



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 667 941 A5

⑤① Int. Cl.⁴: H 01 H 31/02
H 01 H 1/00
H 02 B 13/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑮① Gesuchsnummer: 3215/85

⑮② Anmeldungsdatum: 24.07.1985

⑮③ Priorität(en): 24.07.1984 JP 59-156034

⑮④ Patent erteilt: 15.11.1988

⑮⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.11.1988

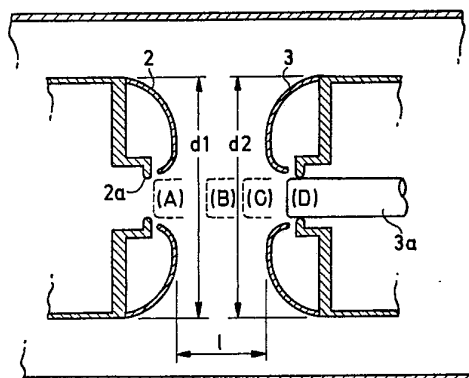
⑮⑦ Inhaber:
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha,
Chiyoda-ku/Tokyo (JP)

⑮⑦ Erfinder:
Yoshizumi, Toshiaki, Minoo City/Osaka (JP)
Matsuda, Setsuyuki, Kobe City/Hyogo (JP)
Nitta, Tohei, Kobe City/Hyogo (JP)

⑮⑦ Vertreter:
William Blanc & Cie conseils en propriété
industrielle S.A., Genève

⑮④ Gasisolierter Trenner in einem geerdeten Metallgehäuse.

⑮⑦ Beim gasisolierten Trenner wird der Durchmesser von jedem Elektrodenpaar im Bereich von 2 bis 4 mal den Abstand zwischen den Elektroden während der Trennung gewält, wobei die Stossspannung beim Trennen gesenkt und die dielektrische Leistungsfähigkeit gegen Erde während der Unterbrechung der kapazitiven Stromes erhöht wird.



PATENTANSPRUCH

Gasisolierter Trenner in einem geerdeten, mit einem elektrisch isolierenden Gas gefüllten Metallgehäuse zum Unterbrechen von kapazitiven Strömen in einer unbelasteten Sammelschiene einer Schaltanlage, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser von jeder Elektrode eines Elektrodenpaares im Bereich von 2 bis 4 mal den Abstand zwischen den Elektroden während der Trennung liegt.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft einen gasisolierten Trenner gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs.

In einem Unterwerk sind ein Schalter und Trenner beidseits von zwei parallelen Sammelschienen angeordnet und zwischen zwei Trennern angeschlossen, die zwischen den beiden Sammelschienen seriegelgeschaltet sind. Neuerdings wurden vollständig gasisolierte Unterwerke entwickelt, in denen die Trenner, die Schalter und die Sammelschichten alle in Metallgehäuse eingeschlossen sind, die mit SF_6 -Gas gefüllt sind. Ferner sind hybridartige Unterwerke entwickelt, in denen nur die Sammelschienen als Übertragungsleitungen herausragen.

In derartigen Unterwerken werden die Trenner dazu benutzt, die elektrischen Apparate von den Übertragungsleitungen und dem Schaltkreis zu trennen. Das Öffnen und das Schliessen der Trenner findet dann statt, wenn die Schalter nicht geschlossen sind, wobei die Trenner jeweils einen kleinen kapazitiven Strom in einer kurzen Leitung im Unterwerk unterbricht, die sich bis zum zugehörigen Schalter erstreckt.

Ein derartiges Unterwerk ist in Fig. 1 näher beschrieben, die zwei Sammelschienen A und B bzw. BUS1 und BUS2, acht Trenner DS1 bis DS8 sowie drei Schalter CB1 bis CB3 enthält. Dabei trennt der Trenner DS1 ein kurzes Leitungsstück a, das sich zwischen dem Trenner DS1 und dem Schalter CS1 erstreckt, während der Trenner DS5 das Leitungsstück b unterbricht, wenn der Trenner DS6 offen ist. Ferner ist ein Transformator Tr vorgesehen.

In einem Unterwerk der obigen Art entsteht eine grosse Anzahl von Funken oder Entladungen zwischen den Elektroden, wobei eine Wellenform der Spannung gegen Erde, wie in Fig. 2a in einer Lastseitenleitung, entsteht. Ferner wird praktisch gleichzeitig mit der Kontakttrennung ein kleiner kapazitiver Strom unterbrochen. Zu dieser Zeit verbleibt eine Quellenspannung bei der Unterbrechung auf der Lastseite der Leitung, so dass eine Differenz in der Spannung zwischen der Restspannung V_{e1} und der Quellenspannung über die Elektroden des Trenners entsteht. Weil sich der Trenner immer noch in der Öffnungsphase befindet und die dielektrische Erholung der Isolation zwischen den Elektroden noch unzureichend ist, finden zu diesem Zeitpunkt Überschlüsse der Spannung V_{p1} zwischen den Elektroden statt. Da aber die elektrostatische Kapazität der Leitung in diesem Falle von mehreren Hundert bis zu mehreren Tausend pF beträgt, wird die Unterbrechung vollständig beendet nachdem der durchfliessende Einschwingstrom reduziert ist, wobei eine Spannung, deren Höhe etwa der Quellenspannung entspricht, auf der Lastseite der Leitung verbleibt. Weil die Quellenspannung schwankt, tritt die Überschlussspannung wiederum an der Spannung V_{p2} zwischen den Elektroden auf. Der Überschluss wird in gleicher Weise wiederholt.

Eine Stossspannung gegen Erde wird im Trenner erzeugt, wenn wieder ein Überschluss stattfindet. So ist beispielsweise der an der Stelle A in Fig. 2a auftreffende Überschluss in Fig. 2b dargestellt, wobei die Zeitskala verlängert wurde. Die Stossspannung hat zu diesem Zeitpunkt infolge der Kürze der zu schaltenden Lastleitung eine hohe Frequenz, wobei die grundlegende Frequenz normalerweise von wenigen Hundert KHz bis

zu mehreren MHz reicht. Deshalb fliesst ein Strom hoher Frequenz zwischen den Elektroden des Trenners während des nochmaligen Überschlagens, wobei die Unterbrechung dann stattfindet, wenn der Einschwingstrom ausreichend abgenommen hat und der Strom unterbrochen wird nachdem die Spannung an der lastseitigen Leitung derjenigen der Quellenspannung entspricht.

Wenn die Elektroden des Trenners auseinandergehen steigt die dielektrische Festigkeit zwischen den Elektroden derart, dass die Potentialdifferenz zwischen den Elektroden beim nochmaligen Überschluss zwischen den Elektroden des Trenners beispielsweise von V_{pn-1} oder V_{pn} ansteigt. Deshalb erreicht eine hohe Stossspannung infolge der Einschwingung die an den Stellen B und C in Fig. 2a gezeigte Spannung.

In diesem Beispiel ist die Potentialdifferenz V_{pn-1} während der Entladung über die Elektroden grösser als V_{pn} . Dies ist auf die Form der Elektroden des Trenners während des Schaltvorganges zurückzuführen, die infolge des beweglichen Kontaktes in einer der Elektroden praktisch symmetrisch ist, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist, wobei die Durchschlagfestigkeit der Wiederkehrspannung infolge der Polarität der Spannung zwischen den Elektroden V_{pn-1} und V_{pn} symmetrisch ist, was als Polaritätseffekt genannt wird. Der oben beschriebene Polaritätseffekt ist in den meisten gasisolierten Trennern vorhanden.

Das Verhältnis der obengenannten Asymmetrie, ausgedrückt als das Verhältnis der Durchschlagfestigkeit der Wiederkehrspannung zwischen den Elektroden zur Durchschlagfestigkeit der Wiederkehrspannung zwischen den Elektroden mit negativer Polarität beträgt normalerweise 1.3.

Aus der Publikation «Disconnect Switch Induced Transients and Trapped Charges in Gas-Insulated Substations» von S.A. Boggs et al. IEEE Trans. PAS, Vol 101, No. 10, pp 3593-3600, 1982 geht hervor, dass die höchste Potentialdifferenz während der Entladung zwischen den Elektroden selten den zu erwartenden Höchstwert von 2,0 pu erreicht, wobei pu den normalen Spannungshöchstwert zur Erde darstellt.

Die Überspannung infolge der Einschwingung während der Entladung zwischen den Elektroden des Trenners oder die sogenannte Schaltstossspannung ist extrem hoch verglichen mit der normalen Spannungsspitze gegenüber Erde gemäss Fig. 2. Da ferner der Trennabstand zwischen den Elektroden des Trenners sehr hoch ist, wenn eine derart hohe Trenn-Stossspannung erzeugt wird, zweigt der elektrische Bogen zwischen den getrennten Elektroden beim Entladung oft zum metallischen Gehäuse hin, das geerdet ist, so dass ein Fehler gegen Erde während der Unterbrechung des kapazitiven Stromes leicht entstehen kann.

Dieses Phänomen wurde aber bis jetzt nicht ausreichend verstanden und in herkömmlichen gasisolierten Trennern sind keine wirksame Massnahmen zur Herabsetzung der Spannung zwischen den Elektroden sowie zur Senkung der Stossspannung des Trenners möglich.

Aufgabe der Erfindung ist somit die Schaffung eines gasisolierten Trenners, in dem die Stossspannung des Trenners reduziert und die dielektrische Leistungsfähigkeit zur Erde hin während der kapazitiven Stromunterbrechung erhöht wird.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäss mit den Merkmalen im Kennzeichnungsteil des Anspruchs gelöst.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Schaltbild eines gasisolierten Unterwerks,
- Fig. 2 zwei Kurvenbilder der Wellenform der Spannung während der Unterbrechung eines kapazitiven Stromes,
- Fig. 3 einen Schnitt durch die Elektroden des Trenners,
- Fig. 4 eine Kurve, welche die Eigenschaften der dielektrischen Wiederkehrspannung zwischen den Elektroden anzeigt,
- Fig. 5 zwei Kurven, welche die Wirkung des Knipunkts der dielektrischen Wiederkehrspannung verdeutlichen,

Fig. 6 wie Fig. 5 und

Fig. 7 vier Kurven, welche die Änderungen der dielektrischen der Wiederkehrspannung anzeigen.

Nachfolgend werden gasisolierte Schaltapparate anhand der Zeichnung näher erläutert. In Fig. 3 ist ein geerdetes Metallgehäuse 1 gezeigt, das mit SF_6 -Gas gefüllt ist. Eine zylinderförmige, feststehende Elektrode 2 mit einem Durchmesser d_1 ist im Gehäuse 1 angeordnet. Die feststehende Elektrode 2 ist mit einem feststehenden Kontakt 2a ausgestattet. Im Gehäuse 1 ist ferner eine zylinderförmige, bewegbare Elektrode 3 gegenüber der feststehenden Elektrode 2 mit einem Durchmesser d_2 in einem Abstand 1 angeordnet. Die bewegbare Elektrode 3 hat einen bewegbaren Kontakt 3a, der sich zur Berührung des feststehenden Kontakts 2a hin bewegt. Wie dargestellt bewegt sich der bewegbare Kontakt in der Reihenfolge D-C-B-A, beim Berührungs- oder Schliessvorgang, und in der Reihenfolge A-B-C-D beim Trennvorgang. Die Durchmesser der Elektroden 2 und 3 betragen etwa $d = d_1 = d_2$, müssen aber nicht genau gleich sein.

Die dielektrische Durchschlagfestigkeit der Wiederkehrspannung über die Elektroden 2 und 3, wie oben beschrieben, variiert nichtlinear in bezug auf den Hub des beweglichen Kontakts 3a und zeigt eine plötzliche Steigung bei einer bestimmten Spannung. Der Punkt, an dem diese plötzliche Zunahme festgestellt wird, wird in der Folge als «Knipunkt» der dielektrischen Wiederkehrspannung bezeichnet. Auf Grund von Analysen des elektrischen Feldes zwischen den Elektroden wurde festgestellt, dass diese nichtlineare Änderung auf die Tatsache zurückgeht, dass der bewegbare Kontakt 3a sich zwischen den Elektroden 2 und 3 bewegt, und dass diese Änderung hauptsächlich auf das Verhältnis des Abstandes 1 zwischen den Elektroden 2 und 3 und auf den Durchmesser d der Elektrode beruht.

Infolgedessen wird der Knipunkt der dielektrischen Durchschlagfestigkeit in Übereinstimmung mit dem Verhältnis zwischen 1 und d bestimmt.

Während Fig. 4 die Änderung in der dielektrischen Wiederkehrspannung zeigt, wenn die Polarität der Spannung zwischen den Elektroden negativ ist, kann die dielektrische Wiederkehrspannungskurve, sofern die Polarität positiv ist, durch Multiplikation von jedem Wert mit 1,3 erhalten werden, der das Symmetrieverhältnis zur Kurve der positiven Polarität darstellt.

In den Fig. 5 und 6 sind Kurven dargestellt, die durch Computer-Simulation erhalten wurden und zeigen, wie die höchste Spannung zwischen den Elektroden sowie die höchste Stossspannung bei einer gegebenen dielektrischen Wiederkehrspannung durch Änderung des Verhältnisses zwischen dem Abstand 1 zwischen den Elektroden und dem Durchmesser der Elektrode d variieren.

In diesen Kurven sind alle Entladungsspannungswerte zwischen den Elektroden in negative Werte umgewandelt, damit die Wirkung des Knipunktes leichter verständlich sind.

Aus diesen graphischen Darstellungen geht hervor, dass, bei Änderungen der Spannung an den Knipunkten, variiert die Entladespannung zwischen den Elektroden sowie die höchste

Stossspannung entsprechend. Wenn die Spannung am Knipunkt etwa 1,0 pu beträgt, ist eine steigende Tendenz bei der höchsten Entladespannung zwischen den Elektroden sowie bei der höchsten Stossspannung festzustellen. Die Daten der höchsten Entladespannung zwischen den Elektroden im schraffierten Bereich bedeutet, dass die Wiederzündung oder Entladespannung zwischen den Elektroden vor dem Knipunkt beendet wurde, während die höchste Entladespannung zwischen den Elektroden und die höchste Stossspannung reduziert wurden, wenn die Wiederzündung in dieser Zone reduziert wurden, insbesondere dort wo der Knipunkt grösser als 1,4 pu ist.

Aus dem obigen geht hervor, dass die höchste Entladungsspannung zwischen den Elektroden und die höchste Stossspannung durch Wahl der Formgebung der Elektroden reduziert werden kann, so dass der Knipunkt der dielektrischen Wiederkehrspannung mindestens 1,4 pu beträgt. Infolgedessen wird eine Erdung während der Unterbrechung des kapazitiven Stromes weniger wahrscheinlich.

In Fig. 7 ist die Variation der dielektrischen Wiederkehrspannung dargestellt, wenn das Verhältnis $k = d/1$ geändert wird, wobei d der Durchmesser der Elektrode und 1 der Abstand zwischen den Elektroden ist. Aus den Kurven geht hervor, dass der Knipunkt der dielektrischen Wiederkehrspannung etwa 1,4 pu beträgt, wenn $k > 2$. Wenn der Durchmesser der Elektrode im Verhältnis zum Abstand 1 zwischen den Elektroden übermässig gross ist, muss das geerdete Gehäuse, das die Elektroden umgibt entsprechend gross sein, so dass die Gesamt-abmessungen des Trenners unerwünscht lang werden. Auf der anderen Seite übersteigt die Spannung zwischen den Elektroden während des Trennvorganges nie 2,0 pu und kommt selten diesem Wert nahe, so dass es aus praktischen Gründen unerwünscht ist, den Wert $k = d/1$ extrem gross zu machen.

Deshalb wurde festgestellt, dass der Wert $k = d/1$ im Bereich von 2 bis 4 liegen sollte. In diesem Bereich tritt eine Erdung während der Unterbrechung des kapazitiven Stromes seltener auf.

Während der Durchmesser d_1 und d_2 der einander zugekehrten Flächen der Elektroden 2 und 3 bei der obengenannten Ausführung gleich gross sind, kann die gleiche Wirkung dort erreicht werden, wo $d_1 = d_0$. In diesem Falle wird das Verhältnis k vom Durchmesser der kleineren Elektrode sowie vom Abstand zwischen den Elektroden bestimmt.

Im vorliegenden Beispiel wurde SF_6 -Gas als Isoliergas im Gehäuse vorgesehen. Es ist aber auch möglich, ein anderes Gas, wie z.B. eine Mischung aus N_2 und SF_6 als Löschgas für den Lichtbogen zu verwenden.

Durch Wahl des Durchmessers von jeder Elektrode im Bereich von 2 bis 4 mal den Abstand zwischen den Elektroden während der Trennung, wird der Höchstwert der Stossspannung bei der Trennung des kapazitiven Stromes reduziert und der Höchstwert der Ladespannung zwischen den Elektroden erhöht, so dass der Erdungsfehler während der Unterbrechung des kapazitiven Stromes unterdrückt werden kann.

FIG. 1

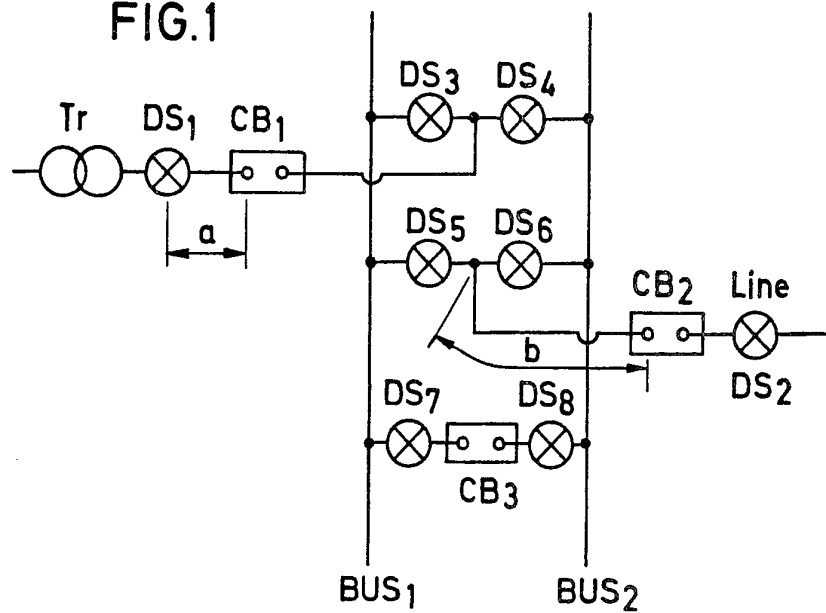


FIG. 2a

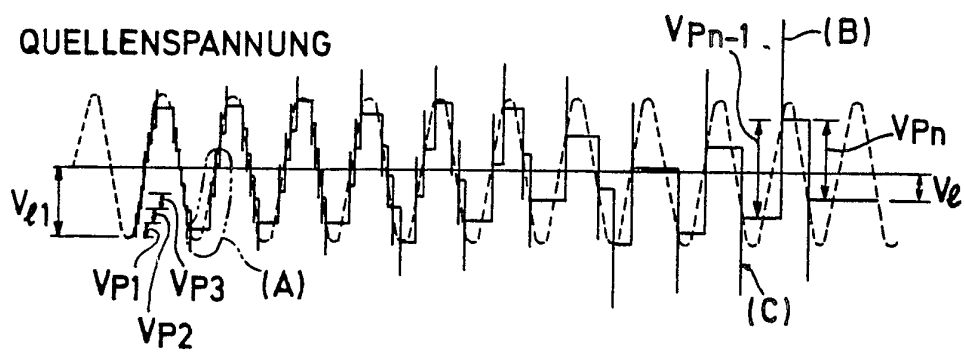


FIG. 2b

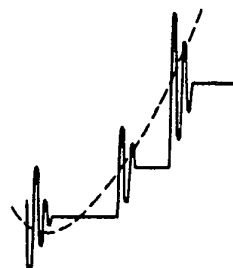


FIG. 3

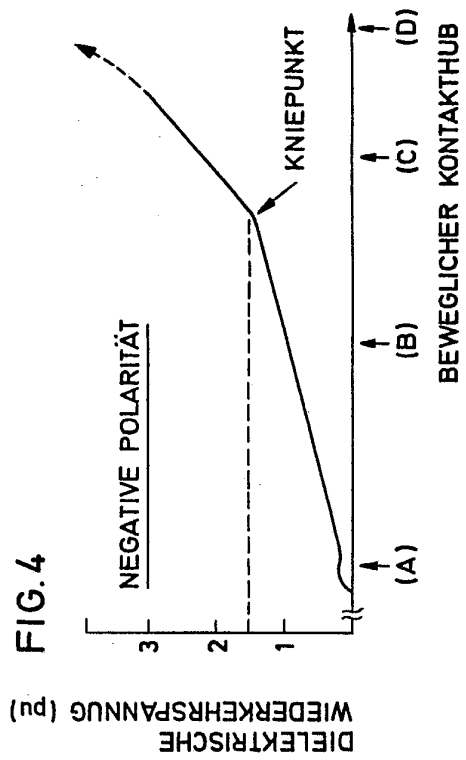
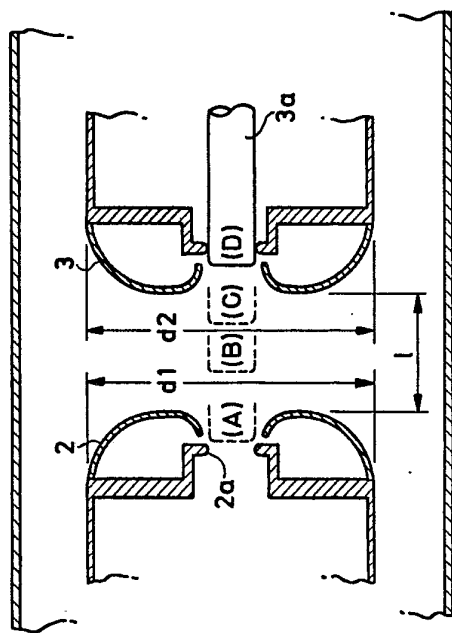


FIG. 5

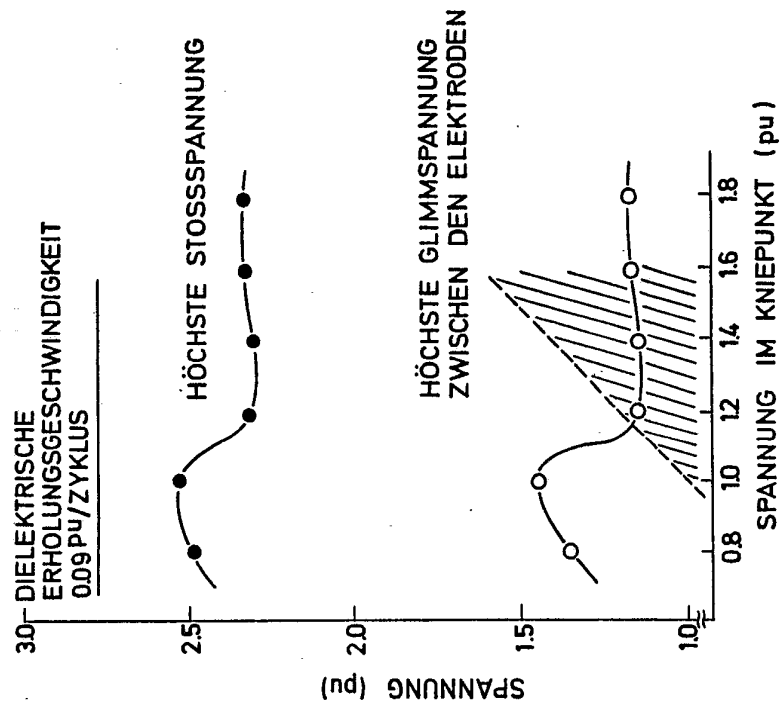


FIG. 6

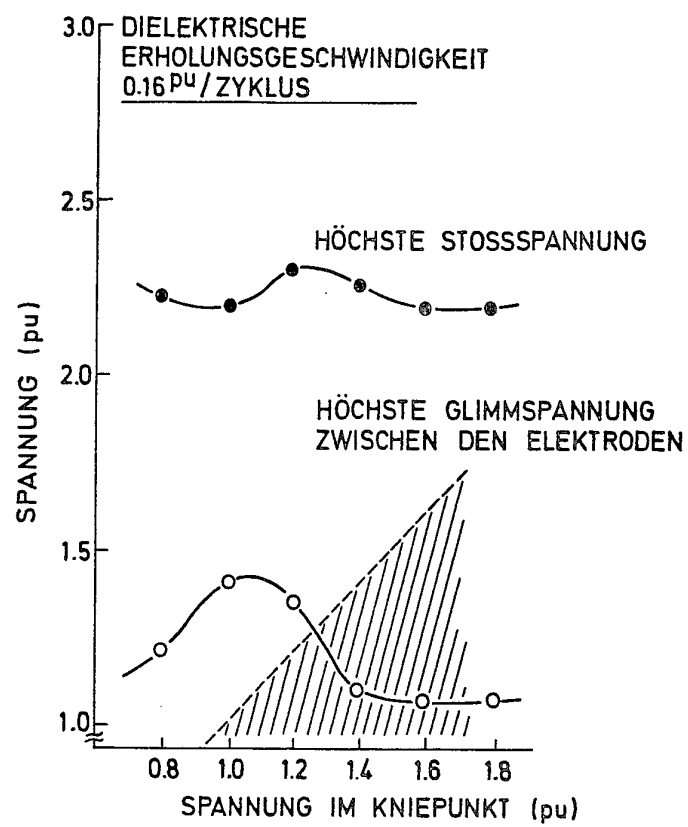


FIG. 7

