



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
13.07.2005 Patentblatt 2005/28

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

(21) Anmeldenummer: 04078204.7

(22) Anmeldetag: 23.11.2004

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL HR LT LV MK YU

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder: Einschenk, Jürgen  
16341 Zepernick (DE)

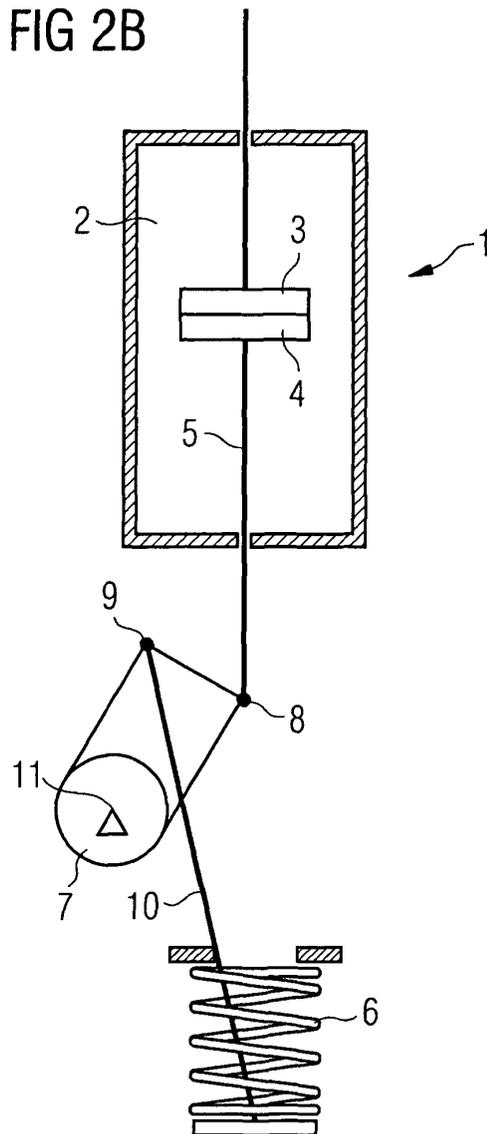
(30) Priorität: 06.01.2004 DE 102004001796

(54) **Vakuumschaltanlage**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumschaltanlage (1) mit einem Vakuumraum (82) zur nach Maßgabe eines Antriebs wahlweisen Kontaktierung und Trennung zweier elektrischer Kontakte (3, 4). Mindestens einer der Kontakte (4) ist mit einer linear verschieblichen Antriebsstange zur von einer Offenhaltefeder (6) unterstützten Trennung der Kontakte (3, 4) gegen einen den Vakuumraum (2) umgebenden Gasdruck verbunden. Der Antrieb ist als Schwenkantrieb (7) ausgeführt, der über einen ersten Anlenkpunkt (8) mit der Antriebsstange (5) und über einen zweiten Anlenkpunkt (9) mit einer Federstange (10) zum Belasten der Offenhaltefeder verbunden ist, wobei diese Anlenkpunkte zur Vergleichmäßigung des von der Offenhaltefeder (6) gegen den Antrieb wirkenden Drehmoment zueinander beabstandet sind.

Mit dieser Erfindung wird eine Vergleichmäßigung des von der Offenhaltefeder erzeugten Drehmoments und somit eine mögliche kleinere Dimensionierung des Antriebs bei Aufrechterhaltung einer hohen Betriebssicherheit erreicht.

FIG 2B



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumschaltanlage.

**[0002]** Eine elektrische Schaltanlagen nach dem Prinzip der Vakuumschaltanlage ist prinzipiell bereits bekannt. Diese umfasst einen Vakuumraum, d.h. einen von Gas bzw. Luft weitestgehend evakuierten Raum zur nach Maßgabe eines Antriebs wahlweisen Kontaktierung und Trennung zweier elektrischer Kontakte. Einer dieser Kontakte ist fest in der Vakuumröhre angebracht, der zweite Kontakt ist an einer linear verschieblichen Antriebsstange befestigt. Abhängig von der Verschiebung der Antriebsstange kommen die beiden Kontakte miteinander in elektrischen Kontakt oder werden getrennt. Die Antriebsstange weist an dem den Kontakten abweisenden Ende eine Offenhaltefeder auf, welche die Kontakte in der getrennten Stellung hält. Diese Offenhaltefeder ist dabei so zu dimensionieren, dass sie gegen einen die Vakuumröhre umgebenden Gasdruck die Kontakte in getrennter Stellung hält. Die Kontakte können dadurch verbunden werden, dass ein mit der Antriebsstange verbundener Antrieb betätigt wird, welcher entgegen der Kraft der Offenhaltefeder und unterstützt von dem Gasdruck, die Zusammenführung der Kontakte bewirkt.

**[0003]** Diese bekannte Anordnung gewährleistet zwar eine sichere Trennung der Kontakte, allerdings ist ein relativ groß dimensionierter Motor notwendig, um eine Zusammenführung der Kontakte gegen die Kraft der Offenhaltefeder zu erreichen.

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vakuumschaltanlage zu schaffen, welche einerseits eine sichere Trennung der Kontakte gegen einen den Vakuumraum umgebenden Gasdruck bzw. Luftdruck sicherstellt und auf der anderen Seite kleinbauend und kostengünstig ist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch eine Vakuumschaltanlage nach Patentanspruch 1 gelöst.

**[0006]** Dadurch, dass bei einer gattungsgemäßen Anlage der Antrieb als Schwenkantrieb ausgeführt ist, der über einen ersten Anlenkpunkt mit der Antriebsstange und über einen zweiten Anlenkpunkt mit einer Federstange zum Belasten der Offenhaltefeder verbunden ist, wobei diese Anlenkpunkte zur Vergleichmäßigung des von der Offenhaltefeder gegen den Antrieb wirkenden Drehmoment in einem vorzugsweise räumlich und zeitlich festen Abstand angeordnet sind, wird diese Aufgabe gelöst.

**[0007]** Hierbei ist zu beachten, dass der auf die Antriebsstange wirkende Gasdruck, welcher das Bestreben hat, die Kontakte zusammenzuführen, über den Antriebshub der Antriebsstange hinweg im Wesentlichen linear ist, da der den Vakuumraum entsprechende Gasraum bzw. Luftraum als groß genug angenommen wird, dass keine Nichtlinearitäten im Gasdruckanstieg anzunehmen sind. Der umgebende Gasdruck kann hierbei z.B. Umgebungsluft sein oder auch höher verdichtetes

Isoliergas.

**[0008]** In Abkehr von dem bekannten Stand der Technik wirkt die Offenhaltefeder nicht auf die Antriebsstange direkt. Bei diesem Stand der Technik ergab sich das Erfordernis eines großbauenden Motors dadurch, dass bei Verwendung von z.B. linearen Zug-Druckfedern über den Antriebshub hinweg eine linear ansteigende Federkraft bei Druck gegen die Offenhaltefeder zu verzeichnen war, welche von dem Antrieb aufgebracht werden musste, um die elektrischen Kontakte zu schließen.

**[0009]** Dagegen wird erfindungsgemäß die bisher übliche Antriebsstange geteilt in eine weiterhin bestehende Antriebsstange, welche mit dem einen elektrischen Kontakt verbunden ist, und außerdem in eine Federstange, welche mit der Offenhaltefeder verbunden ist. Die Antriebsstange der erfindungsgemäßen Vakuumschaltanlage ist über einen ersten Anlenkpunkt mit der Antriebsstange und über einen zweiten Anlenkpunkt mit der Federstange zum Belasten der Offenhaltefeder verbunden. Beide Anlenkpunkte sind voneinander beabstandet mit dem als Schwenkantrieb ausgeführten Antrieb verbunden, wobei die Beabstandung so gewählt wird, dass das durch die Offenhaltefeder gegen Antrieb wirkende Drehmoment über den Antriebshub der Antriebsstange vergleichmäßig wird. Es werden also bewusst Endpunkte von Antriebsstange bzw. Federstange voneinander beabstandet, so dass bei einem Schwenken des Schwenkantriebs das von der Offenhaltefeder auf den Schwenkantrieb ausgeübte Drehmoment dadurch im Wesentlichen konstant bleibt, dass bei einer Zunahme der auf die Federstange wirkenden Kraft eine Hebelverkürzung gegenüber dem Drehzentrum des Schwenkantriebs erfolgt, so dass letztlich bezüglich des Drehmoments hier eine Vergleichmäßigung erfolgt. Diesem vergleichmäßigtem Moment wirkt das Moment entgegen, welches durch die im Wesentlichen konstante Druckkraft durch den auf die linear verschiebliche Antriebsstange wirkenden Gasdruck verursachten Moments erzeugt wird. Entsprechend kann nun der Antrieb relativ klein ausgestaltet werden, da er ja lediglich den Reibungskräfte am System entgegenwirken muss sowie eine geforderte "Sicherheitsschwelle" bezüglich der Federkraft bzw. des Federmoments überwinden muss, um aus Sicherheitsgründen die durch die Offenhaltefeder bewirkte "Getrennt"-Stellung der Kontakte zu gewährleisten.

**[0010]** Es wird also z.B. vorgeschlagen, die Offenhaltefeder über einen zweiten Hebel an der Schalterwelle zu befestigen. Die Rückstellkraft auf die Röhre hängt von der Federkennlinie und der momentanen Hebelstellung ab. Bei günstiger Anordnung des Hebels kann eine nahezu konstante Rückstellkraft auf die Röhre erzielt werden (siehe auch Fig. 2c). Dadurch reduziert sich die Belastung des Antriebs erheblich. Die Einschaltenergie des Antriebs kann ebenfalls reduziert werden.

**[0011]** Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0012]** Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die maximalen Drehmomentunterschiede des von der Offenhaltefeder auf den Antrieb aufgebrauchten Drehmoment über den Antriebshub hinweg maximal 15%, vorzugsweise maximal 10% des Maximums des von der Offenhaltefeder verursachten Drehmoments beträgt. Es handelt sich hierbei also um eine deutliche Vergleichmäßigung des Drehmomentenverlaufs, entsprechend muss auch nur ein relativ geringer "Momentenüberschuss" von dem Antrieb zusätzlich aufgefangen werden. Dies ist eine deutliche Verbesserung gegenüber Vorrichtungen nach dem Stand der Technik, bei welchen das durch die Offenhaltefeder erzeugte Drehmoment in der Schalterstellung "ein" das doppelte betrug von der Federkraft in der Schalterstellung "aus".

**[0013]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass der Drehmomentverlauf des von der Offenhaltefeder auf den Antrieb aufgebrauchten Drehmoment über den Antriebshub der Antriebsstange hinweg von einer Zwischenstellung aus sowohl zum maximalen Hub (Schalterstellung "aus", siehe Fig. 2c) als auch zum minimalen Hub (Schalterstellung "ein", siehe Fig. 2c) hin abfallend ist. Es ergibt sich nun ein weitgehend gleichmäßiger Verlauf, welcher leicht "bergförmig" ist, also ein Maximum im Bereich des mittleren Antriebshubes aufweist.

**[0014]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass der Drehmomentverlauf des von dem umgebenden Gasdruck auf den Antrieb wirkenden Drehmoments im Wesentlichen konstant ist. Dies ist stets dann der Fall, wenn das den Vakuumraum umgebende Gasvolumen so groß ist, dass durch die Bewegung der Antriebsstange bedingt keine Kompressionseffekte in diesem Gasraum entstehen. Hierbei kann der den Vakuumraum umgebende Gasraum z.B. Atmosphärenluft enthalten oder von einem speziellen Isoliergas, etwa Schwefelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) umgeben sein. Der Druck kann hierbei bei Atmosphärenluft etwa 1 bar absolut betragen, bei Umgebung mit einem Isoliergas bis etwa 10 bar, hierdurch ist dann auch eine entsprechend stärker zu dimensionierende Feder vorzusehen. Der Druck in dem Vakuumraum ist im Wesentlichen als Ultrahochvakuum anzusehen, damit eine Korrosion der Kontakte durch Gaseinfluss minimiert wird. Der Druck im Vakuumraum beträgt vorzugsweise weniger als  $1 \times 10^{-6}$  bar Absolutdruck. Die Antriebsstange kann hierbei über einen Faltenbalg zum Inneren des Vakuumraums hin gedichtet sein, durch einen solchen Faltenbalg, welcher vorzugsweise aus einer Metallfolie bzw. einem Metallblech gefertigt ist, wird eine sichere druckdichte Trennung zwischen Vakuumraum und umgebendem Gasraum erreicht. Je nach maximaler Potentialdifferenz der Kontakte im getrennten Zustand ist die Vakuumschaltanlage auszulegen. Dies gilt sowohl für den Antriebshub der Antriebsstange, welcher vorzugsweise zwischen 5 und 100 mm betragen kann, die Potentialdifferenz der Kontakte im getrennten Zustand beträgt vorzugsweise zwischen 1 kV und 125 kV. Der Schalter bzw. die Schalt-

anlage soll also vorzugsweise für die Spannungsebene von 1 kV bis 125 kV (bei einer Wechselspannung 50/60 Hz) ausgelegt sein. D.h., die Potentialdifferenz an den geöffneten Kontakten kann noch wesentlich höher sein, je nachdem welche Spannungsform anliegt (Wechselspannung mit 50/60 Hz, Blitzstossspannung usw.).

**[0015]** Als Feder ist es kostengünstig und betriebssicher, eine lineare Zug-Druckfeder vorzusehen, da diese kostengünstig erhältlich ist und mit der vorliegenden Erfindung relativ leicht eine Vergleichmäßigung des Moments der Offenhaltefeder auf den Schwenkantrieb erreichbar ist. Dies rührt daher, dass bei einer linearen Zug-Druckfeder die Kraft linear gleichmäßig ansteigt und somit die Auslegung relativ einfach zu bewerkstelligen ist. Selbstverständlich ist es jedoch auch möglich, weitere Federvarianten, wie z.B. Drehfedern oder Federn, welche kompressible Medien ausnutzen, vorzusehen.

**[0016]** Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Federstange schwenkbar ist, wobei vorzugsweise die Schwenkbewegung so erfolgt, dass bei Betätigung des Schwenkantriebs die Federstange zum Drehzentrum des Schwenkantriebs hin eine Schwenkbewegung und somit eine Hebelverkürzung zwischen Drehzentrum und in der Federstange wirkenden Normalkraft erzeugt. Mit "Drehzentrum" ist hier der "Momentanpol" der Drehbewegung des Schwenkantriebs gemeint. Dieser kann z.B. ortsfest sein, bei bestimmten Kinematiken kann dieser jedoch auch als verschieblich angenommen werden. Wichtig ist jeweils, dass die Schwenkbewegung so erfolgt, dass bei einem Ansteigen der Federkraft in der Offenhaltefeder und somit einem Ansteigen der Kraft auf die Federstange eine Schwenkbewegung so erfolgt, dass eine effektive Verkürzung des Hebels zwischen eben dieser Offenhaltefederkraft und dem Drehzentrum erfolgt, so dass in der Summe ein im Wesentlichen konstantes Moment auf den Antrieb wirkt, welcher dann entsprechend klein dimensioniert werden kann.

**[0017]** Die Erfindung wird nun anhand mehrerer Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Vakuumschaltanlage nach dem Stand der Technik,

Fig. 2a eine erfindungsgemäße Vakuumschaltanlage in der Schalterstellung "aus", d.h. im getrennten Zustand der Kontakte,

Fig. 2b eine erfindungsgemäße Vakuumschaltanlage in der Schalterstellung "ein", d.h. im kontaktierten Zustand der Kontakte, sowie

Fig. 2c eine grafische Veranschaulichung der auf den Antrieb Momentenverläufe.

**[0018]** Fig. 1 zeigt eine Vakuumschaltanlage nach dem Stand der Technik. Hierin ist ein Vakuumraum 2'

gezeigt, in welchem einerseits ein fester elektrischer Kontakt 3' sowie außerdem ein an einer Antriebsstange 5' befestigter elektrischer Kontakt 4' vorgesehen ist. Die Antriebsstange 5' ist direkt mit einer Offenhaltefeder 6' verbunden, welche die elektrischen Kontakte 3' und 4' in ihrer getrennten Lage hält. Gegen die Kraft der Offenhaltefeder sowie unterstützt durch den Gasdruck, welcher von der Umgebung auf die Antriebsstange 5' wirkt, ist nach Maßgabe eines Antriebs 7' der Kontakt 4' nach oben hin in die Schalterstellung "ein" zu bewegen. Hierbei ist allerdings ein sehr großer Kraftaufwand notwendig, da gegen die linear ansteigende Federkraft und das entsprechend linear ansteigende Moment, welches gegen den Antrieb 7' wirkt, der Schließvorgang vorgenommen werden muss.

**[0019]** Fig. 2a zeigt eine erfindungsgemäße Vakuumschaltanlage in der Schalterstellung "aus". Hierbei handelt es sich um eine Vakuumschaltanlage mit einer Vakuumschaltröhre mit einem Vakuumraum 2, in welchem ein Ultrahochvakuum mit weniger als  $1 \times 10^{-6}$  bar Absolutdruck besteht. Der Vakuumraum 2 ist von dem Isoliertgas Schwefelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) umgeben. Der Druck des Isoliertgases in der Schaltanlage, außerhalb der Vakuumschaltröhre beträgt hierbei ca. 1 bis 10 bar absolut.

**[0020]** Alternativ ist es selbstverständlich auch möglich, dass der Vakuumraum mit Atmosphärenluft ausgefüllt ist. Die Vakuumschaltröhre ist so ausgelegt, die Potentialdifferenz der Kontakte 3 und 4 im getrennten Zustand vorzugsweise 1 bis 125 kV beträgt.

**[0021]** Im Vakuumraum 2 ist ein feststehender Kontakt 3 sowie ein hiermit in Verbindung bringbarer Kontakt 4 vorgesehen. Der Kontakt 4 ist mit einer Antriebsstange 5 verbunden. Die Antriebsstange 5 ist linear verschieblich. Die Antriebsstange 5 weist an ihrer dem elektrischen Kontakt 4 abgewandten Seite einen gelenkig gelagerten ersten Anlenkpunkt 8 auf, welcher an einem Schwenkausleger eines um ein Drehzentrum 11 schwenkbaren Schwenkantriebs 7 befestigt ist. Hiervon beabstandet ist eine Federstange 10 über einen zweiten Anlenkpunkt 9 an dem Antriebsausleger gelenkig befestigt, die Federstange 10 ist an ihrem dem zweiten Anlenkpunkt 9 abgewandten Ende mit einer als Zug-Druckfeder ausgeführten Offenhaltefeder 6 verbunden.

**[0022]** Bei einem Drehen des Schwenkantriebs 7 bzw. des Schwenkauslegers entgegen dem Uhrzeigersinn kommt es zu einem Kontaktieren der Kontakte 3 und 4. Hierdurch kommt es auch zu einem Zusammenpressen der Offenhaltefeder 6 und damit linearen Ansteigen der in der Federstange 10 wirkenden Federkraft, da die Federstange 10 nach oben bewegt wird. Gleichzeitig vollzieht die Federstange allerdings auch eine Schwenkbewegung entgegen dem Uhrzeigersinn, so dass eine Hebelverkürzung der im zweiten Anlenkpunkt 9 wirkenden Normalkraft der Federstange 10 zu verzeichnen ist. Da es also hier zu einer Hebelkraftverkürzung durch die Drehbewegung kommt, kann das Ansteigen der Federkraft durch die Hebelverkürzung im Wesentlichen ausgeglichen werden, so dass über den

Drehwinkel des Antriebs hinweg ein im Wesentlichen als gleichmäßig zu bezeichnendes Drehmoment von der Offenhaltefeder 6 dem Schwenkantrieb 7 entgegenwirkt.

**[0023]** Es handelt sich also erfindungsgemäß um eine Vakuumschaltanlage 1 mit einem Vakuumraum 2 zur nach Maßgabe eines Antriebs wahlweisen Kontaktierung und Trennung zweier elektrischer Kontakte 3, 4, wobei mindestens einer der Kontakte (und zwar der Kontakt 4) mit einer linear verschieblichen Antriebsstange 5 zur von einer Offenhaltefeder 6 unterstützten Trennung der Kontakte 3, 4 gegen einen den Vakuumraum umgebenden Gasdruck verbunden ist. Der Antrieb ist hierbei als Schwenkantrieb 7 ausgeführt, der über einen ersten Anlenkpunkt 8 mit der Antriebsstange und über einen zweiten Anlenkpunkt 9 mit der Federstange 10 zum Belasten der Offenhaltefeder 6 verbunden ist, wobei diese Anlenkpunkte zur Vergleichmäßigung des von der Offenhaltefeder 6 gegen den Antrieb wirkenden Drehmoments beabstandet sind. Hierdurch ist es erfindungsgemäß möglich, das von der Offenhaltefeder ausgehende Drehmoment zu vergleichmäßigen und somit einen kleinbauenderen Motor für den Schwenkantrieb 7 vorzusehen.

**[0024]** Fig. 2b zeigt den geschlossenen Zustand der Kontakte 3 und 4. Zwischen dem in Fig. 2a gezeigten Zustand "Schalterstellung aus" und der in Fig. 2b gezeigten "Schalterstellung ein" ist ein kompletter "Antriebshub" vorgesehen, dies entspricht 80 mm linearen Bewegung der Antriebsstange 5 (siehe auch Fig. 2c). Hierbei sorgt ein nicht dargestellter metallischer Faltenbalg dafür, dass zwischen dem Vakuumraum 2 und dem ihn umgebenden Gasraum eine Gasdichtung erfolgt.

**[0025]** Im Vergleich von Fig. 2a und 2b ist die Kinematik der Vakuumschaltanlage gut erkennbar. In Fig. 2a war der erste Anlenkpunkt 8 links bezüglich des zweiten Anlenkpunktes 9 angesiedelt. Bei einem Drehen des Schwenkantriebs bzw. des Schwenkauslegers entgegen dem Uhrzeigersinn kommt es nun zu einer Umkehrung der Verhältnisse, d.h. bei sich schließendem Kontakt kommt es immer mehr zu einer Kompression der Offenhaltefeder 6 und einem Wandern des zweiten Anlenkpunktes 9 nach links. Diesem entspricht ein Schwenken der Federstange 10 nach links, d.h. entgegen dem Uhrzeigersinn, der zweite Anlenkpunkt 9 wandert ebenfalls nach links. Es ergibt bezüglich der in der Federstange 10 übertragenen Normalkraft eine Hebelverkürzung gegenüber dem Drehzentrum 11, während der Hebel der linear verschieblichen Antriebsstange 5 im Wesentlichen konstant bleibt. Es kann also gesagt werden, dass die Federstange 10 schwenkbar ist, wobei vorzugsweise die Schwenkbewegung so erfolgt, dass bei Betätigung des Schwenkantriebs 7 die Federstange 10 zum Drehzentrum 11 des Schwenkantriebs hin eine Schwenkbewegung und somit eine Hebelverkürzung zwischen Drehzentrum und der in der Federstange wirkenden Normalkraft erzeugt.

**[0026]** Dieses in den Fig. 2a und 2b gezeigte Bei-

spiel ist lediglich beispielhaft zu verstehen. Insgesamt soll es in der Erfindung darum gehen, dass durch eine "Auftrennung" der sonst durchgehenden Antriebsstange in eine Antriebsstange, welche lediglich mit dem elektrischen Kontakt 4 verbunden ist sowie in eine zweite Stange, der Federstange 10, eine Entkopplung des Betrags der Federkraft sowie der Kraft der Antriebsstange erreicht wird. Dies kann nun so genutzt werden, dass die Lage der Anlenkpunkte so variiert, dass es zu einer Vergleichmäßigung der Federkraft bzw. des auf den Antrieb wirkenden Federmoments kommt. Dieses Prinzip ist also auch auf beliebige andere Ausführungsformen, z.B. auch mit anderen Federanordnungen (Belastung der Feder Zug auf Druck, Drehbelastung der Feder etc.) anwendbar.

**[0027]** Abschließend wird mit Bezug auf Fig. 2c der Kraft- bzw. Momentenverlauf bezüglich des Schwenkantriebs 7 erklärt. In dieser Figur sind die Drehmomentverläufe zwischen einer "Schalterstellung Aus" und einer "Schalterstellung Ein" wirkenden Drehmomente in Nm gezeigt. Hierbei wird von der Schalterwelle des Schwenkantriebs 7 zwischen der "Schalterstellung Aus" und der "Schalterstellung Ein" ein Winkelbereich von etwa 45° durchlaufen. Dies entspricht einem Antriebshub im vorliegenden Fall von 80 mm.

**[0028]** In Fig. 2c ist also über den Antriebshub hinweg (mit Antriebshub ist der maximale lineare Verfahrbereich der Antriebsstange 5 gemeint) gezeigt. Dieser entspricht dem Weg zwischen der "Schalterstellung Ein" (siehe Fig. 2b) sowie der "Schalterstellung Aus" (siehe Fig. 2a). Hierbei deutet die durchgezogene Linie ein von der Schließkraft der Röhren erzeugtes Drehmoment an. Dieses hat einen relativ flachen Verlauf, da die auf die Antriebsstange 5 wirkende Gasdruckkraft über den gesamten Antriebshub konstant ist, da keine Kompressionseffekte des Gases berücksichtigt werden müssen. Das Moment der Röhrenschließkraft beträgt absolut etwa knapp 300 Nm, dies entspricht etwa einer Kraft von konstant 3000 Newton Röhrenschließkraft.

**[0029]** Zu Zwecken der Veranschaulichung ist als obere Linie das Moment in der Offenhaltefeder 6' in der Antriebsstange 5', welche von der Offenhaltefeder 6' ausgeübt, würde für den Stand der Technik nach Fig. 1, gezeigt. Hier ist erklärend zu bemerken, dass von der "Schalterstellung Aus" linear ansteigend diese Kraft bis zur "Schalterstellung Ein" sich stetig erhöht, diese Kraft ist bei der in Fig. 1 gezeigten Anordnung nach dem Stand der Technik durch den Antrieb 7' zu entgegen. Es ist also im Diagramm in Fig. 2c zu sehen, dass von einer "Schalterstellung Aus" bei 0° Winkel der Schalterwelle ausgehend mit einem Drehmoment von etwa 370 Nm startend ein stark ansteigendes Drehmoment aufgebracht werden muss, welches bei 45° Winkel der Schalterwelle (dies entspricht 80 mm Antriebshub) knapp 800 Nm beträgt. Dies entspricht einer Offenhaltefeder 6' sich von 4000 N über 8000 N steigernden Kraft.

**[0030]** Mit der gekrümmten mittleren Linie ist der ver-

gleichmäßigte Verlauf des Drehmoments, welcher von der Offenhaltefeder 6 ausgehend auf den Schwenkantrieb 7 wirkt, gezeigt. Der Drehmomentverlauf des von der Offenhaltefeder 6 auf den Antrieb aufgebrauchten Drehmoments über den Antriebshub der Antriebsstange 5 hinweg weist also einen im Wesentlichen "bergförmigen" Verlauf, also einen Verlauf mit einem Zwischenmaximum etwa 40 mm Antriebshub bzw. 20 - 25° Drehung der Welle des Schwenkantriebs 7 gegenüber der "Schalterstellung Aus". Von dieser Zwischenstellung fällt das Moment sowohl zum maximalen als auch zum minimalen Hub (d.h. zur "Schalterstellung Ein" bzw. zur "Schalterstellung Aus") hin ab. Es ist also zu sehen, dass erfindungsgemäß der Drehmomentverlauf, welcher durch die Offenhaltefeder auf die Schalterwelle bzw. den Schwenkantrieb ausgeübt wird, im Betrag kleiner als nach dem Stand der Technik und vor allem viel gleichmäßiger erfolgt. Dies wird in Fig. 2c ergänzend dadurch verdeutlicht, dass die eingesparte Antriebsenergie durch eine entsprechend schraffierte Fläche zwischen diesen beiden Kurven angedeutet wird.

**[0031]** Durch die Wahl der Federsteifigkeiten, der Länge des Antriebshubs bzw. der Anordnung von erstem und zweitem Anlenkpunkt zueinander ist der Drehmomentenverlauf mehr oder weniger flach einstellbar. Hierbei ist es günstig, dass die maximalen Drehmomentunterschiede des von der Offenhaltefeder auf den Antrieb aufgebrauchten Drehmoments über den Antriebshub hinweg maximal 15%, vorzugsweise maximal 10% des Maximums des von der Offenhaltefeder verursachten Drehmoments (also beispielsweise des etwa bei Antriebshub 40 mm erreichten Drehmoments beträgt).

35 Bezugszeichenliste

**[0032]**

1, 1'	Vakuumschaltanlage
2, 2'	Vakuumraum
3, 3'	Elektrischer Kontakt
4, 4'	Elektrischer Kontakt
5, 5'	Antriebsstange
6, 6'	Offenhaltefeder
7, 7'	Schwenkantrieb
8	Erster Anlenkpunkt
9	Zweiter Anlenkpunkt
10	Federstange

11 Drehzentrum

che, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck in dem Vakuumraum kleiner als  $1 \times 10^{-6}$  bar Absolutdruck beträgt.

### Patentansprüche

1. Vakuumschaltanlage (1) mit einem Vakuumraum (2) zur nach Maßgabe eines Antriebs wahlweisen Kontaktierung und Trennung zweier elektrischer Kontakte (3, 4), wobei mindestens einer der Kontakte (4) mit einer linear verschieblichen Antriebsstange (5) zur von einer Offenhaltefeder (6) unterstützten Trennung der Kontakte (3, 4) gegen einen den Vakuumraum (2) umgebenden Gasdruck verbunden ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb als Schwenkantrieb (7) ausgeführt ist, der über einen ersten Anlenkpunkt (8) mit der Antriebsstange (5) und über einen zweiten Anlenkpunkt (9) mit einer Federstange (10) zum Belasten der Offenhaltefeder verbunden ist, wobei diese Anlenkpunkte zur Vergleichmäßigung des von der Offenhaltefeder (6) gegen den Antrieb wirkenden Drehmoments in einem festen Abstand zueinander angeordnet sind.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximalen Drehmomentunterschiede des von der Offenhaltefeder auf den Antrieb aufgebrauchten Drehmoments über den Antriebshub der Antriebsstange (5) hinweg maximal 15%, vorzugsweise maximal 10% des Maximums des von der Offenhaltefeder verwendeten Drehmoment beträgt.
3. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehmomentverlauf des von der Offenhaltefeder (6) auf den Antrieb aufgebrauchten Drehmoments über den Antriebshub der Antriebsstange (5) hinweg von einer Zwischenstellung aus sowohl zum maximalen als auch zum minimalen Hub hin abfallend ist.
4. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehmomentverlauf des von dem umgebenden Gasdrucks auf den Antrieb wirkenden Drehmoments im Wesentlichen konstant ist.
5. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Federstange (10) schwenkbar ist, wobei vorzugsweise die Schwenkbewegung so erfolgt, dass bei Betätigung des Schwenkantriebs (7) die Federstange (10) zum Drehzentrum (11) des Schwenkantriebs hin eine Schwenkbewegung und somit eine Hebelverkürzung zwischen Drehzentrum und der in der Federstange wirkenden Normalkraft erzeugt.
6. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
7. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vakuumraum (2) von Atmosphärenluft oder von Isoliergas umgeben ist.
8. Anlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck im Isoliergas 1 bis 10 bar absolut beträgt.
9. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsstange (5) über einen Faltenbalg zum Inneren des Vakuumraums hin gedichtet ist.
10. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Potentialdifferenz der Kontakte im getrennten Zustand vorzugsweise 1 kV bis 125 kV beträgt.
11. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antriebshub der Antriebsstange (5) zwischen 5 und 100 mm beträgt.
12. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Offenhaltefeder eine lineare Zug-Druckfeder ist.

FIG 1

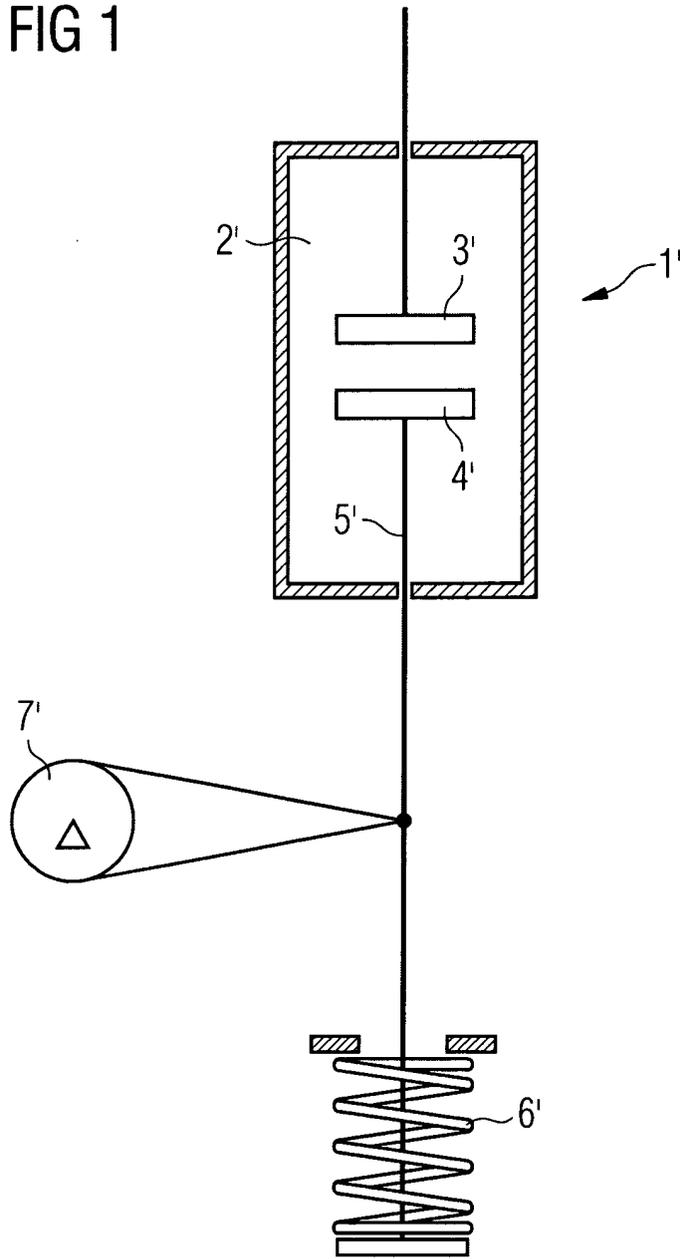


FIG 2A

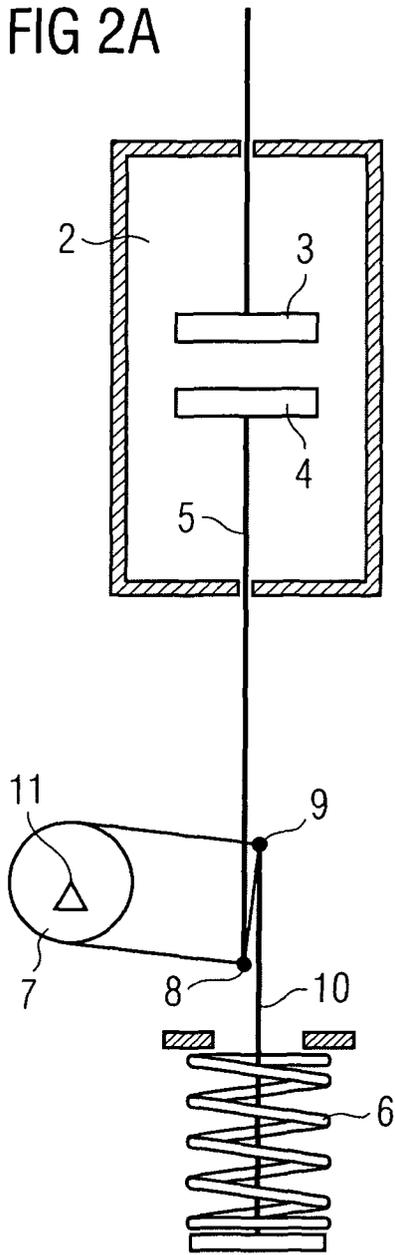
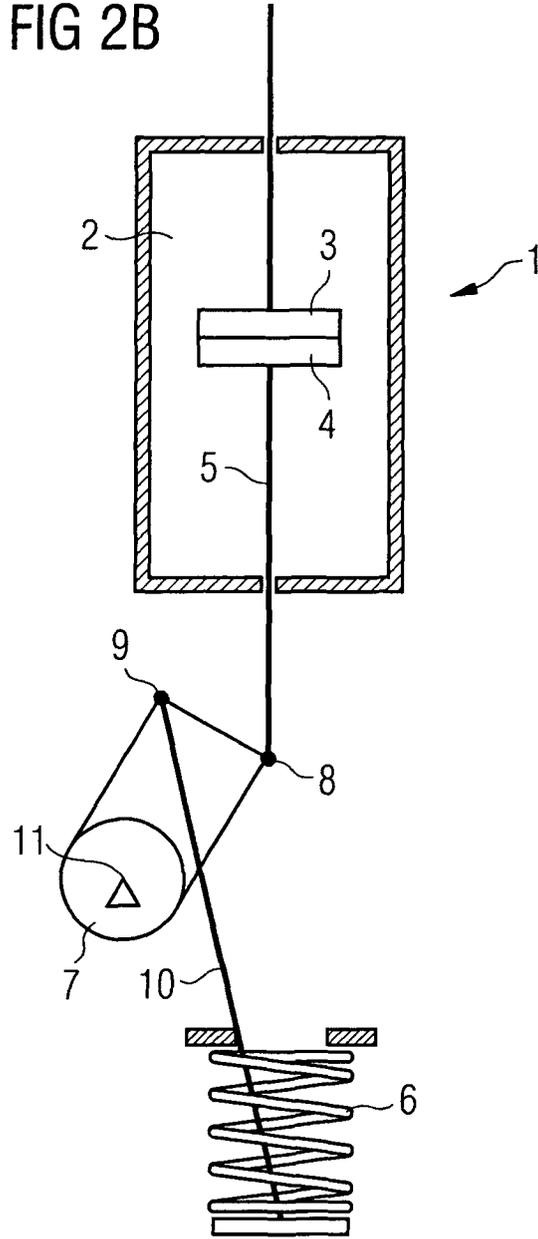
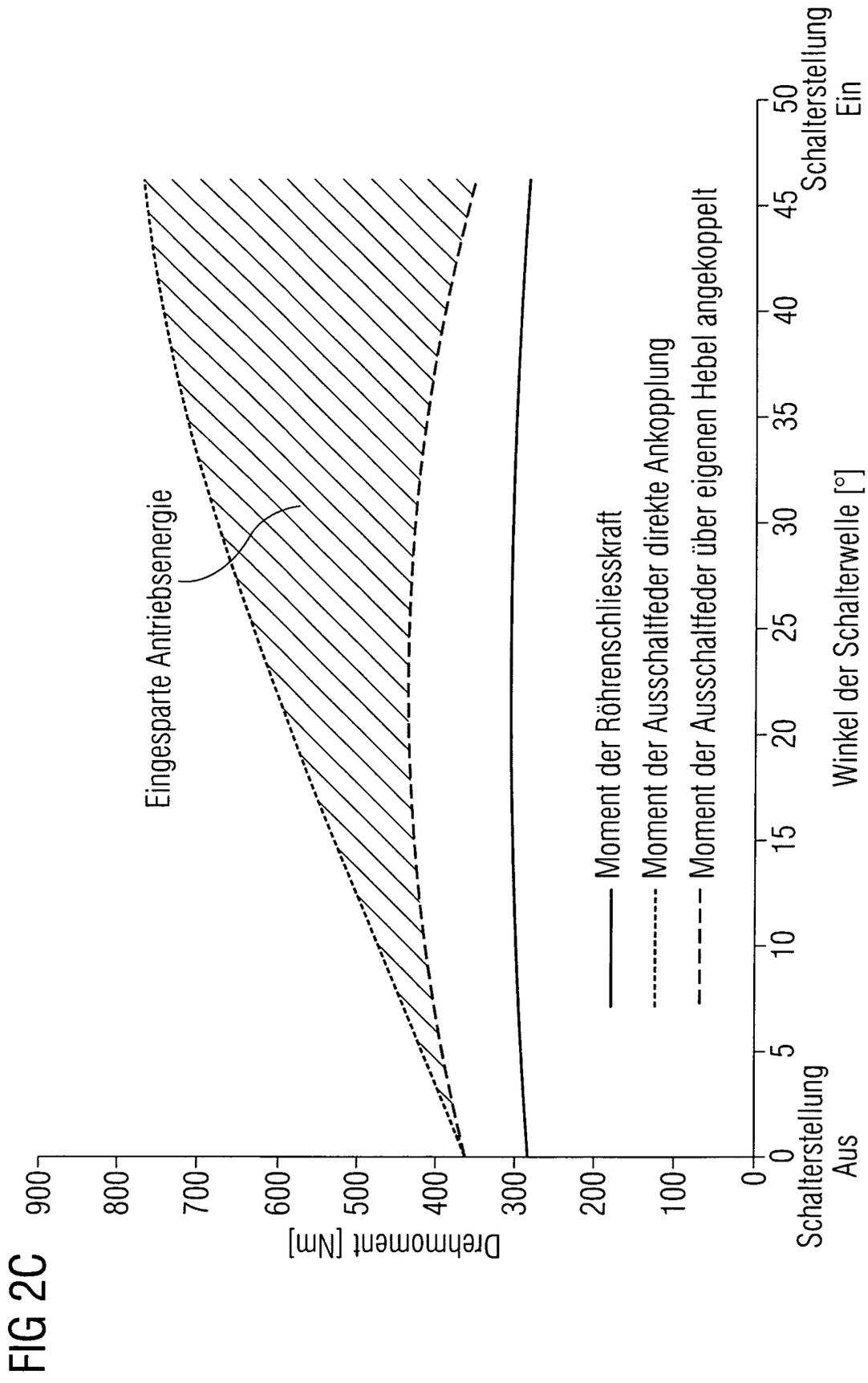


FIG 2B







Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 07 8204

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 4 146 766 A (FORRESTER ET AL) 27. März 1979 (1979-03-27) * das ganze Dokument * -----	1,4-12	H01H33/66
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. April 2005	Prüfer Desmet, W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 07 8204

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-04-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4146766      A	27-03-1979	GB      1499106 A	25-01-1978
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82