

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 014 393
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 80100387.2

(51) Int. Cl.³: H 01 H 33/18

(22) Anmeldetag: 25.01.80

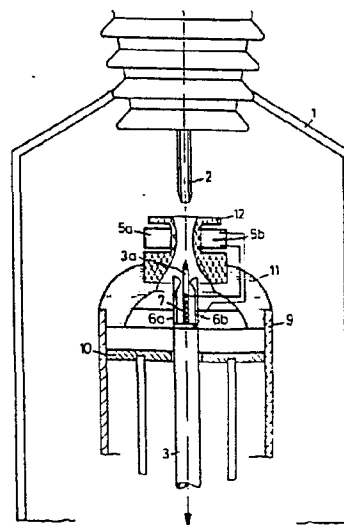
(30) Priorität: 03.02.79 DE 2904109

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.08.80 Patentblatt 80/17(64) Benannte Vertragsstaaten:
CH FR GB IT(71) Anmelder: Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt/Main 70(DE)(72) Erfinder: v. Bonin, Eckart
Bürgermeister-Franz-Strasse 17
D-3501 Fuldatal-Simmershausen(DE)(74) Vertreter: Lertes, Kurt, Dr.
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH Theodor-Stern-Kai
1
D-6000 Frankfurt 70(DE)

(54) Druckgas-Hochspannungsleistungsschalter.

(57) Bei einem Druckgas- Hochspannungsleistungsschalter mit einer Schalt- kontaktanordnung (2,3), die sich in einer elektronegativen Druckgas- Isolier/ Löschmittelatmosphäre, insbesondere SF₆-Atmosphäre, befindet, ist eine Anordnung (5A, 5B) zur Erzeugung eines magnetischen Feldes, das auf den Schaltlichtbogen im Sinne einer besseren Löscharbeit des Lichtbogens im Strom-Nulldurchgang einwirkt, vorgesehen. Diese Anordnung (5A, 5B) zur Erzeugung des magnetischen Feldes ist so ausgebildet und/oder es sind Begrenzungswände vorgesehen derart, daß der Lichtbogen, umgeben von der elektronegativen Druckgasatmosphäre, im wesentlichen steht und nicht rotiert. Durch eine vorgegebene Ausrichtung des Magnetfeldes werden die Bahnen der Ladungsträger derart verwirbelt, daß dem Lichtbogen Ladungsträger entzogen werden, die von dem umgebenden elektronegativen Druckgas neutralisiert werden.

FIG.5



EP 0 014 393 A1

1 Druckgas-Hochspannungsleistungsschalter

Die Erfindung bezieht sich auf einen Druckgas-Hochspannungsleistungsschalter gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1.

5

Es ist bekannt, bei Hochspannungsleistungsschaltern mit einer Kontakthanordnung, die sich in einer elektronegativen Druckgas-, meist SF_6 -Atmosphäre, als Isolier- bzw. Löschmittel befinden, den Schaltlichtbogen dem Einfluß eines magnetischen Feldes auszusetzen, derart, daß der Lichtbogen rotiert. Durch die Rotation soll dem Lichtbogen Energie entzogen werden, so daß eine Löschung im Strom-Nulldurchgang möglich ist. Bei einigen Ausführungen dient der rotierende Lichtbogen zusätzlich auch dazu, das Löschmittel zu bewegen bzw. einen Druck zu erzeugen, damit das so bewegte Löschmittel den Lichtbogen bebläst.

10
15

Man glaubt, daß der Energieentzug des rotierenden Lichtbogens praktisch allein durch die Kühlung des relativ zum Druckgas, d.h. zum SF_6 -Gas, rotierenden Lichtbogens bewirkt wird.

20

Derartige Schalter mit einem rotierenden Lichtbogen besitzen eine relativ aufwendige Kontakthanordnung, d.h. sie besitzen im allgemeinen neben den Schalt-Kontaktstücken zusätzliche Ringkontakte, auf die der Lichtbogen beim Auseinanderziehen der Schaltkontaktstücke übergeht und entlang deren er bis zur Löschung rotieren kann.

25

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß der Energieentzug des Lichtbogens nicht, wie angenommen wird, durch die vorgenannte Kühlwirkung des Lichtbogens aufgrund der Rotation relativ zum Druckgas bewirkt werden kann. Im Augenblick des Strom-Nulldurchganges, der für die Ausschaltung praktisch allein interessant ist, steht nämlich der Lichtbogen ohnehin, da die auf ihn wirkende Kraft gleich Null ist. Auch wenn der Lichtbogen vorher rotiert hat und nach dem Nulldurchgang weiter rotieren würde, steht er im Strom-Nulldurchgang

30
35

1 da sich nach dem Nulldurchgang die Drehrichtung ändert. An der ent-
scheidenden Stelle (Strom-Nulldurchgang) bzw. im Bereich davor
(Strom geht gegen Null und damit geht auch die Drehkraft gegen Null)
ist somit keine bzw. nur eine geringe Relativbewegung gegeben, so
5 daß insoweit die Kühlwirkung gering bleiben dürfte. Wenn das Druck-
gas sich andererseits mitdrehen würde, so daß während der ganzen
Stromhalbwelle keine große Kühlwirkung erzielt würde, so würde aber
auch gerade im Nulldurchgang der Lichtbogen ohne Relativgeschwindig-
keit "schwimmen", d.h. er würde auch dann mitgedreht und würde somit
10 nicht gekühlt werden.

Wenn es jedoch nach der Erkenntnis der Erfindung nicht die Kühlung
des Bogens durch die Relativbewegung zwischen Lichtbogen und Druck-
gas ist, die die bekannten Schalter funktionsfähig macht, sondern
15 praktisch allein die Verarmung an Ladungssträngen im Lichtbogen, so
ist auch eine Rotation des Lichtbogens mit den Nachteilen des zu-
sätzlichen Aufwandes bezüglich der speziellen Elektroden überflüs-
sig.

20 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den Druckgasschalter
der eingangs genannten Art so auszubilden, daß das gleiche Schalt-
verhalten mit geringerem Aufwand erzielbar ist. Die Lösung dieser
Aufgabe gelingt gemäß der Erfindung durch die kennzeichnenden Merk-
male des Anspruchs 1.

25 Der erfindungsgemäße Druckgasschalter arbeitet daher mit einem in
der elektronegativen Druckgas-, insbesondere SF_6 -Atmosphäre, im
Magnetfeld stehenden Schaltlichtbogen. Dieser Lichtbogen steht daher
im Raum zwischen zwei Elektroden, den Schaltstücken der Schalt-
30 strecke oder zusätzlichen Kontaktstücken, die jedoch nicht besonders
ausgebildet sein müssen, insbesondere keine Ringform aufweisen müs-
sen. Sie können daher ähnlich den üblichen Stift- oder Rohrelektro-
den ausgebildet sein. Der Schalterlichtbogen ist daher mit beson-
ders einfachen Mitteln - es sind praktisch nur die Spulen der
35 Magnetfeldanordnung notwendig - ohne Veränderung der herkömmlichen

- 1 Kontaktsysteme günstig im Sinne einer sicheren Löschung zu beeinflussen. Die Lehre nach der Erfindung eignet sich daher mit Vorteil auch für die zusätzliche nachträgliche Ausrüstung von herkömmlichen Druckgasschaltern, insbesondere SF₆-Schaltern.
- 5 Die Lehre nach der Erfindung, die allen später in der Zeichnung beschriebenen Ausführungsformen zugrunde liegt, beruht darauf, daß das Magnetfeld auf die Bahn der einzelnen Ladungsträger wirkt und nicht nur auf den Lichtbogen als Ganzes. Wenn die Ladungsträger die be-
- 10 kannten "korkenzieherähnlichen" Bahnen einschlagen, wird die thermische Leitfähigkeit (die elektrische Leitfähigkeit infolge thermodynamischer Stoßprozesse) stark herabgesetzt, so daß eine Löschung des Lichtbogens auch unter starker nachfolgender Spannungsbeanspruchung erfolgt. Die Anordnung des Feldes, die Ausbildung der Kontaktanordnung usw. ist daher stets so zu treffen, daß das Magnetfeld
- 15 die Bahn der Ladungsträger im Lichtbogen derart verwirbelt, daß der Leitwert des Lichtbogens stark abfällt. Dieser Effekt drückt sich durch eine höhere Brennspannung vor dem Strom-Nulldurchgang aus.
- 20 Das Magnetfeld braucht dabei nicht unbedingt senkrecht auf dem elektrischen Feld des Lichtbogens zu stehen. Es ist auch kein homogenes Magnetfeld vorgeschrieben; divergente Felder oder "Cusp"-Felder sind ebenfalls denkbar. Es ist auch möglich, ein im wesentlichen paralleles Magnetfeld zu benutzen (parallel zum elektrischen Feld),
- 25 da davon ausgegangen werden muß, daß wegen der Thermodynamik die Ladungsträger nie eine gradlinige Bahn in Feldrichtung durchlaufen, sondern schon die leichtesten Bahnabweichungen aufgrund von Stößen zu Querbewegungen führen, die dann die volle Bahnablenkung im Magnetfeld zur Folge haben.
- 30 Die Anordnung ist dabei so zu treffen, daß sich der Lichtbogen als Ganzes nicht aus der optimalen Lage herausbewegen kann. Dies kann durch Kammerwände, z.B. in Form eines Rohres oder bestimmte Magnetfeldformen oder Kombinationen von beiden bewirkt werden.
- 35

- 1 Leistungsschalter im Niederspannungs- und Mittelspannungsbereich
mit im Magnetfeld nicht rotierendem Lichtbogen in Luft sind an sich
bekannt. Bei diesen bekannten Leistungsschaltern wandert der Licht-
bogen auf Schienen in eine Löschkammer, an deren Wänden er (durch
5 Wärmeableitung) gekühlt wird. Bei dem Schalter nach der Erfindung
entfällt jedoch eine Kühlung durch Wärmeleitung an entsprechenden
Wänden; es steht die Verarmung an Ladungsträgern im Vordergrund.

- Es sind auch Vakuumschalter (im Mittelspannungsbereich) mit im
10 Magnetfeld stehenden Lichtbogen bekannt, bei denen der Effekt der
Ladungsträgerverarmung ausgenutzt wird. Dennoch wird von der Fach-
welt für die SF_6 -Hochspannungsschalter stets ein rotierender Licht-
bogen verwendet, wahrscheinlich wegen der festen Überzeugung, daß
die Kühlung durch die Relativbewegung vom Lichtbogen und umgebendem
15 Gas ausschlaggebend ist.

Anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen
wird die Erfindung näher beschrieben.

20

Es zeigen:

- Figur 1 eine prinzipielle Darstellung der Schaltkammer
eines gemäß einer Ausführungsform der Erfindung
ausgebildeten Druckgasschalters,
25 Figur 2-4 andere Ausführungsformen der Erfindung,
Figur 5 ein Ausführungsbeispiel für die nachträgliche
Ausrüstung eines SF_6 -Schalters mit dem Gegen-
stand der Erfindung.

30

- Die in Figur 1 dargestellte Schaltkammer eines Druckgasschalters
weist ein Gehäuse 1 auf, in der ein fester Schaltkontakt 2 und ein
beweglicher Schaltkontakt 3 eingeführt sind, und die eine SF_6 -Gas-
atmosphäre in der üblichen Weise enthält. Die Schaltkontakte des
35 Schalters befinden sich in einer Stellung, in der sich ein Licht-

1 bogen 4 zwischen den Schaltkontakten 2 und 3 befindet. Es sind wei-
terhin zwei Magnetfelder erzeugende Spulen 5a und 5b vorgesehen, wo-
bei in der Ausführungsform nach Figur 1 das Magnetfeld mit der
Induktion $\vec{B}$ senkrecht auf dem elektrischen Feld der Feldstärke $\vec{E}$
5 des Lichtbogens steht. Umleitstücke, d.h. Fingerkontakte 6a, 6b bzw.
ein Isolierstück 7 im beweglichen Kontaktstück 3 sorgen für eine Um-
leitung des Stromes auf die Spulen 5a und 5b im geöffneten Zustand
der Schaltstrecke. Ist die Schaltstrecke geschlossen, umgreifen die
Fingerkontakte 6a, 6b das Schaltstück 2; der Strom fließt dann
10 allein über die Kontaktstrecken 2, 3, d.h. die Spulen 5a, 5b sind
kurzgeschlossen. Im dargestellten geöffneten Zustand fließt der
Strom von dem Kontakt 2 über den Lichtbogen und die Spulen 5a, 5b
zum Kontakt 3. Es ist weiterhin ein Rohr 8 vorgesehen, das den frei-
en Raum zwischen den Schaltkontakten umhüllt und das den Lichtbogen
15 in seiner Lage festhält, d.h., das Rohr sorgt dafür, daß sich im
Magnetfeld ein stehender Schaltlichtbogen ausbildet.

Das Magnetfeld wirkt auf die einzelnen Ladungsträger des Lichtbogens
unmittelbar ein, die die bekannte kornenzieherähnliche Bahn be-
20 schreiben, d.h. aus dem Lichtbogen heraustreten und von dem SF_6 -Gas
neutralisiert werden. Schalter mit stehendem Lichtbogen im elektri-
schen Feld einer Luftatmosphäre sind an sich bekannt; im vorliegen-
den Fall ist jedoch die Atmosphäre eine SF_6 -Atmosphäre, die sich
25 besonders günstig auf das Neutralisieren der herausgelösten Ladungs-
träger auswirkt. Das Magnetfeld verwirbelt die Bahn der Ladungs-
träger sehr intensiv, so daß der Leitwert stark abfällt. Dadurch,
daß das Magnetfeld senkrecht auf dem elektrischen Feld des Licht-
bogens steht, ist die Verwirbelung besonders intensiv, da die Kraft,
30 die von dem Magnetfeld auf die Ladungsträger ausgeübt wird, beson-
ders groß ist.

Die Figur 2 zeigt eine Anordnung entsprechend der Figur 1, wobei
hierbei nur die Schaltkontakte 2 und 3 dargestellt sind und die
Richtung des magnetischen Feldes angedeutet ist. Im Ausführungsbei-
35 spiel nach der Figur 2 verläuft das Magnetfeld mit der Induktion

- 1 parallel zum elektrischen Feld . Wie bereits eingangs erwähnt,
muß davon ausgegangen werden, daß wegen der Thermodynamik die La-
dungsträger nie eine gradlinige Bahn in Feldrichtung durchlaufen,
sondern schon die leichtesten Bahnabweichungen aufgrund von Stößen
5 zu Querbewegungen führen, die dann die volle Bahnablenkung im
Magnetfeld zur Folge haben.

Die Figur 3 zeigt entsprechend der prinzipiellen Darstellungsweise
der Figur 2 die beiden Schaltkontakte 2 und 3, zwischen denen der
10 Lichtbogen mit dem elektrischen Feld brennt. Bei dieser Ausführ-
ungsform sind die Spulen zur Erzeugung des Magnetfeldes derart ange-
ordnet, daß ein sogenanntes "Cusp"-Feld entsteht, d.h. ein Magnet-
feld, dessen axial ankommende Feldlinien sich nach beiden Seiten
des Schalterlichtbogens mittig wegerstrecken.

15 Die Figur 4 zeigt entsprechend der prinzipiellen Darstellungsweise
der Figuren 2 und 3 die Schalterkontakte 2 und 3, zwischen denen der
Lichtbogen brennt. Bei dieser Ausführungsform wird ein Magnetfeld
verwendet, das im Bereich des Lichtbogens ausgebaucht ist, d.h.
20 einen radialen Gradienten aufweist, wobei durch diese Magnetfeld-
geometrie dafür gesorgt ist, daß der Lichtbogen durch das Magnet-
feld unmittelbar festgehalten wird, so daß die Notwendigkeit des
Vorsehens einer Kammerwand, z.B. in Form eines Rohres wie in
Figur 1, entfällt. Dieses den Lichtbogen festhaltende Rohr müßte an
25 sich auch bei den Anordnungen gemäß den Figuren 2 und 3 verwendet
werden, es ist jedoch dort aus Gründen der übersichtlichen Dar-
stellung wegen weggelassen worden.

30 Es ist verständlich, daß wegen des prinzipiellen Charakters der Er-
findung dem Fachmann noch verschiedene andere Ausführungsformen zur
Verfügung stehen bzw. es ist verständlich, daß die Figuren nur
Prinzipdarstellungen zeigen können, d.h. die gemäß der Erfindung
ausgebildeten Schalter weisen in üblicher Weise auch nicht darge-
stellte Blaseinrichtungen und weitere Hilfseinrichtungen auf, wie
35 sie bei Druckgassaltern, insbesondere autopneumatischen Schaltern,
üblich sind.

- 1 Die Figur 5 zeigt eine Ausführungsform, bei der ein üblicher auto-
pneumatischer Druckgasschalter für Spannungen bis zu 400 kV u.m.
nachträglich mit den Merkmalen der Erfindung versehen wurde.
- 5 Auf dem Kopf eines Zylinders 9, in dem ein Kolben 10 gleitend ge-
haltet ist, d.h. an einem Zylinderdeckel 11, an dem sich auch eine
Düse 12 zur Beblasung des Lichtbogens, wenn sich der Kolben 10 in
Richtung des Zylinderdeckels 11 bewegt, befindet, sind die Spulen
5a, 5b angebracht, und in der bereits im Zusammenhang mit der
10 Figur 1 erläuterten Weise elektrisch mit dem Kontaktstück 3, mit
den Kontaktfingern 6a, 6b bzw. seinem vorderen Kontaktfinger 3a, der
in das hohle, rohrförmige Kontaktstück 2 einfahrbar ist, verbunden.
Wird der Schalter geöffnet, so wird der Schaltlichtbogen intensiv
beblasen; gleichzeitig erfolgt durch die Wirkung des Magnetfeldes
15 auf den Lichtbogen eine Verarmung an Ladungsträgern, was die Lösch-
barkeit des Lichtbogens unterstützt.

- Man erkennt aus der Figur 5, daß die Spulen 5a, 5b ohne weiteres an
der ohnehin vorhandenen Düse eines SF₆-Schalters befestigt werden
20 können, ohne daß es größerer Umbauten bedarf. Lediglich das beweg-
liche Kontaktstück 3 muß in an sich bekannter Weise an der Spitze
mit dem Isolierstück 7 versehen werden.

- Der besseren Übersicht halber sind in der Figur 5 Maßnahmen zum
25 Festhalten der Lichtbogen, z.B. ein Rohr 8, nicht dargestellt. Auch
diese Figur 5 zeigt nur eine von mehreren möglichen Ausführungs-
formen der Anordnung der Spulen 5a, 5b bzw. der Ausbildung der An-
schlüsse für die Spulen. Diese Anschlüsse sind zweckmäßig stets so
zu treffen, daß der Strom über die Spulen nur im ausgeschalteten
30 Zustand der Kontaktstrecke fließt. Die Ausbildung ist dabei im
Einzelfall von der Kontaktanordnung des Schalters abhängig.

1 Patentansprüche

1. Druckgas-Hochspannungsleistungsschalter mit einer Schaltkontakt-
anordnung, die sich in einer elektronegativen Druckgas-Isolier/
5 Löschmittelatmosphäre, insbesondere SF_6 -Atmosphäre, befindet
und mit einer Anordnung zur Erzeugung eines magnetischen Feldes,
das auf den Schaltlichtbogen im Sinne einer besseren Löschar-
beit des Lichtbogens im Strom-Nulldurchgang einwirkt,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß die Anordnung zur Erzeugung des magnetischen Feldes so aus-
gebildet ist und/oder Begrenzungswände (8) vorgesehen sind, der-
art, daß der Lichtbogen (4) umgeben von der elektronegativen
Druckgasatmosphäre im wesentlichen steht, und daß durch eine vor-
gegebene Ausrichtung des Magnetfeldes die Bahnen der Ladungsträ-
15 ger derart verwirbelt werden, daß dem Lichtbogen Ladungsträger
entzogen werden, die von dem umgebenden elektronegativen Druck-
gas neutralisiert werden.
2. Druckgas-Hochspannungsleistungsschalter nach Anspruch 1,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß als Begrenzungswände ein den Lichtbogen konzentrisch um-
gebendes Rohr (8) vorgesehen ist.
3. Druckgas-Hochspannungsleistungsschalter nach Anspruch 1,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß das Magnetfeld, das in der Grundstruktur parallel zum elektri-
schen Feld des Lichtbogens ausgebildet ist, im Bereich des Licht-
bogens zwecks Festhalten des Lichtbogens einen radial gerichteten,
vom Lichtbogen aus fallenden Gradienten aufweist (Fig. 4).
30
4. Druckgas-Hochspannungsleistungsschalter nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß das magnetische Feld im wesentlichen parallel zum elektri-
schen Feld des Lichtbogens ausgerichtet ist (Fig. 2).
35

- 1 5. Druckgas-Hochspannungsleistungsschalter nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Magnetfeld senkrecht auf dem elektrischen Feld des Licht-
bogens steht (Fig. 1).
- 5 6. Druckgas-Hochspannungsleistungsschalter nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Magnetfeld ein "Cusp"-Feld ist (Fig. 3).
- 10 7. Druckgas-Hochspannungsleistungsschalter nach einem der Ansprü-
che 1 bis 6, der eine Zylinder/Kolbenanordnung (9, 10) mit einem
schaltstreckenseitig aufgesetzten Zylinderdeckel (11) aufweist,
an dem eine Düse (12) zur Beblasung des Schaltlichtbogens ange-
bracht ist,
- 15 dadurch gekennzeichnet,
daß die Anordnungen (5a, 5b) zur Erzeugung des magnetischen Fel-
des im Bereich der Düse (12) angebracht sind.

20

25

30

35

FIG.1

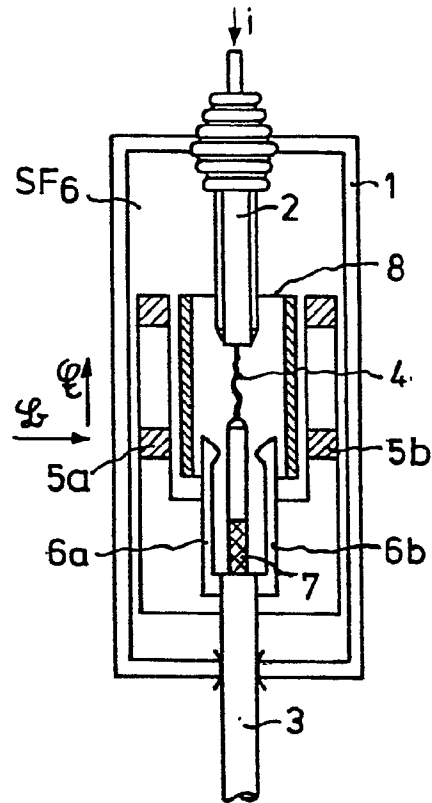


FIG.2

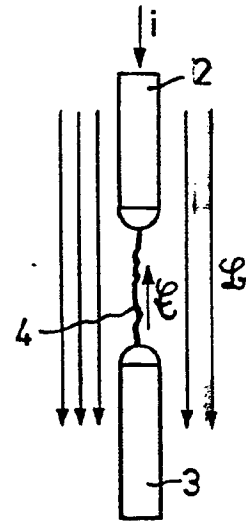


FIG.3

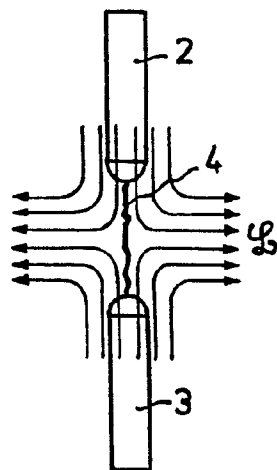


FIG.4

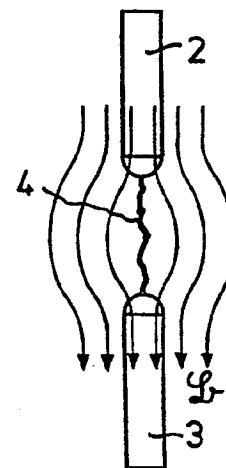
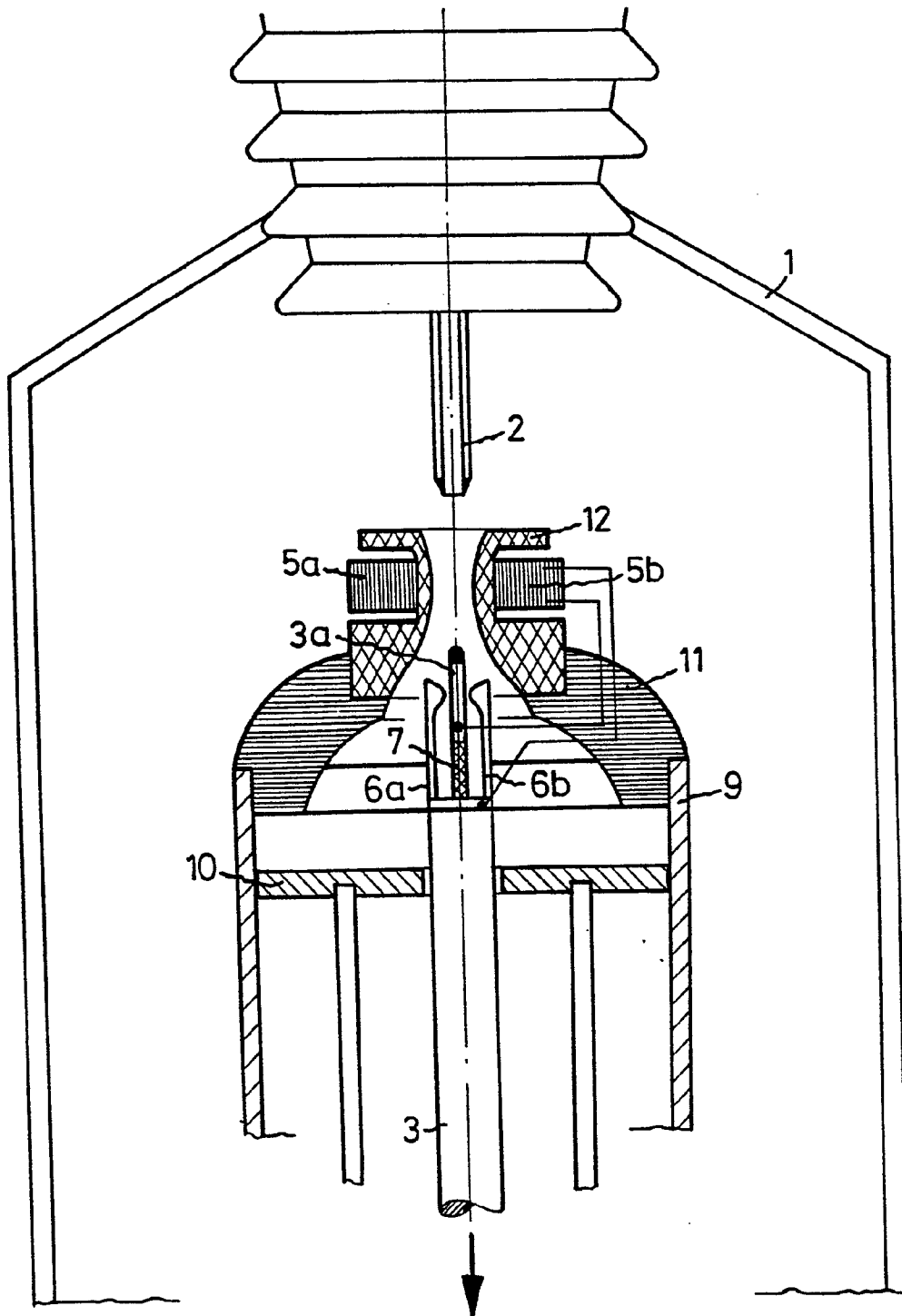


FIG.5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0014393
Nummer der Anmeldung
EP 80 10 0387

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>FR - A - 2 274 131</u> (SIEMENS) * Seite 1; Seite 2, Zeilen 1-3, 34-40; Seiten 3-7; Seite 8, Zeilen 1-34; Seite 9, Zeilen 7-33; Seite 10, Zeilen 29-40; Seite 11, Zeilen 1-33; Seite 12, Zeilen 7-40; Seiten 13-15; Seite 16, Zeilen 1-4 *	1,6,7	H 01 H 33/18
	--		
	<u>GB - A - 837 004</u> (REYROLLE) * Seite 1, Zeilen 1-45,77-88; Seite 2, Zeilen 29-42,55-67 *	1,2,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ⁴)
	--		H 01 H 33/18 33/64
	<u>DE - A - 2 342 520</u> (CALOR-EMAG) * Das ganze Dokument *	1	
	--		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument G: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
<u>FR - A - 1 087 822</u> (HAZEMEIER) * Seite 2, Spalte 2, Zeilen 9-58; Seite 3, Spalte 1, Zeilen 1-19 *	1,2,5		
--			
<u>FR - A - 1 171 319</u> (MODRANY) * Seite 1; Seite 2, Zeilen 1-25 *	1		
--			
<u>DE - A - 2 358 368</u> (B.B.C.) * Seite 4, Zeilen 24,25; Seite 5; Seite 6, Zeilen 1-16 *	1,2		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 12-05-1980	Prüfer DESMET	