Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke (1,2) eine Relativgeschwindigkeit $v_1/2$ der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2) von $v_{12} \geq 15$ m/s, insbesondere von $v_{12} \geq 18$ m/s, erreicht wird.
35
15. Hochleistungsschalter gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hilfsantrieb (3) derart ausgebildet ist, dass in einer zweiten Phase (P2) während der 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: $0.4 \leq v_1/v_2 \leq 1.2$, insbesondere $0.75 \leq v_1/v_2 \leq 1.15$.
40
16. Hochleistungsschalter gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdämm-Kontaktstück (2) entlang einer Achse (A) erstreckt ist, und dass der Antrieb und der Hilfsantrieb (3) derart ausgebildet sind, dass in einer zweiten Phase (P2) während der gleichsinnigen Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke (1,2) ein entlang der Achse (A) gemessener Abstand d zwischen dem Engnis (6) und dem Verdämm-Kontaktstück (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.
45
50
17. Hochleistungsschalter gemäss einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Engnis (6) im wesentlichen als ein Zylinder mit einer Achse (A) und einem Durchmesser D ausgebildet ist, und dass der Antrieb und der Hilfsantrieb (3) derart ausgebildet sind, dass in einer zweiten Phase (P2) während der gleichsinnigen Bewegung der Lichtbogenkontaktstücke (1,2) für einen entlang der Achse (A) gemessenen Abstand d zwischen dem Zylinder und dem Verdämm-Kontaktstück (2)
55

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

gilt, wobei der Winkel α ist gleich einem Öffnungswinkel α eines an das Engnis 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 Verdämm-Kontaktstück (2) vorgesehenen Öffnung zum Abströmen von Löschgas ist, und wobei für den Parameter b gilt:

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

insbesondere

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

18. Verfahren zum Ausschalten eines Hochleistungsschalters mit einem ersten bewegbaren Lichtbogenkontaktstück (1) und mit einem zweiten bewegbaren Lichtbogenkontaktstück (2), wobei die beiden Lichtbogenkontaktstücke (1,2) zueinander entgegengesetzt bewegt werden und voneinander getrennt werden, und wobei durch eines der beiden Lichtbogenkontaktstücke (1 ;2), das als Verdämm-Kontaktstück (2) bezeichnet wird, ein Engnis (6) einer Isolierdüse (5) zumindest teilweise verdämmt wird, und wobei die Bewegungsrichtung des zweiten Lichtbogenkontaktstücks (2) umgekehrt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Bewegungsrichtung des zweiten Lichtbogenkontaktstücks (2) umgekehrt wird, wenn das Engnis (6) nicht mehr durch das Verdämm-Kontaktstück (2) zumindest teilweise verdämmt wird.

Claims

1. Heavy-duty circuit breaker, which can be filled with a quenching gas, having a first movable arcing contact piece (1) and a second movable arcing contact piece (2), having a drive for driving the first arcing contact piece (1) and an auxiliary drive (3) for driving the second arcing contact piece (2), having an arc (4) which may be drawn between the arcing contact pieces (1, 2), having a heating chamber (11) for buffer-storing quenching gas heated by the arc (4), and having an insulating nozzle (5), which has a constriction (6) for guiding an arcing gas flow, which constriction is connected to the heating chamber (11) by means of a channel (7) and can be blocked at least partially by one of the two arcing contact pieces (1; 2), which is referred to as the blocking contact piece (2), the auxiliary drive (3) being designed such that, during a tripping operation, a movement direction reversal of the second arcing contact piece (2) takes place from a movement of the two arcing contact pieces (1; 2) in opposite directions to a movement thereof in the same direction, **characterized in that** the auxiliary drive (3) is designed such that, during a tripping operation, the movement direction reversal of the second arcing contact piece (2) takes place if the constriction (6) is no longer at least partially blocked by the blocking contact piece (2).
2. Heavy-duty circuit breaker according to Claim 1, **characterized in that** the auxiliary drive (3) contains an electrodynamic drive.
3. Heavy-duty circuit breaker according to Claim 1, **characterized in that** the auxiliary drive (3) is a gear mechanism (3) which can be driven by the drive.
4. Heavy-duty circuit breaker according to Claim 3, **characterized in that** the gear mechanism (3) contains at least one link plate (14).
5. Heavy-duty circuit breaker according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the gear mechanism (3) contains at least one lever (8) and in addition at least one angled lever (9).
6. Heavy-duty circuit breaker according to Claim 3, **characterized in that** the gear mechanism (3) has at least two

levers, whose ends have slots which successively come into engagement with a transmission rod in the case of a tripping operation.

7. Heavy-duty circuit breaker according to one of the preceding claims, **characterized in that** the second arcing contact piece (2) is the blocking contact piece (2).
8. Heavy-duty circuit breaker according to one of the preceding claims, **characterized in that** an auxiliary nozzle (13) is arranged adjacent to the first arcing contact piece (1) and forms, together with the insulating nozzle (5), the channel (7).
9. Heavy-duty circuit breaker according to one of the preceding claims, **characterized in that** the insulating nozzle (5) can be driven by means of the drive.
10. Heavy-duty circuit breaker according to one of the preceding claims, **characterized in that** the constriction (6) is essentially cylindrical, and **in that** the blocking contact piece (2) is essentially cylindrical.
11. Heavy-duty circuit breaker according to one of the preceding claims, **characterized in that** a compression chamber (10) is provided, whose volume is reduced during a tripping operation.
12. Heavy-duty circuit breaker according to Claim 11, **characterized in that** the compression chamber (10) is different from the heating chamber (11), and **in that** a valve (12) is provided between the compression chamber (10) and the heating chamber (11).
13. Heavy-duty circuit breaker according to one of the preceding claims, **characterized in that** the auxiliary drive (3) is designed such that, in a first phase (P1) during the movement of the arcing contact pieces (1, 2) in opposite directions, a ratio v_1/v_2 of the speed v_1 of the first arcing contact piece (1) to the speed v_2 of the second arcing contact piece (2) of $v_1/v_2 \leq 1:2.4$, in particular of $v_1/v_2 \leq 1:2.8$, is achieved.
14. Heavy-duty circuit breaker according to one of the preceding claims, **characterized in that** the drive and the auxiliary drive (3) are designed such that, in a first phase (P1) during the movement of the arcing contact pieces (1, 2) in opposite directions, a relative speed v_{12} of the two arcing contact pieces (1, 2) of $v_{12} \geq 15$ m/s, in particular of $v_{12} \geq 18$ m/s, is achieved.
15. Heavy-duty circuit breaker according to one of the preceding claims, **characterized in that** the auxiliary drive (3) is designed such that, in a second phase (P2) during the movement of the arcing contact pieces (1, 2) in the same direction, the following applies for the ratio v_1/v_2 of the speed v_1 of the first arcing contact piece (1) to the speed v_2 of the second arcing contact piece (2): $0.4 \leq v_1/v_2 \leq 1.2$, in particular $0.75 \leq v_1/v_2 \leq 1.15$.
16. Heavy-duty circuit breaker according to one of the preceding claims, **characterized in that** the blocking contact piece (2) extends along an axis (A), and **in that** the drive and the auxiliary drive (3) are designed such that, in a second phase (P2) during the movement of the arcing contact pieces (1, 2) in the same direction, a distance d measured along the axis (A) is selected between the constriction (6) and the blocking contact piece (2) such that the flow rate of the quenching gas flow is at a maximum in such a region that is arranged, with respect to the axis (A), radially and laterally adjacent to the second arcing contact piece (2) and/or within the second arcing contact piece (2).
17. Heavy-duty circuit breaker according to one of the preceding claims, **characterized in that** the constriction (6) is essentially in the form of a cylinder having an axis (A) and a diameter D , and **in that** the drive and the auxiliary drive (3) are designed such that, in a second phase (P2) during the movement of the arcing contact pieces (1, 2) in the same direction, the following applies for a distance d , which is measured along the axis (A), between the cylinder and the blocking contact piece (2)

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

where the angle α is equal to an opening angle α of an extended region (21) adjoining the constriction, and where the following applies for the parameter b' : $b' = b - F/F'$, where F' is the area of the cross-sectional area, which is

arranged radially with respect to the axis (A), of an opening which may be provided in the blocking contact piece (2) to allow quenching gas to flow away, and where the following applies for the parameter b:

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

in particular

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

18. Method for tripping a heavy-duty circuit breaker having a first movable arcing contact piece (1) and having a second movable arcing contact piece (2), the two arcing contact pieces (1, 2) being moved in opposite directions towards one another and being separated from one another, a constriction (6) of an insulating nozzle (5) being at least partially blocked by one of the two arcing contact pieces (1; 2), which is referred to as the blocking contact piece (2), and the movement direction of the second arcing contact piece (2) being reversed, **characterized in that** the movement direction of the second arcing contact piece (2) is reversed if the constriction (6) is no longer at least partially blocked by the blocking contact piece (2).

Revendications

1. Commutateur de forte puissance, pouvant être rempli avec un gaz d'extinction, comprenant un premier élément de contact d'arc mobile (1) et un deuxième élément de contact d'arc mobile (2), comprenant un mécanisme d'entraînement pour entraîner le premier élément de contact d'arc (1) et un mécanisme d'entraînement auxiliaire (3) pour entraîner le deuxième élément de contact d'arc (2), comprenant un arc électrique (4) qui s'amorce éventuellement entre les éléments de contact d'arc (1, 2), comprenant un espace de chauffe (11) pour l'accumulation temporaire du gaz d'extinction chauffé par l'arc électrique (4) et comprenant une buse isolante (5) qui présente un rétrécissement (6) pour guider un courant de gaz d'extinction, lequel est relié avec l'espace de chauffe (11) au moyen d'un canal (7) et peut être au moins partiellement bouché par l'un des deux éléments de contact d'arc (1, 2), lequel est appelé élément de contact de bouchage (2), le mécanisme d'entraînement auxiliaire (3) étant configuré de telle sorte que pendant une opération de mise hors circuit, il se produit une inversion du sens de déplacement du deuxième élément de contact d'arc (2) d'un mouvement opposé en un mouvement dirigé dans le même sens des deux éléments de contact d'arc (1, 2), **caractérisé en ce que** le mécanisme d'entraînement auxiliaire (3) est configuré de telle sorte que pendant une opération de mise hors circuit, l'inversion du sens de déplacement du deuxième élément de contact d'arc (2) se produit lorsque le rétrécissement (6) n'est plus au moins partiellement bouché par l'élément de contact de bouchage (2).
2. Commutateur de forte puissance selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le mécanisme d'entraînement auxiliaire (3) contient un mécanisme d'entraînement hydraulique.
3. Commutateur de forte puissance selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le mécanisme d'entraînement auxiliaire (3) est un engrenage (3) pouvant être entraîné par le mécanisme d'entraînement.
4. Commutateur de forte puissance selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'engrenage (3) contient au moins un disque coulissant (14).
5. Commutateur de forte puissance selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'engrenage (3) contient au moins un levier (8) et en plus au moins un levier coudé (9).
6. Commutateur de forte puissance selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'engrenage (3) présente au moins deux leviers dont les extrémités présentent des fentes qui, lors d'une opération de mise hors circuit, viennent en prise avec une tige de transmission.
7. Commutateur de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le deuxième élément de contact d'arc (2) est l'élément de contact de bouchage (2).

8. Commutateur de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'à** côté du premier élément de contact d'arc (1) est disposée une buse auxiliaire (13) qui, combinée avec la buse isolante (5), forme le canal (7).
- 5 9. Commutateur de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la buse isolante (5) peut être entraînée au moyen du mécanisme d'entraînement.
- 10 10. Commutateur de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rétrécissement (6) est de forme essentiellement cylindrique et que l'élément de contact de bouchage (2) est de forme essentiellement cylindrique.
11. Commutateur de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** existe un espace de compression (10) dont le volume est réduit pendant une opération de mise hors circuit.
- 15 12. Commutateur de forte puissance selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'espace de compression (10) est distinct de l'espace de chauffe (11) et qu'il est prévu une vanne (12) entre l'espace de compression (10) et l'espace de chauffe (11).
- 20 13. Commutateur de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le mécanisme d'entraînement auxiliaire (3) est configuré de telle sorte que dans une première phase (P1), pendant le mouvement opposé des éléments de contact d'arc (1, 2), un rapport $v1/v2$ entre la vitesse $v1$ du premier élément de contact d'arc (1) et la vitesse $v2$ du deuxième élément de contact d'arc (2) de $v1/v2 \leq 1:2,4$, notamment de $v1/v2 \leq 1:2,8$ est atteint.
- 25 14. Commutateur de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le mécanisme d'entraînement et le mécanisme d'entraînement auxiliaire (3) sont configurés de telle sorte que dans une première phase (P1), pendant le mouvement opposé des éléments de contact d'arc (1, 2), une vitesse relative $v12$ des deux éléments de contact d'arc (1, 2) de $v12 \geq 15$ m/s, notamment de $v12 \geq 18$ m/s est atteinte.
- 30 15. Commutateur de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le mécanisme d'entraînement auxiliaire (3) est configuré de telle sorte que dans une deuxième phase (P2), pendant le mouvement dirigé dans le même sens des éléments de contact d'arc (1, 2), la règle suivante s'applique au rapport $v1/v2$ entre la vitesse $v1$ du premier élément de contact d'arc (1) et la vitesse $v2$ du deuxième élément de contact d'arc (2) : $0,4 \leq v1/v2 \leq 1,2$, notamment $0,75 \leq v1/v2 \leq 1,15$.
- 35 16. Commutateur de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de contact de bouchage (2) s'étend le long d'un axe (A) et que le mécanisme d'entraînement et le mécanisme d'entraînement auxiliaire (3) sont configurés de telle sorte que dans une deuxième phase (P2), pendant le mouvement dirigé dans le même sens des éléments de contact d'arc (1, 2), un écart d entre le rétrécissement (6) et l'élément de contact de bouchage (2), mesuré le long de l'axe (A), est choisi de telle sorte que la vitesse d'écoulement du courant de gaz d'extinction est à son maximum dans une zone qui est disposée radialement par rapport à l'axe (A) à côté du deuxième élément de contact d'arc (2) et/ou à l'intérieur du deuxième élément de contact d'arc (2).
- 40 17. Commutateur de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rétrécissement (6) est pour l'essentiel réalisé sous la forme d'un cylindre ayant un axe (A) et un diamètre D et que le mécanisme d'entraînement et le mécanisme d'entraînement auxiliaire (3) sont configurés de telle sorte que dans une deuxième phase (P2), pendant le mouvement dirigé dans le même sens des éléments de contact d'arc (1, 2), la règle suivante s'applique à un écart d entre le cylindre et l'élément de contact de bouchage (2), mesuré le long de l'axe (A),
- 45 50

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

55 l'angle α étant égal à un angle d'ouverture α d'une zone étendue (21) adjacente du rétrécissement et la règle suivante s'appliquant au paramètre b' : $b' = b - F/F'$, F' étant la superficie de la section transversale disposée de manière radiale par rapport à l'axe (A) d'une ouverture éventuellement prévue dans l'élément de contact de bouchage (2) pour l'échappement du gaz d'extinction et la règle suivante s'appliquant au paramètre b :

$$1,4 \leq b \leq 4,5$$

notamment

5

$$1,7 \leq b \leq 4,0.$$

- 10 **18.** Dispositif pour mettre hors circuit un commutateur de forte puissance comprenant un premier élément de contact d'arc mobile (1) et un deuxième élément de contact d'arc mobile (2), les deux éléments de contact d'arc (1, 2) étant déplacés en sens inverse l'un par rapport à l'autre et séparés l'un de l'autre, et l'un des deux éléments de contact d'arc (1, 2), qui est appelé élément de contact de bouchage (2), bouchant au moins partiellement un rétrécissement (6) d'une buse isolée (5), et le sens de déplacement du deuxième élément de contact d'arc (2) étant inversé,
- 15 **caractérisé en ce que** le sens de déplacement du deuxième élément de contact d'arc (2) est inversé lorsque le rétrécissement (6) n'est plus au moins partiellement bouché par l'élément de contact de bouchage (2).

20

25

30

35

40

45

50

55

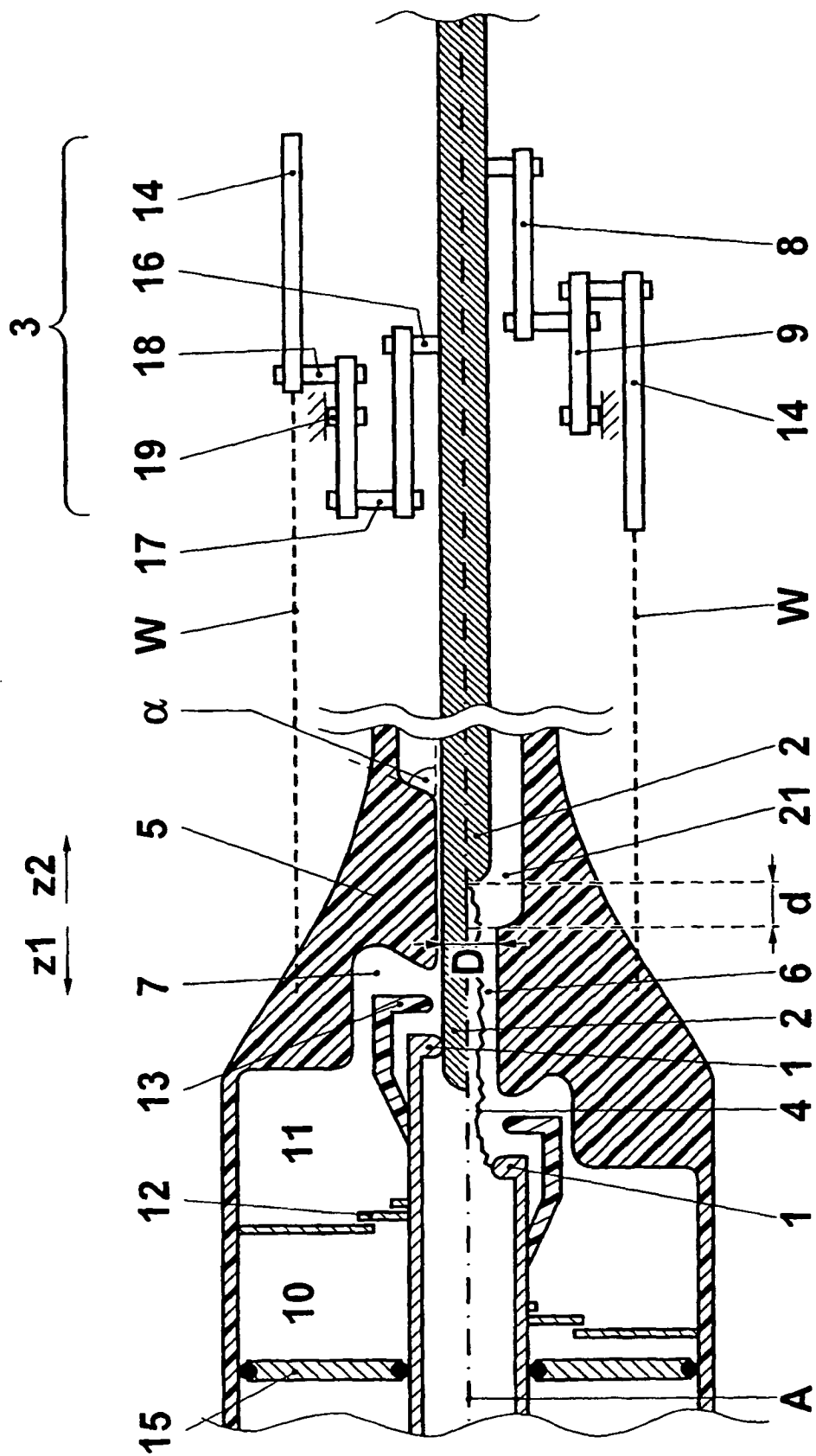


FIG. 1

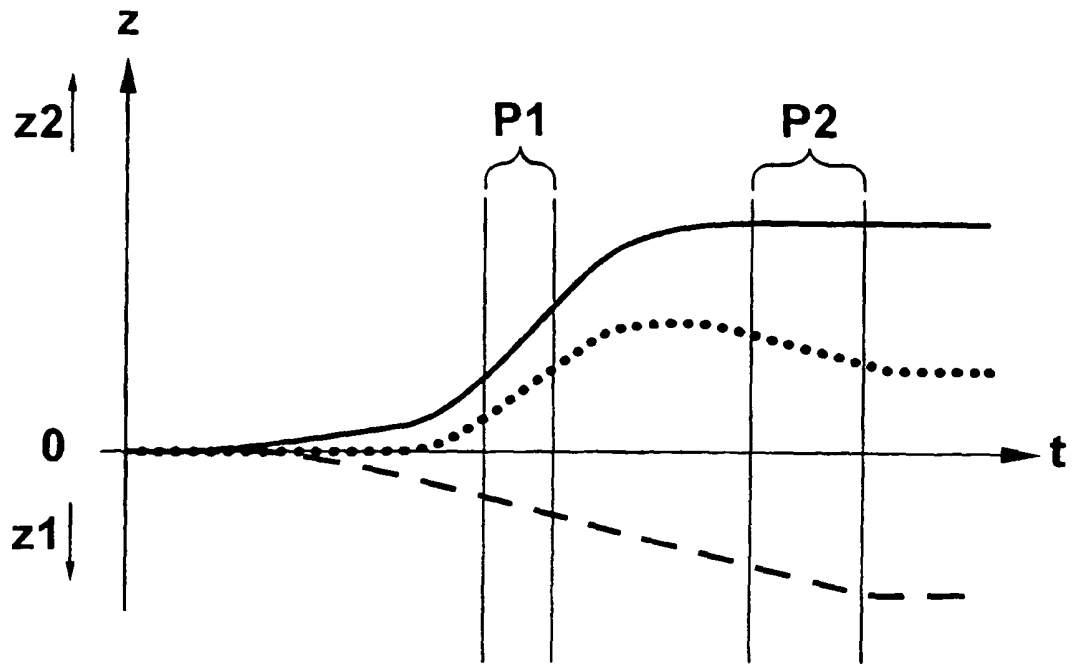


FIG. 2

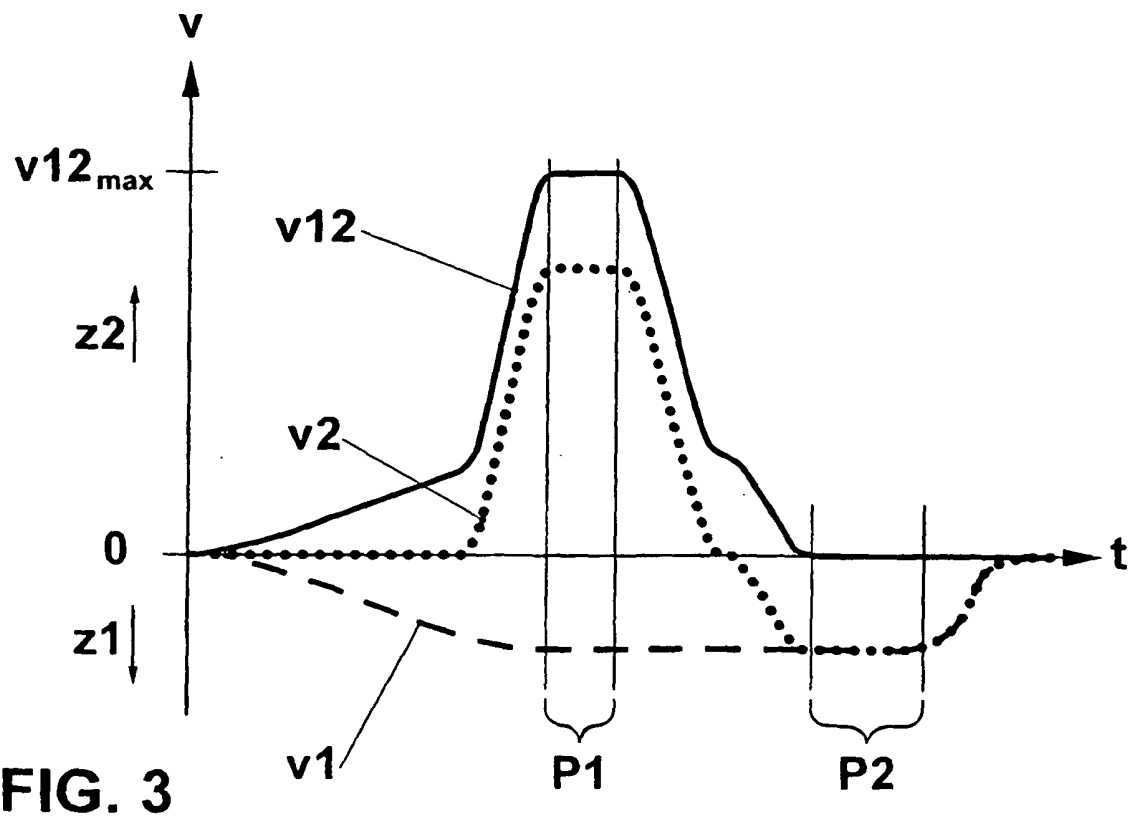


FIG. 3

