

(19)



(11)

EP 2 544 203 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.01.2013 Patentblatt 2013/02

(51) Int Cl.:
H01H 3/30 (2006.01) **H01H 31/32 (2006.01)**
H01H 1/54 (2006.01) **H01H 3/58 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12173338.0**

(22) Anmeldetag: **25.06.2012**

(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

- **Keller, Markus**
CH-8052 Zürich (CH)
- **Boesch, Michael**
9620 Lichtensteig (CH)
- **Kruesi, Urs**
8542 Wiesendangen (CH)
- **Kallweit, Rene**
CH-8200 Schaffhausen (CH)

(30) Priorität: **04.07.2011 EP 11172528**

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

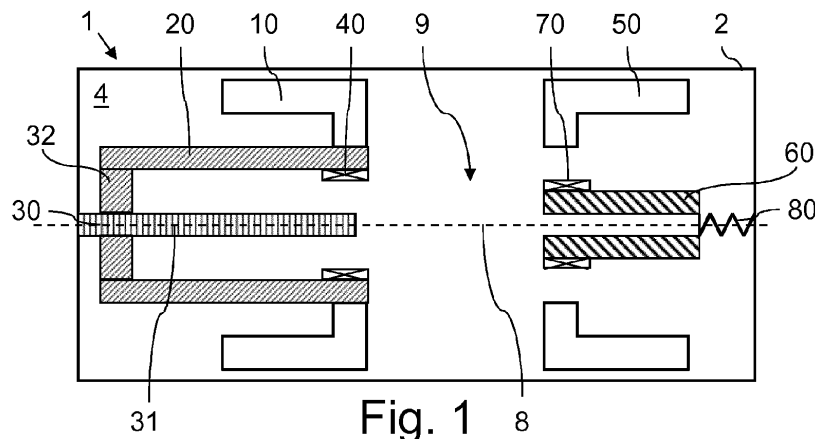
(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**
C/o ABB Schweiz AG
Intellectual Property (CH-LI/IP)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Siegenthaler, Christoph**
8400 Winterthur (CH)

(54) Elektrischer Hochspannungs-Lasttrenner und Verfahren zum Öffnen desselben

(57) Ein elektrischer Hochspannungstrenner 1 umfasst ein entlang einer Trennachse 8 bewegliches erstes Kontaktelement 20 mit einem daran befestigten ersten Einrast-Element 40; ein Antriebssystem 30 zum Bewegen des ersten beweglichen Kontaktelements 20 in eine Öffnungsrichtung 7 entlang der Trennachse, um den Trenner zu öffnen; ein entlang der Trennachse bewegliches zweites Kontaktelement 60 mit einem daran befestigten zweiten Einrast-Element 70; und ein Rückholsystem 80 zum Rückholen des zweiten Kontaktelements 60 entgegen der Öffnungsrichtung. Das erste und das zweite Einrast-Element 40, 70 derart angeordnet sind, dass bei geschlossenem Trenner das erste und das

zweite Einrast-Element 40, 70 miteinander in einer eingerasteten Verbindung stehen, und während einer Anfangsphase der Bewegung des ersten Kontaktelements 20 in Öffnungsrichtung 7 die eingerastete Verbindung zunächst bestehen bleibt, so dass das zweite Kontaktelement 60 von dem ersten Kontaktelement 20 in die Öffnungsrichtung mitgenommen wird, und sodann während einer Trenn-Phase der Bewegung sich die eingerastete Verbindung löst, so dass das zweite Kontaktelement 60 von dem Rückholsystem 80 entgegen der Öffnungsrichtung zurückgeholt wird, und das zweite Kontaktelement 60 von dem ersten Kontaktelement 20 getrennt wird.

**Fig. 1****EP 2 544 203 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der gasisolierten Hochspannungsschaltanlagen (GIS) und betrifft insbesondere einen Lasttrenner, im Englischen 'on-load disconnecter' genannt, mit einem beweglichen ersten Kontaktelement und einem beweglichen zweiten Kontaktelement.

[0002] Unter Hochspannungsschaltanlagen werden Schaltanlagen verstanden, die für Nennspannungen von 1 kV oder höher, insbesondere von 75 kV oder höher konfiguriert sind.

[0003] Bei Lasttrennern wird zwischen zwei Typen unterschieden, sogenannten 'bus-charging'-Trennern und sogenannten 'bus-transfer'-Trennern. Während beim 'bus-charging'-Trenner die Unterbrechung kapazitiver Ströme im Vordergrund steht, richtet sich der 'bus-transfer'-Trenner auf Trennsituationen, welche beim Schaltfällen eintreffen, bei denen ein Wechsel von einer ersten Sammelschiene auf eine zweite Sammelschiene im Nennbetrieb durchgeführt werden soll. Trenner, insbesondere Lasttrenner, werden sowohl im Falle von "Bus-transfer" Schalthandlungen als auch von "Bus-charging" Schalthandlungen eingesetzt.

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

[0005] Beim Öffnen des (Last-)trenners entsteht zwischen dem beweglichen Kontakt und dem feststehenden Kontakt ein Lichtbogen. Je nach Schaltfall entstehen zudem vorübergehende Überspannungen (VFT's) mit sehr hoher Frequenz (in der Größenordnung von MHz), die für die angeschlossenen Einrichtungen der Schaltanlage schädlich sein können. Je schneller ein Lasttrenner arbeitet, desto weniger Lichtbogenzündungen treten auf. Daher wird ein mit hoher Geschwindigkeit bewegbarer beweglicher Lichtbogenkontakt angestrebt, um einen feststehenden Lichtbogenkontakt zu kontaktieren bzw. zu dekontaktieren. Der bewegliche Lichtbogenkontakt wird mitunter auch Übergangsstromkontakt genannt. Unmittelbar nach der Verbindung dieser Lichtbogenkontakte können 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 (Last-)trenners müssen die für das Trennen bzw. Verbinden der Sammelschienen verwendeten jeweiligen Trennschalter 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 auf maximal 80% des Nennstroms geschätzt. In besonderen Fällen, bei denen die Sammelschienen oder die Schaltfelder stärker voneinander beabstandet sind und/oder je nach Ausgestaltung und Anzahl der Kuppelfelder, können die Stromschleifen - und entsprechend auch die induzierten Spannungen - größer als allgemein für (Last-)trennschalter üblich werden. Diese induzierte Spannung im Nennbetrieb kann beispielsweise bei gasisolierten Schaltfeldern, die mit einer Freiluftanlage kombiniert sind, je nach Schaltanlage beispielsweise bis auf bis zu 300 V ansteigen. Daher besteht ein Bedarf an einem (Last-)trennschalter der auch unter erhöhten Anforderungen zuverlässig und verschleißfrei schaltet.

[0007] Zu diesem Zweck existieren etwa Hochspannungs-(Last)trenner, die einen Festkontakt und ein Trennerrohr als beweglichen Kontakt aufweisen. Bei diesen Trennschaltern ist ein Nachlaufkontakt im Festkontakt integriert, der einen Lichtbogen zu tragen vermag. Beim Öffnen des Schalters kann sich ein Lichtbogen zwischen dem Trennerrohr und dem Nachlaufkontakt bilden. Dadurch, dass solche Trenner zum Tragen eines Lichtbogens ausgelegt sind, vermögen sie unter einer gewissen Last zu trennen, beispielsweise bei einer Spannung von 20 V und einem Strom von 1600 A. Solche Trenner sind für viele Situationen völlig ausreichend. Allerdings treten auch Situationen auf, in denen eine rasche, zuverlässige und verschleißarme Trennung auch unter höherer Last gewünscht wird.

[0008] Aus der DE 600 30 032 T2 ist ein gasisolierter Hochspannungs-Trennschalter mit schnellbeweglichem Kontakt bekannt. Der Trennschalter weist einen Festkontakt und einen beweglichen Kontakt auf. Innerhalb des beweglichen Kontakts befindet sich ein Kolben, der von einer Betätigungsstange betätigt wird. Zwischen jeweiligen Enden des beweglichen Kontakts und dem Kolben sind zwei Federn angeordnet. Weiter sind zwei Verriegelungssysteme vorgesehen, um den beweglichen Kontakt in einer axialen Richtung gegenüber dem Kolben festzulegen. Dadurch kann der bewegliche Kontakt unabhängig von der Betätigungsstange und vom Kolben verschoben werden.

[0009] Aus der EP0348645A2 ist eine gasisolierte Schaltanlage mit einem in einen Gegenkontakt einfahrbaren Kontakt bekannt. Durchzündungen von kleinen Strömen beim Einschalten und Ausschalten von Trennschaltern können gemäß der EP0348645A2 dadurch vermieden werden, dass ein durch Federn vorgespannter Schnellspannstift für eine beschleunigte Kontaktgabe beziehungsweise Unterbrechung sorgt. Vor diesem Hintergrund wird daher der elektrische Hochspannungstrenner gemäß Anspruch 1 sowie das Verfahren gemäß Anspruch 15 vorgeschlagen. Weitere vorteilhafte Aspekte sind aus den abhängigen Ansprüchen, der folgenden Beschreibung und den Figuren ersichtlich.

[0010] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung umfasst ein elektrischer Hochspannungstrenner ein entlang einer

Trennachse bewegliches erstes Kontaktelement mit einem daran befestigten ersten Einrast-Element; ein entlang der Trennachse bewegliches zweites Kontaktelement mit einem daran befestigten zweiten Einrast-Element; ein Antriebssystem zum Bewegen des ersten Kontaktelements in eine Öffnungsrichtung entlang der Trennachse, um den Trenner zu öffnen; und ein Rückholssystem zum Rückholen des zweiten Kontaktelements entgegen der Öffnungsrichtung. Das

erste und das zweite Einrast-Element sind derart angeordnet, dass sich die folgende Konfiguration ergibt:
[0011] Bei geschlossenem Trenner sind das erste Einrast-Element und das zweite Einrast-Element ineinander eingerastet und bilden eine eingerastete Verbindung. Während einer Anfangs-Phase der Bewegung des ersten Kontaktelements in Öffnungsrichtung bleibt die eingerastete Verbindung in einem ersten Positionsbereich des ersten Kontaktelements relativ zur Trennachse zunächst bestehen, so dass das zweite Kontaktelement von dem ersten Kontaktelement in die Öffnungsrichtung mitgenommen wird. Mit anderen Worten ist beim Öffnen des Trenners eine Haftkraft der eingerasteten Verbindung in einem ersten Positionsbereich des ersten Kontaktelements relativ zur Trennachse so gross, dass heisst so aufrechterhaltbar, dass das zweite Kontaktelement von dem ersten Kontaktelement beim Bewegen des ersten Kontaktelements in die Öffnungsrichtung mitgenommen wird/mitnehmbar ist. Je nach Ausführungsform des Trenners kann die Haftkraft im Betrieb des Trenners beispielsweise magnetisch oder über eine geeignete Geometrie (geometrisch) oder aber sowohl mit magnetischen und geometrischen Mitteln in Kombination aufgebracht werden.

[0012] Anschließend löst sich die eingerastete Verbindung während einer Trenn-Phase der Bewegung, so dass das zweite Kontaktelement von dem Rückholssystem entgegen der Öffnungsrichtung zurückgeholt wird, und das zweite Kontaktelement von dem ersten Kontaktelement in einem zweiten Positionsbereich des ersten Kontaktelements relativ zur Trennachse getrennt wird. Der Begriff 'Einrasten' wird im Folgenden nicht eng interpretiert, indem das Einrasten eine mechanische Einrasteinrichtung mit lösbaren, ineinander einrastenden und entsprechend formschlüssig ausgebildeten Einrastelementen erfordert. Vielmehr soll der Begriff 'Einrasten' in der Vorliegenden Erfindung dahingehend verstanden werden, dass das bewegliche erste Kontaktelement relativ zu seinem Gegenkontaktelement in Richtung der Trennachse eine vordefinierte Position einnimmt und die Überwindung eines gewissen Widerstandswertes erfordert, um das bewegliche erste Kontaktelement wieder aus dem 'eingerasteten Zustand' - sprich der eingenommenen 'Rastposition' herauszuholen. Als Stellvertreter von solchen nicht-mechanischen Alternativen sei an dieser Stelle beispielsweise eine Magnetverbindung genannt, deren Anziehungskräfte ebenfalls eine kraftschlüssige Einrastverbindung im Sinn der vorliegenden Erfindung zur Erzeugung der genannten Haftkraft bilden. Mit anderen Worten ist beim Öffnen des Trenners in dessen Betriebszustand die Haftkraft der eingerasteten Verbindung in einem an den ersten Positionsbereich anschließenden zweiten Positionsbereich des ersten Kontaktelements relativ zur Trennachse lösbar, sprich kräftemässig reduzierbar, so dass das zweite Kontaktelement von dem Rückholssystem entgegen der Öffnungsrichtung zurückgeholt wird/zurückholbar ist, und das zweite Kontaktelement von dem ersten Kontaktelement getrennt wird/trennbar ist.

[0013] Der Trenner kann insbesondere ein Lasttrenner sein.

[0014] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Öffnen eines elektrischen Hochspannungstrenners in dessen Betriebszustand vorgeschlagen. Der Hochspannungstrenner umfasst ein erstes Kontaktelement mit einem daran befestigten ersten Einrast-Element; ein Antriebssystem zum Bewegen des ersten beweglichen Kontaktelements in eine Öffnungsrichtung entlang der Trennachse relativ zu dem zweiten Kontaktelement hin, um den Trenner zu öffnen; ein zweites Kontaktelement mit einem daran befestigten zweiten Einrast-Element; sowie ein Rückholssystem zum Rückholen des zweiten Kontaktelements entgegen der Öffnungsrichtung. Bei dem Verfahren ist der Trenner zunächst geschlossen, so dass das erste Einrast-Element und das zweite Einrast-Element ineinander eingerastet sind und eine eingerastete Verbindung bilden. Das Verfahren umfasst die folgenden Vorgänge beziehungsweise Verfahrensschritte:

- Bewegen des ersten Kontaktelements in Öffnungsrichtung entlang einer Trennachse durch einen ersten Positionsbereich des ersten Kontaktelements relativ zur Trennachse hindurch;
- Aufrechterhalten einer Haftkraft der eingerasteten Verbindung beim Bewegen des ersten Kontaktelements in die Öffnungsrichtung durch ersten Positionsbereich hindurch, so dass das zweite Kontaktelement von dem ersten Kontaktelement beim Bewegen des ersten Kontaktelements in die Öffnungsrichtung mitgenommen wird.
- Lösen der Haltekraft in einem an den ersten Positionsbereich anschließenden zweiten Positionsbereich des ersten Kontaktelements relativ zur Trennachse; und
- Zurückholen des zweiten Kontaktelementes von dem Rückholssystem entgegen der Öffnungsrichtung, so dass das zweite Kontaktelement von dem ersten Kontaktelement getrennt wird.

[0015] Der Vorteil des erfindungsgemässen Trenners liegt darin, dass beim Trennen der Lichtbogenkontakte rasch eine hohe Relativgeschwindigkeit zwischen den Kontaktelementen erreicht werden kann. Dadurch wird ein rasches

Löschen des sich ausbildenden Lichtbogens begünstigt. In der Folge lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Trenner auch größere Lasten im Nennbetrieb, beispielsweise Leistungen von 480 kW, wiederholt rasch, zuverlässig und verschleiß arm schalten.

[0016] Der erfindungsgemäße Trenner unterscheidet sich grundlegend von dem in DE 600 30 032 T2 beschriebenen Trenner, da in dem dort beschriebenen Trenner lediglich ein Verriegelungssystem zwischen Teilen eines beweglichen Kontakts beschrieben wird, und der Festkontakt keinerlei Verriegelungssystem aufweist. Die Einrast-Elemente des erfindungsgemäßen Trenners erlauben dagegen eine eingerastete Verbindung zwischen Kontaktstücken, die bei geöffnetem Trenner auf verschiedenen Seiten der Trennstrecke liegen. Beim Öffnungsvorgang des Trenners wird eines der Kontaktstücke von dem anderen zunächst aufgrund der eingerasteten Verbindung mitgenommen, und dann werden die Kontaktstücke durch Lösen dieser Verbindung voneinander getrennt und auseinanderbewegt. Dadurch kann eine besonders hohe Relativbeschleunigung und -geschwindigkeit der beiden Kontaktstücke erreicht werden. Darüber hinaus sind in Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung die Kontaktelemente radial gegeneinander versetzt und kontaktieren sich in im Wesentlichen radialer Richtung, d.h. eher in radialer als in axialer Richtung, in Bezug auf eine Achse des Trenners.

[0017] Im Weiteren soll die Erfindung anhand von in Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden, aus denen sich weitere Vorteile und Abwandlungen ergeben. Dazu zeigen, jeweils in einer schematischen seitlichen Querschnittsansicht:

Figur 1 zeigt einen Hochspannungstrenner gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in geöffnetem Zustand;

Figur 2a zeigt den Hochspannungstrenner von Figur 1 in geschlossenem Zustand;

Figur 2b zeigt den Hochspannungstrenner von Figur 1 während einer Anfangs-Phase des Trennens am Ende eines ersten Positionsbereichs des ersten Kontaktelements relativ zur Trennachse;

Figur 2c zeigt den Hochspannungstrenner von Figur 1 während einer Trenn-Phase des Trennens in einem zweiten Positionsbereich des ersten Kontaktelements relativ zur Trennachse;

Figur 3 zeigt einen Hochspannungstrenner gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung während einer Anfangs-Phase des Trennens;

Figuren 4a und 4b zeigen ein erstes bzw. zweites bewegliches Kontaktelement eines Hochspannungstrenners gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung; und

Figur 5 zeigt eine vergrößerte Ansicht eines Hochspannungstrenners gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, in welcher das erste und zweite bewegliche Kontaktelement sichtbar ist.

[0018] Figur 1 zeigt einen Hochspannungstrenner 1, genauer einen Hochspannungs-Lasttrenner, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Der Trenner 1 hat ein Gehäuse 2, welches ein Innenvolumen 4 definiert. Das Gehäuse kann gasdicht sein, um ein Isoliergas oder ein Vakuum bzw. einen Niederdruck zu halten. Weiter weist der Trenner 1 auf: einen ersten Festkontakt 10 (auch als erstes ortsfestes Kontaktstück 10 bezeichnet), ein Trennerrohr 20, im Folgenden auch als bewegliches erstes Kontaktelement 20 bezeichnet, ein Antriebssystem beziehungsweise einen Antriebsmechanismus 30 für das Trennerrohr 20 zum Bewegen des Trennerrohr 20 in eine Öffnungsrichtung 7 entlang der Trennachse relativ zu einem nachfolgend noch detaillierter beschriebenen zweiten Kontaktelement 60 hin, um den Trenner zu öffnen, sowie ein erstes Einrast-Element 40. Diese Elemente bilden eine erste Seite des Trenners. Weiter weist der Trenner 1 auf: einen zweiten Festkontakt 50 (auch als zweites ortsfestes Kontaktstück 50 bezeichnet), das vorher angesprochene beweglich ausgeführte zweite Kontaktelement 60, ein Einrast-Element 70, und ein Rückholssystem 80. Diese Elemente bilden eine zweite Seite des Trenners, die von der ersten Seite des Trenners durch eine Trennstrecke 9 getrennt ist. Der Trenner hat eine Achse 8 des Trenners.

[0019] Der erste Festkontakt 10 ist ortsfest gegenüber dem Trennergehäuse angeordnet. Das bewegliche erste Kontaktelement 20 ist z.B. über einen Schleifkontakt elektrisch mit dem ersten Festkontakt 10 verbunden. Diese Verbindung besteht unabhängig von dem Bewegungszustand des beweglichen ersten Kontaktelements 20. An einem distalen Ende (d.h. einem in axialer Richtung zur Trennstrecke hin bzw. zum anderen, d.h. zweiten Kontaktelement hin angeordneten Ende) des beweglichen ersten Kontaktelements 20 ist das erste Einrast-Element 40 befestigt. Das erste Kontaktelement 20 und / oder der erste Festkontakt 10 sind im Wesentlichen rotationssymmetrisch bzw. mehrheitlich rotationssymmetrisch um die Achse 8 des Trenners angeordnet. Das erste Kontaktelement 20 und / oder der erste Festkontakt 10 können insbesondere einen zylinderartigen Abschnitt aufweisen.

[0020] Das bewegliche erste Kontaktelement 20 ist entlang einer Trennachse, welche mit der Achse 8 des Trenners übereinstimmt, beweglich. Um diese Bewegung zu führen, ist das bewegliche zweite Kontaktelement 60 durch ein Führungssystem, etwa eine entlang der Trennachse verlaufende Schiene oder ein Führungsstift, gelagert. Um die Bewegung des beweglichen ersten Kontaktelements 20 anzutreiben, weist der Antriebsmechanismus 30 eine Spindel 31 auf, die sich entlang der Achse 8 des Trenners erstreckt und um diese drehbar ist. Zur Drehung der Spindel 31 ist ein Motor und / oder eine Handkurbel vorgesehen (nicht dargestellt). Ein an dem beweglichen ersten Kontaktelement 20 befestigter Mitnehmer wirkt mit der Spindel derart zusammen, dass eine Drehung der Spindel 31 um die Achse 8 des Trenners in eine Längsbewegung des beweglichen ersten Kontaktelements 20 entlang der Achse 8 des Trenners umgewandelt wird.

[0021] Der zweite Festkontakt 50 ist ebenfalls ortsfest gegenüber dem Trennergehäuse angeordnet. Das bewegliche zweite Kontaktelement 60 ist entlang einer Trennachse, welche mit der Achse 8 des Trenners übereinstimmt, beweglich. Um diese Bewegung zu führen, ist das bewegliche zweite Kontaktelement 60 durch ein Führungssystem, etwa eine entlang der Trennachse verlaufende Schiene oder ein Führungsstift, gelagert. Das Rückholssystem 80 wird durch eine Rückholfeder gebildet, welche an ihrem einen Ende mit dem Gehäuse 2 und an ihrem anderen Ende mit dem beweglichen zweiten Kontaktelement 60 verbunden ist. Dadurch vermag die Rückholfeder 80 das bewegliche zweite Kontaktelement 60 von dem ersten Festkontakt 10 weg zu ziehen. Die Rückholfeder 80 ist beispielsweise eine koaxial um einen starr mit einem Gehäuse des Trenners verbundenen Schaft angeordnete Spiralfeder. Gemäß einem allgemeinen Aspekt der Erfindung kann es sich bei der Rückholfeder 80 um die einzige auf ein Kontaktelement einwirkende Feder innerhalb des Gehäuses 2 handeln. Innerhalb eines Innenvolumens des Gehäuses 2 ist weiter ein Dämpfungselement (nicht dargestellt) angeordnet, um die Rückholbewegung zu der Rückholfeder 80 zu dämpfen. Insbesondere ist das Dämpfungselement angeordnet, um die Rückholbewegung des zweiten Kontaktelements 60 entgegen der Öffnungsrichtung 7 zu dämpfen. Das Dämpfungselement kann ölfrei sein, um eine Kontamination des Innenraums des Gehäuses 2 zu reduzieren, und z.B. eine Ringfeder umfassen. Weiter ist ein Anschlag vorgesehen, der die Bewegung des beweglichen zweiten Kontaktelements 60 entgegen der Öffnungsrichtung begrenzt. Weitere Anschläge können auch weitere Bewegung des beweglichen ersten und / oder zweiten Kontaktelements 20, 60 begrenzen.

[0022] Das bewegliche zweite Kontaktelement 60 ist z.B. über einen Schleifkontakt (nicht dargestellt) elektrisch mit dem zweiten Festkontakt 50 verbunden. An einem distalen Ende (d.h. einem in axialer Richtung zur Trennstrecke hin bzw. zum anderen, d.h. ersten Kontaktelement hin angeordneten Ende) des beweglichen zweiten Kontaktelements 60 ist das zweite Einrast-Element 70 befestigt. Das zweite Kontaktelement 60 und / oder der zweite Festkontakt 50 sind im Wesentlichen rotationssymmetrisch um die Achse 8 des Trenners angeordnet. Das zweite Kontaktelement 60 und / oder der zweite Festkontakt 50 können insbesondere einen zylinderartigen Abschnitt aufweisen. Das zweite Kontaktelement 60 kann auch als Kontakt-Tulpe ausgebildet sein.

[0023] Das erste Einrast-Element 40 und das zweite Einrast-Element 70 sind so ausgelegt, dass sie ineinander einrasten, wenn sie sich nahe kommen. In dem eingerasteten Zustand sind die Einrast-Elemente 40 und 70 miteinander mechanisch verbunden. Dieser eingerastete Zustand ist wieder lösbar. Gemäß einem allgemeinen Aspekt der Erfindung wird der eingerastete Zustand gelöst, wenn die Einrast-Elemente 40 und 70 mit einer einen Grenzwert überschreitenden relativen Kraft in Richtung der Trennachse auseinandergezogen werden und so eine Haftkraft (Haftwirkung) der eingerasteten Verbindung übersteigt. Diese Eigenschaft der Einrast-Elemente 40 und 70 kann beispielsweise durch mechanisches Einschnappen realisiert werden, wie es in Bezug auf die Figuren 4a bis 5 weiter unten genauer erläutert ist. Alternativ können auch magnetische Einrast-Elemente vorgesehen werden. Gemäß einem allgemeinen Aspekt umfassen somit das erste und das zweite Einrast-Element 40 und 70 jeweils einen Magneten.

[0024] Gemäß einem alternativen allgemeinen Aspekt der Erfindung wird der eingerastete Zustand durch äußere Einwirkung gelöst. Beispielsweise kann die eingerastete Verbindung durch einen Elektromagneten erfolgen, der wahlweise ein- und ausschaltbar ist. Gemäß diesem Aspekt wird die eingerastete Verbindung durch Ausschalten des Elektromagneten gelöst, so dass die Haftkraft zwischen dem ersten und dem zweiten Einrast-Element 40 und 70 aufgehoben und die eingerastete Verbindung 40,70 gelöst wird. Auch kann die eingerastete Verbindung durch einen Bolzen erfolgen, der an einem der beiden beweglichen Kontaktelemente angebracht ist und in ein Loch in dem anderen der beweglichen Kontaktelemente ein- und ausfahrbar ist. Gemäß diesem Aspekt wird die eingerastete Verbindung durch Ausfahren des Bolzens aus dem Loch gelöst.

[0025] Gemäß einem allgemeinen Aspekt der Erfindung sind bei geschlossenem Trenner das erste Kontaktelement 20 und das zweite Kontaktelement 60 miteinander elektrisch verbunden; und bei geöffnetem Trenner sind das erste Kontaktelement 20 und das zweite Kontaktelement 60 voneinander elektrisch getrennt.

[0026] Durch die Längsbewegung des beweglichen ersten Kontaktelements 20 kann der Trenner wahlweise geöffnet oder geschlossen werden. In Fig. 1 ist der Trenner in einem geöffneten Zustand dargestellt. Hier ist das bewegliche erste Kontaktelement 20 nach links bewegt. Diese Richtung nach links ist deshalb auch als Öffnungsrichtung bezeichnet. Dadurch ist es mit dem ersten Festkontakt 10 in elektrischer Verbindung, von dem zweiten Festkontakt 50 jedoch durch die Trennstrecke 9 getrennt.

[0027] In Fig. 2a ist der Trenner in einem geschlossenen Zustand dargestellt. Hier ist das bewegliche erste Kontakt-

element 20 nach rechts bewegt (d.h. entgegen der Öffnungsrichtung), so dass das bewegliche erste Kontaktelement 20 den zweiten Festkontakt 50 kontaktiert. Dadurch ist es nicht nur mit dem ersten Festkontakt 10, sondern auch mit dem zweiten Festkontakt 50 in elektrischer Verbindung, und stellt daher eine die Trennstrecke 9 überbrückende elektrische Verbindung zwischen der ersten und der zweiten Seite des Trenners her, die den Trenner schließt. Gemäß einem

[0028] Insgesamt sind also das erste und das zweite Kontaktelement 20 und 60, und somit auch der erste und der zweite Festkontakt 10 und 50, bei geschlossenem Trenner elektrisch miteinander verbunden und bei geöffnetem Trenner durch die Trennstrecke 9 voneinander getrennt. Der zweite Festkontakt 50 trägt bei geschlossenem Trenner einen Haupt-Anteil des durch den Trenner fließenden Stroms. Das bewegliche zweite Kontaktelement 60 dagegen trägt nur einen geringeren oder sogar einen vernachlässigbaren Strom.

[0029] Wie in Figur 2a weiter zu sehen ist, ist in dem geschlossenen Schaltzustand das erste Einrast-Element 40 derart in die Nähe des zweiten Einrast-Elements 70 bewegt, dass die beiden Einrast-Elemente 40, 70 ineinander eingerastet sind und eine eingerastete Verbindung bilden. Dies bedeutet, dass bei einer Bewegung des ersten Einrast-Elements 40 (gemeinsam mit dem ersten beweglichen Kontaktelement) das zweite Einrast-Element 70 (und somit auch das zweite bewegliche Kontaktelement 50) mitgenommen wird, weil das erste Einrast-Elements 40 und das zweite Einrast-Element 70 aneinander haften.

[0030] Zum Öffnen des Trenners wird das erste Kontaktelement 20 in Öffnungsrichtung, zum ersten ortsfesten Kontaktstück 10 hin, bewegt. Die Öffnungsrichtung ist in Fig. 2b durch Pfeil 7 dargestellt. In Fig. 2b ist der Trenner während einer Anfangs-Phase der Bewegung des ersten Kontaktelements 20 in Öffnungsrichtung 7 dargestellt. Die eingerastete Verbindung zwischen dem ersten Einrast-Element 40 und dem zweiten Einrast-Element 70 bleibt in einem ersten Positionsbereich 44 des ersten Kontaktelements 20 relativ zur Trennachse zunächst bestehen, so dass das bewegliche zweite Kontaktelement 60 von dem beweglichen ersten Kontaktelement 20 in die Öffnungsrichtung 7 mitgenommen wird. Unter dem Begriff 'erster Positionsbereich 44' wird dabei ein sich in Richtung der Achse 8 des Trenners erstreckender Positionsbereich verstanden, welcher in Richtung der Rückholfeder 80 durch die Lage des ersten Einrast-Elements 40 und dem zweiten Einrast-Elements 70 bei geschlossener Stellung des Trenners begrenzt wird. In Richtung des ortsfesten Kontaktstücks 10 wird der erste Positionsbereich durch einen an ihn angrenzenden zweiten Positionsbereich 46 begrenzt.

[0031] Durch die Bewegung des beweglichen ersten Kontaktelements 20 wird dessen Verbindung zu dem zweiten Festkontakt 50 unterbrochen, während dessen Verbindung zu dem beweglichen zweiten Kontaktelement 60 aufgrund der eingerasteten Verbindung der Einrast-Elemente 40 und 70 weiter bestehen bleibt. Beim Trennen der Verbindung zwischen dem beweglichen ersten Kontaktelement 20 und dem zweiten Festkontakt 50 wird der bisher von dem Festkontakt 50 getragene Strom beim Öffnen des Trenners auf das bewegliche zweite Kontaktelement 60 kommutiert und somit ein Lichtbogen vermieden.

[0032] Die Bewegung des beweglichen zweiten Kontaktelements 60 erfolgt gegen die Kraft der Rückholfeder 80, welche das bewegliche zweite Kontaktelement 60 gegen die Öffnungsrichtung 7 zieht. Bei der Mitnahme wird eine relative Kraft, sprich eine Haftkraft zwischen dem ersten Einrast-Element 40 und dem zweiten Einrast-Element 70 übertragen, d.h. die Kraft, die erforderlich ist, um das zweite Kontaktelement 60 gegen die Kraft der Rückholfeder 80 und gegen die eigene Masseträgheit so zu beschleunigen, dass das zweite Kontaktelement 60 mitgenommen wird. Da die Rückholfeder 80 sich mit steigender Auslenkung des zweiten Kontaktelements 60 gegen die Öffnungsrichtung 7 immer stärker spannt, wird diese relative Kraft ebenfalls immer größer.

[0033] Übersteigt die relative Kraft (Haftkraft) nun einen bestimmten Grenzwert, so löst sich die eingerastete Verbindung zwischen dem ersten Einrast-Element 40 und dem zweiten Einrast-Element 70. Beim Öffnen des Trenners ist die Haftkraft der eingerasteten Verbindung 40,70 in einem an den ersten Positionsbereich 44 anschließenden, zweiten Positionsbereich 46 des ersten Kontaktelements 20 relativ zur Trennachse lösbar/reduzierbar. Wie der erste Positionsbereich 44 erstreckt sich auch der zweite Positionsbereich 46 in Richtung der Achse 8 des Trenners. Während der zweite Positionsbereich auf der einen Seite vom ersten Positionsbereich 44 begrenzt wird, wird er auf seiner gegenüberliegenden Seite von einer Relativposition durch eine Lage des ersten Einrast-Elements 40 und dem zweiten Einrast-Elements 70 begrenzt, in welcher deren vorher eingerastete Verbindung nun aufgehoben/gelöst ist. Mit diesem Lösen beginnt eine in Fig. 2c dargestellte Trenn-Phase der Bewegung, bei der das zweite Kontaktelement 60 von dem Rückholsystem 80 entgegen der Öffnungsrichtung 7 zurückgeholt wird, und das zweite Kontaktelement 60 von dem ersten Kontaktelement 20 getrennt wird.

[0034] In Fig. 2b und Fig. 2c sind der erste Positionsbereich 44 und der zweite Positionsbereich 46 anhand der in Richtung der Rückholfeder 80 gerichteten Stirnfläche des ersten Einrast-Elements 40 illustriert.

[0035] Nach Abschluss der Trenn-Phase ist das zweite Kontaktelement 60 wieder in seine Ausgangsposition zurückgeholt, die in Fig. 1 dargestellt ist.

[0036] Während der in Fig. 2c dargestellten Trenn-Phase kann sich ein Lichtbogen zwischen diesen Kontaktelementen 20, 60 ausbilden (nicht dargestellt). Zu diesem Zweck sind die Kontaktelemente 20 und/oder 60 mit jeweiligen Abbrand-Abschnitten (nicht dargestellt) versehen, um einen sich zwischen ihnen ausbildenden Lichtbogen während und /oder

nach der Trenn-Phase zu tragen. Beispiele für solche Abbrand- Abschnitte sind die in Fig. 5 dargestellten Abbrand-Ringe. Da sich die beweglichen Kontaktelemente 20 und 60 während der Trenn-Phase sehr rasch auseinander bewegen, kann dieser Lichtbogen rasch und zuverlässig gelöscht werden, wobei nur ein geringer Abbrand der Kontakte auftritt. Dadurch können etwa Ströme von 1600A unter einer Spannung von 300V geschaltet werden. Es stellt einen allgemeinen Aspekt der Erfindung dar, dass der Trenner zum Schalten eines Stroms von zumindest 1600A und einer Spannung von zumindest 300V ausgelegt ist.

[0037] Folgende allgemeine, voneinander unabhängige Aspekte der Erfindung, die in der Ausführungsform von Fig. 1 bis 2c illustriert sind, tragen zu dem raschen Auseinanderbewegen der beweglichen Kontaktelemente bei: Auf beiden Seiten des Trenners sind bewegliche Kontaktelemente, die sich während der Trenn-Phase in entgegengesetzte Richtungen auseinander bewegen. Dadurch kann eine hohe Relativbewegung erzielt werden, ohne dass die beweglichen Kontaktelemente übermäßig viel kinetische Energie, welche quadratisch mit der Geschwindigkeit zunimmt, aufnehmen müssten. Weiter beginnt das Lösen der beweglichen Kontaktelemente voneinander erst, nachdem das bewegliche erste Kontaktelement bereits auf eine substantielle Geschwindigkeit (z.B. mehr als 30% oder sogar mehr als 50% der Maximalgeschwindigkeit) beschleunigt wurde. Dadurch ist sichergestellt, dass die Trennung erst dann erfolgt, wenn eine anfängliche Beschleunigung des beweglichen ersten Kontaktelements bereits vollzogen ist. Diese anfängliche Beschleunigung kann aufgrund etwa von Haftkräften etwas verlangsamt ablaufen und würde daher das Löschen des Lichtbogens verzögern. Weiter erfolgt bei dem beweglichen zweiten Kontaktelement eine Bewegungsumkehr. Dadurch kann eine hohe Relativgeschwindigkeit zwischen den beweglichen Kontaktelementen erzielt werden, ohne dass das zweite bewegliche Kontaktelement übermäßig viel kinetische Energie, welche quadratisch mit der Geschwindigkeit zunimmt, aufnehmen müsste. Weiter hat das zweite bewegliche Kontaktelement eine bewegte Masse, welche geringer ist als die bewegte Masse des ersten beweglichen Kontaktelements. Dadurch kann während der Trenn-Phase eine hohe Beschleunigung des zweiten beweglichen Kontaktelements erreicht werden. Weiter wird während der Anfangs-Phase der Bewegung die Rückholfeder gespannt, und während der Trenn-Phase der Bewegung zieht die Rückholfeder das zweite bewegliche Kontaktelement entgegen der Öffnungsrichtung. Dadurch kann die Rückholfeder von dem Antriebs-System kommende Energie speichern, und diese Energie anschließend in dem für das Löschen des Lichtbogens relevanten Zeitraum innerhalb kurzer Zeit für das Beschleunigen des zweiten beweglichen Kontaktelements zur Verfügung stellen.

[0038] Bei dem in den Figuren 1 bis 2c dargestellten Trenner ist das erste Einrast-Element 40 radial außerhalb des zweiten Einrast-Elements 70 angeordnet, so dass in der eingerasteten Verbindung das zweite Einrast-Element 70 radial außen an dem ersten Einrast-Element 40 anliegt, wie in Fig. 2b dargestellt ist. Somit ist das erste Einrast-Element 40 nach innen gerichtet, und das zweite Einrast-Element 70 ist nach außen gerichtet.

[0039] Fig. 3 zeigt eine alternative Ausführungsform, bei der in der eingerasteten Verbindung das zweite Einrast-Element 70 in Richtung der Achse 8 des Trenners neben dem ersten Einrast-Element 40 anliegt. Hier ist ebenfalls eine Einrast-Verbindung zwischen den Einrast-Elementen 70 herstellbar, z.B. durch magnetische oder mechanische Eigenschaften der Einrast-Elemente.

[0040] Figuren 4a und 4b zeigen ein erstes bewegliches Kontaktelement 20 mit daran befestigtem Einrast-Element 40 sowie ein zweites Einrast-Element 70 eines Hochspannungstrenners gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Diese Einrast-Elemente 40 und 70 können beispielsweise in dem Hochspannungstrenner von Fig. 1 bis 2c eingesetzt werden.

[0041] Die in Fig. 4a und 4b dargestellten Einrast-Elemente 40 und 70 sind wie folgt zum mechanischen Eingreifen ineinander ausgebildet: Das erste Einrast-Element 40 (siehe Fig. 4a) hat einen radial nach innen (zur Achse des Trenners hin) gerichteten Vorsprung 42. Dieser Vorsprung 42 umfasst auf seiner zur Öffnungsrichtung hin gerichteten Seite (linke Seite in Fig. 4a) ein zu der Öffnungsrichtung hin geneigtes erstes proximales Oberflächenstück 42b, und auf seiner von der Öffnungsrichtung weg gerichteten Seite (rechte Seite in Fig. 4a) ein von der Öffnungsrichtung weg geneigtes erstes distales Oberflächenstück 42a. Die Bezeichnungen "distal" und "proximal" bedeuten hier, dass das distale Oberflächenstück 42a in axialer Richtung näher zur Trennstrecke hin bzw. zum anderen (zweiten) Kontaktelement hin angeordnet ist als das proximale Oberflächenstück 42b. Diese beiden Oberflächenstücke 42a und 42b begrenzen seitlich ein annähernd flaches Mittelstück des Vorsprungs 42. Das erste Einrast-Element 40 bzw. der Vorsprung 42 sind im Wesentlichen starr an dem ersten beweglichen Kontaktelement 20 befestigt. Das Oberflächenstück 42b ist als Abbrand-Abschnitt ausgebildet und hat eine analoge Funktion zu den Abbrand-Abschnitten, die in Fig. 5 dargestellt ist.

[0042] Das zweite Einrast-Element 70 (siehe Fig. 4b) hat umgekehrt einen Einrast-Kopf, der als radial nach außen (von der Achse des Trenners weg) gerichteter Vorsprung 72 ausgebildet ist. Dieser Vorsprung 72 umfasst auf seiner zur Öffnungsrichtung hin gerichteten Seite (linke Seite in Fig. 4b) ein zu der Öffnungsrichtung hin geneigtes zweites distales Oberflächenstück 72a, und auf seiner von der Öffnungsrichtung weg gerichteten Seite (rechte Seite in Fig. 4b) ein von der Öffnungsrichtung weg geneigtes zweites proximales Oberflächenstück 72b. Wiederum ist das distale Oberflächenstück 72a in axialer Richtung näher zur Trennstrecke hin bzw. zum anderen (ersten) Kontaktelement hin angeordnet als das proximale Oberflächenstück 72b. Diese beiden Oberflächenstücke 72a und 72b begrenzen den Vorsprung 72 seitlich. Der Vorsprung 72 ist über ein elastisches Element, hier eine Biegefeder 78, an dem zweiten beweglichen Kontaktelement 60 (in Fig. 4b nicht gezeigt) gelagert. Das zweite Einrast-Element (70) ist einstückig mit dem elastischen

Element (78) ausgebildet. Das zweite Einrast-Element 70 wird durch das elastische Element 78 radial nach außen, d.h. in eine Eingreif-Richtung, gedrückt. Zum Lösen der eingerasteten Verbindung ist das zweite Einrast-Element 70 radial nach innen, d.h. gegen die Eingreif-Richtung, bewegbar.

[0043] Das zweite Einrast-Element 70 weist weiter einen axialen Vorsprung 78a auf, der radial innerhalb eines Stopper-Stückes angeordnet ist. Das Stopper-Stück ist in Fig. 4b nicht dargestellt, aber analog zu dem Stopper-Stück des Elements 62 von Fig. 5 angeordnet. Das Stopper-Stück stellt einen Anschlag für eine radiale Auslenkung des zweiten Einrast-Elements 70 zur Verfügung und definiert eine maximale Auslenkung des zweiten Einrast-Elements 70 radial nach außen, und verhindert somit ein Ausschlagen über diese maximale Auslenkung hinaus.

[0044] Das erste Einrast-Element 40 ist radial außerhalb des zweiten Einrast-Elements 70 angeordnet, wie dies in Fig. 1 bis 2c dargestellt ist. Damit steht der Vorsprung 42 des ersten Einrast-Elements 40 zum zweiten Einrast-Element 70 hin vor, und der Vorsprung 72 des zweiten Einrast-Elements 70 steht zum ersten Einrast-Element 40 hin vor. Die Einrast-Elemente 40 und 70 sind so angeordnet, dass die Vorsprünge 42 und 72 sich in radialer Richtung überlappen.

[0045] Die Einrast-Elemente 40 und 70 rasten ineinander ein, indem das erste Einrast-Element 40 entgegen der Öffnungsrichtung, d.h. nach rechts, so an dem zweiten Einrast-Element 70 vorbei geführt wird, dass das erste Einrast-Element 40 das zweite Einrast-Element 70 gegen die Kraft des elastischen Elements 78 in Richtung der Achse des Trenners drückt. Das Einrasten erfolgt in einem Zustand, in dem das zweite bewegliche Kontaktelement an anliegt und somit nicht weiter entgegen der Öffnungsrichtung, d.h. nicht weiter nach rechts, bewegt werden kann. Da das zweite distale Oberflächenstück 72a zu der Öffnungsrichtung hin geneigt ist, kann das Einrasten sanft und abriebsarm erfolgen. Hierzu ist es vorteilhaft - aber nicht zwingend erforderlich - dass die Neigungen der distalen Oberflächenstücke 42a und 72a einander entsprechen.

[0046] Nach dem Einrasten drückt das elastische Element 72 das zweite Einrast-Element wieder nach oben (in die Eingreif-Richtung), so dass die proximalen Oberflächenstücke 42b und 72b aneinander anliegen und ineinander eingreifen. Wird nun das bewegbare erste Kontaktelement 20 in Öffnungsrichtung (nach links) bewegt, so wird die Bewegung im ersten Positionsbereich 44 über den Kontakt der proximalen Oberflächenstücke 42b und 72b auf das zweite Einrast-Element 70 und somit auf das bewegliche zweite Kontaktelement 50 übertragen.

[0047] Wie weiter oben bereits beschrieben wurde, löst sich der die Haftkraft bildende Eingriff und somit die Einrast-Verbindung, wenn das bewegliche zweite Kontaktelement 50 bzw. das zweite Einrast-Element 70 entgegen der Öffnungsrichtung mit einer einen Schwellwert übersteigenden Kraft relativ zu dem beweglichen ersten Kontaktelement 20 bzw. dem ersten Einrast-Element 40 gezogen wird. In diesem Fall drückt, durch die Neigung der Oberflächenstücke 42b und 72b, diese Kraft das zweite Einrast-Element 70 solange entgegen der Federkraft des elastischen Elements 78 in Richtung der Achse des Trenners (gegen die Eingreif-Richtung), bis das distale Oberflächenstück 42a einen vom distalen Oberflächenstück 72a und dem proximalen Oberflächenstück 72b gebildeten Scheitel überschritten hat, so dass die Einrast-Verbindung sich löst und das zweite Einrast-Element 70 an dem ersten Einrast-Element 40 vorbei entgegen der Öffnungsrichtung vom ersten Einrast-Element 40 weggezogen wird.

[0048] Die Neigungen der proximalen Oberflächenstücke 42b und 72b entsprechen einander und sind so an die Federkonstante des elastischen Elements 78 angepasst, dass der Schwellwert der Haftkraft dann erreicht wird, wenn die Trenn-Phase im zweiten Positionsbereich 46 beginnen soll.

[0049] Die Neigung des zweiten distalen Oberflächenstücks 72a ist so gewählt, dass ein Lichtbogen möglichst rasch von dem Oberflächenstück 72a weggeführt wird. Hierzu ist eine flache (einen kleinen Winkel gegenüber der Achse des Trenners aufweisende) Neigung des Oberflächenstücks 72a vorteilhaft. Nach einem allgemeinen Aspekt der Erfindung weisen das zweite distale und das zweite proximale Oberflächenstück 72a, 72b eine voneinander verschiedene Neigung auf. Insbesondere kann die Neigung des zweiten distalen Oberflächenstücks 72a flacher als die Neigung des zweiten proximalen Oberflächenstücks 72b sein.

[0050] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist das zweite proximale Oberflächenstück 72b mehr als 1 cm in axialer Richtung entfernt von einem zur Öffnungsrichtung hin gerichteten Ende des zweiten Einrast-Elements 70 angeordnet. Damit ist sichergestellt, dass auch nach dem Lösen der Einrast-Verbindung noch eine Länge des zweiten Einrast-Elements 70 zur Verfügung steht, an der das erste Einrast-Element 40 entlang gleiten kann. Diese Länge erlaubt es, das zweite Einrast-Element 70 relativ zu dem ersten Einrast-Element 40 zu beschleunigen, bevor die Einrast-Elemente 40 und 70 sich trennen, also sich das erste Einrast-Element 40 von dem zur Öffnungsrichtung hin gerichteten Ende des zweiten Einrast-Elements 70 entfernt. Dadurch kann zum Zeitpunkt der Trennung eine beträchtliche Relativgeschwindigkeit erreicht werden, die ein rasches Löschen des Lichtbogens begünstigt.

[0051] Fig. 5 zeigt eine vergrößerte Ansicht eines Trenners gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. In Fig. 5 sind das erste und zweite bewegliche Kontaktelement 20 und 60 sichtbar, und das erste und zweite Einrast-Element 40 und 70. Die Einrast-Elemente 40 und 70 entsprechen den in Fig. 4a und 4b dargestellten Elementen, und die Beschreibung der Figuren 4a und 4b gelten auch für Fig. 5. In Fig. 5 sind diese Elemente 40 und 70 in dem eingerasteten Zustand dargestellt. Im Unterschied zu Fig. 4b sind in Fig. 5 das elastische Element 78 statt durch eine Biegefeder durch eine Blattfeder verwirklicht.

[0052] Weiter ist in Fig. 5 ein Abbrand-Abschnitt 62 des zweiten Kontaktelements vorgesehen. Gemäß einem allge-

meinen Aspekt der Erfindung ist ein solcher Abbrand-Abschnitt 62 an einem axialen (distalen) Ende des zweiten Kontaktstücks 60 angeordnet, beispielsweise in axialer Richtung benachbart an das zweite Einrast-Element 70. Der Abbrand-Abschnitt kann insbesondere, wie in Fig. 5 illustriert, als Kappe ausgebildet sein, die das zweite Kontaktstück 60 und/oder das zweite Einrast-Element 70 in axialer Richtung zumindest teilweise abdeckt. Weiter ist ein Abbrand-Abschnitt des ersten Kontaktelements durch das Oberflächenstück 42a definiert. Dieser Abbrand-Abschnitt 42a ist einstückig mit dem ersten Einrast-Element 40 ausgebildet. Die Abbrand-Abschnitte 62 und 42a sind angeordnet, um während und / oder nach der Trenn-Phase einen sich dazwischen ausbildenden Lichtbogen zu tragen. Der Abbrand-Abschnitt 62 des zweiten Kontaktelements 60 ist benachbart zu dem zweiten Einrast-Element 70 angeordnet, genauer benachbart zu dem zweiten distalen Oberflächenstück 72a angeordnet. Der Abbrand-Abschnitt 62 bildet außerdem den oben in Bezug auf Fig. 4a beschriebenen Stopper.

[0053] Analog zu den Figuren 2a-2b weist auch die in den Fig. 4 bis 5 beschriebene Ausführungsform je einen ersten Positionsbereich 44 und einen zweiten Positionsbereich 46 auf. Der erste Positionsbereich 44 ist in Richtung des Rückholelements 80 durch die Stellung des ersten Einrast-Elements 40 relativ zum zweiten Einrast-Elements 70 bei geschlossenem Trenner definiert. Dabei sind die geneigten Oberflächenstücke 42b und 72b einander zugewandt. In Richtung des ortsfesten Kontaktstücks 10 wird der erste Positionsbereich 44 durch einen an ihn angrenzenden zweiten Positionsbereich 46 begrenzt. Die Grenze des ersten Positionsbereichs 44 zum zweiten Positionsbereich 46 befindet sich dort, wo das distale Oberflächenstück 42a des ersten Einrast-Elements 40 den vom distalen Oberflächenstück 72a und dem proximalen Oberflächenstück 72b des zweiten Einrast-Elements 70 gebildeten Scheitel verlässt, so dass die Wirkung der durch das elastische Element 78 aufgebrachten Haltekraft zwischen erstem Einrast-Element 40 und zweitem Einrast-Element 70 aufgehoben wird.

[0054] Die Erfindung wurde beispielhaft anhand eines Schutzgas-Trenners erläutert. Sie eignet sich jedoch auch für andere Trenner für Hoch- und Mittelspannungsanwendungen, insbesondere von Unterstationen, z.B. für Vakuum-Trennschalter, Selbstblas-Leistungstrennschalter, usw.

Patentansprüche

1. Elektrischer Hochspannungstrenner (1), umfassend

- ein entlang einer Trennnachse bewegliches erstes Kontaktelement (20) mit einem daran befestigten ersten Einrast-Element (40);
- ein entlang der Trennnachse bewegliches zweites Kontaktelement (60) mit einem daran befestigten zweiten Einrast-Element (70);
- ein Antriebssystem (30) zum Bewegen des ersten beweglichen Kontaktelements (20) in eine Öffnungsrichtung (7) entlang der Trennnachse relativ zu dem zweiten Kontaktelement (60) hin, um den Trenner zu öffnen; und
- ein Rückholssystem (80) zum Rückholen des zweiten Kontaktelements (60) entgegen der Öffnungsrichtung, wobei
- bei geschlossenem Trenner das erste Einrast-Element (40) und das zweite Einrast-Element (70) ineinander eingerastet sind und eine eingerastete Verbindung bilden, und
- beim Öffnen des Trenners in einem ersten Positionsbereich (44) des ersten Kontaktelements (20) relativ zur Trennnachse eine Haftkraft der eingerasteten Verbindung so gross ist, dass das zweite Kontaktelement (60) von dem ersten Kontaktelement (20) beim Bewegen des ersten Kontaktelements (20) in die Öffnungsrichtung mitgenommen wird, und
- dass beim Öffnen des Trenners die Haftkraft der eingerasteten Verbindung in einem an den ersten Positionsbereich (44) anschließenden zweiten Positionsbereich (46) des ersten Kontaktelements (20) relativ zur Trennnachse lösbar ist, so dass das zweite Kontaktelement (60) von dem Rückholssystem (80) entgegen der Öffnungsrichtung zurückgeholt wird und das zweite Kontaktelement (60) von dem ersten Kontaktelement (20) getrennt wird.

2. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, weiter umfassend einen Festkontakt (50) zum Kontaktieren des ersten Kontaktelements (20), um den Trenner zu schließen.

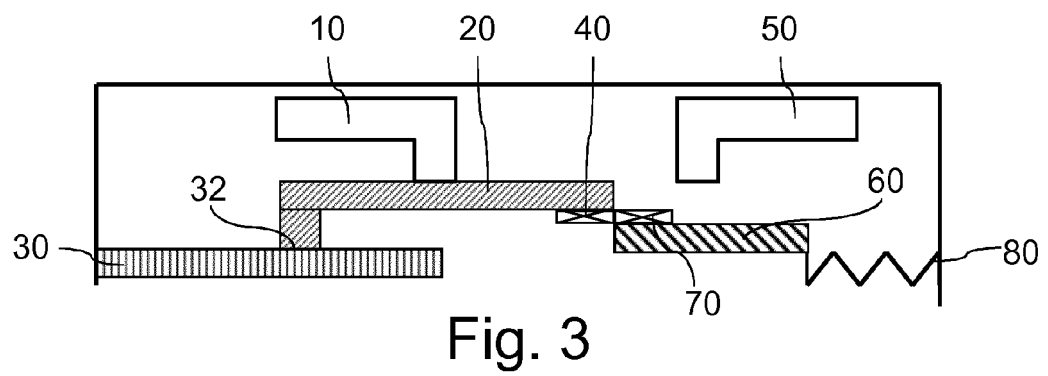
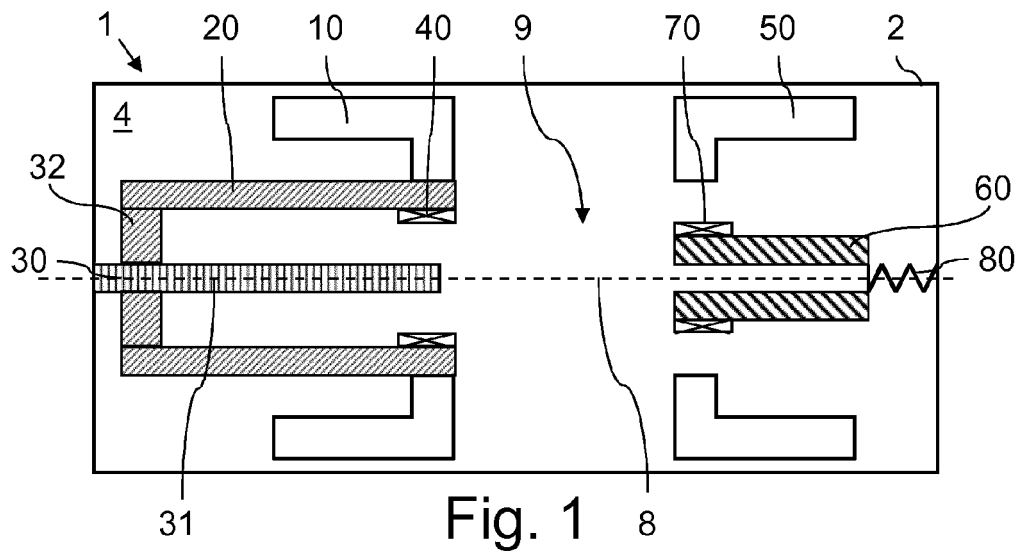
3. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das erste und das zweite Kontaktelement (20, 60) jeweilige Abbrand-Abschnitte (42a, 62) aufweisen, die angeordnet sind, um einen sich dazwischen ausbildbaren Lichtbogen zu tragen.

4. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Rückholssystem (80) eine Rückholfeder umfasst.

5. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß Anspruch 4, wobei beim Öffnen des Trenners die Haftkraft der eingerasteten Verbindung im zweiten Positionsbereich des ersten Kontaktelements (20) relativ zur Trennnachse dadurch lösbar ist, dass eine in Richtung der Trennnachse wirkende Kraftkomponente des Rückholsystems (80) eine in Richtung der Trennnachse wirkende Kraftkomponente der Haftkraft übersteigt.
5
6. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, weiter aufweisend ein gasdichtes Gehäuse (2), wobei das Rückholsystem (80) ein innerhalb eines Innenvolumens des Gehäuses angeordnetes Dämpfungselement aufweist.
- 10 7. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das erste und das zweite Kontaktelement (20, 60) im Wesentlichen rotationssymmetrisch um eine Achse (8) des Trenners angeordnet sind.
- 15 8. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das erste und das zweite Einrast-Element (40, 70) zum mechanischen Eingreifen ineinander ausgebildet sind.
9. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß Anspruch 8, wobei das zweite Einrast-Element (70) in einem Einrastbereich eine Vielzahl elastischer Elemente (78) aufweist, welche beim Einrasten radial zur Trennnachse zum ersten Einrast-Element (40) hin bewegbar sind und welche zum Lösen der eingerasteten Verbindung gegen eine Federkraft der elastischen Elemente (78) radial zur Trennnachse vom ersten Einrast-Element (40) weg bewegbar sind.
20
10. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß Anspruch 9, wobei das zweite Einrast-Element (70) in einem Einrastbereich spannzungenartig ausgebildet ist, wobei die elastischen Elemente (78) einstückig mit einem in Umfangsrichtung umlaufenden Körper ausgebildet sind.
25
11. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei das erste Einrast-Element (40) als ein bezüglich einer Achse (8) des Trenners radial zum zweiten Einrast-Element (70) hin vorstehender Vorsprung ausgebildet ist und ein von der Öffnungsrichtung (7) weg geneigtes erstes distales Oberflächenstück (42a) und ein zu der Öffnungsrichtung (7) hin geneigtes erstes proximales Oberflächenstück (42b) aufweist, wobei das erste distale Oberflächenstück (42a) bei geöffnetem Trenner in axialer Richtung näher zum zweiten Kontaktelement (60) hin angeordnet ist als das erste proximale Oberflächenstück (42b), und wobei das zweite Einrast-Element (70) als ein bezüglich der Achse (8) radial zum ersten Einrast-Element (40) hin vorstehender Vorsprung ausgebildet ist und ein zur Öffnungsrichtung (7) hin geneigtes zweites distales Oberflächenstück (72a) und ein von der Öffnungsrichtung (7) weg geneigtes zweites proximales Oberflächenstück (72b) aufweist, wobei das zweite distale Oberflächenstück (72a) bei geöffnetem Trenner in axialer Richtung näher zum ersten Kontaktelement (20) hin angeordnet ist als das zweite proximale Oberflächenstück (72b).
30
35
12. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß Anspruch 11, wobei das zweite distale und das zweite proximale Oberflächenstück (72a, 72b) eine voneinander verschiedene Neigung aufweisen, beispielsweise die Neigung des zweiten proximalen Oberflächenstücks (72b) größer als die des zweiten distalen Oberflächenstücks (72a) ist.
40
13. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das erste Kontaktelement (20) und das zweite Kontaktelement (60) bezüglich einer Achse (8) des Trenners radial gegeneinander versetzt sind, insbesondere das erste Kontaktelement (20) radial weiter außen als das zweite Kontaktelement (60) angeordnet ist und das erste Einrast-Element (40) radial nach innen gerichtet ist und das zweite Einrast-Element (70) radial nach außen gerichtet ist.
45
14. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das erste und das zweite Einrast-Element (40, 70) jeweils einen Magneten umfasst.
50
15. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß Anspruch 14, wobei beim Öffnen des Trenners die Haftkraft der eingerasteten Verbindung im zweiten Positionsbereich des ersten Kontaktelements (20) relativ zur Trennnachse mittels Ausschalten von einem der Magnete lösbar ist.
- 55 16. Elektrischer Hochspannungstrenner (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, weiter aufweisend einen an einem distalen, bei geöffnetem Trenner zum ersten Kontaktstück (20) hin gerichteten Ende des zweiten Kontaktstücks (60) angeordneten Abbrand-Abschnitt (62).

17. Verfahren zum Öffnen eines elektrischen Hochspannungstrenners (1), der Hochspannungstrenner umfasst

- ein erstes Kontaktelement (20) mit einem daran befestigten ersten Einrast-Element (40);
 - ein Antriebssystem (30) zum Bewegen des ersten beweglichen Kontaktelements (20) in eine Öffnungsrichtung (7) entlang der Trennachse relativ zu dem zweiten Kontaktelement (60) hin, um den Trenner zu öffnen;
 - ein zweites Kontaktelement (60) mit einem daran befestigten zweiten Einrast-Element (70); und
 - ein Rückholsystem (80) zum Rückholen des zweiten Kontaktelements (60) entgegen der Öffnungsrichtung, wobei
- der Trenner (1) zunächst geschlossen ist, so dass das erste Einrast-Element (40) und das zweite Einrast-Element (40, 70) ineinander eingerastet sind und eine eingerastete Verbindung bilden, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
- Bewegen des ersten Kontaktelements (20) in Öffnungsrichtung (7) entlang einer Trennachse (8) durch einen ersten Positionsbereich (44) des ersten Kontaktelements (20) relativ zur Trennachse hindurch,
 - Aufrechterhalten einer Haftkraft der eingerasteten Verbindung beim Bewegen des ersten Kontaktelements (20) in die Öffnungsrichtung durch ersten Positionsbereich (44) hindurch, so dass das zweite Kontaktelement (60) von dem ersten Kontaktelement (20) beim Bewegen des ersten Kontaktelements (20) in die Öffnungsrichtung mitgenommen wird, und
 - Lösen der Haltekraft in einem an den ersten Positionsbereich (44) anschließenden zweiten Positionsbereich (46) des ersten Kontaktelements (20) relativ zur Trennachse,
 - Zurückholen des zweiten Kontaktelementes (60) von dem Rückholsystem (80) entgegen der Öffnungsrichtung, so dass das zweite Kontaktelement (60) von dem ersten Kontaktelement (20) getrennt wird.



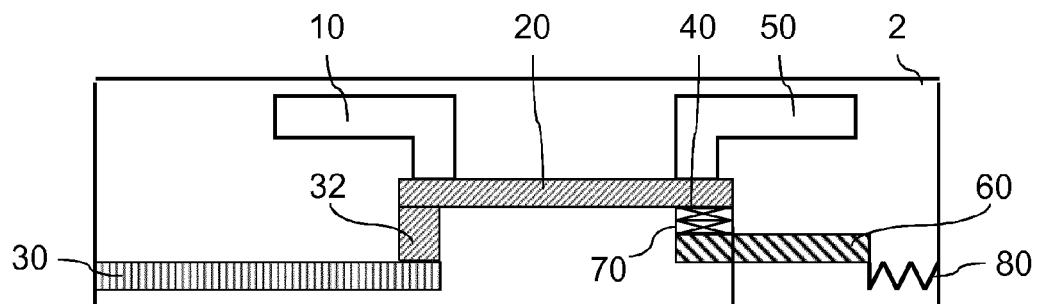


Fig. 2a

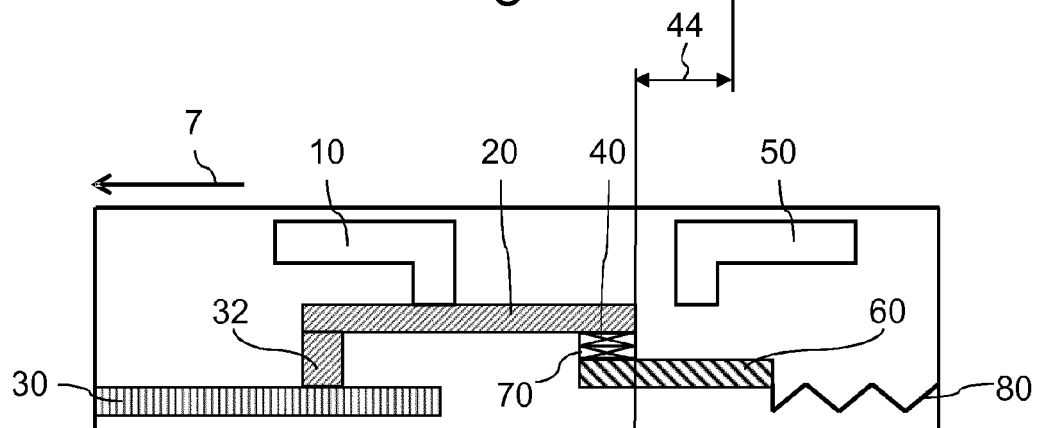


Fig. 2b

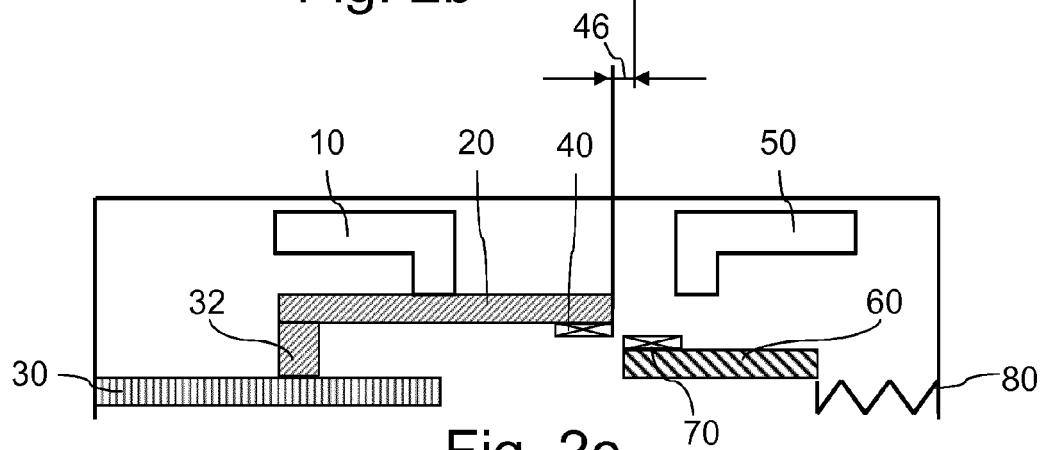


Fig. 2c

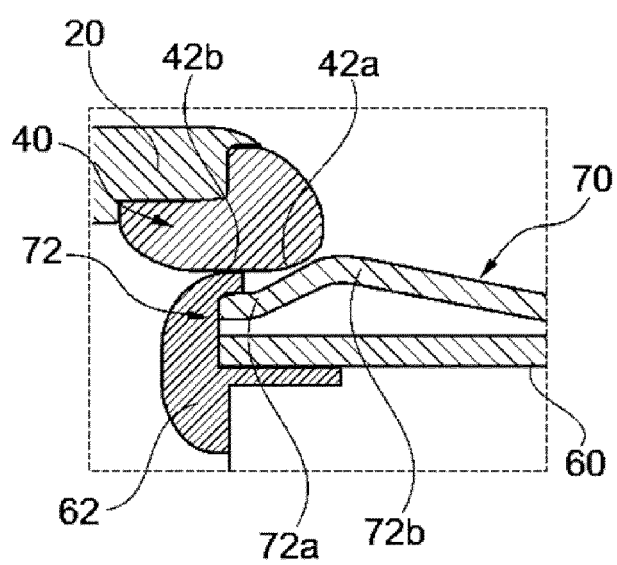
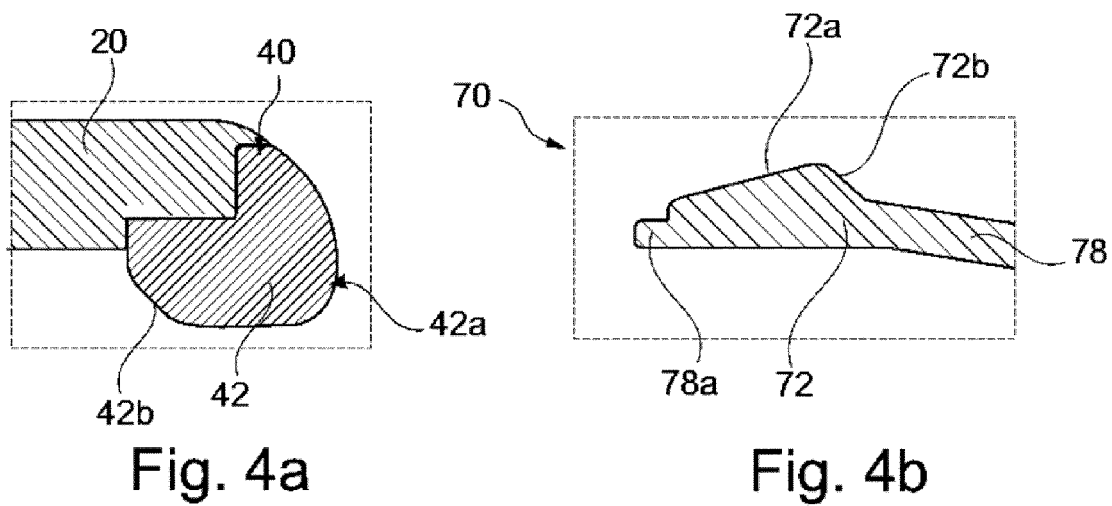


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 17 3338

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 1 054 419 A1 (ALSTOM [FR] AREVA T & D SA [FR]) 22. November 2000 (2000-11-22) * Absatz [0016] - Absatz [0045]; Abbildungen 1-4 *	1-17	INV. H01H3/30 H01H31/32 H01H1/54 H01H3/58
A	EP 0 348 645 A2 (LICENTIA GMBH [DE]) 3. Januar 1990 (1990-01-03) * Spalte 3, Zeile 14 - Spalte 6, Zeile 28; Abbildungen 1-6 *	1-17	
A	US 4 594 489 A (GENGENBACH BRUNO [DE] ET AL) 10. Juni 1986 (1986-06-10) * Spalte 11, Zeile 4 - Spalte 17, Zeile 53; Abbildungen 1-10 *	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. Oktober 2012	Prüfer Nieto, José Miguel
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 17 3338

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.

25-10-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
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

EP 0348645	A2	03-01-1990	DE	3832171 A1	04-01-1990
			EP	0348645 A2	03-01-1990

US 4594489	A	10-06-1986	DE	3402372 A1	01-08-1985
			DE	8609229 U1	05-06-1986
			EP	0150486 A2	07-08-1985
			HU	189962 B	28-08-1986
			US	4594489 A	10-06-1986

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

- DE 60030032 T2 [0008] [0016]
- EP 0348645 A2 [0009]