



(11)

EP 2 741 305 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2014 Patentblatt 2014/24

(51) Int Cl.:
H01H 1/38 (2006.01) H01H 33/64 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12196095.9**

(22) Anmeldetag: **07.12.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Gati, Rudolf**
5443 Niederrohrdorf (CH)
- **Straumann, Ulrich**
8404 Winterthur (CH)

(71) Anmelder: **ABB Technology AG**
8050 Zürich (CH)

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**
c/o ABB Schweiz AG
Intellectual Property CH-IP
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Richter, Markus**
8197 Rafz (CH)

(54) **Hochspannungs-Trenner**

(57) Trenner, Schaltanlage und Verfahren zum Öffnen eines elektrischen Trenners (10) mittels eines Hochspannungs-Trenners, welcher Trenner eine erste Kontaktgruppe (4), die einen ersten Nominalkontakt (5) und einen ersten Lichtbogen-Kontakt (6) aufweist, sowie eine zweite Kontaktgruppe (7), die einen zweiten Nominalkontakt (8) und einen zweiten Lichtbogen-Kontakt (9) aufweist, umfasst. Beim Öffnen des Trenners wird die erste Kontaktgruppe (4) von der zweiten Kontaktgruppe (7) entlang einer Trennachse (11) derart wegbewegt, dass ein Nominalstrompfad an einer Nominal-Kontakt-

Trennstelle (13), sowie ein Unterbrechungs-Strompfad an einer Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle unterbrochen werden. Beim Unterbrechen des Nominalstrompfads wird zwischen der ersten Kontaktgruppe (4) und der zweiten Kontaktgruppe (7) ein Lichtbogen (25) erzeugt. Der Unterbrechungsstrompfad weist einen S-förmigen Strompfadabschnitt (23) auf, der einen magnetischen Druck auf den Lichtbogen (25) erzeugt. Aufgrund des magnetischen Druckes auf den Lichtbogen (25) ist dieser in eine vordefinierbare Abbrandzone verschiebbar.

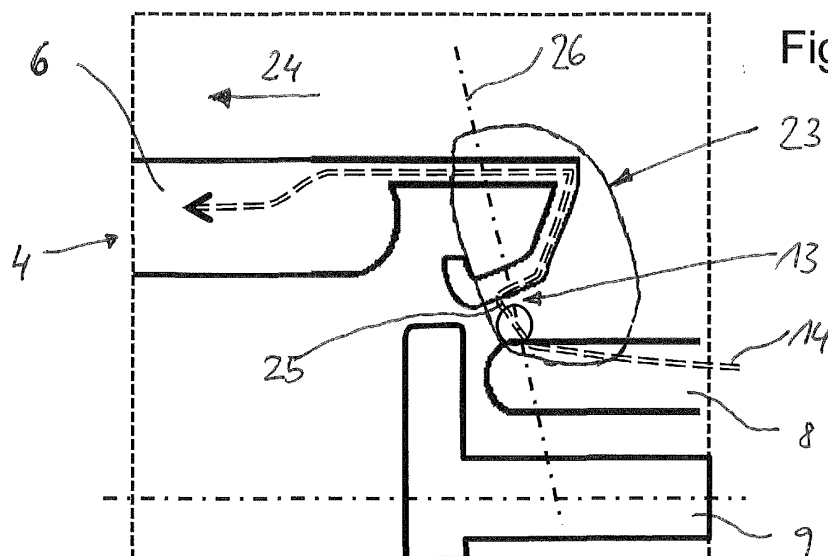


Fig. 4

EP 2 741 305 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Hochspannungsschaltanlagen und betrifft einen Trenner, der im Englischen "disconnector" genannt wird, sowie ein Verfahren zum Trennen bei einer sogenannten "bus-transfer current switching"-Schalthandlung. Unter dem Begriff "Trenner" (englisch "disconnector") wird nachfolgend nicht ein Leistungsschalter (englisch "circuit breaker") oder Lastschalter (englisch "load switch") verstanden, da er nicht für eine elektrische Unterbrechung einer Nominallast im Nominalbetrieb eingesetzt wird.

[0002] Technische Massnahmen werden vor allem bei "bus-transfer current switching"-Schalthandlungen erforderlich, wenn die Schaltanlage eine Nominalspannung von mehr als etwa 50 kV aufweist.

[0003] Bei solchen "disconnectors" bzw. -Trennern, nachfolgend vereinfachend Trenner genannt, werden zwei Lastfälle unterschieden, nämlich der sogenannte "bus-charging"-Betrieb und der sogenannte "bus-transfer current switching"-Betrieb. Während beim "bus-charging" die Unterbrechung und das Zuschalten kapazitiver Ströme im Vordergrund steht, richtet sich der "bus-transfer current switching" auf Trennsituationen bei Schaltfällen, bei denen ein Wechsel von einer ersten Sammelschiene auf eine zweite Sammelschiene im Nennbetrieb durchgeführt werden soll. Die Trenner werden sowohl im Falle von "Bus-transfer current switching" Schalthandlungen als auch von "Bus-charging" Schalthandlungen eingesetzt. Für die nachstehende Offenbarung steht die "bus-transfer current switching"-Schalthandlung im Vordergrund.

[0004] Wird beispielsweise bei gasisolierten Schaltanlagen mit einer Doppelsammelschiene die Sammelschiene gewechselt, so treten im Nominalbetrieb (Nennbetrieb) induzierte Spannungen und Ausgleichsströme auf, welche eine gewisse Abschaltleistung des Trenners erfordern. Im Nennbetrieb treten bei einer gegebenen Nennspannung und einem gegebenen Nennstrom bedingt durch ein sogenanntes Kuppelfeld (englisch auch coupler bay genannt) beim Öffnen des Trenners allein aufgrund der Impedanzen der zwischen den beiden Sammelschienen gebildeten Stromschleife nicht zu vernachlässigbaren Ausgleichsströme auf.

[0005] Beim Öffnen des Trenners entsteht zwischen dem beweglichen Kontakt und dem feststehenden Kontakt ein Lichtbogen. Je schneller ein Trenner arbeitet, desto weniger gross ist die Lichtbogendauer bis zur Stromunterbrechung. Daher wird ein mit hoher Geschwindigkeit bewegbarer beweglicher Lichtbogenkontakt angestrebt, um im Zusammenspiel mit einem feststehenden Lichtbogenkontakt den Strom und damit den Lichtbogen möglichst rasch zu unterbrechen. Je nach Ausführungsform des Trenners können unmittelbar nach der Verbindung dieser Lichtbogenkontakte die Dauerstromkontakte (Nennstromkontakte) des beweglichen

Trennerkontakts und des stationären Trennerkontakts ohne Zünden von Lichtbögen und daher verschleissfrei aneinander angenähert und elektrisch miteinander verbunden werden.

[0006] Im Fall eines solchen Trenners müssen die für das Trennen bzw. Verbinden der Sammelschienen verwendeten jeweiligen Trenner je nach Anforderungen an die Schaltanlage auch in Gegenwart dieser induzierten Spannungen und Ausgleichsströme wiederholt zuverlässig und verschleissfrei schalten können. Bei gasisolierten Schaltanlagen liegen diese induzierten Spannungen normalerweise nicht über 20 Volt. Die Ströme werden dabei (zur Zeit und mit Ausnahme der UHV-Spannungsebene) auf maximal 80% des Nennstroms geschätzt. In besonderen Fällen, bei denen die Sammelschienen oder die Schaltfelder stärker voneinander entfernt sind und/oder je nach Ausgestaltung und Anzahl der Kuppelfelder, können die Stromschleifen - und entsprechend auch die induzierten Spannungen - grösser sein, als dies bei Trennern dieser Art üblich ist. Diese induzierte Spannung im Nennbetrieb kann beispielsweise bei gasisolierten Schaltfeldern, die mit einer Freiluftanlage kombiniert sind, je nach Schaltanlage beispielsweise bis auf 300 V ansteigen. Daher besteht ein Bedarf an einem Trenner, der auch unter erhöhten Anforderungen zuverlässig und verschleissfrei schaltet.

STAND DER TECHNIK

[0007] Ein erster Typ eines Trenners, der für solche Schalthandlungen geeignet ist, weist eine erste Kontaktgruppe mit einem ersten Nominal-Kontakt, sowie eine zweite Kontaktgruppe mit einem zweiten Nominal-Kontakt auf. Der erste Nominal-Kontakt und der zweite Nominal-Kontakt bilden zusammen ein Nominal-Kontaktsystem zur Übertragung einer elektrischen Nennleistung. Die zweite Kontaktgruppe weist zudem einen Lichtbogen-Kontakt auf, um das Nominal-Kontaktsystem beim Öffnen des Trenners nach dem Entstehen eines Lichtbogens vor übermässigem Verschleiss zu schützen. Dieser Schutz wird dadurch erreicht, dass beim Öffnen des Trenners im Betrieb der mechanische Kontakt zwischen dem ersten Nominal-Kontakt und dem zweiten Nominal-Kontakt aufgehoben wird, worauf in einem ersten Schritt ein Lichtbogen zwischen dem ersten Nominal-Kontakt und dem zweiten Nominal-Kontakt gebildet wird und in einem zweiten Schritt ein vom ersten Nominal-Kontakt zum zweiten Nominal-Kontakt führender Unterbrechungs-Strompfad vom Nominal-Kontaktsystem auf ein Abbrandsystem kommutiert. Das Abbrandsystem umfasst dazu den Lichtbogen-Kontakt, so dass der Unterbrechungs-Strompfad vom ersten Nominal-Kontakt per Lichtbogen auf den Lichtbogen-Kontakt auf die zweite Kontaktgruppe überleitbar ist und dort solange verbleibt, bis der Lichtbogen erlischt.

[0008] In der Praxis hat sich gezeigt, dass bei gewissen Ausführungsformen von Trennern der Lichtbogen beim Öffnen des Trenners zwischen der ersten Kontakt-

gruppe und der zweiten Kontaktgruppe zwar erzeugt wird, aber dass sich ein Fusspunkt des Lichtbogens oftmals nicht in einer bevorzugten Abbrandzone befand, welche mit geeigneten verschleissfesteren Bauteilen oder Bauteilbereichen wie Abbrandelektroden und dergleichen versehen war, um dem Lichtbogen hinsichtlich der unerwünschten Materialabtragung wesentlich entgegenzuwirken zu können, sondern sich in Zonen mit einer verhältnismässig geringen Abbrandfestigkeit befand. Als Folge davon entstand bei diesen Trennern oft unerwünscht viel Abbrand an diesen weniger verschleissfesten Bauteilen, weil diese Bauteile nicht für einen derartigen Materialabtrag durch den Lichtbogen vorgesehen waren. Es ist bekannt, dass insbesondere bei einer gasisolierten Schaltanlage viel Abbrand durch die Energie des Lichtbogens hinsichtlich der Isolierwirkung klar nachteilig ist und im weiteren Betrieb der Schaltanlage zu erheblichen Problemen wie unerwünschten Teilentladungen und dergleichen führen kann.

[0009] In der Folge ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Hochspannungs-Trenner, eine Schaltanlage mit einem solchen Trenner, sowie ein Trennverfahren vorzulegen, bei welchem die Kontaktnordnung vor solch unerwünschtem Materialabtrag durch den Lichtbogen besser geschützt werden kann, so dass die Abbrandmenge gegenüber der Abbrandmenge von bekannten Trennern verringert ist.

[0010] Unter dem Begriff Hochspannungsschaltanlagen werden Schaltanlagen verstanden, die für Nennbeziehungsweise Nominalspannungen von 50 kV oder höher konfiguriert sind. Der Begriff Schaltanlagen umfasst im Folgenden nicht nur gasisolierte Schaltanlagen, bei welchen die elektrisch aktiven Teile mit einem geeigneten Isoliergas in einem metallgekapselten Gehäuse (GIS) angeordnet sind, sondern auch Freiluftschaltanlagen (AIS) oder Hybridanlagen, welche eine Mischung aus GIS und AIS darstellen.

[0011] Hinsichtlich des Trenners und der Schaltanlage wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass das dem Strompfad beim Öffnen des Trenners eigene magnetische Feld zum Aufbau eines magnetischen Druckes einsetzbar ist, mit welchem der Lichtbogen von einer hinsichtlich des Abbrandes ungünstigeren Zone des Trenners in eine vordefinierbare Abbrandzone verschiebbar ist. Ein Vorteil liegt darin, dass der Lichtbogen in dieser Abbrandzone weniger leicht eine Materialabtragung verursachen kann, als in der Zone, in welcher der Lichtbogen entstanden ist.

[0012] Zu diesem Zweck weist der Hochspannungstrenner in einer Basisausführungsform eine erste Kontaktgruppe mit einem ersten Nominal-Kontakt und einen ersten Lichtbogen-Kontakt auf. In einer Basisausführung des ersten Lichtbogen-Kontakts ist dieser vollständig im ersten Nominal-Kontakt integriert, so dass ein und dasselbe Bauteil sowohl als erster Nominal-Kontakt als auch als erster Lichtbogen-Kontakt einsetzbar ist.

[0013] Weiter umfasst der Hochspannungs-Trenner eine zweite Kontaktgruppe mit einem zweiten Nominal-

Kontakt und einem zweiten Lichtbogen-Kontakt. Zum Öffnen des Trenners ist die erste Kontaktgruppe von der zweiten Kontaktgruppe entlang einer Trennachse derart wegbewegbar angeordnet, dass ein sich vom ersten Nominal-Kontakt zum zweiten Nominal-Kontakt erstreckender Nominalstrompfad an einer Nominal-Kontakt-Trennstelle unterbrechbar, sowie ein sich von der ersten Kontaktgruppe zur zweiten Kontaktgruppe erstreckender Unterbrechungs-Strompfad an einer Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle unterbrechbar sind. Dazu weist der Trenner einen Unterbrechungs-Strompfad mit einem Strompfadabschnitt auf, der sich quer zur Trennachse erstreckt und eine S-Form aufweist. Unter dem Begriff "quer" wird eine sich relativ zur Trennachse radial erstreckende Richtung verstanden. Diese radiale Richtung muss nicht strikt rechtwinklig zur Trennachse verlaufen, sondern darf auch schräg geneigt dazu sein. Wichtig ist einzig, dass er eine in radialer Richtung verlaufende Richtungskomponente aufweist.

[0014] Der Begriff "Unterbrechungs-Strompfad" wird nachfolgend der Strompfad verstanden, in welchem beim Öffnen des Trenners der Lichtbogen entsteht. Je nach Ausführungsform des Trenners kann der geometrische Ort des Unterbrechungs-Strompfads beim erstmaligen Bilden des Lichtbogens noch in etwa an der Stelle liegen, wo sich der Nominalstrompfad befunden hat und der Abbrandstrompfad erst nach der Bildung des Lichtbogens auf einen örtlich verschiedenen Standort kommutiert, oder aber vom Nominalstrompfad bereits von Anfang an örtlich getrennt sein.

[0015] Bei näherer Betrachtung weist der S-förmige Strompfadabschnitt aufeinanderfolgend, das heisst elektrisch in Serie nacheinander angeordnet, einen ersten Streckenabschnitt, einen daran anschliessenden zweiten Streckenabschnitt und einen daran anschliessenden dritten Streckenabschnitt auf. Wenn der S-förmige Strompfadabschnitt im Betrieb des Trenners von einem Strom durchflossen wird, so ist seine Stromflussrichtung im ersten Streckenabschnitt aufgrund der S-Form bezüglich des zweiten Streckenabschnitts gegenläufig. Weiter ist die Stromflussrichtung im zweiten Streckenabschnitt aufgrund der S-Form bezüglich des dritten Streckenabschnitts gegenläufig. Unter dem Begriff "gegenläufig" wird die Stromflussrichtung verstanden, welche für die Wirkrichtung der Magnetfeldkraft verantwortlich ist.

[0016] Bildlich gesprochen begrenzen der erste Streckenabschnitt und der zweite Streckenabschnitt einen ersten Bauch des S-förmigen Strompfadabschnitts, während der zweite Streckenabschnitt und der dritte Streckenabschnitt einen zweiten Bauch des S-förmigen Strompfadabschnitts begrenzen. Der erste Bauch ist von seiner Fläche her grösser als der zweite Bauch bemessen, so dass im Betrieb des Trenners aufgrund der Stromflussrichtung eine erste Magnetfeldkraft und ein ihr zugeordneter erster magnetischer Druck aufgrund des ersten Bauches kleiner als eine zweite Magnetfeldkraft und ein ihr zugeordneter zweiter magnetischer Druck aufgrund des zweiten Bauches ist. Die Lichtbogen-Kon-

takt-Trennstelle ist auf der S-Form im Bereich des zweiten Bauches angeordnet.

[0017] Der S-förmige Strompfadabschnitt soll nachfolgend nicht im engen Sinn, das heisst strikt wie ein korrekt geschriebener Buchstabe "S" verstanden werden, sondern im Sinn von zwei gegenläufigen Schlaufen, so dass auch Ausführungsformen von Strompfadabschnitten von diesem Begriff erfasst werden, welche spiegelbildlich zu einem korrekt geschriebenen "S" sind, indem sie etwa um eine Hochachse gespiegelt sind. Weiter soll der Begriff "S-förmiger Strompfadabschnitt" auch S-Formen umfassen, welche geometrisch verzerrt, oder nicht entlang eines stetigen Kurvenverlaufs aufweisen. Weiter müssen der erste Streckenabschnitt, der zweite Streckenabschnitt und der dritte Streckenabschnitt nicht zwingend aus einem einzigen Bogensegment bestehen, sondern können jeweils aus einer Vielzahl von Linienabschnitten verschiedener geometrischer Form aufgebaut sein. Entscheidend ist für die vorliegende Erfindung einzig, dass die vom ersten Bauch begrenzte erste Fläche betragsmässig kleiner ist, als die vom zweiten Bauch begrenzte zweite Fläche, so dass mit der betragsmässig kleineren zweiten Fläche beim Öffnen des Trenners eine grössere Magnetfeldkraft erzeugbar, als mit der betragsmässig grösseren ersten Fläche im zweiten Bauch.

[0018] Die oben genannte S-förmige Ausgestaltung des Unterbrechungs-Strompfades bleibt auch dann noch bestehen, nachdem der erste Lichtbogen-Kontakt (beziehungsweise in der Basisausführungsform der erste Nominal-Kontakt) den zweiten Lichtbogen-Kontakt an der Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle nicht mehr berührt, weil die Lichtbogen-Kontakte beim Öffnen des Trenners voneinander wegbewegt worden sind. Der S-förmige Strompfadabschnitt erstreckt sich dann nacheinander vom ersten Streckenabschnitt und dem zweiten Streckenabschnitt über den Lichtbogen auf den dritten Streckenabschnitt.

[0019] Mit dieser Konstellation ist im Betrieb beim Öffnen des Trenners im Unterbrechungs-Strompfad beispielsweise ein Lichtbogen erzeugbar, welcher vom zweiten magnetischen Druck in eine vordefinierbare Abbrandzone zeitlich mindestens solange abdrängbar ist beziehungsweise abgedrängt werden kann, bis der Unterbrechungs-Strompfad auf das Abbrandsystem mit dem ersten Lichtbogen-Kontakt und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt kommutiert hat. Bei der Kommutierung verschiebt sich der Fusspunkt des Lichtbogens am zweiten Nominal-Kontakt zum zweiten Lichtbogen-Kontakt, welcher auch in der vordefinierbaren bzw. vordefinierten Abbrandzone angeordnet ist.

[0020] Die vom S-förmigen Strompfadabschnitt gebildete zweite Magnetfeldkraft und der ihr zugeordnete zweite magnetischer Druck aufgrund des zweiten Bauches verhindern zudem zuverlässig, dass sich beim Öffnen des Trenners der Fusspunkt des Lichtbogens der Fusspunkt des Lichtbogens vom zweiten Lichtbogen-Kontakt nicht zurück auf den zweiten Nominal-Kontakt kommutieren kann.

[0021] Wenn in der oben genannten Basisausführung des Trenners der erste Lichtbogen-Kontakt vollständig im ersten Nominal-Kontakt integriert, so dass ein und dasselbe Bauteil sowohl als erster Nominal-Kontakt als auch als erster Lichtbogen-Kontakt einsetzbar ist, dann wird beim Öffnen der Lichtbogen zwischen dem ersten Nominal-Kontakt und dem zweiten Nominal-Kontakt erzeugt, so dass der Unterbrechungs-Strompfad zu Beginn am geometrischen Ort des Nominalstrompfades liegt. In diesem Fall unterstützt der magnetische Druck mit der zweiten Magnetfeldkraft eine Kommutierung des Nominalstrompfades auf das Abbrandsystem mit dem Unterbrechungs-Strompfad, welcher letztlich vom nun als erster Lichtbogen-Kontakt dienenden ersten Nominal-Kontakt über den Lichtbogen auf den zweiten Lichtbogen-Kontakt führt.

[0022] Weist hingegen des Trenners einen ersten Lichtbogen-Kontakt auf, welcher distal räumlich separat vom ersten Nominal-Kontakt angeordnet ist, so kommutiert der über den ersten und zweiten Nominal-Kontakt führende Nominalstrompfad bereits nach dem Unterbrechen des Nominalstrompfad auf den ersten Lichtbogen-Kontakt und den zweiten Lichtbogen-Kontakt, ohne dass dabei bereits ein Lichtbogen erzeugt wird. In diesem Fall wird der Lichtbogen erstmals im Unterbrechungs-Strompfad gebildet und der magnetische Druck mit der zweiten Magnetfeldkraft dient ausschliesslich dem Zweck, den Lichtbogen in die vordefinierbare Abbrandzone zu verschieben. Der Begriff "distal" wurde verwendet, um zu erklären, dass die körperliche Separierung von Nominal-Kontakt und Lichtbogen-Kontakt zur Stirnseite der gegenüberliegenden Kontaktgruppe im vorliegenden Zusammenhang entscheidend ist und nicht der geometrische Ort, an welchem der Nominal-Kontakt und Lichtbogen-Kontakt elektrisch miteinander verbunden sind.

[0023] Je nach Ausführungsform des Trenners weist zumindest der erste und/oder der zweiten Lichtbogen-Kontakt ein Abbrandelement auf. Unter dem Begriff "Abbrandelement" wird ein Bauteil oder eine Beschichtung verstanden, welche ein widerstandsfähiges Material wie etwa Wolfram oder eine Wolframlegierung umfasst, damit der durch den Lichtbogen verursachte Abbrand innerhalb eines vordefinierbaren Schwellwerts bleibt.

[0024] Der S-förmige Strompfadabschnitts definiert durch seine Form eine Hochachse, vergleichbar mit dem Vertikalstrich des Dollarzeichens.

[0025] Um die Wirkung der zweiten Magnetfeldkraft und des ihr zugeordnete zweite magnetischer Druckes auf den Lichtbogen zu verstärken, weist der erste Bauch einer Ausführungsform des S-förmigen Strompfadabschnitts eine gewisse erste Tiefe auf. Diese erste Tiefe erstreckt sich quer zur Hochachse und ist mindestens so lang ist, wie die Länge des Lichtbogens beim Öffnen des Trenners in diesem Betriebszustand zwischen dem ersten Lichtbogen-Kontakt und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt. Unter dem Begriff "dieser Betriebszustand" wird der Öffnungsgrad bzw. die Öffnungsstellung des Trenners verstanden.

[0026] Um die Wirkung der zweiten Magnetfeldkraft und des ihr zugeordnete zweite magnetischer Druckes auf den Lichtbogen weiter zu verstärken, ist eine sich in Richtung der Hochachse des S-förmigen Strompfadabschnitts erstreckende Höhe des ersten Bauches betragsmässig grösser bemessen, als die Tiefe des ersten Bauches.

[0027] Da die zweite Magnetfeldkraft grösser ist, als die erste Magnetfeldkraft, und letztlich die zweite Magnetfeldkraft zum Abdrängen des Lichtbogens in die bevorzugte Abbrandzone nutzbar ist, ist es grundsätzlich vorteilhaft, wenn die zweite Magnetfeldkraft im Verhältnis zur ersten Magnetfeldkraft so gross wie nur möglich ist. Da die Benutzer von Schaltanlagen jedoch zunehmend nach noch kompakteren und dimensionsmässig kleineren Schaltanlagen interessiert sind, sind die Grösse des ersten Bauches und des zweiten Bauches innerhalb vertretbarer Grenzen zu halten. Gute Abschaltfähigkeitswerte sind erzielbar, wenn das Verhältnis von der Höhe des ersten Bauches zu einer sich ebenfalls in Richtung der Hochachse des S-förmigen Strompfadabschnitts erstreckenden Höhe des zweiten Bauches betragsmässig mindestens eins-komma-fünf zu eins (1.5 : 1) beträgt, in Ausführungsformen von Trennern vorzugsweise sogar mehr als 2 : 1 beträgt.

[0028] Bei einem ersten Typ einer Ausführungsform des Trenners ist die erste Kontaktgruppe mit einem Antrieb des Trenners relativ zur zweiten Kontaktgruppe bewegbar. Dabei ist der erste Lichtbogen-Kontakt zumindest an dessen der zweite Kontaktgruppe zugewandten ersten Ende hülsenförmig ausgebildet. Der erste Bauch des S-förmigen Strompfadabschnitts ist am ersten Ende des ersten Lichtbogen-Kontakts angeordnet und der zweiten Kontaktgruppe zugewandt. Das bedeutet, dass sein Kulminationspunkt näher bei der zweiten Kontaktgruppe liegt, als die zwei Orte, an welchem der Bauch beginnt.

[0029] Beim ersten Typ der Ausführungsform des Trenners erstreckt sich der Strompfad vor dem Öffnen der Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle beim ersten Lichtbogen-Kontakt (der im ersten Nominal-Kontakt integriert ist) und dem zweiten Nominal-Kontakt, bevor er im Betrieb des Trenners nach der Unterbrechung des Nominalstrompfades und der Kommutierung auf den Unterbrechungs-Strompfad auf das Abbrandsystem mit dem ersten Lichtbogen-Kontakt und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt letztlich vom ersten Lichtbogen-Kontakt (der im ersten Nominal-Kontakt integriert ist) zum zweiten Lichtbogen-Kontakt erstreckt.

[0030] Wie eingangs bereits angesprochen zeichnet sich auf Betreiberseite von Schaltanlagen klar ein Trend zu stets höheren Anforderungen (nachfolgend auch nach dem englischen Fachbegriff "Ratings" genannt) ab. Während beispielsweise die bus transfer ratings betreffende Norm IEC 62271-102, Annex B, für eine Nominalbetriebsspannung von 420 kV eine Abschaltfähigkeit (breaking) von 20 V und bis zu 1600 A fordert, verlangt der Markt zunehmend nach Schaltern, welche bei noch hö-

heren Ratings eingesetzt werden können. Als stellvertretendes Muster einer Vielzahl von seitens der Betreiber gewünschten Trenner sei an dieser Stelle ein Trenner genannt, welcher bei einer Nominalbetriebsspannung von 420 kV eine Abschaltfähigkeit von etwa 300 V und 3200 A aufweist. Derart hohe Ratings drängen sich beispielsweise bei rein gasisolierten Schaltanlagen heutzutage nicht auf.

[0031] Aus oben genannten Gründen besteht ein Bedarf an GIS-Trennern, welche verglichen mit dem derzeitigen Stand der Technik für ein erhöhtes bus-transfer current switching auch für höhere Ratings verwendbar sind.

[0032] Geeignete Trenner für solch hohe Ratings verfügen über Massnahmen, mit welchen die Lichtbogenbrenndauer zeitlich so gering wie möglich gehalten werden kann. Dies bedingt, dass der Trenner einen Mechanismus aufweist, mit welchem der erste Lichtbogen-Kontakt zeitlich innert Sekundenbruchteilen, also ruckartig vom zweiten Lichtbogen-Kontakt wegbewegen lässt. Je nach Ausgestaltung der Massnahmen ist dabei eine Relativgeschwindigkeit vom ersten Lichtbogen-Kontakt zum zweiten Lichtbogen-Kontakt von mindestens 1 m/s erreichbar. Bevorzugt beträgt die Geschwindigkeit mehr als 2 m/s, noch bevorzugter mehr als 4 m/s, damit die Lichtbogenbrenndauer möglichst gering ist.

[0033] Eine solche ruckartige Bewegung lässt sich beispielsweise dadurch erreichen, dass beim Wegbewegen des ersten Nominal-Kontaktes und des ersten Lichtbogen-Kontakts von der zweiten Kontaktgruppe der erste Lichtbogen-Kontakt beim Öffnen des Trenners zeitlich so lange wie möglich mit dem zweiten Lichtbogen-Kontakt verbunden bleibt, während der erste Nominal-Kontakt noch weiter in Öffnungsrichtung weiter vom zweiten Nominal-Kontakt wegverschoben wird. Funktionell gesprochen sind der erste Lichtbogen-Kontakt und der zweite Lichtbogen-Kontakt so ausgebildet, dass der erste Lichtbogen-Kontakt beim Öffnen des Trenners zeitlich so lange wie möglich mit dem zweiten Lichtbogen-Kontakt haften bleibt. Der Begriff 'Haften' wird im Folgenden nicht eng interpretiert, sondern im Sinn von 'Halten' oder 'Festhalten' und umfasst jegliches Phänomen, bei dem zwei Elemente zueinander eine fixe Position entgegen einer auf sie wirkenden Kraft behalten, die auf ein Lösen des Haftens/Haltens hinwirkt. Dies kann beispielsweise durch mechanische Mittel geschehen, etwa einen Einrastmechanismus mit entsprechend gewählter, komplementärer Geometrie, etwa in Form eines mechanischen Widerstandes, den ein Objekt mit grösserem Durchmesser, das jedoch mindestens teilverformbar ist, bei Durchgang durch eine Öffnung mit kleinerem Durchmesser erfährt. Ferner kann haften auch ein magnetisches Anhaften sein.

[0034] Um den körperlichen Kontakt zwischen dem ersten Lichtbogen-Kontakt und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt beim Öffnen des Trenners zeitlich möglichst lange aufrechterhalten zu können, ist bei einer Ausführungsform des Trenners der dritte Streckenabschnitt am zwei-

ten Lichtbogen-Kontakt angeordnet, während der erste Streckenabschnitt sowie der zweite Streckenabschnitt am ersten Lichtbogen-Kontakt angeordnet sind. Eine Haftwirkung zwischen dem ersten Lichtbogen-Kontakt und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt ist beispielsweise dadurch erzeugbar, dass der zweite Lichtbogen-Kontakt im dritten Streckenabschnitt mindestens ein radial zur Trenn-
 achse bewegbares erstes Federelement aufweist, welches derart geformt ist, dass es mit dem zweiten Streckenabschnitt des ersten Lichtbogen-Kontakts eine lösbare Schnappverbindung bildet.

[0035] In einer Variante der Ausführungsform ist das mindestens eine erste Federelement ebenfalls in der Abbrandzone angeordnet und derart geformt, dass der zwischen dem ersten Lichtbogen-Kontakt und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt erzeugbare Lichtbogen bei dessen Entstehung im Betrieb des Trenners einen Fusspunkt auf dem mindestens einen ersten Federelement hat. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn das erste Federelement aus einem elektrisch gut leitenden Material wie Aluminium (Al), Kupfer (Cu) oder einer Al- und/oder Cu-Legierung gefertigt ist, während ein weiterer Bereich der Abbrandzone ein abbrandfesteres Material aufweist. Durch eine solche Materialwahl wird in einem ersten Schritt die Lichtbogenbildung in der Abbrandzone ausserhalb dem abbrandfesteren Material begünstigt, worauf der magnetische Druck den erzeugten Lichtbogen in einem zweiten Schritt in den abbrandfesteren Bereich der Abbrandzone abdrängt.

[0036] Eine ausreichend hohe Relativgeschwindigkeit vom ersten Lichtbogen-Kontakt zum zweiten Lichtbogen-Kontakt ist dadurch erreichbar, dass der zweite Lichtbogen-Kontakt mit einem zweiten Rückholssystem verbunden ist. Dabei ist die lösbare Schnappverbindung derart ausgebildet, dass beim Öffnen des Trenners die erste Kontaktgruppe innerhalb eines ersten Positionsbereichs der ersten Kontaktgruppe relativ zweiten Nominal-Kontakt und zur Trennachse in einer Öffnungsrichtung bewegbar ist, während der dritte Streckenabschnitt derart am zweiten Streckenabschnitt der lösbaren Schnappverbindung gehalten wird bzw. festhaltbar ist, dass der zweite Lichtbogen-Kontakt am ersten Lichtbogen-Kontakt gehalten bleibt, während das zweite Rückholssystem vorgespannt wird und eine Vorspannkraft aufbaut. Beim Übertritt der ersten Kontaktgruppe in einen an den ersten Positionsbereich anschliessenden zweiten Positionsbereich ist die Vorspannkraft des Rückholsystems grösser als eine in Richtung der Trennachse wirkende, vordefinierbare Haltekraft der lösbaren Schnappverbindung, so dass der zweite Lichtbogen-Kontakt vom zweiten Rückholssystem in Öffnungsrichtung zurückgeholt wird, so dass die zweite Kontaktgruppe von der ersten Kontaktgruppe elektrisch getrennt wird.

[0037] Bei einem zweiten Typ einer Ausführungsform des Trenners ist die erste Kontaktgruppe mit einem Antrieb des Trenners wiederum relativ zur zweiten Kontaktgruppe bewegbar. Im Unterschied zum oben genannten Trenner des ersten Typs ist der erste Lichtbogen-Kontakt

nun körperlich vom ersten Nominal-Kontakt separiert, aber aufgrund der Funktionsanforderungen elektrisch dennoch mit diesem verbunden. Nach der Unterbrechung des Nominalstrompfades und der Kommutierung auf das Abbrandsystem mit dem ersten Lichtbogen-Kontakt und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt erstreckt sich der Unterbrechungs-Strompfad vor dem Öffnen der Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle beim ersten Lichtbogen-Kontakt mit dem zweiten Lichtbogen-Kontakt. Dabei ist bei diesem zweiten Typ einer Ausführungsform des Trenners der zweite Lichtbogen-Kontakt zumindest an dessen der ersten Kontaktgruppe zugewandten zweiten Ende hülsenförmig ausgebildet. Der erste Bauch des S-förmigen Strompfadabschnitts ist am zweiten Ende des zweiten Lichtbogen-Kontakts angeordnet und der ersten Kontaktgruppe zugewandt. Weiter ist der erste Lichtbogen-Kontakt zumindest an dessen der zweiten Kontaktgruppe zugewandten ersten Ende stiftförmig ausgebildet.

[0038] Die anhand des ersten Typs einer Ausführungsform des Trenners geschilderten Angaben zum Trend nach höheren Ratings sowie der Massnahmen zur Verringerung der Lichtbogenbrenndauer, der bevorzugten Öffnungs-Geschwindigkeiten, sowie der lösbaren Haftverbindung zwischen dem ersten Lichtbogen-Kontakt und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt und der dazu geeigneten Massnahmen gelten auch für den zweiten Typ einer Ausführungsform des Trenners.

[0039] Beim zweiten Typ einer Ausführungsform des Trenners ist diese Wirkung dadurch erreichbar, dass der dritte Streckenabschnitt am ersten Lichtbogen-Kontakt angeordnet und der erste Streckenabschnitt sowie der zweite Streckenabschnitt am zweiten Lichtbogen-Kontakt angeordnet sind. Dabei ist der erste Lichtbogen-Kontakt im dritten Streckenabschnitt angeordnet und weist mindestens ein radial zur Trennachse bewegbares zweites Federelement aufweist, welches derart geformt ist, dass es mit dem zweiten Streckenabschnitt des zweiten Lichtbogen-Kontakts eine lösbare Schnappverbindung bildet.

[0040] Falls erforderlich, können sowohl der erste Lichtbogen-Kontakt, als auch der zweite Lichtbogen-Kontakt radial federnde Elemente zum Erzeugen der Haftkraft aufweisen.

[0041] Bei einer Ausführungsform des zweiten Typs des vorliegenden Trenners ist eine ausreichend hohe Relativgeschwindigkeit vom ersten Lichtbogen-Kontakt zum zweiten Lichtbogen-Kontakt dadurch erreichbar, dass der erste Lichtbogen-Kontakt mit einem ersten Rückholssystem verbunden ist. Dabei ist die lösbare Schnappverbindung derart ausgebildet, dass beim Öffnen des Trenners die erste Kontaktgruppe bzw. der erste Nominal-Kontakt innerhalb eines ersten Positionsbereichs der ersten Kontaktgruppe relativ zweiten Nominal-Kontakt und zur Trennachse in einer Öffnungsrichtung bewegbar ist, während der erste Lichtbogen-Kontakt am zweiten Lichtbogen-Kontakt gehalten wird, während das erste Rückholssystem vorgespannt wird und eine Vor-

spannkraft aufbaut. Dieses Halten ist beim zweiten Typ eines Trenners dadurch erreichbar, dass der dritte Streckenabschnitt am zweiten Streckenabschnitt der lösba-
ren Schnappverbindung gehalten wird, so dass der zweite Lichtbogen-Kontakt am ersten Lichtbogen-Kontakt ge-
halten bleibt, während das erste Rückholsystem vorge-
spannt wird. Beim Übertritt der ersten Kontaktgruppe in
einen an den ersten Positionsbereich anschliessenden
zweiten Positionsbereich ist die Vorspannkraft des Rück-
holsystems grösser als eine in Richtung der Trennachse
wirkende, vordefinierbare Haltekraft der lösba-
ren Schnappverbindung, so dass der zweite Lichtbogen-
Kontakt vom zweiten Rückholsystem in Öffnungsrich-
tung zurückgeholt wird, so dass die zweite Kontaktgrup-
pe von der ersten Kontaktgruppe elektrisch getrennt wird.

[0042] Mit einem Trenner nach einer der vorgängig ge-
nannten Ausführungsform lässt sich eine Schaltanlage
erstellen, welche den Bedürfnissen eines Benutzers der
Schaltanlage nach höheren Ratings entspricht. Dabei
handelt es sich bei der Schaltanlage um eine luftisolierte
Schaltanlage, eine gasisolierte Schaltanlage, oder um
eine Mischung aus einer luftisolierten Schaltanlage und
einer gasisolierten Schaltanlage.

[0043] Die bezüglich des Trenners genannten Vorteile
sind dementsprechend auf die Schaltanlage, welche mit
einem erfindungsgemässen Trenner versehen ist, über-
tragbar.

[0044] Hinsichtlich des Trennverfahrens wird die Auf-
gabe durch ein Verfahren zum Öffnen eines elektrischen
Trenners dadurch gelöst, dass es zumindest die folgen-
den Schritte aufweist:

- a) **Bereitstellen** eines Hochspannungs-Trenners
mit einer ersten Kontaktgruppe, wobei die ersten
Kontaktgruppe einen ersten Nominalkontakt und ei-
nen ersten Lichtbogen-Kontakt umfasst,
sowie einer zweiten Kontaktgruppe, wobei die zwei-
te Kontaktgruppe einen zweiten Nominalkontakt und
einen zweiten Lichtbogen-Kontakt umfasst,
wobei zum Öffnen des Trenners die erste Kontakt-
gruppe von der zweiten Kontaktgruppe entlang einer
Trennachse derart wegbewegbar ist, dass ein sich
vom ersten Nominal-Kontakt zum zweiten Nominal-
Kontakt erstreckender Nominalstrompfad an einer
Nominal-Kontakt-Trennstelle unterbrechbar, sowie
einen Unterbrechungs-Strompfad, der an einer
Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle unterbrechbar sind;
- b) **Bewegen** einer Kontaktgruppe in Öffnungsrich-
tung entlang der Trennachse, bis ein über den ersten
Nominal-Kontakt und den zweiten Nominal-Kontakt
führender Nominalstrompfad unterbrochen wird;
- c) **Erzeugen** eines elektrischen Lichtbogens zwi-
schen der ersten Kontaktgruppe und der zweiten
Kontaktgruppe an der Lichtbogen-Kontakt-Trenn-
stelle;
- d) **Kommutieren** des Nominalstrompfades auf den
Unterbrechungs-Strompfad;
- e) **Erzeugen** eines magnetischen Druckes auf den

Lichtbogen dadurch, dass der Unterbrechungs-
Strompfad einen Strompfadabschnitt aufweist, der
sich quer zur Trennachse erstreckt und eine S-Form
aufweist,

wobei der S-förmige Strompfadabschnitt in Serie ei-
nen ersten Streckenabschnitt, einen daran an-
schliessenden zweiten Streckenabschnitt und einen
daran anschliessenden dritten Streckenabschnitt
aufweist, so dass im Betrieb des Trenners eine
Stromflussrichtung im ersten Streckenabschnitt und
im zweiten Streckenabschnitt gegenläufig ist,
und wobei im Betrieb des Trenners eine Stromfluss-
richtung im zweiten Streckenabschnitt und im dritten
Streckenabschnitt gegenläufig ist,

und wobei der erste Streckenabschnitt und der zwei-
te Streckenabschnitt einen ersten Bauch des S-för-
migen Strompfadabschnitts begrenzen, und wobei
der zweite Streckenabschnitt und der dritte Stre-
ckenabschnitt einen zweiten Bauch des S-förmigen
Strompfadabschnitts begrenzen, wobei der erste
Bauch von seiner Fläche her grösser als der zweite
Bauch ist, so dass eine erste Magnetfeldkraft und
ein ihr zugeordneter erster magnetischer Druck auf-
grund des ersten Bauches kleiner als eine zweite
Magnetfeldkraft und ein ihr zugeordneter zweiter
magnetischer Druck aufgrund des zweiten Bauches
ist,

und wobei die Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle auf
der S-Form im Bereich des zweiten Bauches ange-
ordnet ist;

f) Abdrängen des Lichtbogens mit der zweiten Ma-
gnetfeldkraft in eine vordefinierbare Abbrandzone.

[0045] Der Begriff "Bewegen einer Kontaktgruppe" im
Schritt b) umfasst dabei eine Bewegung von der ersten
Kontaktgruppe, der zweiten Kontaktgruppe, als auch bei-
den Kontaktgruppen zusammen.

[0046] Der magnetische Druck auf den Lichtbogen
kann unmittelbar nach dem Unterbrechen des Nominal-
strompfades erfolgen. Der magnetische Druck übt seine
Wirkung während der Schritte c) und d) auf den Lichtbo-
gen aus.

[0047] Wenn in der oben genannten Basisausführung
des Trenners der erste Lichtbogen-Kontakt vollständig
im ersten Nominal-Kontakt integriert, so dass ein und
dasselbe Bauteil sowohl als erster Nominal-Kontakt als
auch als erster Lichtbogen-Kontakt einsetzbar ist, dann
wird beim Öffnen der Lichtbogen zwischen dem ersten
Nominal-Kontakt und dem zweiten Nominal-Kontakt er-
zeugt, so dass der Nominalstrompfad sozusagen auf-
rechterhalten wird. Erst dann unterstützt der magneti-
sche Druck mit der zweiten Magnetfeldkraft eine Kom-
mutierung des Nominalstrompfades auf das Abbrand-
system mit dem Unterbrechungs-Strompfad, welcher
letztlich vom ersten Nominal-Kontakt über den Lichtbo-
gen auf den zweiten Lichtbogen-Kontakt führt. Falls der
Trenners einen ersten Lichtbogen-Kontakt aufweist, wel-
cher distal räumlich separat vom ersten Nominal-Kontakt

angeordnet ist, so kommutiert der über den ersten und zweiten Nominal-Kontakt führende Nominalstrompfad bereits nach dem Unterbrechen des Nominalstrompfad auf den ersten Lichtbogen-Kontakt und den zweiten Lichtbogen-Kontakt, ohne dass dabei bereits ein Lichtbogen erzeugt wird. In diesem Fall wird der Lichtbogen erstmals im Unterbrechungs-Strompfad gebildet und der magnetische Druck mit der zweiten Magnetfeldkraft dient ausschliesslich dem Zweck, den Lichtbogen in die vordefinierbare, geeignete Abbrandzone zu verschieben.

[0048] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass sich die in Bezug auf den Trenner genannten Vorteile entsprechend auch auf das Trennverfahren übertragen lassen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0049] Nachfolgend werden mehrere Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnung detailliert erläutert. Hierbei zeigt rein schematisch:

- Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemässen Trenners im Längsschnitt entlang einer Trennachse, wobei der Trenner geschlossen ist;
- Fig. 2 zeigt eine Ausschnittvergrösserung der Figur 1, wobei der Trenner in einer ersten Öffnungsstellung ist;
- Fig. 3 zeigt einen Nominalstrompfad des Trenners nach Fig. 1 in der Öffnungsstellung gemäss Figur 2;
- Fig. 4 zeigt den Nominalstrompfad des Trenners nach Fig. 1 in einer zweiten Öffnungsstellung, wo der mechanische Kontakt zwischen einer ersten Kontaktgruppe und einer zweiten Kontaktgruppe unterbrochen ist;
- Fig. 5 zeigt ausschliesslich den Nominalstrompfad der Situation in Figur 4;
- Fig. 6 zeigt den Nominalstrompfad des Trenners nach Fig. 1 in einer dritten Öffnungsstellung;
- Fig. 7 zeigt den Nominalstrompfad des Trenners nach Fig. 1 in einer vierten Öffnungsstellung;
- Fig. 8 zeigt einen Nominalstrompfad des Trenners nach Fig. 1 in der Öffnungsstellung gemäss Figur 7;
- Fig. 9 zeigt eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemässen Trenners im Längsschnitt entlang einer Trennachse, wobei der Trenner geschlossen ist;

- Fig. 10 zeigt den Trenner nach Fig. 9, wobei der Trenner in einer zweiten Öffnungsstellung ist;
- Fig. 11 zeigt den Trenner nach Fig. 9, wobei der Trenner in einer dritten Öffnungsstellung ist;
- Fig. 12 zeigt eine Ausschnittvergrösserung der Figur 9, wobei der Trenner geschlossen ist;
- Fig. 13 zeigt eine Ausschnittvergrösserung ähnlich der Figur 12, wobei der Trenner in einer ersten Öffnungsstellung ist;
- Fig. 14 zeigt eine Ausschnittvergrösserung ähnlich der Figur 12, wobei der Trenner in der zweiten Öffnungsstellung ist;
- Fig. 15 zeigt eine Ausschnittvergrösserung ähnlich der Figur 12, wobei der Trenner in der dritten Öffnungsstellung ist;
- Fig. 16 zeigt den Nominalstrompfad des Trenners nach Fig. 15, wo der mechanische Kontakt zwischen einer ersten Kontaktgruppe und einer zweiten Kontaktgruppe unterbrochen ist;
- Fig. 17 zeigt ausschliesslich den Nominalstrompfad der Situation in Figur 16;
- Fig. 18 zeigt eine Ausschnittvergrösserung ähnlich der Figur 12, wobei der Trenner in einer vierten Öffnungsstellung ist;
- Fig. 19 zeigt eine Ausschnittvergrösserung ähnlich der Figur 12, wobei der Trenner in einer fünften Öffnungsstellung ist;
- Fig. 20 zeigt eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemässen Trenners im Längsschnitt entlang einer Trennachse, wobei der Trenner geschlossen ist;
- Fig. 21 zeigt den Trenner nach Fig. 20, wobei der Trenner in einer ersten Öffnungsstellung ist;
- Fig. 22 zeigt den Trenner nach Fig. 20, wobei der Trenner in einer zweiten Öffnungsstellung ist; und
- Fig. 23 zeigt einen Ausschnitt der dritten Ausführungsform des erfindungsgemässen Trenners im Längsschnitt entlang der Trennachse, wobei der Trenner in der zweiten Öffnungsstellung ist.

[0050] Identische oder zumindest gleich wirkende Elemente wurden dabei mit identischen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0051] Die **Figur 1** zeigt eine erste Ausführungsform eines Hochspannungs-Trenners 1 eines ersten Typs. Der Trenner 1 ist als gasisolierter Trenner ausgebildet und weist daher ein metallgekapstes Gehäuse 2 zur Begrenzung eines Gasraums 3 für ein in ihn einfüllbares Isoliergas auf. Als Isoliergas kann bevorzugt ein Fluorketon, ein Schwefelhexafluorid oder ein anderes Gas oder eine Gas Mischung eingesetzt werden. Ein Beispiel für ein geeignetes Isoliergas mit Fluorketon findet sich etwa in der WO 2012/142346 A1.

[0052] Der Trenner 1 weist eine erste Kontaktgruppe 4 mit einem hülsenförmigen ersten Nominal-Kontakt 5 auf. Ein ebenfalls hülsenförmiger erster Lichtbogen-Kontakt 6 ist derart in den ersten Nominal-Kontakt 5 integriert, dass der erste Nominal-Kontakt 5 und der erste Lichtbogen-Kontakt 6 ein einziges Bauteil ist, welches sowohl als erster Lichtbogen-Kontakt 6, als auch als erster Nominal-Kontakt 5 dient. Für die Beschreibung des Hochspannungs-Trenners 1 eines ersten Typs werden nachfolgend die Bezeichnungen "erster Nominal-Kontakt" und "erster Lichtbogen-Kontakt 6" je nach der gerade erklärten Verwendung bezeichnet.

[0053] Der Trenner 1 weist weiter eine zweite Kontaktgruppe 7 mit einem zweiten Nominal-Kontakt 8 und einem zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 auf.

[0054] Zum Öffnen des Trenners 1 ist die erste Kontaktgruppe 4 von der zweiten Kontaktgruppe 7 entlang einer Trennachse 11 derart wegbewegbar ist, dass ein sich vom ersten Nominal-Kontakt 5 zum zweiten Nominal-Kontakt 8 erstreckender Nominalstrompfad 12 an einer Nominal-Kontakt-Trennstelle 13 und ein sich von der ersten Kontaktgruppe zur zweiten Kontaktgruppe erstreckender Unterbrechungs-Strompfad 14 an einer Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle 15 unterbrechbar sind (siehe in Zusammenschau mit Fig. 2 bis 4).

[0055] Wie aus der Fig. 1 hervorgeht, ist der Trenner 1 in der Schaltstellung "geschlossen" dargestellt, in welcher ein Nominalzuleiter 15 elektrisch mit zwei sich gegenüberliegenden Nominalabzweigleitern 16 verbunden und elektrisch gegen das Gehäuse mit Scheibenisolatoren 17 abgestützt ist. Wie aus Fig. 1 weiter hervorgeht, ist der Trenner 1 als kombinierter Trenner / Erder ausgeführt und weist dazu einen mit dem Gehäuse 2 leitend verbundenen Erdkontakt 18 auf. Die zwei Nominalabzweigleiter 16 sind mit einem Führungskörper 20 verbunden, welcher die erste Kontaktgruppe 4 hält und in Richtung der Trennachse 11 führt, so dass beim Einfahren des ersten Nominal-Kontaktes 4 in den Erdkontakt 18 die zwei Nominalabzweigleitern 16 elektrisch auf Erdpotential gesetzt werden können.

[0056] Zum Öffnen des Trenners 1 ist die erste Kontaktgruppe 4 von der zweiten Kontaktgruppe 7 entlang der Trennachse 11 über einen (nicht vollständig dargestellten) Antrieb 21 mittels einer Spindel-Mutterkombination linear bewegbar.

[0057] Die **Figur 2** zeigt eine Ausschnittvergrößerung

des gestrichelt dargestellten Vierecks in der **Figur 1**, wobei der Trenner in einer ersten Öffnungsstellung ist. In Zusammenschau mit **Figur 3** geht hervor, dass der erste Nominal-Kontakt 5 in dieser ersten Öffnungsstellung den zweiten Nominal-Kontakt 8 über eine am zweiten Nominalkontakt 8 gehaltene Spiralkontaktfeder 22 mechanisch berührt, so dass der Nominalstrompfad 12 von der zweiten Kontaktgruppe 7 über den zweiten Nominal-Kontakt 8, die dem zweiten Nominal-Kontakt 8 zugeordnete Spiralkontaktfeder 22 und den ersten Nominal-Kontakt 5 mit der ersten Kontaktgruppe ohne Lichtbogen in elektrischer Verbindung steht. Der erste Lichtbogen-Kontakt 6 bzw. der erste Nominal-Kontakt 5 ist zumindest an seiner der zweiten Kontaktgruppe 7 zugewandten ersten Ende hülsenförmig ausgebildet.

[0058] Aus den Figuren 2 und 3 geht hervor, dass der Nominalstrompfad 12 einen Strompfadabschnitt aufweist, der sich quer zur Trennachse 11 erstreckt und dass der Strompfadabschnitt eine S-Form aufweist. Nachfolgend wird auch die spiegelverkehrte S-Form vereinfachend "S-Form" genannt.

[0059] In der in **Figur 4** dargestellten zweiten Öffnungsstellung ist der erste Nominal-Kontakt 5 in einer Öffnungsrichtung 24 (hier nach links) bereits etwas weiter geschoben worden, als in der ersten Öffnungsstellung. Der mechanische Kontakt zwischen der ersten Kontaktgruppe 4 und der zweiten Kontaktgruppe 7 wurde unterbrochen, indem der erste Nominal-Kontakt 5 die Spiralkontaktfeder 22 verlassen hat. In der Folge wird der Strompfad beim ersten Typ des Trenners von nun an nicht mehr Nominalstrompfad 12 genannt, sondern Unterbrechungs-Strompfad 14. Aufgrund des hohen Stroms bei bus-transfer current switching Schaltfällen wird im Betrieb des Trenners 1 zwischen dem Nominal-Kontakt 5 und der Spiralkontaktfeder 22 ein Lichtbogen 25 erzeugt, so dass der Unterbrechungs-Strompfad 14 über den zweiten Nominal-Kontakt 8, den Lichtbogen 25 und den ersten Nominal-Kontakt 5 (bzw. den ersten Lichtbogen-Kontakt 6) führt. Für die weitere Erklärung dieser Ausführungsform wird die Spiralkontaktfeder 22 unter dem Begriff zweiter Nominal-Kontakt 8 subsumiert.

[0060] Aus dem in Fig. 4 vergrößert dargestellten Abschnitt des Trenners 1 geht weiter hervor, dass der Unterbrechungs-Strompfad 14 einen Strompfadabschnitt 23 aufweist, der sich quer zur Trennachse erstreckt und dass der Strompfadabschnitt eine S-Form aufweist, welche durch ihre Form eine quer, das heisst schräg zur Trennachse 11 verlaufende Hochachse 26 definiert.

[0061] Die **Figur 5** zeigt ausschliesslich den unterbrochenen Nominalstrompfad bzw. den Abbrandstrompfad 14 in der Kontakthanordnung des Trenners 1 in der Öffnungsstellung gemäss **Figur 4**. Nach dem gedanklichen Entfernen der Trennerbauteile zeigt der Abbrandstrompfad 14 nun deutlich den S-förmigen Strompfadabschnitt 23. Zum besseren Verständnis wird dieser Strompfadabschnitt 23 nun gedanklich in drei Teile geteilt. Der S-förmige Strompfadabschnitt 23 weist in Serie einen ersten Streckenabschnitt 27, einen daran anschliessenden

zweiten Streckenabschnitt 28 und einen daran anschliessenden dritten Streckenabschnitt 29 auf. Die drei Streckenabschnitte 27, 28, 29 sind derart angeordnet, dass im Betrieb des Trenners 1 eine Stromflussrichtung (siehe Pfeil von Abbrandstropfpfad 14) im ersten Streckenabschnitt 27 und im zweiten Streckenabschnitt 28 gegenläufig ist. In der Figur sind Beginn und Ende der Streckenabschnitte 27, 28, 29 mit einem Querstrich auf dem S-förmigen Stropfpfadabschnitt 23 dargestellt. Die Stromflussrichtung ist im zweiten Streckenabschnitt 28 ebenfalls gegenläufig zur Stromflussrichtung im dritten Streckenabschnitt 29.

[0062] Bildlich gesprochen begrenzen der erste Streckenabschnitt 27 und der zweiten Streckenabschnitt 28 einen ersten Bauch 30 des S-förmigen Stropfpfadabschnitts 23, während der zweite Streckenabschnitt 28 und der dritte Streckenabschnitt 29 einen zweiten Bauch 31 des S-förmigen Stropfpfadabschnitts 23 begrenzen. Dabei berührt der erste Streckenabschnitt 27 den zweiten Streckenabschnitt 28 etwa beim äusseren, konvexen Punkt des ersten Bauches 30. Der erste Bauch 30 des S-förmigen Stropfpfadabschnitts 23 ist am ersten Ende des ersten Lichtbogen-Kontakts 6 angeordnet und der zweiten Kontaktgruppe 7 zugewandt.

[0063] Anhand der Hochachse 26 lässt sich eine maximale Tiefe 32 des ersten Bauches 30 in etwa bestimmen, welche Tiefe 32 etwa rechtwinklig zur Hochachse 26 angeordnet ist. In Richtung der Hochachse 26 weist der erste Bauch 30 eine erste Höhe 36 auf, während der zweite Bauch eine zweite Höhe 37 aufweist. Die Tiefe 32 des ersten Bauches ist dabei betragsmässig deutlich grösser, als eine die Länge des Lichtbogens zwischen dem ersten Lichtbogen-Kontakt und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt in diesem Betriebszustand bzw. dieser Öffnungsstellung.

[0064] Da die erste Höhe 36 betragsmässig grösser ist, als die zweite Höhe 37, ist der erste Bauch 30 von seiner Fläche (im dotted-grid-Muster dargestellt) her grösser als der zweite Bauch 31 mit seiner kleineren Fläche (im dashed upward diagonal-Muster dargestellt). Bei dieser Ausführungsform beträgt ein Verhältnis von der Höhe 36 des ersten Bauches zur Höhe 37 des zweiten Bauches betragsmässig etwa 1.5 : 1. Die Höhe 36 des ersten Bauches ist betragsmässig grösser, als die Tiefe 32 des ersten Bauches.

[0065] Wie aus Fig. 5 weiter hervorgeht bedeutet die grössere Fläche im ersten Bauch 30, dass eine Feldliniendichte der Magnetfeldlinien des Abbrandstropfpfades 14 hier geringer ist, als eine Feldliniendichte der Magnetfeldlinien des Abbrandstropfpfades 14 in der kleineren Fläche im kleineren zweiten Bauch 31. Die Magnetfeldrichtung des Abbrandstropfpfades 14 wurde gemäss der bekannten Daumenregel entsprechend mit einem Kreuz oder einem Punkt in einem Kringel dargestellt. Aufgrund der gegenläufigen Stromrichtung an den Bäuchen 30, 31 kumulieren sich die Feldlinien, welche in dieselbe Richtung zeigen. Dies wurde im ersten Bauch 30 mit wenigen, eingekringelten Punkten und im zweiten Bauch

31 mit verhältnismässig vielen eingekringelten Kreuzen darzustellen versucht.

[0066] Eine erste Magnetfeldkraft 32 aufgrund der wenigen eingekringelten Punkte pro Fläche und ein ihr zugeordneter erster magnetischer Druck ist wegen des flächenmässig grösseren ersten Bauches 30 kleiner als eine zweite Magnetfeldkraft 33 aufgrund der vielen eingekringelten Kreuze pro Fläche und ein ihr zugeordneter zweiter magnetischer Druck aufgrund des flächenmässig kleineren zweiten Bauches 31.

[0067] Eine Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle 34 ist auf der S-Form des Stropfpfadabschnitts 23 im vorderen Bereich des zweiten Bauches 31 angeordnet, etwa beim äusseren, konvexen Punkt des zweiten Bauches 31.

[0068] Diese Beschreibung der Magnetfeldkraftherzeugung trifft entsprechend auf alle in dieser Schrift genannten Ausführungsformen von Trennern zu, welche zumindest im Unterbrechungs-Stropfpfad 14 einen S-förmigen Stropfpfadabschnitt 23 aufweisen.

[0069] In der in **Figur 6** dargestellten dritten Öffnungsstellung ist der erste Nominal-Kontakt 5 in Öffnungsrichtung 24 bereits etwas weiter geschoben worden, als in der zweiten Öffnungsstellung. Der Lichtbogen 25 erstreckt sich vom ersten Lichtbogen-Kontakt 6 jedoch immer noch zum zweiten Nominal-Kontakt 8.

[0070] In der in **Figur 7** dargestellten vierten Öffnungsstellung ist der erste Nominal-Kontakt 5 bzw. der erste Lichtbogen-Kontakt 6 in Öffnungsrichtung 24 noch etwas weiter geschoben worden, als in der dritten Öffnungsstellung. Dabei kommutierte der Unterbrechungs-Stropfpfad 14 von seiner Position, wo sich vorher auch der Nominalstropfpfad 12 befunden hat, in seine Endposition, die über den zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 führt. Die zweite Magnetfeldkraft 33 unterstützte dabei die Kommutierung auf den zweiten Lichtbogen-Kontakt 9, indem sie einen magnetischen Druck auf den Lichtbogen 23 ausübte, der den Lichtbogen ebenfalls in Richtung der Öffnungsrichtung 24 abdrängte.

[0071] Im zweiten Streckenabschnitt 28 des Stropfpfadabschnitts 23 ist ein Abbrandelement 35 angeordnet, um den Materialabtrag vom ersten Lichtbogen-Kontakt 6 möglichst gering halten zu können.

[0072] Aus dem in **Figur 8** vergrössert dargestellten Ausschnitt des Trenners 1 geht weiter hervor, dass der Unterbrechungs-Stropfpfad 14 nun von der zweiten Kontaktgruppe 7 über den an seinem der ersten Kontaktgruppe zugewandten Ende scheibenförmig ausgeführten zweiten Lichtbogen-Kontakt 9, den Lichtbogen 25 und den ersten Lichtbogen-Kontakt 6 zur ersten Kontaktgruppe 4. Beim weiteren Öffnen des Trenners 1 wird der zu überbrückende elektrische Widerstand des Isoliergases schliesslich so gross, dass der Lichtbogen 25 erlischt, so dass die zweite Kontaktgruppe 7 von der ersten Kontaktgruppe 4 elektrisch getrennt wird.

[0073] einen Stropfpfadabschnitt 23 aufweist, der sich quer zur Trennnachse erstreckt und dass der Stropfpfadabschnitt eine S-Form aufweist, welche durch ihre Form eine quer, das heisst schräg zur Trennnachse 11 verlau-

fende Hochachse 26 definiert.

[0074] Die **Figur 9** zeigt eine obere Hälfte einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemässen Trenners 10 des ersten Typs im Längsschnitt entlang einer Trennachse 11. Die erste Kontaktgruppe 4 und die zweite Kontaktgruppe 7 sind wiederum mittels eines Isoliergases in einem metallgekapselften Gehäuse 2 angeordnet und der Trenner 10 ist in seiner geschlossenen Stellung gezeigt, in welcher der erste Nominal-Kontakt 5 mit dem zweiten Nominal-Kontakt 8 elektrisch und mechanisch in Verbindung steht. Nachfolgend wird lediglich auf Unterschiede der zweiten Ausführungsform des Trenners 10 zur ersten Ausführungsform des vorgehend beschriebenen Trenners 1 eingegangen.

[0075] Im Unterschied zur ersten Ausführungsform des Trenners 1 ist der zweite Lichtbogen-Kontakt 9 nun nicht mehr fix relativ zum zweiten Nominal-Kontakt 8 angeordnet, sondern in Richtung der Trennachse 11 beweglich gelagert. Elektrisch ist der zweite Lichtbogen-Kontakt 9 nach wie vor mit dem zweiten Nominal-Kontakt 8 verbunden. Die zweite Kontaktgruppe 7 weist nun ein zweites Rückholsystem 40 auf, welches endseitig mit dem zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 verbunden ist, und auf seiner anderen gegenüber dem Gehäuse stationär fixiert ist.

[0076] Sowohl der erste Nominal-Kontakt 5, als auch der zweite Nominal-Kontakt 8 und der zweite Lichtbogen-Kontakt 9 sind zumindest abschnittsweise hülsenförmig.

[0077] Der erste Nominal-Kontakt 5 (bzw. der erste Lichtbogen-Kontakt 6) weist an seinem der zweiten Kontaktgruppe 7 zugewandten Ende ein radial nach innen gerichtetes Haltemittel 41 auf, welches in dieser Schalterstellung vollständig in ein dem zweiten Lichtbogen-Kontakt zugeordnetes Gegenhaltemittel 42 eingreift und mit diesem eine lösbare Schnappverbindung 43 bildet.

[0078] In der in **Figur 10** dargestellten zweiten Öffnungsstellung ist der erste Nominal-Kontakt 5 in einer Öffnungsrichtung 24 (hier nach links) bereits etwas weiter geschoben worden, als in der ersten Öffnungsstellung. Die **Figur 10** zeigt den Trenner 10 bereits in der zweiten Öffnungsstellung, wobei das Gehäuse 2 in der **Fig. 10** weggelassen worden ist. Die erste Öffnungsstellung wird anhand der **Fig. 13** erläutert werden. Zurückkommend auf **Fig. 10** ist festzustellen, dass die erste Kontaktgruppe 4 nach wie vor ohne Lichtbogenbildung über die Schnappverbindung 43 und den zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 mit der zweiten Kontaktgruppe 7 verbunden ist.

[0079] Beim Öffnen des Trenners 10 wurde die erste Kontaktgruppe 4 innerhalb eines ersten Positionsbereichs 44 der ersten Kontaktgruppe 4 relativ zum zweiten Nominal-Kontakt 8 und zur Trennachse 11 in Öffnungsrichtung 24 verschoben. Aufgrund der komplementär geformten Geometrie des Haltemittels 41 und des Gegenhaltemittels 42 entsteht eine radial zur Trennachse 11 wirkende Haftkraft/Haftwirkung. Diese Haftkraft ist dabei so festgelegt, dass der zweite Lichtbogen-Kontakt 9 innerhalb des ersten Positionsbereichs 44 über die Schnappverbindung 43 am ersten Nominal-Kontakt 5 ge-

halten bleibt. Durch die Verschiebung des zweiten Lichtbogen-Kontakts 9 wird das als Feder ausgestaltete, zweite Rückholsystem 40 vorgespannt, so dass dieses eine Vorspannkraft aufbaut.

[0080] In der **Figur 11** wurde der erste Nominal-Kontakt 5 in einer Öffnungsrichtung 24 (hier nach links) noch etwas weiter geschoben worden, als in der in **Fig. 10** gezeigten Öffnungsstellung, wobei das Gehäuse 2 in der **Fig. 11** weggelassen worden ist. Dabei wurde ein vordefinierter Schwellwert der Haftwirkung der Schnappverbindung 43 in Richtung der Trennachse 11 beim Übertritt der ersten Kontaktgruppe 4 bzw. des ersten Nominal-Kontakts 5 in einen an den ersten Positionsbereich 44 anschliessenden zweiten Positionsbereich 45 überschritten. Bei diesem Überschreiten wurde der mechanische Kontakt zwischen der ersten Kontaktgruppe 4 und der zweiten Kontaktgruppe 7 unterbrochen, indem die ausrastbare Schnappverbindung ausgerastet hat, so dass der erste Nominal-Kontakt 5 vom zweiten Nominal-Kontakt 8 getrennt wurde. In der Folge wird der Strompfad des Trenners 10 von nun an nicht mehr Nominalstrompfad genannt, sondern Unterbrechungs-Strompfad 14.

[0081] Beim Übertritt in den zweiten Positionsbereich 45 wird der zweite Lichtbogen-Kontakt 9 vom zweiten Rückholsystem 40 entgegen der Öffnungsrichtung 24 rückgeholt wird, so dass die zweite Kontaktgruppe 7 von der ersten Kontaktgruppe 4 elektrisch getrennt wird.

[0082] Auf die gestrichelt dargestellten Ausschnitte in den **Figuren 9-11** wird anhand der **Figuren 12-15** nachfolgend noch detailliert eingegangen.

[0083] In **Figur 12** ist eine Ausschnittvergrößerung der **Figur 9** der ersten Kontaktgruppe 4 und der zweiten Kontaktgruppe 7 in der vollständig geschlossenen Schalterstellung gezeigt. Der Nominalstrompfad führt vom zweiten Nominal-Kontakt 8 über die Spiralkontaktfeder 22 zum ersten Nominal-Kontakt 5.

[0084] In den **Figuren 13-15** wurde die gestrichelte Grenze des Ausschnittes im Stil analog zu **Fig. 12** nicht mehr dargestellt.

[0085] In der **Figur 13** wurde der erste Nominal-Kontakt 5 in einer Öffnungsrichtung 24 (hier nach links) in eine erste Öffnungsstellung geschoben worden. Der mechanische Kontakt vom ersten Nominal-Kontakt 5 zum zweiten Nominal-Kontakt 8 über die Spiralkontaktfeder 22 wurde unterbrochen, worauf der Strom vom Nominalstrompfad auf den über den zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 führenden Unterbrechungs-Strompfad kommutierte.

[0086] Der zweite Lichtbogen-Kontakt 9 weist in einem Abschnitt, welcher den im dritten Streckenabschnitt 29 bildet, mindestens ein radial zur Trennachse 11 bewegbares erstes Federelement 46 aufweist. In Wirklichkeit weist ist hülsenförmige zweite Lichtbogen-Kontakt 9 in Richtung der Trennachse 11 mehrfach geschlitzt, so dass seine spannzangenartigen Finger eine Vielzahl von auf seinem Umfang angeordneten ersten Federelementen 46 aufweist.

[0087] In der **Figur 14** wurde der erste Nominal-Kon-

takt 5 in Öffnungsrichtung 24 noch etwas weiter in die zweite Öffnungsstellung geschoben. Die Federelemente 46 sind so gestaltet, dass deren radial zur Trennachse 11 bewegliche Finger den zweiten Streckenabschnitt 28 des S-förmigen Strompfadabschnitts 23 am Vorbeifahren in Öffnungsrichtung 24 hindern, indem sie ihm einen mechanischen Widerstand entgegensetzen. Aus diesem Grund bildet das im Längsquerschnitt gesehen hügelförmige Federelement 46 das Gegenhaltemittel 42 und der konvexe zweite Streckenabschnitt 28 das Haltemittel 41 der Schnappverbindung 43. Bei diesem Trenner 10 ist der dritte Streckenabschnitt 29 am zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 angeordnet und der erste Streckenabschnitt 27 sowie der zweite Streckenabschnitt 28 sind am ersten Lichtbogen-Kontakt 6 angeordnet.

[0088] Aufgrund der komplementär geformten Geometrie des Haltemittels 41 und des Gegenhaltemittels 42 entsteht eine radial zur Trennachse 11 wirkende Haftkraft/Haftwirkung. Durch die Verschiebung des zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 wird das zweite Rückholssystem 40 vorgespannt, so dass dieses eine Vorspannkraft aufbaut. In der in Fig. 14 gezeigten Öffnungsstellung befindet sich der erste Nominal-Kontakt 5 noch innerhalb des ersten Positionsbereichs.

[0089] In der **Figur 15** wurde der erste Nominal-Kontakt 5 in Öffnungsrichtung 24 noch etwas weiter in die dritte Öffnungsstellung geschoben. Die von den als Gegenhaltemittel 42 eingesetzten Federelemente 46 maximal aufbringbare Haftkraft wurde beim Übertritt in den zweiten Positionsbereich überschritten. Daraufhin feder-ten die Federelemente 46 radial nach innen in Richtung der Trennachse, so dass der nun als erster Lichtbogen-Kontakt 6 wirkende erste Nominal-Kontakt am hügelförmigen Federelement 46 in Öffnungsrichtung 24 vorbeiziehen konnte. In Fig. 15 ist das zweite Rückholssystem 40 maximal vorgespannt, kurz vor der Rückholung in seine Ausgangsposition gezeigt.

[0090] Sobald sich der erste Lichtbogen-Kontakt 6 und der zweite Lichtbogen-Kontakt 9 nicht mehr berührten, bildete sich ein Lichtbogen 25 zwischen dem zweiten Streckenabschnitt 28 und dem dritten Streckenabschnitt 29 des dritten Federelements 46.

[0091] Die **Figur 16** zeigt den Nominalstrompfad des Trenners nach Fig. 15, wo der mechanische Kontakt zwischen der ersten Kontaktgruppe und der zweiten Kontaktgruppe unterbrochen ist, so dass sich der Lichtbogen 25 an der anhand Fig. 15 beschriebenen Stelle gebildet hat. Dabei hat der Lichtbogen 25 einen Fusspunkt auf einer Flanke des Federelements 46, welche Flanke einem weiteren Abbrandelement 47 zugewandt ist. Jenes weitere Abbrandelement 47 ist an einem der ersten Kontaktgruppe 4 zugewandten Ende des zweiten Lichtbogen-Kontakts 9 angeordnet und der ersten Kontaktgruppe 4 zugewandt. Der Anders ausgedrückt hat der Lichtbogen 25 seinen Fusspunkt bei dessen Entstehung im Betrieb des Trenners auf dem Federelement 46, dessen Flanke ebenfalls noch einer Abbrandzone des Lichtbogens zugeordnet wird.

[0092] Zur besseren Erkennbarkeit des Unterbrechungs-Strompfades 14, des ersten Bauches 30 und des zweiten Bauches 31 des S-förmigen Strompfadabschnitts 23, sowie der daraus entstandenen ersten Magnetfeldkraft 32 und der zweiten Magnetfeldkraft 33 sind diese Elemente in der in Fig. 15 gezeigten Öffnungsstellung des Trenners 10 in **Figur 17** nochmals grafisch illustriert dargestellt. Die Fig. 17 dient im Weiteren auch zum Verständnis der Ausführungen im Zusammenhang mit Fig. 14. In der in den Fig. 15-17 gezeigten Öffnungsstellung des Trenners 10 ist die zweite Magnetfeldkraft 33 maximal und übt daher auf den Lichtbogen 25 einen grösseren magnetischen Druck aus, als in der in Fig. 18 gezeigten Öffnungsstellung.

[0093] In der **Figur 18** wurde der erste Lichtbogen-Kontakt 6 mit dem ersten Nominal-Kontakt 5 noch etwas weiter in Öffnungsrichtung 24 in die vierte Öffnungsstellung geschoben, während das zweite Rückholssystem 40 den zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 bereits etwas entgegen der Öffnungsrichtung gegen seine Ausgangsposition zurückgezogen hat. Der Lichtbogen 25 hat nicht zuletzt aufgrund des magnetischen Druckes durch die zweiten Magnetfeldkraft 33 seinen Fusspunkt vom ersten Federelement 46 zum weiteren Abbrandelement 47 hin verlagert.

[0094] In der in **Figur 19** gezeigten Stellung wurde der erste Lichtbogen-Kontakt 6 mit dem ersten Nominal-Kontakt 5 noch etwas weiter in Öffnungsrichtung 24 in die fünfte Öffnungsstellung geschoben. Dabei wurde der zu überbrückende elektrische Widerstand des Isoliergases schliesslich so gross, dass der Lichtbogen 25 erlischt, also unterbrochen wird (dargestellt in Fig. 19 mit einem Kreuz), so dass die zweite Kontaktgruppe 7 von der ersten Kontaktgruppe 4 elektrisch vollständig getrennt wird.

[0095] Im Stile der in den Fig. 12-15 dargestellten Ausführungsform eines zweiten Trenners 10 zeigen die Fig. 20-22 eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemässen Trenners 100. Jener Trenner 100 ist nun ein Trenner eines zweiten Typs.

[0096] Dementsprechend zeigt **Figur 20** eine obere Hälfte der dritten Ausführungsform eines erfindungsgemässen Trenners 100 im Längsschnitt entlang einer Trennachse 11. Die erste Kontaktgruppe 4 und die zweite Kontaktgruppe 7 sind wiederum mittels eines Isoliergases in einem metallgekapselten Gehäuse 2 angeordnet und der Trenner 10 ist in seiner geschlossenen Stellung gezeigt, in welcher der erste Nominal-Kontakt 5 mit dem zweiten Nominal-Kontakt 8 elektrisch und mechanisch in Verbindung steht. Nachfolgend wird lediglich auf Unterschiede der zweiten Ausführungsform des Trenners 100 zur zweiten Ausführungsform des vorgehend beschriebenen Trenners 10 eingegangen.

[0097] Im Unterschied zur zweiten Ausführungsform des Trenners 10 ist der zweite Lichtbogen-Kontakt 9 nun nicht mehr beweglich, sondern stationär im Trenner 100 angeordnet, so dass im zweite Kontaktgruppe 7 auch kein zweites Rückholssystem 40 mehr erforderlich ist. Stattdessen verfügt nun die erste Kontaktgruppe 4 über

ein erstes Rückholsystem 48.

[0098] Dieser Trenner 100 weist einen ersten Lichtbogen-Kontakt 6 aufweist, welcher distal räumlich separat vom ersten Nominal-Kontakt 5 angeordnet ist, so dass der über den ersten und zweiten Nominal-Kontakt führende Nominalstrompfad beim Öffnen des Trenners 100 bereits nach dem Unterbrechen des Nominalstrompfads auf das Abbrandsystem mit dem ersten Lichtbogen-Kontakt 6 und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 auf einen Unterbrechungs-Strompfad kommutiert, ohne dass dabei bereits ein Lichtbogen erzeugt wird. In der verfügt der Trenner 100 über eine Nominal-Kontakt-Trennstelle 13, welche räumlich von der Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle 34 entfernt ist.

[0099] Sowohl der erste Nominal-Kontakt 5, als auch der zweite Nominal-Kontakt 8 und der zweite Lichtbogen-Kontakt 9 sind zumindest abschnittsweise hülsenförmig. Dabei ist der erste Lichtbogen-Kontakt 6 relativ zum ersten Nominal-Kontakt 5 entlang der Trennnachse 11 beweglich angeordnet. Eine Zug-/Druckfeder des ersten Rückholsystems 48 erstreckt sich um den ersten Lichtbogen-Kontakt 6, der an seinem der zweiten Kontaktgruppe 7 zugewandten ersten Ende stiftförmig ausgebildet ist.

[0100] In der in Fig. 20 gezeigten Position des Trenners 100 ist der erste Lichtbogen-Kontakt 6 mit dem zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 mechanisch und elektrisch über eine Schnappverbindung 43 verbunden.

[0101] In der in **Figur 21** dargestellten ersten Öffnungsstellung ist der erste Nominal-Kontakt 5 in einer Öffnungsrichtung 24 (hier nach links) bereits etwas weiter geschoben worden, als in der geschlossenen Stellung von Fig. 20. Aus Fig. 21 geht hervor, dass die erste Kontaktgruppe 4 nach wie vor ohne Lichtbogenbildung über die Schnappverbindung 43 und den zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 mit der zweiten Kontaktgruppe 7 verbunden ist, weil der erste Nominal-Kontakt 5 vom zweiten Nominal-Kontakt 8 weggezogen worden ist.

[0102] Beim Öffnen des Trenners 100 wurde die erste Kontaktgruppe 4 innerhalb eines ersten Positionsbereichs 44 der ersten Kontaktgruppe 4 relativ zum zweiten Nominal-Kontakt 8 und zur Trennnachse 11 in Öffnungsrichtung 24 verschoben. Aufgrund der komplementär geformten Geometrie des Haltemittels 41 und des Gegenhaltemittels 42 entsteht wiederum eine radial zur Trennnachse 11 wirkende Haftkraft/Haftwirkung. Diese Haftkraft ist dabei so festgelegt, dass der erste Lichtbogen-Kontakt 6 innerhalb des ersten Positionsbereichs 44 über die Schnappverbindung 43 am zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 gehalten bleibt. Durch die Verschiebung des ersten Lichtbogen-Kontakts 6 wird das als Feder ausgestaltete, erste Rückholsystem 48 vorgespannt, so dass dieses eine Vorspannkraft aufbaut.

[0103] In der **Figur 22** wurde der erste Nominal-Kontakt 5 in einer Öffnungsrichtung 24 noch etwas weiter geschoben worden, als in der in Fig. 21 gezeigten Öffnungsstellung, wobei das Gehäuse 2 in der Fig. 22 wieder weggelassen worden ist. Dabei wurde ein vordefi-

nierter Schwellwert der Haftwirkung der Schnappverbindung 43 in Richtung der Trennnachse 11 beim Übertritt der ersten Kontaktgruppe 4 bzw. des ersten Nominal-Kontakts 5 in einen an den ersten Positionsbereich 44 anschliessenden zweiten Positionsbereich 45 überschritten. Bei diesem Überschreiten wurde der mechanische Kontakt zwischen der ersten Kontaktgruppe 4 und der zweiten Kontaktgruppe 7 unterbrochen, indem die Schnappverbindung 43 ausgerastet hat, so dass der erste Lichtbogen-Kontakt 5 vom zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 getrennt wurde.

[0104] Beim Übertritt in den zweiten Positionsbereich 45 wird der zweite Lichtbogen-Kontakt 9 vom ersten Rückholsystem 48 in der Öffnungsrichtung 24 wiederum ruckartig zurückgezogen, so dass die zweite Kontaktgruppe 7 von der ersten Kontaktgruppe 4 zeitlich innert Sekundenbruchteilen elektrisch getrennt wird.

[0105] Der Trenner 100 verfügt aufgrund der separierten Nominalstrompfade und Unterbrechungs-Strompfade über eine Nominal-Kontakt-Trennstelle 13, welche räumlich von der Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle 34 entfernt ist.

[0106] Die **Figur 23** ist eine vergrößerte Ansicht des in Fig. 22 gestrichelt dargestellten Ausschnittes, welche nun nicht nur die obere Hälfte der Kontaktanordnung zeigt, sondern die ganze Kontaktanordnung. Zugunsten der besseren Verständlichkeit ist der Unterbrechungs-Strompfad 14 dennoch nur in der oberen Hälfte der Kontaktanordnung gezeigt. Aus der Fig. 23 geht hervor, dass der erste Bauch 30 des S-förmigen Strompfadabschnitts 23 am zweiten Ende des zweiten Lichtbogen-Kontakts 9 angeordnet und der ersten Kontaktgruppe 4 zugewandt ist. Dementsprechend sind der erste Streckenabschnitt 27 sowie der zweite Streckenabschnitt 28 am zweiten Lichtbogen-Kontakt 9 angeordnet, während der dritte Streckenabschnitt 29 am ersten Lichtbogen-Kontakt 6 angeordnet. Der erste Lichtbogen-Kontakt 6 weist mehrere radial zur Trennnachse bewegbare zweite Federelemente 49 auf, welche derart geformt sind, dass sie mit dem zweiten Streckenabschnitt 28 des zweiten Lichtbogen-Kontakts 9 eine lösbare Schnappverbindung 43 bilden.

[0107] In der in Fig. 23 gezeigten Öffnungsstellung befindet sich die erste Kontaktgruppe 4 beziehungsweise der erste Nominal-Kontakt 5 noch innerhalb des ersten Positionsbereichs im Sinn von Fig. 21.

[0108] Bei dieser Ausführungsform des Trenners 100 wird ein Lichtbogen erstmals im Unterbrechungs-Strompfad gebildet, sobald der mit einem umlaufenden, radial hervorstehenden Ring (der das Gegenhaltemittel 42 bildet), an dem das Haltemittel 41 bildenden, im Längs-querschnitt konvex geformten zweiten Streckenabschnitt 28 gehalten. Bei dieser Ausführungsform des Trenners 100 dient der magnetische Druck mit der zweiten Magnetfeldkraft ausschliesslich dem Zweck, den Lichtbogen in die vordefinierbare Abbrandzone beim radial hervorstehenden Ring hin zu verschieben.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0109]

1, 10, 100	Trenner	5
2	metallgekapselftes Gehäuse	
3	Gasraum	
4	erste Kontaktgruppe	
5	erster Nominal-Kontakt	
6	erster Lichtbogen-Kontakt	10
7	zweite Kontaktgruppe	
8	zweiter Nominal-Kontakt	
9	zweiter Lichtbogen-Kontakt	
11	Trennachse	
12	Nominalstrompfad	15
13	Nominal-Kontakt-Trennstelle	
14	Unterbrechungs-Strompfad	
15	Nominalzuleiter	
16	Nominalabzweigleiter	
17	Scheibenisolatoren	20
18	Erdkontakt	
20	Führungskörper	
21	Antrieb	
22	Spiralkontaktfeder	
23	Strompfadabschnitt	25
24	Öffnungsrichtung	
25	Lichtbogen	
26	Hochachse	
27	erster Streckenabschnitt	
28	zweiter Streckenabschnitt	30
29	dritter Streckenabschnitt	
30	erster Bauch	
31	zweiter Bauch	
32	erste Magnetfeldkraft	
33	zweite Magnetfeldkraft	35
34	Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle	
35	Abbrandlelement	
36	Höhe des ersten Bauches	30
37	Höhe des zweiten Bauches	31
40	zweites Rückholsystem	40
41	Haltemittel	
42	Gegenhaltemittel	
43	Schnappverbindung	
44	erster Positionsbereich	
45	zweiter Positionsbereich	45
46	erstes Federelement	
47	weiteres Abbrandlelement	
48	erstes Rückholsystem	
49	zweites Federelement	50

Patentansprüche

1. Hochspannungs-Trenner (1, 10, 100), umfassend eine erste Kontaktgruppe (4) mit einem ersten Nominal-Kontakt (5) und einem ersten Lichtbogen-Kontakt (6), sowie eine zweite Kontaktgruppe (7) mit einem zweiten No-

minal-Kontakt (8) und einem zweiten Lichtbogen-Kontakt (9),
wobei zum Öffnen des Trenners die erste Kontaktgruppe (4) von der zweiten Kontaktgruppe (7) entlang einer Trennachse (11) derart wegbewegbar ist, dass ein sich vom ersten Nominal-Kontakt (5) zum zweiten Nominal-Kontakt (8) erstreckender Nominalstrompfad (12) an einer Nominal-Kontakt-Trennstelle (13) und ein sich von der ersten Kontaktgruppe (4) zur zweiten Kontaktgruppe (7) erstreckender Unterbrechungs-Strompfad (14) an einer Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle (34) unterbrechbar sind,
dadurch gekennzeichnet, dass der Unterbrechungs-Strompfad (14) einen Strompfadabschnitt (23) aufweist, der sich quer zur Trennachse (11) erstreckt und dass der Strompfadabschnitt (23) eine S-Form aufweist,
und wobei der S-förmige Strompfadabschnitt (23) in Serie einen ersten Streckenabschnitt (27), einen daran anschliessenden zweiten Streckenabschnitt (28) und einen daran anschliessenden dritten Streckenabschnitt (29) aufweist, so dass im Betrieb des Trenners eine Stromflussrichtung im ersten Streckenabschnitt (27) und im zweiten Streckenabschnitt (28) gegenläufig ist,
und so dass die Stromflussrichtung im zweiten Streckenabschnitt (28) gegenläufig zur Stromflussrichtung im dritten Streckenabschnitt (29) ist,
wobei der erste Streckenabschnitt (27) und der zweite Streckenabschnitt (28) einen ersten Bauch (30) des S-förmigen Strompfadabschnitts (23) begrenzen, und wobei der zweite Streckenabschnitt (28) und der dritte Streckenabschnitt (29) einen zweiten Bauch (31) des S-förmigen Strompfadabschnitts (23) begrenzen,
wobei der erste Bauch (30) von seiner Fläche her grösser als der zweite Bauch (31) ist, so dass eine erste Magnetfeldkraft (32) und ein ihr zugeordneter erster magnetischer Druck aufgrund des ersten Bauches (30) kleiner als eine zweite Magnetfeldkraft (33) und ein ihr zugeordneter zweiter magnetischer Druck aufgrund des zweiten Bauches (31) ist,
und wobei die Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle (34) auf der S-Form im Bereich des zweiten Bauches (31) angeordnet ist, derart dass beim Öffnen des Trenners im Unterbrechungs-Strompfad (14) ein Lichtbogen (25) erzeugbar und vom zweiten magnetischen Druck in eine vordefinierbare Abbrandzone abdrängbar ist.

2. Trenner (1, 10, 100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine sich quer zu einer Hochachse (26) des S-förmigen Strompfadabschnitts (23) erstreckende Tiefe (32) des ersten Bauches (30) mindestens so lang ist, wie die Länge des Lichtbogens (25) zwischen dem ersten Lichtbogen-Kontakt (6) und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt (9) in diesem Betriebszustand.

3. Trenner (1, 10, 100) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine sich in Richtung der Hochachse (26) des S-förmigen Strompfadabschnitts (23) erstreckende Höhe (36) des ersten Bauches betragsmässig grösser als die Tiefe (32) des ersten Bauches (30) ist. 5
4. Trenner (1, 10, 100) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verhältnis von der Höhe (36) des ersten Bauches zu einer sich ebenfalls in Richtung der Hochachse (26) des S-förmigen Strompfadabschnitts (23) erstreckenden Höhe (37) des zweiten Bauches betragsmässig mindestens 1.5 : 1 beträgt, vorzugsweise mehr als 2 : 1 beträgt. 10
5. Trenner (1, 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Kontaktgruppe (4) mit einem Antrieb (21) des Trenners relativ zur zweiten Kontaktgruppe (7) bewegbar ist, wobei der erste Lichtbogen-Kontakt (6) zumindest an dessen der zweite Kontaktgruppe (7) zugewandten ersten Ende hülsenförmig ausgebildet ist, und wobei der erste Bauch (30) des S-förmigen Strompfadabschnitts (23) am ersten Ende des ersten Lichtbogen-Kontakts (6) angeordnet und der zweiten Kontaktgruppe (7) zugewandt ist. 15 20 25
6. Trenner (1, 10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Lichtbogen-Kontakt (6) in den ersten Nominal-Kontakt (5) integriert ist. 30
7. Trenner (10) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Streckenabschnitt (29) am zweiten Lichtbogen-Kontakt (9) angeordnet und der erste Streckenabschnitt (27) sowie der zweite Streckenabschnitt (28) am ersten Lichtbogen-Kontakt (6) angeordnet sind, wobei der zweite Lichtbogen-Kontakt (9) im dritten Streckenabschnitt (29) mindestens ein radial zur Trennachse (11) bewegbares erstes Federelement (46) aufweist, welches derart geformt ist, dass es mit dem zweiten Streckenabschnitt (29) des ersten Lichtbogen-Kontakts (9) eine lösbare Schnappverbindung (43) bildet. 35 40
8. Trenner (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine erste Federelement (46) ebenfalls in der Abbrandzone angeordnet und derart geformt ist, dass der zwischen dem ersten Lichtbogen-Kontakt (6) und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt (9) erzeugbare Lichtbogen (25) bei dessen Entstehung im Betrieb des Trenners (10) einen Fusspunkt auf dem mindestens einen ersten Federelement (46) hat. 45 50
9. Trenner (10) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Lichtbogen-Kontakt (9) mit einem zweiten Rückholsystem (40) verbunden ist, 55
10. Trenner (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Kontaktgruppe (4) mit einem Antrieb (21) des Trenners relativ zur zweiten Kontaktgruppe (7) bewegbar ist, und dass der erste Lichtbogen-Kontakt (6) körperlich vom ersten Nominal-Kontakt (5) separiert, aber elektrisch dennoch mit diesem verbunden ist, so dass sich im Betrieb des Trenners (100) nach der Unterbrechung des Nominalstrompfades (12) und der Kommutierung des Stromfades auf das Abbrandsystem mit dem ersten Lichtbogen-Kontakt (6) und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt (9) der Unterbrechungs-Strompfad (14) vor dem Öffnen des Unterbrechungs-Strompfades (14) an der Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle (34) beim ersten Lichtbogen-Kontakt (6) und dem zweiten Lichtbogen-Kontakt (9) erstreckt, und wobei der zweite Lichtbogen-Kontakt (9) zumindest an dessen der ersten Kontaktgruppe (4) zugewandten zweiten Ende hülsenförmig ausgebildet ist, und wobei der erste Bauch (30) des S-förmigen Strompfadabschnitts (23) am zweiten Ende des zweiten Lichtbogen-Kontakts (9) angeordnet und der ersten Kontaktgruppe (4) zugewandt ist, und wobei der erste Lichtbogen-Kontakt (6) zumindest an dessen der zweiten Kontaktgruppe (7) zugewandten ersten Ende stiftförmig ausgebildet ist. 5
11. Trenner (100) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Streckenabschnitt (29) am ersten Lichtbogen-Kontakt (6) angeordnet und der erste Streckenabschnitt (27) sowie der zweite Stre-

ckenabschnitt (28) am zweiten Lichtbogen-Kontakt (9) angeordnet sind,
wobei der erste Lichtbogen-Kontakt (6) im dritten Streckenabschnitt (29) angeordnet ist und mindestens ein radial zur Trennachse bewegbares zweites Federelement (49) aufweist, welches derart geformt ist, dass es mit dem zweiten Streckenabschnitt (28) des zweiten Lichtbogen-Kontakts (9) eine lösbare Schnappverbindung (43) bildet.

12. Trenner (100) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Lichtbogen-Kontakt (6) mit einem ersten Rückholsystem (48) verbunden ist, und dass die lösbare Schnappverbindung (43) derart ausgebildet ist, dass beim Öffnen des Trenners (100) die erste Kontaktgruppe (4) innerhalb eines ersten Positionsbereichs (44) der ersten Kontaktgruppe (4) relativ zweiten Nominal-Kontakt (8) und zur Trennachse (11) in einer Öffnungsrichtung (24) bewegbar ist, während der erste Lichtbogen-Kontakt (6) am zweiten Lichtbogen-Kontakt (9) festhaltbar ist, während das erste Rückholsystem (48) vorgespannt wird und eine Vorspannkraft aufbaut, und wobei beim Übertritt der ersten Kontaktgruppe (4) in einen an den ersten Positionsbereich (44) anschliessenden zweiten Positionsbereich (45) die Vorspannkraft des ersten Rückholsystems (48) grösser ist als eine in Richtung der Trennachse (11) wirkende, vordefinierbare Haltekraft der lösbaren Schnappverbindung (43), so dass der erste Lichtbogen-Kontakt (6) vom ersten Rückholsystem (48) in Öffnungsrichtung (24) rückgeholt wird, so dass die zweite Kontaktgruppe (7) von der ersten Kontaktgruppe (4) elektrisch getrennt wird.

13. Schaltanlage mit einem Trenner (1, 10, 100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schaltanlage eine luftisolierte Schaltanlage, eine gasisolierte Schaltanlage oder eine Mischung aus einer luftisolierten Schaltanlage und einer gasisolierten Schaltanlage ist.

14. Verfahren zum Öffnen eines elektrischen Trenners (1, 10, 100), umfassend die folgenden Schritte:

- a. **Bereitstellen** eines Hochspannungs-Trenners (1, 10, 100) mit einer ersten Kontaktgruppe (4), wobei die ersten Kontaktgruppe (7) einen ersten Nominalkontakt (5) und einen ersten Lichtbogen-Kontakt (6) umfasst, sowie einer zweiten Kontaktgruppe (7), wobei die zweite Kontaktgruppe (7) einen zweiten Nominalkontakt (8) und einen zweiten Lichtbogen-Kontakt (9) umfasst, wobei zum Öffnen des Trenners die erste Kontaktgruppe (4) von der zweiten Kontaktgruppe (7) entlang einer Trennachse (11) derart weg-
bewegbar ist, dass ein sich vom ersten Nominal-

Kontakt (5) zum zweiten Nominal-Kontakt (8) erstreckender Nominalstrompfad (12) an einer Nominal-Kontakt-Trennstelle (13) unterbrechbar, sowie einen Unterbrechungs-Strompfad (14), der an einer Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle (34) unterbrechbar sind,

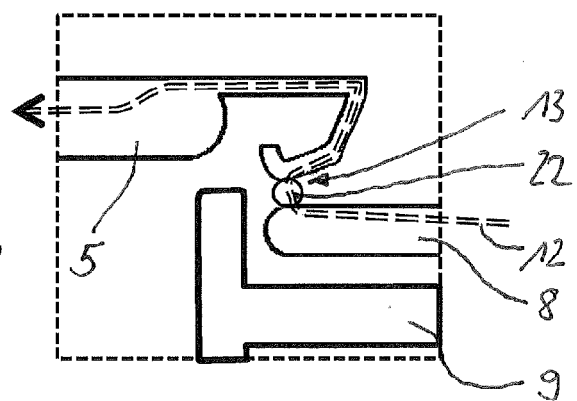
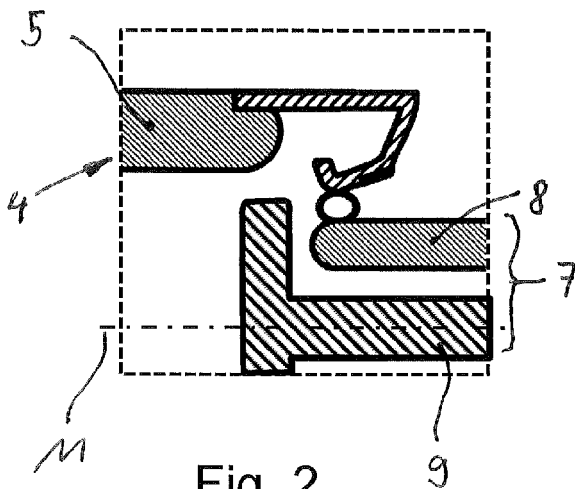
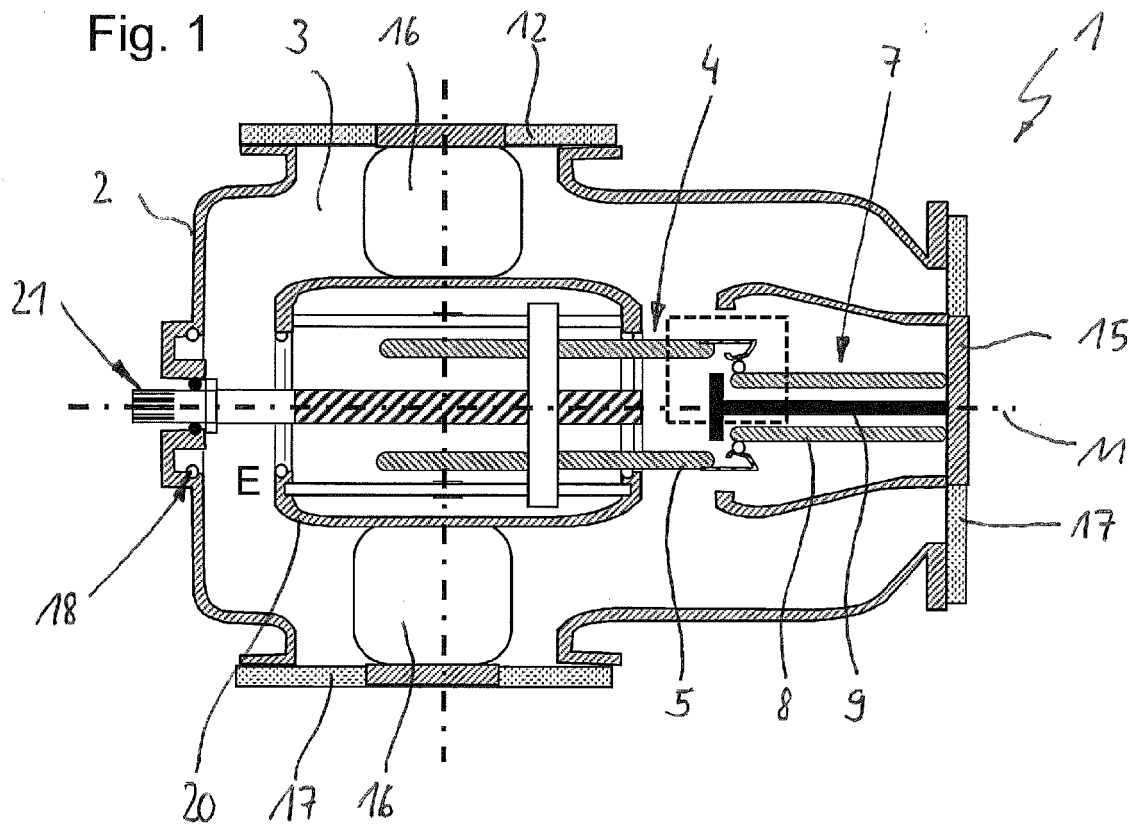
b. **Bewegen** einer Kontaktgruppe (4, 7) in Öffnungsrichtung (24) entlang der Trennachse (11), bis ein über den ersten Nominal-Kontakt (5) und den zweiten Nominal-Kontakt (8) führender Nominalstrompfad (12) unterbrochen wird,

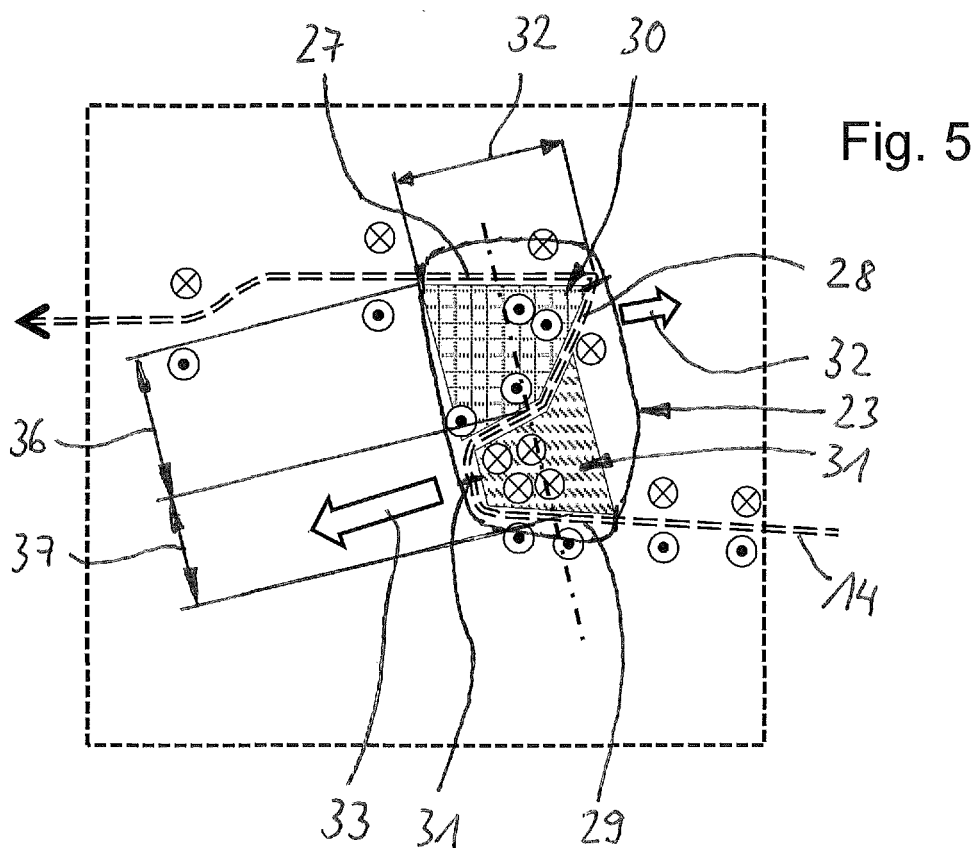
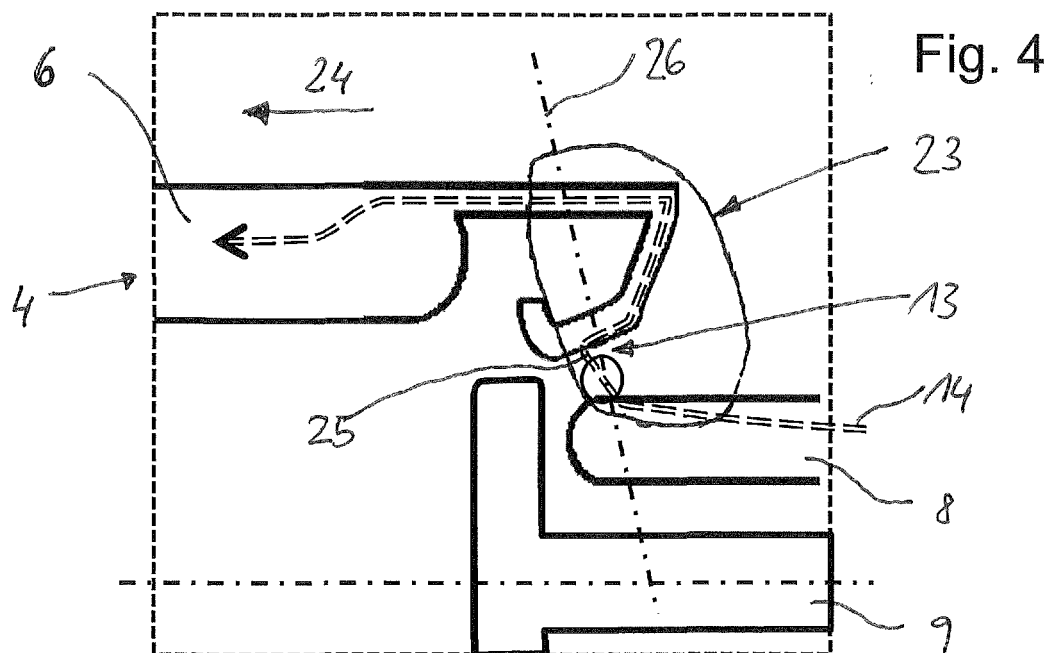
c. **Erzeugen** eines elektrischen Lichtbogens (25) zwischen der ersten Kontaktgruppe (4) und der zweiten Kontaktgruppe (7) an der Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle (34);

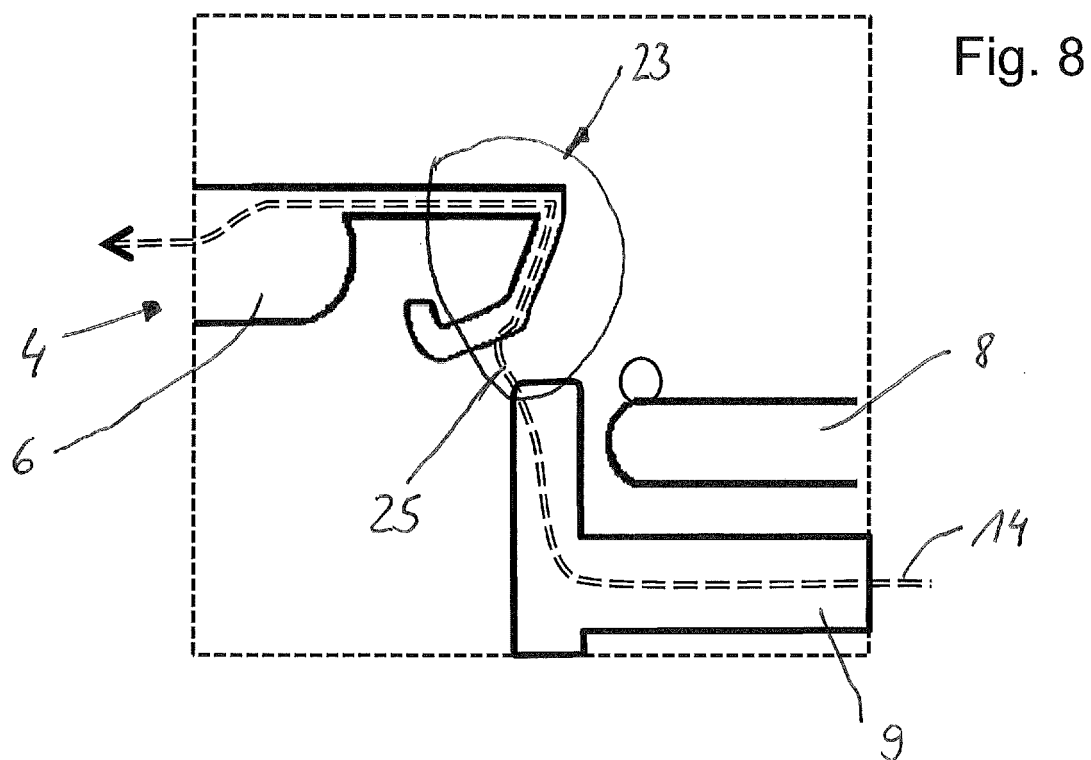
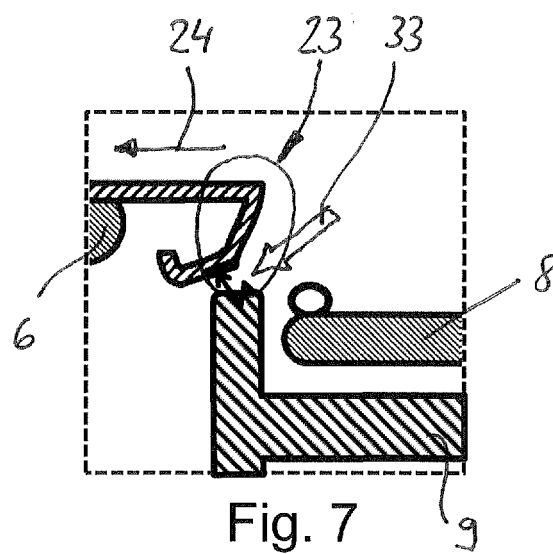
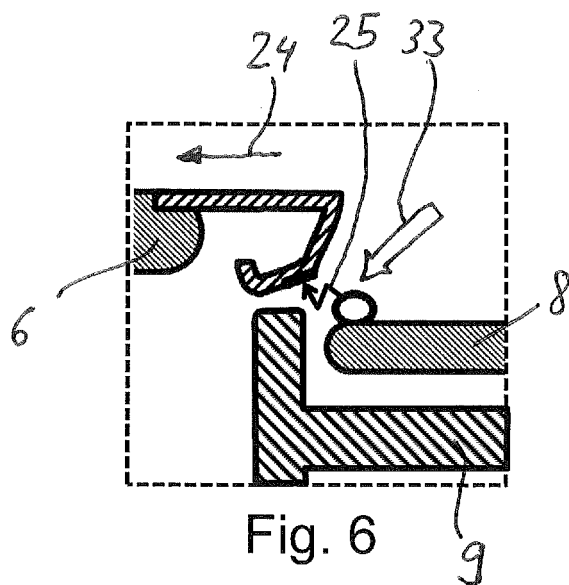
d. **Kommutieren** des Nominalstrompfades (12) auf den Unterbrechungs-Strompfad (14);

gekennzeichnet durch die weiteren Schritte:
e. **Erzeugen** eines magnetischen Druckes auf den Lichtbogen (25) **dadurch**, dass der Unterbrechungs-Strompfad (14) einen Strompfadabschnitt (23) aufweist, der sich quer zur Trennachse (11) erstreckt und eine S-Form aufweist, wobei der S-förmige Strompfadabschnitt (23) in Serie einen ersten Streckenabschnitt (27), einen daran anschliessenden zweiten Streckenabschnitt (28) und einen daran anschliessenden dritten Streckenabschnitt (29) aufweist, so dass im Betrieb des Trenners eine Stromflussrichtung im ersten Streckenabschnitt (27) und im zweiten Streckenabschnitt (28) gegenläufig ist, und so dass die Stromflussrichtung im zweiten Streckenabschnitt (28) gegenläufig zur Stromflussrichtung im dritten Streckenabschnitt (29) ist, und wobei der erste Streckenabschnitt (27) und der zweite Streckenabschnitt (28) einen ersten Bauch (30) des S-förmigen Strompfadabschnitts (23) begrenzen, und wobei der zweite Streckenabschnitt (28) und der dritte Streckenabschnitt (29) einen zweiten Bauch (31) des S-förmigen Strompfadabschnitts (23) begrenzen, wobei der erste Bauch (30) von seiner Fläche her grösser als der zweite Bauch (31) ist, so dass eine erste Magnetfeldkraft (32) und ein ihr zugeordneter erster magnetischer Druck aufgrund des ersten Bauches (30) kleiner als eine zweite Magnetfeldkraft (33) und ein ihr zugeordneter zweiter magnetischer Druck aufgrund des zweiten Bauches (31) ist, und wobei die Lichtbogen-Kontakt-Trennstelle (34) auf der S-Form im Bereich des zweiten Bauches (31) angeordnet ist.

f. **Abdrängen** des Lichtbogens (25) mit der zweiten Magnetfeldkraft (33) in eine vordefinierbare Abbrandzone.







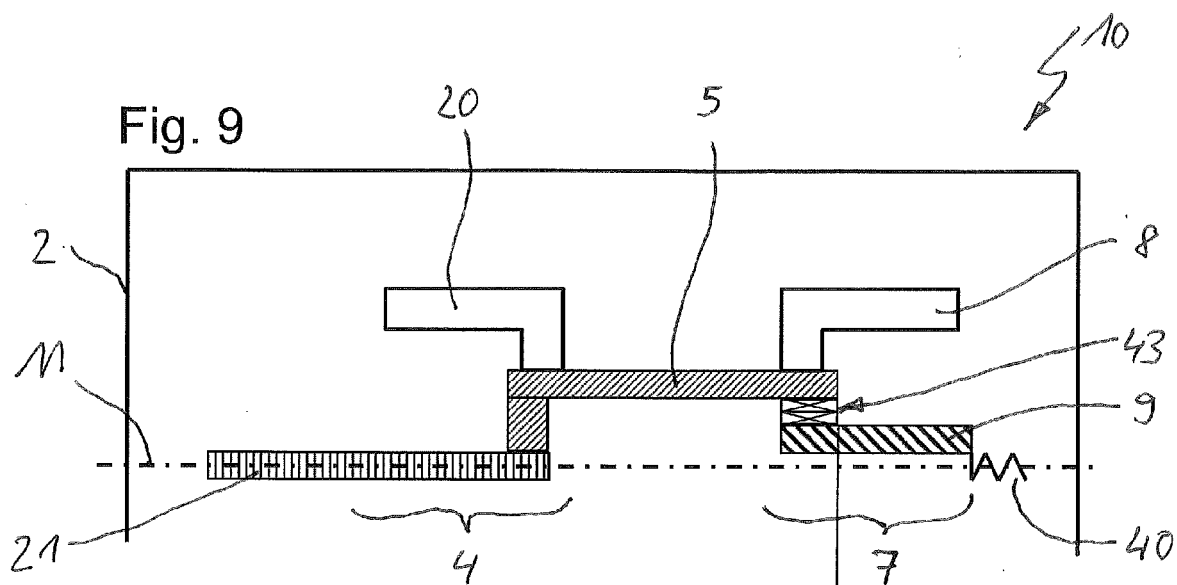


Fig. 10

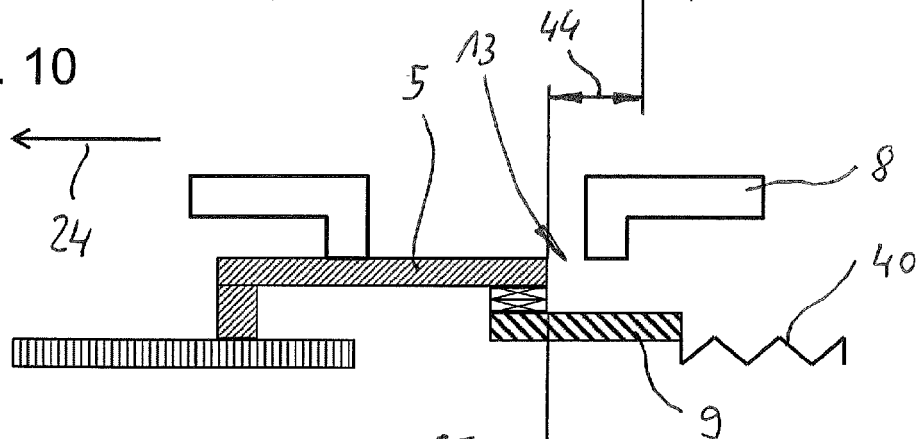
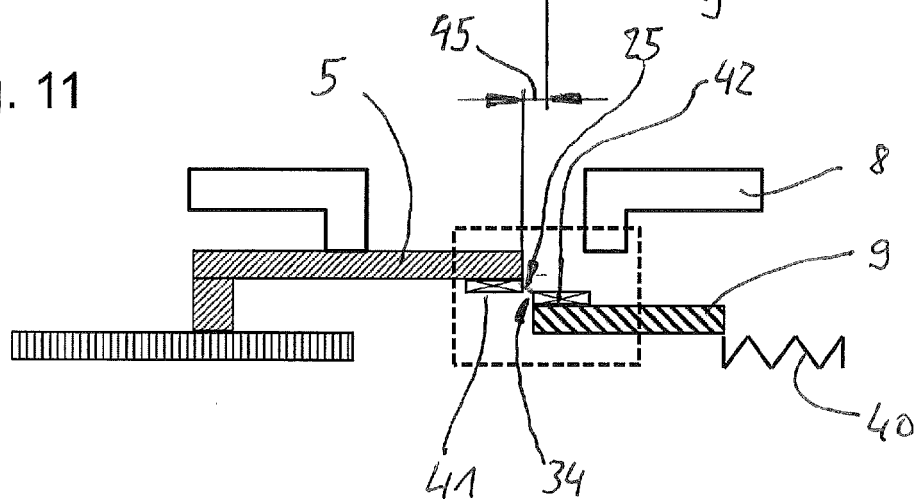


Fig. 11



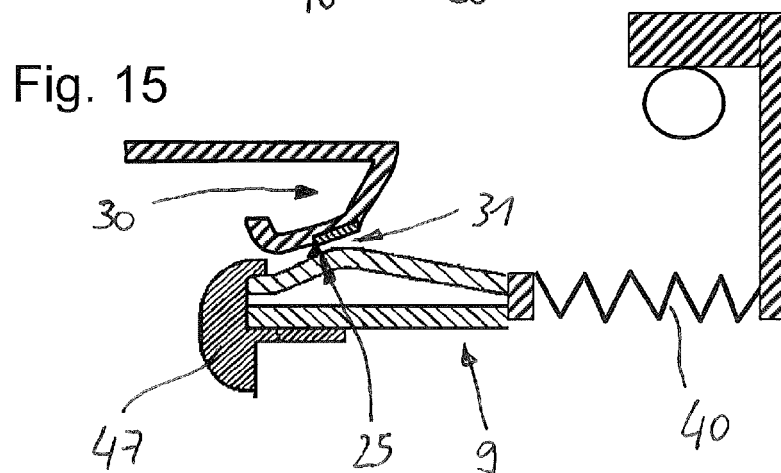
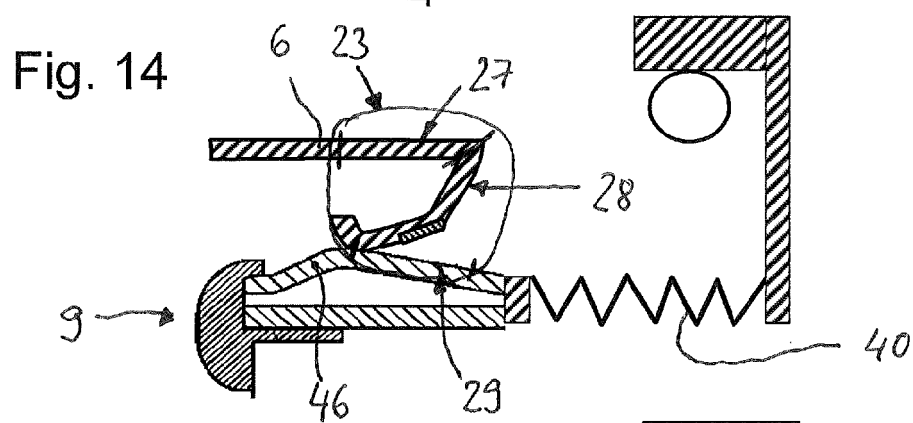
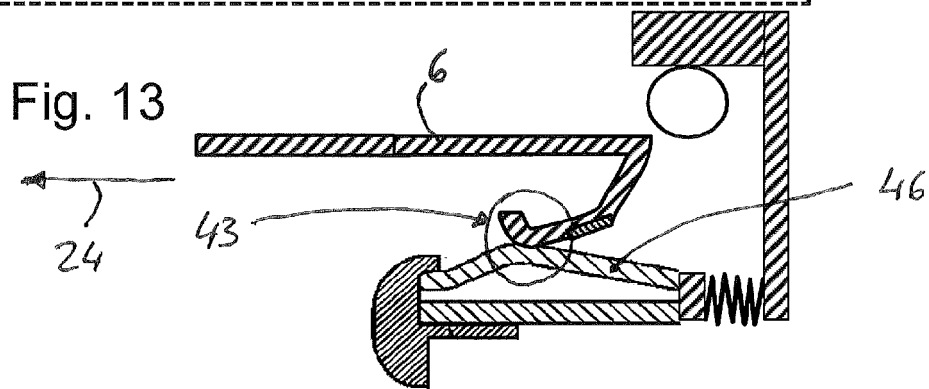
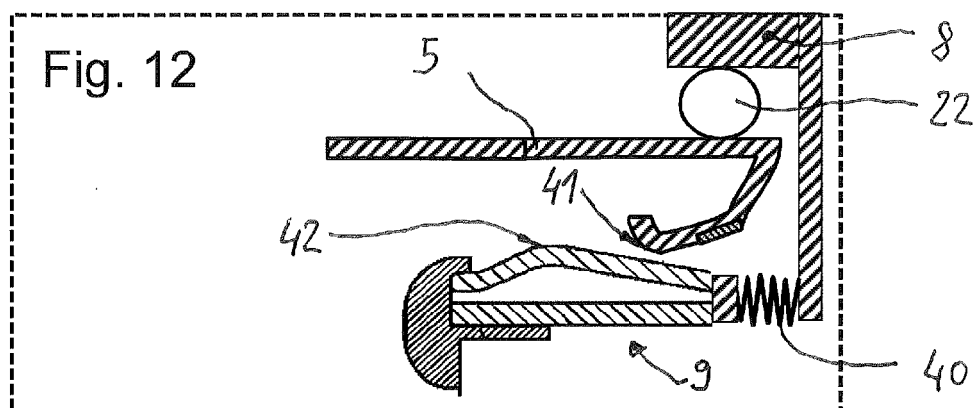


Fig. 16

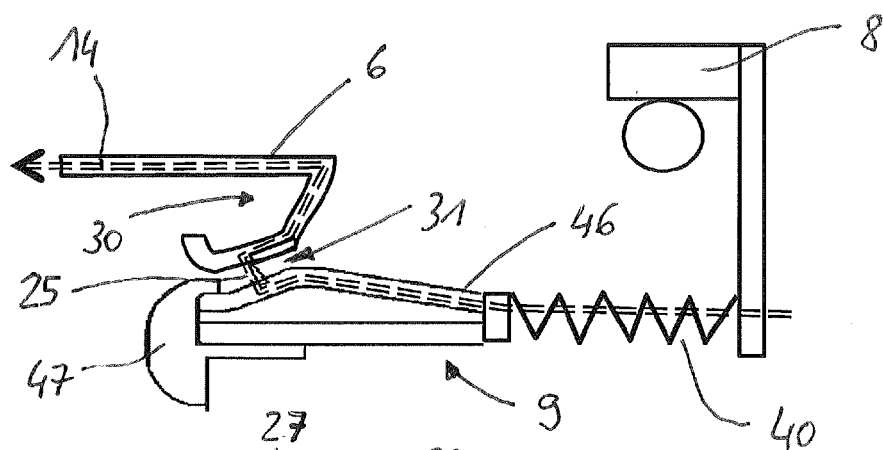


Fig. 17

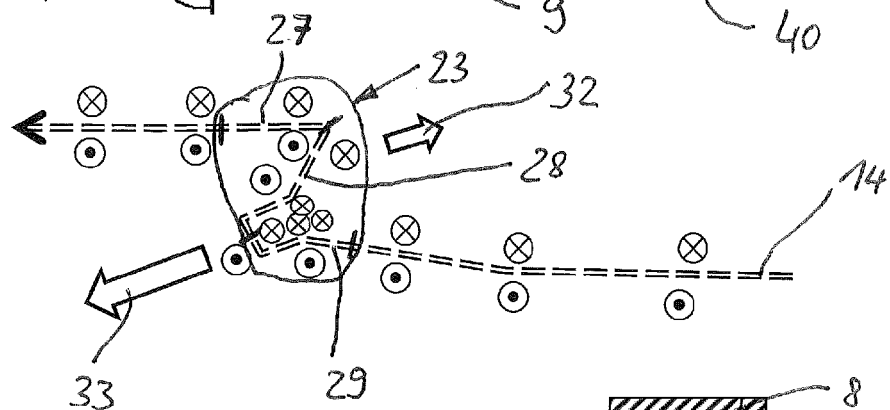


Fig. 18

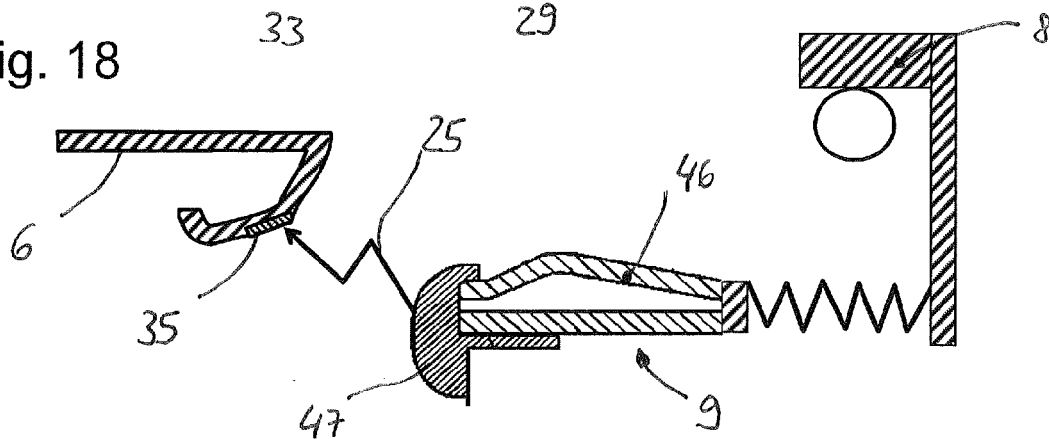


Fig. 19

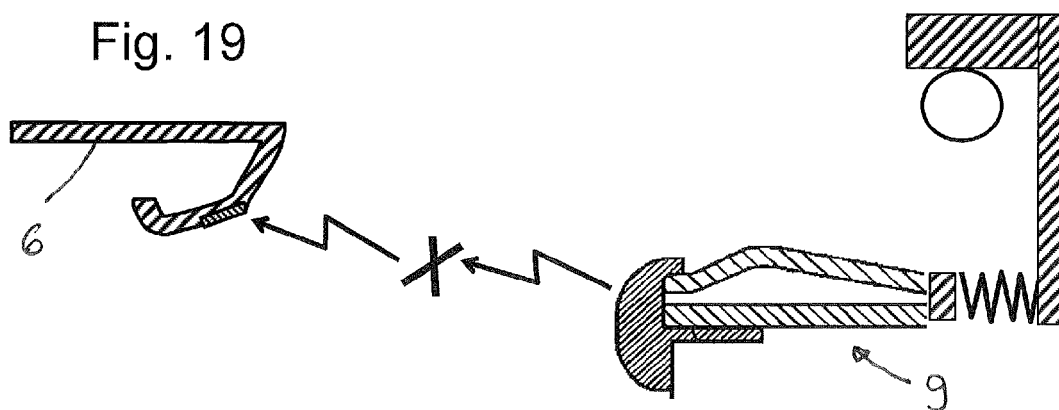


Fig. 20

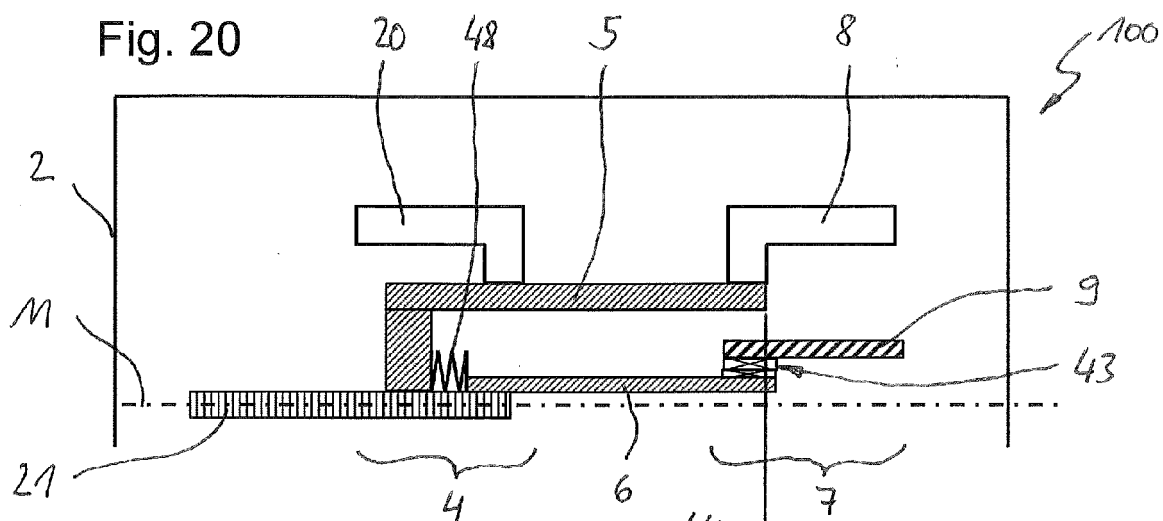


Fig. 21

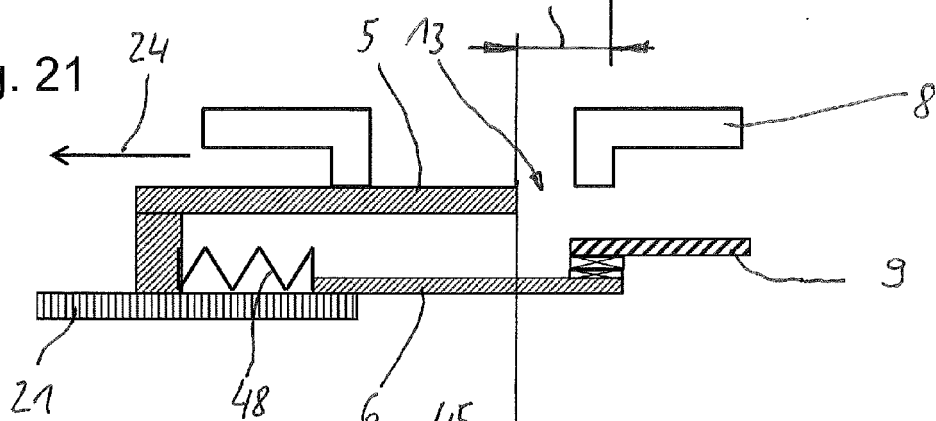
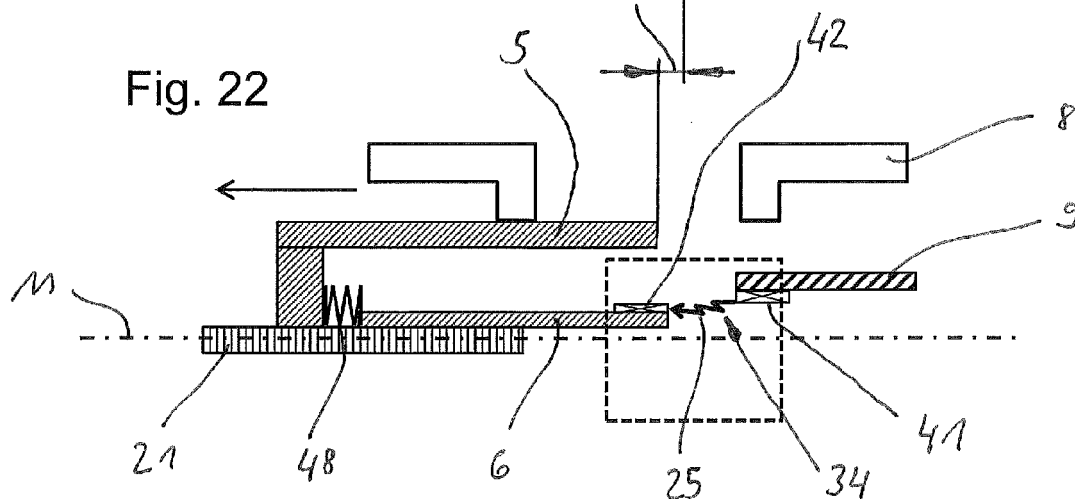
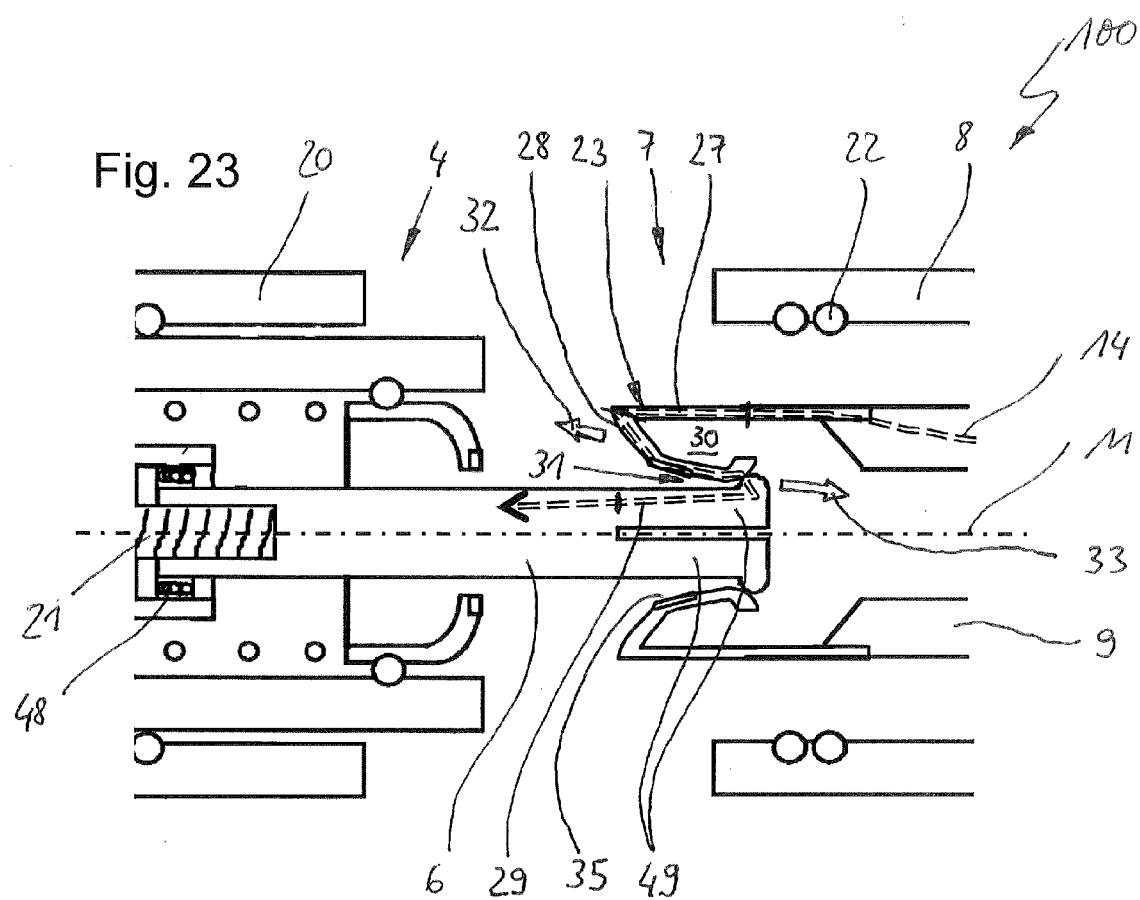


Fig. 22







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 19 6095

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	DE 198 30 232 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 13. Januar 2000 (2000-01-13) * Spalte 1, Zeile 11 - Spalte 3, Zeile 11; Abbildungen 1,2 *	1-6, 10-14 7-9	INV. H01H1/38 H01H33/64
X A	DE 29 25 162 A1 (BBC BROWN BOVERI & CIE) 4. Dezember 1980 (1980-12-04) * Seite 6, Zeile 7 - Seite 8, Zeile 25; Abbildung 1 *	1-6, 10-14 7-9	
X A	EP 1 054 419 A1 (ALSTOM [FR] AREVA T & D SA [FR]) 22. November 2000 (2000-11-22) * Absatz [0016] - Absatz [0047]; Abbildungen 1-4 *	1-6, 10-14 7-9	
A	JP 2002 334637 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 22. November 2002 (2002-11-22) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 *	1-14	
A	US 2012/061352 A1 (SHIMIZU YOSHINORI [JP] ET AL) 15. März 2012 (2012-03-15) * das ganze Dokument *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		13. Mai 2013	Ernst, Uwe
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 Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 (03.82) (P04C03)

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

EP 12 19 6095

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.

13-05-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19830232 A1	13-01-2000	CN 1307726 A	08-08-2001
		DE 19830232 A1	13-01-2000
		EP 1095389 A1	02-05-2001
		US 6320149 B1	20-11-2001
		WO 0003406 A1	20-01-2000
DE 2925162 A1	04-12-1980	CH 645204 A5	14-09-1984
		DE 2925162 A1	04-12-1980
		JP S55159525 A	11-12-1980
		US 4371765 A	01-02-1983
EP 1054419 A1	22-11-2000	CN 1285604 A	28-02-2001
		DE 60030032 T2	15-02-2007
		EP 1054419 A1	22-11-2000
		FR 2793945 A1	24-11-2000
		ID 26059 A	23-11-2000
		JP 2000353457 A	19-12-2000
		KR 20010020851 A	15-03-2001
		TW 476080 B	11-02-2002
		US 6466420 B1	15-10-2002
JP 2002334637 A	22-11-2002	KEINE	
US 2012061352 A1	15-03-2012	CN 102804313 A	28-11-2012
		EP 2447975 A1	02-05-2012
		JP 4522490 B1	11-08-2010
		US 2012061352 A1	15-03-2012
		WO 2010150390 A1	29-12-2010

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2012142346 A1 [0051]