



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 31 744 T2** 2007.05.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 022 761 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 31 744.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 104 185.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **02.03.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.07.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.06.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.05.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01H 33/66** (2006.01)  
**H01H 3/52** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**1521799      25.01.1999      JP**

(73) Patentinhaber:

**Hitachi, Ltd., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR**

(72) Erfinder:

**Morita, Ayumu, Hitachi-shi, Ibaraki 316-0032, JP;**

**Yano, Makoto, Mito-shi, Ibaraki 310-0912, JP;**

**Tanimizu, Toru, Hitachi-shi, Ibaraki 319-1222, JP**

(54) Bezeichnung: **Vakuumschaltgerät**

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**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Vakuumschaltgerät mit einer Funktion zum Ausschalten eines großen Stroms.

**[0002]** Im Allgemeinen empfängt ein Leistungsempfangs-/Transformationsgerät Leistung von einem Ausschalter und einem Unterbrecher, transformiert die Leistungsspannung durch einen Transformator in eine Spannung, die für eine Last geeignet ist, und führt die so spannungstransformierte Leistung der Last zu. Bei der Wartung und Inspektion eines Leistungsempfangs-/Transformationsgeräts wird zum Aufrechterhalten der Sicherheit eines Bedieners ein Ausschalter ausgeschaltet und dann ein Unterbrecher ausgeschaltet, um zu verhindern, dass Leistung wieder von der Leistungsversorgungsseite zugeführt wird, und es wird weiter ein Erdungsschalter eingeschaltet, um zu ermöglichen, dass verbleibende Ladungen und ein Induktionsstrom auf der Leistungsversorgungsseite zur Erdungsseite fließen. Als ein Beispiel eines Leistungsempfangs-/Transformationsgeräts ist ein in dem offen gelegten japanischen Patent Hei 3-273804 offenbartes Gasisolations-Schaltgerät so konfiguriert, dass ein Ausschalter, ein Unterbrecher, ein Erdungsschalter und ein Stromtransformator einzeln hergestellt werden und in einer mit einem Isolationsgas gefüllten Einheitskammer gelagert werden. Als ein anderes Beispiel eines Leistungsempfangs-/Transformationsgeräts ist ein im offen gelegten japanischen Patent Hei 9-153320 offenbartes Schaltgerät so konfiguriert, dass es eine Einrichtung zum Anhalten eines bewegbaren Leiters **19** in vier Stellungen, nämlich einer Schließstellung Y1, einer Öffnungsstellung Y2, einer Unterbrechungsstellung Y3 und einer Erdungsstellung Y4, oder zum Anhalten des bewegbaren Leiters **19** in drei Stellungen, nämlich in der Schließstellung Y1, in der Unterbrechungsstellung Y3 und der Erdungsstellung Y4, aufweist, um auf diese Weise drei Funktionen des Ausschalters, des Unterbrechers und des Erdungsschalters oder zwei Funktionen des Unterbrechers und des Erdungsschalters in einem Vakuumkolben aufzubauen.

**[0003]** Bei dem vorstehend beschriebenen früheren Vakuumschaltgerät, bei dem der Ausschalter und der Unterbrecher einzeln angeordnet sind, tritt das Problem auf, dass die Größe des Geräts erhöht ist, und ein anderes Problem, dass die Verwendbarkeit gering gemacht wird und die Möglichkeit einer Fehlbedienung durch einen Bediener geschaffen wird, weil eine Reihe von Ausschal- und Trennvorgängen bei der Wartung und Inspektion nicht zusammenhängend ausgeführt werden kann.

**[0004]** Bei dem vorstehend beschriebenen späteren Vakuumschaltgerät, bei dem der Ausschalter und der

Unterbrecher in einem einzigen Vakuumgefäß aufgebaut sind, tritt das Problem auf, dass der Betätigungsmechanismus kompliziert ist. Bei einem Vakuumausschalter wird ein Zwischenelektroden-Öffnungsabstand spezifiziert, der für das Ausschalten eines großen Stroms am besten geeignet ist. Falls der Zwischenelektroden-Öffnungsabstand übermäßig groß ist, vergrößert sich der Bereich, in dem von beiden Elektroden ausgelöste Metallteilchen diffundiert werden, wodurch Isolatoren um die Elektroden verunreinigt werden und die Isolationswirkung eines Vakuumkolbens verringert wird, und es wird dabei weiter tendenziell die Ausschalwirkung verringert, weil die Lichtbogenlänge zunimmt, wodurch das Verhalten des Lichtbogens instabil gemacht wird. Falls weiterhin der Zwischenelektroden-Öffnungsabstand übermäßig klein ist, können die Elektroden nicht einer nach dem Ausschalten zwischen ihnen angelegten transienten Erholungsspannung widerstehen, wodurch ein dielektrischer Durchbruch hervorgerufen wird, was dazu führt, dass das Ausschalten nicht durchführbar wird. Angesichts des vorstehend Erwähnten muss das Schaltgerät aus dem Stand der Technik so konfiguriert werden, dass der Ausschalvorgang in einem Zustand abgeschlossen wird, in dem der bewegbare Leiter einmal in einer geeigneten Öffnungsstellung angehalten wird und dann der Unterbrechvorgang getrennt von dem Ausschalvorgang ausgeführt wird. Diese Konfiguration führt in der Hinsicht zu Unannehmlichkeiten, dass der Betätigungsmechanismus kompliziert wird.

**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0005]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Vakuumschaltgerät bereitzustellen, das in der Lage ist, die Verwendbarkeit zu verbessern, die Möglichkeit einer Fehlbedienung durch einen Bediener zu verringern und den Betätigungsmechanismus, verglichen mit demjenigen des Schaltgeräts aus dem Stand der Technik, zu vereinfachen und zu miniaturisieren, wobei eine Betätigung in zwei Stufen erfolgt.

**[0006]** Zum Lösen der erwähnten Aufgabe ist gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen: ein Vakuumschaltgerät mit: einer in einem Vakuumgefäß bereitgestellten festen Elektrode, einer in dem Vakuumgefäß bereitgestellten bewegbaren Elektrode, die zwischen einer Schließstellung und einer Öffnungsstellung und zwischen der Öffnungsstellung und einer Unterbrechungsstellung bewegt wird und an der Schließstellung und der Unterbrechungsstellung angehalten wird, einer Einrichtung, um die bewegbare Elektrode in Kontakt mit der festen Elektrode zu bringen und von ihr zu trennen und einer Verzögerungseinrichtung, die die Bewegungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode während der Bewegung von der Öffnungsstellung zur Unterbrechungsstellung kleiner macht als die Bewegungsgeschwindigkeit der

bewegbaren Elektrode während der Bewegung von der Schließstellung zur Öffnungsstellung.

**[0007]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist auch vorgesehen: ein Vakuumschaltgerät mit: einer in einem Vakuumgefäß bereitgestellten festen Elektrode, einer in dem Vakuumgefäß bereitgestellten bewegbaren Elektrode, die zwischen einer Schließstellung und einer Öffnungsstellung und zwischen der Öffnungsstellung und einer Unterbrechungsstellung bewegt wird und an der Schließstellung und der Unterbrechungsstellung angehalten wird, einer Einrichtung, um die bewegbare Elektrode in Kontakt mit der festen Elektrode zu bringen und von ihr zu trennen und einer Verzögerungseinrichtung, die die Bewegungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode während der Bewegung von der Öffnungsstellung zur Unterbrechungsstellung kleiner macht als die Bewegungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode während der Bewegung von der Schließstellung zur Öffnungsstellung, wobei ein Zwischenelektroden-Öffnungsabstand  $D_2$  zwischen der festen Elektrode und der bewegbaren Elektrode in der Öffnungsstellung und ein Zwischenelektroden-Öffnungsabstand  $D_3$  in der Unterbrechungsstellung die Beziehung  $0,5 \times D_3 \leq D_2 \leq 0,7 \times D_3$  erfüllen.

**[0008]** Gemäß der vorliegenden Erfindung besteht die vorstehend erwähnte Verzögerungseinrichtung vorzugsweise aus einem Stoßdämpfer, der betätigt zu werden beginnt, wenn die bewegbare Elektrode die Öffnungsstellung erreicht.

**[0009]** Gemäß der vorliegenden Erfindung besteht die vorstehend erwähnte Verzögerungseinrichtung vorzugsweise aus einer Ausschaltfeder eines Federbetätigungsmechanismus zum Antreiben der bewegbaren Elektrode und einer Stoßdämpferfeder, die betätigt zu werden beginnt, wenn die bewegbare Elektrode die Öffnungsstellung erreicht.

**[0010]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Federkonstante der Stoßdämpferfeder vorzugsweise größer als die Federkonstante der Ausschaltfeder.

**[0011]** Gemäß der vorliegenden Erfindung besteht die vorstehend erwähnte Verzögerungseinrichtung vorzugsweise aus einem Balg, dessen Federkonstante zunimmt, wenn die bewegbare Elektrode die Öffnungsstellung erreicht, und die bewegbare Elektrode ist vorzugsweise durch den Balg an dem Vakuumgefäß befestigt.

**[0012]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Verwendbarkeit zu verbessern und die Möglichkeit einer Fehlbedienung durch einen Bediener zu verringern, und den Betätigungsmechanismus, verglichen mit demjenigen des Schaltgeräts aus dem Stand der Technik, das in zwei Stufen betätigt wird, zu vereinfachen und zu miniaturisieren.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

**[0013]** [Fig. 1](#) ist eine vertikale Schnittansicht eines Vakuumkolbens gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**[0014]** [Fig. 2](#) ist eine vergrößerte Ansicht einer Elektrode und ihrer Nachbarschaft gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**[0015]** [Fig. 3](#) ist eine Graphik, die eine Zwischenelektroden-Öffnungskennlinie gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

**[0016]** [Fig. 4](#) ist eine Graphik, die eine Zwischenelektroden-Schließkennlinie gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

**[0017]** [Fig. 5](#) ist ein Kennliniendiagramm, das eine Beziehung zwischen jeder von einer Zwischenelektroden-Stehspannung und einer Ausschaltwirkung und einer Position einer bewegbaren Elektrode gemäß der ersten Ausführungsform zeigt,

**[0018]** [Fig. 6](#) ist eine schematische Ansicht eines Betätigungsmechanismus gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**[0019]** [Fig. 7](#) ist eine vertikale Schnittansicht eines Vakuumkolbens gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**[0020]** [Fig. 8](#) ist eine seitliche Schnittansicht eines Vakuumkolbens gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**[0021]** [Fig. 9](#) ist eine Schnittansicht eines Ausschaltfederabschnitts eines Betätigungsmechanismus gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei der Ausschaltfederabschnitt mit einer Funktion eines Stoßdämpfers eine Zug-Ausschaltfeder aufweist,

**[0022]** [Fig. 10](#) ist eine Schnittansicht eines Ausschaltfederabschnitts eines Betätigungsmechanismus gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei die in [Fig. 9](#) dargestellte Zug-Ausschaltfeder durch eine Druck-Ausschaltfeder ersetzt ist,

**[0023]** [Fig. 11](#) ist eine vertikale Schnittansicht eines Vakuumkolbens gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und

**[0024]** [Fig. 12](#) ist eine vertikale Schnittansicht eines Vakuumkolbens gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

# DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVOR- ZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0025]** Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 12](#) beschrieben.

(Ausführungsform 1)

**[0026]** [Fig. 1](#) zeigt einen Vakuumkolben **1** mit einer Ausschaltfunktion und einer Unterbrechungsfunktion.

**[0027]** Zuerst wird der Aufbau des Vakuumkolbens **1** beschrieben. Das Innere eines Metallgefäßes **4** ist in einem Vakuumzustand eingeschlossen. Eine bewegbare Elektrode **2** und eine feste Elektrode **3** sind entgegengesetzt zueinander in dem Metallgefäß **4** angeordnet, das geerdet ist. Die feste Elektrode **3** ist mit einer Buchse **9** und insbesondere über die Buchse **9** mit einer Sammelleitung verbunden. Die bewegbare Elektrode **2** ist über einen flexiblen Leiter **12** mit einer Buchse **8** verbunden und insbesondere über die Buchse **8** mit einer Last verbunden. In dem Vakuumkolben **1** fließt in einem Schließzustand, in dem sich die bewegbare Elektrode **2** in Kontakt mit der festen Elektrode **3** befindet, ein Strom über einen Weg, der durch die feste Elektrode **3**, die bewegbare Elektrode **2** und den flexiblen Leiter **12** gegeben ist. Eine Lichtbogenabschirmung **14** zum Verhindern des Auftretens eines Erdungsfehlers, der durch einen direkten Kontakt eines Lichtbogens A mit dem Metallgefäß **4** beim Ausschalten hervorgerufen wird, ist um die feste Elektrode **3** bereitgestellt. Die Lichtbogenabschirmung **14** spielt auch eine Rolle beim Verhindern des Streuens beim Ausschalten von den Elektroden ausgelöster Metallteilchen, wodurch die Beeinträchtigung der Isolierwirkung, beispielsweise durch Verunreinigung eines Isolierstabs **7** oder dergleichen infolge der gestreuten Metallteilchen, verhindert wird. Die bewegbare Elektrode **2** ist mit dem Isolierstab **7** verbunden. Die bewegbare Elektrode **2** wird vertikal über den Isolierstab **7** durch einen Betätigungsmechanismus (nicht dargestellt) angetrieben, der getrennt von dem Vakuumkolben **1** bereitgestellt ist, um in Bezug auf die feste Elektrode **3** zu öffnen bzw. zu schließen. Der Isolierstab **7** ist über einen Balg **11** mit dem Metallgefäß **4** verbunden und daher durch den Isolierstab **7** in einem Zustand antreibbar, in dem das Vakuum im Inneren des Metallgefäßes **4** erhalten bleibt.

**[0028]** Die bewegbare Elektrode **2** wird an einer Schließstellung Y1, an der beide Elektroden in Kontakt miteinander stehen, und an einer Unterbrechungsstellung Y3, an der die Isolation selbst dann aufrechterhalten wird, falls eine Überspannung durch Blitzschlag oder dergleichen einwirkt, angehalten. Beispielsweise wird, wie in den JEC-Normen 2300 und 2310 beschrieben ist, eine Zwischenelektroden-Stehspannung eines Unterbrechers auf einen

höheren Wert gelegt als jene eines Ausschalters. Ein Zwischenelektroden-Öffnungsabstand, ein Isolationsabstand zwischen den jeweiligen Elektroden und einer Lichtbogenabschirmung **14** und dergleichen, wenn die bewegbare Elektrode **2** an der Unterbrechungsstellung Y3 angehalten ist, muss entsprechend der Spezifikation ausgelegt werden, die der Stehspannung des Unterbrechers zugeordnet ist. Weiterhin muss zum Aufrechterhalten der Sicherheit eines Bedieners, wenn die bewegbare Elektrode **2** an der Unterbrechungsstellung Y3 angehalten ist, die Koordination der Isolation so eingerichtet sein, dass selbst im schlimmsten Fall kein dielektrischer Durchbruch zwischen den Elektroden durch Herbeiführen einer Entladung auf der Erdsungsseite auftritt. Beispielsweise wird, wie in [Fig. 2](#) dargestellt ist, das elektrische Feld E3 zwischen den Elektroden kleiner gemacht als jedes von dem elektrischen Feld E1 zwischen der Elektrode **3** und der Lichtbogenabschirmung **14** und dem elektrischen Feld E2 zwischen der Elektrode **2** und der Lichtbogenabschirmung **14**, so dass der dielektrische Durchbruch nicht in einem Entladungsweg **41**, sondern in Entladungswegen **42** und **43** auftritt. Mit dieser Konfiguration ist es möglich, die Sicherheit eines Bedieners aufrechtzuerhalten.

**[0029]** Als nächstes werden die Schalteigenschaften des Vakuumschaltgeräts gemäß dieser Ausführungsform mit Bezug auf die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) beschrieben. [Fig. 3](#) zeigt eine Änderung der Stellung der bewegbaren Elektrode **2** in Abhängigkeit von der verstrichenen Zeit beim Zwischenelektroden-Öffnungsvorgang. In der Figur bezeichnet das Symbol Y2 eine Öffnungsstellung in dem Vakuumschaltgerät, wobei sich diese Stellung zwischen der Schließstellung Y1 und der Unterbrechungsstellung Y3 befindet. Die bewegbare Elektrode **2** wird nach Verstreichen einer Zeit  $T_0$ , an der die bewegbare Elektrode **2** gerade durch die Öffnungsstellung Y2 tritt, zwangsweise verzögert, und sie wird dann in die Unterbrechungsstellung Y3 bewegt. [Fig. 4](#) zeigt eine Änderung der Stellung der bewegbaren Elektrode **2** in Abhängigkeit von der verstrichenen Zeit beim Zwischenelektroden-Schließvorgang. Die bewegbare Elektrode **2** wird beschleunigt aus der Unterbrechungsstellung Y3 in die Schließstellung Y1 bewegt.

**[0030]** Die Zeit  $t_0$ , zu der die Verzögerung der bewegbaren Elektrode **2** nach dem Zwischenelektroden-Öffnungsvorgang beginnt, wird nach der folgenden Prozedur bestimmt.

**[0031]** [Fig. 5](#) zeigt eine Beziehung zwischen der Zwischenelektroden-Stehspannung und der Ausschaltwirkung und der Stellung (Zwischenelektrodenabstand D) der bewegbaren Elektrode **2**. Die Zwischenelektroden-Stehspannung nimmt mit dem Zwischenelektrodenabstand D zu. Dabei wird die Ausschaltwirkung maximiert, wenn der Zwischenelektrodenabstand einen in [Fig. 5](#) dargestellten Wert  $D_0$  er-

reicht, und sie wird verringert, wenn der Zwischenelektrodenabstand  $D$  größer wird als der Wert  $D_0$ . Dies liegt daran, dass ein Bereich, in dem Isolatoren durch von den Elektroden ausgelöste Metallteilchen verunreinigt werden, zunimmt, wenn der Zwischenelektrodenabstand  $D$  größer als der Wert  $D_0$  ist, was dazu führt, dass die Ausschaltwirkung verringert wird.

**[0032]** Hierbei ist ein Zwischenelektrodenabstand  $D_3$  in einem Zustand gegeben, in dem die bewegbare Elektrode **2** in der Unterbrechungsstellung Y3 angehalten ist.

**[0033]** Wie aus [Fig. 5](#) ersichtlich ist, ist es wünschenswert, dass der Ausschaltvorgang in einem Zustand ausgeführt wird, in dem die Unterbrechungswirkung hoch ist und auch die Zwischenelektroden-Stehspannung hoch ist, d.h. in einem schraffierten Bereich in der Figur (der Zwischenelektrodenabstand  $D$  liegt in einem Bereich von  $0,5 \times D_3 \leq D_2 \leq 0,7 \times D_3$ ). Dementsprechend ist es wünschenswert, dass der Zwischenelektrodenabstand  $D_2$  in einem Zustand, in dem sich die bewegbare Elektrode **2** an der Öffnungsstellung Y2 befindet, auf der Grundlage des Zwischenelektrodenabstands  $D_3$  in einem Zustand, in dem die bewegbare Elektrode **2** an der Unterbrechungsstellung Y3 angehalten ist, in einem Bereich von  $0,5 \times D_3 \leq D_2 \leq 0,7 \times D_3$  liegt.

(Ausführungsform 2)

**[0034]** Ein Betätigungsmechanismus, um den vorstehend beschriebenen Schalteigenschaften eine konkrete Form zu geben, wird mit Bezug auf [Fig. 6](#) beschrieben. [Fig. 6](#) zeigt eine Schaltvorrichtung zum Betätigen des in [Fig. 1](#) dargestellten Vakuumkolbens **1** durch einen Federbetätigungsmechanismus **25**. In der Figur bezeichnet eine Bezugszahl **30** einen Ausschaltfederabschnitt, worin eine vorgespannte Ausschaltfeder **31** durch einen Auslösemechanismus freigegeben wird, der getrennt von dem Ausschaltfederabschnitt **30** bereitgestellt ist, um eine Antriebskraft zu erzeugen. Die Antriebskraft wird über eine Achse **22** oder dergleichen auf den Isolierstab **7** übertragen. Eine Bezugszahl **20** bezeichnet einen Anschlag. Der Anschlag **20** beschränkt das Ausmaß der Drehung der Achse **22**, um die Bewegungsstrecke der bewegbaren Elektrode **2** zu bestimmen. Der Anschlag **20** ist so eingestellt, dass die Achse **22** in Kontakt mit dem Anschlag **20** gebracht wird, wenn die bewegbare Elektrode **2** die Unterbrechungsstellung Y3 erreicht. Ein Stoßdämpfer **21** ist an einem Verbindungsabschnitt **27** bereitgestellt. Der Stoßdämpfer **21** ist so eingestellt, dass er zu arbeiten beginnt, wenn die bewegbare Elektrode **2** die Öffnungsstellung Y2 erreicht.

**[0035]** Gemäß der vorliegenden Erfindung geht der Betriebszustand automatisch in den Ausschaltzustand über, wobei der Zwischenelektrodenabstand  $D$

auf dem für das Ausschalten geeigneten Wert  $D_0$  gehalten wird. Das heißt, dass eine Reihe von Ausschalt- und Unterbrechungsvorgängen automatisch ausgeführt werden kann, ohne die Ausschaltwirkung zu verringern. Dieses Schaltgerät ermöglicht das Verbessern der Verwendbarkeit und macht eine Fehlbetätigung durch einen Bediener unmöglich. Weiterhin wird der Betätigungsmechanismus, verglichen mit demjenigen des Schaltgeräts aus dem Stand der Technik, wobei das Ausschalten und das Unterbrechen in zwei Schritten ausgeführt wurden, vereinfacht. Weil weiterhin die Zwischenelektroden-Öffnungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode **2** verringert wird, bevor die bewegbare Elektrode **2** die Haltestellung, d.h. die Unterbrechungsstellung Y3, erreicht, wird die Aufprallkraft verringert, wodurch die mechanischen Lebensdauern des Vakuumkolbens **1**, des Balgs **11**, des Betätigungsmechanismus **25** und dergleichen verbessert werden. Gemäß dieser Ausführungsform kann die folgende Wirkung in Bezug auf die Schaltleistung erhalten werden. Weil das Schalten an der Unterbrechungsstellung Y3 beginnt, wird der Schalhub länger als derjenige bei dem Schaltgerät aus dem Stand der Technik, wodurch die Schaltgeschwindigkeit kurz vor dem Kontakt zwischen den Elektroden erhöht wird. In einem Vakuum-ausschalter wird ein Lichtbogen zwischen den Elektroden in einem Zustand erzeugt, in dem die Elektroden näher zueinander gelangen, wobei kurz vor dem Schalten ein Mikrospace dazwischen auftritt, woraus sich das Problem eines Verschmelzens zwischen den Elektroden nach dem Schalten ergibt. Aus diesem Grund benötigte der Betätigungsmechanismus aus dem Stand der Technik eine Auslösekraft, die größer war als die zwischen den Elektroden wirkende Verschmelzungskraft. Weil dagegen gemäß der vorliegenden Erfindung die Schaltgeschwindigkeit erhöht ist, ist die Zeit für die Erzeugung eines Lichtbogens, d.h. die zwischen den Elektroden erzeugte Verschmelzungskraft, verringert. Dies ist wirksam, um die erforderliche Betätigungskraft zu verringern.

(Ausführungsform 3)

**[0036]** Gemäß der ersten und der zweiten Ausführungsform wird der Vakuumkolben beschrieben, bei dem das Metallgefäß geerdet ist, wie gemäß dieser Ausführungsform beschrieben wird, kann die vorliegende Erfindung jedoch auch auf einen Vakuumkolben angewendet werden, in dem das Metallgefäß nicht geerdet ist. [Fig. 7](#) zeigt einen Vakuumkolben, in dem eine bewegbare Elektrode **2** in Achsenrichtung angetrieben wird und ein Keramikzylinder **16** an den äußeren Umfangsseiten einer festen Elektrode **3** und einer bewegbaren Elektrode **2** bereitgestellt ist. Eine Lichtbogenabschirmung **14** ist zwischen den äußeren Umfängen der festen Elektrode **3** und der bewegbaren Elektrode **2** und des Keramikzylinders **16** bereitgestellt, um zu verhindern, dass die Isolierwirkung des Keramikzylinders **16** durch Anhaften von Ionen



und Elektronen, die bei der Erzeugung eines Lichtbogens an dem Keramikzylinder **16** gestreut werden, beeinträchtigt wird. Ein Balg **11** ist um einen Leiterabschnitt der bewegbaren Elektrode **2** herum bereitgestellt, und das Innere des von dem Balg **11** umgebenen Vakuumkolbens, des Keramikzylinders **16** und dergleichen ist im Vakuum gehalten. Der vorstehend erwähnte Leiterabschnitt ist über einen Isolator mit dem in [Fig. 6](#) dargestellten Betätigungsmechanismus **25** verbunden.

**[0037]** Die bewegbare Elektrode **2** wird an einer Schließstellung Y1 und einer Unterbrechungsstellung Y3 angehalten, und die Bewegungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode **2** wird verringert, nachdem sie die Öffnungsstellung Y2 passiert hat. Die Einstellung der Bewegungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode **2** wird durch den Stoßdämpfer **21** des in [Fig. 6](#) dargestellten Betätigungsmechanismus **25** ausgeführt. Die Zwischenelektroden-Stehspannung, wenn die bewegbare Elektrode **2** an der Unterbrechungsstellung Y3 angehalten wird, wird auf einen höheren Wert gelegt als die Stehspannung zwischen dem äußeren Abschnitt des Vakuumkolbens und der Erde, um die Koordination der Isolation zu erreichen.

**[0038]** Ein Steuersystem in der Art eines Servo- oder Rückkopplungssystems kann bereitgestellt werden, indem ein Positionssensor an einem Luftbetätigungsmechanismus, der von dem Federbetätigungsmechanismus verschieden ist, beispielsweise an dem Stoßdämpfer oder dem Verbindungsabschnitt, montiert wird. In diesem Fall kann die gleiche Wirkung wie die vorstehend beschriebene erhalten werden.

(Ausführungsform 4)

**[0039]** Gemäß dieser Ausführungsform wird die vorliegende Erfindung auf einen Vakuumkolben angewendet, in dem ein Metallgefäß nicht geerdet ist und ein Arbeitsblatt unter Einschluss einer bewegbaren Elektrode **2** um eine Hauptachse **20** gewickelt ist.

**[0040]** [Fig. 8](#) zeigt einen Vakuumkolben, in dem ein Arbeitsblatt mit einer bewegbaren Elektrode **2** um eine Hauptachse **20** gewickelt ist und ein Keramikzylinder **16** an den äußeren Umfangsseiten einer festen Elektrode **3** und der bewegbaren Elektrode **2** bereitgestellt ist. Eine Lichtbogenabschirmung **14** ist zwischen den äußeren Umfängen der festen Elektrode **3** und der bewegbaren Elektrode **2** und des Keramikzylinders **16** bereitgestellt, um zu verhindern, dass die Isolierwirkung des Keramikzylinders **16** durch Anhaften von Ionen und Elektronen, die bei der Erzeugung eines Lichtbogens an dem Keramikzylinder **16** gestreut werden, beeinträchtigt wird. Ein Balg **11** ist um einen Leiterabschnitt der bewegbaren Elektrode **2** herum bereitgestellt, und das Innere des von dem

Balg **11** umgebenen Vakuumkolbens, des Keramikzylinders **16** und dergleichen ist im Vakuum gehalten. Der vorstehend erwähnte Leiterabschnitt ist über einen Isolator mit dem in [Fig. 6](#) dargestellten Betätigungsmechanismus **25** verbunden.

**[0041]** Die bewegbare Elektrode **2** wird in einer Schließstellung Y1 und einer Unterbrechungsstellung Y3 angehalten, und die Bewegungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode **2** wird verringert, nachdem die bewegbare Elektrode **2** eine Öffnungsstellung Y2 passiert hat. Die Einstellung der Bewegungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode **2** wird durch den Stoßdämpfer **21** des in [Fig. 6](#) dargestellten Betätigungsmechanismus **25** ausgeführt. Die Zwischenelektroden-Stehspannung, wenn die bewegbare Elektrode **2** an der Unterbrechungsstellung Y3 angehalten wird, ist auf einen höheren Wert gelegt als die Stehspannung zwischen dem äußeren Abschnitt des Vakuumkolbens und der Erde, um die Koordination der Isolation zu verwirklichen.

**[0042]** Ein Steuersystem in der Art eines Servo- oder Rückkopplungssystems kann bereitgestellt werden, indem ein Positionssensor an einem Luftbetätigungsmechanismus, der von dem Federbetätigungsmechanismus verschieden ist, beispielsweise an dem Stoßdämpfer oder dem Verbindungsabschnitt, montiert wird. In diesem Fall kann die gleiche Wirkung wie die vorstehend beschriebene erhalten werden.

(Ausführungsform 5)

**[0043]** Gemäß dieser Ausführungsform ist der Ausschaltfederabschnitt **30** des in [Fig. 6](#) dargestellten Federbetätigungsmechanismus **25** so modifiziert, dass er die Funktion des Stoßdämpfers **21** aufweist. [Fig. 9](#) zeigt den modifizierten Aufbau des Ausschaltfederabschnitts **30**, der eine Zug-Ausschaltfeder **31** und Federhalteeinrichtungen **32** und **33** zum Befestigen beider Enden der Ausschaltfeder **31** aufweist. Die Halteeinrichtung **32** wird an einer Position L1 angehalten, wenn sich die bewegbare Elektrode **2** in der Schließstellung Y1 befindet, an einer Position L3 angehalten, wenn sich die bewegbare Elektrode **2** in der Unterbrechungsstellung Y3 befindet und durch eine Position L2 geführt, wenn die bewegbare Elektrode **2** die Öffnungsstellung Y2 erreicht. Hierbei ist eine Stoßdämpferfeder **34** getrennt außerhalb oder innerhalb der Ausschaltfeder **31** bereitgestellt, wobei die Feder **34** betätigt zu werden beginnt, wenn die Halteeinrichtung **32** durch die Position L2 läuft. Das heißt, dass die Stoßdämpferfeder **34** so eingestellt ist, dass sie betätigt zu werden beginnt, wenn die bewegbare Elektrode **2** die Öffnungsstellung Y2 erreicht.

(Ausführungsform 6)

**[0044]** [Fig. 10](#) zeigt eine Ausführungsform, in der

die dehnbare Wicklung der Ausschaltfeder **31** gemäß der fünften Ausführungsform durch eine zusammen-drückbare Wicklung ersetzt ist. Selbst gemäß dieser Ausführungsform ist die Stoßdämpferfeder **34** so eingestellt, dass sie betätigt zu werden beginnt, wenn die Halteeinrichtung **32** durch die Position L2 läuft. Wenn die bewegbare Elektrode **2** dementsprechend die Öffnungsstellung Y2 erreicht, wirkt die Stoßdämpferfeder **34** als eine Bremse, um die Zwischenelektroden-Öffnungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode **2** zu verringern. Die Stoßdämpferfeder **34** gemäß dieser Ausführungsform weist die gleiche Wirkung auf wie jene, die unter Verwendung des Stoßdämpfers **21** gemäß der ersten Ausführungsform erhalten wird. Es sei bemerkt, dass die Verzögerungswirkung erhöht werden kann, indem die Federkonstante der Stoßdämpferfeder **34** größer gemacht wird als die Federkonstante der Ausschaltfeder **31**.

(Ausführungsform 7)

[0045] **Fig. 11** zeigt eine Ausführungsform, in der der in den vorhergehenden Ausführungsformen beschriebene Balg **11** so modifiziert ist, dass er die Funktion zum Verringern der Zwischenelektroden-Öffnungsgeschwindigkeit aufweist. Der Balg **11** gemäß dieser Ausführungsform hat einen Abschnitt K1 mit einer großen Federkonstanten und einen Abschnitt K2 mit einer kleinen Federkonstanten. Wenn die bewegbare Elektrode **2** mit hoher Geschwindigkeit bewegt wird, wird gemäß dieser Konfiguration hauptsächlich der Abschnitt K2 mit der kleinen Federkonstanten betätigt, und wenn die bewegbare Elektrode **2** die Öffnungsstellung Y2 erreicht, ist der Abschnitt K2 ausreichend komprimiert, und der Abschnitt K1 mit der großen Federkonstanten beginnt, betätigt zu werden. Das heißt, dass der Abschnitt K1 mit der großen Federkonstanten betätigt wird, nachdem die bewegbare Elektrode **2** die Öffnungsstellung Y2 passiert hat, wodurch die Zwischenelektroden-Öffnungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode **2** verringert wird. Diese Ausführungsform ist in der Hinsicht vorteilhaft, dass der im Ausschalter aus dem Stand der Technik verwendete Betätigungsmechanismus unverändert verwendet werden kann.

(Ausführungsform 8)

[0046] **Fig. 12** zeigt einen Vakuumkolben, in dem ein Ausschalter und ein Erdungsschalter aufgebaut sind. Eine feste Elektrode **3**, eine bewegbare Elektrode **2** und ein Erdungsschalter **15** sind so in einem geerdeten Metallgefäß **4** angeordnet, dass sie gegenüber dem Metallgefäß **4** isoliert sind. Die bewegbare Elektrode **2** wird an einer Schließstellung Y1 und einer Erdungsstellung Y4 angehalten. Während der Bewegung der bewegbaren Elektrode **2** von der Schließstellung Y1 zur Erdungsstellung Y4, wird die Zwischenelektroden-Öffnungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode **2** verringert, nachdem die be-

wegbare Elektrode **2** die Öffnungsstellung Y2 passiert hat. Entweder der in **Fig. 6** dargestellte Stoßdämpfer **21** oder die in den **Fig. 9** und **Fig. 10** dargestellte Stoßdämpferfeder **34** wird in dieser Ausführungsform als Verzögerungseinrichtung verwendet. Bei dieser Konfiguration können die Ausschalt- und Erdungsvorgänge automatisch und durchgehend nur durch einen einzigen Betätigungsmechanismus ausgeführt werden. Es sei bemerkt, dass der in **Fig. 12** dargestellte Vakuumkolben **1** so konfiguriert werden kann, dass die bewegbare Elektrode **2** in der Schließstellung Y1 und einer Unterbrechungsstellung Y3 angehalten werden kann, um die Ausschalt- und Unterbrechungsfunktionen zu verwirklichen, und dass die bewegbare Elektrode **2** und der Erdungsschalter **15** durch einen getrennten Betätigungsmechanismus geöffnet bzw. geschlossen werden, um die Erdungsfunktion zu verwirklichen. Dies ist in der Hinsicht vorteilhaft, dass die Ausschalt-, die Trenn- und die Erdungsfunktion in einen einzigen Vakuumkolben eingebaut werden können, wodurch der gesamte Aufbau des Schaltgeräts klein gemacht wird.

[0047] Wenngleich die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Verwendung der spezifischen Begriffe beschrieben wurden, dient diese Beschreibung nur der Erläuterung, und es ist zu verstehen, dass Änderungen und Variationen vorgenommen werden können, ohne vom Schutzzumfang der folgenden Ansprüche abzuweichen.

## Patentansprüche

1. Vakuumschaltgerät mit:  
einer in einem Vakuumgefäß (**4**) vorgesehenen festen Elektrode (**3**),  
einer in dem Vakuumgefäß (**4**) vorgesehenen bewegbaren Elektrode (**2**), die zwischen einer Schließstellung (Y1) und einer Unterbrechungsstellung (Y3) bewegbar ist, und  
einer Einrichtung, um die bewegbare Elektrode (**2**) in Kontakt mit der festen Elektrode (**3**) zu bringen und von ihr zu trennen,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass  
zwischen der Schließstellung (Y1) und der Unterbrechungsstellung (Y3) eine Öffnungsstellung (Y2) definiert ist,  
die bewegbare Elektrode (**2**) in der Schließstellung (Y1) anhält und  
eine Verzögerungseinrichtung (**11**; **21**; **31**, **34**) vorgesehen ist, die die Bewegungsgeschwindigkeit der bewegbaren Elektrode (**2**) aus der Öffnungsstellung (Y2) in die Unterbrechungsstellung (Y3) kleiner macht als aus der Schließstellung (Y1) in die Öffnungsstellung (Y2).

2. Gerät nach Anspruch 1, wobei der Zwischenelektroden-Öffnungsabstand  $D_2$  zwischen der festen Elektrode (**3**) und der bewegbaren Elektrode (**2**) in der Öffnungsstellung (Y2) und der Zwischenelektro-

den-Öffungsabstand  $D_3$  in der Unterbrechungsstellung (Y3) folgende Beziehung erfüllen:

$$0,5 \times D_3 \leq D_2 \leq 0,7 \times D_3.$$

3. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Verzögerungseinrichtung einen Stoßdämpfer (21) aufweist, der zu arbeiten beginnt, wenn die bewegbare Elektrode (2) die Öffnungsstellung (Y2) erreicht.

4. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Verzögerungseinrichtung eine Bremsfeder (31) eines die bewegbare Elektrode (2) antreibenden Federbetätigungsmechanismus sowie eine Stoßdämpferfeder (34) aufweist, die zu arbeiten beginnt, wenn die bewegbare Elektrode (2) die Öffnungsstellung (Y2) erreicht.

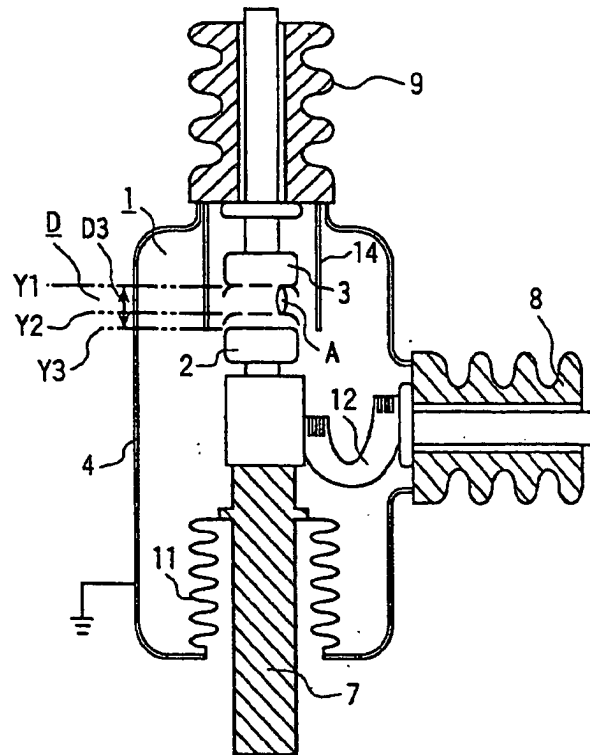
5. Gerät nach Anspruch 4, wobei die Stoßdämpferfeder (34) eine größere Federkonstante hat als die Bremsfeder (31).

6. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Verzögerungseinrichtung einen Balg (11) aufweist, dessen Federkonstante zunimmt, wenn die bewegbare Elektrode die Öffnungsstellung (Y2) erreicht, wobei die bewegbare Elektrode (2) über den Balg (11) in dem Vakuumgefäß (4) befestigt ist.

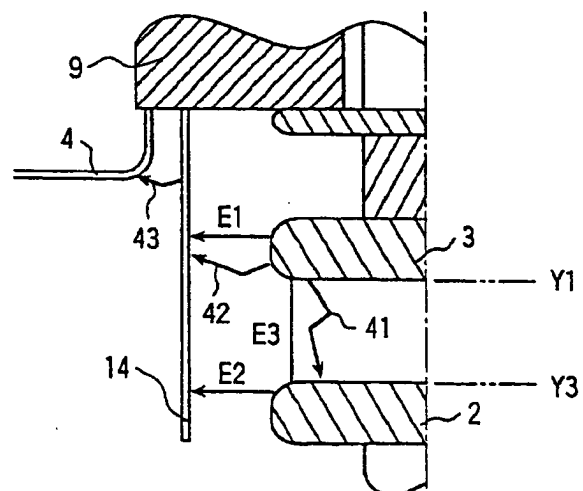
Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



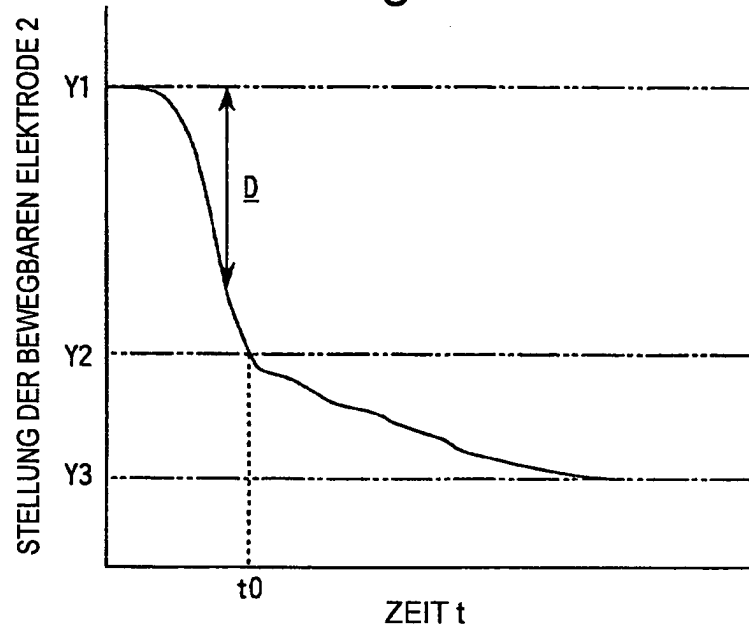
*Figur 1*



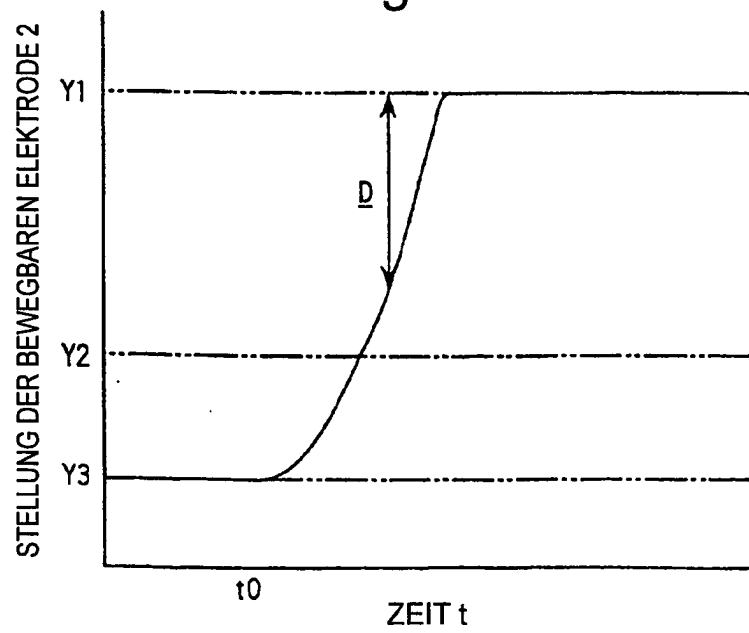
*Figur 2*



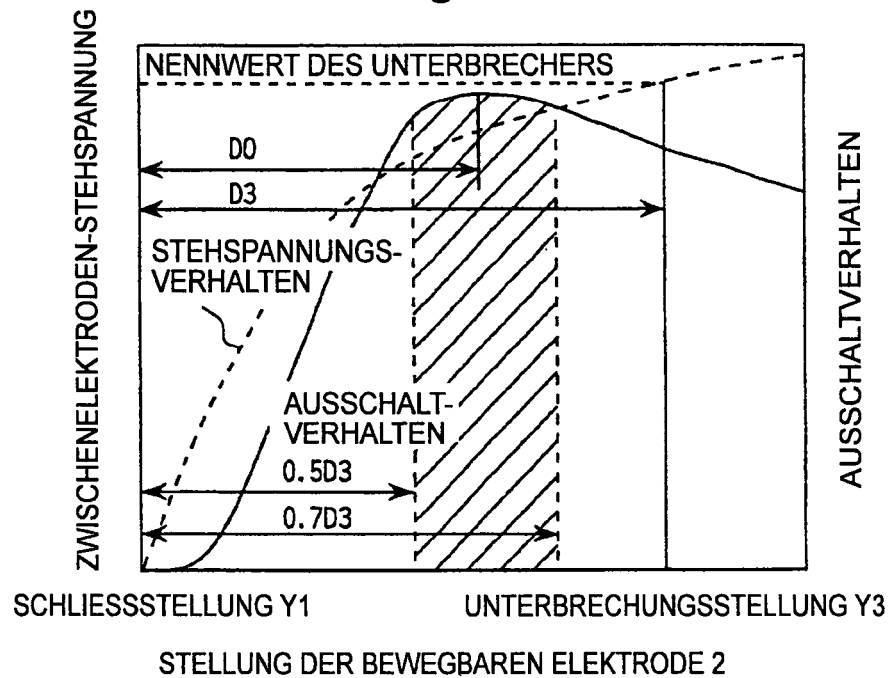
*Figur 3*



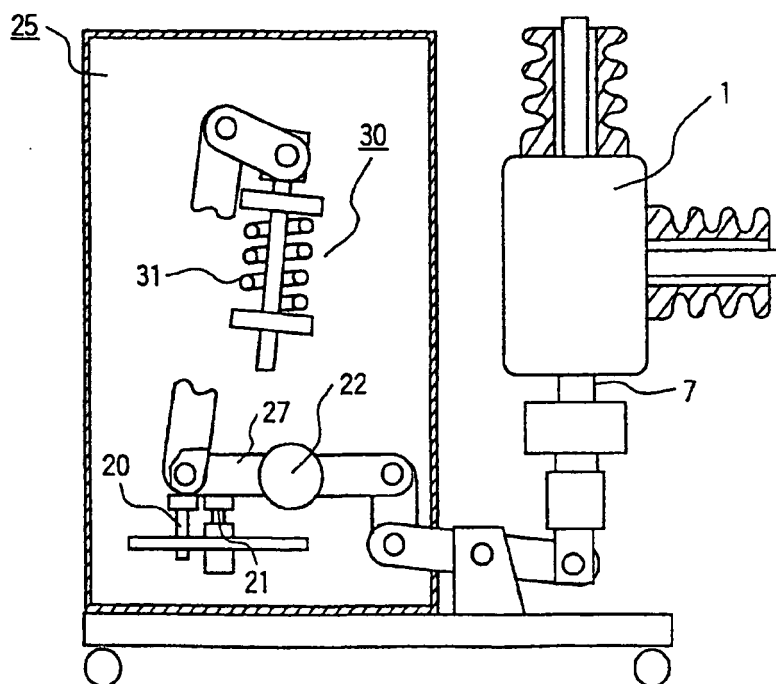
*Figur 4*



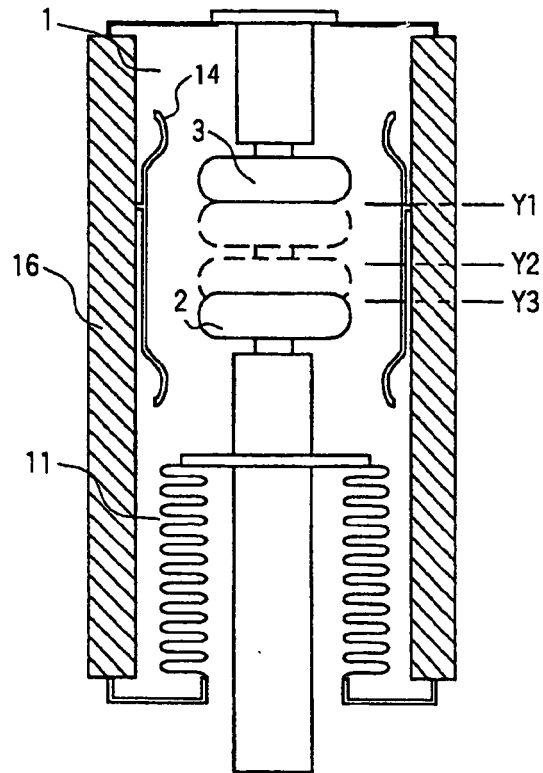
**Figur 5**



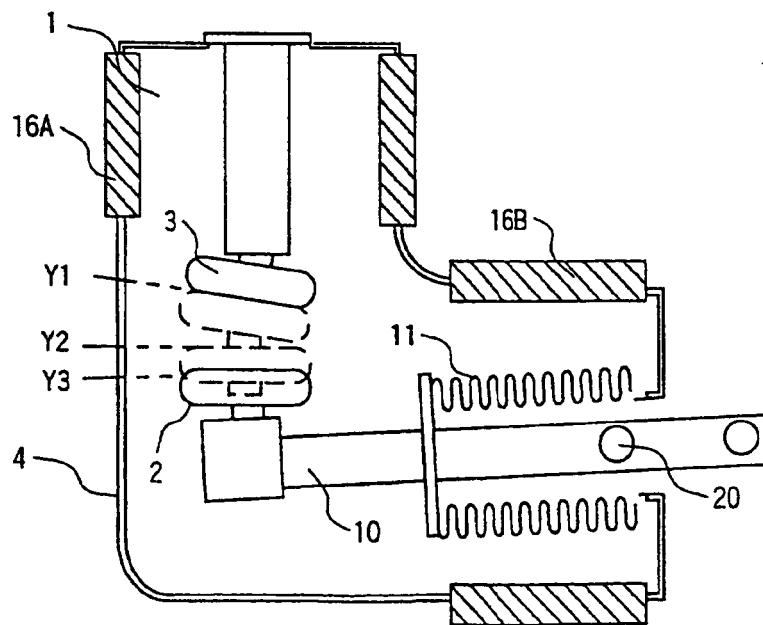
*Figur 6*



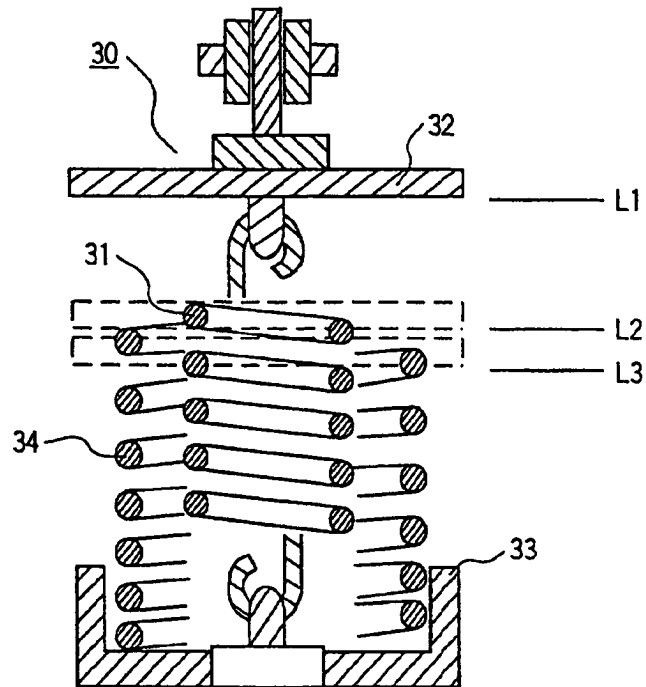
*Figur 7*



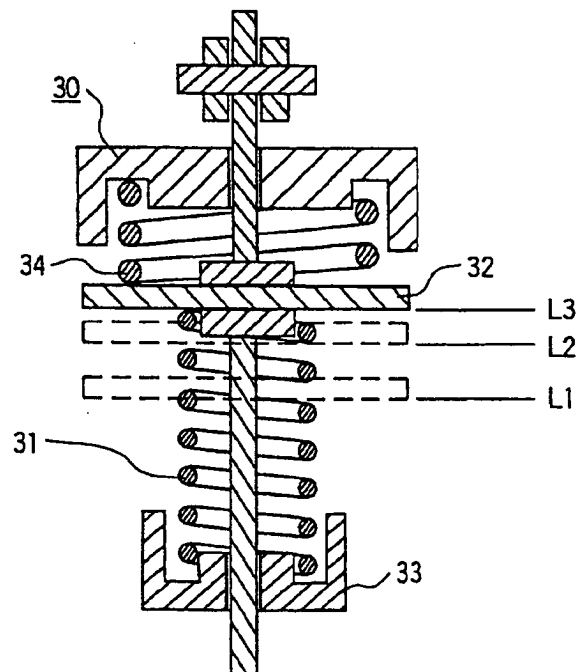
*Figur 8*



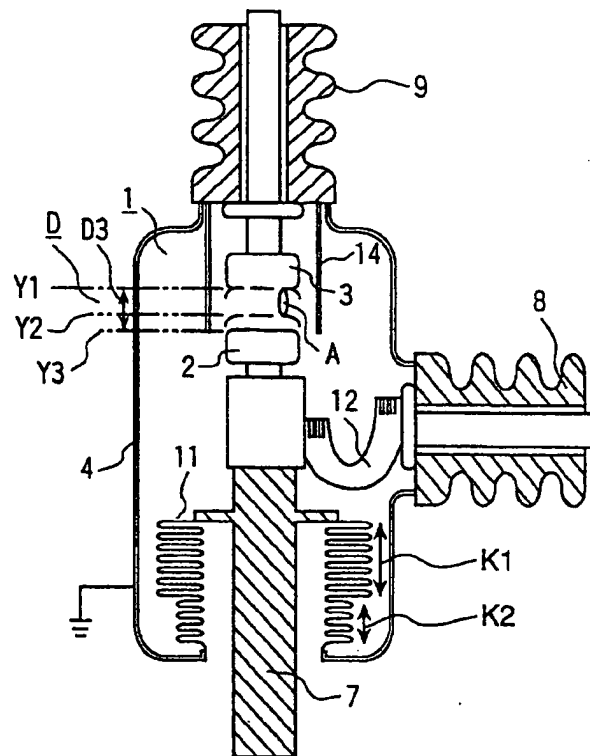
*Figur 9*



*Figur 10*



*Figur 11*



*Figur 12*

