



(10) **DE 10 2017 220 503 B3** 2019.01.17

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 220 503.2**
(22) Anmeldetag: **16.11.2017**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **17.01.2019**

(51) Int Cl.: **H01H 1/20 (2006.01)**
H01H 1/24 (2006.01)
H01H 1/02 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**TE Connectivity Germany GmbH, 64625
Bensheim, DE**

(72) Erfinder:
Ziegler, Titus, 10179 Berlin, DE

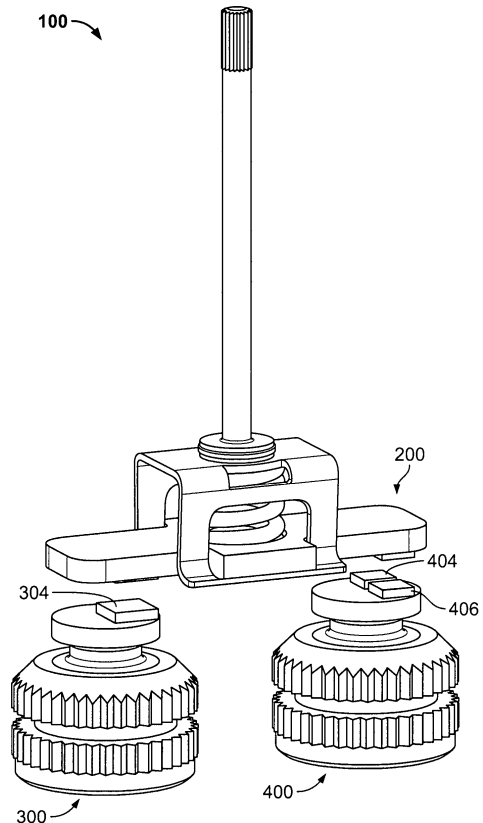
(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	43 15 754	A1
EP	2 690 642	B1
WO	2014/ 093 045	A1

(54) Bezeichnung: **Doppelt unterbrechender Schalter**

(57) Zusammenfassung: Doppelt unterbrechender Schalter (100), umfassend eine Kontaktbrücke (200), die mit einem Betätiger (202) an einem Anbindungspunkt (204) kraftübertragend verbunden ist, eine erste Kontaktanordnung (500), die über einen ersten Arm (210) kraftübertragend mit dem Anbindungspunkt verbunden ist und im geschlossenen Zustand des Schalters einen ersten Brückenkontakt (230) mit einem gegenüberliegenden ersten Festkontakt (300) an einem ersten Kontaktpunkt (501) elektrisch kontaktiert, eine zweite Kontaktanordnung (600), die über einen zweiten Arm (220) kraftübertragend mit dem Anbindungspunkt verbunden ist und im geschlossenen Zustand des Schalters einen zweiten Brückenkontakt (240) mit einem gegenüberliegenden zweiten Festkontakt (400) an einem zweiten Kontaktpunkt (602) und einem dritten Kontaktpunkt (603) elektrisch kontaktiert, und wobei der zweite Arm länger als der erste Arm ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen doppelt unterbrechenden Schalter.

[0002] Bisher sind verschiedene Techniken für elektrische Schalter, und insbesondere Schütze und Relais, entwickelt worden. Allgemein sind elektrische Schalter geeignet, mindestens einen Stromkreis mit Hilfe von elektrischen Steuerspannungen zu schließen oder zu öffnen, und werden in den folgenden Anwendungsgebieten verwendet:

- Schalten einer hohen Leistung, die durch eine kleine Leistung gesteuert wird,
- Trennen verschiedener Spannungsebenen, zum Beispiel Niedrigspannung an der Eingangsseite und Netzspannung an der Ausgangsseite,
- Trennen von Gleich- und Wechselstromkreisen,
- gleichzeitiges Schalten mehrerer Kreise mittels eines einzigen Steuersignals,
- Verknüpfen von Information und dadurch Aufbauen von Steuerungsabläufen.

[0003] Insbesondere werden auf dem Gebiet der Kraftfahrzeugelektronik Schalter für verschiedene Schaltaufgaben verwendet. Dabei kommen Schalter für Fahrzeuge mit Elektromotoren wie beispielsweise Batterie-Elektrofahrzeuge (BEV), Hybrid-Elektrofahrzeuge (HEV) oder Plug-in Hybrid-Elektrofahrzeuge (PHEV) zum Einsatz. Beispielsweise kann ein Hochvoltschütz für Hybrid- und Elektrofahrzeuge im mittleren Leistungsbe- reich zum Einsatz kommen. So können derartige Schütze als Hauptschalter für einen 400 V Lithium-Ionen- Akkumulator verwendet werden. Derartige Hochvoltschütze können beispielsweise für einen Dauerstrom von 175 A und eine Kurzschlusskapazität von 5 kA ausgelegt sein. Somit erfüllen derartige Hochvoltschütze die Anforderungen für mittlere Stromlasten.

[0004] Generell, aber nicht zwingend, wird ein Relais als einfach unterbrechender Schalter bezeichnet, wo- hingegen ein doppelt unterbrechender Schalter als Schütz bezeichnet wird. Beispielsweise kann ein doppelt unterbrechendes Schütz zwei Festkontakte, die fest mit dem Schalter verbunden sind, und zwei Brückenkon- takte, die auf einer im Schalter beweglichen Kontaktbrücke angebracht sind, aufweisen.

[0005] Weiterhin sind Relais generell für geringere Schaltleistungen ausgelegt und besitzen meist keine Fun- kenlöschkammer, wohingegen Schütze für größere Schaltleistungen ausgelegt sind und meist zusätzlich eine Funkenlöschkammer besitzen.

[0006] Aufgrund der größeren Schaltleistungen sind für Schütze zumeist massivere Kontakte erforderlich. All- gemein wird, wenn eine elektrische oder elektronische Schaltung bei Kurzschluss an den Ausgängen keinen Schaden hat, dies als Kurzschlussfestigkeit bezeichnet. Die Kurzschlussfestigkeit stellt sicher, dass Schaltun- gen bei Überlast oder bei Kurzschluss nicht durch Überspannungen oder -ströme oder thermische Belastun- gen beschädigt oder zerstört werden.

[0007] Beispielsweise kann durch starkes Zusammenpressen der Brückenkontakte mit den Festkontakten die Kurzschlussfestigkeit erhöht werden. Dadurch kann ein Verschweißen der Kontakte oder eine Zerstörung des doppelt unterbrechenden Schalters bei hohen Kurzschlussströmen vermieden werden.

[0008] Aus der Veröffentlichung „Untersuchungen an der Stromtragfähigkeit und des Schaltvermögens von Kontaktnordnungen in nicht hermetisch gedichteten Schaltkammern bei 400 V“ [21. Albert-Keil-Kontaktsemi- nar, Karlsruhe, 28. - 30. September 2011, VDE-Fachbereich 67, VDE VERLAG GMBH, Berlin, Offenbach] ist bekannt, dass es zwischen zwei separierbaren Kontakten im Kontaktpunkt zu einer abstoßenden Kraft kom- men kann. Insbesondere zeigen **Fig. 11** in Seitenansicht und **Fig. 12** in Draufsicht schematische Darstellun- gen der Strompfade gemäß dieser Druckschrift, die die Kontaktabstoßung verursachen.

[0009] Weiterhin ist aus der WO 2014/093045 A1 eine Lösung für einen doppelt unterbrechenden Schalter bekannt, um hörbare Geräusche und Vibrationen zu vermindern. Die Lösung sieht drei Flächenkontakte auf einer beweglichen Brücke vor, die mit zwei Festkontakten kontaktierbar sind. Insbesondere sind die Arme der Kontaktbrücke, um die Kraft von einem Betätiger zu übertragen, symmetrisch.

[0010] Die EP 2 690 642 B1 bezieht sich auf eine Kontaktvorrichtung, bei der alle drei beweglichen Kontakte sicher mit festen Kontakten in Kontakt gebracht werden können. Die Kontaktvorrichtung umfasst einen festen Anschluss, der einen festen Kontakt aufweist, einen beweglichen Anschluss, der sich zu dem festen Anschluss

hin und von diesem weg bewegt und drei bewegliche Kontakte aufweist, die mit dem feststehenden Kontakt in Kontakt gebracht werden und eine Druckfeder, die den beweglichen Anschluss drückt und die beweglichen Kontakte mit einer vorbestimmten Druckkraft in Kontakt mit den festen Kontakten bringt. Der Angriffspunkt der Druckfeder befindet sich in einem Dreieck, das durch interne Tangenten der drei beweglichen Kontakte gebildet wird.

[0011] Die DE 43 157 54 A1 bezieht sich auf einen Schalter für Kraftfahrzeuge, bei dem durch Bewegen eines Stellgliedes zwei relativ zueinander betätigbare Kontaktteile eines Schaltkontaktes bewegbar sind, wobei zwischen dem Stellglied und dem Schaltkontakt ein Übersetzungsglied vorgesehen ist, das die Bewegung des Stellgliedes in einen um mindestens den Faktor 2 größeren, gleichmäßigen durchlaufenden Betätigungsweg der Kontaktteile relativ zueinander umsetzt.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, die Kurzschlussfestigkeit über die Lebensdauer eines Schalters zu erhöhen, den Materialeinsatz zu reduzieren, und Pfeifgeräusche, die zum Beispiel durch schnelle periodische Laststromänderungen entstehen, zu reduzieren.

[0013] Des Weiteren ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Lösung zu finden, die bei bestehenden Systemen nachgerüstet werden kann und die kostengünstig ist.

[0014] Die Aufgabe wird durch den unabhängigen Anspruch gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Bestandteil der abhängigen Ansprüche.

[0015] Entsprechend einer Ausführungsform umfasst ein doppelt unterbrechender Schalter eine Kontaktbrücke, die mit einem Betätiger an einem Anbindungspunkt kraftübertragend verbunden ist. Weiterhin umfasst der doppelt unterbrechende Schalter eine erste Kontaktanordnung, die über einen ersten Arm kraftübertragend mit dem Anbindungspunkt verbunden ist und im geschlossenen Zustand des Schalters einen ersten Brückenkontakt mit einem gegenüberliegenden ersten Festkontakt an einem ersten Kontaktpunkt elektrisch kontaktiert. Außerdem umfasst der doppelt unterbrechende Schalter eine zweite Kontaktanordnung, die über einen zweiten Arm kraftübertragend mit dem Anbindungspunkt verbunden ist und im geschlossenen Zustand des Schalters einen zweiten Brückenkontakt mit einem gegenüberliegenden zweiten Festkontakt an einem zweiten und einem dritten Kontaktpunkt elektrisch kontaktiert, und wobei der zweite Arm länger als der erste Arm ist.

[0016] Durch einen derartigen Schalter kann in einem ersten geschlossenen Zustand ein Strom I geführt werden. In einem zweiten geöffneten Zustand des Schalters wird der Strom doppelt unterbrochen. Dabei unterscheiden sich der geschlossene und der geöffnete Zustand des Schalters durch eine erste und eine zweite Stellung der Kontaktbrücke relativ zur Position der Festkontakte, die fest mit dem Schalter verbunden sind. Vorteilhafterweise wird die Kontaktbrücke durch den Betätiger zwischen der ersten und zweiten Stellung bewegt. Insbesondere ist im geschlossenen Zustand an den Kontaktpunkten der Leitungsquerschnitt für den Strom I minimal. Weiterhin haben die Fest- und Brückenkontakte, die im geschlossenen Zustand des Schalters in den Kontaktpunkten verbunden sind und sich gegenüberliegen, eine endliche Ausdehnung. Dabei ist der Umfang der Fest- und Brückenkontakte größer als der Umfang der Kontaktpunkte. Somit wird der Strom I , um die Kontaktpunkte zu durchfließen, auf einer Seite des Kontaktpunkts fokussiert und auf der gegenüberliegenden Seite des Kontaktpunkts defokussiert. Insbesondere bei runden Fest- und Brückenkontakten bildet sich ein radialsymmetrisches Feld im Leiter, wobei der Kontaktpunkt den Mittelpunkt des Feldes bildet. Anders ausgedrückt, der Kontaktpunkt wird sternförmig gespeist. Dabei sind die Richtungen der Ströme in den gegenüberliegenden Fest- und Brückenkontakten jeweils entgegengesetzt, da einmal der Strom zum Kontaktpunkt hinfließt und auf der gegenüberliegenden Seite vom Kontaktpunkt wegfließt. Dem Fachmann ist klar, dass auch Fest- und Brückenkontakte mit anderen Umformsformen als ein Kreis, also beispielsweise ein Rechtecke, eine Ellipsen, oder jedes Polygone in erster Näherung in der Nähe des Kontaktpunkts ein radialsymmetrisches Feld bilden, wobei der Kontaktpunkt den Mittelpunkt dieses Feldes bildet.

[0017] Derartige gegenüberliegende stromführende Leiter mit einem radialsymmetrischen Feld des Stroms, wobei der Strom I bei den gegenüberliegenden Leitern in entgegengesetzter Richtung fließt, stoßen sich aufgrund der Lorentz-Kraft ab. Folglich kommt es bei einem derartigen doppelt unterbrechenden Schalter im geschlossenen Zustand zu einer abstoßenden Kraft F zwischen jedem der Fest- und Brückenkontakte. Allgemein ist dabei die Kraft R im Kontaktpunkt proportional zur Stärke des Stroms I im Quadrat, also $F \sim I^2$.

[0018] Wird nun der Strom I durch die erste Kontaktanordnung und durch die zweite Kontaktanordnung geführt, kann die Kraft F_1 , die auf den ersten Arm wirkt, und die Kraft $F_{2,3}$, die auf den zweiten Arm wirkt, berechnet werden. Im Detail wirkt zwischen dem ersten Brückenkontakt und dem ersten Festkontakt eine erste absto-

ßende Kraft $F_1 = k \cdot I^2$, wobei k eine Konstante ist. Bei der zweiten Kontaktanordnung kann der Strom I auf den zweiten und dritten Kontaktpunkt aufgeteilt werden. Insbesondere kann es zweckmäßig sein, wenn der Strom I gleichmäßig auf den zweiten und dritten Kontaktpunkt aufgeteilt wird, also jeweils ein Strom $J = I/2$ durch jeden der zweiten und dritten Kontaktpunkte fließt. Folglich ergibt sich dann für den zweiten Kontaktpunkt eine Kraft $F_2 = m \cdot J^2 = m \cdot I^2/4$ und für den dritten Kontaktpunkt eine Kraft $F_3 = n \cdot J^2 = n \cdot I^2/4$, wobei m und n Konstanten sind. Zwischen dem zweiten Brückenkontakt und dem zweiten Festkontakt wirkt also eine abstoßende Kraft $F_{2,3} = (F_2 + F_3)$. Ohne Berücksichtigung der Konstanten, also beispielsweise im Fall $k = m = n$, ergibt sich, dass die Kraft auf den zweiten Arm dadurch vermindert wird, dass der Strom gleichmäßig durch zwei Kontaktpunkte geführt wird. Insbesondere im Fall $J = I/2$ wird die Kraft $F_{2,3}$ halbiert.

[0019] Dem Fachmann ist klar, dass die Kräfte auch durch die Werte der Konstanten k , m und n dimensioniert werden. Die Konstanten k , m und n berücksichtigen dabei zumindest auch Eigenschaften der Fest- und Brückenkontakten. Insbesondere berücksichtigen die Konstanten die Form der Fest- und Brückenkontakte. Die Form beinhaltet dabei Größen wie den Umfang der Fest- und Brückenkontakte und Eigenschaften der Oberflächen der gegenüberliegenden Fest- und Brückenkontakte. Beispielsweise wächst die abstoßende Kraft mit dem Umfang der Fest- und Brückenkontakte. Eine Eigenschaft der Oberfläche kann der Krümmungsradius sein, durch den der Kontaktpunkt auf dem Fest- oder Brückenkontakt gebildet wird. Beispielsweise kann der Kontaktpunkt durch einen Kegel des Fest- oder Brückenkontakts gebildet werden.

[0020] Die abstoßenden Kräfte F_1 und $F_{2,3}$ müssen ausgeglichen werden, um den Schalter im geschlossenen Zustand zu halten. Dazu ist der Betätiger mit der Kontaktbrücke am Anbindungspunkt kraftübertragend verbunden. Insbesondere kann die zumindest nötige Kraft F_B am Betätiger durch das Hebelgesetz berechnet werden. Folglich ergibt sich, dass vorzugsweise die Produkte aus Länge des Arms und Kraft jeweils gleich sind. Also die Länge des ersten Arms a multipliziert mit der Kraft F_1 ist vorzugsweise gleich der Länge des zweiten Arms b multipliziert mit der Kraft $F_{2,3}$. Durch geeignete Wahl der Konstanten und Armlängen a und b kann die Kraft, die der Betätiger auf die Kontaktbrücke übertragen muss, reduziert werden. Insbesondere kann die Kraft reduziert werden, wenn der zweite Arm länger ist als der erste Arm.

[0021] Folglich muss der Betätiger weniger Kraft bereitstellen, um die abstoßende Kraft zwischen den Fest- und Brückenkontakten auszugleichen. Gleichzeitig kann die Kurzschlussfestigkeit reduziert werden, wenn die gleiche Kraft aufgewendet wird.

[0022] Zweckmäßig ist es, wenn der erste Brückenkontakt und der zweite Brückenkontakt elektrisch verbunden sind, wobei vorteilhafterweise der erste Brückenkontakt und der zweite Brückenkontakt an gegenüberliegenden Enden der Kontaktbrücke angeordnet sind.

[0023] Vorzugsweise spannen die drei Kontaktpunkte eine Ebene auf. Somit kann die Kontaktbrücke in Bezug auf die Festkontakte stabil positioniert werden. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn die Normale der Ebene in Richtung der Kraft, die vom Betätiger übertragen wird, weist. Somit kann der Kraftübertrag durch den Betätiger optimiert werden. Außerdem kann es zweckmäßig sein, wenn die drei Kontaktpunkte ein gleichschenkliges Dreieck bilden, da somit die Kraft optimal übertragen wird und der Brückenkontakt besonders stabil im Bezug auf die Festkontakte positioniert werden kann.

[0024] Weiterhin kann es zweckmäßig sein, wenn zumindest einer der Fest- und Brückenkontakte eine Kontakterhebung, die mit einem Volumenelement verbunden ist, umfasst, wobei der Umfang der Kontakterhebung kleiner als der Umfang des Volumenelements ist.

[0025] Dem Fachmann ist klar, dass hierbei die Kontakterhebung auch als Kontaktberührungsfläche des Volumenelements verstanden werden kann. Alternativ kann die Kontakterhebung eine Kontaktspitze mit einem Kontaktberührungspunkt sein. Insbesondere ist ein derartiges Volumenelement vorteilhaft, da es Material zum Erodieren durch Kontaktbrand bereitstellt. Ist nun der Umfang des Volumenelements größer als der Umfang der Kontakterhebung, wird über die Lebensdauer des Schalters das Volumenelement vorrangig in der Fläche abgetragen und gleichzeitig wird die Höhe des Volumenelements geschont. Ein Abtrag in der Höhe über die Lebenszeit des Schalters kann dabei durch eine größere Kraft F_B des Betätigers kompensiert werden. Insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn die Kontakterhebung einen Durchmesser von einigen wenigen Millimetern aufweist, beispielsweise 2 mm, und das Volumenelement einen zwei- bis dreimal so großen Durchmesser aufweist.

[0026] Insbesondere vorteilhaft ist es, wenn das Volumenelement mit der Kontakterhebung, die auch ein Kontaktspitze sein kann, einen Kontaktquerschnitt aufweist, der über die Höhe h des Volumenelements konstant ist.

Beispielsweise bildet eine kreisförmiger Kontaktquerschnitt mit Radius r eine Zylinderförmige Volumenelement mit der Kontakterhebung, die auch ein Kontaktspitze sein kann, mit Umfang $2\pi r$ und Volumen $2\pi r^2 h$. Dem Fachmann ist klar, dass alternativ der Kontaktquerschnitt auch einen elliptischen, dreieckigen, viereckigen, oder beliebigen, als beispielsweise durch ein Polygon beschreibbaren, Umfang haben kann. Insbesondere ist ein derartiger konstanter Kontaktquerschnitt vorteilhaft, da spitzte Kontakte, also beispielsweise kegelförmige Volumenelemente mit der Kontaktspitze, die auch ein Kontaktberührungspunkt sein kann, anfangs schneller verschleifen. Insbesondere ist dem Fachmann klar, dass die abstoßende Kraft proportional zum Logarithmus aus dem Verhältnis von Kontaktstückdurchmesser und den tatsächlichen metallisch leitenden Kontaktberührungspunkten ist. Das heißt, wenn der Kontaktdurchmesser um den Faktor 2 verkleinert wird reduziert sich die abstoßende Kraft um 10 %. Insbesondere können verschiedene Größen bei der Wahl der Größenbeziehung zwischen Umfang der Kontakterhebung, die auch ein Kontaktberührungspunkt sein kann, und Umfang des Volumenelements berücksichtigt werden. Beispielsweise kann es günstig für die abstoßende Kraft sein, wenn der Kontaktdurchmesser gegen Null geht, also wie eine Bleistiftmine, Kegel oder ein Stumpfkegel aussieht. Gleichzeitig führt dies zu einer stärkeren zu einem stärkeren Verschleiß und deshalb ist wiederum mehr Material für den Ankerhub erforderlich. Weiterhin kann es zweckmäßig sein, wenn zumindest einer der Fest- und Brückenkontakte Silber oder eine Silberlegierung umfasst. Vorteilhafterweise sind alle Fest- und Brückenkontakte aus Silber gefertigt.

[0027] Außerdem kann es zweckmäßig sein, wenn zumindest einer der zweiten Fest- und Brückenkontakte in getrennte Einzelkontakte unterteilt ist. Vorteilhafterweise sind diese getrennten Einzelkontakte gleich dimensioniert. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn zumindest einer der ersten Fest- und Brückenkontakte gleich den Einzelkontakten dimensioniert ist. Derartige zumindest teilweise gleiche Fest- und Brückenkontakte können kostengünstiger gefertigt werden. Außerdem kann die Produktion optimiert werden, da eine Montage von gleichen Bauteilen fehlerresistenter ist. Als besonders zweckmäßig hat es sich für erwiesen, wenn alle Einzelkontakte und Doppelkontakte gleich, und insbesondere gleich dimensioniert, sind.

[0028] Alternativ kann es vorteilhaft sein, wenn zumindest einer der zweiten Fest- und Brückenkontakte einen profilierten Doppelkontakt mit zwei Kontakterhebungen, die mit einem Volumenelement verbunden sind, aufweist. Eine derartige Lösung ist insbesondere vorteilhaft, da sie leicht bei bestehenden Systemen nachgerüstet werden kann.

[0029] Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn der doppelt unterbrechende Schalter einen elektromagnetischen Antrieb für den Betätiger umfasst. Die Erfindung ist allerdings nicht auf einen derartigen Antrieb limitiert, da der Betätiger beispielsweise auch pneumatisch angetrieben werden kann.

[0030] Zweckmäßig kann es sein, wenn der doppelt unterbrechende Schalter weiterhin einen Blasmagneten umfasst, um Kontaktbrand, der durch Schaltlichtbögen entsteht, zu reduzieren. Weiterhin ist dem Fachmann klar, dass ein derartiges Blasmagnetfeld eine Kraft F_M auf die stromdurchflossene Kontaktbrücke ausüben kann. Insbesondere kann es vorteilhaft sein, diese Kraft F_M bei der Berechnung des optimalen Anbindungspunkts zu berücksichtigen. Insbesondere führt auch ein derartiges Blasmagnetfeld zu einer unterschiedlichen Länge des ersten und zweiten Arms Zweckmäßig kann es sein, wenn der Strom gleichmäßig auf den zweiten und dritten Kontaktpunkt aufgeteilt wird, also $J = 1/2$, die Konstanten gleich gewählt werden, also $k = m = n$, und kein weiteren Kräfte wirken, also $F_M = 0$ oder F_M greift an die Kontaktbrücke am Anknüpfungspunkt an, so dass der zweite Arm doppelt so lang ist wie der erste Arm. Entsprechen einer alternativen Ausführungsform wird der Strom ungleich aufgeteilt. Dann wird die Kraft F_B , die der Betätiger aufbringen muss, dadurch reduziert, dass die Länge des zweiten Arms kleiner der doppelten Länge des ersten Arms ist.

[0031] Zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung wird diese anhand der in den nachfolgenden Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei werden gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen und gleichen Bauteilbezeichnungen versehen.

[0032] Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht der Festkontakte und der Kontaktbrücke,

Fig. 2 eine weitere perspektivische Ansicht der Festkontakte und der Kontaktbrücke,

Fig. 3 eine Seitenansicht der Festkontakte und der Kontaktbrücke,

Fig. 4 eine Seitenansicht des doppelt unterbrechenden Schalters,

Fig. 5 eine schematische Ansicht der durch die Kontaktbrücke kontaktierten Festkontakte,

Fig. 6 eine schematische Ansicht der Bewegung der Elektronen in der Anordnung von **Fig. 5**,
Fig. 7 eine schematische Ansicht der wirkenden Kräfte in der Anordnung von **Fig. 5**,
Fig. 8 eine schematische Ansicht der resultierenden Kräfte in der Anordnung von **Fig. 5**,
Fig. 9 eine schematische Draufsicht auf eine Anordnung der drei Kontaktpunkte,
Fig. 10 eine schematische Draufsicht auf eine weitere Anordnung der drei Kontaktpunkte,
Fig. 11 eine schematische Seitenansicht der die Kontaktabstoßung verursachenden Strompfade, und
Fig. 12 eine schematische Draufsicht der die Kontaktabstoßung verursachenden Strompfade.

[0033] Die vorliegende Erfindung wird nun mit Hilfe der Figuren und zunächst mit **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben. Wie am besten in **Fig. 1** zu sehen, besteht der doppelt unterbrechende Schalter **100** aus einer Kontaktbrücke **200**, einem ersten Festkontakt **300** und einem zweiten Festkontakt **400**.

[0034] Wie in **Fig. 3** zu sehen, ist ein Betätiger **202** am Anbindungspunkt **204** kraftübertragend mit der Kontaktbrücke **200** verbunden. Des Weiteren umfasst die Kontaktbrücke **200** einen ersten Arm **210** und einen zweiten Arm **220**, die kraftübertragend mit dem Anbindungspunkt **204** verbunden sind. Am ersten Arm **210** ist an einem ersten Brückenende **206** ein erster Brückenkontakt **230** ausgebildet und am zweiten Arm **220** ist an einem zweiten Brückenende **208**, das dem ersten Brückenende **206** gegenüberliegt, ein zweiter Brückenkontakt **240** ausgebildet. Weiterhin ist die Kontaktbrücke **200** federnd durch ein Federelement **205** am Anbindungspunkt **204** mit dem Betätiger **202** verbunden.

[0035] Entsprechend der dargestellten Ausführungsform liegt im geöffneten Zustand des Schalters **100** dem ersten Brückenkontakt **230** der erste Festkontakt **400** gegenüber und dem zweiten Brückenkontakt **240** liegt der zweite Festkontakt **500** gegenüber. Dem Fachmann ist klar, dass diese Anordnung die Erfindung nicht limitiert. Alternativ könnten die Brückenkontakte **230** und **240** im geöffneten Zustand des Schalters **100** auch seitlich versetzt zu den Festkontakten **300** und **400** angeordnet sein.

[0036] Weiterhin, wie am besten aus **Fig. 1** ersichtlich, ist der erste Festkontakt **300** als Einfachkontakt mit einem ersten Volumenelement **304** ausgebildet. Der zweite Festkontakt **400** ist als Doppelkontakt ausgebildet und umfasst ein zweites Volumenelement **404** und ein drittes Volumenelement **406**.

[0037] Analog, wie am besten aus **Fig. 2** ersichtlich, ist der erste Brückenkontakt **230** als Einfachkontakt mit einem vierten Volumenelement **234** ausgebildet. Der zweite Brückenkontakt **240** ist als Doppelkontakt ausgebildet und umfasst ein fünftes Volumenelement **244** und ein sechstes Volumenelement **246**.

[0038] Dem Fachmann ist klar, dass die vorliegende Erfindung nicht dadurch limitiert ist, dass der zweite Festkontakt **400** und/oder der zweite Brückenkontakte **240** als Doppelkontakt ausgebildet sind. Beispielsweise kann ein Doppelkontakt im geschlossenen Zustand des Schalters **100** am zweiten Arm **220** auch dadurch realisiert werden, dass nur am zweiten Festkontakt **400** ein Doppelkontakt ausgebildet ist oder nur am zweiten Brückenkontakte **240** ein Doppelkontakt ausgebildet ist. Alternativ ist es auch möglich, beide, also den zweiten Festkontakt **400** und den zweiten Brückenkontakte **240** als Einfachkontakt auszugestalten und im geschlossenen Zustand des Schalters **100** eine isolierende Vorrichtung, beispielsweise einen isolierenden Faden, zwischen den kontaktierten zweiten Festkontakt **400** und zweiten Brückenkontakt **240** einzubringen.

[0039] Des weiteren, und wie insbesondere in **Fig. 5** zu sehen, kann entsprechend einer Ausführungsform jedes der sechs Volumenelemente jeweils mit einer Kontakterhebung verbunden sein. Jede Kontakterhebung kann auch eine Kontaktspitze des Volumenelements sein. Insbesondere ist das erste Volumenelement **304** mit der ersten Kontakterhebung **302** verbunden, das zweite Volumenelement **404** ist mit der zweiten Kontakterhebung **402** verbunden und das dritte Volumenelement **406** ist mit der dritten Kontakterhebung **405** verbunden. Des weiteren ist das vierte Volumenelement **234** mit der vierten Kontakterhebung **232** verbunden, das fünfte Volumenelement **244** ist mit der fünften Kontakterhebung **242** verbunden und das sechste Volumenelement **246** ist mit der sechsten Kontakterhebung **245** verbunden.

[0040] Entsprechend einer Ausführungsform, die in **Fig. 5** gezeigt ist, sind die Kontakterhebungen in erster Näherung als abgerundete Stumpfkegel ausgebildet. Insbesondere ist der Umfang der Kontakterhebungen kleiner als der Umfang der Volumenelemente, die mit den Kontakterhebungen verbunden sind. Zweckmäßig ist eine derartige Anordnung insbesondere, da dadurch das Volumenelement Material bereitstellt, das durch Kontaktbrand während der Lebensdauer des Schalters erodieren kann. Insbesondere durch den größeren

Umfang des Volumenelements im Vergleich zum Umfang der Kontakterhebung ist die Erosion des Materials des Volumenelements in der Fläche größer als in der Höhe. Somit wird über die Lebensdauer des Schalters **100** der Abstand der Kontakte im geschlossenen Zustand des Schalters weniger verringert, als wenn der Umfang des Volumenelements gleich oder kleiner als der Umfang der Kontakterhebung wäre und somit über die Lebensdauer stärker in der Höhe erodieren würde.

[0041] Beispielsweise kommt es bei einem Durchmesser der Kontakterhebung von etwa 2 mm und einem Durchmesser des Volumenelements von etwa 5 mm über die Lebensdauer des Schalters zu Abnahme der Höhe des Volumenelements von 0,2 mm. Des Weiteren ist ein größerer Durchmesser des Volumenelements im Vergleich zu Kontakterhebung vorteilhaft, da derartige Kontakte auch laterale Toleranzen bereitstellen. Allerdings wird durch einen größeren Umfang des Volumenelements die abstoßende Kraft zwischen den gegenüberliegenden Festkontakten **300** und **400** und den Brückenkontakten **230** und **240** vergrößert.

[0042] Dem Fachmann ist klar, dass die Kontakterhebungen nicht zwangsläufig durch einen abgerundeten Stumpfkegel gebildet werden müssen, um im Umfang kleiner als das Volumenelement zu sein. Beispielsweise kann die Kontakterhebung durch eine Erhebung am Volumenelement ausgebildet werden. Insbesondere vorteilhaft kann es sein, wenn Volumenelement und die Kontakterhebung einteilig gefertigt werden.

[0043] Entsprechend einer Ausführungsform, wie sie beispielsweise in den **Fig. 1** bis **Fig. 4** gezeigt ist, sind die sechs Volumenelemente **234**, **244**, **246**, **304**, **404** und **406** der Brückenkontakte **230** und **240** und der Festkontakte **300** und **400** quaderförmig ausgebildet. Die Kontakterhebungen, die nicht in den **Fig. 1** bis **Fig. 4** gezeigt sind, sind vorzugsweise mittig an gegenüberliegenden Grundflächen der Volumenelemente der Fest- und Brückenkontakte ausgebildet. Diese Grundflächen sind quadratisch und haben Seitenlängen die größer als die Höhe der Volumenelemente ist.

[0044] In einer nicht gezeigten alternativen Ausführungsform sind die Volumenelemente als Zylinder ausgebildet. Die Kontakterhebungen sind vorzugsweise mittig auf gegenüberliegenden Kreisflächen der Zylinder angeordnet. Vorzugsweise ist die Höhe des Zylinders geringer als der Durchmesser des Zylinders.

[0045] Allgemein kann als Kontakt, also sowohl als Festkontakt also auch als Brückenkontakt, ein Volumenelement verwendet werden, das durch eine Grundfläche und eine Höhe beschrieben wird. Die Grundfläche, und insbesondere deren Umfang, kann beispielsweise durch ein Polygon beschrieben werden. Die Grundfläche kontaktiert im Kontaktpunkt, der vorzugsweise mittig an der Grundfläche angeordnet ist und vorzugsweise durch die Kontakterhebung gebildet wird, mit dem gegenüberliegenden Kontakt. Dabei ist der mittlere Durchmesser der Grundfläche vorzugsweise größer als die Höhe des Volumenelements.

[0046] Erfindungsgemäß, wie in **Fig. 9** und **Fig. 10** zu sehen, umfasst der Schalter **100** im geschlossenen Zustand eine erste Kontaktanordnung **500** und eine zweite Kontaktanordnung **600**.

[0047] Die erste Kontaktanordnung **500** umfasst einen ersten Kontaktpunkt **501**, der im geschlossenen Zustand des Schalters **100** durch den ersten Brückenkontakt **230** mit dem gegenüberliegenden ersten Festkontakt **300** gebildet wird. Entsprechend einer Ausführungsform wird der erste Kontaktpunkt **501** durch die erste Kontakterhebung **302** und die vierte Kontakterhebung **232** gebildet.

[0048] Die zweite Kontaktanordnung **600** umfasst einen zweiten Kontaktpunkt **602** und einen dritten Kontaktpunkt **603**, die im geschlossenen Zustand des Schalters **100** durch den zweiten Brückenkontakt **240** mit dem gegenüberliegenden zweiten Festkontakt **400** gebildet werden. Entsprechend einer Ausführungsform wird der zweite Kontaktpunkt **602** durch die zweite Kontakterhebung **402** und die fünfte Kontakterhebung **242** gebildet und der dritte Kontaktpunkt **603** wird durch die dritte Kontakterhebung **405** und die sechste Kontakterhebung **245** gebildet.

[0049] Wie in **Fig. 6** zu sehen, fließen durch die erste Kontaktanordnung **500** und die zweite Kontaktanordnung **600** negativ geladene Elektronen. Alternativ könnte diese Effekte auch über positive Lochleitung dargestellt werden. Insbesondere werden die Elektronen beim Erreichen der Kontaktpunkte **501**, **602** und **603** konzentriert und beim Verlassen der Kontaktpunkte **501**, **602** und **603** divergieren die Elektronen. Die sich gegenüberliegenden bewegten Ladungen bilden entgegengesetzte Magnetfelder, die zu einer abstoßenden Lorentzkraft in jedem der Kontaktpunkt **501**, **602** und **603** führen.

[0050] Die auf die Kontaktbrücke **200** wirkenden Kräfte sind in **Fig. 7** dargestellt. Insbesondere wirkt die Kraft F_1 im ersten Kontaktpunkt **501** auf den ersten Brückenkontakt **230**, die Kraft F_2 wirkt im zweiten Kontaktpunkt

602 auf den zweiten Brückenkontakt **240** und die Kraft F_3 wirkt im dritten Kontaktpunkt **603** ebenfalls auf den zweiten Brückenkontakt **240**. Des Weiteren wirkt am Anbindungspunkt **204** die Kraft F_B , die durch den Betätiger **202** übertragen wird, in entgegengesetzter Richtung auf die Kontaktbrücke **200**. Dem Fachmann ist klar, dass Kräfte nach dem Prinzip Actio und Reactio immer auch Gegenkräfte mit entgegengesetzter Richtung hervorrufen. Diese sind aus Übersichtsgründen nicht in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellt.

[0051] **Fig. 8** stellt die resultierenden Kräfte, die auf eine gedachte Hilfsebene **209** wirken, dar. Die Hilfsebene **209** liegt innerhalb der Kontaktbrücke **200**. Alternativ kann es zweckmäßig sein, die Hilfsebene durch die drei Kontaktpunkte **501**, **602** und **603** zu bilden. Die Hilfsebene **209** dient zur Ermittlung der resultierenden Kräfte, die auf den ersten Arm **210** und den zweiten Arm **220** wirken. Beispielsweise kann zur Berechnung das Hebelgesetz herangezogen werden. Insbesondere ergibt sich dann, dass die auf die Hilfsebene **209** wirkende erste Kraft F_1 und die auf die Hilfsebene **209** wirkende Kraft des Betätigers F_B durch den Hebelarm a verbunden sind. Des Weiteren können die Kräfte F_2 und F_3 als eine Kraft F_{23} ausgedrückt werden. Die auf die Hilfsebene **209** wirkende Kraft F_{23} und die auf die Hilfsebene **209** wirkende Kraft des Betätigers F_B werden durch den Hebelarm b verbunden. Insbesondere im Fall, in dem Kräfte durch den Blasmagneten F_M vernachlässigt werden können, ergibt sich dann, dass $F_B \geq a \cdot F_1 + b \cdot F_{23}$ sein muss, um den Schalter **100** in einem geschlossenen Zustand zu halten.

[0052] Der gleiche Strom I fließt im geschlossenen Zustand durch die erste Kontaktanordnung **500** und die zweite Kontaktanordnung **600**. Da die zweite Kontaktanordnung **600** zwei Kontaktpunkte **602** und **603** aufweist und die Kraft proportional zum Quadrat der Stromstärke folgt $F_{23} < F_1$ und als Extremwert $F_{23} = 0.5 \cdot F_1$ wenn der Strom I gleichmäßig aufgeteilt wird und Kontakteigenschaften vernachlässigt werden. Folglich ergibt sich für einen Hebelarm b der länger als der Hebelarm a ist, dass die Kraft F_B , die der Betätiger aufbringen muss, reduziert wird. Somit ergibt sich aus dem Zusammenwirken der ersten Kontaktanordnung **500** mit dem ersten Arm **210** und der zweiten Kontaktanordnung **600** mit dem zweiten Arm **220** der Effekt, dass die Kraft F_B , die durch den Betätiger aufgebracht werden muss, minimiert wird.

[0053] Weitere Effekte, wie zum Beispiel das Vorhandensein einer Kraft F_M , die durch einen Blasmagneten erzeugt wird, können analog berücksichtigt werden. Insbesondere kann auch hierzu das Hebelgesetz verwendet werden. Beispielsweise kann die Kraft F_1 über den Hebelarm c mit der Kraft F_M verbunden sein. Dadurch kann es insbesondere zu unterschiedlichen Längen der Arme **210** und **220** kommen. Vorzugsweise ist $a < b < 2 \cdot a$.

[0054] Entsprechend den **Fig. 1** bis **Fig. 4** und **Fig. 9** bilden die drei Kontaktpunkte **501**, **602** und **603** ein gleichschenkliges Dreieck. Eine alternative Kontaktanordnung, bei der die Kontakte ein unregelmäßiges stumpfwinkliges Dreieck bilden, ist in **Fig. 10** gezeigt. In einer weiteren nicht gezeigten Ausführung bilden die drei Kontakte ein unregelmäßiges spitzwinkliges Dreieck.

[0055] Allgemein bildet der doppelt unterbrechende Schalter immer einen Dreifachkontakt. Mehr als drei Kontaktpunkte sind nicht möglich, da das System sonst überbestimmt wäre und zumindest ein Punkt nicht kontaktieren würde. Weiterhin liegen die drei Kontaktpunkte nicht auf einer Geraden, sondern spannen eine Ebene auf.

[0056] Weiterhin kann jeder der Festkontakte **300**, **400** und Brückenkontakte **230**, **240** einen Silberanteil aufweisen.

[0057] Entsprechend einer weiteren Ausführungsform, die in **Fig. 4** gezeigt ist, umfasst der Schalter **100** einen Betätiger **202**, der elektromagnetisch angetrieben wird. Insbesondere weist der Antrieb dazu einen Kern **250**, eine Spule **252** und einen Hubanker **254** auf.

[0058] Entsprechend einer weiteren Ausführungsform, die nicht in den Figuren gezeigt ist, umfasst der doppelt unterbrechende Schalter **100** einen Blasmagneten und eine Funkenlöschkammer, um Verschleiß durch Schaltlichtbögen beim Öffnen des Schalters zu minimieren.

Bezugszeichenliste

Bezugsziffer	Beschreibung
100	doppelt unterbrechende Schalter
102	elektromagnetischer Antrieb
200	Kontaktbrücke
202	Betätiger
204	Anbindungspunkt
205	Federelement
206	erstes Brückenende
208	zweites Brückenende
209	Hilfsebene
210	erster Arm
220	zweiter Arm
230	erster Brückenkontakt
232	vierte Kontakterhebung
234	viertes Volumenelement
240	zweiter Brückenkontakt
242	fünfte Kontakterhebung
244	fünftes Volumenelement
245	sechste Kontakterhebung
246	sechstes Volumenelement
250	Kern
252	Spule
254	Hubanker
300	erster Festkontakt
302	erste Kontakterhebung
304	erstes Volumenelement
400	zweiter Festkontakt
402	zweite Kontakterhebung
404	zweites Volumenelement
405	dritte Kontakterhebung
406	drittes Volumenelement
500	erste Kontaktanordnung
501	erster Kontaktpunkt
600	zweite Kontaktanordnung
602	zweiter Kontaktpunkt
603	dritter Kontaktpunkt

Patentansprüche

1. Doppelt unterbrechender Schalter (100), umfassend:
eine Kontaktbrücke (200), die mit einem Betätiger (202) an einem Anbindungspunkt (204) kraftübertragend verbunden ist,

eine erste Kontaktanordnung (500), die über einen ersten Arm (210) kraftübertragend mit dem Anbindungspunkt (204) verbunden ist und im geschlossenen Zustand des Schalters (100) einen ersten Brückenkontakt (230) mit einem gegenüberliegenden ersten Festkontakt (300) an einem ersten Kontaktpunkt (501) elektrisch kontaktiert,

eine zweite Kontaktanordnung (600), die über einen zweiten Arm (220) kraftübertragend mit dem Anbindungspunkt (204) verbunden ist und im geschlossenen Zustand des Schalters (100) einen zweiten Brückenkontakt (240) mit einem gegenüberliegenden zweiten Festkontakt (400) an einem zweiten Kontaktpunkt (602) und einem dritten Kontaktpunkt (603) elektrisch kontaktiert, und wobei der zweite Arm (220) länger als der erste Arm (210) ist.

2. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach Anspruch 1, wobei der erste Brückenkontakt (230) und der zweite Brückenkontakt (240) elektrisch verbunden sind.

3. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der erste Brückenkontakt (230) und der zweite Brückenkontakt (240) an gegenüberliegenden Enden (206, 208) der Kontaktbrücke (200) angeordnet sind.

4. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die drei Kontaktpunkte (501, 602, 603) eine Ebene aufspannen.

5. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach Anspruch 4, wobei die Normale der Ebene in Richtung der Kraft weist, die vom Betätiger (202) übertragen wird.

6. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die drei Kontaktpunkte (501, 602, 603) ein gleichschenkliges Dreieck bilden.

7. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei zumindest einer der Fest- und Brückenkontakte (300, 400, 230, 240) eine Kontakterhebung (232, 242, 402) die mit einem Volumenelement (234, 244, 404) verbunden ist, umfasst, wobei der Umfang der Kontakterhebung kleiner als der Umfang des Volumenelements ist.

8. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei zumindest einer der Fest- und Brückenkontakte (300, 400, 230, 240) Silber oder eine Silberlegierung umfasst.

9. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zumindest einer der zweiten Fest- und Brückenkontakte (400, 240) in getrennte Einzelkontakte unterteilt ist.

10. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach Anspruch 9, wobei die getrennten Einzelkontakte gleich dimensioniert sind.

11. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach Anspruch 10, wobei zumindest einer der ersten Fest- und Brückenkontakte (300, 230) gleich den Einzelkontakten dimensioniert ist.

12. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zumindest einer der zweiten Fest- und Brückenkontakte (400, 240) einen profilierten Doppelkontakt mit zwei Kontakterhebungen (402, 405), die mit einem Volumenelement (404, 406) verbunden sind, aufweist.

13. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, weiterhin umfassend einen elektromagnetischen Antrieb (102) für den Betätiger (200).

14. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, weiterhin umfassend einen Blasmagneten.

15. Doppelt unterbrechender Schalter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Länge des zweiten Arms (220) kleiner oder gleich der doppelten Länge des ersten Arms (210) ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

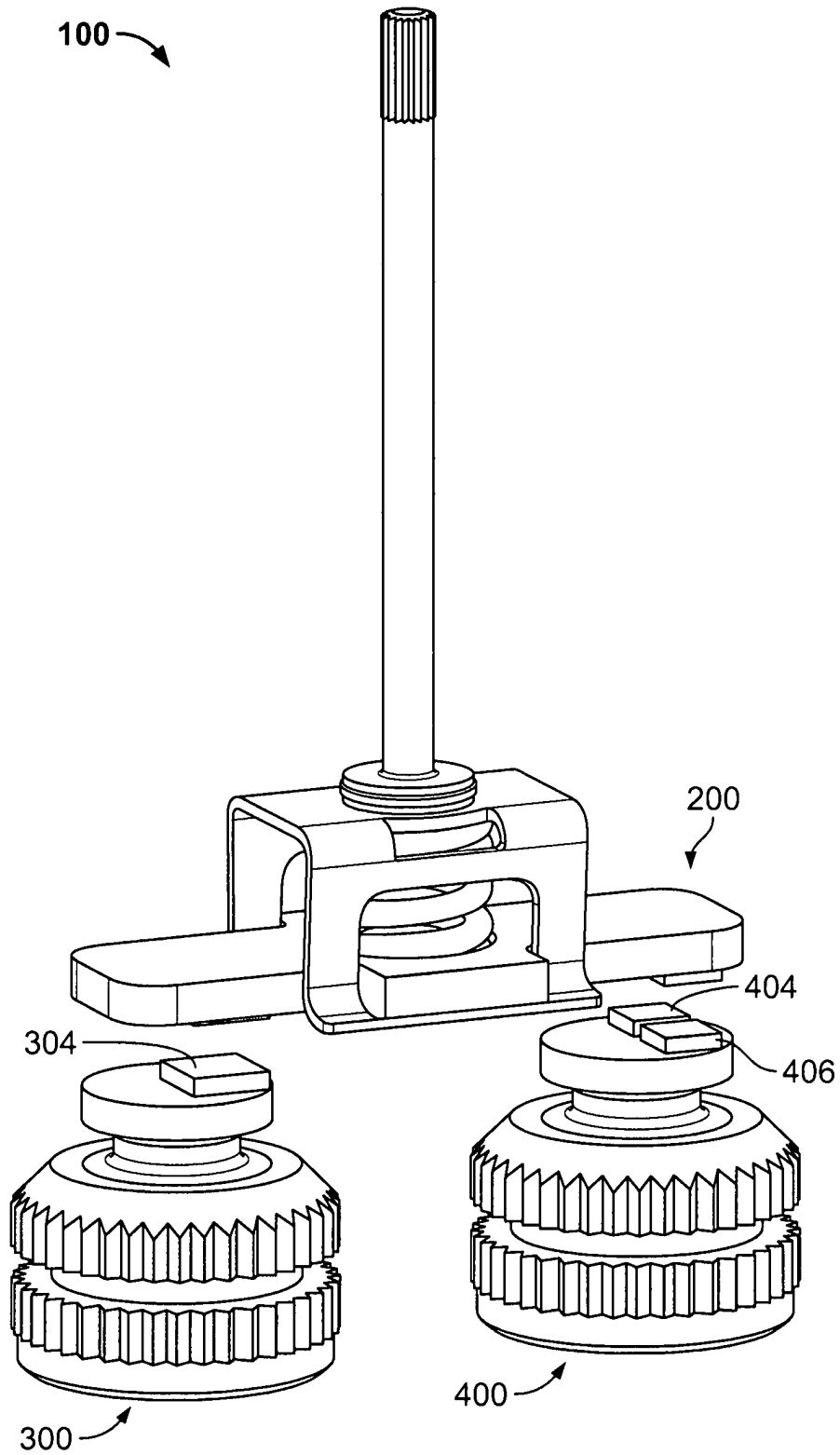


Fig. 1

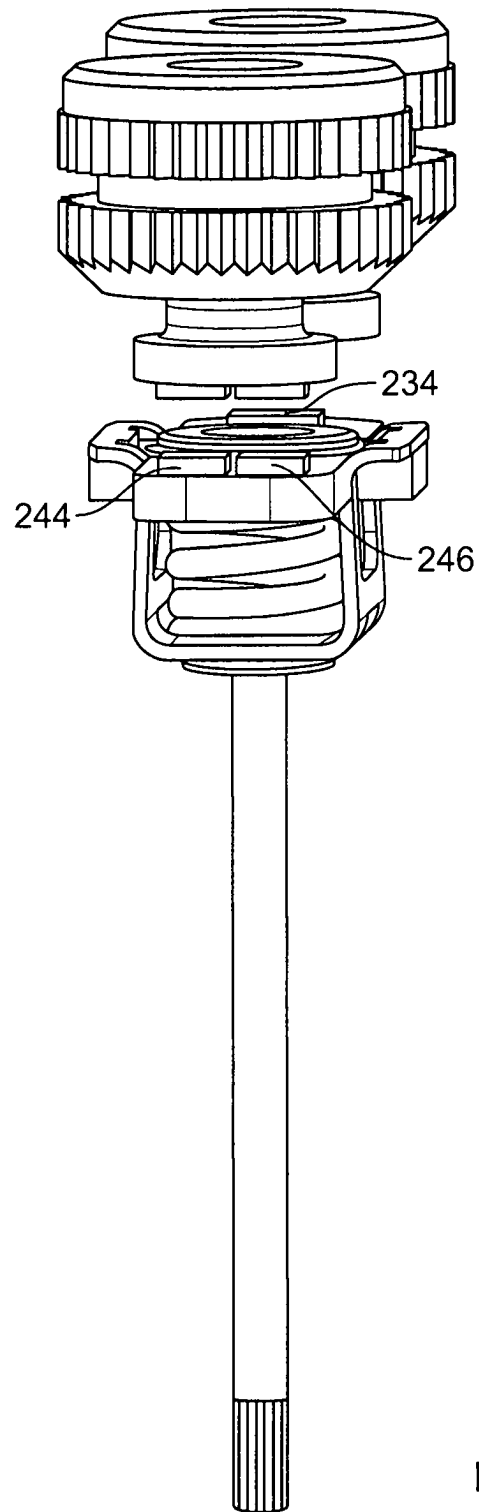


Fig. 2

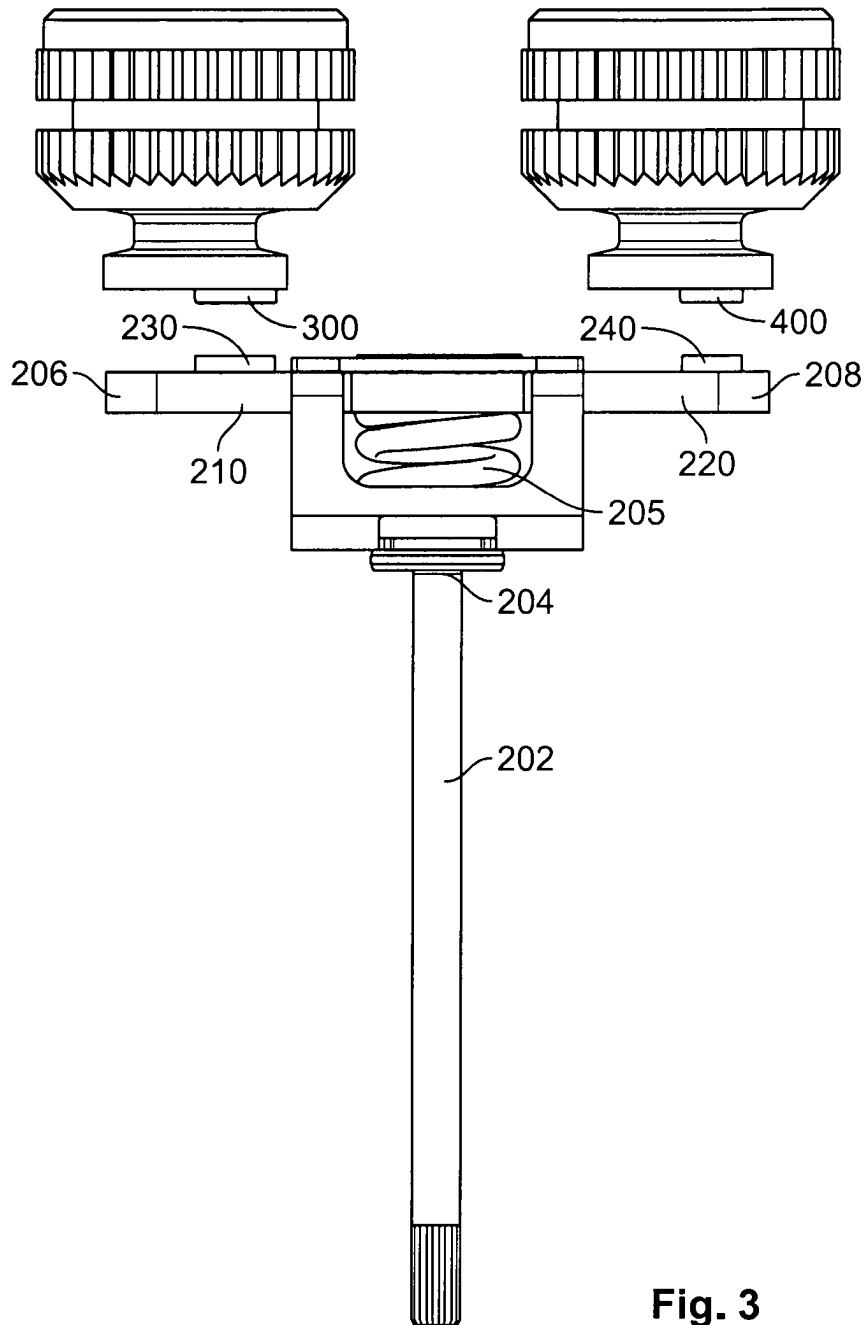


Fig. 3

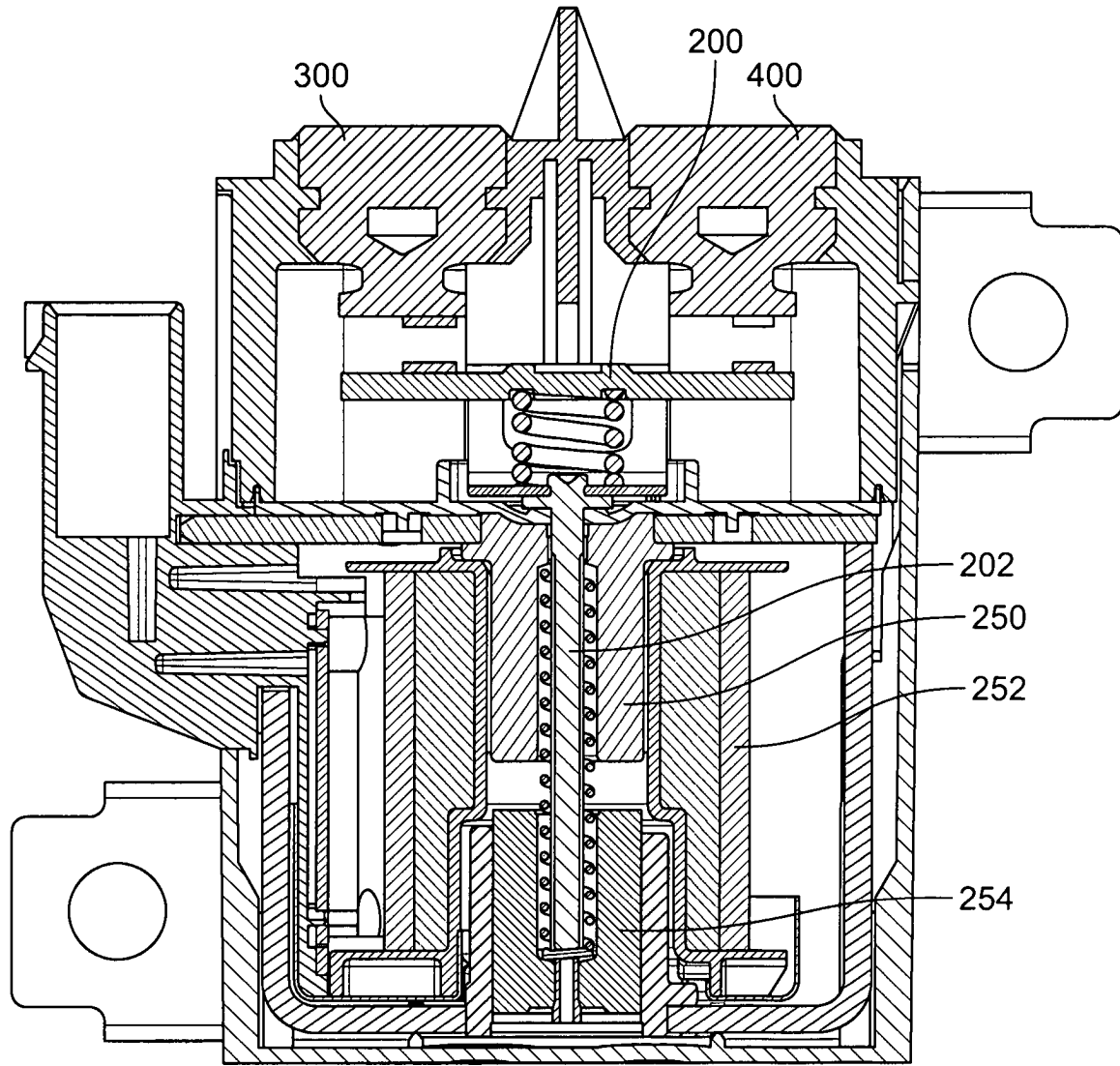


Fig. 4

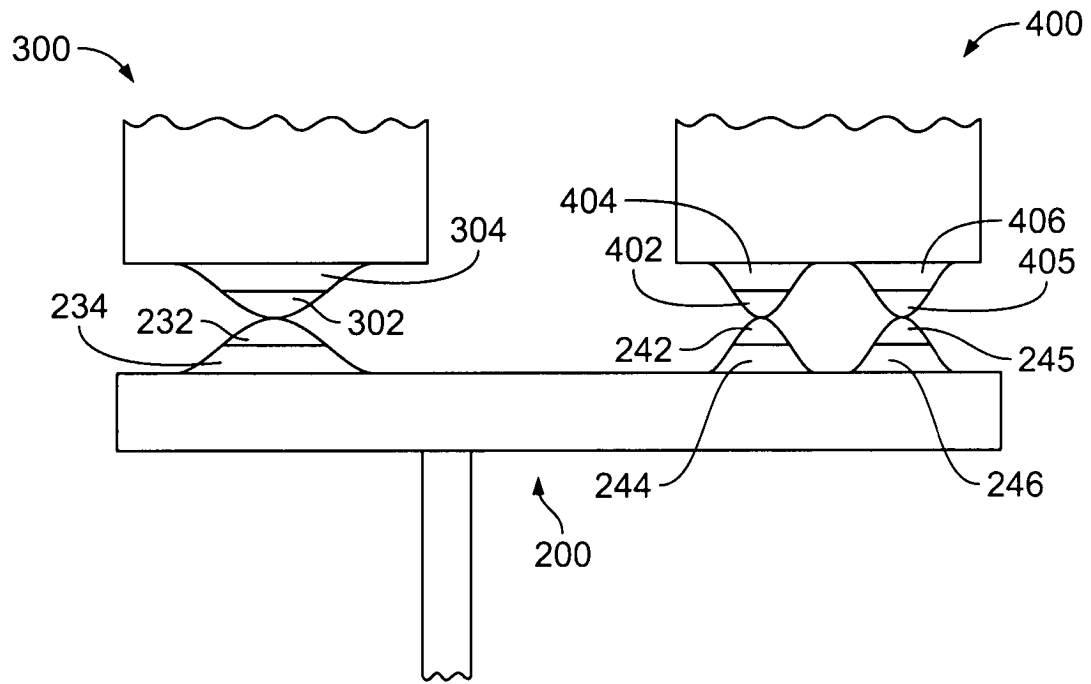


Fig. 5

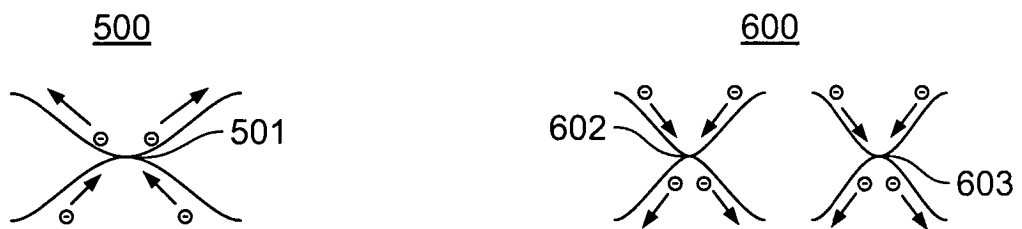


Fig. 6

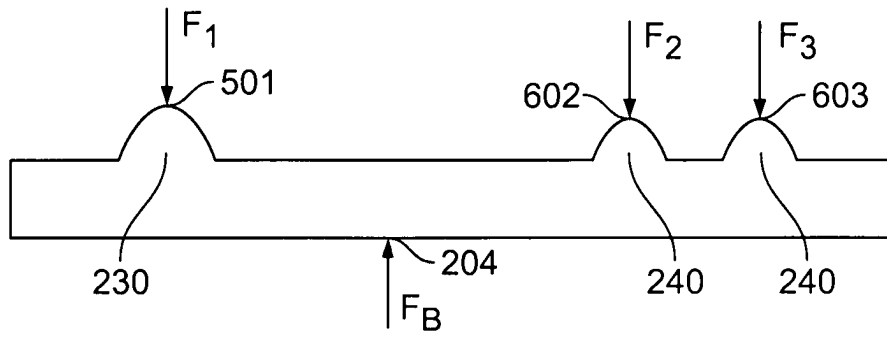


Fig. 7

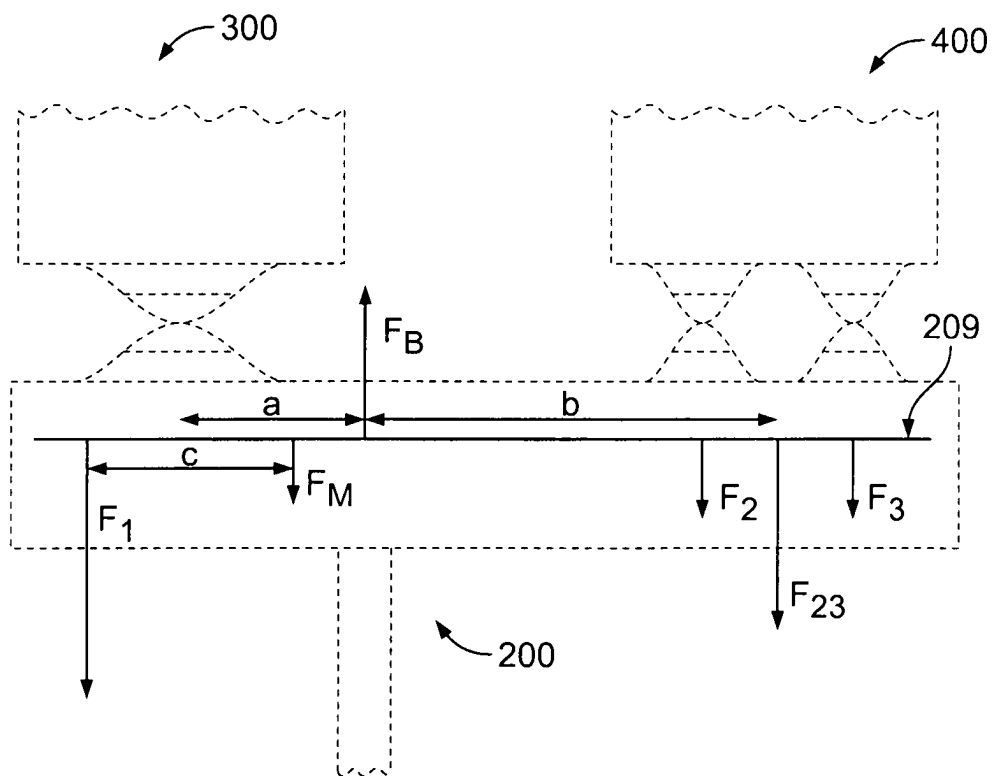


Fig. 8

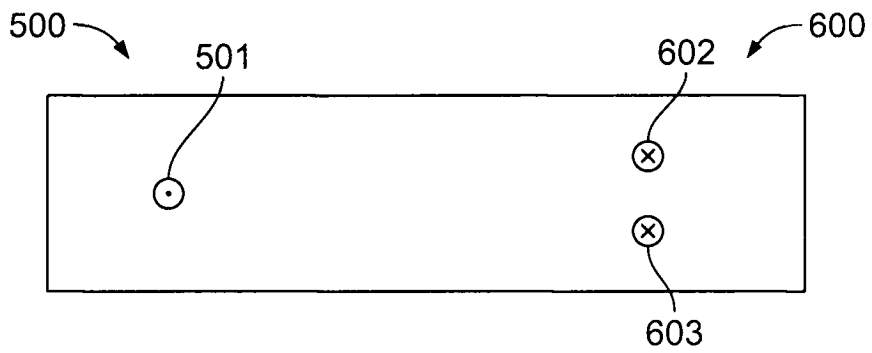


Fig. 9

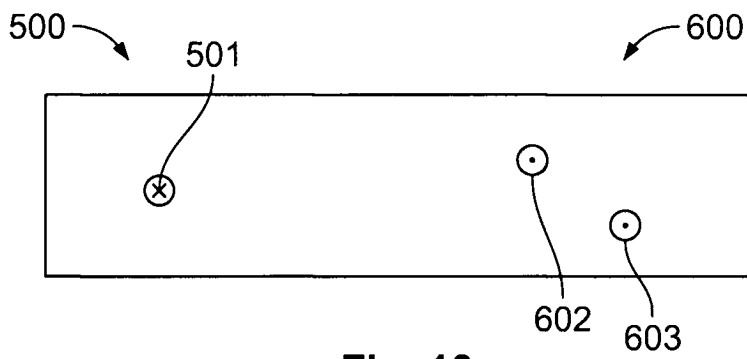


Fig. 10

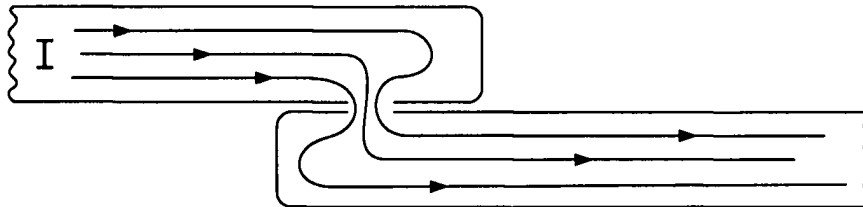


Fig. 11
(Stand der Technik)

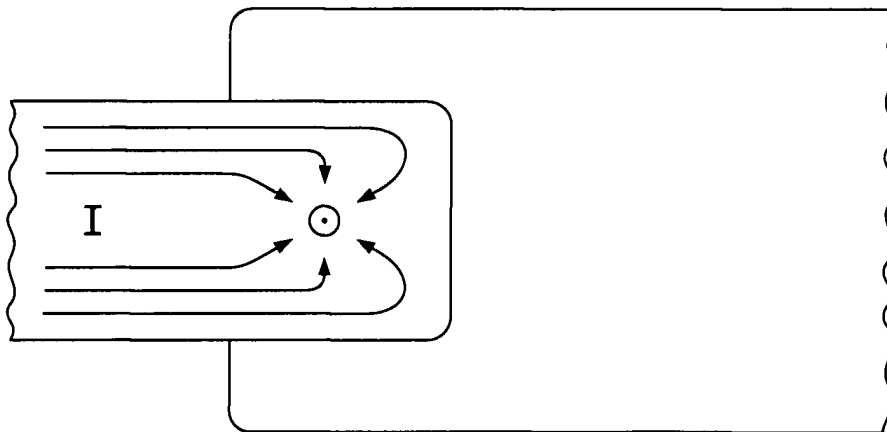


Fig. 12
(Stand der Technik)