

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 057 371
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 82100347.2

(51) Int. Cl.³: H 01 H 33/04, H 01 H 33/64

(22) Anmeldetag: 19.01.82

(30) Priorität: 30.01.81 DD 227319
21.09.81 DD 233443
21.09.81 DD 233444

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: 11.08.82
Patentblatt 82/32

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

(71) Anmelder: Institut "Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik", Leninallee 376, DDR-1130 Berlin (DD)

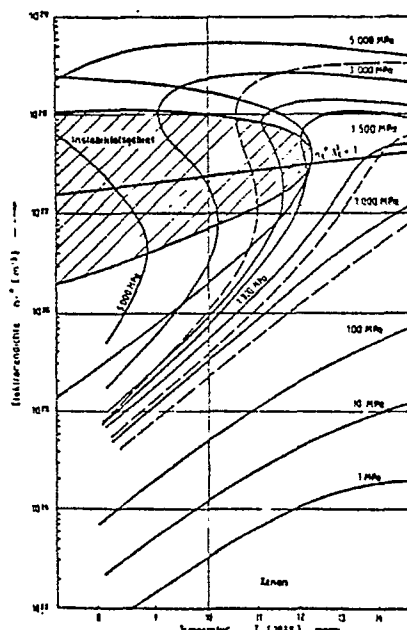
(72) Erfinder: Dienemann, Hold, Dr.rer.nat.,
Büxensteinallee 26, DDR-1180 Berlin (DE)
Erfinder: Anke, Ekkehard, Dr.-Ing.,
Rudolf-Reusch-Strasse 16, DDR-1130 Berlin (DE)
Erfinder: Hänisch, Heinz, Dr.-Ing., Hartlebenstrasse 2,
DDR-1162 Berlin (DE)
Erfinder: Mencke, Harald, Dr.-Ing., Leninallee 180,
DDR-1156 Berlin (DE)
Erfinder: Hess, Helmut, Dr.sc.nat.,
Ho-Chi-Minh-Strasse 176, DDR-1156 Berlin (DE)

(74) Vertreter: Patentanwälte Beetz sen. - Beetz jr. Timpe -
Siegfried - Schmitt-Fumian, Steinsdorfstrasse 10,
D-8000 München 22 (DE)

(54) Verfahren zum Löschen eines Schaltlichtbogens in einer gasgefüllten Löschkammer von elektrischen Schaltern.

(57) Bei einem Verfahren zum Löschen eines Schaltlichtbogens in einer gasgefüllten Löschkammer (3) von elektrischen Schaltern wird eine hohe Schaltleistung mit einer Schaltstrecke bei einer gleichzeitig mit einem geringen Energieaufwand innerhalb des Nulldurchganges des Stroms möglichen Löschung des Schaltlichtbogens ohne Wiederzündung des Schaltlichtbogens durch die wiederkehrende Spannung realisiert.

Gemäß diesem Verfahren wird die Reduzierung der elektrischen Leitfähigkeit des Schaltlichtbogenplasmas dadurch bewirkt, daß im Gas vor oder/und während eines Abschaltvorganges durch äußere oder innere mechanische Mittel oder/und durch den Energieinhalt des brennenden Schaltlichtbogens ein Druckanstieg bis auf einen oberhalb des Instabilitätsbereiches eines nichtidealen Plasmas liegenden Wert herbeigeführt wird. Nach Erreichen der dazu erforderlichen Druck- und Temperaturwerte während des Schaltvorganges wird ein negativer, vom jeweils verwendeten Gas abhängiger Druckimpuls auf das nichtideale Plasma aufgebracht.



EP 0 057 371 A2

0057371

- 1 -

Verfahren zum Löschen eines Schaltlichtbogens in einer
gasgefüllten Löschkammer von elektrischen Schaltern

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Löschen eines Schaltlichtbogens in einer gasgefüllten Löschkammer von elektrischen Schaltern und hat zum Ziel, hohe Schaltleistungen mit einer Schaltstrecke bei einer gleichzeitig mit einem geringen Energieaufwand innerhalb des Mulldurchganges des Stromes möglichen Löschung des Schaltlichtbogens ohne Wiedierzündung des Schaltlichtbogens durch die wiederkehrende Spannung zu realisieren.

- 10 Für die Löschung des Schaltlichtbogens sind Löschverfahren bekannt, bei denen der Schaltlichtbogen durch ein Gas oder durch Gasgemische (z. B. Luft, Schwefelhexafluorid) beströmt bzw. beblasen wird. Nach einer Trennung der Kontakte entsteht der durch eine Beblasung zu löschende Schaltlichtbogen. Die Beblasung der Schaltstrecke kann vor oder nach der Kontakttrennung einsetzen und sowohl quer oder längs zur Achse des Schaltlichtbogens erfolgen. Das hierzu erforderliche unter Druck stehende Löschgas wird dazu entweder einem mit Druckgas
- 15 gefüllten Behälter entnommen (DD-P3 29 033) oder die Löschgasströmung wird durch den mit einem beweglichen Kontakt der Schaltstrecke verbundenen Kolben innerhalb des Schalters selbst erzeugt (z. B. DE-AS 21 44 215).
- 20

Weiterhin ist es bekannt, die Löschmittelströmung mittels des Energieinhaltes des Schaltlichtbogens selbst zu erzeugen, indem die Zersetzung von flüssigen oder festen Stoffen vorgesehen ist.

- 5 Durch die Beblasung der Schaltstrecke wird der Plasmazustand des brennenden Schaltlichtbogens verändert. Durch eine Kühlung des Lichtbogenplasmas wird die Leitfähigkeit herabgesetzt, so daß im Nulldurchgang des Stromes eine
- 10 Löschung des Schaltlichtbogens erfolgt. Damit die wiederkehrende Spannung zu keiner erneuten Zündung des Schaltlichtbogens führt, wird der Kontaktabstand entsprechend gewählt und gleichzeitig wird durch die Art des Gases und die Höhe des Gasdruckes die Spannungsfestigkeit der Schaltstrecke bestimmt.
- 15 Eine weitere Möglichkeit, die Gefahr des Wiedierzündens des Schaltlichtbogens zu reduzieren, besteht darin, die Schaltstrecke auf eine Leistungstrennstelle und eine Spannungstrennstelle aufzuteilen. Außerdem kann die
- 20 Schaltleistung durch mehrere in Reihe liegende Schaltstrecken realisiert werden. Hierdurch hat jede Schaltstrecke unmittelbar nach dem Stromnulldurchgang einen bestimmten Spannungswert zu tragen.

- Ein anderes bekanntes Verfahren benutzt für die Löschung
- 25 des Schaltlichtbogens eine Vakuumkammer mit einem Innendruck von 10^{-3} bis 10^{-8} Torr. Der Schaltlichtbogen brennt unter Vakuum im Metалldampf und führt unter der Wirkung des eigenen Magnetfeldes eine, meist kreisende, Bewegung aus. Der Metалldampf kondensiert an dafür vorgesehenen
- 30 metallischen Schirmen, was im Nulldurchgang des Stromes bei der hier vorliegenden verringerten Ladungsträgerdichte zur Löschung des Schaltlichtbogens führt.

- Ferner bekannt ist es, durch den nach der Kontakt-
- 35 trennung entstandenen Schaltlichtbogen eine Flüssigkeit

zu verdampfen. Nachdem sich ein hinreichend hoher Druck aufgebaut hat, wird für eine plötzliche Entspannung des Gasvolumens gesorgt. Der Dampf kondensiert in feinen Tröpfchen und verringert durch eine Anlagerung die Beweglichkeit der freien Ladungsträger, so daß ihre Beschleunigung stark behindert wird, wodurch der Schaltlichtbogen erlischt.

10 Bisher hat sich praktisch nur das erstgenannte Verfahren, den Schaltlichtbogen in Wechselwirkung mit einem Gasstrom zu bringen, für die Konstruktion von Schaltkammern mit hohen Nennspannungen als geeignet erwiesen. Alle anderen Verfahren und Schaltprinzipien wurden bisher vorwiegend nur für Mittelspannungsschalter angewendet.

15 Die Beströmung mit einem Löschgas erfordert jedoch einen großen technischen Aufwand für die zentrale Verdichtung und Speicherung oder für die Druckerzeugung während des Ausschaltvorganges. Das Löschrinzip, das die Zersetzung eines Stoffes ausnutzt, hat den Nachteil, daß eine kurz-
20 fristige Revision erforderlich wird. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß zwecks Ableitung der Zersetzungsprodukte die Schaltkammer mit einem die Schaltkammer umgebenden Raum in Verbindung stehen muß.

25 Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen.

Die Erfindung, die in den Ansprüchen näher definiert ist, löst dabei die Aufgabe, ein Verfahren anzugeben, welches es ermöglicht, die Löschung eines zwischen den Kontakten eines Schalters brennenden Schaltlichtbogens zu bewirken,
30 der in einer Löschkammer auftritt, die mit einem Gas gefüllt ist, das auf Grund des hohen Fülldruckes nicht mehr den idealen Gasgesetzen folgt.

Das betrachtete Instabilitätsgebiet gemäß dem Kennzeichen
35 des Anspruches 1 ist durch folgende Bedingung gekennzeichnet:

$$\sum_a \sum_b \frac{\partial^2 F}{\partial N_a \partial N_b} \sigma N_a \sigma N_b \leq 0$$

Darin bedeuten:

a, b = Elektron, Ion, Atom

F = freie Energie des Plasmas

N = Teilchenzahl

5 ∂ = partielle Ableitung

δ = kleine Änderung von N_a oder N_b

Nach der erfolgten Druckerhöhung im Sinne des erfindungs-
gemäßen Verfahrens muß die Temperatur des Plasmas immer
10 kleiner als die kritische Temperatur des nichtidealen Plas-
mas sein. Bei der kritischen Temperatur besitzt die zuge-
hörige Isotherme einen Wendepunkt. Die zulässige Größe der
Temperaturerhöhung ist im wesentlichen abhängig von der
Größe der Schaltleistung, dem verwendeten Löschgas und dessen
15 Ausgangsdruck in der Löschkammer, denn diese bestimmen das
erforderliche Maß der Reduzierung der elektrischen Leitfähig-
keit des sich zwischen den Kontakten befindenden Gases.
Als Löschgas kommt Xenon in Betracht. Bei diesem Gas ist
eine Druckerhöhung auf mindestens 1800 MPa bei einer Tem-
20 peraturerhöhung bis auf maximal 12000 K vorzunehmen und
der während des Schaltvorganges aufzubringende negative
Druckimpuls muß zu einer Absenkung des Druckes auf minde-
stens 1500 MPa führen.

Die Erfindung sieht auch die Verwendung von Zäsium als
25 Löschgas vor. Bei diesem Gas ist eine Druckerhöhung auf
mindestens 20 MPa bei einer Temperaturerhöhung bis auf
maximal 9500 K erforderlich und der aufzubringende nega-
tive Druckimpuls muß den Druck in der Löschkammer auf
mindestens 10 MPa während des Schaltvorganges absenken.

30 Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann in Durch-
führung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Lösch-
kammer zum Zeitpunkt der Einleitung eines Ausschaltvor-
ganges, nachdem die Löschkammer zuvor unter einem ver-
gleichsweise kleinen statischen Druck von einigen 0,1 MPa
35 gehalten wird, ein definierter Druckanstieg herbeigeführt

werden, indem entweder gespeichertes, hochgespanntes Schaltmedium über ein steuerbares Schnellventil durch einen vorzugsweise in dem feststehenden Kontakt befindlichen Kanal in die Löschkammer eingebracht wird oder

5 aber durch Zündung eines beispielsweise durch den feststehenden Kontakt eingebrachten Sprengstoffelementes. Dabei wird eine weitere Erhöhung des Druckes in der Löschkammer durch den nach der Kontakttrennung entstehenden Schaltlichtbogen verursacht.

- 10 Wird ein definierter Druckanstieg durch Zündung eines Sprengstoffelementes herbeigeführt, so wird kurz vor Beendigung des Schaltvorganges über ein schnelles, steuerbares Ausströmventil das Gemisch aus Sprengstoffgasen und ursprünglichem Schaltmedium aus der Löschkammer
- 15 herausgelassen und über ein Rückschlagventil durch ein neues Schaltmedium ersetzt.

- Da die Löschkammer nach jedem Ausschaltvorgang und während des Einschaltvorganges nur unter einem vergleichsweise
- 20 kleinen statischen Druck von einigen 0,1 MPa gehalten wird, ist im eigentlichen Hochdruckvorratstank kein sehr hoher statischer Druck mehr notwendig, so daß an die Auslegung des Hochdruckvorratstankes keine besonders hohen Bedingungen mehr gestellt zu werden brauchen. Daraus ergibt sich aber auch, daß für den Einschaltvorgang nur noch
- 25 verhältnismäßig wenig Kraft benötigt wird, so daß der Einschaltvorgang über einen Federkraftspeicher vorgenommen wird, indem der bewegliche Kontakt durch vorzugsweise einen mit dem Federkraftspeicher indirekt in Verbindung
- 30 stehenden beweglichen Prall- und Schubkörper in die Einschaltstellung bewegt wird.

- Obwohl die Löschkammer nach jedem Ausschaltvorgang und während des Einschaltvorganges unter einem vergleichsweise kleinen statischen Druck gehalten wird, ist eine
- 35 ausreichende Spannungsfestigkeit der Schaltstrecke gesichert, da beim Einschaltvorgang das Volumen der Lösch-

kammer sich verkleinert, was eine Erhöhung des Druckes zur Folge hat.

In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, durch das eine Reduzierung der elektrischen Leitfähigkeit des Schaltlichtbogenplasmas bewirkt wird, kann der auf das nichtideale Plasma aufgebrachte negative Druckimpuls durch eine Volumenvergrößerung der Löschkammer und/oder durch eine definierte Drucksenkung in der Löschkammer herbeigeführt werden, indem die Volumenvergrößerung durch Herausbewegung eines oder beider Kontakte aus der Löschkammer durch Expansion des Schaltmediums über ein schnelles, steuerbares Ausströmventil vorgenommen wird. Wird der auf das nichtideale Plasma aufgebrachte negative Druckimpuls durch eine definierte Drucksenkung in der Löschkammer herbeigeführt, indem die Drucksenkung in der Löschkammer durch Expansion des Schaltmediums über ein schnelles, steuerbares Ausströmventil erfolgt, so wird nach jedem Ausschaltvorgang über ein weiteres Ventil der ursprüngliche stationäre Druck in der Löschkammer wieder neu hergestellt.

Die definierte Drucksenkung durch Expansion des Schaltmediums über das schnelle, steuerbare Ausströmventil dient im wesentlichen dazu, um unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens einen Hochspannungsleistungsschalter bereitzustellen, der alle international festgelegten Schaltfälle beherrscht. Denn um beispielsweise kleine (induktive) Ströme ohne Stromabriß schalten zu können, ist es notwendig, den Plasmadruck in der Löschkammer definiert zu senken. Daraus ergibt sich, daß die Öffnungsdauer des schnellen, steuerbaren Ausströmventils in Abhängigkeit vom stationären Druck in der Löschkammer bestimmt wird.

Selbstverständlich ist es erforderlich, daß bei der Verwirklichung des erfindungsgemäßen Verfahrens der beweg-

liche Kontakt - kommen zwei bewegliche Kontakte zur Anwendung, so trifft das für beide zu - in den beiden Endstellungen durch eine automatische mechanische Ver- und Entriegelung gesichert wird. Erst nach der Entriegelung ist der Bewegungsprozeß des Kontaktes einzuleiten.

Die Erfindung soll nachstehend an mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

- 10 Fig. 1: ein Diagramm, das die thermodynamischen Eigenschaften von Xenon aufzeigt, wie bei konstantem Druck die Elektronendichte in Abhängigkeit von der Temperatur sich ändert,
- 15 Fig. 2: einen Schnitt eines Hochspannungsleistungsschalters, bei dem der negative Druckimpuls durch eine Volumenvergrößerung der Löschkammer erfolgt,
- Fig. 3: einen Schnitt eines Hochspannungsleistungsschalters, bei dem zur Herbeiführung des negativen Druckimpulses neben der Volumenvergrößerung eine definierte Drucksenkung in der Löschkammer vorgenommen wird,
- 20 Fig. 4: einen Schnitt eines Hochspannungsleistungsschalters, bei dem ein definierter Druckanstieg in der Löschkammer durch über den feststehenden Kontakt eingeleitetes hochgespanntes Schaltmedium erfolgt,
- 25 Fig. 5: einen Schnitt eines Hochspannungsleistungsschalters, bei dem ein definierter Druckanstieg in der Löschkammer durch Zündung eines Sprengstoffelementes erfolgt.

30

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Diagramm wird zunächst davon ausgegangen, daß eine nicht weiter dargestellte Löschkammer mit einem Gas unter einem definierten Druck gefüllt ist. Als Gas findet das einatomige Gas Xenon (Xe) Anwendung. Der in der Löschkammer vor einem Schaltvorgang herrschende Druck liegt bei Werten, bei denen das Xe-Gas

35

sich noch wie ein ideales oder auch schon nichtideales Gas verhält. Durch den im Augenblick des einsetzenden Schaltvorganges entstehenden Schaltlichtbogen erfolgt eine Abgabe von freier Energie aus dem Schaltlichtbogen an das Gas. Es erhöhen sich der Druck und die Temperatur des Gases bei geringfügig durch das Betätigen des ebenfalls nicht dargestellten beweglichen Kontaktes herbeigeführter Volumenvergrößerung der Löschkammer. Die Druckerhöhung muß auf einen solchen Wert führen, bei dem die abgegebene Energie des Schaltlichtbogens an das Gas den Arbeitspunkt für den nachfolgenden Verfahrensschritt oberhalb des Instabilitätsbereiches des Gases gewährleistet und bei nachfolgend eingeleiteter plötzlicher Druckabsenkung die erforderliche Größenordnung der Reduzierung der elektrischen Leitfähigkeit des Lichtbogenplasmas gesichert ist.

Die vorgesehene Druckerhöhung soll im Beispiel zu einem Druck von 3000 MPa bei einer Temperaturerhöhung bis auf 10^4 K führen (siehe Fig. 1). Bei Erreichen dieses Arbeitspunktes wird zu einem definierten Zeitpunkt nach Entstehen des Schaltlichtbogens ein negativer Druckimpuls aufgegeben, der den Druck in der Löschkammer auf einen Wert von 2000 MPa herabsetzt. Im Augenblick des wirkenden Druckimpulses sinkt spontan die elektrische Leitfähigkeit des Gases bis auf einen Wert unterhalb des Instabilitätsbereiches ab, wobei alle thermodynamischen Zustandsänderungen durch das Instabilitätsgebiet laufen. Beim Durchlaufen dieses Instabilitätsgebietes findet ein Phasenübergang, der Mottübergang von einem Plasma mit hohem Ionisationsgrad zu einem mit niedrigem Ionisationsgrad statt. Der damit verbundene Leitfähigkeitssprung tritt in mehreren Größenordnungen auf, auch unter Berücksichtigung einer Energiezuführung durch den Schaltlichtbogen selbst. Die eintretende Strombegrenzung als Folge der

Reduzierung der Leitfähigkeit des Lichtbogenplasmas bewirkt, daß der Schaltlichtbogen im Stromnulldurchgang erlischt und danach nicht wiederzündet.

- 5 Zu Beginn des Löschvorganges werden bei dem Hochspannungsleistungsschalter nach Fig. 2 die Kontakte 1;2 getrennt, ohne das Volumen der Löschkammer 3 merklich zu vergrößern. Durch den entstehenden Schaltlichtbogen werden der Druck und die Temperatur bis zu den notwendigen Ausgangswerten
- 10 erhöht. Danach wird eine gesteuerte Volumenvergrößerung eingeleitet, die durch Hinausbewegen des beweglichen Kontaktes 2 aus der Löschkammer 3 erreicht wird. In der hochdruckbelastbaren Löschkammer 3 befindet sich ein ausgewähltes Schaltmedium (z. B. Gas) unter einem Anfangsdruck P_1
- 15 und einer Temperatur T_1 . Das Löschkammervolumen $V_1(x)$ ist abhängig von der Stellung des beweglichen Kontaktes 2. Der Antrieb des beweglichen Kontaktes 2 erfolgt durch ein Volumen V_2 , indem der Druck P_2 mit einem Steuerventil 4 einstellbar ist. Dieses steuerbare Volumen V_2 befindet
- 20 sich in einem Hochdruckantriebsteil 5. Für den Schließvorgang der Schaltstrecke wird bei geschlossenem Steuerventil 4 über ein weiteres Ventil 6 aus einem Hochdruckvorratstank 7 Gas entnommen, so daß $P_2 > P_1$ wird.
- 25 Damit beim Abschaltvorgang kein Gas in Richtung des Hochdruckvorratstankes 7 strömen kann, befindet sich hinter dem Prallkörper 8 ein Rückschlagventil 9. Soll zu einem definierten Zeitpunkt der Abschaltvorgang beginnen, so muß die Spule 10 des Steuerventils 4 angesteuert werden, da sonst
- 30 durch die Andrückfeder 11 das Volumen V_2 geschlossen bleibt. Erst bei Stromfluß durch die Spule 10 öffnet das Steuerventil 4, so daß $P_2 < P_1$ wird, wodurch der bewegliche Kontakt 2 sich aus der Löschkammer 3 bewegt. Kurz nach dem Trennen der Kontakte 1;2 entsteht ein Schaltlichtbogen in
- 35 der Löschkammer 3, wodurch der Anfangsdruck P_1 um einen Faktor erhöht wird, der aber im wesentlichen abhängig ist

vom Abschaltstrom und dem Schaltmedium der Löschkammer 3. Bei Stromnulldurchgang tritt eine merkliche Abkühlung des Plasmas in der Löschkammer 3 auf und bei gleichzeitiger Vergrößerung des Kammervolumens V_1 , durch das Herausbewegen des beweglichen Kontaktes 2 tritt der beabsichtigte Plasma-
5 phasenübergang auf. Es kommt somit zu einer sehr schnellen Senkung der Ladungsträgerdichte, so daß ein Wiedierzünden des Schaltlichtbogens verhindert wird. Somit ist es möglich, einen Schaltlichtbogen beim Stromnulldurchgang erfolgreich zu löschen, ohne daß eine Beblasung der Schalt-
10 strecke notwendig wird.

Bei dem Hochspannungsleistungsschalter nach Fig. 3 erfolgt zur Herbeiführung des negativen Druckimpulses auch wieder eine Volumenvergrößerung der Löschkammer 3, indem der bewegliche Kontakt 2 aus der Löschkammer 3 hinausbewegt wird. Zusätzlich ist jedoch eine definierte Drucksenkung in der Löschkammer 3 durch Expansion des Schaltmediums über das schnelle, steuerbare Ausströmventil 12 vorgesehen, dessen
20 Öffnungsdauer in Abhängigkeit vom stationären Druck in der Löschkammer 3 bestimmt wird. Ist der Ausschaltvorgang beendet, so wird über ein weiteres Ventil 13 der ursprüngliche stationäre Druck in der Löschkammer 3 wieder neu hergestellt. Das Schaltmedium kann dazu entweder aus dem
25 Hochdruckvorratstank 7 entnommen werden oder ist aus einem weiteren, nicht weiter dargestellten Hochdruckbehälter zu entnehmen. Dieser wiederum kann nachgefüllt werden durch erneute Kompression des Schaltmediums mit einem Kompressor, der das aufgefangene Schaltmedium aus einem ebenfalls nicht
30 weiter dargestellten Behälter nach Ausströmung über das schnelle, steuerbare Ausströmventil 12 wiederverwendet.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Hochspannungsleistungsschalter wird zum Zeitpunkt der Einleitung des Ausschaltvorganges in der Löschkammer 3 ein definierter Druckanstieg
35 herbeigeführt, indem in einem Hochdruckgefäß 14 gespeicher-

tes, hochgespanntes Schaltmedium über ein steuerbares Schnellventil 15 durch den in dem feststehenden Kontakt 1 befindlichen Kanal 16 in die Löschkammer 3 eingebracht wird, so daß es mit Hilfe des steuerbaren Schnellventils 15
5 möglich ist, die Schaltstrecke kurzzeitig in Abhängigkeit vom zu schaltenden Strom zu beaufschlagen. Das einströmende Schaltmedium innerhalb der Löschkammer 3 prallt auf den beweglichen Kontakt 2 und verursacht eine Hinausbeschleunigung des beweglichen Kontaktes 2 aus der Löschkammer 3,
10 wenn sich das Steuerventil 4 im geöffneten Zustand befindet. Der nach der Kontakttrennung entstehende Schaltlichtbogen verursacht dann eine weitere Erhöhung des Druckes in der Löschkammer 3. Eine schnelle Drucksenkung in der Löschkammer 3 wird nicht nur durch Vergrößerung
15 des Volumens in der Löschkammer 3 erreicht, indem der bewegliche Kontakt 2 aus der Löschkammer 3 herausbewegt wird, sondern auch durch gezieltes Herauslassen des Schaltmediums über das schnelle, steuerbare Ausströmventil 12. Obwohl die Fig. 4 einen Hochspannungsleistungsschalter zeigt, der auch für den Einschaltvorgang einen Druckgasantrieb vorsieht, kann dieser Einschaltvorgang
20 auch durch einen Federkraftspeicherantrieb erfolgen, da die Löschkammer 3 nur noch unter einem Druck von einigen 0,1 MPa steht.

25

Gemäß dem Hochspannungsleistungsschalter nach Fig. 5 wird zur Herbeiführung des definierten Druckanstieges innerhalb der Löschkammer 3 durch den feststehenden Kontakt 1 ein Sprengstoffelement 17 in Form einer Tablette durch ein
30 Transportgefäß 18 eingebracht, die zu einem definierten Zeitpunkt gezündet wird. Nach Zündung dieser entsteht in Abhängigkeit von der Sprengstoffmenge eine kurzzeitige Druckerhöhung und der bewegliche Kontakt 2 wird aus der Löschkammer 3 herausbeschleunigt. Kurz vor Ende des Schaltvorganges ist über ein schnelles, steuerbares Ausström-
35 ventil 19 das Gemisch aus Sprengstoffgasen und ursprüng-

lichem Schaltmedium in der Löschkammer 3 schnell herauszulassen und durch ein neues Schaltmedium zu ersetzen. Dieser Gasaustauschprozeß wird eingeleitet durch das Öffnen des schnellen, steuerbaren Ausströmventiles 19. Das Rückschlagventil 20 ist so eingestellt, daß bei Absenkung des Druckes in der Löschkammer 3 auf einen festgelegten Druck, beispielsweise einige 0,1 MPa, sich das Rückschlagventil 20 öffnet. Nach einer aus Experimenten bestimmten Zeitdauer für den Gesamtaustausch- und Spülprozeß wird das schnelle, steuerbare Ausströmventil 19 geschlossen, so daß sich wieder ein sehr hochspannungsfestes Schaltmedium in der Löschkammer 3 befindet.

Der Einschaltvorgang erfolgt über einen Federkraftspeicherantrieb 21, indem der bewegliche Kontakt 2 mit Hilfe des Kraftübertragungselementes 22 in die Einschaltstellung bewegt wird.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Löschen eines Schaltlichtbogens in
einer gasgefüllten Löschkammer (3) von elektrischen
5 Schaltern,
dadurch gekennzeichnet,
daß vor oder/und während eines Schaltvorganges durch
innere oder äußere Mittel oder/und durch die freie
Energie des brennenden Schaltlichtbogens in der Lösch-
10 kammer (3) ein Druckanstieg bis auf einen oberhalb des
Instabilitätsbereiches eines nichtidealen Plasmas lie-
genden Wert herbeigeführt wird und nach Erreichen der
dazu erforderlichen Druck- und Temperaturwerte während
des Schaltvorganges ein derart negativer, vom jeweils
15 verwendeten Gas abhängiger Druckimpuls auf das nicht-
ideale Plasma aufgebracht wird, daß ein Phasenüber-
gang von einem Plasma mit hoher Elektronendichte ober-
halb des Instabilitätsbereiches zu einem mit niedriger,
unterhalb des Instabilitätsbereiches liegender Elektro-
20 nendichte eintritt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem Xenon als Löschgas
Verwendung findet und vorzugsweise eine Druckerhöhung
auf mindestens 1800 MPa bei einer Temperaturerhöhung
25 bis auf maximal 12000 K vorgenommen wird und daß wäh-
rend des Schaltvorganges ein negativer Druckimpuls
aufgebracht wird, der zu einer Absenkung des Druckes
auf mindestens 1500 MPa führt.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem Zäsium als Lösch-
gas Verwendung findet und vorzugsweise eine Drucker-
höhung auf mindestens 20 MPa bei einer Temperaturer-
höhung bis auf maximal 9500 K vorgenommen wird und daß
während des Schaltvorganges ein negativer Druckimpuls
35 aufgebracht wird, der zu einer Absenkung des Druckes
auf mindestens 10 MPa führt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der auf das nicht-ideale Plasma aufgebrachte negative Druckimpuls durch eine Volumenvergrößerung der Löschkammer (3) und/oder durch eine definierte Drucksenkung in der Löschkammer (3) herbeigeführt wird, indem die Volumenvergrößerung durch Herausbewegung eines oder beider Kontakte (1;2) aus der Löschkammer (3) erfolgt und die definierte Drucksenkung in der Löschkammer (3) durch Expansion des Schaltmediums über ein schnelles, steuerbares Ausströmventil (12) vorgenommen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem bei definierter Drucksenkung in der Löschkammer (3) durch Expansion des Schaltmediums über ein schnelles, steuerbares Ausströmventil (12) nach jedem Ausschaltvorgang über ein weiteres Ventil (13) der ursprüngliche stationäre Druck in der Löschkammer (3) neu hergestellt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 und 5, bei dem die Öffnungsdauer des schnellen, steuerbaren Ausströmventils (12) in Abhängigkeit vom stationären Druck in der Löschkammer (3) bestimmt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in der Löschkammer (3) zum Zeitpunkt der Einleitung eines Ausschaltvorganges, nachdem die Löschkammer (3) zuvor unter einem vergleichsweise kleinen statischen Druck von einigen 0,1 MPa gehalten wird, ein definierter Druckanstieg herbeigeführt wird, indem entweder gespeichertes, hochgespanntes Schaltmedium über ein steuerbares Schnellventil (15) durch einen vorzugsweise in dem feststehenden Kontakt (1) befindlichen Kanal (16) in die Löschkammer (3) eingebracht wird oder aber durch Zündung eines beispielsweise durch den feststehenden Kontakt (1) eingebrachten Sprengstoffelementes (17).

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei in Herbeiführung eines definierten Druckanstieges durch Zündung eines Sprengstoffelementes (17) kurz vor Beendigung des Schaltvorganges über ein schnelles, steuerbares Ausströmventil (19) das Gemisch aus Sprengstoffgasen und ursprünglichem Schaltmedium aus der Löschkammer (3) herausgelassen und über ein Rückschlagventil (20) durch ein neues Schaltmedium ersetzt wird.
- 5
- 10 9. Verfahren nach Anspruch 7 und 8, bei dem durch den nach der Kontakttrennung entstehenden Schaltlichtbogen eine weitere Erhöhung des Druckes in der Löschkammer (3) erfolgt.
- 15 10. Verfahren nach Anspruch 7 bis 9, bei dem der Einschaltvorgang über einen Federkraftspeicher (21) vorgenommen wird, indem der bewegliche Kontakt (2) durch vorzugsweise ein mit dem Federkraftspeicher (21) indirekt in Verbindung stehendes bewegliches Kraftübertragungselement (22) in die Einschaltstellung bewegt wird.
- 20

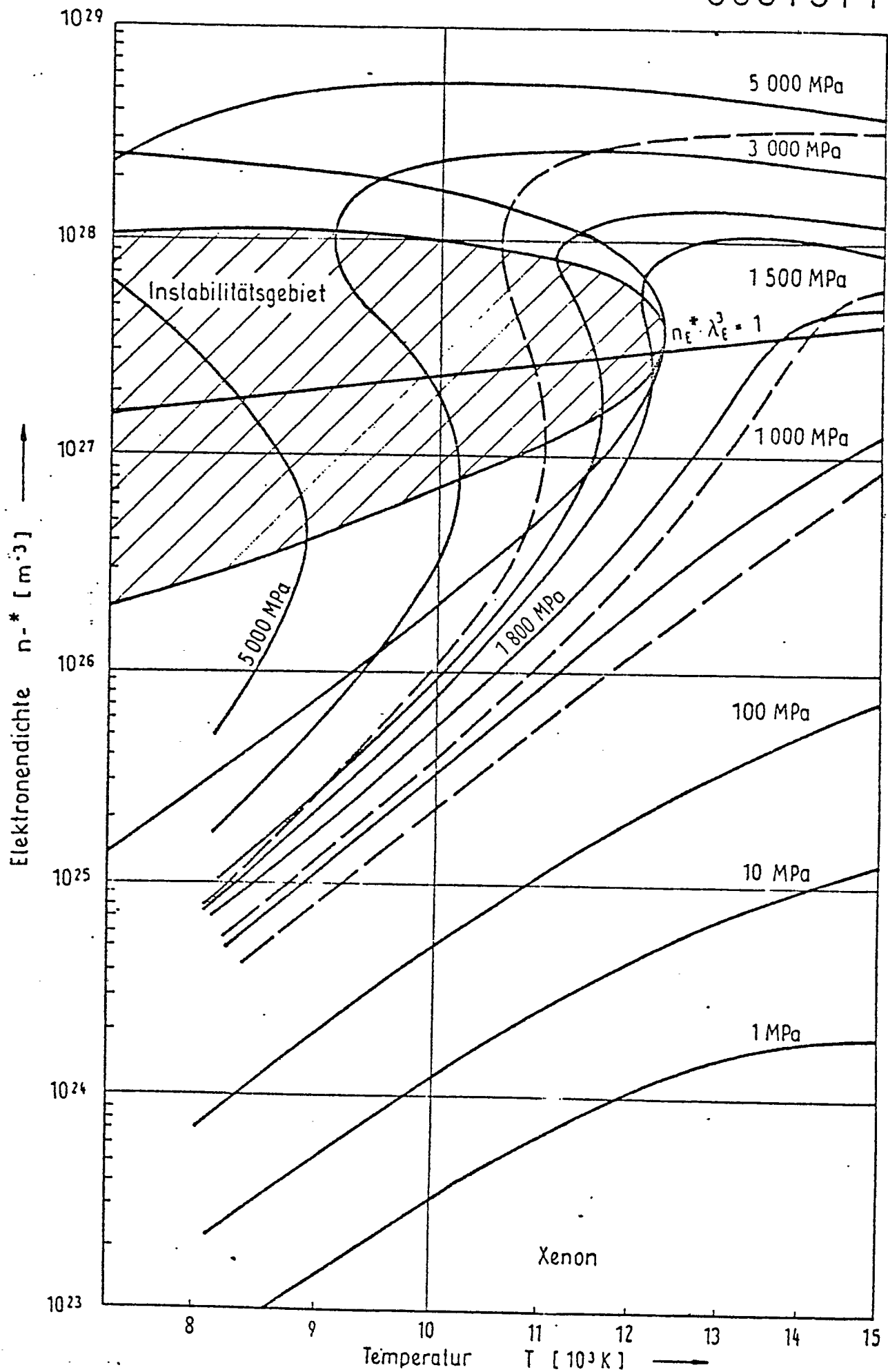


Fig.1

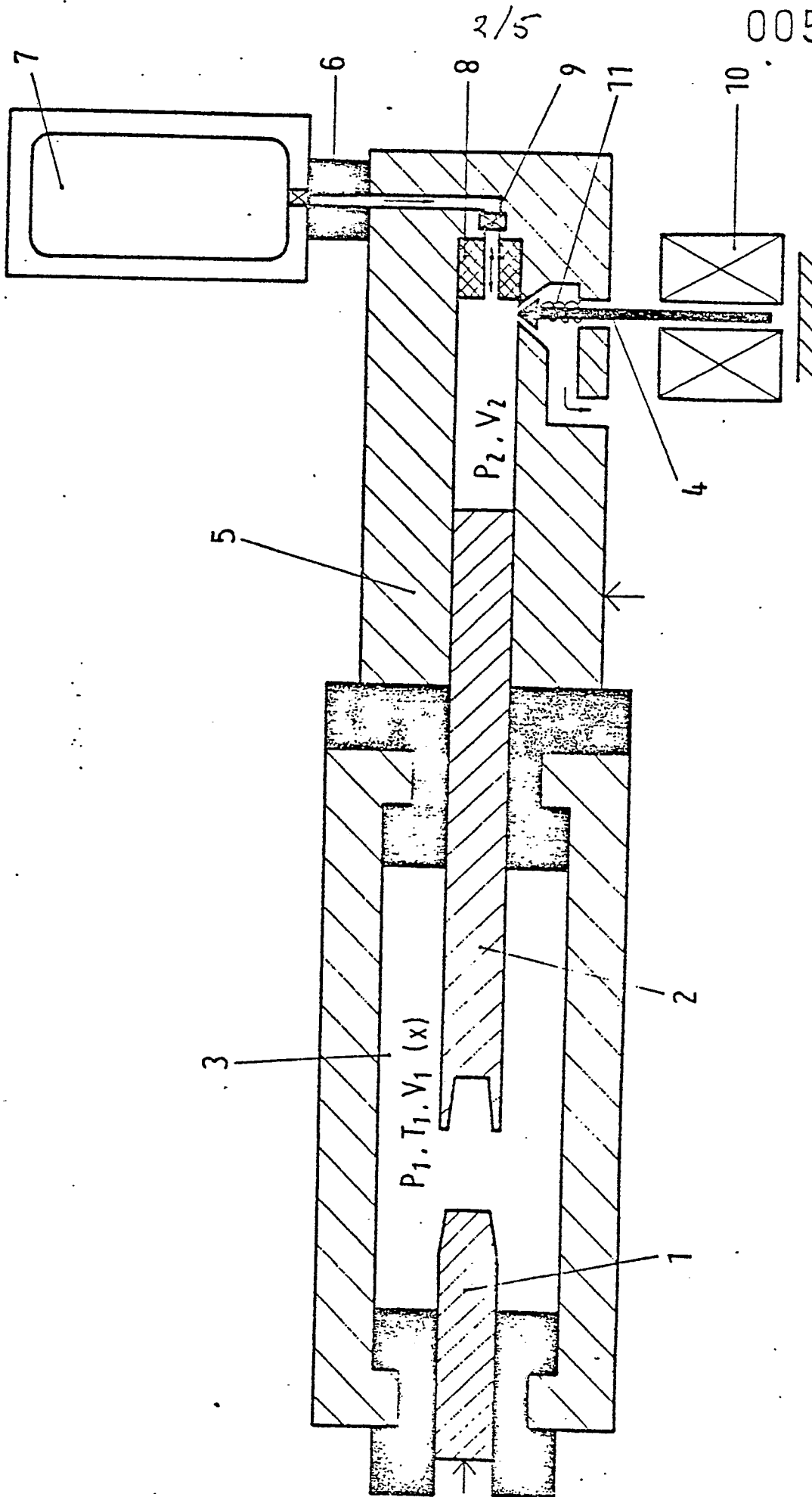


Fig. 2

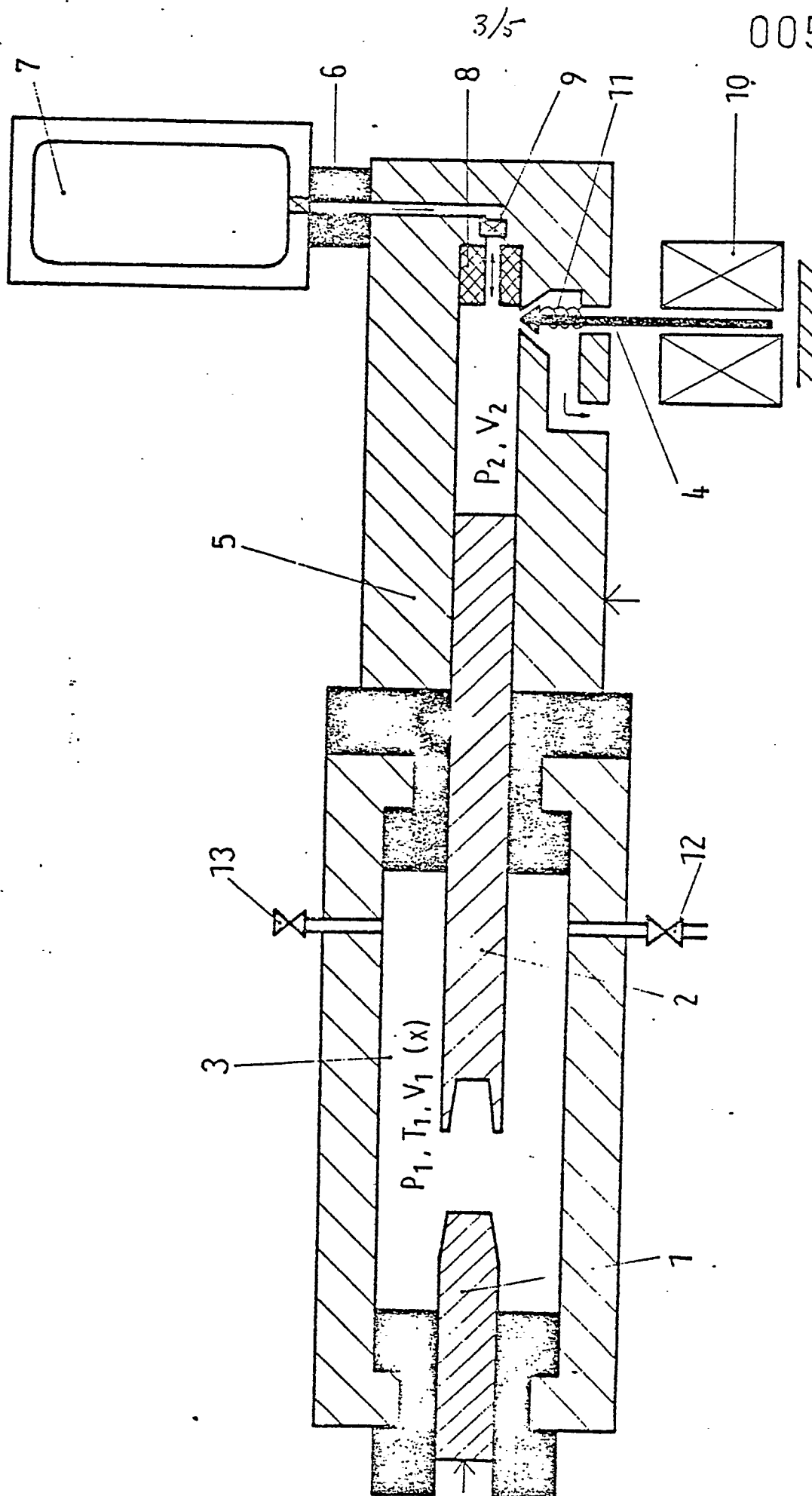


Fig. 3



Fig. 4