



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 01 996 T2** 2004.12.16

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 251 539 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 01 996.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 127 316.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **19.11.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.10.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **11.02.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.12.2004**

(51) Int Cl.7: **H01H 33/66**

**H01H 3/00**

(30) Unionspriorität:  
**2001121196 19.04.2001 JP**

(73) Patentinhaber:  
**Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**HOFFMANN · EITLÉ, 81925 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:  
**Inagaki, Kouichi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, JP;**  
**Kan, Norio, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, JP;**  
**Harada, Takakazu, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310,**  
**JP**

(54) Bezeichnung: **Vakuumschaltrohr**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Vakuumventil und insbesondere eine Elektrodenkonstruktion für ein Vakuumventil.

## 2. Stand der Technik

**[0002]** Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht, welche ein herkömmliches Vakuumventil darstellt, wie beispielsweise in der offengelegten japanischen Patentschrift Nr. 09-320412 offenbart.

**[0003]** Das Vakuumventil von Fig. 8 umfasst: ein zylindrisches, elektrisch isolierendes Rohr **1**, welches durch eine Aluminiumoxidkeramik oder ähnliches aufgebaut ist; eine endfixierte Endplatte **2**; und eine endbewegte Endplatte **3**, wobei die endfixierte Endplatte **2** und die endbewegte Endplatte **3** jeweils koaxial durch Lötan erste und zweite Enden des elektrisch isolierendes Rohrs **1** angebracht sind. Der Zusammenbau wird hauptsächlich unter Verwendung eines silberbasierenden Lötfüllmaterials durchgeführt, wobei eine fixierte Elektrodenstange **4** durch Lötan an die endfixierte Endplatte **2** verbunden ist und wobei eine bewegbare Elektrodenstange **5** durch Verlöten an die endbewegte Endplatte **3** mittels eines Faltenbalgs **6** verbunden wird. Eine fixierte Elektrode **7** wird durch Lötan an einem Endabschnitt der fixierten Elektrodenstange **4** verbunden, und eine bewegbare Elektrode **8** wird durch Lötan an einen Endabschnitt der bewegbaren Elektrodenstange **5** verbunden, wobei die fixierte Elektrode **7** und die bewegbare Elektrode **8** derart angeordnet werden, dass sie einander zugewandt sind.

**[0004]** Der Faltenbalg **6** ist in einer Akkordeonform aus einem dünnen rostfreien Stahlblech hergestellt, wodurch es möglich wird, dass die bewegbare Elektrodenstange **5** bewegt wird, während eine Luftdichtigkeit aufrecht erhalten wird. Eine Elektrodenschirmung **9** ist an dem elektrisch isolierenden Rohr **1** befestigt, wobei die Elektrodenschirmung **9** derart angeordnet ist, dass diese die fixierte Elektrode **7** und bewegbare Elektrode **8** umgibt, und wobei eine Faltenbalgschirmung **10** derart angeordnet ist, dass diese den Faltenbalg **6** abdeckt, und wobei die Elektrodenschirmung **9** und die Faltenbalgschirmung **10** verhindern, dass eine innere Oberfläche des elektrisch isolierenden Rohrs **1** und der Faltenbalg **6** durch einen metallischen Dampf verunreinigt werden, welcher durch die fixierte Elektrode **7** und die bewegbare Elektrode **8** während der elektrischen Stromunterbrechung erzeugt wird.

**[0005]** Eine Führungsmontageplatte **11** ist an der

endbewegten Endplatte **3** angeordnet, und eine Harzführung **12** führt die Bewegung der bewegbaren Elektrodenstange **5**. Die Harzführung **12** ist an der Führungsmontageplatte **11** mittels einer Schraube, usw. angebracht, die nicht dargestellt ist, nachdem der Zusammenbau des Vakuumventils durch Verlöten vervollständigt worden ist.

**[0006]** Ein Schaltvorgang des Vakuumventils der vorstehenden Konstruktion wird durch den Betrieb eines Schaltkreisunterbrecher-Betätigungsmechanismus durchgeführt, der an einem Endabschnitt der bewegten Elektrodenstange **5** angebracht ist, wobei jedoch eine fehlerhafte Ausrichtung zwischen den zentralen Achsen der fixierten Elektrodenstange **4** und der bewegbaren Elektrodenstange **5** aufgrund von Faktoren ansteigen kann, wie beispielsweise Toleranzen in den Teilen des Betätigungsmechanismus.

**[0007]** Da der Betätigungsmechanismus gleichzeitig drei Phasendrehbewegungen an einer Achse in eine geradlinige Bewegung durch einen Hebel umwandelt, weist die Wirkung bzw. Bewegung der bewegbaren Elektrodenstange **5** des Vakuumventils eine geringfügig gekrümmte Bewegung während des Schaltens auf. Aus diesem Grund ist ein geringer Abstand zwischen der Harzführung **12** und der bewegbaren Elektrodenstange **5** vorgesehen, um die Reibung zu reduzieren, so dass die bewegbare Elektrodenstange **5** sanft betätigt wird, und wobei ein gewisser Betrag einer Neigung bzw. Schrägstellung in der bewegbaren Elektrode **8** auftreten kann, während in dem Vakuumventil ein Kontakt hergestellt oder unterbrochen wird.

**[0008]** Für das Vakuumventil ist es erforderlich, dass gleichzeitig die Performance-Bedingungen erfüllt werden, wie beispielsweise: a) eine große Unterbrechungskapazität für hohe Ströme; b) eine gute Haltespannung bzw. Widerstandsspannung; c) eine geringe Schweißungsloslasskraft; d) eine lange Lebensdauer mit einer geringen Elektrodenverschleißrate; und e) ein geringer stabiler Kontaktwiderstand usw., wobei jedoch ebenso die Kompaktheit und geringe Kosten erforderlich sind.

**[0009]** Um die Unterbrechungskapazität für einen hohen Strom zu verbessern, wenn eine Kurzschlussunterbrech-Performance bei 20 kA oder mehr erforderlich ist, ist eine Verbesserung der Unterbrechungs-Performance im Wesentlichen dadurch vorgenommen worden, dass spiralförmige Nuten in den Elektroden angeordnet werden, um einen elektrischen Bogen während der elektrischen Stromunterbrechung anzutreiben, oder durch Anordnung von Wicklungselektroden an einer rückwärtigen Seite der Elektroden, um einen diffusen Bogen zu erzeugen.

**[0010]** Andererseits war es bei Fällen, wenn 16 kA oder weniger vorliegen, das ökonomischste Verfah-

ren, ein Material mit einer hohen Unterbrechungskapazität für das Elektrodenmaterial selbst in einer einfachen flachen Konstruktion zu verwenden, im Gegensatz zu der Verwendung einer komplexen Konstruktion.

**[0011]** Eine Kurzschlussstromerzeugungs-Performance und eine kurze Widerstandsstrom- bzw. Haltestrom-Performance sind erforderlich, da jedoch Bogenformen und ein Schweißen aufgrund der Wärmeerzeugung während der Elektrifizierung in herkömmlichen Vakuumventilen in derartigen Fällen auftreten, und große Betätigungskräfte waren erforderlich, um die Elektroden **7** und **8** voneinander loszulassen bzw. zu trennen.

**[0012]** Die vorstehende Performance ist bei herkömmlichen Vakuumventilen erforderlich, da jedoch Betätigungskräfte zum Trennen der Elektroden **7** und **8** voneinander ansteigen, sind Festigkeitsverbesserungen in dem Betätigungsmechanismus des Schaltkreisunterbrechers erforderlich, wobei jedoch ein Problem auftritt, dass die Ventile proportional teurer werden.

**[0013]** Die FR 1 257 305 A offenbart ein Vakuumventil gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1, 3 und 4.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0014]** Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, die vorstehenden Probleme zu lösen, und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in ökonomischer Art und Weise ein Vakuumventil bereit zu stellen, welches gleichzeitig für eine Kombination von guten Performance-Charakteristiken einschließlich einer Unterbrechungskapazität für hohen Strom, eine reduzierte Schweißloslasskraft, einen niedrigen stabilen Kontaktwiderstand und eine reduzierte Elektrodenverschleißrate bereitstellt.

**[0015]** Um die vorstehende Aufgabe zu lösen, wird ein Vakuumventil gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung bereit gestellt, welches aufweist:

einen Vakuumbehälter mit einem inneren Abschnitt, der durch eine endfixierte Endplatte und eine endbewegte Endplatte abgedichtet wird, die an ersten bzw. zweiten Endabschnitten eines zylindrischen, elektrisch isolierenden Rohrs angeordnet sind;  
eine fixierte Elektrodenstange, die an der endfixierten Endplatte befestigt ist, wobei eine fixierte Elektrode an einem Endabschnitt der fixierten Elektrodenstange angeordnet ist;  
eine bewegbare Elektrodenstange, wobei eine bewegbare Elektrode dazu fähig ist, die fixierte Elektrode zu kontaktieren und sich von dieser zu trennen, und die an einem Endabschnitt der bewegbaren Elektrodenstange angeordnet ist; und

eine Elektrodenschirmung, die an dem elektrisch isolierenden Rohr gesichert ist und die fixierte Elektrode sowie die bewegbare Elektrode umgibt, wobei die Elektrodenschirmung verhindert, dass eine innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs durch ein metallisches Pulver bzw. metallischen Dampf verunreinigt wird, der durch die fixierte Elektrode und die bewegbare Elektrode während der elektrischen Stromunterbrechung erzeugt wird,  
einen Aussparungsabschnitt, der in einem zentralen Abschnitt von lediglich einer Kontaktfläche der bewegbaren Elektrode oder einer Kontaktfläche der fixierten Elektrode ausgebildet ist.

**[0016]** Bei dem Vakuumventil gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Aussparungsabschnitt lediglich an der fixierten Elektrode ausgebildet sein.

**[0017]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Vakuumventil bereit gestellt, welches aufweist:

einen Vakuumbehälter mit einem inneren Abschnitt, der durch eine endfixierte Endplatte und eine endbewegte Endplatte abgedichtet ist, die an ersten bzw. zweiten Endabschnitten eines zylindrischen, elektrisch isolierenden Rohrs angeordnet sind;  
eine fixierte Elektrodenstange, die an der endfixierten Endplatte gesichert ist, wobei eine fixierte Elektrode an einem Endabschnitt der fixierten Elektrodenstange angeordnet ist;  
eine bewegbare Elektrodenstange, wobei eine bewegbare Elektrode dazu fähig ist, die fixierte Elektrode zu kontaktieren und sich von dieser zu trennen, und welche an einem Endabschnitt der bewegbaren Elektrodenstange angeordnet ist; und  
eine endfixierte Schirmung, die an der endfixierten Endplatte gesichert ist und die fixierte Elektrode und die bewegbare Elektrode umgibt, wobei die endfixierte Schirmung verhindert, dass eine innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs durch einen metallischen Dampf verunreinigt wird, welcher durch die fixierte Elektrode und die bewegbare Elektrode während der elektrischen Stromunterbrechung erzeugt wird, wobei ein Aussparungsabschnitt in einem zentralen Abschnitt von lediglich einer Kontaktfläche der fixierten Elektrode ausgebildet ist.

**[0018]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Vakuumventil bereit gestellt, welches aufweist:

einen Vakuumbehälter mit einem inneren Abschnitt, der durch eine endfixierte Endplatte und eine endbewegte Endplatte abgedichtet wird, die an ersten bzw. zweiten Endabschnitten eines zylindrischen, elektrisch isolierenden Rohrs angeordnet sind;  
eine fixierte Elektrodenstange, die an der endfixierten Endplatte gesichert ist, wobei eine fixierte Elektrode an einem Endabschnitt der fixierten Elektrodenstange angeordnet ist;  
eine bewegbare Elektrodenstange, wobei eine be-

wegbare Elektrode dazu fähig ist, die fixierte Elektrode zu kontaktieren und sich von dieser zu trennen, welche an einem Endabschnitt der bewegbaren Elektrodenstange angeordnet ist; und eine endbewegte Schirmung, die an der endbewegten Endplatte gesichert ist und die fixierte Elektrode sowie die bewegbare Elektrode umgibt, wobei die endbewegte Schirmung verhindert, dass eine innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs durch einen metallischen Dampf verunreinigt wird, welcher durch die fixierte Elektrode und die bewegbare Elektrode während der elektrischen Stromunterbrechung erzeugt wird, wobei ein Aussparungsabschnitt in einem zentralen Abschnitt von lediglich einer Kontaktfläche der bewegbaren Elektrode ausgebildet ist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0019]** Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht, welche ein Vakuumventil gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

**[0020]** Fig. 2 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht in der Umgebung der Elektroden eines herkömmlichen Vakuumventils;

**[0021]** Fig. 3 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht in der Umgebung der Elektroden des Vakuumventils gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0022]** Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht, welche ein Vakuumventil gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

**[0023]** Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht, welche ein herkömmliches Vakuumventil darstellt;

**[0024]** Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht, welche ein Vakuumventil gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

**[0025]** Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht, welche ein Vakuumventil gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt; und

**[0026]** Fig. 8 ist eine weitere Querschnittsansicht, welche ein herkömmliches Vakuumventil darstellt.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0027]** Die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun im folgenden auf der Grundlage der Zeichnungen erläutert. Des Weiteren sind Elemente und Abschnitte, welche gleich oder äquivalent zu denjenigen in dem herkömmlichen Vakuumventil sind, das in Fig. 8 gezeigt ist, mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und wobei dessen Erläuterung weggelassen wird.

**[0028]** Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht, welche ein Vakuumventil gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. Ein Aussparungsabschnitt **8a** wird in einem zentralen Abschnitt einer Kontaktfläche der bewegbaren Elektrode **8** ausgebildet.

**[0029]** Als nächstes wird die elektrische Performance des Vakuumventils gemäß der ersten Ausführungsform erläutert.

**[0030]** Als erstes wird das Loslassen der Schweißung während der Erzeugung des Kurzschlussstroms und des Haltestroms für kurze Zeit erläutert.

**[0031]** Da der elektrische Strom einen konzentrierten Bogen ausbildet, werden Schweißeinprägungen aufgrund einer vorherigen Bogenbildung während der Erzeugung des Kurzschlussstroms und Schweißeinprägungen von einer Bogenbildung während des Haltestroms für kurze Zeit nicht über die gesamte Kontaktfläche der Elektroden **7** und **8** ausgebildet, sondern anstelle davon wird eine Schweißeinprägung mit einer extrem geringen Fläche im Vergleich zu der Oberfläche der Elektroden **7** und **8** üblicherweise in lediglich einer einzelnen Position innerhalb des Bereichs der elektrischen Bogenbildung erzeugt.

**[0032]** Fig. 2 ist eine Vergrößerung in der Umgebung der Elektroden **7** und **8** eines herkömmlichen Beispiels. Die Schweißpositionen **13a** während der Herstellung und während des Kurzzeithaltestroms sind gezeigt. Da die gesamte Kontaktfläche flach ist, wenn in diesem Fall die Schweißeinprägungen in einem zentralen Abschnitt erzeugt werden, ist eine Last **F1** als Kraft erforderlich, um die Elektroden **7** und **8** voneinander zu lösen.

**[0033]** Fig. 3 ist eine vergrößerte Darstellung der Umgebung der Elektroden **7** und **8** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Da der Aussparungsabschnitt **8a** in einem zentralen Abschnitt einer Kontaktfläche der bewegbaren Elektrode **8** angeordnet ist, wird in diesem Fall eine Schweißeinprägung **13b** an einer einzelnen Seite erzeugt, so dass diese radial von einer zentralen Achse versetzt ist. Da die Löskraft **F2** in diesem Fall als eine Versetzlast relativ zu der Schweißfläche wirkt, ist das Loslösen mit einer Kraft möglich, welche geringer ist als **F1**. Dies ist sogar möglich, selbst wenn der Betätigungsmechanismus des Schaltkreisunterbrechers eine geringe Festigkeit aufweist, wodurch der Schaltkreisunterbrecher wirtschaftlich herstellbar ist.

**[0034]** Wenn nun ein Aussparungsabschnitt in einem zentralen Abschnitt der Kontaktflächen von sowohl der fixierten Elektrode **7** als auch der bewegbaren Elektrode **8** angeordnet ist, ist die Loslasskraft

gering, da eine Schweißeinprägung an einer einzelnen Seite erzeugt wird, so dass diese von einer zentralen Achse radial versetzt ist, wobei jedoch in dem Fall, wenn die Elektroden **7** und **8** aufgrund der Spalte zwischen der Führung **12** und der bewegbaren Elektrodenstange **5'** hinsichtlich des Zentrums versetzt sind, wird die gegenseitige Kontaktfläche reduziert, und als Folge davon liegt ein Problem dahingehend vor, dass der Kontaktwiderstand höher sein kann, wobei gleichzeitig die Verschleißrate der Elektroden **7** und **8** aufgrund des Schaltens des Laststroms ansteigt.

**[0035]** Aufgrund der Kombination der Formen der Elektroden **7** und **8** gemäß der ersten Ausführungsform ist jedoch die Kontaktfläche groß, da die Kontaktfläche einer einzelnen Elektrode (die fixierte Elektrode **7**) eine flache Ebene ist, und da eine stabile Kontaktfläche an der fixierten Elektrode **7** erzielt wird, ist der Kontaktwiderstand aufgrund des Kontakts zwischen den beiden Elektroden **7** und **8** gering und stabil, wodurch die Verschleißrate der Elektroden **7** und **8** effektiv reduziert wird, und wobei somit ein Vakuumventil mit hoher Performance mittels einer wirtschaftlichen Technik erzielt bzw. bereit gestellt werden kann.

#### Ausführungsform 2

**[0036]** Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht, welche ein Vakuumventil gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

**[0037]** In Fig. 4 ist ein Aussparungsabschnitt **7a** in einem zentralen Abschnitt der Kontaktfläche der fixierten Elektrode **7** angeordnet.

**[0038]** Als nächstes wird die elektrische Performance des Vakuumventils gemäß der zweiten Ausführungsform erläutert.

**[0039]** Als erstes wird die Performance während der Kurzschlussstromunterbrechung erläutert.

**[0040]** Die Fähigkeit, einen Kurzschlussstrom zu unterbrechen, wird dadurch bestimmt, ob die Haltespannung zwischen den Elektroden **7** und **8** die Rückführspannung nach der elektrischen Stromunterbrechung aushalten kann, und wenn die Temperatur der Elektroden **7** und **8** lokal hoch ist, tritt ein Rückschlagen leicht an der Position auf, was zu Fehlern der Unterbrechung führt.

**[0041]** Da die Elektrodenschirmung in Fig. 4 in einem wesentlichen zentralen Abschnitt des elektrisch isolierenden Rohrs **1** gelagert bzw. gestützt ist, wird das elektrische Potential der Elektrodenschirmung **9** durch die Kapazität zwischen der Elektrodenschirmung **9** und der fixierten Elektrodenstange **4**, der fixierten Elektrode **7**, der bewegbaren Elektrodenstan-

ge **5** und der bewegbaren Elektrode **8** bestimmt, und da das elektrische Potential der Elektrodenschirmung **9** nahe an dem mittleren elektrischen Potential zwischen der fixierten Elektrode **7** und der bewegbaren Elektrode **8** ist, wird das elektrische Feld in peripheren Abschnitten der Elektroden **7** und **8** gemäßigt.

**[0042]** Fig. 5 ist ein Beispiel eines Vakuumventils, bei dem die Aussparungsabschnitte **7a** und **8a** in einem zentralen Abschnitt der Kontaktflächen von sowohl der fixierten als auch der bewegbaren Elektroden **7** und **8** ausgebildet ist, und in diesem Fall ist eine Abnahme der Unterbrechungs-Performance im Vergleich dazu beobachtet worden, wenn kein Aussparungsabschnitt **7a** oder **8a** insgesamt vorgesehen war. Als Folge der Inspektion der Oberfläche der Elektroden **7** und **8** nach der Unterbrechung hat es sich erwiesen dass die Beschädigung der bewegbaren Elektrode **8** intensiv vorhanden war, und dass die bewegbare Elektrode **8** der Grund für ein fehlerhaftes Unterbrechen war. Dies liegt an den folgenden Gründen:

1. Wenn die Elektroden **7** und **8** jeweils Aussparungsabschnitte **7a** und **8a** aufweisen, treten lokale Temperaturanstiege leicht während der Unterbrechung eines großen Stroms auf, da der Wert des elektrischen Feldes an den Eckabschnitten der Aussparungsabschnitte **7a** und **8a** mit höherer Wahrscheinlichkeit hoch ist und wobei ein Verteilen bzw. Ausbreiten des elektrischen Bogens im Vergleich zu flachen Kontaktflächen gering ausgebildet ist, wodurch es wahrscheinlicher wird, dass die Performance der Unterbrechung eines großen Stroms im Vergleich zu flachen Kontaktflächen abnimmt; und
2. wie in Fig. 5 gezeigt, tritt ein Neigen bei der bewegbaren Elektrode **8** als Teil der Bewegung während der tatsächlichen Kontaktunterbrechung aufgrund der Spalten zwischen der Führung **12** und der bewegbaren Elektrodenstange **5** auf, und wobei sich als Folge davon der Abstand zwischen der bewegbaren Elektrode **8** und der Elektrodenschirmung **9** verringert, was zu einem Wert des elektrischen Feldes der bewegbaren Elektrode **8** führt, welcher dadurch sogar noch höher wird.

**[0043]** Bei dem Vakuumventil gemäß der zweiten Ausführungsform ist der Aussparungsabschnitt **7a** lediglich in einem zentralen Abschnitt der Kontaktfläche der fixierten Elektrode **7** angeordnet, wobei die bewegbare Elektrode **8** eine flache Form mit keinem Aussparungsabschnitt **8a** aufweist. Als Folge von Versuchen mit Unterbrechungen von großen Strömen hat sich eine gute Performance dargestellt, wobei dies aufgrund der folgenden Gründe zurückzuführen ist:

1. Eine Konvergenz des lokalen elektrischen Feldes wird dadurch eliminiert, dass kein Aussparungsabschnitt **8a** in der bewegbaren Elektrode **8** vorgesehen ist, wobei die lokalen Temperaturan-

stiege aufgrund dessen verhindert werden, dass der elektrische Bogen sich leicht verteilt bzw. ausbreitet, und obwohl eine Verschlechterung des elektrischen Feldes aufgrund der Nähe zu der Elektrodenschirmung **9** vorliegt, führt dies nicht zu einer Beschränkung; und

2. da der Aussparungsabschnitt **7a** in der fixierten Elektrode **7** angeordnet ist, ist ein Ausbreiten des elektrischen Bogens geringfügig schlechter, und der Wert des elektrischen Feldes ist in Eckabschnitten aufgrund des Aussparungsabschnitts **7a** höher, da jedoch der Abstand von der Elektrodenschirmung **9** einheitlich beibehalten wird, verschlechtert sich das elektrische Feld der fixierten Elektrode **7** nicht, sondern anstelle davon wird eine ausgeglichene Konstruktion ausgebildet.

**[0044]** Die gute Performance des Unterbrechens von großen Strömen wird aufgrund der vorstehenden Gründe erzielt.

#### Ausführungsform 3

**[0045]** Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht, welche ein Vakuumventil gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

**[0046]** In Fig. 6 ist eine endfixierte Schirmung **9a** an der endfixierten Endplatte **2** angebracht, und der Aussparungsabschnitt **7a** ist in einem zentralen Abschnitt der Kontaktfläche der fixierten Elektrode **7** angeordnet. Diese endfixierte Schirmung **9a** verhindert, dass die innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs **1** durch einen metallischen Dampf verunreinigt wird, welcher durch die fixierte Elektrode **7** und die bewegbare Elektrode **8** während der elektrischen Stromunterbrechung erzeugt wird.

**[0047]** Als nächstes wird die elektrische Performance des Vakuumventils gemäß der dritten Ausführungsform erläutert werden.

**[0048]** In Fig. 6 ist die endfixierte Schirmung **9a** an der endfixierten Endplatte **2** angebracht. Die Charakteristiken des Vakuumventils mit dieser Konfiguration umfassen die Tatsache, dass gestufte Abschnitte und Hilfsspangungen, welche erforderlich sind, wenn eine Schirmung an einem elektrisch isolierenden Rohr **1** angebracht wird, welche durch eine Keramik ausgebildet wird, nicht länger erforderlich sind, wodurch es möglich wird, dass sich die axiale Länge des elektrisch isolierenden Rohrs **1** verkürzt, wobei jedoch andererseits das elektrische Feld in der Umgebung der bewegbaren Elektrode **8** eingeschränkt wird, da das elektrische Potential der endfixierten Schirmung **9a** gleich dem elektrischen Potential der fixierten Elektrode **7** ist, wodurch es erforderlich wird, dass verhältnismäßig geringe Arbeits- bzw. Betriebsspannungen verwendet werden.

**[0049]** Bei dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Aussparungsabschnitt **7a** in einem zentralen Abschnitt der Kontaktfläche der fixierten Elektrode **7** angeordnet, und die Kontaktfläche der bewegbaren Elektrode **8** ist flach, wodurch Verschlechterungen des elektrischen Feldes aufgrund des Aussparungsabschnitts verhindert werden, und wobei eine Schweißeinprägung an einer einzelnen Seite radial versetzt von der zentralen Achse erzeugt wird, ohne dass die Performance der Unterbrechung von großen Strömen verringert wird, wodurch es möglich wird, die Kraft zum Lösen der Schweißung abzusinken.

#### Ausführungsform 4

**[0050]** Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht, welche ein Vakuumventil gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

**[0051]** In Fig. 7 ist eine endbewegte Schirmung **9b** an der endbewegten Endplatte **3** angebracht, und der Aussparungsabschnitt **8a** ist in einem zentralen Abschnitt der Kontaktfläche der bewegbaren Elektrode **8** angebracht. Die endbewegte Schirmung **9b** verhindert, dass die innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs **1** durch ein metallisches Pulver bzw. einen metallischen Dampf bzw. metallischen Nebel verunreinigt wird, welcher durch die fixierte Elektrode **7** und die bewegbare Elektrode **8** während der Unterbrechung des elektrischen Stroms erzeugt wird.

**[0052]** Bei dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das elektrische Potential der endbewegten Schirmung **9b** die gleiche wie das elektrische Potential der bewegbaren Elektrode **8**, und der Aussparungsabschnitt **8a** ist in einem zentralen Abschnitt der Kontaktfläche der bewegbaren Elektrode **8** angeordnet, und wobei die Kontaktfläche der fixierten Elektrode **7** flach ist, wodurch eine Verschlechterung des elektrischen Feldes aufgrund des Aussparungsabschnitts verhindert wird, und wobei eine Schweißeinprägung an einer einzelnen Seite radial von der zentralen Achse versetzt erzeugt wird, ohne dass die Performance der Unterbrechung von großen Strömen vermindert wird, wodurch es ermöglicht wird, dass die Kraft des Loslassens der Schweißung abgesenkt wird.

**[0053]** Wie vorstehend erläutert, wird gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Vakuumventil bereit gestellt, welches aufweist: einen Vakuumbehälter mit einem inneren Abschnitt, der durch eine endfixierte Endplatte und eine endbewegte Endplatte abgedichtet ist, die an einem ersten bzw. zweiten Endabschnitt eines zylindrischen, elektrisch isolierenden Rohrs angeordnet sind; eine fixierte Elektrodenstange, die an der endfixierten Endplatte gesichert ist, wobei eine fixierte Elektrode an einem Endabschnitt der fixierten Elektrodenstan-

ge angeordnet ist;  
 eine bewegbare Elektrodenstange, wobei eine bewegbare Elektrode, die dazu fähig ist, die fixierte Elektrode zu kontaktieren und sich von dieser zu trennen, an einem Endabschnitt der bewegbaren Elektrodenstange angeordnet ist; und  
 eine Elektrodenschirmung, die an dem elektrisch isolierenden Rohr gesichert ist und die fixierte Elektrode und die bewegbare Elektrode umgibt, wobei die Elektrodenschirmung eine innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs daran hindert, dass diese durch einen metallischen Dampf verunreinigt wird, welcher durch die fixierte Elektrode und die bewegbare Elektrode während der Unterbrechung des elektrischen Stroms erzeugt wird,  
 wobei ein Aussparungsabschnitt in einem zentralen Abschnitt von lediglich entweder einer Kontaktfläche der bewegbaren Elektrode oder einer Kontaktfläche der fixierten Elektrode ausgebildet ist, wobei eine Schweißeinprägung an einer einzelnen Seite radial von der zentralen Achse versetzt erzeugt wird, wodurch es möglich wird, dass das Lösen der Schweißung durch eine geringe Kraft bewerkstelligt werden kann, und wodurch eine hohe Performance möglich wird, und  
 wobei ein kostengünstiges Vakuumventil bereit gestellt wird, bei dem der Kontaktwiderstand stabil und gering ist sowie der Elektrodenverschleiß reduziert wird.

**[0054]** Bei dem Vakuumventil gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Aussparungsabschnitt nur an der fixierten Elektrode ausgebildet werden, wobei, obwohl ein Abschnitt in der fixierten Elektrode auftritt, in welchem der Wert des elektrischen Feldes hoch ist, der Abstand der Elektrodenschirmung einheitlich beibehalten wird und das elektrische Feld der fixierten Elektrode sich nicht verschlechtert, wodurch ein Loslassen der Schweißung durch eine geringe Kraft ermöglicht wird, und eine hohe Performance sowie ein kostengünstiges Vakuumventil möglich wird, welches bereit zu stellen ist, und in welchem der Kontaktwiderstand stabil und gering ist sowie der Elektrodenverschleiß reduziert wird.

**[0055]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Vakuumventil bereit gestellt, welches aufweist:  
 einen Vakuumbehälter mit einem inneren Abschnitt, welcher durch eine endfixierte Endplatte und eine endbewegte Endplatte abgedichtet ist, die an ersten bzw. zweiten Endabschnitten eines zylindrischen, elektrisch isolierenden Rohrs angeordnet sind; eine fixierte Elektrodenstange, die an der endfixierten Endplatte gesichert ist, wobei eine fixierte Elektrode an einem Endabschnitt der fixierten Elektrodenstange angeordnet ist;  
 eine bewegbare Elektrodenstange, wobei eine bewegbare Elektrode, die dazu fähig ist, die fixierte Elektrode zu kontaktieren und sich von dieser zu

trennen, an einem Endabschnitt der bewegbaren Elektrodenstange angeordnet ist; und  
 eine endfixierte Schirmung, die an der endfixierten Endplatte gesichert ist und die fixierte Elektrode und die bewegbare Elektrode umgibt, wobei die endfixierte Schirmung es verhindert, dass eine innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs durch einen metallischen Dampf verunreinigt wird, der von der fixierten Elektrode und der bewegbaren Elektrode während der Unterbrechung des elektrischen Stroms erzeugt wird,  
 wobei ein Aussparungsabschnitt in einem zentralen Abschnitt von lediglich einer Kontaktfläche der fixierten Elektrode ausgebildet ist, wobei eine Schweißeinprägung an einer einzelnen Seite radial von der zentralen Achse versetzt erzeugt wird, wodurch ein Lösen der Schweißung mittels einer geringen Kraft möglich wird und eine hohe Performance ermöglicht wird, wobei ein Vakuumventil mit geringen Kosten bereit gestellt wird, bei dem der Kontaktwiderstand stabil und gering ist und der Elektrodenverschleiß reduziert wird.

**[0056]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Vakuumventil bereit gestellt, welches aufweist:  
 einen Vakuumbehälter mit einem inneren Abschnitt, der durch eine endfixierte Endplatte und eine endbewegte Endplatte abgedichtet ist, die an ersten bzw. zweiten Endabschnitten eines zylindrischen, elektrisch isolierenden Rohrs angeordnet sind;  
 eine fixierte Elektrodenstange, die an der endfixierten Endplatte gesichert ist, wobei eine fixierte Elektrode an einem Endabschnitt der fixierten Elektrodenstange angeordnet ist;  
 eine bewegbare Elektrodenstange, wobei eine bewegbare Elektrode, die dazu fähig ist, die fixierte Elektrode zu kontaktieren und sich von dieser zu trennen, an einem Endabschnitt der bewegbaren Elektrodenstange angeordnet ist; und  
 eine endbewegte Schirmung, die an der endbewegten Endplatte gesichert ist und die fixierte Elektrode und die bewegbare Elektrode umgibt, wobei die endbewegte Schirmung es verhindert, dass eine innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs durch einen metallischen Dampf verunreinigt wird, welcher durch die fixierte Elektrode und die bewegbare Elektrode während der Unterbrechung des elektrischen Stroms erzeugt wird,  
 wobei ein Aussparungsabschnitt in einem zentralen Abschnitt von lediglich einer Kontaktfläche der bewegbaren Elektrode ausgebildet ist, wobei eine Schweißeinprägung an einer einzelnen Seite radial von der zentralen Achse versetzt erzeugt wird, wodurch das Lösen der Schweißung mittels einer geringen Kraft möglich wird, und wodurch eine hohe Performance und ein Vakuumventil mit geringen Kosten ermöglicht wird, bei dem der Kontaktwiderstand stabil und gering ist sowie der Elektrodenverschleiß reduziert wird.

### Patentansprüche

#### 1. Vakuumventil, welches aufweist:

einen Vakuumbehälter mit einem inneren Abschnitt, welcher durch eine endfixierte Endplatte (2) und eine endbewegte Endplatte (3) abgedichtet ist, die an ersten bzw. zweiten Endabschnitten eines zylindrischen elektrisch isolierenden Rohrs (1) angeordnet sind; eine fixierte Elektrodenstange (4), welche an der endfixierten Endplatte (2) gesichert ist, wobei eine fixierte Elektrode (7) an einem Endabschnitt der fixierten Elektrodenstange (4) angeordnet ist; eine bewegbare Elektrodenstange (5), wobei eine bewegbare Elektrode (8), welche dazu fähig ist, die fixierte Elektrode (7) zu kontaktieren und sich von dieser zu trennen, an einem Endabschnitt der bewegbaren Elektrodenstange (5) angeordnet ist; und eine Elektrodenschirmung (9), welche an dem elektrisch isolierenden Rohr (1) gesichert ist und die fixierte Elektrode (7) und die bewegbare Elektrode (8) umgibt, wobei die Elektrodenschirmung (9) eine innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs (1) daran hindert, dass diese durch einen metallischen Dampf verunreinigt wird, welcher durch die fixierte Elektrode (7) und die bewegbare Elektrode (8) während der elektrischen Stromunterbrechung erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Aussparungsabschnitt (8a) in einem zentralen Abschnitt von lediglich entweder einer Kontaktfläche der bewegbaren Elektrode (8) oder einer Kontaktfläche der fixierten Elektrode (7) ausgebildet ist.

2. Vakuumventil gemäß Anspruch 1, wobei der Aussparungsabschnitt (8a) lediglich an der fixierten Elektrode (7) ausgebildet ist.

#### 3. Vakuumventil, welches aufweist:

einen Vakuumbehälter mit einem inneren Abschnitt, welcher durch eine endfixierte Endplatte (2) und eine endbewegte Endplatte (3) abgedichtet ist, die an ersten bzw. zweiten Endabschnitten eines zylindrischen elektrisch isolierenden Rohrs (1) angeordnet sind; eine fixierte Elektrodenstange (4), welche an der endfixierten Endplatte (2) gesichert ist, wobei eine fixierte Elektrode (7) an einem Endabschnitt der fixierten Elektrodenstange (4) angeordnet ist; eine bewegbare Elektrodenstange (5), wobei eine bewegbare Elektrode (8), welche dazu fähig ist, die fixierte Elektrode (7) zu kontaktieren und sich von dieser zu trennen, an einem Endabschnitt der bewegbaren Elektrodenstange (5) angeordnet ist; dadurch gekennzeichnet, dass eine endfixierte Schirmung (9a) an der endfixierten Endplatte (2) gesichert ist und die fixierte Elektrode (7) und die bewegbare Elektrode (8) umgibt, wobei die endfixierte Schirmung (9a) eine innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs (1) daran hindert, dass diese durch einen metallischen Dampf verunreinigt wird, welcher von der fixierten Elektrode (7) und der bewegbaren Elektrode (8) während der elek-

trischen Stromunterbrechung erzeugt wird, und dass ein Aussparungsabschnitt (7a) in einem zentralen Abschnitt einer Kontaktfläche von lediglich der fixierten Elektrode (7) ausgebildet ist.

#### 4. Vakuumventil, welches aufweist:

einen Vakuumbehälter mit einem inneren Abschnitt, welcher durch eine endfixierte Endplatte (2) und eine endbewegte Endplatte (3) abgedichtet ist, die an ersten bzw. zweiten Endabschnitten eines zylindrischen elektrisch isolierenden Rohrs (1) angeordnet sind; eine fixierte Elektrodenstange (4), welche an der endfixierten Endplatte (2) gesichert ist, wobei eine fixierte Elektrode (7) an einem Endabschnitt der fixierten Elektrodenstange (4) angeordnet ist; eine bewegbare Elektrodenstange (5), wobei eine bewegbare Elektrode (8), welche dazu fähig ist, die fixierte Elektrode (7) zu kontaktieren und sich von dieser zu trennen, an einem Endabschnitt der bewegbaren Elektrodenstange (5) angeordnet ist; dadurch gekennzeichnet, dass eine endbewegte Schirmung (9b) an der endbewegten Endplatte (3) gesichert ist und die fixierte Elektrode (7) und die bewegbare Elektrode (8) umgibt, wobei die endbewegte Schirmung (9) eine innere Wandfläche des elektrisch isolierenden Rohrs (1) daran hindert, dass diese durch einen metallischen Dampf verunreinigt wird, welcher durch die fixierte Elektrode (7) und die bewegbare Elektrode (8) während der elektrischen Stromunterbrechung erzeugt wird, und dass ein Aussparungsabschnitt (8a) in einem zentralen Abschnitt einer Kontaktfläche von lediglich der bewegbaren Elektrode (8) ausgebildet ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen



FIG. 1

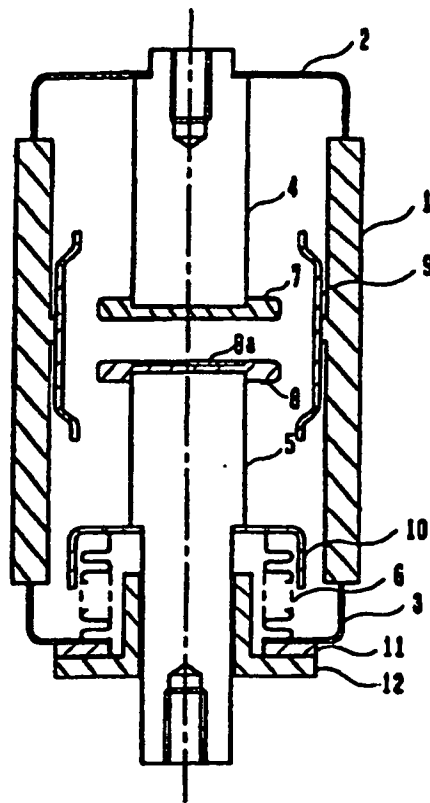


FIG. 2

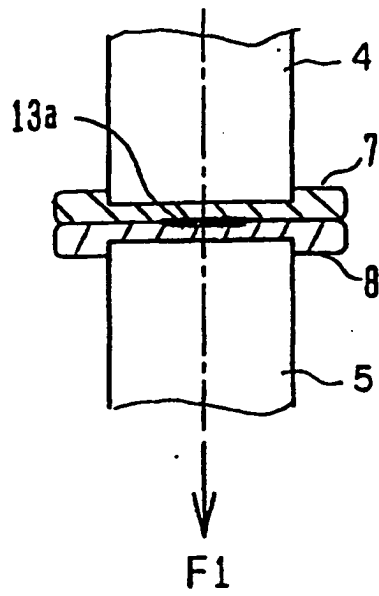


FIG. 3

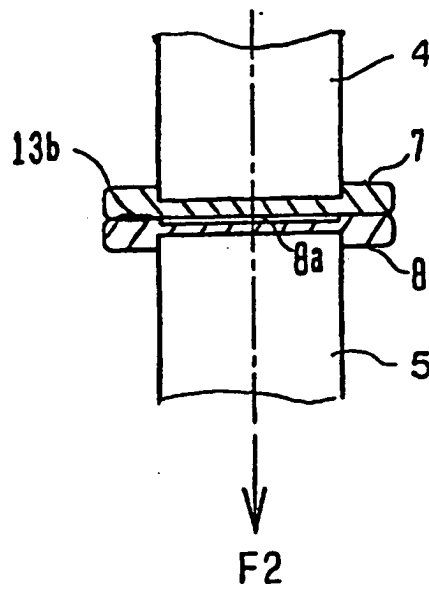


FIG. 4

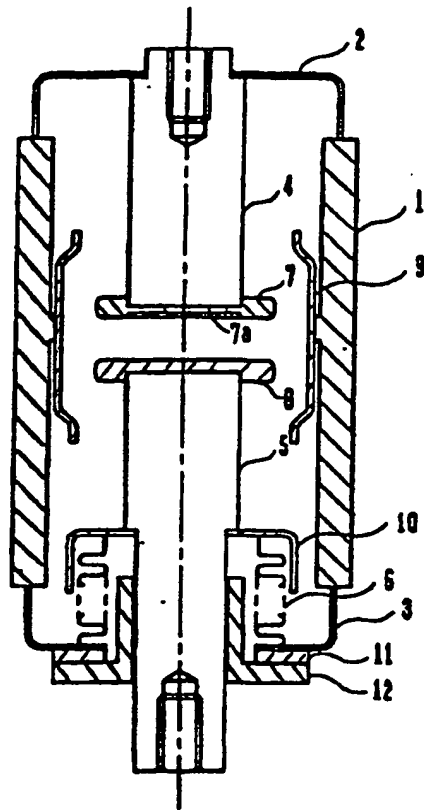


FIG. 5

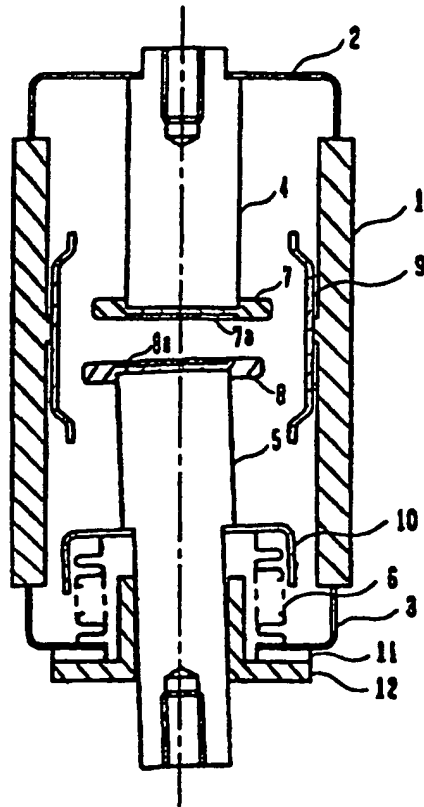


FIG. 6

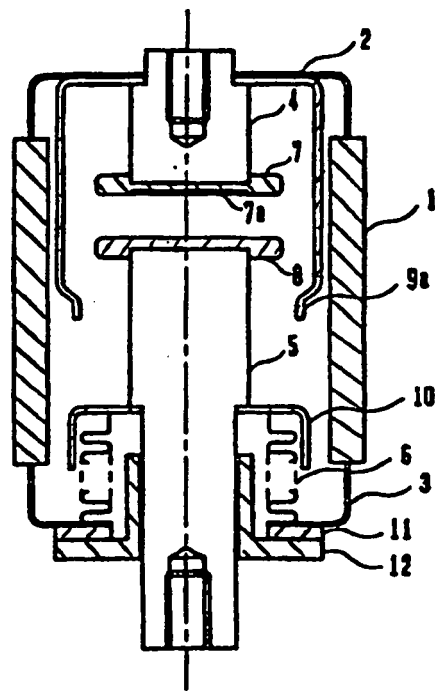


FIG. 7

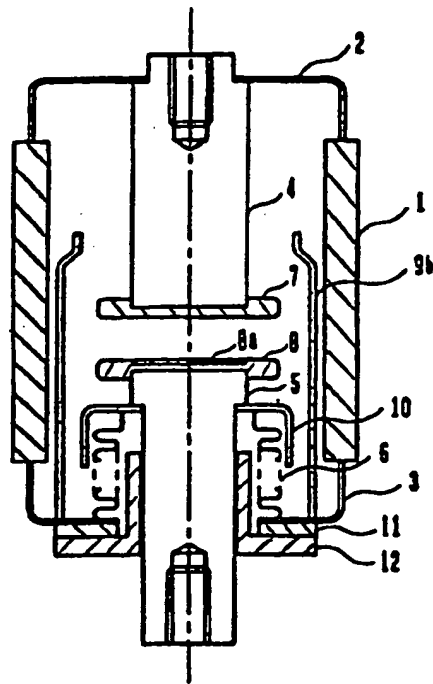


FIG. 8

