

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 742 569 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.06.2002 Patentblatt 2002/24

(51) Int Cl.7: **H01H 33/76**

(21) Anmeldenummer: **96810260.8**

(22) Anmeldetag: **23.04.1996**

(54) **Löschgasabgebender Werkstoff und Druckgasschalter mit einem solchen Werkstoff**

Material evolving an extinguishing gas and gas blast circuit breaker with such a material

Matériau, libérant un gaz d'extinction et disjoncteur à gaz comprimé, utilisant un tel matériau

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **12.05.1995 DE 19517540**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.11.1996 Patentblatt 1996/46

(73) Patentinhaber: **ABB RESEARCH LTD.**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• **Brühl, Bodo, Dr.**
5444 Künten (CH)
• **Jülke, Elias, Dr.**
5430 Wettingen (CH)

- **Kaltenegger, Kurt, Dr.**
5426 Lengnau (CH)
- **Niemeyer, Lutz, Dr.**
5242 Birr (CH)
- **Ritzer, Leopold**
5417 Untersiggenthal (CH)

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**
c/o ABB Schweiz AG
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 319 932 **DE-A- 2 708 030**

EP 0 742 569 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

[0001] Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem elektrisch isolierenden und bei der Einwirkung eines Lichtbogens Löschgas abgebendem Werkstoff auf der Basis einer Isolierstoffmatrix und eines in die Matrix eingebetteten Füllstoffs. Zugleich betrifft die Erfindung auch einen seinen Schaltlichtbogen mit Löschgas beblasenden Druckgasschalter, bei dem ein derartiger Werkstoff in dielektrisch und thermisch hoch belasteten Bereichen verwendet wird.

[0002] In Hoch- und Mittelspannungs-Leistungsschaltgeräten mit Löschgasbeblasung des Schaltlichtbogens werden in dielektrisch und thermisch hoch belasteten Zonen üblicherweise Werkstoffe auf der Basis von Polytetrafluoräthylen (PTFE) eingesetzt. Diese Werkstoffe erodieren bei der Einwirkung des Schaltlichtbogens und geben hierbei Gas ab, vorzugsweise auf der Basis von Fluor, welches die Löschung des Schaltlichtbogens begünstigt. Durch Zusatz eines pulverförmigen, beispielsweise keramischen, Füllstoffs zum PTFE wird die Abbrandfestigkeit erhöht und damit die Löschgasbildung herabgesetzt.

[0003] Bauteile auf der Basis solcher Werkstoffe werden üblicherweise durch Sintern von Presskörpern aus PTFE- und gegebenenfalls vorgesehenem Füllstoffpulver bei Temperaturen typischerweise zwischen 340 und 350°C und nachfolgendes Abkühlen der Sinterkörper nach einem speziell angepassten Programm, bei dem die Kristallinität des PTFE und damit die Formstabilität und Masshaltigkeit der Bauteile erhalten bleiben, gefertigt.

STAND DER TECHNIK

[0004] In DE 23 19 932 C2 ist ein Druckgasschalter beschrieben, bei dem der beim Ausschalten auf zwei Abbrandkontakten fussende Schaltlichtbogen im Inneren einer Isolierstoffdüse auf der Basis von PTFE brennt. Unter dem Einfluss der Lichtbogenwärme und -strahlung wird das PTFE thermisch zersetzt und dadurch der Querschnitt der Engstelle der Isolierstoffdüse vergrößert. Bei der thermischen Zersetzung entstehende gasförmige Fluorverbindungen beblasen den Schaltlichtbogen durch die Düse und begünstigen so dessen Löschung ganz erheblich. Aufgrund des beträchtlich zunehmenden Querschnitts der Düsenengstelle wird nach dem Abschalten einiger schwerer Kurzschlüsse die Abschaltleistung des Schalters wesentlich herabgesetzt und ist die Düse dann zu ersetzen.

[0005] In DE 27 08 030 A1 ist eine Isolierdüse für einen Druckgasschalter beschrieben, welche aus einem Werkstoff auf der Basis eines elektrisch isolierenden und bei Lichtbogeneinwirkung Löschgas abgebendem Kunststoffes, wie etwa PTFE, und einem in den Kunststoff eingebetteten pulverförmigen Füllstoff besteht, wie

etwa Graphit, Russ, Titandiooxid, Calciumfluorid oder einem Aluminiumdioxid, wie insbesondere Korund.

[0006] Bei dieser Isolierstoffdüse absorbiert der Füllstoff weitgehend die vom Schaltlichtbogen ausgesandte und das sichtbare Spektrum sowie grosse Bereiche des Infrarot- und Ultraviolettbereichs umfassende elektromagnetische Strahlung. Hierdurch wird ein Eindringen der Strahlung ins Innere der Isolierstoffdüse weitgehend verhindert. Eine solche Düse zeichnet sich daher durch einen geringen Abbrand aus. Zugleich kann eine solche Düse aber auch nur einen relativ kleinen Anteil an lichtbogenlöschenden Gasen und Dämpfen entwickeln.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen 1 und 16 angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, einen Werkstoff der eingangs genannten Art zu schaffen, welcher oberhalb eines Schwellwerts der von einem Lichtbogen vor allem durch Strahlung und Heissgasbildung abgegebenen Energie eine definierte Menge an Löschgas bereitstellt, und zugleich einen mit einem solchen Werkstoff versehenen Druckgasschalter anzugeben, welcher sich gegenüber einem vergleichbar dimensionierten Schalter nach dem Stand der Technik durch eine höhere Abschaltleistung auszeichnet.

[0008] Der Werkstoff nach der Erfindung weist ein nichtlineares Abbrandverhalten auf. Ist bei diesem Werkstoff die vom Lichtbogen durch Strahlung oder Heissgasbildung abgegebene Leistung relativ klein, so bleibt der Abbrand gering und wird dementsprechend aus den Zellen praktisch kaum Löschgas freigesetzt. Ist hingegen die vom Lichtbogen abgegebene Leistung, etwa beim Schalten eines schweren Kurzschlussstroms, gross, so werden die Zellen, beginnend an der dem Lichtbogen ausgesetzten Oberfläche, schichtweise zerstört und wird so je nach Lichtbogenstärke und -dauer selektiv zusätzliches Löschgas in überproportionaler Menge aktiviert. Da das aus den Zellen tretende Löschgas nicht nur einer besonders effektiven Löschung des Lichtbogens dient, sondern zugleich auch die Oberfläche des der Wirkung des Lichtbogens ausgesetzten Werkstoffs kühlt, wird selbst bei starken Lichtbögen der Werkstoffabbrand relativ gering gehalten und gestoppt, sobald die Leistung des Lichtbogens unter einen Schwellwert gefallen ist.

[0009] Erreicht wird dieses nichtlineare Abbrandverhalten durch die zelluläre Struktur des Werkstoffs mit löschmittelgefüllten Mikrokapseln, die durch einen von Lichtbogen hervorgerufenen Erosionsmechanismus zerstört werden und dabei eingekapseltes der Löschgasbildung dienendes Material aktivieren. Da hierbei das Abtragen der einzelnen Kapseln schichtweise von aussen nach innen erfolgt, kommt der Erosionsmechanismus beim Unterschreiten des Schwellwerts der Lichtbogenleistung zum Erliegen.

[0010] Der Erosionsmechanismus kann vor allen durch folgende Lichtbogeneinwirkungen hervorgerufen

werden:

(a) Das in den Zellen des Werkstoffs vorgesehene Material absorbiert - beispielsweise durch eingelaagerte Farbpigmente - Lichtbogenstrahlung. Das im allgemeinen als Flüssigkeit ausgebildete Material verdampft oder zersetzt sich und erhöht den Druck in den bestrahlten Zellen. Oberhalb eines durch die Intensität der Strahlung bestimmten Schwellwertes werden die Zellwände aufgrund des erhöhten Drucks und der erhöhten Temperatur zerstört und wird das Material als Löschgas freigesetzt.

(b) Die Strahlungsabsorption findet überwiegend in den - beispielsweise Farbpigmente enthaltenden - Zellwänden statt. Die Absorption erhöht primär die Temperatur der Zellwände, wodurch diese erweichen und geöffnet werden.

(c) In der Lichtbogenzone freigesetzte reaktive Teilchen werden mit lichtbogenaufgeheiztem Gas zum löschgasabgebendem Werkstoff transportiert und bewirken durch eine chemische Reaktion mit den Zellwänden ein Öffnen der Zellen und das Freisetzen des löschgasbildenden Materials.

(d) Die Thermoschockwirkung von bei der Lichtbogenbildung explosionsartig gebildetem Heissgas versprödet die Zellwände und setzt das löschgasbildende Material frei.

(e) Ein von einem starken Strom gespeister Lichtbogen ist im allgemeinen von einer explosionsartig einsetzenden Druckwelle begleitet, welche die Zellwände zerstört und das löschgasbildende Material schlagartig freisetzt.

[0011] Die unter (a) und (b) aufgelisteten Erosionsmechanismen bedingen die Anordnung des löschgasabgebenden Werkstoffs im direkten Strahlungsfeld des Lichtbogens. Bei Verwendung des Werkstoffs in einem Druckgasschalter mit einer Isolierstoffdüse und mit einem der Speicherung von lichtbogenaufgeheiztem Druckgas dienendem Heizvolumen, welches über einen Heizkanal mit der Lichtbogenlöschzone verbunden ist, sind dies bevorzugt der Heizkanal und der Düsendiffusor.

[0012] Die unter (c) - (e) aufgeführten Erosionsmechanismen können auch in löschgasabgebendem Werkstoff auftreten, welcher ausserhalb des direkten Strahlungsfeldes (Gesichtsfeldes) des Lichtbogens angeordnet ist. Bei Verwendung des Werkstoffs in einem Druckgasschalter mit einer Isolierdüse und mit einem Heizvolumen kann der Werkstoff dann der Auskleidung des ausserhalb des Gesichtsfeldes des Lichtbogens liegenden Heizvolumens dienen. Ein bei einem Schaltvorgang durch Lichtbogenaufheizung in der Lichtbogenlöschzone erzeugter und in das Heizvolumen geführter

Heissgasstrom setzt dann im Heizvolumen durch Öffnen der Zellen frisches Löschgas frei, wodurch eine grosse Menge an hochqualitativem Löschgas für die Lichtbogenlöschung zur Verfügung steht.

[0013] Geeignetes Material für die Füllung der Zellen weist lichtbogenlöschende Eigenschaften auf oder bildet bei Lichtbogeneinwirkung Lichtbogenlöschgas. Bevorzugtes Material sind flüssige oder gasförmige Fluorverbindungen auf der Basis von Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und/oder Schwefel mit möglichst hoher Dichte und möglichst geringem Kohlenstoffanteil. Wegen ihres grossen Fluoranteils besonders zu bevorzugen sind perfluorierte Flüssigkeiten. Von Vorteil ist es, wenn die flüssigen Fluorverbindungen einen Siedepunkt grösser 100°C aufweisen. Anstelle von Fluorverbindungen können auch Spreng- und Explosivstoffe, etwa NH_4NO_3 , welche in einem geeigneten Matrixisoliertstoff, etwa PTFE, phlegmatisiert sind, verwendet werden.

[0014] Aus herstellungstechnischen Gründen kann der Füllstoff von einem Pulver gebildet sein, dessen Teilchen vor dem Einbetten in die Isolierstoffmatrix überwiegend als Mikrokapseln mit Teilchengrössen bis zu 1 mm ausgebildet sind. Die der Lagerung der Mikrokapseln dienende Isolierstoffmatrix ist vorzugsweise durch Härtung einer Formmasse, insbesondere auf der Basis eines Epoxid-, eines Polyester-, Acryl- oder Polyurethanharzes, gebildet. Anstelle durch Einlagern des überwiegend Mikrokapseln enthaltenden Pulvers in die Matrix kann der Werkstoff auch durch Sintern oder Verkleben der Pulverteilchen gebildet werden.

[0015] Die Zellwände der typischerweise 5 bis 100 µm grossen Mikrokapseln sind überwiegend von einem Polymer, einer Keramik oder Glas gebildet. Besonders geeignete Materialien sind Polymere auf der Basis eines Melamin-Formaldehydharzes, eines Acrylharzes oder eines Polyurethanharzes.

[0016] Der Isolierstoffmatrix können zur Dichteverbesserung zusätzliche Füllstoffe, beispielsweise Graphitpulver, beigemischt werden. Durch Zugabe von langzeitstabilen Farbstoffen (Lebensdauer > 20 Jahre) in die Isolierstoffmatrix und/oder in den Füllstoff lässt sich das Abbrandverhalten des Werkstoffs regulieren. Bewährt als Farbstoff hat sich ein Anteil von 0,01 bis 1 Gewichtsprozent MoS_2 am Werkstoff.

[0017] In einem Druckgasschalter dient das aus den Zellen tretende Löschgas der Stabilisierung der Dichte des von einem Schaltlichtbogen aufgeheizten Löschgases in der Phase vor und nach dem Stromnulldurchgang über einen dielektrisch kritischen Wert hinaus sowie der teilweisen Kompensierung der abströmenden Löschgasmengen. Hierdurch wird bei im wesentlichen gleichbleibender Kammerdimensionierung eine höhere Abschaltleistung erreicht.

[0018] Voraussetzung dafür ist, dass der Werkstoff zumindest teilweise der Führung der Löschgasströmung dient und an Stellen der Löschgasführung angeordnet ist, an denen der Werkstoff der Strahlung des

Lichtbogens und der thermischen Wirkung von Lichtbogensgasen ausgesetzt ist. Mit besonderem Vorteil dient der Werkstoff der Auskleidung stromauf- und/oder stromabwärts der Engstelle einer Isolierstoffdüse des Schalters gelegener strömungsführender Teile. Von zusätzlichem Vorteil ist es, den Werkstoff auch ausserhalb der eigentlichen Löschzone des Schalters anzuordnen, und ihn als Auskleidung eines stromaufwärts der Düsenengstelle angeordneten Volumens zum Speichern von lichtbogenaufgeheiztem Löschgas zu verwenden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiele der Erfindung und die damit erzielbaren weiteren Vorteile werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig.1 eine Löschkammer eines Druckgasschalters mit einer auswechselbaren Isolierdüse aus löschgasabgebendem Werkstoff nach der Erfindung, aus PTFE oder aus einem anderen Werkstoff nach dem Stand der Technik, deren Düseninneres über einen Heizkanal mit einem Heizvolumen zur Aufnahme von Löschgas verbunden ist,

Fig.2 ein Diagramm, in dem der Druckaufbau p [bar] im Heizvolumen des Druckgasschalters gemäss Fig.1 in Abhängigkeit von der Anzahl n an Abschaltungen dargestellt ist, und

Fig.3 ein Diagramm, in dem der Abbrand der Isolierstoffdüse des Druckgasschalters gemäss Fig.1, gemessen als Durchmessererweiterung d [mm] ihrer im Anfangsstadium rohrförmig ausgebildeten Engstelle, in Abhängigkeit vom Abstand x [mm] des Messpunktes vom zum Heizkanal offenen Ende der Düse, dargestellt ist.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0020] Die in Fig.1 dargestellte Löschkammer ist in einem nicht dargestellten, mit einem isolierenden und lichtbogenlöschenden Gas, wie etwa SF_6 von beispielsweise 4 bis 6 bar Druck, gefüllten Gehäuse eines Mittelspannungs-Leistungsschalters für Nennspannungen von typischerweise 10 bis 40 kV angeordnet. Die Löschkammer enthält zwei jeweils über einen Stromanschluss 1 bzw. 2 mit einer Stromquelle verbundene Schaltstücke 3 und 4. Das Schaltstück 3 ist feststehend angeordnet und wird im nicht dargestellten Einschaltzustand vom längs einer Achse 5 verschieblichen Schaltstück 4 kontaktiert. Die Wand 6 der Löschkammer umschliesst ein torusförmig ausgebildetes Heizvolumen 7, welches auf seiner Innenfläche von einem im wesentlichen hohlzylinderförmigen Isolator 8 und nach unten von einer freiliegenden Endfläche einer Isolierdüse 9

begrenzt ist. Die freiliegenden Endflächen von Isolator 8 und Isolierdüse 9 begrenzen einen ringförmigen Kanal 10. Während eines in Fig.1 dargestellten Ausschaltvorgangs verbindet der Kanal 10 die Lichtbogenlöschzone, welche beim Ausschalten einen zwischen den Schaltstücken 3, 4 brennenden Schaltlichtbogen 11 aufnimmt, mit dem Heizvolumen 7. Die Isolierdüse 9 weist eine axial ausgerichtete Bohrung auf. Die Bohrung bildet eine rohrförmige Engstelle 12 mit einer Länge L und einem Durchmesser D und erweitert sich stromabwärts der Engstelle 12 zu einem in einen Expansionsraum 13 führenden Diffusor.

[0021] Die Isolierdüse 9, zumindest aber ein der Einwirkung des Schaltlichtbogens ausgesetzter Abschnitt 14 der Düse, sowie gegebenenfalls auch der Isolator 8 - zumindest im Bereich seiner den Kanal 10 begrenzenden Endfläche - und Teile einer Auskleidung 15 des Heizvolumens 7 sind von einem löschgasabgebenden Werkstoff mit zellenförmiger Struktur gebildet, bei dem der überwiegende Teil der Zellen mit einem lichtbogenlöschenden Eigenschaften aufweisendem Material gefüllt ist oder ein Material enthält, welches bei Lichtbogeneinwirkung das Lichtbogenlöschgas bildet.

[0022] Ein solcher Werkstoff kann etwa wie folgt hergestellt werden: Ausgangskomponenten zur Herstellung des Werkstoffs sind:

- (a) ein perfluoriertes Alkan mit einem Siedepunkt von ca. 215°C , beispielsweise eine Flüssigkeit der Fa. 3M, Minnesota Mining, welche unter dem Handelsnamen Fluorinert FC 5312 vertrieben wird,
- (b) ein Melamin-Formaldehydharz (MF),
- (c) ein Harz, etwa ein von der Fa. Ciba-Geigy unter dem Handelsnamen Araldit CY 225 vertriebenes Epoxidharz,
- (d) ein Härter, wie er etwa von der Fa. Ciba-Geigy unter der Bezeichnung Härter HY 925 vertrieben wird, und
- (e) gegebenenfalls ein Farbstoff, etwa pulverförmiges Molybdändisulfid.

[0023] Aus den Komponenten (a) und (b) wird durch geeignete Misch- und Sprühtrocknungsverfahren ein Mikrokapseln enthaltendes, trockenes und rieselfähiges Pulver hergestellt. Die Mikrokapseln weisen Korngrößen von 6 bis $10\ \mu\text{m}$ auf und bestehen jeweils aus einer MF-Hülle, welche die perfluorierte Flüssigkeit trägt. Die Mengenverhältnisse der beiden Ausgangskomponenten sind so bestimmt, dass die Mikrokapseln ca. 80 bis 90 Gewichtsprozent Flüssigkeit und ca. 10 bis 20 Gewichtsprozent MF enthalten.

[0024] 100 Gewichtsteile der Komponente (c), 80 Gewichtsteile der Komponente (d) und ein 180 Gewichtsteile dieses Pulvers umfassender Füllstoff wurden miteinander vermischt. Die resultierende Mischung wurde evakuiert und unter Vakuum in eine Form gegossen, in der sie während 4h bei ca. 80°C gelierte und während ca. 16h bei 140°C zum Werkstoff bzw. zu einem prak-

tisch gebrauchsfertigen Bauteil, beispielsweise einer Isolierstoffdüse, ausgehärtet wurde.

[0025] Eine solchermassen hergestellte Isolierdüse 9 wurde in die Löschkammer gemäß Fig. 1 eingebaut und der Druckgasschalter bei Kurzschlussströmen von ca. 25 kA wiederholt ausgeschaltet. Entsprechende Schaltungen wurden mit der gleichen Löschkammer ausgeführt, in der jedoch anstelle der aus mikrokapselten Werkstoff bestehenden Isolierdüse 9 Düsen gleicher geometrischer Abmessungen aus PTFE und mikrokapselungsfreiem Epoxid verwendet wurden.

[0026] Beim Ausschalten zerplatzen die Zellwände der Mikrokapseln unter der Wirkung des durch die Engstelle 12 der Isolierstoffdüse 9 brennenden Schaltlichtbogens 11. Perfluorierte Flüssigkeit wird aus den geöffneten Kapseln gesprüht und unterstützt durch seine abkühlende Wirkung, durch die Bildung von frischem Löschgas mit hohem Druck und durch die elektronegative Wirkung von Fluorkarbonen bei der thermischen Zersetzung im Schaltlichtbogen die Lichtbogenlöschung ganz wesentlich. Hierbei wird das gebildete Löschgas zusammen mit dem in der Löschkammer gespeicherten Löschgas in der Hochstromphase unter Aufbau von Druck zunächst im Heizvolumen 7 gespeichert und dient dann beim Stromnulldurchgang der Belasung des Schaltlichtbogens 11.

[0027] Da der aus den Komponenten (c) und (d) gebildete Isolierstoff transparent ist, kann die Strahlung der Schaltlichtbogens gegebenenfalls mehrere Millimeter tief in die Isolierstoffdüse 9 eindringen. Durch Zugabe von ca. 0,01 bis 1 Gewichtsprozent der Komponente (e) beim Mischen der Ausgangskomponenten wurde die Eindringtiefe der Lichtbogenstrahlung und damit auch die Abbrandtiefe der Isolierstoffdüse 9 bei einem Schaltvorgang auf wenige Zehntel Millimeter reduziert.

[0028] In der nachfolgenden Fig. 2 ist nun der Druckaufbau im Heizvolumen 7 des Druckgasschalters mit einer aus dem mikrokapselten Werkstoff (B) bestehenden Isolierstoffdüse 9 in Abhängigkeit von der Anzahl an Abschaltungen dargestellt. Zugleich sind entsprechende Vergleichsdaten für einen Druckgasschalter mit einer Isolierdüse aus einem mit Al_2O_3 gefüllten Epoxid (A) nach dem Stand der Technik dargestellt. Ersichtlich wird zeichnet sich der Schalter mit der aus mikrokapselten Werkstoff bestehenden Isolierstoffdüse 9 nach mehreren Abschaltungen durch einen wesentlich besseren Druckaufbau aus.

[0029] In Fig. 3 ist der Abbrand, gemessen als Durchmessererweiterung d in Abhängigkeit vom Abstand x des Messpunktes vom zum Heizkanal 10 offenen Ende der Engstelle 12, nach mehreren Abschaltungen n aufgetragen. Ersichtlich brennt die Düse beim Druckgasschalter mit dem mikrokapselten Werkstoff wegen der starken Löschgasbildung an dem im Bereich des Kanals 10 liegenden Ende ($x = 0$) relativ stark ab. Da jedoch das zum Diffusor hin gerichtete Ende der Engstelle 12 ($x = 20 = L$) relativ schwach abgebrannt ist, weist die Düse gegenüber einer Düse nach dem Stand

der Technik hinsichtlich der für das Schaltvermögen des Druckgasschalters bedeutsamen Bemessung der Engstelle praktisch das gleiche Abbrandverhalten bei erheblich verbessertem Druckaufbau auf. Wird diese strömungsbestimmende Engstelle der Düse aus einem Material mit besonders geringem Abbrand gebildet, wie beispielsweise Bor- oder Siliciumnitrid oder Zirkoniumoxid, so wird ein besonders geringes Abbrandverhalten bei einem gleichzeitig besonders guten Druckaufbau im Heizvolumen 7 erreicht.

Bezugszeichenliste

[0030]

- | | |
|------|------------------|
| 1, 2 | Stromanschlüsse |
| 3, 4 | Schaltstücke |
| 5 | Achse |
| 6 | Löschkammerwand |
| 7 | Heizvolumen |
| 8 | Isolator |
| 9 | Isolierstoffdüse |
| 10 | Kanal |
| 11 | Schaltlichtbogen |
| 12 | Engstelle |
| 13 | Expansionsraum |
| 14 | Abschnitt |
| 15 | Auskleidung |

Patentansprüche

1. Elektrisch isolierender und bei der Einwirkung eines Lichtbogens Löschgas abgebender Werkstoff auf der Basis einer Isolierstoffmatrix und eines in die Matrix eingebetteten Füllstoffs, **gekennzeichnet durch** eine zellenförmige Struktur, bei der der überwiegende Teil der Zellen mit einem lichtbogenlöschende Eigenschaften aufweisenden Material gefüllt ist oder ein Material enthält, welches bei Lichtbogeneinwirkung das Lichtbogenlöschgas bildet.
2. Werkstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zellwände von Membranen gebildet sind, welche bei der Einwirkung des Lichtbogens oberhalb eines Schwellwertes der Lichtbogeneinwirkung selektiv zerstörbar sind.
3. Werkstoff nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zellen ausgehend von einer lichtbogenaussetzbaren Oberfläche in unterschiedlichen Abständen zur Oberfläche angeordnet sind.
4. Werkstoff nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zellen schichtförmig angeordnet sind.
5. Werkstoff nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,**

- zeichnet, dass** die Zellen schichtförmig ausgebildet sind.
6. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff von einem Pulver gebildet ist, dessen Teilchen vor dem Einbetten in die Isolierstoffmatrix überwiegend als Mikrokapseln mit - Teilchengrößen bis zu 1 mm ausgebildet sind.
7. Werkstoff nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrokapseln nach dem Einbetten in einer die Isolierstoffmatrix bildenden, gehärteten Formmasse, vorzugsweise auf der Basis eines Epoxid-, eines Polyester-, Acryl- oder Polyurethanharzes, gelagert sind.
8. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff durch Sintern oder Verkleben eines Pulvers gebildet ist, dessen Teilchen vor dem Sintern oder Verkleben überwiegend als Mikrokapseln mit Teilchengrößen bis zu 1 mm ausgebildet sind.
9. Werkstoff nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrokapseln eine Zellwand aus einem Polymer, einer Keramik oder Glas und eine Materialfüllung aus einer fluorierten, vorzugsweise perfluorierten, Flüssigkeit, insbesondere mit einem Siedepunkt grösser 100°C, enthalten.
10. Werkstoff nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrokapseln Teilchengrößen von typischerweise 5 bis 100 µm aufweisen und vorzugsweise aus einem Melamin-Formaldehydharz, einem Acrylharz oder einem Polyurethanharz gebildete Kapselungswände aufweisen.
11. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Füllstoff ein lichtbogenlöschgasbildender Spreng- oder Explosivstoff vorgesehen ist.
12. Werkstoff nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spreng- oder Explosivstoff in eine phlegmatisierend wirkende Isolierstoffmatrix, vorzugsweise auf der Basis eines Polytetrafluoräthylens, eingebettet ist.
13. Werkstoff nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolierstoffmatrix Graphitpulver beigemischt ist.
14. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierstoffmatrix und/oder der Füllstoff einen langzeitstabilen Farbstoff enthält.
15. Werkstoff nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierstoffmatrix ca. 0,01 bis 1 Gewichtsprozent MoS₂ enthält.
16. Druckgasschalter mit dem Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem ein bei einem Schaltvorgang gebildeter Schaltlichtbogen (11) einer Löschgasströmung ausgesetzt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff zumindest teilweise der Führung der Löschgasströmung dient und an Stellen der Löschgasführung angeordnet ist, an denen der Werkstoff der Strahlung des Lichtbogens und der thermischen Wirkung von Lichtbengasen ausgesetzt ist.
17. Druckgasschalter nach Anspruch 16 mit einer Isolierstoffdüse (9), **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest stromaufwärts der Düsenengstelle (12) gelegene strömungsführende Teile der Düse mit dem Werkstoff ausgekleidet sind.
18. Druckgasschalter nach Anspruch 17 mit einem stromaufwärts der Düsenengstelle (12) angeordneten Heizvolumen (7) zum Speichern von lichtbogen- aufgeheiztem Löschgas, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizvolumen (7) zumindest teilweise mit dem Werkstoff ausgekleidet ist.

Claims

- Electrically insulating material which releases extinguishing gas under the action of an arc and is based on a matrix of insulating material and a filler which is embedded in the matrix, **characterized by** a cell-like structure, in which the majority of the cells are filled with a material which has arc-extinguishing properties or contain a material which forms the arc-extinguishing gas under the action of an arc.
- Material according to Claim 1, **characterized in that** the cell walls are formed by membranes which, under the action of the arc, can be selectively destroyed once a threshold of the arc action is exceeded.
- Material according to Claim 2, **characterized in that** the cells, starting from a surface which can be exposed to an arc, are arranged at different distances from the surface.
- Material according to Claim 3, **characterized in that** the cells are arranged in layer form.
- Material according to Claim 4, **characterized in that** the cells are designed in layer form.
- Material according to one of Claims 1 to 4, **charac-**

terized in that the filler is formed by a powder, the particles of which, before they are embedded in the matrix of insulating material, are predominantly designed as microcapsules with particle sizes of up to 1 mm.

7. Material according to Claim 6, **characterized in that** the microcapsules are stored after they have been embedded in a cured moulding compound which forms the matrix of insulating material and is preferably based on an epoxy resin, a polyester resin, an acrylic resin or a polyurethane resin.
8. Material according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the material is formed by sintering or adhesively bonding a powder, the particles of which, prior to the sintering or adhesive bonding, are predominantly in the form of microcapsules with particle sizes of up to 1 mm.
9. Material according to one of Claims 6 to 8, **characterized in that** the microcapsules include a cell wall made from a polymer, a ceramic or glass and a material filling comprising a fluorinated, preferably perfluorinated liquid, in particular with a boiling point of over 100°C.
10. Material according to Claim 9, **characterized in that** the microcapsules have particle sizes of typically 5 to 100 µm and preferably have encapsulating walls formed from a melamine-formaldehyde resin, an acrylic resin or a polyurethane resin.
11. Material according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** an explosive which forms arc-extinguishing gas is provided as the filler.
12. Material according to Claim 11, **characterized in that** the explosive is embedded in a phlegmatizing matrix of insulating material, preferably based on a polytetrafluoroethylene.
13. Material according to Claim 12, **characterized in that** graphite powder is admixed with the matrix of insulating material.
14. Material according to one of Claims 1 to 13, **characterized in that** the matrix of insulating material and/or the filler contains a colorant with long-term stability.
15. Material according to Claim 14, **characterized in that** the matrix of insulating material contains approx. 0.01 to 1% by weight of MoS₂.
16. Air-blast circuit-breaker comprising the material according to one of Claims 1 to 15, in which an arc (11) which is formed during a switching operation is

exposed to a flow of extinguishing gas, **characterized in that** the material is used at least in part to guide the extinguishing gas and is arranged at extinguishing gas guidance locations at which the material is exposed to the radiation of the arc and the thermal action of arc gases.

17. Air-blast circuit-breaker according to Claim 16, having a nozzle (9) of insulating material, **characterized in that** at least flow-guiding parts of the nozzle which lie upstream of the narrow point (12) of the nozzle are lined with the material.
18. Air-blast circuit-breaker according to Claim 17, having a heating volume (7), which is arranged upstream of the narrow point (12) of the nozzle, for storing arc-heated extinguishing gas, **characterized in that** the heating volume (7) is at least partially lined with the material.

Revendications

1. Matériau isolant du point de vue électrique et libérant un gaz d'extinction sous l'effet d'un arc électrique, à base d'une matrice d'isolation et d'une charge incorporée dans la matrice, **caractérisé par** une structure cellulaire, dans le cas de laquelle la majeure partie des cellules est remplie d'un matériau présentant des propriétés d'extinction d'arc électrique ou contient un matériau, qui forme le gaz d'extinction d'arc électrique sous l'effet d'un arc électrique.
2. Matériau selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les parois cellulaires sont formées de membranes, qui peuvent être détruites de manière sélective sous l'effet de l'arc électrique, au-dessus d'une valeur seuil de l'effet d'arc électrique.
3. Matériau selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les cellules sont disposées à partir d'une surface exposée à l'arc électrique à des intervalles différents par rapport à la surface.
4. Matériau selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les cellules sont disposées sous la forme de couches.
5. Matériau selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les cellules sont disposées sous la forme de couches.
6. Matériau selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la charge est formée d'une poudre, dont les particules sont mises en forme avant l'incorporation dans la matrice d'isolation pour l'essentiel en tant que micro capsules

ayant des grosseurs de particule allant jusqu'à 1 mm.

7. Matériau selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les micro capsules sont entreposées après l'incorporation dans une matière moulable durcie, constituant la matrice d'isolation, de préférence à base d'une résine époxyde, d'une résine polyester, d'une résine acrylique ou d'une résine de polyuréthane. 5
8. Matériau selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le matériau est formé par frittage ou par collage d'une poudre, dont les particules sont mises en forme avant le frittage ou avant le collage pour l'essentiel en tant que micro capsules ayant des grosseurs de particule allant jusqu'à 1 mm. 10
9. Matériau selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** les micro capsules contiennent une paroi cellulaire faite d'un polymère, d'une céramique ou d'un verre et d'un remplissage de matériau fait d'un liquide fluoré, de préférence perfluoré, en particulier possédant un point d'ébullition supérieur à 100 °C. 20
10. Matériau selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les micro capsules présentent des grosseurs de particule de manière typique allant de 5 à 100 µm et présentent des parois de capsulage formées de préférence à partir d'une résine mélamine-formaldéhyde, d'une résine acrylique, ou d'une résine de polyuréthane. 25
11. Matériau selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'on prévoit, en tant que charge, une substance détonante ou explosive formant un gaz d'extinction d'arc électrique. 30
12. Matériau selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la substance détonante ou explosive est incorporée dans une matrice d'isolation à action stabilisatrice, de préférence à base d'un polytétrafluoroéthylène. 35
13. Matériau selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'on mélange de la poudre de graphite à la matrice d'isolation. 40
14. Matériau selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la matrice d'isolation et/ou la charge contient (contiennent) un colorant à stabilité prolongée. 45
15. Matériau selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la matrice d'isolation contient environ de 0,01 à 1 % en poids de MoS₂. 50

16. Disjoncteur à gaz comprimé avec le matériau selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, lors duquel un arc électrique de commutation (11), formé lors d'une procédure de commutation, est soumis à un courant de gaz d'extinction, **caractérisé en ce que** le matériau sert au moins partiellement à la conduite du courant de gaz d'extinction et est disposé en des endroits de la conduite de gaz d'extinction auxquels le matériau est exposé au rayonnement de l'arc électrique et à l'action thermique des gaz d'arc électrique.

17. Disjoncteur à gaz comprimé selon la revendication 16, avec une buse à substance d'isolation (9), **caractérisé en ce qu'**au moins les parties de la buse, conduisant le courant, situées en amont du point de rétrécissement de la buse (12) sont garnies à l'aide du matériau.

18. Disjoncteur à gaz comprimé selon la revendication 17 avec un volume de chauffage (7) disposé en amont du point de rétrécissement de la buse (12), en vue de l'emmagasiner d'un gaz d'extinction échauffé par l'arc électrique, **caractérisé en ce que** le volume de chauffage (7) est garnie au moins partiellement à l'aide du matériau.

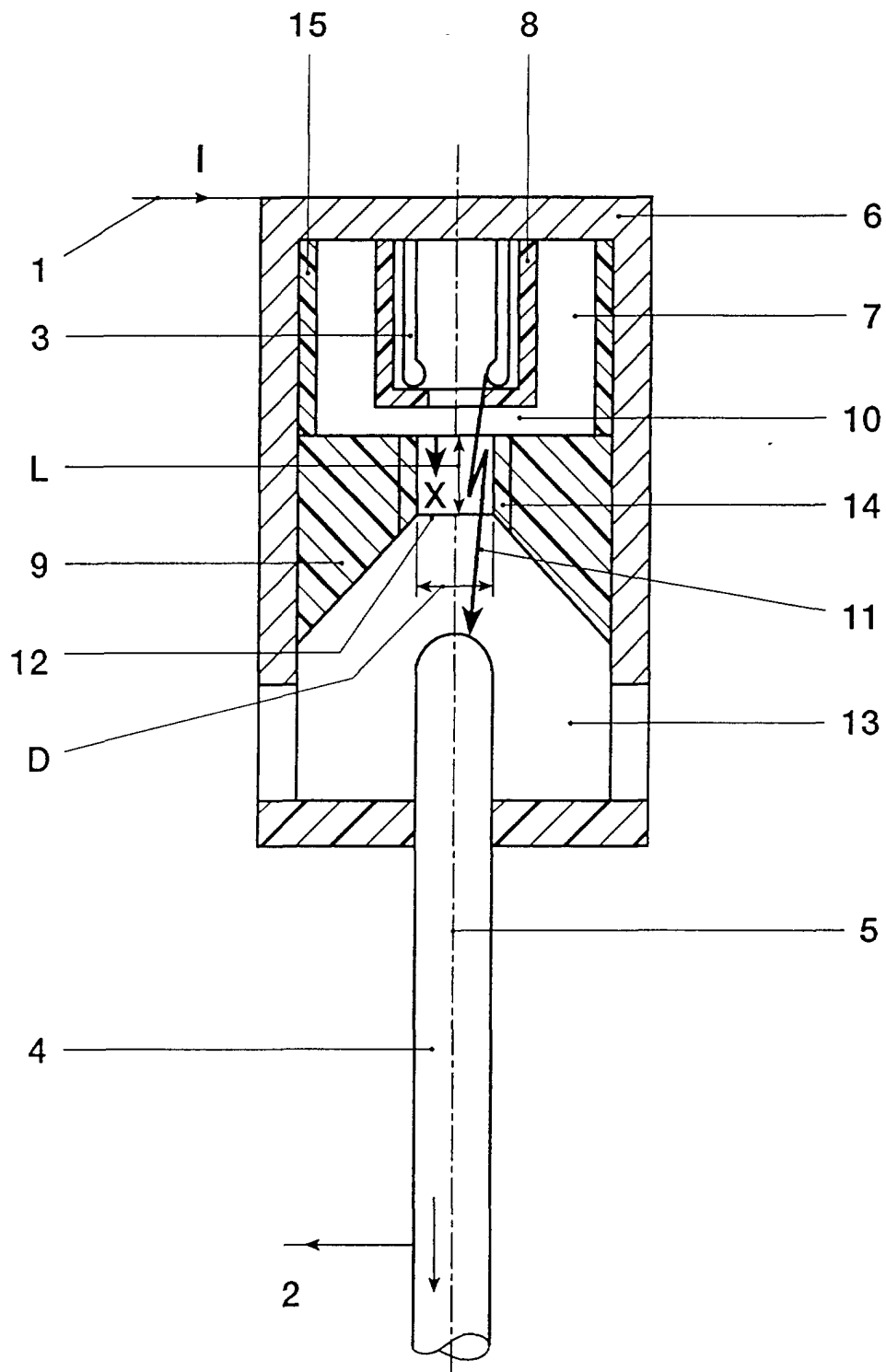


FIG. 1

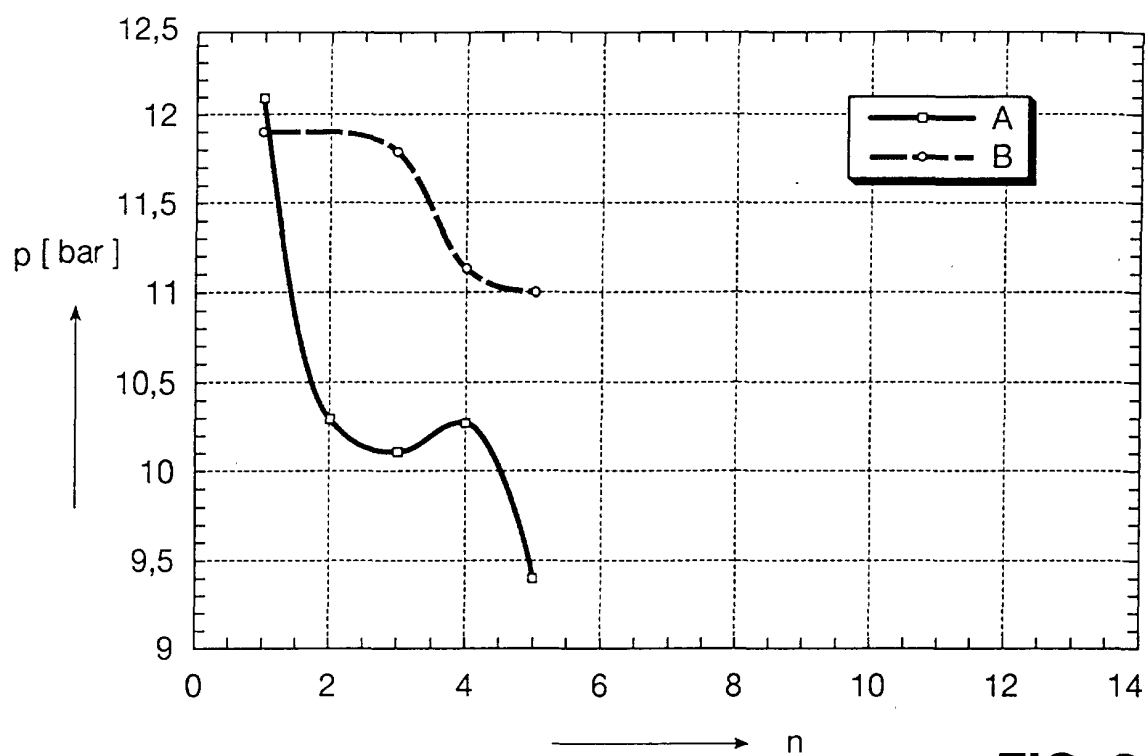


FIG. 2

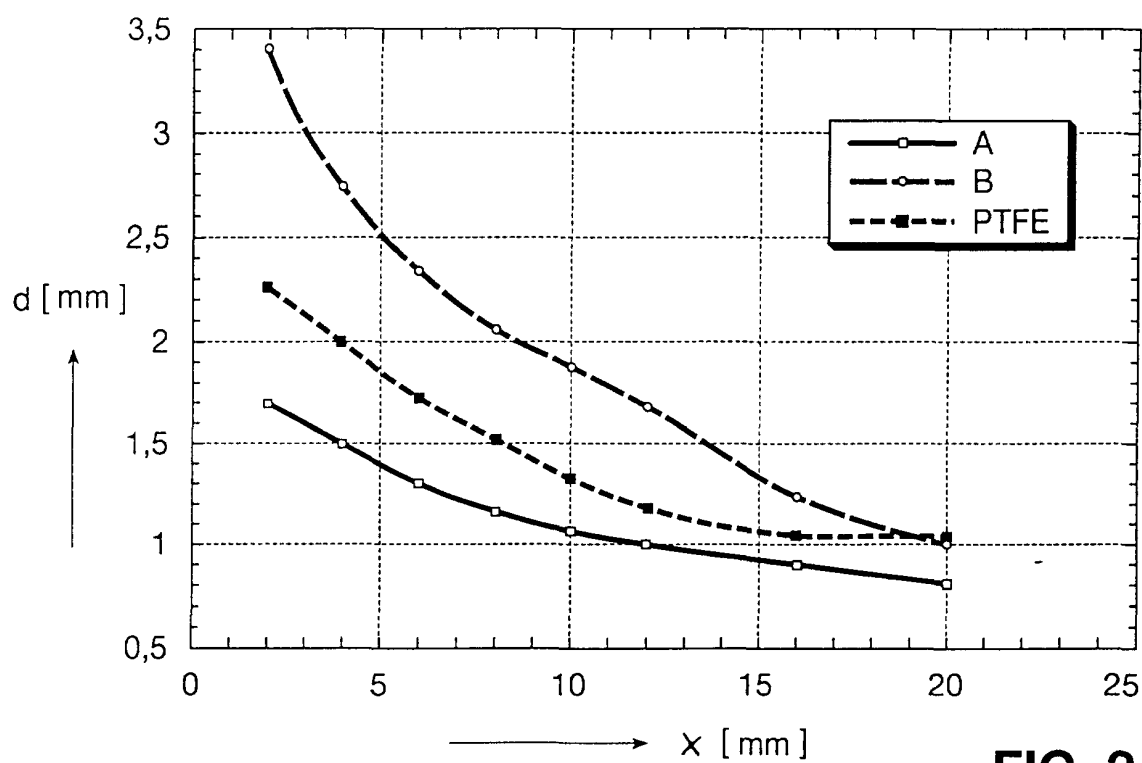


FIG. 3