

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. Mai 2009 (07.05.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/056438 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01H 33/18 (2006.01) *H01H 33/98* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/063721
- (22) Internationales Anmeldedatum:
13. Oktober 2008 (13.10.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
07119904.6 2. November 2007 (02.11.2007) EP
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ABB Research Ltd** [CH/CH]; Affolternstrasse 44, CH-8050 Zürich (CH).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BUJOTZEK, Markus** [DE/CH]; Regensbergstrasse 238, CH-8050 Zürich (CH). **FRANCK, Christian** [DE/CH]; Am Suteracher 4, CH-8048 Zürich (CH). **IORDANIDIS, Arthouros** [GR/CH]; Im Kehl 6, CH-5400 Baden (CH).
- (74) Anwalt: **ABB Patent Attorneys**; c/o ABB Schweiz AG, Intellectual Property (CH-LC/IP), Brown Boveri Strasse 6, CH-5400 Baden (CH).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HIGH-VOLTAGE POWER SWITCH HAVING ROTATING SWITCH ARC

(54) Bezeichnung: HOCHSPANNUNGSLEISTUNGSSCHALTER MIT ROTIERENDEM SCHALTLICHTBOGEN

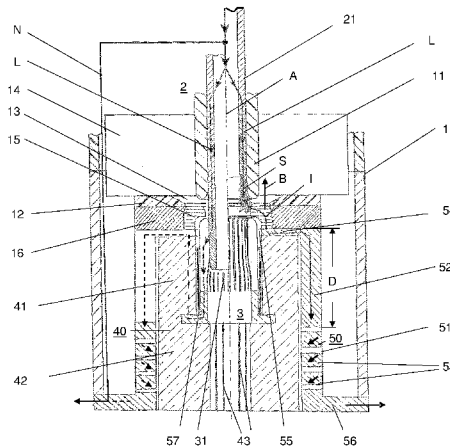


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a high-voltage power switch comprising a housing (1) filled with insulating gas, a heating volume (14) for accepting compressed quenching gas and two switch parts (2, 3) disposed displaceably relative to each other along an axis (A) in the housing (10). One of the two switch parts (3) has a coaxial arrangement of an arc contact (31), an arc race (15), and a coil (50) having a ferromagnetic core (40) encompassing the arc contact (31) and electrically conductively connected to the arc race (15). When a current (I) is interrupted, the quenching gas is compressed by a rotating switch arc (S) subjected to a current-dependent magnetic flux density (B). In order to limit the pressure of the quenching gas when interrupting large currents, and thus to keep the heated volume (14) small, a coil segment (51) comprising the windings (53) of the coil (50) and the arc race (15) are disposed at a gap (D) from each other in the axial direction, and an axially oriented segment of the ferromagnetic core (40) formed as a hollow cylinder (41) extends into the gap (D).

(57) Zusammenfassung: Der Hochspannungsleistungsschalter enthält ein isoliergasgefülltes Gehäuse (1), ein Heizvolumen (14) zur Aufnahme von komprimiertem Löschgas und zwei längs einer Achse (A) relativ zueinander verschiebbare und im Gehäuse (10) angeordnete Schaltstücke (2, 3). Eines der beiden Schaltstücke (3) weist in koaxialer Anordnung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2009/056438 A1



MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

einen Lichtbogenkontakt (31), einen Lichtbogenlauftring (15) und eine mit einem ferromagnetischen Kern (40) versehene Spule (50) auf, welche den Lichtbogenkontakt (31) umgibt und mit dem Lichtbogenlauftring (15) elektrisch leitend verbunden ist. Beim Unterbrechen eines Stroms (I) wird das Löschgase durch einen rotierenden Schaltlichtbogen (S), der einer stromabhängigen magnetischen Flussdichte (B) ausgesetzt ist, komprimiert. Um den Druck des Löschgases beim Unterbrechen grosser Ströme zu begrenzen, und um so das Heizvolumen (14) klein zu halten, sind ein die Windungen (53) der Spule (50) enthaltender Spulenabschnitt (51) und der Lichtbogenlauftring (15) in axialer Richtung mit Abstand (D) zueinander angeordnet und ragt ein axial ausgerichteter und als Hohlzylinder (41) ausgebildeter Abschnitt des ferromagnetischen Kerns (40) in den Abstand (D).

Hochspannungsleistungsschalter mit rotierendem Schaltlichtbogen

TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Hochspannungsleistungsschalter
5 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.

Bei einem Schalter der vorgenannten Art wird die Energie eines beim
10 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
15 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.

20 STAND DER TECHNIK

Ein Schalter der eingangs genannten Art ist beschrieben in EP 75 341. Dieser
Schalter weist einen in einem isoliergasgefüllten Gehäuse angeordneten
Leistungsstrompfad auf mit zwei längs einer Achse relativ zueinander
verschiebbaren Schaltstücken, von denen eines in coaxialer Anordnung einen
25 Lichtbogenkontakt, einen Lichtbogenlauftring, 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 Leistungsstrompfads auf
dem Lichtbogenlauftring fussenden 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.

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.

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.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

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
5 Ströme mit einfachen Mitteln begrenzt wird.

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.

- 10 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
15 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
20 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
25 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.
- 30 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.

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.

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.

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.

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
5 zweiter Spulenabschnitt anschliesst, der mit dem Lichtbogenlaufring elektrisch leitend verbunden ist und den Hohlzylinder koaxial 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
10 Becherboden kann dann als Stromanschluss des Lichtbogenlaufrings dienen und eine zentrale Öffnung zur Durchführung des Lichtbogenkontakts aufweisen.

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
15 eingeformt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

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

- 20 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
- 25 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.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

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.

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.

Das Schaltstück 3 ist feststehend im Gehäuse 1 gehalten und weitgehend nach Art eines Hohlzylinders ausgebildet. Das Schaltstück 3 enthält in koaxialer 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 Lichtbogenlauftring 15 aus einem abbrandfesten Material auf, wie insbesondere Graphit, einen aus Metall oder gegebenenfalls aus Isoliermaterial gefertigten Haltering 16 zum Fixieren des Lichtbogenlauftrings 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.

Die Spule 50 ist aus einem nach Art eines Bechers ausgebildeten Stromleiter aus Aluminium oder Kupfer resp. einer Aluminium- oder Kupferlegierung gefertigt. Die
5 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
10 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
15 ausgeführten zweiten Spulenabschnitt 52 sind mehrere axial und radial ausgerichtete und in Umfangsrichtung gleichmässig verteilte Schlitz 57 ins Leiterrohr eingeformt, von denen nur einer aus Fig.1 zu erkennen ist.

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
20 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
25 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
30 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.

Die einzelnen Teile des Schaltstücks 30 sind im allgemeinen durch Verschrauben
5 miteinander verbunden, können aber auch durch andere Mittel miteinander verbunden sein, wie etwa der Lichtbogenlauftring 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
10 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.

15 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
20 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.

25 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 Lichtbogenlauftring 15 kommutiert (rechte
30 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.

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 Schaltlichtbogen S solange bis der Strom unterbrochen ist.

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.

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 gleichmässig 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 Lichtbogenlauf-
ring 15 nur noch ein kleinerer Teil des magnetischen Flusses an, so dass die magnetische
5 Flussdichte B am Ort des Lichtbogenlauf- rings 15 nur noch langsam wächst.

Bei kleinen und niedrig bemessenen mittleren Strömen ist daher die magnetische Flussdichte am Lichtbogenlauf- ring 15 praktisch genauso hoch wie am Ort des Spulenabschnitts 51, wohingegen bei grossen Strömen am Ort des Lichtbogenlauf- rings 15 die magnetische Flussdichte mit wachsender Stromstärke
10 wesentlich langsamer zunimmt als am Ort des Spulenabschnitts 51.

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
15 hoch bemessenen mittleren und bei grossen Strömen, die magnetische Flussdichte B am Ort des Lichtbogenlauf- rings 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
20 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
25 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

	1	Gehäuse
	2, 3	Schaltstücke
	11	Isolierrohr
5	12	Isolierscheibe
	13	Heizkanal
	14	Heizvolumen
	15	Lichtbogenlauftring
	16	Haltering
10	21, 31	Lichtbogenkontakte
	40	ferromagnetischer Kern
	41, 42	Hohlzylinder
	43	Schlitz
	50	Spule
15	51, 52	Spulenabschnitte
	53	Windungen
	54, 56	Stromanschlüsse
	55	Öffnung
	57	Schlitz
20	A	Achse
	B	magnetische Flussdichte
	D	Abstand
	I	Strom
	L	Leistungsstrompfad
25	N	Nennstrompfad
	S	Schaltlichtbogen

PATENTANSPRÜCHE

1. Hochspannungsleistungsschalter mit einem isoliergasgefüllten Gehäuse (1),
einem Heizvolumen (14) zur Aufnahme von komprimiertem Löschgas,
5 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
10 (31), einen Lichtbogenlaufring (15) und eine mit einem ferromagnetischen
Kern (40) versehene Spule (50) aufweist, welche den Lichtbogenkontakt (31)
umgibt und mit dem Lichtbogenlaufring (15) elektrisch leitend verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass ein die Windungen (53) der Spule (50)
enthaltender erster Spulenabschnitt (51) und der Lichtbogenlaufring (15) in
15 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.
- 20 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
25 die Wandstärke des Hohlzylinders (41) mindestens das 0,2-fache seines
Aussenradius beträgt.
6. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
der Hohlzylinder (41) den Abstand (D) überbrückt.

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.
9. Schalter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (51) aus einem nach Art eines Bechers ausgebildeten Stromleiter gefertigt ist.
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.
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.

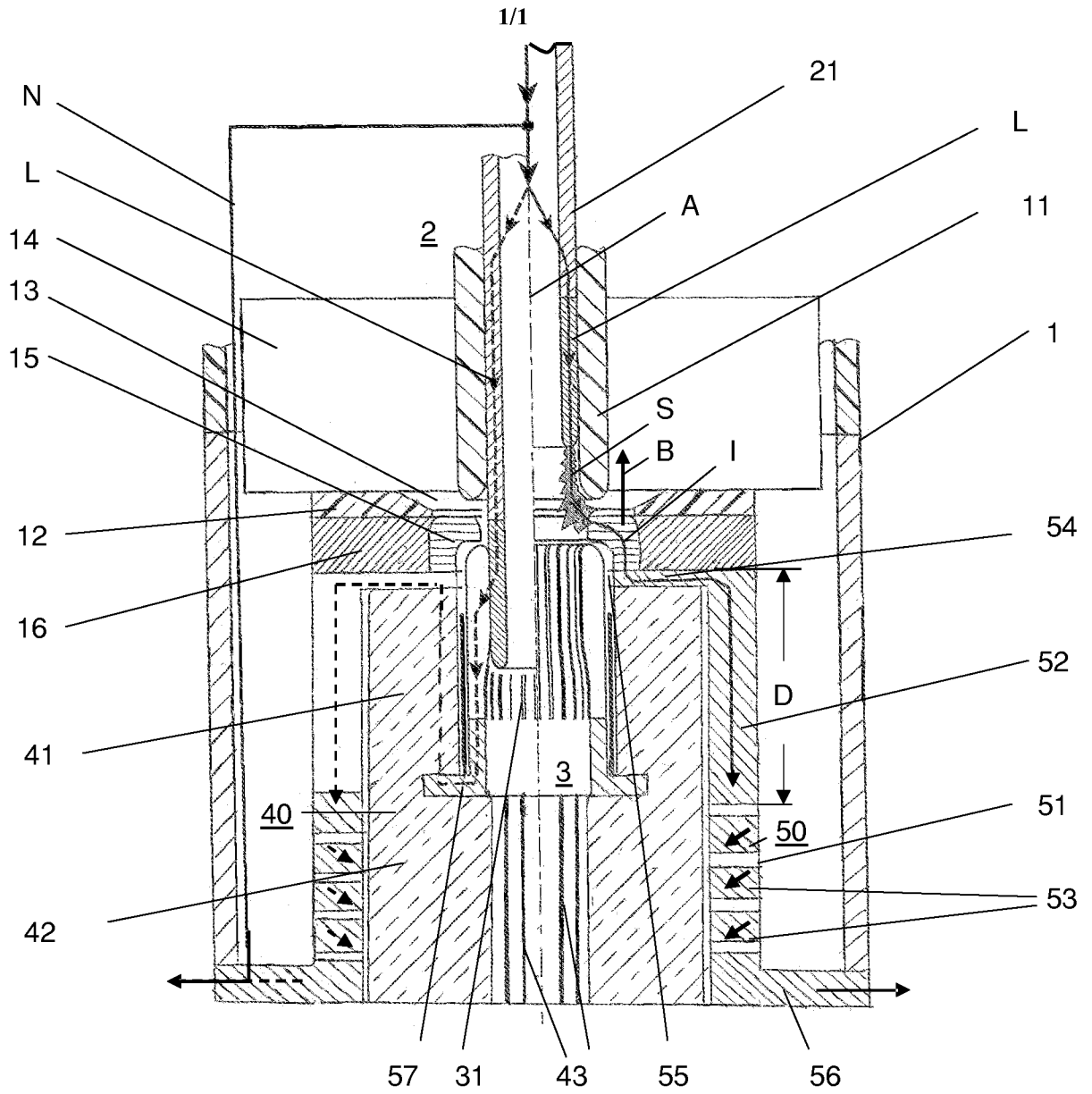


Fig.1

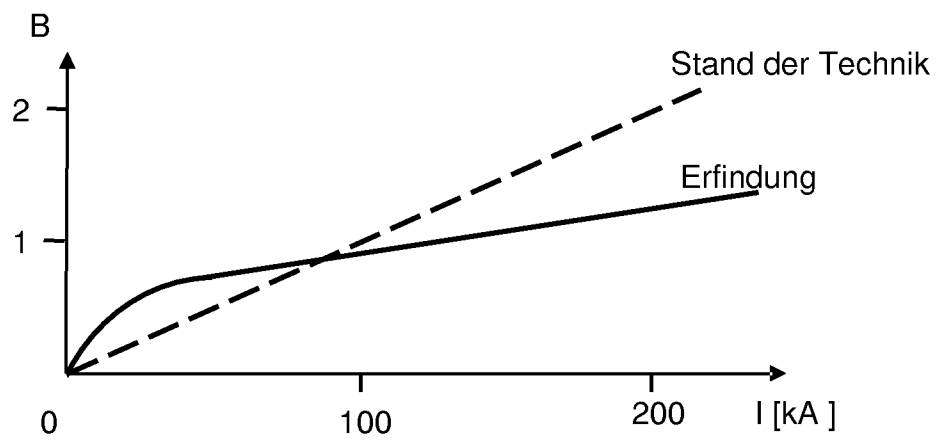


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/063721

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01H33/18 H01H33/98				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01H				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
P, X	WO 2008/055753 A (ABB RESEARCH LTD [CH]; HUGUENOT PATRICK [CH]; KIEFER JOCHEN [CH]; SCHO) 15 May 2008 (2008-05-15) the whole document	1-3, 5-11		
A	EP 0 932 176 A (SCHNEIDER ELECTRIC SA [FR] SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 28 July 1999 (1999-07-28) the whole document	1-3, 6		
A	GB 2 103 881 A (NORTHERN ENG IND [GB]) 23 February 1983 (1983-02-23) the whole document	1-6		
A	DE 25 11 238 A1 (FUJI ELECTRIC CO LTD) 25 September 1975 (1975-09-25) the whole document	1		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.				
<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents :				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family </td> </tr> </table>			*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the International search report			
8 Dezember 2008	17/12/2008			
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Ramirez Fueyo, M			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2008/063721

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008055753	A	15-05-2008	NONE	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
EP 0932176	A	28-07-1999	AU 735933 B2	19-07-2001
			AU 1323099 A	19-08-1999
			BR 9900176 A	28-12-1999
			CN 1224904 A	04-08-1999
			DE 69833638 T2	09-11-2006
			EA 1575 B1	25-06-2001
			ES 2259202 T3	16-09-2006
			FR 2774212 A1	30-07-1999
			ID 21803 A	29-07-1999
			JP 11265641 A	28-09-1999
			NO 990379 A	28-07-1999
			TW 418415 B	11-01-2001
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
GB 2103881	A	23-02-1983	NONE	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
DE 2511238	A1	25-09-1975	JP 50121775 A	23-09-1975
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/063721

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01H33/18 H01H33/98

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	WO 2008/055753 A (ABB RESEARCH LTD [CH]; HUGUENOT PATRICK [CH]; KIEFER JOCHEN [CH]; SCHO) 15. Mai 2008 (2008-05-15) das ganze Dokument	1-3,5-11
A	EP 0 932 176 A (SCHNEIDER ELECTRIC SA [FR] SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 28. Juli 1999 (1999-07-28) das ganze Dokument	1-3,6
A	GB 2 103 881 A (NORTHERN ENG IND [GB]) 23. Februar 1983 (1983-02-23) das ganze Dokument	1-6
A	DE 25 11 238 A1 (FUJI ELECTRIC CO LTD) 25. September 1975 (1975-09-25) das ganze Dokument	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | <ul style="list-style-type: none"> *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. Dezember 2008	17/12/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Ramírez Fueyo, M
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/063721

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008055753 A	15-05-2008	KEINE	
EP 0932176 A	28-07-1999	AU 735933 B2 AU 1323099 A BR 9900176 A CN 1224904 A DE 69833638 T2 EA 1575 B1 ES 2259202 T3 FR 2774212 A1 ID 21803 A JP 11265641 A NO 990379 A TW 418415 B	19-07-2001 19-08-1999 28-12-1999 04-08-1999 09-11-2006 25-06-2001 16-09-2006 30-07-1999 29-07-1999 28-09-1999 28-07-1999 11-01-2001
GB 2103881 A	23-02-1983	KEINE	
DE 2511238 A1	25-09-1975	JP 50121775 A	23-09-1975