



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: H 01 H 33/04
H 01 H 33/74

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪

646 271

⑳ Gesuchsnummer: 3212/78

㉔ Anmeldungsdatum: 23.03.1978

㉓ Priorität(en):
24.03.1977 JP 52-32934
24.03.1977 JP 52-32935
24.03.1977 JP 52-32931
24.03.1977 JP 52-32932
24.03.1977 JP 52-32926
24.03.1977 JP 52-32929
24.03.1977 JP 52-32909
24.03.1977 JP 52-32915
24.03.1977 JP 52-32901
24.03.1977 JP 52-32902
24.03.1977 JP U/52-36165
24.03.1977 JP U/52-36166
14.06.1977 JP 52-70687
21.07.1977 JP 52-88074

㉔ Patent erteilt: 15.11.1984

㉕ Patentschrift
veröffentlicht: 15.11.1984

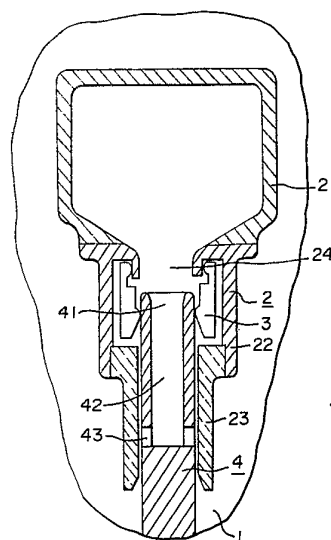
㉗ Inhaber:
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha,
Chiyoda-ku/Tokyo (JP)

㉘ Erfinder:
Masami, Kii, Amagasaki-shi (JP)

㉙ Vertreter:
Walter Fr. Moser Patent Service S.A., Genève

⑤④ Stromkreisunterbrecher mit einem Strömungsmedium für die Lichtbogenlöschung.

⑤⑦ Es wird ein Stromkreisunterbrecher geschaffen, welcher zwei Kontakte (3, 4) umfasst, die relativ zueinander bewegt werden können und voneinander getrennt werden können sowie ein Strömungsmedium für die Lichtbogenextinktion. Eine Druckkammer (21) ist vorgesehen, welche das Strömungsmedium für die Lichtbogenextinktion erhält. Ein Strömungsmitteldurchgang (42) ist bei einer Öffnung (43) verschlossen, bis der bewegliche Kontakt (4) um eine bestimmte Strecke bewegt ist. Sobald der bewegliche Kontakt (4) über die bestimmte Strecke hinausbewegt ist, wird die Öffnung (43) freigegeben und so der Strömungsmitteldurchgang (42) geöffnet, so dass das Strömungsmittel aus der Druckkammer (21) entweichen kann und dabei den Lichtbogen beströmt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Stromkreisunterbrecher mit einem Paar Kontakten, welche relativ zueinander bewegbar und voneinander trennbar sind, und mit einem Strömungsmedium für die Lichtbogenlöschung, gekennzeichnet durch eine Druckkammer (21; 60, 65; 92, 94; 119), in die das durch den Lichtbogen gebildete Hochdruckströmungsmedium einströmt und durch einen Auslass (43; 70; 101; 117) für das Strömungsmedium, welcher verschlossen ist, bis der bewegbare Kontakt (4; 61; 98; 114) um eine bestimmte Strecke bewegt ist, und welcher bei dessen weiterer Bewegung freiliegt, so dass das Hochdruckströmungsmedium aus der Druckkammer (21; 60, 65; 92, 94; 119) unter Bestromung des Lichtbogens ausströmt.

2. Stromkreisunterbrecher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslass (43; 70; 101; 117) in dem bewegbaren Kontakt (4; 61; 98; 114) ausgebildet ist, welcher von einer isolierenden Strömungsführung (23; 62; 93; 120) umgeben ist, deren Länge so gewählt ist, dass der verschlossene Zustand des Auslasses (43; 70; 101; 117) aufrechterhalten bleibt, bis der bewegbare Kontakt (4; 61; 98; 114) um die bestimmte Strecke bewegt ist.

3. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckkammer (21; 60, 65; 91, 94) über dem Lichtbogen angeordnet ist.

4. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen verengten Durchgang (24; 75) zwischen der Druckkammer (21; 60, 65) und dem Raum, in dem der Lichtbogen brennt.

5. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslass (43; 70; 101; 117) in der Wandung des teilweise hohl ausgebildeten beweglichen Kontakts (4; 61; 98; 114) ausgebildet ist.

6. Stromkreisunterbrecher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass am Ende des beweglichen Kontakts (4; 61; 98; 114) eine Düse (41; 68; 99; 115) ausgebildet ist.

7. Stromkreisunterbrecher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslass (43; 70; 101; 117) mit der Düse (41; 68; 99; 115) verbunden ist.

8. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 5 bis 7, gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Auslässen (43; 70; 101; 117) in der Wandung des teilweise hohl ausgebildeten beweglichen Kontakts (4; 61; 98; 114).

9. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in dem teilweise hohl ausgebildeten beweglichen Kontakt (4; 61; 98; 114) ein Drucksteuerventil (121) untergebracht ist, welches geöffnet wird, wenn der Druck einen bestimmten Wert übersteigt.

10. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch ein Druckventil (5), welches die Druckkammer (21; 60, 65; 92, 94; 119) verschliesst, sobald ihr Innendruck einen bestimmten Wert übersteigt.

11. Stromkreisunterbrecher nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Druckventil (5) im oberen Bereich der Druckkammer (21; 60, 65; 92, 94; 119) angeordnet ist.

12. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die obere Wandung der Druckkammer (21; 60, 65; 92, 94; 119) schräg verläuft und das Druckventil (5) im Bereich der höchsten Stelle angeordnet ist.

13. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch einen kegelförmigen Ring (95) im Strömungsweg des Strömungsmediums vom Lichtbogen zur Druckkammer (21; 60, 65; 92, 94; 119), welcher die Rückströmung behindert.

14. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass in Richtung der Bewegung des bewegbaren Kontakts (4; 61; 98; 114) eine Vielzahl von Druckkammern hintereinander angeordnet sind (Fig. 16).

15. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsführung (23; 62; 93; 120) aus einem lichtbogenfesten Material besteht.

16. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung der Druckkammer (21; 60, 65; 92, 94; 119) aus einem wärmeleitfähigen Material besteht.

17. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass Rippen (211, 212) auf der Innenseite und/oder auf der Aussenseite der Aussenwandung der Druckkammer (21; 60, 65; 92, 94; 119) ausgebildet sind.

18. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckkammer (60, 65; 92, 94) in eine innere Druckkammer (65, 94) und eine äussere Druckkammer (60, 92) unterteilt ist, so dass das Hochdruckgas zunächst in die innere Druckkammer und danach in die äussere Druckkammer strömt.

19. Stromkreisunterbrecher nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Druckkammer (65; 94) von der äusseren Druckkammer (60, 92) durch eine zylindrische Wandung getrennt ist.

20. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 18 oder 19, gekennzeichnet durch einen den bewegbaren Kontakt (61; 98) umgebenden Mantel (66; 96), welcher eine direkte Druckbeaufschlagung der äusseren Druckkammer (60; 92) durch den Lichtbogen verhindert.

21. Stromkreisunterbrecher nach einem der Ansprüche 18 bis 20, gekennzeichnet durch ein Ventil (80), welches bei Übersteigen eines bestimmten Druckwertes die Verbindung zwischen der inneren Druckkammer (65) und der äusseren Druckkammer (60) unterbricht.

22. Stromkreisunterbrecher nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (80) mit einer Feder (81) beaufschlagt ist.

Die Erfindung betrifft einen Stromkreisunterbrecher mit einem Paar Kontakte, welche relativ zueinander bewegbar und voneinander trennbar sind und mit einem Strömungsmedium für die Lichtbogenlöschung.

Bei herkömmlichen Stromkreisunterbrechern wird ein Strömungsmittel mit ausgezeichneten Lichtbogenextinktionseigenschaften verwendet und dieses Strömungsmittel verpufft zum Lichtbogen hin, so dass der Lichtbogen abgekühlt und diffundiert wird. Hierdurch wird die Lichtbogenlöschfunktion verbessert.

Es wurde vorgeschlagen, ein Puffersystem zu verwenden, wobei eine Puffereinrichtung durch Verriegelung mit der Unterbrecherbetätigung betätigt wird. Alternativ verwendet man ein Doppeldrucksystem, bei dem eine Hochdruckquelle vorgesehen ist, welche im Normalzustand einen komprimierten Gasraum mit hohem Druck aufrechterhält. Bei Öffnung eines Ventils, welches mit der Unterbrecherbetätigungseinrichtung verriegelt ist, wird das unter Druck stehende Gas zum Verpuffen gebracht.

Das Puffersystem erfordert eine grosse Leistung für den Betrieb, da die Puffereinrichtung mechanisch durch Verriegelung mit der Betätigungseinrichtung für den Unterbrecher betrieben werden muss. Die Puffereinrichtung erfordert eine grosse Energie oder Leistung für die Lichtbogenextinktion und dieser Energiebedarf wird je nach dem Lichtbogenstrom erhöht. Daher muss die Betätigungseinrichtung gross dimensioniert sein und die Festigkeit des Übertragungsmechanismus muss hoch sein. Andererseits kommen in der Hauptsache Stromunterbrechungen in den Fällen eines geringen Lichtbo-

genstroms oder in nicht-belasteten Fällen vor, wobei die Pufferbelastung recht gering ist. Bei einem Mechanismus mit hoher Betätigungsleistung wird eine überschüssige Betätigungsleistung aufgewendet (Beschleunigung im abnormalen Zustand), wobei eine übermässige Pufferwirkung zur Unterbrechung des Stroms aufgewendet wird. Diese starke Stromunterbrechungswirkung wird mit einem Apparat grosser Kapazität bewirkt und es wird eine abnormale Spannung hervorgerufen. Daraus ergeben sich eine Vielzahl von Nachteilen praktischer und wirtschaftlicher Natur.

Bei dem Doppeldrucksystem ist eine aufwendige Struktur der Doppeldruckeinrichtung erforderlich sowie Zusatzeinrichtungen, nämlich ein Ventil und ein Kompressor und Steuereinrichtungen derselben. Daher ist die Struktur gross dimensioniert und kompliziert. Zur Überwindung dieser Nachteile der herkömmlichen Vorrichtung wurde ein neues System vorgeschlagen, bei dem eine Hochdruckquelle gebildet wird durch den Druckerhöhungseffekt des Lichtbogens und zwar hauptsächlich der Wärmeenergie desselben und das auf hohen Druck gebrachte Strömungsmedium verpufft durch den Lichtbogenraum während der Phase des Abfallens des Lichtbogenstroms auf Null, wodurch die Lichtbogenextinktion bewirkt wird. Bei einem Unterbrecher vom Eigenlichtbogenextinktionstyp steigt der Druck des Gases in der Lichtbogenextinktionskammer, welche die Kontakte enthält, aufgrund der Lichtbogenenergie an, und zwar durch Zusammenwirken des Gases für die Lichtbogenextinktion und des Lichtbogens. Das Hochdruckgas wird in einer Kammer mit zweckentsprechendem Volumen gespeichert und das Hochdruckgas entlädt sich aus dieser Kammer in den Lichtbogenraum, in Abhängigkeit von dem plötzlichen Druckabfall im Lichtbogen während der Zeit, während der der Lichtbogenstrom sinkt oder bei der Freigabe oder Eliminierung der Verschlussfunktion des Lichtbogens. Aufgrund des gespeicherten Hochdruckgases kommt eine Gasströmung während einer geeigneten Zeitdauer zustande, welche den Lichtbogen löscht.

Bei diesen Unterbrechern ist zur wirksamen Steigerung des Drucks des Gases für die Lichtbogenextinktion in der Lichtbogenextinktionskammer ein feststehender Kontakt und ein beweglicher Kontakt angeordnet und die Kammer liegt im wesentlichen im verschlossenen Zustand vor. Ein Auslass ist am unteren Ende der Lichtbogenextinktionskammer angeordnet. Dieser ist im wesentlichen durch den beweglichen Kontakt verschlossen, und zwar zu dem Zeitpunkt, zu dem die Kontakte sich voneinander trennen. Die Düse für den Gasaustritt wird gebildet, nachdem der bewegliche Kontakt während des Unterbrechungsvorgangs sich über den Auslass hinwegbewegt hat.

Bei diesem System wird die Hochdruckquelle in der Hauptsache durch die Wärmeenergie gebildet, so dass das Hochdruckströmungsmedium auf sehr hohe Temperaturen aufgeheizt wird. Wenn aber das Strömungsmedium für die Lichtbogenextinktion auf hohe Temperaturen aufgeheizt wird, so hat dieses Strömungsmedium eine geringe Dichte, wodurch wiederum die Ionisation beschleunigt wird und die Isolierung herabgesetzt wird. Ferner wird hierdurch der Diffusionseffekt, welcher auf den Lichtbogen ausgeübt wird, herabgesetzt, und darüber hinaus auch der Kühleffekt, so dass der Lichtbogenextinktionseffekt nicht stark zur Ausprägung kommt.

Die Temperatursteigerung führt zu einem Drucksteigerungseffekt, wodurch der Druck erhöht wird. Zur Verbesserung der Funktion muss die Temperatur gesteigert werden, damit der Drucksteigerungseffekt verstärkt wird. Hierdurch wird jedoch die Leitfähigkeit beträchtlich erhöht, welche den Lichtbogenextinktionseffekt mindert. Demzufolge ist der Extinktionseffekt beschränkt und es ist schwierig, eine Einrichtung mit grosser Extinktionskapazität zu schaffen.

Wenn der Unterbrecherstrom gross ist und der Druck in der Lichtbogenextinktionskammer genügend erhöht wird, damit die Lichtbogenextinktion stattfinden kann, so wird doch der Druck in diesem Falle innerhalb der Lichtbogenextinktionskammer auf einen abnormal hohen Wert gesteigert bis der bewegliche Kontakt sich über den Auslass hinweg bewegt und die Düse freigelegt wird. Darüber hinaus wird der Lichtbogen zu stark expandiert, so dass man ein Material mit hoher mechanischer Festigkeit für die Bauteile der Lichtbogenextinktionskammer verwenden muss; diese Bauteile müssen eine komplizierte Gestalt haben. Darüber hinaus ist der Verzehr der Kontakte beträchtlich und die Kontakte müssen häufig ausgetauscht werden. Dies ist vom praktischen Standpunkt nachteilig.

Wenn die Position der Öffnung des Auslasses derart gewählt wird, dass sie an die Unterbrechung eines grossen Stroms angepasst ist, so ist es schwierig, einen genügend hohen Druck in der Lichtbogenextinktionskammer im Falle der Unterbrechung eines geringen Stroms aufzubauen. Wenn z.B. die Erholungsspannung, welche sich nach der Unterbrechung einstellt, beträchtlich hoch ist – z.B. beim Schalten einer Kondensatorbank – so ist der Unterbrechereffekt gering.

Die Aufrechterhaltung des Drucks ist wichtig, und zwar sowohl im direkten System als auch im indirekten System. Im herkömmlichen direkten System ist der Aufbau einfach und wirtschaftlich. Allerdings wird dabei die Temperatur des Strömungsmediums in der Lichtbogenextinktionskammer stark erhöht, da das Strömungsmedium im Lichtbogenraum erhitzt wird und zur Herbeiführung des Druckanstiegs in die Lichtbogenextinktionskammer eintritt. Demzufolge sinkt die Dichte des Strömungsmediums sowie der Diffusionseffekt und der Abkühleffekt und die Isolierung, so dass der Lichtbogenextinktionseffekt gering ist.

Wenn der zu unterbrechende Strom gross ist und eine grosse Energiemenge in den Lichtbogenraum eingeführt wird, so kommt es bei Ausnutzung der gesamten Energiemenge als Quelle für die Anhebung des Drucks zu einer drastischen Steigerung des Drucks des Strömungsmediums für die Lichtbogenextinktion und die Lichtbogenspannung steigt, wodurch die Lichtbogenenergie weiter erhöht wird und das Strömungsmedium im Lichtbogenraum noch weiter aufgeheizt wird und auf sehr hohe Temperaturen gelangt, wodurch wiederum der Druck noch weiter angehoben wird.

Wenn das Strömungsmedium für die Lichtbogenextinktion auf eine hohe Temperatur aufgeheizt wird, so geht der Isoliereffekt gewöhnlich völlig verloren und es kommt zu einer elektrischen Leitfähigkeit und die Erholung der Isolierfunktion ist gering. Darüber hinaus sinkt die Dichte des Strömungsmediums und die Diffusion der Energie in dem Lichtbogenraum ist gering und man erzielt nur sehr schwer eine rasche Abkühlung des auf hohe Temperatur aufgeheizten Strömungsmediums. Daher war es schwierig, diese Funktion zu verbessern und die Kapazität des herkömmlichen Gerätes zu steigern.

Darüber hinaus beruht bei der herkömmlichen Einrichtung der Mechanismus für den Druckanstieg in der Hauptsache auf der direkten Beheizung durch den Lichtbogen. Dieser führt zu einem Heizeffekt und demzufolge zu einem Druckanstiegseffekt und die Temperatur des Strömungsmediums in dem Lichtbogenraum wird stark erhöht. Dieser Temperaturanstieg des Strömungsmediums führt zu einer Senkung von dessen Dichte, wodurch wiederum die Ionisation durch thermische Ionisation gefördert wird. Ferner werden der Diffusionseffekt und der Kühleffekt drastisch gesenkt, so dass insgesamt der Lichtbogenextinktionseffekt sinkt. Demgemäss ist es bevorzugt, ein Hochdruckströmungsmedium zu bilden und das Hochdruckströmungsmedium abzukühlen.

Das Hochdruckströmungsmedium wird in erster Linie aufgrund der hohen Temperatur erhalten. Der Lichtbogen selbst ist jedoch beweglich und hat eine unregelmässige Gestalt und der Zustand des Lichtbogens kann sich mit relativ hoher Geschwindigkeit ändern, je nach den Umgebungsbedingungen. Demzufolge erhält man in dem Strömungsmedium, dessen Druck durch den unregelmässigen Lichtbogen angehoben wird, einen turbulenten Strömungszustand und das Strömungsmedium strömt unter Druckfreigabebedingungen nicht glatt aus, so dass der Lichtbogenextinktionseffekt instabil ist im Vergleich zu einem von aussen betriebenen System, z.B. einem Puffersystem.

Zur Verbesserung des Unterbrechungseffektes im Falle eines geringen zu unterbrechenden Stroms und eines langsamen Anstiegs des Drucks in der Lichtbogenextinktionskammer ist es erforderlich, die Verschlussdauer während der Bewegung des beweglichen Kontakts über den Auslass hinaus zu verlängern. Andererseits ist es zur Verbesserung der Unterbrecherfunktion im Falle eines grossen zu unterbrechenden Stroms erforderlich, den Auslass rasch zu öffnen, um einen übermässigen Anstieg des Drucks in der Lichtbogenextinktionskammer zu verhindern, um eine Beschädigung der Bauteile und einen abnormalen Verbrauch der Kontakte zu verhindern. Wenn die Betätigung des beweglichen Kontakts durch die Änderung der zu unterbrechenden Stromstärke beeinflusst wird, so dass der Druck variiert und eine elektromagnetische Beschleunigung herbeigeführt wird, so muss fernerhin auch der Zeitpunkt der Öffnung und Verschlussung des Auslasses variiert werden. Somit ist es schwierig, einen Stromkreisunterbrecher zu schaffen, welcher eine praktisch stabile Unterbrecherfunktion innerhalb eines weiten Bereichs von Stromstärken, welcher von grossen Stromstärken bis zu kleinen Stromstärken reicht, aufweist.

Wenn der Druck in diesem System zu stark ansteigt, so wird der Lichtbogenraum auf sehr hohe Temperaturen aufgeheizt, so dass die Temperatur des Strömungsmediums stark ansteigt, während doch das Strömungsmedium in diesem Raum zwar einen hohen Druck aber eine niedrige Temperatur haben sollte. Demgemäss kommt es zu einer thermischen Dissoziation des Strömungsmediums in diesem Raum und zur Bildung einer Vielzahl von ionisierten Teilchen, wodurch der Lichtbogenextinktionseffekt drastisch gesenkt wird. Daher ist dieses System praktisch kaum verwendbar.

Es ist erforderlich, die Minderung des Lichtbogenextinktionseffekts dadurch zu verhindern, dass man in dem als Hochdruckquelle dienenden Raum zwar einen hohen Druck aber eine niedrige Temperatur verwirklicht und die Steigerung der thermischen Dissoziation, d.h. der Ionendichte, verhindert. Bei einem Gerät mit Eigenlichtbogenextinktionsfunktion wird jedoch die Temperatur des Strömungsmediums in dem als Hochdruckquelle dienenden Raum bei jeder Unterbrecherfunktion angehoben, so dass es zu einer Restwärmeenergie kommt. Wenn eine Vielzahl von Unterbrechungen in kurzer Zeit hintereinander erfolgen, so akkumuliert sich die Temperatur des Strömungsmediums und der Lichtbogenextinktionseffekt wird noch stärker gemindert.

Bei einer Struktur mit einer Vielzahl von als Hochdruckquelle dienenden Räumen bleibt die Restwärmeenergie insbesondere stark in dem oberen Raum erhalten. Im Falle eines einzigen Raums verbleibt im oberen Bereich dieses Raums Strömungsmedium hoher Temperatur aufgrund des Auftriebs des Strömungsmediums geringer Dichte.

Bei einem Gerät vom Selbstextinktionstyp bildet der Druckanstieg einen wichtigen Faktor. Der Druckanstiegsmechanismus beruht jedoch in der Hauptsache auf der Wärmeenergie des Lichtbogens. Daher kommt es zu einem Wärmeübergang durch Anstieg des Drucks aufgrund einer Steigerung der Temperatur des Strömungsmediums in dem Lichtbo-

genraum und dieser Wärmeübergang findet in einem grossen Ausmass statt. Der Lichtbogenextinktionseffekt bei der Druckfreigabe sinkt, wenn die Temperatur ansteigt. Insbesondere wenn die Temperatur über einen spezifischen Wert steigt, geht der Lichtbogenextinktionseffekt praktisch verloren. Demgemäss ist es erforderlich, nicht nur das Druckproblem zu berücksichtigen, sondern auch das Wärmeenergieproblem.

Wenn der Druck zu stark ansteigt, so wird der Lichtbogenraum und das Hochdruckströmungsmedium für die Lichtbogenextinktion auf hohe Temperaturen aufgeheizt. Wenn das Strömungsmedium über einen bestimmten Wert erhitzt wird, so kommt es zu einer drastischen Senkung der Dichte und zu einer raschen Ionisation durch thermische Dissoziation. Hierdurch wird der Lichtbogenextinktionseffekt stark gesenkt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Stromkreisunterbrecher zu schaffen, welcher eine stabile Betriebsfunktion und einen ausgezeichneten Lichtbogenextinktionseffekt aufweist, und zwar innerhalb eines weiten Stromstärkebereichs und welcher darüber hinaus einen einfachen Aufbau mit einer kleinen Anzahl von Bauteilen und mit kompakter Form aufweist und mit geringer Energie oder Leistung betätigt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch einen Stromkreisunterbrecher der eingangs genannten Art gelöst, welcher gekennzeichnet ist durch eine Druckkammer, in die das durch den Lichtbogen gebildete Hochdruckströmungsmedium einströmt und durch einen Auslass für das Strömungsmedium, welcher verschlossen ist, bis der bewegbare Kontakt um eine bestimmte Strecke bewegt ist und welcher bei dessen weiterer Bewegung freiliegt, so dass das Strömungsmedium aus der Druckkammer unter Bestromung des Lichtbogens ausströmt.

Bei einer Ausführungsform hat der bewegliche Kontakt die Form eines hohlen Zylinders und der Hohlraum bildet einen Durchlass für das Strömungsmedium. Am Ende ist eine Düse ausgebildet und am anderen Ende des Durchgangs ist ein Auslass ausgebildet. Die Anordnung ist derart getroffen, dass der Auslass verschlossen ist bis eine geeignete Unterbrechungsposition erreicht ist. Hierdurch erzielt man einen ausgezeichneten Unterbrechungseffekt.

Das Hochdruckströmungsmedium wird durch den Lichtbogen hervorgerufen. Der Lichtbogenraum befindet sich jedoch nicht in der Hochdruckkammer. Vielmehr ist die Hochdruckkammer in Nachbarschaft zu einem Lichtbogenextinktionskammerkörper ausgebildet. In dieser sind zwei voneinander trennbare Kontakte untergebracht. In den gesamten Raum ist ein Strömungsmedium für die Lichtbogenextinktion eingefüllt und die Lichtbogenextinktion erfolgt durch Verpuffen des Hochdruckströmungsmediums aus der Druckkammer. Man erzielt einen ausgezeichneten Lichtbogenextinktionseffekt bei einfachem Aufbau.

Bei einer anderen Ausführungsform befindet sich die Druckkammer stromauf von dem Lichtbogenraum, so dass die Steuerung des Drucks und der thermischen Bedingungen des Druckraums durch den Lichtbogenraum leicht erfolgen kann und der Unterbrechereffekt weiter verbessert wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform des Stromkreisunterbrechers sind zwei voneinander trennbare Kontakte in einer Kammer untergebracht, welche mit einem Strömungsmedium für die Lichtbogenextinktion gefüllt ist. Das Strömungsmedium wird durch den Lichtbogen zwischen den beiden Kontakten erhitzt, so dass der Druck ansteigt. Bei dieser Ausführungsform ist eine kegelförmige und kreisförmige Fläche vorgesehen, welche als Führungsfläche für die Entladung des Hochdruckströmungsmediums zum Zeitpunkt der Bewegung der Kontakte über einen bestimmten Abstand hinaus dient. Hierdurch wird der Unterbrechereffekt verbessert und den-

noch bleibt der Aufbau kompakt und wirtschaftlich.

Bei einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Stromkreisunterbrechers wird ein Druckventil verwendet. Dieses befindet sich zumindest im Bereich des höchsten Raums unter der Vielzahl der Räume, welche als Hochdruckquellen dienen. Im normalen Betrieb ist das Ventil zum Aussenraum offen, so dass das Strömungsmedium hoher Temperatur rasch entweicht, welches in dem Raum nach einem Unterbrechervorgang verbleibt. Das Ventil dient zum Verschluss der Öffnung bei ansteigendem Innendruck. Die obere Wandung dieses Raums weist dabei eine schräge Fläche auf, wobei das Druckventil an der oberen Spitze angeordnet ist. Auf diese Weise wird verhindert, dass sich eine Tasche von Restströmungsmedium bilden kann. Auf diese Weise strömt nach dem Unterbrechungsbetrieb das gesamte Strömungsmedium rasch aus, so dass man selbst bei einer häufigen Wiederholung der Unterbrecherbetätigung stets eine ausreichende und zuverlässige Lichtbogenextinktion erzielt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise weggebrochene Frontansicht eines wesentlichen Teils einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemässen Stromkreisunterbrechers;

Fig. 2 eine vergrösserte Schnittansicht des wesentlichen Teils der Fig. 1;

Fig. 3 eine vergrösserte Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 4 einen Schnitt einer dritten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 5 einen Schnitt einer vierten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 6 einen Schnitt einer fünften Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 7 einen Schnitt einer sechsten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 8 einen Schnitt einer siebten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 9 einen Schnitt einer achten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 10 einen Schnitt einer neunten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 11 einen Schnitt einer zehnten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 12 und 13 schematische Darstellungen zur Veranschaulichung der Arbeitsweise des Stromkreisunterbrechers gemäss Fig. 11;

Fig. 14 einen Schnitt durch eine elfte Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 15 einen Schnitt durch eine zwölfte Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 16 einen Schnitt durch eine dreizehnte Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 17 einen Schnitt durch eine vierzehnte Ausführungsform der Erfindung und

Fig. 18 einen Schnitt durch eine fünfzehnte Ausführungsform der Erfindung.

In der folgenden Beschreibung wird als Strömungsmedium für die Lichtbogenextinktion ein Gas für die Lichtbogenextinktion verwendet. In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Bauteile. Der Raum, in dem der Lichtbogen brennt, wird als Lichtbogenraum bezeichnet.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemässen Stromkreisunterbrechers, bei dem für die Lichtbogenextinktion ein Gas, z.B. SF_6 verwendet wird. Dieses befindet sich innerhalb eines Behälters, welcher in Fig. 1 nur teilweise dargestellt ist und durch eine Behälterwand 1' definiert ist sowie durch eine auf diese aufgesetzte Druckkammer 21 aus

einem Metall mit hoher Wärmeleitfähigkeit und hoher mechanischer Festigkeit. Von dieser erstreckt sich ein Lichtbogenextinktionskammerkörper 22 aus dem gleichen Metall und eine Strömungsführung 23 aus einem isolierenden Material mit hoher Lichtbogenfestigkeit, z.B. Polytetrafluoräthylen sowie schliesslich ein beweglicher Kontakt 4 in das Innere des Behälters.

Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch den Stromkreisunterbrecher, wobei jedoch die Behälterwand 1' weggelassen ist und wobei mit SF_6 gefüllte Behälterraum mit 1 bezeichnet ist. Ein feststehender Kontakt 3 ist in dem Lichtbogenextinktionskammerkörper 22 montiert. Der bewegliche Kontakt 4 ist teilweise zylindrisch ausgebildet. Er umfasst einen Gasdurchgang 42, seitliche Öffnungen 43 und an seinem oberen Ende eine Düse 41. Er reicht mit diesem Ende in den feststehenden Kontakt 3 hinein und ist von diesem wegbewegbar. Die aus der Druckkammer 21, dem Lichtbogenextinktionskammerkörper 22 und der Strömungsführung 23 bestehende Baugruppe ist allgemein mit 2 bezeichnet.

Wenn der bewegliche Kontakt 4 in Verriegelung mit der Betätigung einer nicht gezeigten Betätigungseinrichtung abwärts bewegt wird und die Kontakte 3 und 4 sich trennen, so wird zwischen den Kontakten ein Lichtbogen ausgebildet. Wenn nun der bewegliche Kontakt 4 weiter abwärts bewegt wird, so erstreckt sich der Lichtbogen durch die Strömungsführung 23, so dass das Gas für die Lichtbogenextinktion oder die Lichtbogensauslöschung, welches dort als Umgebungsgas vorliegt, erhitzt wird und einen hohen Druck und eine hohe Temperatur annimmt. Der Innendruck wird über den gesamten Raum der Druckkammer 21 fortgepflanzt, so dass dieser Raum innerhalb einer kurzen Zeitdauer einen Hochdruckzustand annimmt. Andererseits pflanzt sich der Temperaturzustand in einer Geschwindigkeit fort, welche beträchtlich geringer ist als die Geschwindigkeit der Druckfortpflanzung. Die Temperaturfortpflanzung geschieht durch Konvektion und Turbulenzen. Wenn nun der Durchgang 24 vom Lichtbogenraum zur Druckkammer 21 auf eine zweckentsprechende Länge eingestellt wird, so wird die Ausdehnung des Lichtbogenraums derart gesteuert oder eingestellt, dass die Turbulenzleitung herabgesetzt wird. Die Turbulenzen führen nämlich zu einer recht hohen Wärmeleitung. Das vom Lichtbogenraum in die Druckkammer 21 eintretende Gas kommt in Berührung mit der metallischen Wandung des Gasdurchgangs 24, welcher eine niedrige Temperatur hat und wird somit abgekühlt. Auf diese Weise wird das Gas in der Gasdruckkammer 21 auf einer niedrigen Temperatur gehalten.

Der Lichtbogen wird nicht in der Druckkammer 21 ausgebildet. Jedoch werden die durch den Lichtbogen gebildeten Ionen durch die hochleitfähige Druckkammer 21 und den Lichtbogenextinktionskammerkörper 22 neutralisiert, so dass die Lichtbogenextinktionsfunktion des Hochdruckgases erhalten bleibt. Andererseits vermindert sich der Gasdruck nicht und behält seinen hohen Druckwert bei, da das Hochdruckgas in dem geschlossenen Raum gehalten wird und nicht entweichen kann. Demzufolge behält das Gas in der Druckkammer 21 den Zustand hohen Drucks und niedriger Temperatur bei, so dass ein Zustand für die Gasverpuffung vorliegt. Wenn der bewegliche Kontakt 4 abwärts bewegt wird, so gelangt die Öffnung 43 in Verbindung mit dem Behälter 1. In diesem Moment wird der hohe Druck in der Druckkammer 21 aufrechterhalten, falls ein Lichtbogenstrom fliesst, da die Düse 41 durch den Lichtbogen verschlossen ist. Danach sinkt der Lichtbogenstrom und der Schliesszustand wird freigegeben und der Druck in der Druckkammer 21 wird entspannt, was zu einer sofortigen Lichtbogensauslöschung führt. Das Ausmass der Lichtbogenextinktion oder -löschung ist bei niedrigerer Temperatur und höherem Druck des Gases

in der Druckkammer 21 grösser. Das ionisierte Gas kommt mit der metallischen Wandung des Gasdurchgangs 24 und der Druckkammer 21 in Berührung, welche aus wärmeleitfähigem Metall bestehen, so dass das Gas entionisiert wird und auch hierdurch die Lichtbogenextinktionsfunktion und die Isolierfunktion verbessert werden.

Der Temperaturanstieg aufgrund des Kontaktwiderstandes der Kontakte 3 und 4 und die Wärmeerzeugung und die Wärmeleitung des feststehenden Kontakts 3 bei der Lichtbogenstromunterbrechung ist drastisch herabgesetzt. Somit wird die Stromkapazität erhöht, da einerseits die Wärmekapazität gross ist und andererseits in der Druckkammer 21 eine grosse Wärmestrahlungsfläche vorliegt. Man kann gemäss der Zeichnung einen Behälter 1 verwenden, welcher in der Hauptsache aus isolierendem Material besteht, indem man den Kühleffekt der Gasdruckkammer 21 steigert, so dass die Wärme aus dem Behälter abgestrahlt wird, auch wenn die Wärmeerzeugung infolge einer Vielzahl von sich wiederholenden Stromunterbrechungen gross ist. Bei dieser Ausführungsform steht die Gasdruckkammer 21 mit der Atmosphäre direkt in Verbindung. Die Wirkung der Wärmeabsorption und der Wärmeabstrahlung der Druckkammer kann verbessert werden, wenn man die Gaskontaktierfläche und die Wärmeabstrahlungsfläche der Druckkammer erhöht. Dies geschieht durch innere Wärmeabsorptionsrippen 211 und äussere Wärmeabstrahlungsrippen 212 gemäss Fig. 3. Man kann natürlich auch entweder nur Innenrippen oder nur Aussenrippen vorsehen.

Wenn der bewegliche Kontakt 4 weiter abwärts bewegt wird, so dass die Öffnungen 43 sich zum Behälter 1 hin öffnen, so wird der Lichtbogenstrom herabgesetzt und der Effekt des Verschlusses der Druckkammer 21 durch den Lichtbogen verschwindet, so dass das Hochdruckgas aus der Druckkammer 21 verpufft. Dies führt zu einer sofortigen Extinktion des Lichtbogens. Beim Betrieb wird das Hochdruckgas in der Druckkammer 21 auf einer niedrigen Temperatur gehalten, so dass der Effekt der Kühlung des Lichtbogens und der Diffusion des Lichtbogens äusserst hoch ist und somit eine ausgezeichnete Lichtbogenunterbrechung erzielt wird.

Man kann die Expansion und Ausbreitung des Gases bei der hohen Temperatur des Lichtbogenraums verhindern, so dass der Lichtbogen rasch entladen wird und bei der Lichtbogenextinktion aus dem Lichtbogenraum herausdiffundiert wird.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung ähnlich derjenigen der Fig. 2. Der bewegliche Kontakt weist jedoch eine Vielzahl von radialen Öffnungen 43 auf.

Die Summe der Querschnittsflächen aller Öffnungen 43 ist im wesentlichen gleich der Querschnittsfläche der Düse 41. Die Öffnungen 43 sind derart angeordnet, dass sie bei Berührung der Kontakte durch die Strömungsführung 23 verschlossen sind. Wenn der bewegliche Kontakt 4 aufgrund einer Verriegelung mit einer nicht gezeigten Betätigungseinrichtung abwärts bewegt wird, so werden die Kontakte 3 und 4 voneinander getrennt und ein Lichtbogen wird zwischen diesen Kontakten ausgebildet.

Bei der weiteren Abwärtsbewegung des beweglichen Kontakts 4 (bis zum Zeitpunkt der Öffnung der untersten Öffnungen 43 zum Behälter 1 hin) steigt der Druck im Lichtbogenraum stark an und der Druck in der Gasdruckkammer 21 steigt ebenfalls, da der Lichtbogenraum verschlossen ist und nur über den Gaskanal 24 mit der Druckkammer 21 verbunden ist. Nach dem Anstieg des Drucks der Druckkammer 21 über den Druckwert hinaus, welcher für die Unterbrechung erforderlich ist, kommt ein Teil der Öffnungen 43 in eine Position, in der diese Öffnungen sich zum Behälter 1 hin öffnen, so dass nun der Druck freigesetzt wird und ein weiterer Anstieg des Drucks verhindert wird. Bis zu diesem Zeitpunkt

ist der Betrieb ähnlich dem Betrieb der Ausführungsform der Fig. 2.

Wenn der bewegliche Kontakt 4 weiter abgesenkt wird und die Lichtbogenenergie steigt, so werden auch die anderen Öffnungen 43 freigelegt, so dass zusätzliche Öffnungen für die Freisetzung oder Entspannung des Drucks zum Behälter 1 hin geschaffen werden, entsprechend dem Zustand höherer Lichtbogenenergie. Auf diese Weise wird der Druck in der Druckkammer 21 im wesentlichen auf Gleichgewichtsbedingungen gehalten. In diesem Zustand wird die überschüssige Energie des Lichtbogenraums kontinuierlich durch die Öffnungen 43 entlassen, wobei die Temperatur des Gases im Lichtbogenraum auf einem relativ niedrigen Wert gehalten wird. Dies bedeutet, dass der Druck im Lichtbogenraum und der Druck in der Druckkammer 21 unter Gleichgewichtsbedingungen gehalten werden (durch Drucksteuerung) und ferner wird auch die Lichtbogenspannung gesteuert, so dass ein synergistischer Effekt bei der Steuerung der Energieeingabe in den Lichtbogenraum zustande kommt.

Wenn der bewegliche Kontakt 4 weiter abwärts bewegt wird, und der Öffnungszustand der Öffnungen 43 vergrössert wird und nun der Druck im Lichtbogenraum herabgesetzt wird, und zwar je nach der Abnahme des Lichtbogenstroms, so wird der Druck in der Druckkammer 21 rasch freigesetzt, und das unter der gesteuerten Temperatur und unter dem gesteuerten Druck in dem Lichtbogenraum befindliche Gas verpufft aus dem Lichtbogenraum heraus und dieses Gas wird leicht durch neues Gas aus der Gasdruckkammer 21 verdrängt. Hierdurch erhält der Lichtbogenstrom den Wert Null und die Lichtbogenslöschung erfolgt störungsfrei.

Diese Ausführungsform hat somit eine Struktur, welche sich eignet zur Steuerung des Drucks und der Temperatur des Gases im Lichtbogenraum. Unter dem Gesichtspunkt des Drucks kann die Strömungsführung 23 durch Formen von Teflon oder dergleichen ausgebildet werden, ohne dass ein Material mit hoher mechanischer Festigkeit erforderlich ist. Dies ist in der Praxis äusserst wichtig. Unter dem Gesichtspunkt der Temperaturbeanspruchung kann bei Verwendung dieses Materials die Wärmezersetzung desselben im Bereich des Lichtbogenraums herabgesetzt werden und man kann ein Material mit einem niedrigeren Schmelzpunkt, z.B. Aluminium verwenden, und den Verzehr der Kontakte herabsetzen. Dies ist in der Praxis von grosser Wichtigkeit. Die Struktur des erfindungsgemässen Unterbrechers eignet sich für einen Unterbrecher vom Puffertyp und auch für einen anderen Strömungsmediumunterbrecher, z.B. einen Ölunterbrecher.

Gemäss Fig. 4 ist die Querschnittsfläche des Gasdurchgangs 24 verengt gegenüber dem restlichen Gasströmungskanal, so dass der Durchsatz des Strömungsmediums für die Lichtbogenslöschung auch hierdurch eingestellt werden kann. Auf diese Weise kann das auf hoher Temperatur befindliche Strömungsmedium, welches vom Lichtbogenraum in die Druckkammer 21 eindringt, durch den Durchgang 24 adiabatisch diffundiert oder entspannt werden. Auf diese Weise wird die Temperatur des Strömungsmediums für die Lichtbogenslöschung gesenkt. Demzufolge erreicht das Strömungsmedium für die Lichtbogenslöschung den für die Lichtbogenslöschung erforderlichen Druck nach einer zweckentsprechenden Zeitdauer, ohne dass die Temperatur des Strömungsmediums stark ansteigt. Wenn der Auslass 42 geöffnet wird, so strömt das unter hohem Druck stehende aber eine niedrige Temperatur aufweisende Strömungsmedium für die Lichtbogenslöschung durch den Durchlass 24 und erfährt dabei eine adiabatische thermische Expansion bei der Diffusion oder Entspannung, so dass das Strömungsmedium für die Lichtbogenslöschung unter Abkühlung entweicht und das ionisierte Strömungsmedium hoher Temperatur in dem Lichtbogenraum abkühlt.

Fig. 5 zeigt eine weitere abgewandelte Ausführungsform der Erfindung, wobei die Druckkammer 21 am oberen Ende abgeschrägte Flächen aufweist. Ferner sind hier Öffnungen 211 vorgesehen. Ferner ist ein Druckventil 5 mit einem Ventilkörper 51 und einer Feder 52 vorgesehen. Die Öffnungen 211 sind im Normalzustand geöffnet. Sie werden durch den Ventilkörper 51 verschlossen, wenn der Druck in der Druckkammer 21 einen bestimmten Wert übersteigt.

Wenn der bewegliche Kontakt 4 durch Verriegelung mit der Betätigung einer nicht gezeigten Betätigungseinrichtung abwärts bewegt wird, und über einen zweckentsprechenden Schleifabstand bewegt wird, so werden die Kontakte 3 und 4 voneinander getrennt und es bildet sich ein Lichtbogen zwischen den Kontakten aus. Der Druck in der Druckkammer 21 wird durch die Gasdruckerhöhungsfunktion des Lichtbogens in dem Lichtbogenraum erhöht. Bei einer geringen Anhebung des Drucks wird jedoch das Druckventil 5 betätigt, so dass die Druckkammer 21 verschlossen wird. Nun steigt der Druck in der Druckkammer 21 rasch an.

Wenn nun der bewegliche Kontakt 4 weiter abwärts bewegt wird, und die Öffnung 43 freigelegt wird, und dabei der Lichtbogenstrom absinkt und einen Wert nahe Null annimmt und dabei auch die Lichtbogenschliessfunktion eliminiert wird, so wird das Hochdruckgas in der Gasdruckkammer 21 durch die gebildete Öffnung entlassen und der Lichtbogenraum wird abgekühlt und das Gas verpufft, so dass eine sofortige Lichtbogenlöschung eintritt. Nach der Lichtbogenlöschung entweicht das in der Druckkammer 21 verbleibende Hochdruckgas innerhalb kurzer Zeit durch die Öffnung 43 wenn die Öffnung voll freigelegt ist.

Sodann entweicht das Gas in der Druckkammer 21, welches eine Temperatur oberhalb der Temperatur des Gases im Behälter 1 hat, durch die Öffnung 211 in den Behälter 1 nach Öffnung der Öffnungen 211 aufgrund einer Senkung des Drucks. Auf diese Weise tritt das Gas niedrigerer Temperatur, welches sich im Behälter 1 befindet, durch die Öffnung 43 und ersetzt das Gas in der Druckkammer 21. Der Unterbrecher kehrt auf diese Weise in den Zustand zurück, welcher vor der Betätigung bestand. Demgemäss liegt bei einer Wiederholung des Unterbrechervorgangs im wesentlichen der gleiche Zustand vor, welcher auch bei dem ersten Betrieb bestand.

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der nun eine innere Druckkammer 65 und eine konzentrisch dazu angeordnete äussere Druckkammer 60 vorgesehen sind, welche durch eine Wandung 69 mit oberen Durchgängen 67 getrennt sind, welche an ihrem unteren Ende dem Lichtbogenextinktionskammerkörper bildet, in dem der feststehende Kontakt 64 angeordnet ist. Daran schliesst sich nach unten ein Mantel 66 aus einem isolierenden Material, z.B. Teflon an. Die Aussenwandung der äusseren Druckkammer 60 ist mit 63 bezeichnet. An ihrem unteren Ende schliesst sich eine Strömungsführung 62 aus einem isolierenden Material, z.B. Teflon, mit einem unteren zylindrischen Abschnitt 71 an. Ein beweglicher Kontakt 61 weist wiederum radiale Öffnungen 70 sowie eine obere Düse 68 auf. Der Behälterraum, welcher mit SF_6 gefüllt ist, ist nun mit 72 bezeichnet.

Die Kontakte 61 und 64 werden voneinander getrennt, wobei ein Lichtbogen dazwischen ausgebildet wird und der Druck in der Kammer 60 steigt an aufgrund des Gases, welches von der Druckkammer 65 aufgrund des Druckerstiegs durch den Lichtbogen einströmt. Der Lichtbogenstrom variiert periodisch bis der minimale Abstand zwischen den Kontakten 61, 64 für die Lichtbogenextinktion erreicht wird. Diese periodische Schwankung besteht während der Expansion des Lichtbogens bei sich herabbewegendem Kontakt 61. Dabei wird der Öffnungsbereich 68 nach einer bestimmten Strecke freigegeben. Der Druck des Hochdruckgases in der

Kammer 60 wird durch die Schliessfunktion des Lichtbogens aufrechterhalten, auch wenn der Lichtbogenstrom den Null-Stromwert umfasst. Die Ausströmung des Gases aus der Druckkammer 65 in die Kammer 60 wird fortgesetzt während der Zeit, während der der zwischen den Kontakten 61 und 64 ausgebildete Lichtbogen in der Kammer 65 expandiert. Diese Zeit wird festgelegt durch die Relativgeschwindigkeit zwischen dem beweglichen Kontakt 61 und dem Mantel 69, welcher Teil der Druckkammer 65 ist. Um z.B. die Betriebszeit für die Erhöhung des Druckes in der Kammer 60 zu verlängern, kann man eine längere Zeit für die untere Richtung (Abwärtsrichtung oder unterer Teil) und eine kürzere Zeit für die obere Richtung (Aufwärtsrichtung oder oberer Teil) vorsehen bei konstanter Geschwindigkeit des beweglichen Kontakts.

Während dieser Betriebszeit hat die Druckkammer 65 ein geeignetes Volumen zur Ausbildung eines hohen Drucks in der Kammer 60 und die Druckkammer 65 ist ferner in der Nähe des Lichtbogenraums angeordnet. Alternativ kann der Lichtbogenraum und der Kapazitätsraum einen gemeinsamen Raum bilden. Auf diese Weise steigt der Druck in der Druckkammer 65 wirksam an. Die Druckkammer 65 hat vorzugsweise ein kleineres Volumen als die Kammer 60. Demgemäss kann man in der Druckkammer 65 leicht einen gleichförmigen Druck und eine gleichförmige Temperatur erzielen, so dass die Einspeisung des Gases in die Kammer 60 im normalen Betrieb glatt vonstatten geht und der Druckerstiegs in der Kammer 60 rasch erfolgt, und zwar bei niedriger Temperatur, so dass man auf diese Weise eine Hochdruckquelle erhält und einen optimalen Betrieb der Vorrichtung. Diese Kammer ist im normalen Zustand verschlossen und der Druck in der Kammer 60 steigt an bis die Öffnung 70 freigelegt wird, worauf das Gas unter Beaufschlagung des Lichtbogens verpufft.

Der Gasauslass 70, welcher in dem beweglichen Kontakt 61 ausgebildet ist, kann freigelegt oder geöffnet werden, so dass das Hochdruckgas, welches eine hohe Temperatur hat, aus der Druckkammer 65 entweicht bevor das Hochdruckgas, welches eine niedrige Temperatur hat, aus der Kammer 60 entweichen kann. Dies gelingt durch Auswahl der relativen Dimensionierungsbeziehung zwischen dem unteren zylindrischen Teil 71 des Mantels 62, der Endöffnung 68 des beweglichen Kontakts 61 und des Mantels 66.

Die Zeitdauer, welche erforderlich ist für eine Anhebung des Drucks in der Druckkammer 65 aufgrund des Lichtbogens, ist bemerkenswert länger als die Zeitdauer für die Freigabe des Hochdruckgases aus der Kammer 60 und demgemäss wird die Gegenströmung von der Kammer 60 in die Druckkammer 65 praktisch verhindert. Hierzu ist es lediglich erforderlich, Durchgänge 67 geeigneter Zahl und geeigneter Grösse vorzusehen.

Man kann durch Anbringen eines Rückschlagventils den Druckerstiegs und die Aufrechterhaltung des Drucks in der Kammer 60 erleichtern bzw. verbessern, so dass hierdurch stabile Charakteristika erzielt werden können.

Im folgenden soll die Arbeitsweise dieser Ausführungsform erläutert werden. Wenn der bewegliche Kontakt 61 unter Verriegelung mit dem Betrieb der nicht gezeigten Betätigungseinrichtung abwärtsbewegt wird, so bewegt sich der bewegliche Kontakt 61 über einen geeigneten Schleifabstand vom feststehenden Kontakt 64 abwärts, so dass zwischen diesen ein Lichtbogen ausgebildet wird. Das Gas in der Druckkammer 65 wird durch den Lichtbogen rasch erhitzt und expandiert. Dies führt zu der Druckerstiegsfunktion. Der Druck des Gases in der Druckkammer 65 wird erhöht, was zu einer Druckdifferenz zum Druck in der Kammer 60 führt. Das Gas strömt durch den Durchgang 67 in die Kammer 60.

Der Betrieb wird fortgesetzt während der bewegliche Kontakt 61 weiter abwärts bewegt wird, wobei sich die Öff-

nung 68 durch den Mantel 66 hindurch bewegt bis schliesslich die Öffnung 68 mit der Kammer 60 verbunden wird. Während dieser Periode steigt der Gasdruck in der Kammer 60 auf einen genügend hohen Druckwert, welcher danach für die Lichtbogenextinktion erforderlich ist. Diese Zeitdauer steht in direkter Beziehung zur Einspeisung des Gases in die Kammer 60. Dies bedeutet, dass hierdurch die Druckanstiegscharakteristik festgelegt ist. Demzufolge wird eine zweckentsprechende Zeitdauer ausgewählt, je nach dem Volumen der Druckkammer 65 und der Abwärtsbewegung des beweglichen Kontakts 61. Wenn z.B. das Volumen in der Druckkammer 65 zu gross ist im Vergleich zur Lichtbogenenergie oder wenn das Gas in der Druckkammer 65 durch die Lichtbogenenergie nicht wirksam aufgeheizt und expandiert wird, so ist es schwierig, das Gas rasch in die Kammer 60 für die Erhöhung des dortigen Drucks zu überführen.

Zur Verbesserung dieses Effektes ist es daher günstig, eine Kombination mit einer Betriebsweise vorzusehen, derart, dass eine Turbulenz des Gases in der Druckkammer 65 hervorgerufen wird. Auf diese Weise erhält man eine hohe Geschwindigkeit der Wärmediffusion als Ausgleich für die langsame Wärmeformpflanzung oder das Hochdruckgas, welches in der Nähe des Lichtbogens eine hohe Temperatur hat, strömt in Form eines Düsenstrahls, wodurch die Diffusionsgeschwindigkeit erhöht wird oder der Lichtbogen dehnt sich aufgrund der magnetischen Charakteristik des Lichtbogens tief in die Druckkammer 65 hinein aus, wodurch der Beheizungseffekt gesteigert wird.

Wenn der Gasauslass 70 zur benachbarten Kammer 72 hin geöffnet wird, und der Lichtbogenstrom am Ende dieses Vorgangs abnimmt, so verpufft das Hochdruckgas, welches sich in der Kammer 60 befindet und eine niedrige Temperatur hat.

...bogenraum hindurch, als Funktion der Freigabe des Verschlusses der Öffnung 68 durch den Lichtbogen und durch diese Gasverpuffung wird die Umgebung des Lichtbogens abgekühlt und das ionisierte Gas wird weggespült und in kurzer Zeit entfernt, so dass eine sofortige Lichtbogenlöschung zustande kommt.

Auch wenn die Stromkreisbedingungen drastisch sind und der Lichtbogen anhält, nachdem der bewegliche Kontakt 61 durch den Mantel 66 hindurchbewegt wurde, so wird doch das Gas der Kammer 60 nicht in der Nähe des Spitzenwertes des Wechselstroms entladen und der Druck in der Kammer 60 erholt sich durch Einspeisung des Gases obgleich das Gas geringfügig während der Zeitdauer der Absenkung des Lichtbogenstroms auf einen geringen Wert ausströmt. Somit erzielt man eine stabile Lichtbogenextinktionscharakteristik, da der Betätigungspunkt für den Verschluss der Öffnung 68 nach Wunsch ausgewählt wird.

Wiewohl mehr als ein Nullwert des Lichtbogenstroms unter drastischen Stromkreisbedingungen bei lang anhaltender Lichtbogendauer auftritt, so wird doch das Hochdruckgas in der Kammer 60 aufrechterhalten (kontinuierlich während der Zeitdauer des Lichtbogenstromflusses), so dass das Volumen der Kammer 60 ein Minimum haben kann und somit auch der Unterbrecher selbst mit wirtschaftlichem Vorteil verkleinert werden kann.

Das Volumen der Kammer 60 wird auf diese Weise auf ein Minimum gebracht und das Volumen der Druckkammer 65 für die Drucksteigerung der Kammer 60 kann auch verkleinert werden. Auf diese Weise kann der Unterbrecher miniaturisiert werden. Die Miniaturisierung der Kammer 65 führt zu einem hohen Druckanstiegs эффект bei kleiner Lichtbogenenergie, so dass man eine stabile Lichtbogenextinktionscharakteristik erzielt, und zwar innerhalb eines weiten Bereichs von Stromstärken, welcher von hohen Stromstärken bis zu niedrigen Stromstärken reicht.

Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Eine Kammer 60 für die Lichtbogenextinktion ist mit dem Gas für die Lichtbogenextinktion gefüllt und erfüllt die Hauptfunktion der Auslöschung des Lichtbogens. Die Kammer 60 dient als Quelle für das Gas der Lichtbogenextinktion und hat ein dem Zweck der Lichtbogenextinktion angepasstes Volumen, sowie eine im wesentlichen zylindrische Gestalt. Die Druckkammer 60 ist durch den beweglichen Kontakt 61 im Normalzustand verschlossen. Ferner ist eine zylindrische Druckkammer 65 koaxial angeordnet und von der Kammer 60 umgeben. Wenn der Druck des Gases durch den Lichtbogen in der Kammer 65 gesteigert wird, so gelangt das Gas durch einen Durchgang 67 in die Kammer 60, so dass in dieser Kammer 60 der Druck ansteigt.

Der feststehende Kontakt 64 hat eine ringförmige Gestalt und ist von dem beweglichen Kontakt 61 trennbar. Er ist am unteren Ende der Kammer 65 angeordnet und berührt die Aussenfläche des beweglichen Kontakts 61. Der feststehende Kontakt 64 ist in der Kammer 65 angeordnet und das Bauteil 66 am unteren Ende bildet eine Düse, deren Gestalt der wirk-samen Lichtbogenextinktion angepasst ist.

Die Kammer 65 muss einem hohen Druck widerstehen, da während der Zeitdauer des Kammerverschlusses der Druck auf einen hohen Wert gesteigert wird. Somit ist es bevorzugt, eine Kammer von zylindrischer Gestalt vorzusehen. Wenn die Kammer 65 innerhalb der Kammer 60 angeordnet wird, so kann die Druckdifferenz zum Druck in der Kammer 60 herabgesetzt werden, so dass der Aufbau des Behälters einfach sein kann. Ein Ventil, welches durch den in der Kammer 65, relativ zur Kammer 60 ansteigenden Druck betätigt wird oder ein Druckminderungsventil für die Gasentladung des Gases in der Kammer 65 bei übermässigem Druck in der Kammer 65 ist am oberen Ende der Kammer 65 angeordnet, um einen übermässigen Druckanstieg in der Kammer 60 zu verhindern. Ferner erzielt man hierdurch den gewünschten Diffusionseffekt, da das Hochdruckgas in der Kammer 60 durch deren obere und untere Öffnungen entweicht.

Wenn der Freigabedruck des Druckminderungsventils auf einen geeigneten Wert eingestellt wird, so wird das Druckminderungsventil oder Druckfreigabeventil betätigt wenn dieser eingestellte Druck überschritten wird, und zwar im Zuge des Druckanstiegs aufgrund eines grossen Lichtbogenstroms. Dabei wird eine Öffnung gebildet, welche mit der Öffnung 68 des beweglichen Kontakts 61 verbunden ist und der übermässige Druck wird gesteuert und man erhält einen Lichtbogenextinktionseffekt, welcher durch die Doppelwegdruckfreigabe gesteigert wird. Wenn der Lichtbogenstrom klein ist, so wird die Öffnung verkleinert, so dass der Druck in der Kammer 60 wirksam freigesetzt wird und eine wirksame Lichtbogenlöschung erzielt wird.

Die Fig. 8 und 9 zeigen eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Wie die Figuren zeigen, umfasst der Stromkreisunterbrecher eine Kammer 60 für die Lichtbogenextinktion, welcher mit einem Lichtbogenextinktionsgas, wie SF_6 , gefüllt ist und als Quelle für das Hochdruckgas für die Lichtbogenextinktion dient. Ferner ist eine Druckkammer 65 vorgesehen, in der der Druck des Gases für die Lichtbogenextinktion aufgrund des zwischen dem feststehenden Kontakt 64 und dem beweglichen Kontakt 61 ausgebildeten Lichtbogens ansteigt. Der bewegliche Kontakt ist von dem feststehenden Kontakt 64 trennbar und das Hochdruckgas strömt in die Kammer 60 ein.

Die Druckkammer 65 umfasst einen unteren Bereich 73, in dem der Lichtbogen brennt und einen oberen Bereich 74, welcher zur Erhöhung des Drucks in der Druckkammer 60 wirksam ist. Die Kammerbereiche 73 und 74 sind durch eine Verengung in Form eines Diffusordurchgangs 75 getrennt.

Hierdurch kommt es zu einer Beschleunigung des Erhit-

zungseffekts und des Expansionseffekts und der Druck des Gases in der Kammer 60 steigt rasch an und erreicht in kurzer Zeit den gewünschten hohen Druckwert.

Bei dieser Ausführungsform kann der Druck in der Kammer 60 auf den gewünschten Wert erhöht werden, auch wenn der Lichtbogenstrom gering ist und die Lichtbogenenergie klein ist. Somit wird bei dieser Ausführungsform ein Betriebsausfall bei kleinem Lichtbogenstrom verhindert. Die Struktur des Diffusordurchgangs 75 kann in Form eines Systems zur Ausbildung eines Düsenstrahls vorgesehen sein, z.B. in Form einer einzigen Düse oder in Form einer Vielzahl von Düsen oder in Form eines Systems mit einer Ablenkplatte für die Bildung von turbulenter Diffusion. Am Ende des beweglichen Kontakts 61 ist die Öffnung 68 vorgesehen. Ferner umfasst der bewegliche Kontakt den Gaskanal 76 und die Gasauslassöffnung 70. Die Zeit zur Öffnung des Öffnungsteils 68 wird festgelegt durch die Relation des zylindrischen Teils 71 der Strömungsführung 62 und ferner wird der Druckanstieg in der Kammer 60 durch die Kammern 73 und 74 bewirkt, so dass bei der Öffnung der Lichtbogen wirksam gelöscht wird.

Im folgenden soll der Betrieb dieser Einrichtung erläutert werden. Wenn der bewegliche Kontakt 61 in Verriegelung mit einer nicht gezeigten Betätigungseinrichtung abwärts bewegt wird, so bewegt sich der bewegliche Kontakt 61 um einen bestimmten Schleifabstand relativ zum feststehenden Kontakt 64, so dass sich ein Lichtbogen A zwischen beiden bildet (Fig. 9). Das Gas wird durch den Lichtbogen erhitzt und expandiert, wobei man ein Hochdruckgas hoher Temperatur erhält. Das erhaltene Hochdruckgas verpufft in Form eines Düsenstrahls durch das Diffusorloch 75 in die Kammer 74 gemäss den Pfeillinien in Fig. 9, wobei eine gleichförmige hohe Temperatur und ein gleichförmiger hoher Druck des Gases in der Kammer 74 entsteht. Somit wird das heisse Gas, welches eine geringe Fortpflanzungsgeschwindigkeit hat aufgrund der rascheren Strömung bewegt, welche sich aufgrund des Druckunterschiedes ergibt, so dass der Druck des Gases rasch ansteigt und das Gas durch die Öffnung 67 austritt, so dass in der Kammer 60 in kurzer Zeit ein geeigneter Druck aufgebaut wird. Bei dieser Ausführungsform kann man den für die Lichtbogenextinktion erforderlichen Druck auch dann erreichen, wenn der Lichtbogenstrom gering ist. Wenn der bewegliche Kontakt 61 weiter abwärts bewegt wird, so dass die Öffnung 68 zur Kammer 60 hin freigelegt wird und der Druck plötzlich reduziert wird aufgrund der periodischen Abnahme des Lichtbogenstroms, so verpufft das Hochdruckgas der Kammer 60 und das Gas wird in hohem Masse diffundiert. Auf diese Weise kommt eine rasche Lichtbogenextinktion zustande.

Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Gemäss der Zeichnung umfasst diese eine Kammer 60 für die Lichtbogenextinktion, welche mit dem Lichtbogenextinktionsgas, z.B. SF_6 , gefüllt ist. Das Gas in der Kammer dient als Quelle für das Hochdruckgas für die Lichtbogenextinktion beim Betrieb des Unterbrechers. Ferner ist eine Druckkammer 65 vorgesehen, in der der Druck des Gases für die Lichtbogenextinktion aufgrund des Lichtbogens zwischen dem feststehenden Kontakt 64 und dem beweglichen Kontakt 61, welche voneinander getrennt werden, ansteigt und das Hochdruckgas gelangt in die Kammer 60. Die Kammern 60 und 65 sind koaxial angeordnet und der bewegliche Kontakt 61 ist eingesetzt und die Öffnungsbereiche 76, 77 befinden sich in der Nähe des Lichtbogens, welcher durch die Bewegung des beweglichen Kontakts 61 erzeugt wird. Zur Steigerung des Druckerhöhungseffekts und zur Gewährleistung einer geeigneten Funktionsdauer des zwischen den Kontakten 64 und 61 ausgebildeten Lichtbogens ist ein Mangel 66 aus einem isolierenden Material vorgesehen, welcher den beweglichen Kontakt 61 umgibt. Dieser Mantel ist einstückig mit

der Druckkammer 65 verbunden, und zwar an deren unterem Ende. Der bewegliche Kontakt 61 umfasst die Düsenöffnung 68 sowie den Gasdurchgang 76 und den Auslass 70 am Ende. Ein übermässiger Druck in der Druckkammer 65 kann freigesetzt werden und der Zeitpunkt der Verpuffung des Hochdruckgases der Kammer 60 kann nach Wunsch durch die räumliche Ausgestaltung der Vorrichtung festgelegt werden.

Ein Ventil 78 ist zwischen den Kammern 60 und 65 vorgesehen. Dieses Ventil 78 hat die Funktion, einen Durchtritt des Gases von der Druckkammer 65 in die Kammer 60 zu gestatten, bis der Druck in der Druckkammer 65 auf einen geeigneten Wert ansteigt und die Gasströmung bei darüber liegendem Druckwert unterbricht. Wenn der Druck in der Druckkammer 65 durch den Drucksteigerungseffekt des Lichtbogens erhöht wird und das Hochdruckgas zur Kammer 60 strömt, und wenn das Hochdruckgas in der Druckkammer 65 nach der Steigerung des Drucks in der Kammer 60 auf einen geeigneten Wert entlassen wird, und zwar vor dem Verpuffen des Hochdruckgases der Kammer 60, so kann ein übermässiger Druck in der Kammer 60 gesteuert werden und der Gaspuffeffekt der Kammer 60 kann verbessert werden. Wenn der Druck des Gases in der Kammer 60 über den für die Lichtbogenextinktion erforderlichen Wert ansteigt, so wird die Lichtbogenextinktion erforderlich und die Lichtbogenenergie wird erhöht, so dass man einen übermässigen Druck erhält. Gleichzeitig wird die Kammer auf eine hohe Temperatur erhitzt. Auf diese Weise erhält man drastische Druckbedingungen und die Temperaturbedingungen für die Substrate der Kammern und es kommt zu einer Beschädigung und zu einem erheblichen Verzehr der Kontakte, wodurch die Funktionstüchtigkeit in der Praxis herabgesetzt wird.

Im folgenden soll die Arbeitsweise dieser Ausführungsform erläutert werden. Wenn der bewegliche Kontakt 61 durch Verriegelung mit der Betätigung einer nicht gezeigten Betätigungseinrichtung abwärts bewegt wird, so bewegt sich dieser Kontakt 61 über einen geeigneten Schleifabstand relativ zum feststehenden Kontakt 64, so dass ein Lichtbogen zwischen diesen beiden Kontakten ausgebildet wird. Das Gas wird durch den Lichtbogen rasch erhitzt und expandiert, so dass der Druck ansteigt, und das Gas strömt durch den Durchgang 79 zur Kammer 60.

Der bewegliche Kontakt 61 wird sodann weiter herab bewegt, wodurch der Lichtbogen expandiert wird und die Lichtbogenextinktion erforderlich wird. Hierbei steigt die Lichtbogenenergie rasch an, so dass der Druck in der Kammer 65 steigt. In diesem Stadium wird das Hochdruckgas von der Druckkammer 65 zur Kammer 60 überführt bis der Druckanstieg in der Kammer 60 einen geeigneten Wert erreicht, welcher für die Lichtbogenextinktion erforderlich ist. Wenn der Druck über diesen Wert steigt, so wird der Ventilkörper 80 des Ventils 78 gegen eine vorbestimmte Kraft einer Feder 81 aufwärts bewegt, so dass der Durchgang 79 verschlossen wird. Hierdurch wird der Druckanstieg der Kammer 60 gestoppt. Wenn der bewegliche Kontakt 61 nun weiter abwärts bewegt wird, so dass die Öffnung 70 zur benachbarten Kammer 72 hin freigelegt wird, so wird das Hochdruckgas durch die Düse 68 entlassen, und zwar je nach der Absenkung des Lichtbogenstroms. Die Düse 68 ist dabei mit der Öffnung 77 verbunden und das Hochdruckgas der Kammer 60, welches einen für die Lichtbogenextinktion genügend hohen Druck hat, verpufft. Hierdurch wird das Gas in der Nähe des Lichtbogens rasch abgekühlt und es kommt zur Lichtbogenextinktion.

Die Fig. 11 bis 13 zeigen eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Der äussere mit SF_6 gefüllte Behälterraum ist nun mit 90 bezeichnet. Diese Ausführungsform ähnelt denjenigen der Fig. 6 bis 10, d.h. es ist wiederum ein beweglicher Kontakt 98 mit einem Gaskanal 100, einer oberen Öffnung 99 und seitlichen radialen Öffnungen 101 vorgesehen. Ferner

sind wiederum eine äussere Druckkammer 92 und eine innere Druckkammer 94 vorgesehen. In letzterer befindet sich ein kegelförmiger Strömungsführungsring 95, welcher die Strömung aus der äusseren Druckkammer 92 in die innere Druckkammer 94 behindert. Zwischen der äusseren Druckkammer 92 und der inneren Druckkammer 94 befindet sich ein Strömungsdurchgang 93'. Der feststehende Kontakt 97 ist innerhalb eines Lichtbogenextinktionskammerkörpers 94' angeordnet, an dessen unteres Ende sich ein Mantel 96 aus einem isolierenden Material anschliesst. Ferner schliesst sich die bei den Ausführungsformen der Fig. 6 bis 10 an das untere Ende der Aussenwandung 91 eine Strömungsführung 93 aus einem isolierenden Material an.

Bei geschlossenen Kontakten ist eine untere Öffnung 94'' der äusseren Druckkammer 92 durch den beweglichen Kontakt 98 verschlossen.

Das Gas wird durch den Lichtbogen, welcher bei Trennung der Kontakte 97, 98 gebildet wird, erhitzt und expandiert. Man erhält zunächst in der inneren Druckkammer 94 ein Hochdruckgas. Dieses strömt durch den Gasdurchgang 93' in die äussere Druckkammer 92. Dabei ist der Strömungswiderstand des konischen Rings 95 gering.

Die Druckanstiegszeit, welche sich im wesentlichen auf die Zeit zur Bewegung des beweglichen Kontakts 98 durch den Mantel 96 erstreckt, ist relativ lang, so dass der Effekt der Gegenströmung steuernden konischen Rings 95 weiter verbessert werden, indem man die Querschnittsfläche des Gasdurchgangs 93' verringert. Der praktische Effekt dieser Massnahme ist im wesentlichen gleich demjenigen eines mechanischen Überdruckventils.

Das durch den Gasdurchgang 93' strömende Gas hat eine hohe Temperatur, sowie einen hohen Druck und daher ist es schwierig, bei den herrschenden Umgebungsbedingungen den Betrieb eines mechanischen Ventils stabil zu halten, und es ist ein kompliziertes gross dimensioniertes teures Ventil erforderlich. Wie jedoch die Zeichnung zeigt, haben der die Gegenströmung steuernde konische Ring 95 und der Gasdurchgang 93' eine einfache Gestalt, so dass ein stabiler Öffnungs- und Schliessbetrieb erreicht werden kann, ohne irgendwelche beweglichen Teile vorzusehen. Der Aufbau der Vorrichtung ist einfach und wirtschaftlich und dennoch wird die Gesamtfunktion erfüllt.

Im folgenden soll die Arbeitsweise erläutert werden. Wenn der bewegliche Kontakt 98 unter Verriegelung mit dem Betrieb einer nicht gezeigten Betätigungseinrichtung herabbewegt wird, so gleitet der bewegliche Kontakt 98 über eine bestimmte Strecke gegenüber dem feststehenden Kontakt 97 unter Ausbildung eines Lichtbogens zwischen den beiden sich voneinander entfernenden Kontakten 97, 98 wie Fig. 12 zeigt. Der Lichtbogen expandiert in dem Mantel 96 in Abhängigkeit von der Abwärtsbewegung des beweglichen Kontakts 98, so dass der Druck des Gases in der Druckkammer 94 ansteigt. Das Hochdruckgas wird glatt durch den Durchgang 93' in die Druckkammer 92 überführt. Dieser Vorgang wird fortgesetzt bis der sich weiter herabbewegende bewegliche Kontakt 98 durch den Mantel 96 hindurch gelangt. Bis zu diesem Zeitpunkt ist die Druckkammer 92 im wesentlichen geschlossen, so dass der Druck ansteigt. In dem unteren Teil der Druckkammer 92 hat das Hochdruckgas eine niedrige Temperatur.

Wenn der bewegliche Kontakt 98 nun weiter abwärts bewegt wird, so gelangt die Öffnung 99 in Verbindung mit dem Gasdurchgang 94'' und das Hochdruckgas der Kammer 92 wird in den Behälterraum 90 entlassen. Bei der periodischen Schwankung des Lichtbogenstroms unter Abnahme auf Null verringert sich der Durchmesser des Lichtbogens plötzlich in Abhängigkeit von der Abnahme des Lichtbogenstroms und der Schliesszustand der Öffnung 99 wird gleichzeitig freigegeben, so dass das Hochdruckgas der Druckkammer 92 in

der Hauptsache unter Beaufschlagung des Lichtbogens verpufft, und zwar gemäss den Pfeillinien in Fig. 13. Hierdurch wird das ionisierte Gas weggespült.

Fig. 14 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Dabei ist der Behälterraum, welcher mit SF_6 gefüllt ist, mit dem Bezugszeichen 110 bezeichnet. Das Bezugszeichen 112 bezeichnet eine obere Abdeckung, welche an einem nicht gezeigten leitfähigen Teil

Das Bezugszeichen 119 bezeichnet eine Druckkammer mit einer Aussenwandung 118 aus isolierendem Material. An die Aussenwandung 180 schliesst sich unten einstückig eine Strömungsführung 120 an, welche die Gasauslässe 117 des beweglichen Kontakts 114 normalerweise verschliesst.

Die Position des beweglichen Kontakts 114, in der die Gasauslässe 117 zum Behälterraum 110 hin geöffnet sind, ist im wesentlichen identisch mit dem minimalen Unterbrecherabstand und dabei besteht ein zweckentsprechender Spalt zwischen dem beweglichen Kontakt 114 und dem unteren Ende der Strömungsführung 120, wobei die Kontakte vollständig voneinander getrennt sind.

Im folgenden soll die Arbeitsweise erläutert werden. Wenn der bewegliche Kontakt 114 unter Verriegelung mit der Betätigung einer nicht gezeigten Betätigungseinrichtung abwärtsbewegt wird und der Kontakt 113 und der Kontakt 114 nach einer geeigneten Schleifzeit voneinander getrennt werden, so bildet sich zwischen den Kontakten ein Lichtbogen aus. In diesem Falle ist die Lichtbogenextinktionskammer 119 geschlossen bis der Abstand zwischen den Kontakten 113 und 114 den minimalen Unterbrecherabstand erreicht hat, welcher zur Unterbrechung in der anfänglichen Stufe erforderlich ist. Hierdurch wird das Gas für die Lichtbogenextinktion in dem Lichtbogenextinktionskammerkörper 119 durch den Lichtbogen erhitzt, expandiert oder zersetzt und der Druck steigt auf einen geeigneten Wert an, welcher für die Lichtbogenextinktion erforderlich ist. Wenn der bewegliche Kontakt nun weiter abwärts bewegt wird, so dass der Gasauslass 117 zum unteren Ende der Strömungsführung 120 gelangt, und mit dem Behälterraum 110 verbunden wird, so strömt das Hochdruckgas, welches einen für die Lichtbogenextinktion geeigneten Druckwert hat, von der Druckkammer 119 durch die Düse 115, den Gaskanal 116 und den Gasauslass 117. Auf diese Weise wird die Lichtbogenextinktion des zwischen den Kontakten 113 und 114 ausgebildeten Lichtbogens rasch durch den Verpuffungseffekt herbeigeführt. Die Verpuffung des Gasdrucks erfolgt durch die Düse 115 und wird einzig durch den Abstand zwischen den Kontakten gesteuert.

Die Position des oberen Endes der Strömungsführung 120 ist im wesentlichen identisch mit der Position des oberen Endes des beweglichen Kontakts 114, wenn der bewegliche Kontakt 114 den maximalen Unterbrecherabstand zum feststehenden Kontakt 113 erreicht. Demzufolge variiert der Optimalzustand der Beziehung zwischen der Düse 115 und der Lichtbogenextinktionskammer 118 nicht wesentlich bei der weiteren Abwärtsbewegung des beweglichen Kontakts 114 unabhängig von der Position des beweglichen Kontakts 114, so dass die Unterbrecherfunktion des Unterbrechers ausgezeichnet und stabil ist.

Fig. 15 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung ähnlich derjenigen der Fig. 14. Dabei ist jedoch ein Drucksteuerventil 121 in dem Gaskanal 116 des beweglichen Kontakts 114 untergebracht. Sobald der Gasdruck einen bestimmten Grenzwert übersteigt, wird der Ventilkörper 122 gegen die Kraft einer Feder 123 abwärts bewegt und die Verbindung zwischen dem Gaskanal 116 und den Gasdurchlässen 117 wird hergestellt. Die Öffnungsweite der Gasdurchlässe 117 wird je nach dem Druck im Gaskanal 116 gesteuert. Wenn der Druck in dem Gaskanal relativ gering ist, so ist die Öff-

nungsfläche relativ klein, während bei hohem Druck die Öffnungsfläche gross ist, so dass auch der Verpuffungseffekt des Gases vergrößert ist.

Im folgenden soll die Arbeitsweise dieser Ausführungsform erläutert werden. Wenn der bewegliche Kontakt 114 unter Verriegelung mit der Betätigung einer nicht gezeigten Betätigungseinrichtung abwärtsbewegt wird und die Kontakte 113 und 114 nach einer geeigneten Gleitzeit voneinander getrennt werden, so bildet sich zwischen den Kontakten ein Lichtbogen aus. Wenn der Unterbrecherstrom gross ist und das Gas in der Druckkammer 119 durch den Lichtbogen auf eine hohe Temperatur erhitzt, expandiert oder zersetzt wird, so dass der Druck drastisch ansteigt, so gelangt der Gasauslass 117 zum unteren Ende der Strömungsführung 120, wobei der minimale Unterbrecherabstand erreicht ist. Nun wird der erreichte Druck, welcher für die Unterbrechung erforderlich ist, wirksam und das Drucksteuerventil 121 wird betätigt, wobei der Ventilkörper 122 gegen die Feder 123 abwärts bewegt wird und das Hochdruckgas in der Lichtbogenextinktionskammer 118 entlädt sich durch die Düse 115, den Gaskanal 116 und die Gasauslässe im beweglichen Kontakt 114 in den Behälterraum 110. Demzufolge wird der Lichtbogen beim ersten Nulldurchgang des Lichtbogenstroms nach Überschreiten des minimalen Abstandes des beweglichen Kontakts vom feststehenden Kontakt gelöscht. Wenn andererseits der Unterbrecherstrom gering ist, und der Druck in der Lichtbogenextinktionskammer 118 nicht auf den gewünschten Wert für die Unterbrechung gesteigert wird, nachdem der bewegliche Kontakt sich über den minimalen Unterbrecherabstand hinausbewegt hat, so wird das Drucksteuerventil 121 nicht betätigt. Wenn nun der bewegliche Kontakt 114 weiter abwärts bewegt wird, so wird der Lichtbogen expandiert und der Druck steigt in der Lichtbogenextinktionskammer 118 an, so dass schliesslich der für die Unterbrechung erforderliche Druck erreicht wird und das Drucksteuerventil 121 betätigt, wodurch die Unterbrechung unmittelbar erfolgt.

Im folgenden wird eine weitere Ausführungsform der Erfindung anhand der Fig. 16 erläutert. Der mit SF₆ gefüllte Behälterraum ist mit 110 bezeichnet. Der bewegliche Kontakt 114 weist wiederum einen Gaskanal 116 auf mit einer oberen Düse 115 und radialen Durchlässen 117. Er wirkt mit einem feststehenden Kontakt 113 zusammen. An eine Aussenwandung 112 einer Druckkammer schliesst sich unten ein Mantelkörper 118 aus isolierendem Material an. Dieser Mantelkörper 118 weist zwei kegelförmige Flächen 124, 125 zur Gasführung bei der Gasverpuffung auf. Die kegelförmige Fläche 124 begrenzt die eigentliche Druckkammer nach unten, während die kegelförmige Fläche 125 eine Hilfskammer 126 begrenzt.

Im folgenden soll die Arbeitsweise dieser Ausführungsform erläutert werden. Wenn der bewegliche Kontakt 114 gemäss der Pfeillinie durch Verriegelung mit der Betätigung einer nicht gezeigten Betätigungseinrichtung abwärts bewegt wird, so bewegt sich der bewegliche Kontakt 114 über einen geeigneten Schleifabstand und entfernt sich dann von dem feststehenden Kontakt 113 und zwischen den Kontakten 113 und 114 bildet sich der Lichtbogen aus. Der Lichtbogen wird entsprechend der Bewegung des beweglichen Kontakts 114 expandiert und er bewegt sich aufgrund der Selbstentladungsfunktion zwischen den Kontakten irregulär.

Andererseits wird das Gas für die Lichtbogenextinktion durch den Lichtbogen erhitzt und expandiert und in der durch die Aussenwandung 112 gebildeten Druckkammer und in der Hilfskammer 126 wird während der irregulären Bewegung des Lichtbogens ein sich in turbulentem Zustand befindendes Hochdruckgas ausgebildet. Wenn nun der bewegliche

Kontakt 113 weiter abwärts bewegt wird, so gelangt der Gasauslass 117 in Verbindung mit dem Behälterraum 110 und der Lichtbogenstrom sinkt. Das Hochdruckgas in der durch die Aussenwandung 112 gebildeten Druckkammer und in der Hilfskammer 126 wird durch die Düse 115, den Gaskanal 116 und die Gasauslässe 117 in den Behälterraum 110 entlassen. Hierbei kommt es zu einem plötzlichen Druckabfall rund um die Düsenöffnung 115. Das Hochdruckgas strömt gleichmässig entlang der kegelförmigen Fläche 124 in Form einer nicht turbulenten Gasströmung. Hierdurch ist die Diffusionseffizienz erhöht. Auf diese Weise kann der zu erreichende Druckwert verringert werden. Hierdurch sind die Festigkeitsanforderungen ebenfalls verringert und der Unterbrecher kann miniaturisiert werden und einen wirtschaftlichen Aufbau haben.

Wenn man radiale Leitwände auf der kreisförmigen, konusförmigen Fläche des Mantels 118 ausbildet, so kann eine turbulente Strömung des Hochdruckgases am Einlassbereich noch stärker eliminiert werden und der Effekt kann noch weiter gesteigert werden.

Fig. 17 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, wobei der mit SF₆ gefüllte Behälterraum wiederum mit 110 bezeichnet ist. Der feststehende Kontakt 113 ist innerhalb eines Lichtbogenextinktionskammerkörpers 127 angeordnet, an dessen unterem Ende 112' ein aus isolierendem Material bestehender Mantelkörper 129 befestigt ist. Der bewegliche Kontakt 114 umfasst wiederum einen Gaskanal 116, eine Düsenöffnung 115 und radiale Gasdurchlässe 117. Der Mantelkörper 129 weist eine konzentrische zylindrische Innenwandung 128 auf, welche den beweglichen Kontakt 114 führt. Auf diese Weise bildet der Mantelkörper 129 eine Druckkammer. Letztere weist eine obere ringförmige Öffnung 130 auf, welche normalerweise durch den beweglichen Kontakt 114 verschlossen ist.

Im folgenden soll die Arbeitsweise dieser Ausführungsform erläutert werden. Wenn der bewegliche Kontakt 114 bei Verriegelung mit der nicht gezeigten Betätigungseinrichtung abwärts bewegt wird und die Kontakte 113 und 114 nach einem geeigneten Schleifbetrieb getrennt werden, so wird zwischen den Kontakten ein Lichtbogen ausgebildet. Das Gas für die Lichtbogenextinktion rund um den Lichtbogen wird durch diesen Lichtbogen erhitzt, so dass eine hohe Temperatur und ein hoher Druck entstehen. Der hohe Druck pflanzt sich in den Innenraum des Mantelkörpers 129 innerhalb kurzer Zeit fort, bis der Druck den für die Unterbrechung erforderlichen Wert annimmt. Andererseits steigt die Temperatur aufgrund der Wärmeleitung und der turbulenten Strömung nur allmählich an.

Wenn nun der bewegliche Kontakt 114 weiter abwärts bewegt wird und der Lichtbogen in axialer Richtung expandiert wird, so vergrößert sich die Öffnungsweite der oberen Öffnung 130. Der zylindrische Bereich 128 des Mantelkörpers behindert jedoch einen Wärmetransport in die Druckkammer des Mantelkörpers, so dass die Temperatur dort nur langsam ansteigt. Wenn der bewegliche Kontakt 114 weiter abwärts bewegt wird, so erfolgt die strömungsmässige Verbindung mit dem Behälterraum 110 und das Hochdruckgas (welches eine niedrige Temperatur hat) strömt aus der Druckkammer im Mantelkörper 129 durch die Öffnung 130 aus und es kommt zur Lichtbogenextinktion.

Fig. 18 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung ähnlich derjenigen der Fig. 17. Dabei sind jedoch zusätzliche Öffnungen 131, 132 im Mantelkörper 129 vorgesehen und die Gasströmung folgt den Pfeillinien.

FIG. 1

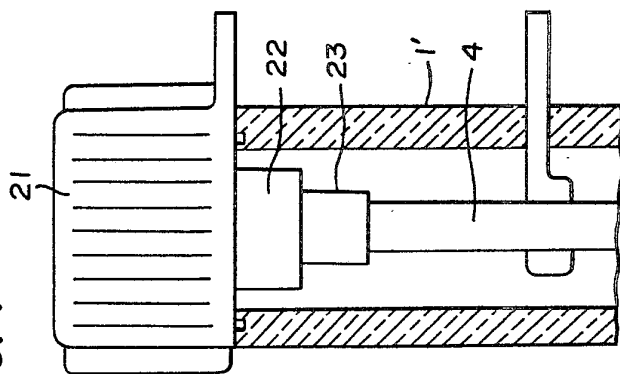


FIG. 12

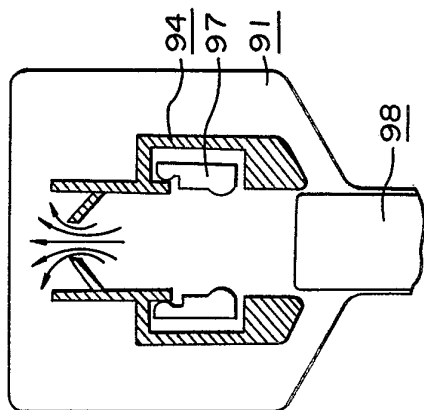


FIG. 13

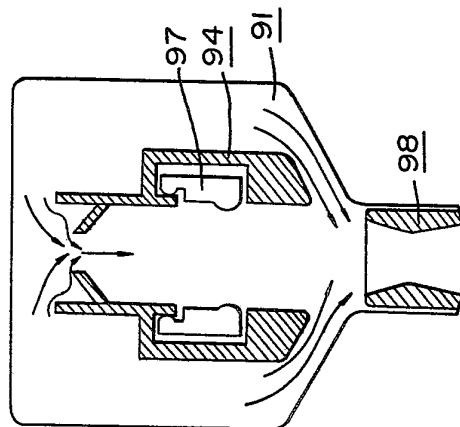


FIG. 3

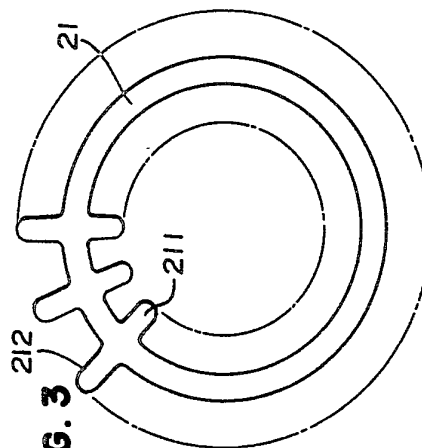


FIG. 2

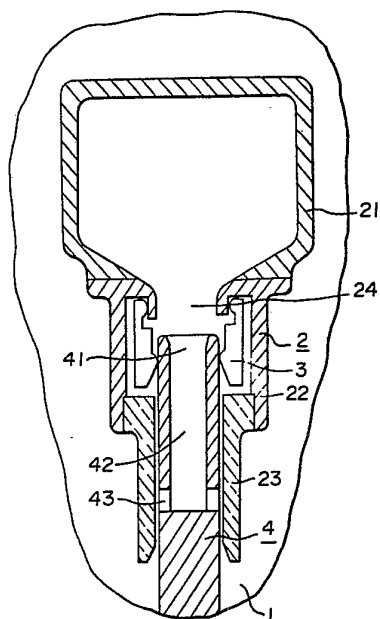


FIG. 4

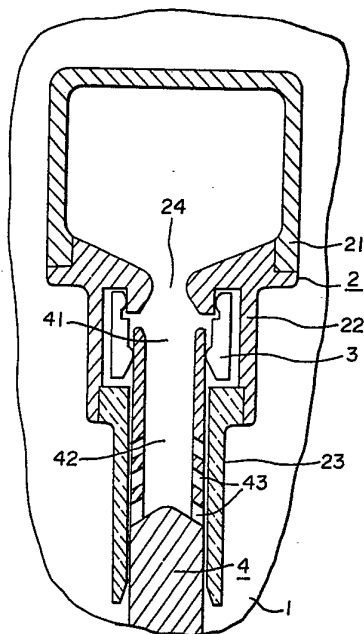


FIG. 5

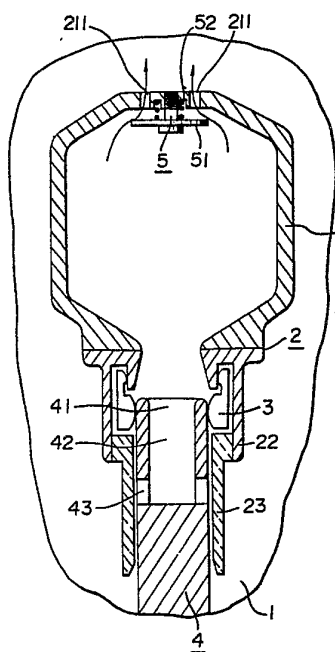


FIG. 18

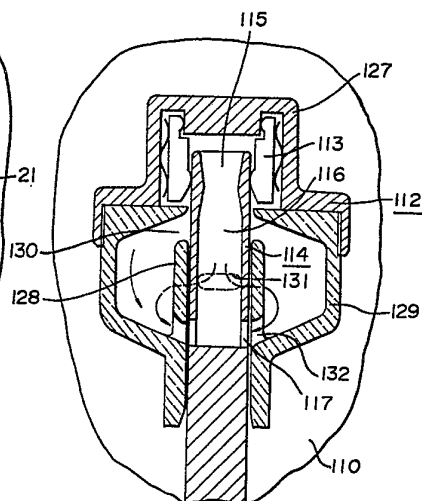


FIG. 6

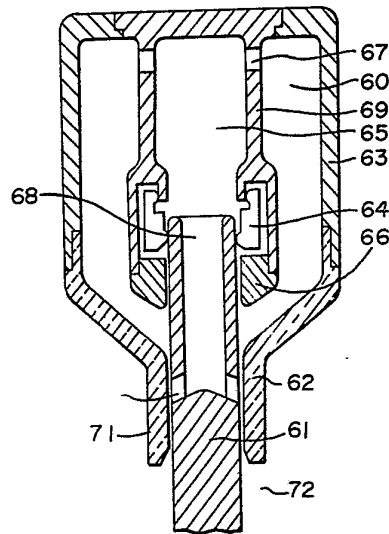


FIG. 7

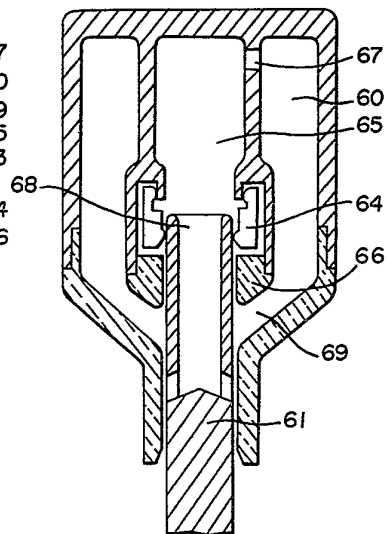


FIG. 8

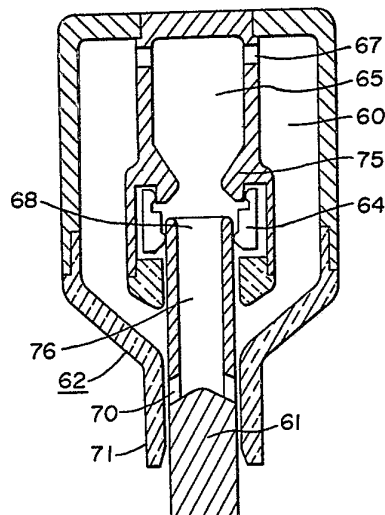


FIG. 9

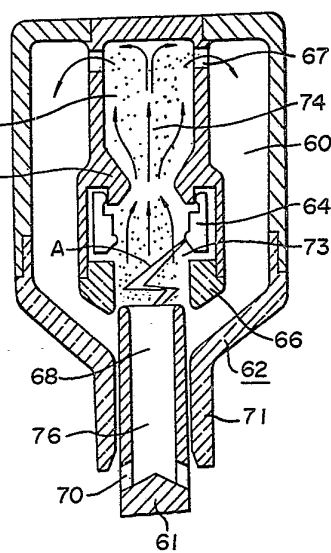


FIG. 10

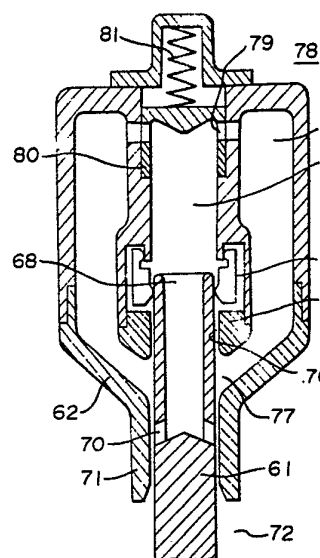


FIG. 11

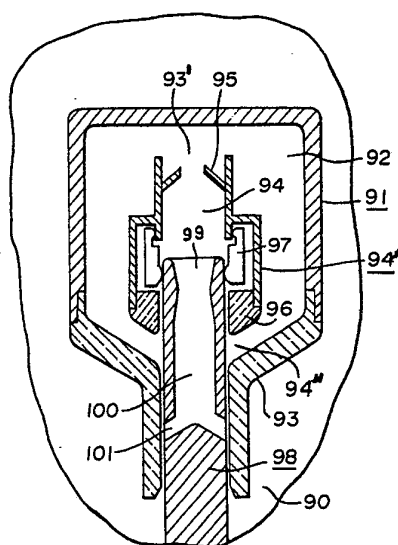


FIG. 14

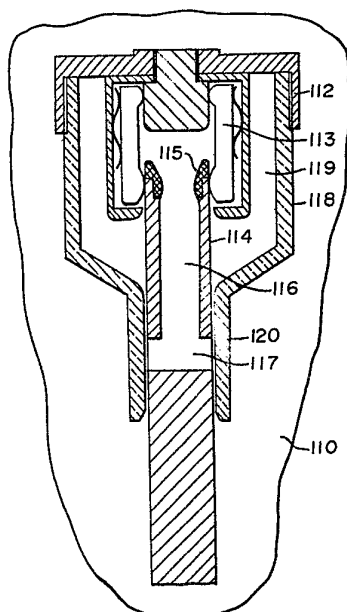


FIG. 15

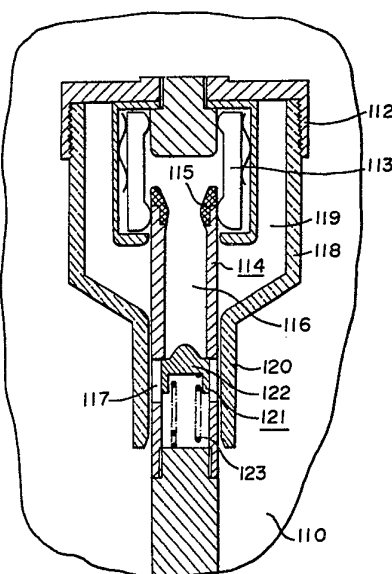


FIG. 16

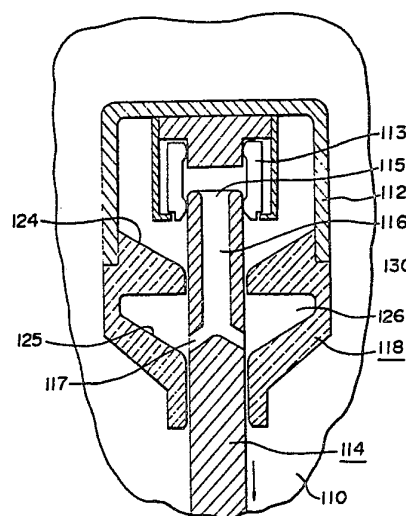


FIG. 17

