

(19)



(11)

EP 2 056 321 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.05.2010 Patentblatt 2010/19

(51) Int Cl.:
H01H 33/18 (2006.01) H01H 33/98 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07119904.6**

(22) Anmeldetag: **02.11.2007**

(54) **Hochspannungsleistungsschalter mit rotierendem Schaltlichtbogen**

High-voltage power switch with a rotating light arc

Commutateur de puissance haute tension doté d'arcs électriques de commutation rotatifs

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

- **Franck, Christian**
CH-8048, Zürich (CH)
- **Iordanidis, Arthouros**
CH-5400, Baden (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.05.2009 Patentblatt 2009/19

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

(73) Patentinhaber: **ABB Research Ltd.**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• **Bujotzek, Markus**
CH-8050, Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 932 176 WO-A1-2008/055753
DE-A1- 2 511 238 GB-A- 2 103 881

EP 2 056 321 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Hochspannungsleistungsschalter nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Ein solcher Schalter dient im allgemeinen der Unterbrechung leistungsstarker Wechselströme in Stromnetzen mit Nennspannungen zwischen 1 und mehreren 100 kV, in denen diese Wechselströme erzeugt, übertragen oder verteilt werden.

[0002] Bei einem Schalter der vorgenannten Art wird die Energie eines beim Unterbrechen eines Kurzschlussstroms in einer Lichtbogenzone gebildeten Schaltlichtbogens ausgenutzt, um ein Löschgas bereitzustellen, welches über einen Nulldurchgang des Stroms hinaus den Schaltlichtbogen bebläst. Hierbei wird der zu unterbrechende Strom durch eine Spule geführt. Das Magnetfeld der Spule bewirkt eine Rotation des Schaltlichtbogens um die Spulenachse. Dabei entstehendes heisses und unter Druck stehendes Lichtbogengas wird über einen Heizkanal in ein Heizvolumen des Schalters geführt und dort als Löschgas gespeichert. Der Druck des Lichtbogengases wächst überproportional mit der Grösse des Stroms und kann gegebenenfalls unerwünscht hohe Werte erreichen.

STAND DER TECHNIK

[0003] Ein Schalter der eingangs genannten Art ist beschrieben in EP 75 341. Dieser Schalter weist einen in einem isoliergasgefüllten Gehäuse angeordneten Leistungstrompfad auf mit zwei längs einer Achse relativ zueinander verschiebbaren Schaltstücken, von denen eines in coaxialer Anordnung einen Lichtbogenkontakt, einen Lichtbogenlaufring, eine den Lichtbogenkontakt umgebende Zylinderspule und einen ferromagnetischen Spulenkern aufweist. Durch diese Spule fliesst beim Ausschalten ein zu unterbrechender Strom. Das Magnetfeld des Stroms wirkt auf einen beim Öffnen des Leistungstrompfads auf dem Lichtbogenlaufring fliessenden Schaltlichtbogen. Unter dem Einfluss elektromagnetischer Kräfte rotiert nun der auf dem Laufring gehaltene Schaltlichtbogen um die Achse und heizt das Isoliergas auf. Hierbei gebildetes Lichtbogengas wird von einer den Schaltlichtbogen aufnehmenden Lichtbogenzone in ein Heizvolumen geführt und als Löschgas gespeichert. Bei Annäherung des abzuschaltenden Stroms an einen Nulldurchgang strömt dann das Löschgas aus dem Heizvolumen in die Lichtbogenzone und bebläst hierbei den Schaltlichtbogen solange bis der Strom unterbrochen ist.

[0004] Für eine erfolgreiche Beblasung des Schaltlichtbogens und damit für eine erfolgreiche Unterbrechung des Stroms ist es erforderlich, dass der Druck des Löschgases einen bestimmten minimalen Wert erreicht. Über das gesamte Spektrum der zu unterbrechenden Ströme gesehen, das sich über mehrere Grössenordnungen von kleinen über mittlere bis zu grossen Strömen

erstreckt, wird für das erfolgreiche Unterbrechen eines grossen Stroms kein wesentlich grösserer Löschgasdruck benötigt als für einen kleinen oder mittleren Strom. Da jedoch der Druck des Lichtbogengases und damit auch des Löschgases überproportional mit der Stromstärke wächst, weist das vom Schaltlichtbogen erzeugte Lichtbogengas beim Unterbrechen grosser Ströme einen um eine Grössenordnung höheren Druck auf als bei kleinen Strömen. Um den Rauminhalt des Heizvolumens klein zu halten, und um so eine Fertigung des Schalters in wirtschaftlicher Weise zu ermöglichen, ist daher der Druck zu begrenzen.

[0005] Ein weiterer Schalter mit einer Spule zur Erzeugung eines rotierenden Schaltlichtbogens ist in EP 0 731 482 A2 beschrieben. Bei diesem Schalter ist die Spule zumindest teilweise kurzschliessbar ausgebildet. Beim Schalten grosser Ströme wird dann durch teilweises oder vollständiges Kurzschliessen der Spule die Grösse des Magnetfelds herabgesetzt und so die Bildung von Lichtbogengas gegebenenfalls drastisch reduziert. Der Rauminhalt des Heizvolumens kann so gering gehalten werden. Ferner offenbart das Dokument EP 0 932176 A1 einen Schalter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, einen Schalter der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem der Druck des im Heizvolumen bereitgestellten Löschgases beim Abschalten grosser Ströme mit einfachen Mitteln begrenzt wird.

[0007] Beim Schalter nach der Erfindung sind ein die Windungen der Spule enthaltender erster Spulenabschnitt und der Lichtbogenlaufring in axialer Richtung mit Abstand zueinander angeordnet und ragt ein axial ausgerichteter und als Hohlzylinder ausgebildeter Abschnitt des ferromagnetischen Kerns in diesen Abstand.

[0008] Der ferromagnetische Kern ist nun so ausgebildet und angeordnet, dass er beim Unterbrechen kleiner Ströme noch nicht, beim Unterbrechen grosser Ströme hingegen bereits gesättigt ist. Beim Unterbrechen kleiner und gegebenenfalls auch mittlerer Ströme wirkt der Kern jetzt quasi als guter magnetischer Leiter, der den magnetischen Fluss der Spule weitgehend ungeschwächt an den Lichtbogenlaufring heranführt. Am Lichtbogenlaufring wirkt dann eine magnetische Flussdichte, die proportional der magnetischen Flussdichte ist, welche nahe der durch den axialen Abstand vom Lichtbogenlaufring getrennten Windungen der Spule wirkt. Beim Unterbrechen grosser und gegebenenfalls auch mittlerer Ströme wirkt der Kern hingegen quasi als schlechter magnetischer Leiter, der den magnetischen Fluss der Spule nun nicht mehr konzentriert und gezielt an den Lichtbogenlaufring heranführt. Am Lichtbogenlaufring wirkt dann eine magnetische Flussdichte, die nun nicht mehr proportional der

Flussdichte ist, die an den durch den axialen Abstand getrennten Windungen der Spule wirkt. Der Druckaufbau des Löschgases nimmt daher mit wachsender Stärke des zu unterbrechenden Stroms wesentlich geringer zu als bei einem vergleichbar ausgebildeten Schalter, bei dem jedoch zwischen den Windungen der Spule und dem Lichtbogenlaufring kein Abstand in axialer Richtung vorgesehen ist. Dementsprechend kann der Rauminhalt des Heizvolumens klein bemessen sein bzw. können sonst notwendige Mittel zum Begrenzen des Druckaufbaus entfallen.

[0009] Diese vorteilhaften Wirkungen werden mit Sicherheit dann erreicht, wenn der Abstand mindestens das 0,25-fache des Aussenradius der Spule beträgt. Um die Ausdehnung des Schalters in axialer Richtung zu begrenzen, sollte der Abstand höchstens das Zweifache des Radius betragen. Eine auch beim Schalten sehr grosser Kurzschlussströme von mehreren hundert kA ausreichende Begrenzung des Löschgasdrucks im Heizvolumen wird erreicht, wenn der Abstand das 0,5- bis 1,5-fache des Radius beträgt.

[0010] Da zwischen Lichtbogenkontakt und Spule ausreichend Raum vorhanden ist, kann der Hohlzylinder zudem eine erhebliche Wandstärke aufweisen und kann so eine grosse Menge an ferromagnetischem Material in diesen Raum untergebracht werden. Die beim Unterbrechen eines Stromes wirkende magnetische Flussdichte ist dann über den Lichtbogenlaufring nicht nur gleichmässig verteilt, sondern ist zugleich auch vorwiegend axial ausgerichtet. Da der zu unterbrechende Strom in dem am Lichtbogenlaufring gehaltenen Fusspunkt des Schaltlichtbogens vorwiegend radial geführt ist, wirkt so eine grosse und weitgehend konstante elektromagnetische Kraft auf diesen Fusspunkt. Bei kleinen und gegebenenfalls mittleren Strömen wird so eine gute Heizleistung des Schaltlichtbogens und damit auch ein Löschgas mit ausreichend hohem Druck erzeugt.

[0011] Hierbei ist es von Vorteil, wenn die Wandstärke des Hohlzylinders mindestens das 0,2-fache seines Aussenradius beträgt. Zum einen wird so vermieden, dass der Kern bereits bei vergleichsweise kleinen Strömen vorzeitig gesättigt ist. Zum anderen wird so aber auch eine weitgehend konstante magnetische Flussdichte im Bereich des Lichtbogenlaufrings und damit auch in dem auf dem Lichtbogenlaufring fussenden Abschnitt des Schaltlichtbogens erreicht.

[0012] Damit am Orte des Lichtbogenlaufrings eine möglichst grosse magnetische Flussdichte wirkt, sollte der ferromagnetische Hohlzylinder diesen Abstand überbrücken. Unter Überbrücken des Abstands ist hierbei zu verstehen, dass der Hohlzylinder direkt an den Lichtbogenlaufring herangeführt ist, zumindest aber bis auf eine verglichen mit der Dicke des Lichtbogenlaufrings (Ausdehnung in axialer Richtung) geringen Distanz von typischerweise einigen Millimetern.

[0013] Der vom ferromagnetischen Hohlzylinder des Kerns magnetisch überbrückte Abstand zwischen Lichtbogenlaufring und den Windungen der Spule enthält eine

weitgehend beliebig ausgebildete elektrisch leitende Verbindung, welche geeignet ist, den zu unterbrechenden Strom vom Lichtbogenlaufring zur Spule zu führen. Eine mechanisch besonders stabile Ausführungsform dieser Verbindung und damit auch des erfindungsgemässen Schalters wird erreicht, wenn an den die Windungen enthaltenden ersten Spulenabschnitt ein als Leiterrohr ausgebildeter zweiter Spulenabschnitt anschliesst, der mit dem Lichtbogenlaufring elektrisch leitend verbunden ist und den Hohlzylinder coaxial umfasst. Zusätzliche Stabilität des Schalters wird erreicht, wenn die Spule aus einem nach Art eines Bechers ausgebildeten Stromleiter gefertigt ist. Die Wand des Bechers wird dann im allgemeinen vom ersten und zweiten Spulenabschnitt gebildet und der Becherboden kann dann als Stromanschluss des Lichtbogenlaufrings dienen und eine zentrale Öffnung zur Durchführung des Lichtbogenkontakts aufweisen.

[0014] Um die Bildung von Wirbelströmen weitgehend zu unterdrücken, sind in den als Leiterrohr ausgeführten zweiten Spulenabschnitt und/oder in den ferromagnetischen Kern vorwiegend axial und radial ausgerichtete Schlitze eingeformt.

25 KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] Anhand von Zeichnungen wird nachfolgend ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig. 1 eine Aufsicht auf einen längs einer Achse A geführten Schnitt durch eine als Generatorschalter ausgeführte Ausführungsform des Hochspannungsleistungsschalter nach der Erfindung, bei der der Schalter links der Achse im Einschaltzustand und rechts der Achse beim Ausschalten nach Bildung eines Schaltlichtbogens dargestellt ist, und

Fig. 2 ein Diagramm, in dem die beim Ausschalten des Schalters nach Fig. 1 sowie eines Schalters nach dem Stand der Technik jeweils in einer Spule des Schalters erzeugte axiale Komponente der magnetischen Flussdichte B [in arbiträren Einheiten] am Ort eines Lichtbogenlaufrings in Funktion der Stärke des abzuschaltenden Strom I [kA] dargestellt ist.

50 WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0016] In allen Figuren beziehen sich gleiche Bezugszeichen auf gleichwirkende Teile.

Der in Fig. 1 dargestellte Generatorschalter kann bei Hochspannungen bis zu 100 kV Ströme bis zu einem noch zulässigen maximalen Kurzschlussabschaltstrom von typischerweise 250 kA ausschalten. Er enthält ein mit einem komprimierten Isoliergas, etwa auf der Basis Schwefelhexafluorid, Stickstoff oder Kohlendioxid oder

eines Gasgemischs auf der Basis eines oder mehrerer dieser Gase, gefülltes Gehäuse 1 sowie eine vom Gehäuse 1 aufgenommene und weitgehend axialsymmetrisch gestaltete Kontaktanordnung mit zwei längs einer Achse A relativ zueinander verschiebbaren Schaltstücken 2, 3. Im Einschaltzustand liegen die beiden Schaltstücke 2 bzw. 3 mit nicht dargestellten Nennstromkontakten in einem schematisch angedeuteten, niederohmigen Nennstrompfad N und mit einem Lichtbogenkontakt 21 bzw. einem Lichtbogenkontakt 31, einen ferromagnetischen Kern 40 und einer Spule 50 in einem gestrichelt dargestellten Leistungsstrompfad L, welcher parallel zum Nennstrompfad N geführt ist.

[0017] Der ersichtlich rohrförmig, gegebenenfalls aber auch massiv ausgestaltete, Lichtbogenkontakt 21 ist durch ein als Hilfsdüse wirkendes Isolierrohr 11 geführt und kontaktiert im Einschaltzustand des Schalters (linke Hälfte von Fig.1) den Kontaktfinger aufweisenden Lichtbogenkontakt 31. Das Isolierrohr 11 und eine am Schaltstück 3 gehaltene Isolierscheibe 12 begrenzen einen ringförmigen Heizkanal 13, der beim Ausschalten (rechte Hälfte von Fig.1) eine Lichtbogenzone, die einen Schaltlichtbogen S aufnimmt, mit einem Heizvolumen 14 verbindet.

[0018] Das Schaltstück 3 ist feststehend im Gehäuse 1 gehalten und weitgehend nach Art eines Hohlzylinders ausgebildet. Das Schaltstück 3 enthält in coaxialer Anordnung von innen nach aussen den rohrförmigen, nach Art einer Tulpe ausgeführten Lichtbogenkontakt 31, den ferromagnetischen Kern 40 und die Spule 50. An seiner dem Schaltstück 2 zugewandten Stirnfläche weist das Schaltstück 3 einen Lichtbogenlaufring 15 aus einem abbrandfesten Material auf, wie insbesondere Graphit, einen aus Metall oder gegebenenfalls aus Isoliermaterial gefertigten Haltering 16 zum Fixieren des Lichtbogenlaufrings 15 an einer Stirnseite der Spule 50 sowie die Isolierscheibe 12, welche auf dem Haltering 16 aufsitzt und den Lichtbogenlaufring 15 radial nach aussen begrenzt.

[0019] Die Spule 50 ist aus einem nach Art eines Bechers ausgebildeten Stromleiter aus Aluminium oder Kupfer resp. einer Aluminium- oder Kupferlegierung gefertigt. Die Wand des Bechers wird von zwei Spulenabschnitten 51 und 52 gebildet, von denen der erste Abschnitt 51 alle, beispielsweise vier Windungen 53, der Spule 50 enthält. Der Spulenabschnitt 51 weist in axialer Richtung einen Abstand D zum Lichtbogenlaufring 15 auf. Der an den Abschnitt 51 anschliessende zweite Spulenabschnitt 52 ist als Leiterrohr ausgebildet. Ein an den Abschnitt 52 angesetzter Becherboden dient als Stromanschluss 54 und ist mit dem Lichtbogenlaufring 15 elektrisch leitend verbunden. In den Becherboden ist eine zentrale Öffnung 55 eingeformt, durch die der Lichtbogenkontakt 31 geführt ist. An den vom Becherboden abgewandten Becherrand ist ein radial nach aussen erstreckter ringförmiger Stromanschluss 56 angebracht. In den als Leiterrohr ausgeführten zweiten Spulenabschnitt 52 sind mehrere axial und radial ausgerichtete und in

Umfangsrichtung gleichmässig verteilte Schlitze 57 ins Leiterrohr eingeformt, von denen nur einer aus Fig.1 zu erkennen ist.

[0020] Der ferromagnetische Kern 40 weist einen längs der Achse A ausgerichteten und in den Abstand D ragenden ersten Abschnitt 41 auf, der als dickwandiger, den Lichtbogenkontakt 31 radial umfassender Hohlzylinder ausgeführt ist. Der Hohlzylinder 41 stützt sich mit seiner oberen Stirnfläche auf dem Stromanschluss 54 der Spule ab und überbrückt so den Abstand D magnetisch. Die durch den Stromanschluss 54 gebildete Distanz von typischerweise einigen Millimetern zwischen der oberen Stirnfläche des Hohlzylinders 41 und dem Lichtbogenlaufring 15 verringert den magnetischen Fluss am Orte des Lichtbogenlaufrings 15 (Ausdehnung des Rings 15 in axialer Richtung) nur unwesentlich, da sie erheblich kleiner als die Dicke des Lichtbogenlaufrings bemessen ist. An den Hohlzylinder 41 schliesst sich ein ebenfalls als dickwandiger Hohlzylinder ausgeführter zweiter Abschnitt 42 des ferromagnetischen Kerns 40 an, der von dem die Windungen 53 enthaltenden Spulenabschnitt 51 radial umschlossen ist. In die Innenwand des Hohlzylinders 41 ist eine Ringnut eingeformt, in der ein am Kontaktträger des Lichtbogenkontakts 31 angebrachter Aussenflansch 32 starr gehalten ist. Wie in den Abschnitt 52 der Spule 50 sind auch in die ferromagnetischen Kern 40 axial und radial erstreckte, nun aber mit dem Bezugszeichen 43 gekennzeichnete, Schlitze eingeformt. Diese Schlitze und die Schlitze 57 dienen der Unterdrückung von Wirbelströmen.

[0021] Die einzelnen Teile des Schaltstücks 30 sind im allgemeinen durch Verschrauben miteinander verbunden, können aber auch durch andere Mittel miteinander verbunden sein, wie etwa der Lichtbogenlaufring 15 und die Spule 50 durch eine Klemmverbindung, bei der die Klemmkraft durch den an die Spule 50 angeschraubten Haltering 16 aufgebracht wird, oder der ferromagnetische Kern 40 und der tulpenförmige Lichtbogenkontakt 31 durch Presssitz. Zwischen den einzelnen Teilen vorgesehene Hohlräume sind mit Isoliermaterial ausgefüllt. Dieses Material ist in Fig.1 nicht dargestellt. Solche Hohlräume sind etwa die Schlitze 43, 57 oder die Isolierabstände zwischen den einzelnen Windungen 53 und den Stromanschlüssen 54, 56 oder zwischen dem ferromagnetischen Kern 40 und den Windungen 53 resp. dem Lichtbogenkontakt 31.

[0022] Im Einschaltzustand (linke Hälfte von Fig.1) sind der Nennstrompfad N und der Leistungsstrompfad L geschlossen und führt der Schalter Strom, der überwiegend im Nennstrompfad und lediglich mit einem Anteil von ca. 1 % im Leistungsstrompfad fliesst. Zum Ausschalten wird das Schaltstück 20 durch einen nicht dargestellten Antrieb nach oben geführt. Es öffnet sich zunächst der Nennstrompfad N. Der abzuschaltende Strom kommutiert nun vollständig in den in der linken Hälfte von Fig.1 gestrichelt dargestellten Leistungsstrompfad L und fliesst vom Lichtbogenkontakt 21 über den Lichtbogenkontakt 31, den Hohlzylinder 41 zum Spulenanschluss

54 und von dort durch die Spule 50 zum Spulenanschluss 56.

[0023] Im weiteren Verlauf des Ausschaltvorgangs kommt der mit Reibschluss im Lichtbogenkontakt 31 geführte Lichtbogenkontakt 21 ausser Eingriff mit dem feststehenden Schaltstück 30 und bildet sich dann zwischen dem Lichtbogenkontakt 21 und Kontaktfingern des Lichtbogenkontakts 31 der Schaltlichtbogen S, welcher auf den Lichtbogenlaufring 15 kommutiert (rechte Hälfte von Fig.1). Die Kommutation erfolgt rasch, da der Hohlzylinder 41 und der Lichtbogenkontakt 31 hierbei aus dem Leistungsstrompfad L genommen werden und der abzuschaltende Strom nun vom Lichtbogenkontakt 21 über den Schaltlichtbogen S, den Lichtbogenlaufring 15 und die Spule 50 zum Stromanschluss 56 fliesst.

[0024] In der Nähe des Lichtbogenlaufrings 15 fliesst der abzuschaltende Strom I im Lichtbogen S im wesentlichen in radialer Richtung. Die stromdurchflossene Spule 50 und der ferromagnetische Kern 40 wirken im Bereich des Lichtbogenlaufrings 15 mit einer vorwiegend axial ausgerichteten magnetische Flussdichte B. Daher wirkt auf den am Lichtbogenlaufring 15 fliessenden Schaltlichtbogen S eine in Umfangsrichtung gerichtete elektromagnetische Kraft, welche eine Rotation des Lichtbogens S um die Achse A bewirkt. Hieraus resultierende Zentrifugalkräfte erzeugen eine radial nach aussen durch den Heizkanal 13 ins Heizvolumen 14 gerichtete Strömung von Lichtbogengas. Das Lichtbogengas wird im Heizvolumen als komprimiertes Löschgas gespeichert und bebläst dann bei Annäherung des abzuschaltenden Stroms I an einen Nulldurchgang den Schaltlichtbogens S solange bis der Strom unterbrochen ist.

[0025] Beim Ausschalten kleiner bzw. mittlerer Ströme (bis zu ca. 10% bzw. zwischen ca. 10 und ca. 30% des maximal zulässigen Kurzschlussabschaltstroms) reicht das magnetische Feld der Spule 50 nicht aus, um die Sättigungsmagnetisierung des ferromagnetischen Kerns 40 zu erreichen. Daher wirkt am Ort des Lichtbogenlaufrings 15 das um die Magnetisierung des noch ungesättigten ferromagnetischen Kerns 40 erhöhte Magnetfeld der Spule 50. Solange der Kern ungesättigt ist, ist er ein wesentlich besserer magnetischer Leiter als das umgebende Material, wie insbesondere Isoliergas, Aluminium bzw. Kupfer der Spule 50 oder Graphit des Lichtbogenlaufrings 15. Der Kern 40 führt dann den überwiegenden Teil des magnetischen Flusses der Spule 50 und erhöht damit die magnetische Flussdichte im nahe der oberen Stirnfläche des Hohlzylinders 41 angebrachten Lichtbogenlaufring 15.

[0026] Beim Abschalten grosser Ströme (ca. 30 bis 100% des maximal zulässigen Kurzschlussabschaltstroms) ist die Sättigungsmagnetisierung des ferromagnetischen Kerns 40 erreicht. Im magnetisch gesättigten Zustand ist der Kern 40 ein ähnlich guter resp. schlechter magnetischer Leiter wie das umgebende Material. Bei gesättigtem Kern verteilt sich daher der magnetische Fluss der Spule 50 im Abstand D weitgehend gleichmäs-

sig auf alles Material, wie das Isoliergas und das Aluminium oder das Kupfer der Spule 50, aber auch auf das Ferromagnetikum des Kerns 40, also insbesondere auch auf den ferromagnetischen Hohlzylinder 41. Es kommt daher beim Lichtbogenlaufring 15 nur noch ein kleinerer Teil des magnetischen Flusses an, so dass die magnetische Flussdichte B am Ort des Lichtbogenlaufrings 15 nur noch langsam wächst.

[0027] Bei kleinen und niedrig bemessenen mittleren Strömen ist daher die magnetische Flussdichte am Lichtbogenlaufring 15 praktisch genauso hoch wie am Ort des Spulenabschnitts 51, wohingegen bei grossen Strömen am Ort des Lichtbogenlaufrings 15 die magnetische Flussdichte mit wachsender Stromstärke wesentlich langsamer zunimmt als am Ort des Spulenabschnitts 51.

[0028] Dieser Sachverhalt ist aus dem in Fig.2 gezeigten Diagramm ersichtlich. Diesem Diagramm kann entnommen werden, dass bei der Ausführungsform des erfindungsgemässen Schalters gemäss Fig.1 mit einem noch zulässigen maximalen Kurzschlussabschaltstrom von 250 kA, oberhalb von ca. 40 kA, d.h. bei hoch bemessenen mittleren und bei grossen Strömen, die magnetische Flussdichte B am Ort des Lichtbogenlaufrings 15 und damit der Druckaufbau durch den Schaltlichtbogen S mit wachsender Stromstärke des abzuschaltenden Stroms I wesentlich geringer zunimmt als die magnetische Flussdichte eines identisch ausgebildeten Schalters, bei dem jedoch der ferromagnetische Kern 40 keinen aus den Windungen 53 der Spule 50 in den Abstand D ragenden Hohlzylinder 41 aufweist. Dementsprechend kann der Rauminhalt des Heizvolumens 14 geringer bemessen werden bzw. kann auch auf Mittel zum Begrenzen des Druckaufbaus verzichtet werden. Da ersichtlich der Druckaufbau durch den Schaltlichtbogen bei kleinen und niedrigen bemessenen mittleren Strömen wegen des magnetisch noch nicht gesättigten ferromagnetischen Kerns 40 höher ist als beim Schalter nach dem Stand der Technik ist, können Blashilfen zur Erzeugung von Löschgas klein dimensioniert werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0029]

1	Gehäuse
2, 3	Schaltstücke
11	Isolierrohr
12	Isolierscheibe
13	Heizkanal
14	Heizvolumen
15	Lichtbogenlaufring
16	Haltering
21, 31	Lichtbogenkontakte
40	ferromagnetischer Kern
41, 42	Hohlzylinder
43	Schlitze
50	Spule
51, 52	Spulenabschnitte

53	Windungen
54, 56	Stromanschlüsse
55	Öffnung
57	Schlitz
A	Achse
B	magnetische Flussdichte
D	Abstand
I	Strom
L	Leistungstrompfad
N	Nennstrompfad
S	Schaltlichtbogen

Patentansprüche

1. Hochspannungsleistungsschalter mit einem isoliergasgefüllten Gehäuse (1), einem Heizvolumen (14) zur Aufnahme von komprimiertem Löschgas, welches beim Unterbrechen eines Stroms (I) durch einen rotierenden Schaltlichtbogen (S), der einer stromabhängigen magnetischen Flussdichte (B) ausgesetzt ist, komprimiert wird, und mit zwei längs einer Achse (A) relativ zueinander verschiebbaren und im Gehäuse (1) angeordneten Schaltstücken (2, 3), von denen eines (3) in koaxialer Anordnung einen Lichtbogenkontakt (31), einen Lichtbogenlaufring (15) und eine mit einem ferromagnetischen Kern (40) und mit zwei Stromanschlüssen (54, 56) versehene Spule (50) aufweist, welche den Lichtbogenkontakt (31) umgibt, deren Windungen (53) alle gleichsinnig vom zu unterbrechenden Strom (I) durchflossen sind, und welche über den ersten Stromanschluss (54) mit dem Lichtbogenlaufring (15) und über den zweiten Stromanschluss (56) unmittelbar mit einem Nennstromkontakte enthaltenden, niederohmigen Nennstrompfad (N) des Schalters elektrisch leitend verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein alle Windungen (53) der Spule (50) enthaltender erster Spulenabschnitt (51) und der Lichtbogenlaufring (15) in axialer Richtung mit Abstand (D) zueinander angeordnet sind, und dass ein axial ausgerichteter und als Hohlzylinder (41) ausgebildeter Abschnitt des ferromagnetischen Kerns (40) in den Abstand (D) ragt.
2. Schalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (D) mindestens das 0,25-fache des Aussenradius der Spule (50) beträgt.
3. Schalter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (D) höchstens das Zweifache des Radius beträgt.
4. Schalter nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (D) das 0,5- bis 1,5-fache des Radius beträgt.
5. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch**

gekennzeichnet, dass die Wandstärke des Hohlzylinders (41) mindestens das 0,2-fache seines Aussenradius beträgt.

- 5 6. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlzylinder (41) den Abstand (D) überbrückt.
- 10 7. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den ferromagnetischen Kern (40) mindestens ein vorwiegend axial und radial ausgerichteter Schlitz (43) eingeformt ist.
8. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den ersten Spulenabschnitt (51) ein als Leiterrohr ausgebildeter zweiter Spulenabschnitt (52) anschliesst, der mit dem Lichtbogenlaufring (15) elektrisch leitend verbunden ist und den Hohlzylinder (41) koaxial umfasst.
- 20 9. Schalter nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (51) aus einem nach Art eines Bechers ausgebildeten Stromleiter gefertigt ist.
- 25 10. Schalter nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand des Bechers vom ersten (51) und zweiten Spulenabschnitt (52) gebildet ist, und dass der Becherboden als Stromanschluss (54) des Lichtbogenlaufrings (15) dient und eine zentrale Öffnung (55) zur Durchführung des Lichtbogenkontakts (31) aufweist.
- 30 11. Schalter nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den als Leiterrohr ausgeführten zweiten Spulenabschnitt (52) mindestens ein vorwiegend axial und radial ausgerichteter Schlitz (57) eingeformt ist.

Claims

1. High-voltage circuit breaker having a housing (1) which is filled with insulating gas, having a heating volume (14) for holding compressed quenching gas, which is compressed by a rotating switching arc (S), which is subject to a current-dependent magnetic flux density (B), when a current (I) is interrupted, and having two switching pieces (2, 3), which can be moved relative to one another along an axis (A) and are arranged in the housing (1), one (3) of which has, arranged coaxially, an arc contact (31), an arc race (15) and a coil (50) which is provided with a ferromagnetic core (40) and with two electrical connections (54, 56), and which coil (50) surrounds the arc contact (31), and the current (I) to be interrupted flows through all of the turns (53) of said coil (50) in the same sense, and which coil (50) is electrically conductively connected via the first electrical con-

nection (54) to the arc race (15) and via the second electrical connection (56) directly to a low-impedance rated current path (N) of the switch, which contains rated current contacts, **characterized in that** a first coil section (51), which contains all the turns (53) of the coil (50), and the arc race (15) are arranged at a distance (D) from one another in the axial direction, and **in that** an axially aligned section, which is in the form of a hollow cylinder (41), of the ferromagnetic core (40) projects into the distance (D).

2. Switch according to Claim 1, **characterized in that** the distance (D) is at least 0.25 times the external radius of the coil (50).
3. Switch according to Claim 2, **characterized in that** the distance (D) is at most twice the radius.
4. Switch according to Claim 3, **characterized in that** the distance (D) is 0.5 to 1.5 times the radius.
5. Switch according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the wall thickness of the hollow cylinder (41) is at least 0.2 times its external radius.
6. Switch according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the hollow cylinder (41) bridges the distance (D).
7. Switch according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** at least one predominantly axially and radially aligned slot (43) is formed in the ferromagnetic core (40).
8. Switch according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** a second coil section (52) is adjacent to the first coil section (51), is in the form of a conductor tube, is electrically conductively connected to the arc race (15), and coaxially surrounds the hollow cylinder (41).
9. Switch according to Claim 8, **characterized in that** the coil (51) is produced from an electrical conductor which is formed like a cup.
10. Switch according to Claim 9, **characterized in that** the wall of the cup is formed by the first coil section (51) and the second coil section (52), and **in that** the cup base is used as an electrical connection (54) for the arc race (15), and has a central opening (55) for the arc contact (31) to pass through.
11. Switch according to one of Claims 8 to 10, **characterized in that** at least one predominantly axially and radially aligned slot (57) is formed in the second coil section (52), which is in the form of a

conductor tube.

Revendications

1. Commutateur de puissance à haute tension comprenant un boîtier (1) rempli de gaz isolant, un volume de chauffe (14) pour accueillir du gaz d'extinction comprimé, lequel est comprimé lors de l'interruption d'un courant (I) par un arc électrique de commutation (S) rotatif qui est exposé à une densité de flux magnétique (B) dépendante du courant, et comprenant deux éléments de commutation (2, 3) qui peuvent coulisser l'un par rapport à l'autre le long d'un axe (A) et qui sont disposés dans le boîtier (1), dont l'un (3) présente un arrangement coaxial constitué d'un contact d'arc électrique (31), d'une bague de cheminement d'arc électrique (15) et d'une bobine (50) munie d'un noyau ferromagnétique (40) et de deux bornes électriques (54, 56), laquelle entoure le contact d'arc électrique (31) et dont les enroulements (53) sont tous traversés dans le même sens par le courant à interrompre (I), et laquelle est reliée de manière conductrice électriquement par le biais de la première borne électrique (54) avec la bague de cheminement d'arc électrique (15) et par le biais de la deuxième borne électrique (56) directement avec un trajet de courant nominal (N) à faible résistance du commutateur, incluant des contacts de courant nominal, **caractérisé en ce qu'une** première section de bobine (51), laquelle contient tous les enroulements (53) de la bobine (50), ainsi que la bague de cheminement d'arc électrique (15) sont disposées avec un écart (D) l'une par rapport à l'autre dans le sens axial et qu'une section du noyau ferromagnétique (40), dirigée dans le sens axial et réalisée sous la forme d'un cylindre creux (41), fait saillie dans l'écart (D).
2. Commutateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'écart (D) est égal à au moins 0,25 fois le rayon extérieur de la bobine (50).
3. Commutateur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'écart (D) est égal au maximum au double du rayon.
4. Commutateur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'écart (D) est égal à 0,5 à 1,5 fois le rayon.
5. Commutateur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de paroi du cylindre creux (41) est égal à au moins 0,2 fois son rayon extérieur.
6. Commutateur selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le cylindre creux (41) franchit l'écart (D).

7. Commutateur selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**au moins une fente (43) dirigée principalement dans le sens axial et radial est façonnée dans le noyau ferromagnétique (40). 5
8. Commutateur selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**à la première section de bobine (51) vient se rattacher une deuxième section de bobine (52) réalisée sous la forme d'un tube conducteur, laquelle est reliée de manière conductrice électriquement avec la bague de cheminement d'arc électrique (15) et entoure le cylindre creux (41) de manière coaxiale. 10
9. Commutateur selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la bobine (51) est fabriquée à partir d'un conducteur électrique réalisé sous la forme d'une timbale. 15
10. Commutateur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la paroi de la timbale est formée par la première (51) et la deuxième section de bobine (52) et que le fond de la timbale fait office de borne électrique (54) de la bague de cheminement d'arc électrique (15) et présente une ouverture centrale (55) pour laisser passer le contact d'arc électrique (31). 20 25
11. Commutateur selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce qu'**au moins une fente (57) dirigée principalement dans le sens axial et radial est façonnée dans la deuxième section de bobine (52) réalisée sous la forme d'un tube conducteur. 30

35

40

45

50

55

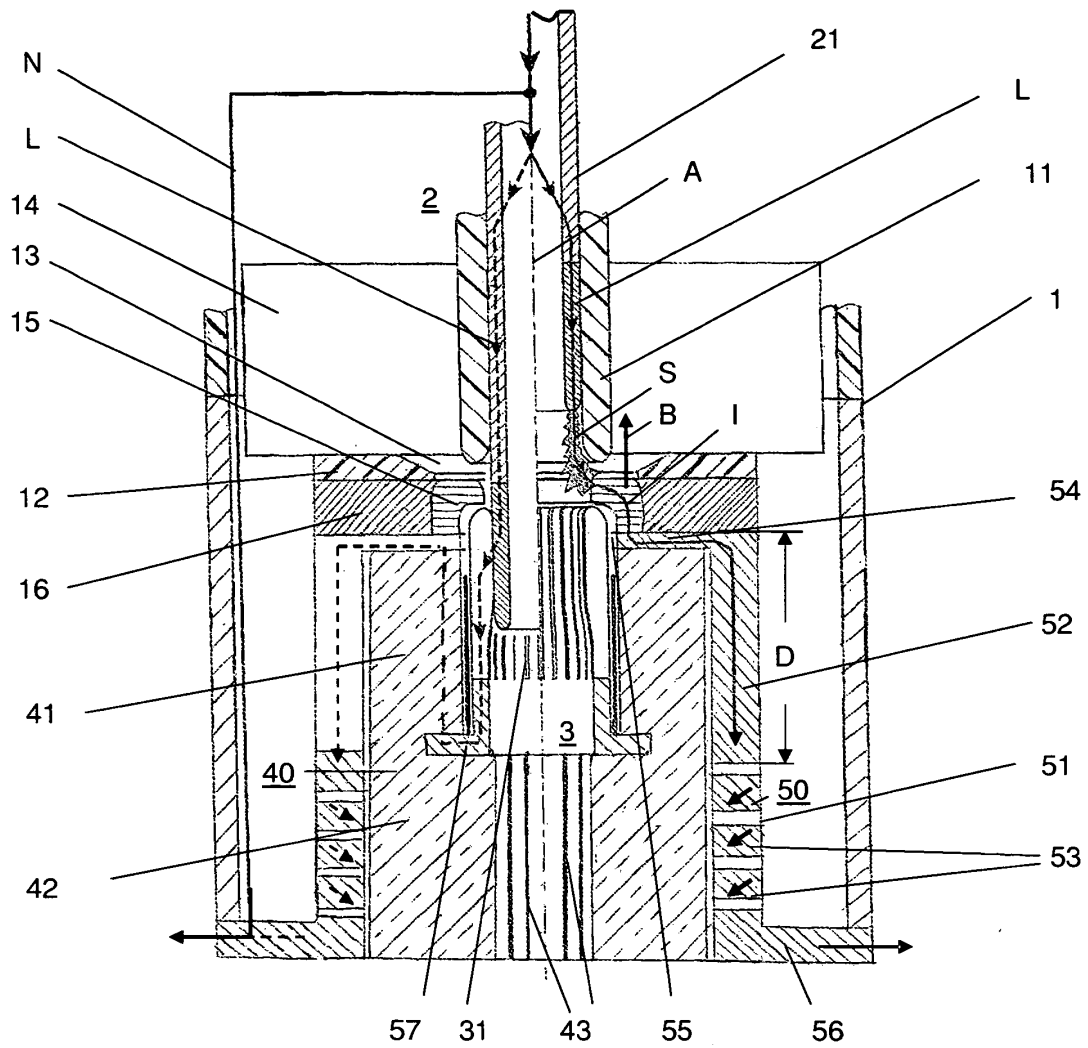


Fig.1

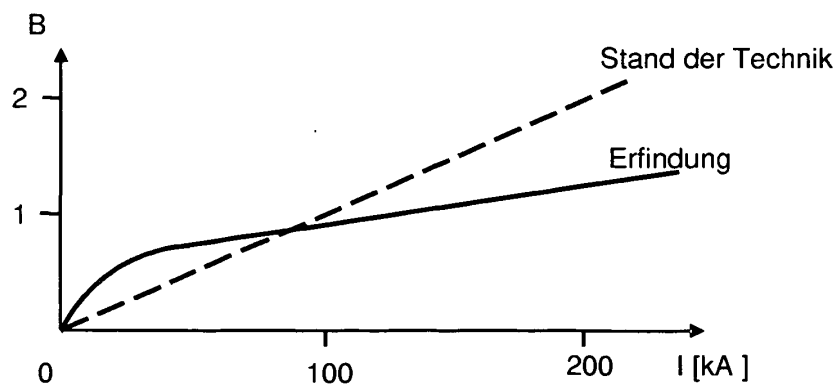


Fig.2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 75341 A [0003]
- EP 0731482 A2 [0005]
- EP 0932176 A1 [0005]