

(19)



(11)

EP 4 010 914 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

13.05.2026 Patentblatt 2026/20

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

H01H 1/54 (2006.01) **H01H 50/54** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19759288.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

H01H 1/54; H01H 50/546; H01H 9/32; H01H 9/341; H01H 9/443

(22) Anmeldetag: **05.08.2019**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE2019/200095

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2021/023325 (11.02.2021 Gazette 2021/06)

(54) **ELEKTRISCHER SCHALTER ZUM TRENNEN EINES STROMPFADS**

ELECTRICAL SWITCH FOR OPENING A CURRENT PATH

COMMUTATEUR ÉLECTRIQUE POUR OUVRIR UN TRAJET DE COURANT

(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**

(72) Erfinder:

- **OEHLER, Fabian**
80797 München (DE)
- **WORTBERG, Michael**
84405 Dorfen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

15.06.2022 Patentblatt 2022/24

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 122 645	EP-A1- 2 680 288
WO-A1-2019/031587	WO-A1-2019/103064
DE-A1- 102017 205 833	US-A- 4 467 301
US-A1- 2013 021 121	US-A1- 2013 021 122

(73) Patentinhaber: **Lisa Dräxlmaier GmbH**
84137 Vilsbiburg (DE)

EP 4 010 914 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrischen Schalter zum Trennen eines Strompfads, insbesondere in Hochvolt-Strompfaden in einem Kraftfahrzeug-Bordnetz.

Stand der Technik

[0002] Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden hauptsächlich in Verbindung mit Schaltelementen für Fahrzeugbordnetze beschrieben. Die Erfindung kann aber in jeder Anwendung genutzt werden, in der elektrische Lasten geschaltet werden.

[0003] Wenn beispielsweise im Falle eines Kurzschlusses in einem Antriebssystem ein hoher Stromfluss durch einen Schalter eines Fahrzeugbordnetzes fließt, kann eine Kontaktstelle durch eine aufgrund des Stromflusses bewirkte Lorentzkraft und/oder Engekraft in der Kontaktstelle ungewollt geöffnet werden.

[0004] Wenn die Kontaktstelle bei einem großen Stromfluss geöffnet wird, entsteht ein Schaltlichtbogen an einer Trennstelle zwischen den zwei zuvor verbundenen Enden des Schalters. Der Schaltlichtbogen setzt eine große Energiemenge frei, die zu Schäden an dem Schalter führen kann.

[0005] Um solche Schäden zu verhindern, sollte bestenfalls vermieden werden, dass ein mit hohem Stromfluss betriebener Schalter unbeabsichtigt öffnet. Ergänzend sollte angestrebt werden, dass die Zeit, in der der Schaltlichtbogen brennt, reduziert werden kann, indem beispielsweise ein Spannungsabfall im Schaltlichtbogen größer gemacht wird als eine zur Verfügung stehende elektrische Spannung zwischen den Enden. Der Spannungsabfall kann beispielsweise vergrößert werden, indem eine Länge des Schaltlichtbogens verlängert wird. Dies kann beispielsweise über einen Luftstrom beziehungsweise Gasstrom erreicht werden, der den Schaltlichtbogen ablenkt. Dadurch wird der Schaltlichtbogen verlängert und der Spannungsabfall im Schaltlichtbogen so weit erhöht, dass der Schaltlichtbogen erlischt.

[0006] Die Druckschrift EP 2 680 288 A1 betrifft eine Schützenanordnung für den Betrieb in einer dielektrischen Flüssigkeitsumgebung und eine elektrische Unterwasservorrichtung.

[0007] Die Druckschrift EP 2 122 645 A1 betrifft ein plattenförmiges Löschelement für eine Löscheinrichtung eines Schaltgerätes.

[0008] Die Druckschrift US 2013/021121 A1 zeigt ein Relais zum Öffnen und Schließen einer elektrischen Schaltung.

[0009] Die Druckschrift DE 10 2017 205833 A1 betrifft eine Schaltschutz-Einrichtung für ein Kraftfahrzeug.

[0010] Die Druckschrift US 2013/021122 A1 betrifft ein Relais, das eine Trennung zwischen beweglichen Kontakten und festen Kontakten aufgrund einer elektromag-

netischen Abstoßungskraft eines Kontaktabschnitts einschränken kann.

[0011] Die Druckschrift US 4 467 301 A bezieht sich auf elektrische Schalter und auf elektrische Schalter des Typs, der einen Überbrückungskontakt verwendet, der geradlinig in und außer Eingriff mit einem Paar fester Kontakte bewegbar ist.

[0012] Die Druckschrift WO 2019/103064 A1 beschreibt eine Kontaktvorrichtung, ein elektromagnetisches Relais und eine elektrische Vorrichtung, die in der Lage sind, einen Verbindungszustand zwischen einem beweglichen Kontakt und einem festen Kontakt in einem Fall zu stabilisieren, in dem ein anormaler Strom fließt.

[0013] Die Druckschrift WO 2019/031587 A1 betrifft ein elektromagnetisches Relais, umfassend: ein Gehäuse; einen ersten Festkontaktanschluss mit einem ersten Festkontakt; einen zweiten Festkontaktanschluss mit einem zweiten Festkontakt; und ein bewegliches Kontaktstück, das auf einer Oberfläche einen ersten beweglichen Kontakt und einen zweiten beweglichen Kontakt aufweist, die in der Kontakt- und Trennrichtung eines Kontakts kontaktieren und trennen können.

Beschreibung der Erfindung

[0014] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, unter Einsatz konstruktiv möglichst einfacher Mittel einen zuverlässig schaltenden elektrischen Schalter zum Trennen eines Strompfads bereitzustellen.

[0015] Die Aufgabe wird durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den begleitenden Figuren angegeben.

[0016] Es wird ein elektrischer Schalter zum Trennen eines Strompfads vorgestellt, wobei der Schalter eine Hinleitung mit einer Trennstelle zum Trennen des Strompfads aufweist, wobei an der Trennstelle ein zumindest einseitig bewegliches Schaltglied zum Öffnen und/oder Schließen der Trennstelle in der Hinleitung angeordnet ist,

wobei das Schaltglied in einer Geschlossenstellung auf einer beweglichen Seite eine Kontaktstelle zu der Hinleitung aufweist,

wobei der Schalter ferner eine an einem Ende der Hinleitung elektrisch leitend mit der Hinleitung verbundene Rückleitung aufweist,

wobei eine im Wesentlichen antiparallel beabstandete Anordnung von Hinleitung und Rückleitung zumindest im Bereich der Trennstelle dazu ausgebildet ist, eine bei stromtragendem Strompfad aufgrund einer lokalen Lorentzkraft in der Hinleitung und dem Schaltglied und/oder einer Engekraft in der Kontaktstelle auf das Schaltglied wirkende Kraft durch eine von der Rückleitung auf das Schaltglied wirkende Lorentzkraft zumindest teilweise zu kom-

pensieren.

[0017] Unter einem Strompfad kann ein durchgehend elektrisch leitender Pfad zwischen einer Stromquelle und einem Verbraucher verstanden werden. Die Stromquelle kann beispielsweise eine Traktionsbatterie eines Elektrofahrzeugs sein. Der Verbraucher kann beispielsweise ein Antriebsmotor des Elektrofahrzeugs sein. An einem Schalter kann der Strompfad geöffnet und unterbrochen beziehungsweise getrennt werden. Der Schalter kann unter Verwendung von elektrischen Schnittstellen in den Strompfad integriert sein. Die Schnittstellen können als Terminals bezeichnet werden. An den Terminals können elektrische Leiter mit einem großen Leitungsquerschnitt angeschlossen werden. Im Schalter kann der Strompfad durch Stromschienen ausgebildet sein. Stromschienen können massive Streifen aus elektrisch leitendem Material sein. Eine Hinleitung kann von einer Eingangsschnittstelle des Schalters in ein Gehäuse des Schalters hinein führen. Eine Rückleitung kann aus dem Gehäuse des Schalters zu einer Ausgangsschnittstelle des Schalters führen. An einem der Eingangsschnittstelle gegenüberliegenden Ende der Hinleitung kann die Hinleitung elektrisch leitend mit der Rückleitung verbunden sein. Die Rückleitung kann im Wesentlichen antiparallel zu der Hinleitung zurück zu der Ausgangsschnittstelle verlaufen.

[0018] Bei einem Stromfluss durch die Hinleitung und die Rückleitung fließt der Strom in der Hinleitung und der Rückleitung in entgegengesetzte bzw. antiparallele Richtungen. Durch den Stromfluss verursachte elektromagnetische Kräfte, insbesondere auf das Schaltglied wirkende Kräfte, wie die Lorentzkraft und die Holm'sche Engekräft heben sich aufgrund des entgegengesetzten verursachenden Stromflusses im Wesentlichen auf.

[0019] Eine Trennstelle kann eine zum Trennen des Strompfads vorgesehene Stelle der Hinleitung sein. Die Rückleitung kann im Gehäuse des Schalters im Bereich der Trennstelle parallel zu der Hinleitung verlaufen. Die Rückleitung kann dabei in einem konstanten Abstand zur Hinleitung angeordnet sein. Der Abstand zwischen der Hinleitung und der Rückleitung beeinflusst die kompensierende Lorentzkraft. Der Abstand kann entsprechend einer erwarteten Stromstärke auf dem Strompfad gewählt werden.

[0020] Der Schalter kann zum mehrmaligen Öffnen und Schließen ausgebildet sein. Das Schaltglied kann zum Öffnen und/oder Schließen der Trennstelle ausgebildet sein. Der Schalter kann einen Aktor zum Antreiben des Schaltglieds aufweisen. Das Schaltglied kann als beidseitig bewegliche Schaltbrücke ausgeführt sein. Dabei kann sich das Schaltglied parallel zu der Rückleitung erstrecken und in einer Richtung quer zu der Rückleitung zu der Hinleitung hin bzw. von der Hinleitung weg bewegt werden. Dabei sind beide Enden des Schaltglieds bewegbar, vorzugsweise in einer Richtung senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Hinleitung. Alternativ kann das Schaltglied als Schaltzunge einseitig fest mit der Hin-

leitung verbunden sein. Eine zweite Seite der Schaltzunge kann beweglich sein. Das Schaltglied kann über ein Gelenk mit der Hinleitung verbunden sein. Das Schaltglied kann auch ein bewegliches Ende der Hinleitung sein.

[0021] Das Schaltglied kann zwischen einer Geschlossenstellung und einer Offenstellung bewegt werden. In der Geschlossenstellung ist der Strompfad an der Kontaktstelle geschlossen. In der Offenstellung ist der Strompfad getrennt. Das bewegliche Ende des Schaltglieds kann in der Geschlossenstellung seitlich an dem Ende der Hinleitung anliegen.

[0022] Eine Länge des Schaltglieds in Erstreckungsrichtung des Schaltglieds und ein Abstand zwischen dem Schaltglied und der Rückleitung in einer Richtung senkrecht zur Erstreckungsrichtung des Schaltglieds können derart bemessen sein, dass die aufgrund der lokalen Lorentzkraft und/oder der Engekräft auf das Schaltglied an der Kontaktstelle wirkende Kraft durch die bei stromtragendem Strompfad in der Rückleitung bewirkte Lorentzkraft bei einer durch den stromtragendem Strompfad fließenden Stromstärke, für die der Schalter ausgelegt ist, zu zumindest 50% kompensiert wird. Alternativ kann die wirkende Kraft zu zumindest 70%, zu zumindest 90%, vollständig kompensiert oder sogar überkompensiert werden.

[0023] Indem die als Levitationkraft, d.h. abhebend auf das Schaltglied wirkenden Kräfte wie die lokale Lorentzkraft und/oder die Holm'sche Engekräft zumindest zu einem signifikanten Teil durch die mithilfe der Rückleitung erzeugte Lorentzkraft kompensiert werden, kann ein Risiko, dass der Schalter bei hohen Stromstärken ungewollt öffnet und dabei eventuell durch eine Bildung von Lichtbögen Schaden nimmt, reduziert werden.

[0024] Das Schaltglied kann an der Kontaktstelle an einer hin zu der Rückleitung gerichteten Seite lösbar an der Hinleitung anliegen. Durch das Anliegen auf der zur Rückleitung gerichteten Seite kann das Schaltglied durch die von der Rückleitung auf das Schaltglied wirkende Lorentzkraft gegen die Hinleitung gedrückt werden. So wirken die Engekräft beziehungsweise die lokale Lorentzkraft zwischen Hinleitung und Schaltglied und die von der Rückleitung auf das Schaltglied wirkende Lorentzkraft in entgegengesetzte Richtungen.

[0025] Das Schaltglied kann zum Öffnen der Trennstelle in einen Zwischenraum zwischen der Hinleitung und der Rückleitung beweglich sein. Durch das Öffnen in den Zwischenraum hinein kann das Schaltglied durch die Lorentzkraft der Rückleitung gegen die Hinleitung gedrückt werden. So kann die Lorentzkraft der Rückleitung die lokale Lorentzkraft und/oder die Engekräft kompensieren.

[0026] Der Schalter kann einen Aktor zum Heranführen des Schaltglieds an und/oder Wegbewegen des Schaltglieds von der Kontaktstelle aufweisen. Anders ausgedrückt kann der Aktor das Schaltglied aktiv zwischen der Offenstellung und der Geschlossenstellung bewegen. Zum Heranführen oder Wegbewegen kann

eine in einem Federspeicher des Aktors gespeicherte Federkraft verwendet werden. Der Aktor kann zum Wegbewegen oder Heranführen entgegen der Federkraft wirken. Das Schaltglied kann selbst als die Kontaktstelle geschlossen haltendes oder offen haltendes Federelement wirken. Beim Bewegen des Schaltglieds aus einer Ruhelage heraus kann das Schaltglied elastisch verformt werden.

[0027] Das Schaltglied kann als beidseitig bewegliche Schaltbrücke ausgebildet sein. Die Schaltbrücke kann im Wesentlichen parallel zu der Rückleitung ausgerichtet sein. Die Schaltbrücke kann im Bereich entgegengesetzter Enden je eine Kontaktstelle aufweisen. Durch die im Wesentlichen parallele Ausrichtung kann die Lorentzkraft von der Rückleitung im Wesentlichen vollständig auf das Schaltglied wirken.

[0028] Der Schalter weist eine Löscheinrichtung zum Löschchen des beim Trennen der stromtragenden Trennstelle resultierenden Schaltlichtbogens auf. Die Löscheinrichtung ist ein im Regelbetrieb stromloses Sicherungselement in einem Sekundärpfad zu dem Strompfad aufweisen. Das Sicherungselement ist zwischen einen Anschluss zu einer ersten Seite der Trennstelle und eine Sekundärelektrode des Sekundärpfads geschaltet. Die Sekundärelektrode ist im Bereich einer zweiten Seite der Trennstelle angeordnet und ist im Regelbetrieb von dem Strompfad elektrisch isoliert. Der Sekundärpfad kann einen geringeren elektrischen Widerstand aufweisen als der Schaltlichtbogen. Die Sekundärelektrode kann in einem durch den Schaltlichtbogen ionisierten Bereich angeordnet sein. Dadurch kann der elektrische Stromfluss zur Sekundärelektrode kommutieren und durch das Sicherungselement zur anderen Seite der Trennstelle abfließen. Das Sicherungselement kann ansprechen, wenn der Stromfluss größer als ein Auslösewert des Sicherungselements ist. Das Sicherungselement kann beispielsweise eine Schmelzsicherung sein. In der Schmelzsicherung zündet beim Überschreiten des Auslösewerts ein Lichtbogen, der durch aufschmelzenden Sand in der Sicherung gelöscht wird. Bis das Sicherungselement auslöst, ist der vorherige Pfad des Schaltlichtbogens wieder deionisiert. So kann der Schaltlichtbogen nicht erneut zünden.

[0029] Die Sekundärelektrode ist mit zumindest einer Zinke eines benachbart zu der Trennstelle angeordneten Löschkamms verbunden. Die zumindest zwei Zinken des Löschkamms sind im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet, elektrisch voneinander getrennt und über eine Öffnungsweite der Trennstelle verteilt angeordnet. Ein Löschkamm kann mehrere Zinken aufweisen. Die Zinken können unterschiedlich lang sein. Beispielsweise können die äußeren Zinken des Löschkamms länger sein als die inneren Zinken des Löschkamms. Der Schaltlichtbogen kann auf den Löschkamm überspringen, da der Weg über den Löschkamm einen geringeren elektrischen Widerstand aufweist als der ursprüngliche Schaltlichtbogen. Der Schaltlichtbogen kann im Löschkamm auf mehrere Teillichtbögen aufgeteilt werden. Die

Teillichtbögen können in den Löschkamm hineinwandern. Die Sekundärelektrode kann insbesondere mit einer mittleren Zinke des Löschkamms verbunden sein. Die mittlere Zinke kann die kürzeste Zinke sein. Die Sekundärelektrode kann einen Pfad für den Stromfluss durch den Schaltlichtbogen bereitstellen, der einen geringeren Widerstand aufweist, als ein Pfad an der Sekundärelektrode vorbei beziehungsweise über die restlichen Zinken. Der Stromfluss folgt dem Weg des geringsten Widerstands. Wenn sich der Stromfluss durch den Sekundärpfad etabliert hat, verlöschen die abgeschnittenen Teillichtbögen. Anschließend unterbricht das Sicherungselement im Sekundärpfad den Stromfluss vollständig.

[0030] Die Zinken des Löschkamms können als im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtete Platten ausgebildet sein. Eine Vorderkante der Platten kann beabstandet zu dem Strompfad im Bereich der Trennstelle angeordnet sein. Im Wesentlichen kann die Vorderkante parallel zu dem Strompfad ausgerichtet sein. Durch plattenförmige Zinken können die Teillichtbögen über eine Fläche der Platten wandern und sich voneinander entfernen. Dadurch können erloschene Teillichtbögen schwerer wieder zünden.

[0031] Der Schalter weist zumindest einen Blasmagneten auf. Der Blasmagnet ist benachbart zu der Trennstelle angeordnet. Der Blasmagnet ist dazu ausgebildet, den Schaltlichtbogen aus der Trennstelle abzulenken. Ein Blasmagnet kann ein Permanentmagnet oder ein Elektromagnet sein. Der Blasmagnet kann in mehrere Teilmagnete unterteilt sein. Teilmagnete können ihr Magnetfeld gegenseitig verstärken und/oder homogenisieren. Der Blasmagnet kann so ausgerichtet sein, dass sein Magnetfeld im Bereich der Trennstelle im Wesentlichen homogen ist. Das Magnetfeld lenkt die durch den Stromfluss durch den Schaltlichtbogen bewegten Ladungsträger und die ionisierten Teilchen im Bereich des Schaltlichtbogens seitlich ab. Durch die Ablenkung wird eine Länge des Schaltlichtbogens vergrößert und so der Spannungsabfall im Schaltlichtbogen erhöht. Der Blasmagnet lenkt den Schaltlichtbogen in Richtung der Sekundärelektrode ab. Bei Verwendung eines Blasmagneten kann eine Feldstärke des Magnetfelds im Bereich des Schaltglieds bei der Festlegung des Abstands zwischen der Hinleitung und der Rückleitung berücksichtigt werden.

[0032] Der Schalter kann ein bewegliches, in die geöffnete Trennstelle einschiebbares, elektrisch isolierendes Element und einen Aktor zum Bewegen des Elements aufweisen. Das Element kann ein Formstück sein, das Ausschnitte für die Komponenten der Trennstelle aufweist. Das Element kann die Komponenten so im Wesentlichen umschließen. Durch das Umschließen wird die durch den Schaltlichtbogen zu überbrückende Strecke wesentlich vergrößert. Ein erneutes Zünden eines neuen Schaltlichtbogens kann so verhindert werden. Zusätzlich sind die Komponenten der Trennstelle in den Ausschnitten fixiert, wodurch der geöffnete Zustand der

Trennstelle auch bei Erschütterungen sicher erhalten bleibt.

Kurze Figurenbeschreibung

[0033] Nachfolgend wird ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung eines Schalters gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 2a bis 2c Darstellungen eines Schalters mit einem einschiebbaren Element gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 eine Darstellung eines Schalters mit einer Löscheinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 4a und 4b Darstellungen eines Löschens eines Schaltlichtbogens an einem Schalter gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0034] Die Figuren sind lediglich schematische Darstellungen und dienen nur der Erläuterung der Erfindung. Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind durchgängig mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Detaillierte Beschreibung

[0035] Zum leichteren Verständnis werden in der folgenden Beschreibung die Bezugszeichen zu den Figuren 1-6 als Referenz beibehalten.

[0036] Fig. 1 zeigt eine Darstellung eines Schalters 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Der Schalter 100 ist dazu ausgebildet einen Strompfad 102 wiederholt zu trennen und zu schließen. Der Schalter ist zum Schalten von KFZ-Hochvoltspannung mit entsprechend hohen elektrischen Stromflüssen ausgelegt und weist dementsprechend groß dimensionierte Leitungsquerschnitte aus elektrisch leitendem Material, angepasste Materialstärken elektrisch isolierenden Materials sowie die erforderlichen Luft- und Kriechstrecken auf. KFZ-Hochvoltspannung kann bis zu einem Kilovolt betragen. Beispielsweise kann die Spannung im Hochvolt Bordnetz bei 400 bis 600V oder 800 bis 1000V liegen. Dabei können insbesondere im Kurzschlussfall hohe Ströme fließen. Beispielsweise kann der maximale Kurzschlussstrom bis 15kA betragen. Je nach Innenwiderstand der Batterie kann der Kurzschlussstrom bis 30kA betragen.

[0037] Der Schalter 100 weist ein erstes Terminal 104 als Eingangsschnittstelle und ein zweites Terminal 106 als Ausgangsschnittstelle auf. Die Terminals 104, 106 sind auf der gleichen Seite des Schalters 100 angeordnet, da der Schalter 100 eine Hinleitung 108 von dem ersten Terminal 104 in den Schalter 100 und eine parallel dazu angeordnete Rückleitung 110 aus dem Schalter

100 zurück zu dem zweiten Terminal 106 aufweist. Die Hinleitung 108 und die Rückleitung 110 verlaufen damit in einem innerhalb eines engen Toleranzbereichs konstanten Abstand durch den Schalter 100. Die Hinleitung 108 und die Rückleitung 110 sind an einer von den Terminals 104, 106 abgewandten Seite miteinander elektrisch leitend verbunden.

[0038] Die Terminals 104, 106 sind hier als Verlängerungen der Hinleitung 108 beziehungsweise der Rückleitung 110 ausgeführt. Die Hinleitung 108, die Rückleitung 110 und die Verbindung zwischen den beiden sind als massive Stromschienen aus elektrisch leitendem Vollmaterial, wie beispielsweise Kupfer ausgeführt. Die Terminals 104, 106 weisen je einen Durchbruch für ein Verbindungsmittel zum Verbinden des Schalters 100 mit dem Strompfad auf.

[0039] In der Hinleitung 108 ist eine Trennstelle 112 des Schalters 100 angeordnet. Hier ist die Trennstelle 112 durch ein beidseitig bewegliches Schaltglied 114 ausgebildet. Das Schaltglied 114 ist mechanisch mit einem Aktor 116 gekoppelt. Das Schaltglied 114 ist als massive Schaltbrücke ausgebildet und weist an zwei gegenüberliegenden Endbereichen Kontaktflächen 118 auf, mit denen das Schaltglied an den freien Enden der Hinleitung 108 anliegt. Die Schaltbrücke weist im Wesentlichen den gleichen Leitungsquerschnitt wie die Hinleitung 108 auf.

[0040] Das Schaltglied 114 ist hier in einem Zwischenraum 120 zwischen der Hinleitung 108 und der Rückleitung 110 angeordnet. Zum Trennen der Trennstelle 112 wird das Schaltglied 114 von der Hinleitung 108 weg weiter in den Zwischenraum 120 bewegt. Die Kontaktflächen 118 sind als Kontaktplättchen ausgeführt, um bei geschlossenem Schalter 100 eine erhöhte Flächenpressung für einen anforderungsgerechten elektrischen Kontakt beziehungsweise geringen Übergangswiderstand zwischen dem Schaltglied 114 und der Hinleitung 108 zu erreichen.

[0041] Bei geschlossenem Schalter 100 ist der Strompfad 102 geschlossen und es kann Strom durch den Schalter 100 fließen. Durch den Stromfluss resultiert an den Kontaktstellen 118 eine lokale Lorentzkraft und/oder Engekräft 122, die das Schaltglied 114 von der Hinleitung 108 abheben will. Durch den in der entgegengesetzten Richtung fließenden Stromfluss durch die parallele Rückleitung 110 wird ebenfalls eine Lorentzkraft 124 erzeugt, die entgegengesetzt zu der Lorentzkraft und/oder Engekräft 122 gerichtet ist. Die Lorentzkraft 124 und die Lorentzkraft und/oder Engekräft 122 heben sich im Wesentlichen gegenseitig auf. Die Lorentzkraft 124 ist dabei im Wesentlichen von der Stromstärke in der Rückleitung 110 und dem Abstand zwischen der Hinleitung 108 und der Rückleitung 110 abhängig.

[0042] In einem Ausführungsbeispiel sind in dem Zwischenraum 120 zwei Blasmagnete 126 angeordnet. Die Blasmagnete 126 sind rechts und links des Schaltglieds 114 angeordnet.

[0043] Die Blasmagnete 126 sind dabei so ausgerich-

tet, dass sich ihre Magnetfelder im Bereich des Schaltglieds 114 gegenseitig verstärken. Der Nordpol des einen Blasmagneten 126 weist dabei auf den Südpol des anderen Blasmagneten 126. Zusätzlich ergibt sich so ein homogenes Magnetfeld zwischen den Blasmagneten 126.

[0044] Fig. 2a bis 2c zeigen Darstellungen eines Schalters 100 mit einem einschiebbaren Element 200 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Der Schalter entspricht dabei im Wesentlichen dem Schalter in Fig. 1. Die Darstellung in Fig. 2a entspricht im Wesentlichen der Darstellung in Fig. 1. Im Gegensatz dazu ist der Schalter 100 mit geöffneter Trennstelle 112 dargestellt. Das Schaltglied 114 ist durch den Aktor 116 in den Zwischenraum 128 gezogen worden. Die Kontaktstellen 118 sind kontaktfrei. In die geöffnete Trennstelle 112 ist das Element 200 durch einen nicht dargestellten weiteren Aktor von der Seite eingeschoben worden. Das Element 200 ist aus einem elektrisch isolierenden Material, beispielsweise einem Keramikmaterial. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird kein Blasmagnet verwendet, um die kompensierende Lorentzkraft nicht zu beeinflussen.

[0045] In Fig. 2b ist das Element 200 mit Aussparungen 202 für die Enden der Hinleitung 108 und das Schaltglied 114 dargestellt. Auch die Kontaktplättchen der Kontaktstellen 118 sind in den Aussparungen 202 abgebildet. In Fig. 2a sind die Enden und das Schaltglied 114 in den Aussparungen 202 angeordnet. Durch die Aussparungen ist eine Relativposition des Schaltglieds 114 zu der Hinleitung 108 gesichert und ein versehentliches Schließen der Trennstelle 112 durch das in der Trennstelle 112 angeordnete Element 200 ausgeschlossen. Das Element 200 stellt sicher, dass der Schalter 100 geöffnet bleibt, auch wenn der Schalter 100 starken Erschütterungen ausgesetzt ist und/oder der Aktor 116 versagt.

[0046] In Fig. 2c ist der weitere Aktor 204 dargestellt. Hier ist der weitere Aktor 204 gerade dabei, das Element 200 in die geöffnete Trennstelle 112 einzuschieben.

[0047] Mit anderen Worten zeigen die Fig. 1 bis 2 einen Schalter mit einer Kompensation der Levitationskraft. Dabei geht es um das Zusammenspiel zwischen Hochvolt-Schütz und Hochvolt-Sicherung in Hochvolt-Schaltboxen von Elektro- und Hybridfahrzeugen (BEV & PHEV).

[0048] Bei großen Kurzschlussströmen soll das Schütz geschlossen bleiben und eine insbesondere in Reihe zum Schütz geschaltete Sicherung soll die Unterbrechung des Stroms übernehmen. Wenn allerdings aufgrund der im Schütz vorherrschenden elektromagnetischen Kräfte, insbesondere der Lorentzkraft und der Holm'schen Engekräft, sich die Schaltkontakte ungewollt öffnen, bevor die Sicherung auslöst, so kann es zur Explosion des Schützes kommen. Weiterhin begrenzen die dann im Schütz entstehenden Lichtbögen aufgrund ihres Spannungsfalls den Kurzschlussstrom, was das Auslösen der Schmelzsicherung verzögert. Die Sicherung löst aus, wenn ihr Schmelzintegral (I^2t -Wert) erreicht ist.

[0049] Die hier vorgestellte Geometrie der Stromführung führt zu einer Kompensation der Lorentz- und Engekräft. Dadurch wirkt nunmehr nur noch die durch eine Feder erzeugte und gewünschte Kontaktkraft. Zusätzlich kann der entstehende Lichtbogen durch Einschieben eines elektrischen Isolators beispielsweise aus Keramik gelöscht werden.

[0050] Blasmagnete können zur Löschung des Lichtbogens verwendet werden. Diese erzeugen ein Magnetfeld, welches quer zur Bewegungsrichtung der Elektronen in den Lichtbögen orientiert ist, wodurch die Elektronen auf eine Kreisbahn abgelenkt werden. Hierdurch verlängert sich die Lichtbogenstrecke, die proportional zur Lichtbogen Spannung ist. Blasmagnete können eine zusätzliche Lorentzkraft erzeugen, die auf die Schaltbrücke wirkt, wodurch sich die Levitationsgrenze, bei der es zur Abhebung der Schaltkontakte kommt, reduziert.

[0051] Durch den hier vorgestellten Ansatz ergibt sich eine Steigerung der Systemsicherheit, da das Schütz in einem geschlossenen Zustand verbleibt, nicht explodiert, sondern maximal verschweißt. Eine in Reihe geschaltete Schmelzsicherung mit einem größeren Sicherungsnennwert kann verwendet werden, da die Robustheit des Schützes erhöht wird. So können die zukünftig sehr wahrscheinlich weiter steigenden Ladeströme bewältigt werden.

[0052] Der hier vorgestellte Schalter weist deutlich erhöhte Levitationsgrenzen im Vergleich zu bekannten Schützen auf, ohne eine wesentliche Vergrößerung der Komponente. Als Levitationsgrenze kann beispielsweise mehr als acht Kiloampere erreicht werden.

[0053] Bei dem hier vorgestellten Schalter sind die Stromschienen so angeordnet, dass die Lorentzkraft auf die Schaltbrücke, verursacht durch die zusätzliche untere Stromschiene, diese andrückt. Dazu ist die untere Stromschiene genau so beabstandet, dass sich die elektromagnetischen Kräfte kompensieren. Die kompensierende Lorentzkraft kann durch

$$F_L = B(I, d) \times L \cdot I$$

mit dem Strom I , der vektoriellen Länge der Schaltbrücke L sowie der magnetischen Flussdichte $B(I, d)$ an der Stelle der Schaltbrücke, die abhängig vom Strom sowie dem Abstand d zur unteren Stromschiene ist, beschrieben werden.

[0054] Durch geeignete Wahl der Parameter d und L lässt sich die äußere Lorentzkraft so einstellen, dass diese die lokale Lorentz- und Engekräft an den beiden Kontaktstellen kompensiert.

[0055] Um beim Öffnen der Kontakte unter Strom den entstehenden Schaltlichtbogen löschen zu können, können Magnete verwendet werden. Diese zwingen die Elektronen aufgrund ihrer Magnetfeldrichtung, welche quer zur Bewegungsrichtung der Ladungsträger ist, auf eine Kreisbahn. So wird die Lichtbogenlänge vergrößert, bis der Lichtbogen schließlich abreißt. Das Mag-

netfeld der Magnete durchsetzt jedoch auch die Schaltbrücke und verstärkt so die abstoßend wirkende Lorentzkraft.

[0056] Um dies zu vermeiden, weist der Schalter in Fig. 2 keine Blasmagnete auf. Die Löschung des Lichtbogens erfolgt durch Einschieben eines Körpers, der aus einem elektrischen Isolator (z.B. Keramik) gefertigt ist. Dieser dringt in die Kontaktstelle ein und verlängert anschließend den Lichtbogen stark, bis er abreißt.

[0057] Fig. 3 zeigt eine Darstellung eines Schalters 100 mit einer Löscheinrichtung 300 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Der Schalter 100 entspricht dabei im Wesentlichen dem Schalter in den Figuren 1 und 2. Zusätzlich dazu weist der Schalter 100 als die Löscheinrichtung 300 einen im Regelbetrieb stromlosen Sekundärpfad 302 zu dem Strompfad 102 auf. In dem Sekundärpfad 302 ist ein Sicherungselement 304 angeordnet. Das Sicherungselement 304 ist hier eine Schmelzsicherung. Ein erstes Ende des Sicherungselements 304 ist auf einer ersten Seite der Trennstelle 112 mit dem Strompfad 102 elektrisch leitend verbunden. Ein zweites Ende des Sicherungselements 304 ist elektrisch leitend mit einer Sekundärelektrode 306 verbunden. Die Sekundärelektrode 306 ist im Regelbetrieb elektrisch isoliert von dem Strompfad 102 angeordnet. Hier ist die Sekundärelektrode 306 seitlich neben der Trennstelle 112 angeordnet.

[0058] In einem Ausführungsbeispiel ist die Sekundärelektrode 306 mit einer mittleren Zinke 308 eines Löschkamms 310 verbunden. Der Löschkamm 310 weist hier fünf Zinken 308 auf, die über eine Öffnungsweite der Trennstelle 112 verteilt angeordnet sind. Die Zinken 308 sind voneinander elektrisch isoliert. Die äußeren Zinken 308 des Löschkamms 310 sind länger als die inneren Zinken 308 des Löschkamms 310. Die mittlere Zinke 308 ist die kürzeste Zinke 308 und damit am weitesten von der Trennstelle 112 entfernt.

[0059] In einem Ausführungsbeispiel ist die Sekundärelektrode 306 über das Sicherungselement 304 mit der Rückleitung 110 verbunden und verkürzt so den Sekundärpfad 302. Hier ist ein einzelner Blasmagnet 126 seitlich neben der Trennstelle 112 angeordnet. Dadurch verlaufen Feldlinien des Magnetfelds bogenförmig durch die Trennstelle 112. Der Blasmagnet 126 ist jedoch wesentlich länger als das Schaltglied 114, sodass das Magnetfeld im Bereich der Trennstelle 112 im Wesentlichen homogen ist.

[0060] In einem Ausführungsbeispiel sind die Zinken 308 des Löschkamms 310 als Platten ausgeführt. Die Platten sind im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet. Jede der Platten weist einen im Wesentlichen konstanten Abstand zu dem Strompfad 102 auf.

[0061] Anders ausgedrückt weist der hier dargestellte Schalter 100 eine Hinleitung 108 mit einer Trennstelle 112 zum Trennen eines Strompfads 102 auf, wobei an der Trennstelle 112 ein zumindest einseitig bewegliches Schaltglied 114 zum Öffnen und/oder Schließen der Trennstelle 112 in der Hinleitung 108 angeordnet ist,

wobei das Schaltglied 114 in einer Geschlossenstellung auf einer beweglichen Seite eine Kontaktstelle 118 zu der Hinleitung 108 aufweist, wobei der Schalter 100 eine Löscheinrichtung 300 zum Löschen eines beim Trennen der stromtragenden Trennstelle 112 resultierenden Schaltlichtbogens aufweist, wobei die Löscheinrichtung 300 ein im Regelbetrieb stromloses Sicherungselement 304 in einem Sekundärpfad 302 zu dem Strompfad 102 aufweist, wobei das Sicherungselement 304 zwischen einen Anschluss zu einer ersten Seite der Trennstelle 112 und eine Sekundärelektrode 306 des Sekundärpfads 302 geschaltet ist, wobei die Sekundärelektrode 306 im Bereich einer zweiten Seite der Trennstelle 112 angeordnet ist und im Regelbetrieb von dem Strompfad 102 elektrisch isoliert ist, wobei der Schalter 100 ferner einen benachbart zu der Trennstelle 112 angeordneten Löschkamm mit zumindest zwei Zinken 308 aufweist, wobei die Zinken 308 möglicherweise im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind, elektrisch voneinander getrennt sind und über eine Öffnungsweite der Trennstelle 112 verteilt angeordnet sind, wobei die Sekundärelektrode 306 mit zumindest einer der Zinken 308 verbunden ist.

[0062] Fig. 4a und 4b zeigen Darstellungen eines Löschens eines Schaltlichtbogens 400 an einem Schalter 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Der Schalter 100 entspricht dabei im Wesentlichen dem Schalter in Fig. 3. In Fig. 4a ist der Schalter 100 gerade unter Verwendung des nicht dargestellten Aktors geöffnet worden. In der Kontaktstelle 118 hat der Schaltlichtbogen 400 zwischen der Hinleitung 108 und dem Schaltglied 114 gezündet. Der Blasmagnet 126 hat den Schaltlichtbogen 400 in den Löschkamm 310 geblasen. Dadurch hat sich der Schaltlichtbogen 400 in fünf Teillichtbögen 402 aufgeteilt. Die Teillichtbögen 402 verlaufen dabei von der Hinleitung 108 zur nächstgelegenen Zinke 308, von dort von Zinke 308 zu Zinke 308, wobei die kürzeste, mittlere Zinke 308 übersprungen wird, und von der letzten Zinke 308 zum Schaltglied 114. In jedem Teillichtbogen 402 fällt dabei Spannung ab und schwächt den Schaltlichtbogen 400.

[0063] In Fig. 4b ist der Schaltlichtbogen 400 auf die mittlere Zinke 308 und damit auf die Sekundärelektrode 306 übergesprungen, da an der Sekundärelektrode 306 das elektrische Potenzial der Rückleitung 110 direkt anliegt. Die Teillichtbögen 402 zu den weiteren Zinken 308 sind erloschen. Durch den Überschlag auf die Sekundärelektrode 306 übersteigt der Stromfluss im Sekundärpfad 302 eine Ansprechschwelle des Sicherungselements 304 und es löst aus. Durch das ausgelöste Sicherungselement 304 wird der Stromfluss unterbrochen, der Schaltlichtbogen 400 erlischt und die Trennstelle 112 ist getrennt.

[0064] Mit anderen Worten zeigen die Fig. 3 und 4 einen Schalter mit Lichtbogenweiche in einem Löschkamm.

[0065] Das hier vorgestellte Schütz kann größere Kurzschlussströme abschalten. Dabei wird die Lichtbo-

genweiche zum Löschen des Lichtbogens verwendet. Die Lichtbogenweiche ist in einen sogenannten Löschkamm oder Lichtbogen-Kamm integriert. Das Prinzip eines solchen Löschkamms beruht auf dem Effekt der Verlängerung der Lichtbogenstrecke sowie dem initialen Spannungsfall eines Lichtbogens von ca. 10 bis 20 V. Durch eine Luftströmung oder Magnete wird der Lichtbogen in den Löschkamm hineingetrieben. Im hinteren Teil des Löschkamms befindet sich die Sekundärelektrode der Lichtbogenweiche. Diese kann auch als Anschluss an eine Lamelle des Kamms ausgeführt sein. Durch den geringeren Widerstand des Sekundärpfads im Vergleich zum gestörten Primärpfad über den gesamten Löschkamm fließt ein Großteil des Stroms anschließend über diesen Pfad. In dem Sicherungselement der Lichtbogenweiche schmilzt durch den Strom eine Engstelle, wodurch ein Lichtbogen in diesem Element entsteht. Dieser wird von dem Sicherungselement, das bspw. mit Sand gefüllt sein kann, ebenfalls gelöscht. Damit ist der Pfad unterbrochen und galvanisch getrennt.

[0066] In einem Ausführungsbeispiel weist der Schalter die in Fig. 1 dargestellte spezielle Stromschienengeometrie auf, um den Effekt der Levitation zu kompensieren. Da für die Funktion des Löschkamms Blasmagnete benötigt werden, lassen sich die elektromagnetischen Kräfte nicht vollständig eliminieren, jedoch stark reduzieren. Hierdurch wird die Levitationsgrenze signifikant erhöht.

[0067] Durch den hier vorgestellten Ansatz wird eine Steigerung der Systemsicherheit erreicht, da das Schütz durch den Löschkamm größere Ströme trennen kann. Hierdurch wird der unsichere Zustand, der durch das Zusammenspiel von Schütz und in Reihe geschalteter Sicherung entstehen kann, eliminiert. Hintergrund ist, dass die Auslösezeit der Sicherung durch den charakteristischen I^2t -Wert bestimmt wird. Je geringer also der Strom, desto länger benötigt die Sicherung, bis ihr Schmelzintegral erreicht wird. Da die Aufheizung der Engstelle bei geringeren Strömen zusätzlich weniger adiabatisch ist, verlängert sich die Auslösezeit zusätzlich. Kann die Schaltgrenze des Schützes nun erhöht werden, ist die Auslösezeit der Sicherung deutlich reduziert.

[0068] In Fig. 3 ist das Schütz mit der in einen Löschkamm integrierten Lichtbogenweiche dargestellt. Dabei ist ein Magnet seitlich zur Schaltkammer angeordnet. Dieser Magnet kann auch wie in Fig. 1 unterbrochen sein, sodass die Anordnung zwei Magnete beinhaltet. Der Blasmagnet erzeugt ein Magnetfeld in der Schaltkammer, welches quer zur Stromrichtung der Elektronen im Lichtbogen ausgerichtet ist, wodurch diese ausgelenkt werden und in Richtung des Löschkamms getrieben werden. Wenn die Blasmagnete rechts und links der Schaltkammer angeordnet sind, entsteht ein sehr homogenes Magnetfeld im Inneren der Schaltkammer. Die Blasmagnete könnten auch als Elektromagnete ausgeführt sein.

[0069] In Fig. 4 ist die Ablenkung der Elektronen auf

eine Kreisbahn gut zu erkennen. Durch die Einwirkung des Kamms wird der Lichtbogen in mehrere Teile aufgeteilt. Jeder Teil führt zu einer initialen Lichtbogenspannung von 10 bis 20 V abhängig vom Material des Kamms, sodass die Lichtbogenspannung stufenweise erhöht wird. Dies reicht für normale Überströme zum Erlöschen des Lichtbogens aus. Dabei reißt der Lichtbogen kurz nach Eintritt in den Löschkamm ab und der Strom wird unterbrochen. Die Lichtbogenweiche bleibt in diesem Fall inaktiv.

[0070] Bei sehr hohen zu trennenden Kurzschlussströmen erreicht die "Wolke" aus ionisiertem Gas im Lichtbogenkamm die Sekundärelektrode der Lichtbogenweiche, die über eine Überstromschutzeinrichtung mit dem anderen Potential verbunden ist, sodass zwischen dem Lichtbogenfußpunkt auf dem Schütz und der Sekundärelektrode eine Potentialdifferenz vorliegt. Der Lichtbogen kommutiert zu dieser Sekundärelektrode, sodass der Anteil des Primärlichtbogens zur Schaltbrücke erlischt. Ist das Schmelzintegral der Überstromschutzeinrichtung / Sicherungselement erreicht, zündet in dieser einen Lichtbogen, wodurch in der Folge der Strompfad unterbrochen wird.

[0071] In einem Ausführungsbeispiel ist der Schütz mit der Lichtbogenweiche im Löschkamm mit dem in Fig. 1 dargestellten Prinzip der Kompensation der Levitationskraft kombiniert. Dabei beeinflusst das zusätzliche Magnetfeld der Permanentmagnete / Blasmagnete die Lorentzkraft stromunabhängig. Die Stromschienen sind dabei so angeordnet, dass die Lorentzkraft verursacht durch die Leiterschleife auf die Schaltbrücke schließend wirkt. Die Schaltbrücke bewegt sich im Magnetfeld der unteren Stromschiene $B(l, d)$ und im Magnetfeld der Blasmagnete B_L . Für die resultierende Lorentzkraft gilt:

$$F_L = B(l, d) \times L * I + B_L \times L * I$$

mit dem Strom I und der Länge der Schaltbrücke L (vektoriell). L ist dabei so definiert, dass es positiv ist, wenn der Strom in L Richtung fließt. $B_x \times L$ beschreibt das Kreuzprodukt der jeweiligen Magnetfeldkomponente mit der Länge der Kontaktbrücke (vektoriell).

[0072] Durch geeignete Wahl der Parameter d und L lässt sich die äußere Lorentzkraft so einstellen, dass diese die lokale Lorentz- und Engekraft an den beiden Kontaktstellen zu einem großen Teil kompensiert. Durch die Wirkung der Blasmagnete wird die kompensierende Kraft je nach Stromrichtung reduziert oder verstärkt. Da das Magnetfeld der Blasmagnete nicht vom Strom I abhängt, lässt sich mit dieser Anordnung ein Gleichgewicht der abstoßend und andrückend auf die Schaltbrücke wirkenden elektromagnetischen Kräfte nur für einen bestimmten Stromwert erreichen.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0073]

100	Schalter	
102	Strompfad	
104	Terminal	
106	Terminal	
108	Hinleitung	5
110	Rückleitung	
112	Trennstelle	
114	Schaltglied	
116	Aktor	
118	Kontaktfläche	10
120	Zwischenraum	
122	Engekräft	
124	Lorentzkraft	
126	Blasmagnet	15
200	Element	
202	Aussparung	
204	Aktor	
300	Löscheinrichtung	20
302	Sekundärpfad	
304	Sicherungselement	
306	Sekundärelektrode	
308	Zinke	
310	Löschkamm	25
400	Schaltlichtbogen	
402	Teillichtbogen	

Patentansprüche 30

1. Elektrischer Schalter (100) zum Trennen eines Strompfads (102),

wobei der Schalter (100) eine Hinleitung (108) mit einer Trennstelle (112) zum Trennen des Strompfads (102) aufweist, wobei an der Trennstelle (112) ein zumindest einseitig bewegliches Schaltglied (114) zum Öffnen und/oder Schließen der Trennstelle (112) in der Hinleitung (108) angeordnet ist, wobei das Schaltglied (114) in einer Geschlossenstellung auf einer beweglichen Seite eine Kontaktstelle (118) zu der Hinleitung (108) aufweist, wobei der Schalter (100) ferner eine an einem Ende der Hinleitung (108) elektrisch leitend mit der Hinleitung (108) verbundene Rückleitung (110) aufweist, wobei eine im Wesentlichen antiparallel beabstandete Anordnung von Hinleitung (108) und Rückleitung (110) zumindest im Bereich der Trennstelle (112) dazu ausgebildet ist, eine bei stromtragendem Strompfad (102) aufgrund einer lokalen Lorentzkraft in der Hinleitung (108) und dem Schaltglied (114) und einer Engekräft (122) in der Kontaktstelle (118) auf das Schaltglied (114) wirkende Kraft durch eine von der

Rückleitung (110) auf das Schaltglied (114) wirkende Lorentzkraft (124) zumindest teilweise zu kompensieren, mit einer Löscheinrichtung (300) zum Löschen eines beim Trennen der stromtragenden Trennstelle (112) resultierenden Schaltlichtbogens (400), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Löscheinrichtung (300) ein im Regelbetrieb stromloses Sicherungselement (304) in einem Sekundärpfad (302) zu dem Strompfad (102) aufweist, wobei das Sicherungselement (304) zwischen einen Anschluss zu einer ersten Seite der Trennstelle (112) und eine Sekundärelektrode (306) des Sekundärpfads (302) geschaltet ist, wobei die Sekundärelektrode (306) im Bereich einer zweiten Seite der Trennstelle (112) angeordnet ist und im Regelbetrieb von dem Strompfad (102) elektrisch isoliert ist, ferner aufweisend einen benachbart zu der Trennstelle (112) angeordneten Löschkamm (310) mit zumindest zwei Zinken, wobei die Zinken (308) im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind, elektrisch voneinander getrennt sind und über eine Öffnungsweite der Trennstelle (112) verteilt angeordnet sind, wobei die Sekundärelektrode (306) mit zumindest einer der Zinken (308) verbunden ist, ferner aufweisend zumindest einen Blasmagnet (126), der benachbart zu der Trennstelle (112) angeordnet ist und dazu ausgebildet ist, den Schaltlichtbogen (400) aus der Trennstelle (112) abzulenken, wobei der Blasmagnet (126) eingerichtet ist, den Schaltlichtbogen (400) in den Löschkamm (310) zu blasen.

2. Schalter (100) gemäß Anspruch 1, wobei eine Länge (L) des Schaltglieds (114) in Erstreckungsrichtung des Schaltglieds (114) und ein Abstand (d) zwischen dem Schaltglied (114) und der Rückleitung (110) in einer Richtung senkrecht zur Erstreckungsrichtung des Schaltglieds (114) derart bemessen sind, dass die aufgrund der lokalen Lorentzkraft und der Engekräft (122) auf das Schaltglied (114) an der Kontaktstelle (118) wirkende Kraft durch die bei stromtragendem Strompfad (102) in der Rückleitung (110) bewirkte Lorentzkraft (124) bei einer durch den stromtragenden Strompfad (102) fließenden Stromstärke (I), für die der Schalter (100) ausgelegt ist, zu zumindest 50% kompensiert werden.
3. Schalter (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Schaltglied (114) an der Kontaktstelle (118) an einer hin zu der Rückleitung (110) gerichteten Seite lösbar an der Hinleitung (108) anliegt.
4. Schalter (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Schaltglied (114) zum Öff-

nen der Trennstelle (112) in einen Zwischenraum (120) zwischen der Hinleitung (108) und der Rückleitung (110) hinein beweglich ist.

5. Schalter (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, ferner aufweisend einen Aktor (116) zum Heranführen des Schaltglieds (114) an und Wegbewegen des Schaltglieds (114) von der Kontaktstelle (118). 5
6. Schalter (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Schaltglied (114) als beidseitig bewegliche Schaltbrücke ausgebildet ist, wobei die Schaltbrücke im Wesentlichen parallel zu der Rückleitung (110) ausgerichtet ist. 10
7. Schalter (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Zinken (308) des Löschkamms (310) als im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtete Platten ausgebildet sind, wobei eine Vorderkante der Platten beabstandet zu dem Strompfad (102) im Bereich der Trennstelle (112) angeordnet ist und im Wesentlichen parallel zu dem Strompfad (102) ausgerichtet ist. 20
8. Schalter (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend ein bewegliches, in die geöffnete Trennstelle (112) einschiebbares, elektrisch isolierendes Element (200) und einem Aktor (204) zum Bewegen des Elements (200). 25

Claims

1. Electrical switch (100) for breaking a current path (102), 35

wherein the switch (100) has a feed line (108) with a breaking point (112) for breaking the current path (102), wherein a switching element (114) which is movable at least on one side is arranged at the breaking point (112) in the feed line (108) for opening and/or closing the breaking point (112), 40

wherein the switching element (114) has a contact point (118) to the feed line (108) on a movable side in a closed position, 45

wherein the switch (100) further has a return line (110) which is electrically conductively connected to the feed line (108) at one end of the feed line (108), 50

wherein an arrangement of the feed line (108) and the return line (110) in a manner spaced apart substantially antiparallel, at least in the region of the breaking point (112), is designed for at least partially compensating for a force which, while the current path (102) is carrying current, acts on the switching element (114) due

to a local Lorentz force in the feed line (108) and the switching element (114) and a constriction force (122) at the contact point (118) by means of a Lorentz force (124) which acts on the switching element (114) from the return line (110), having an extinguishing device (300) for extinguishing a switching arc (400) resulting from breaking the current-carrying breaking point (112), **characterized in that** the extinguishing device (300) has a fuse element (304), which is de-energized during regular operation, in a secondary path (302) to the current path (102), wherein the fuse element (304) is connected between a connection to a first side of the breaking point (112) and a secondary electrode (306) of the secondary path (302), wherein the secondary electrode (306) is arranged in the region of a second side of the breaking point (112) and is electrically insulated from the current path (102) during regular operation, further comprising an arc chute (310) which is arranged adjacent to the breaking point (112) and has at least two prongs, wherein the prongs (308) are oriented substantially parallel to each other, are electrically isolated from each other and are arranged distributed over an opening width of the breaking point (112), wherein the secondary electrode (306) is connected to at least one of the prongs (308), further comprising at least one blowout coil (126) which is arranged adjacent to the breaking point (112) and is designed to deflect the switching arc (400) from the breaking point (112), wherein the blowout coil (126) is configured to drive the switching arc (400) into the arc chute (310).

2. Switch (100) according to Claim 1, wherein a length (L) of the switching element (114) in the direction of extent of the switching element (114) and a distance (d) between the switching element (114) and the return line (110) in a direction perpendicular to the direction of extent of the switching element (114) are dimensioned in such a way that the force which acts on the switching element (114) at the contact point (118) due to the local Lorentz force and the constriction force (122) is compensated for by at least 50% by means of the Lorentz force (124) that is created in the return line (110) while the current path (102) is carrying current at a current (I) which flows through the current-carrying current path (102) and for which the switch (100) is designed.
3. Switch (100) according to either of the preceding claims, wherein the switching element (114) detachably bears against the feed line (108) at the contact point (118) on a side directed towards the return line (110).

4. Switch (100) according to any of the preceding claims, in which the switching element (114) can be moved into an intermediate space (120) between the feed line (108) and the return line (110) for opening the breaking point (112). 5
5. Switch (100) according to any of the preceding claims, further comprising an actuator (116) for bringing the switching element (114) to and moving the switching element (114) away from the contact point (118). 10
6. Switch (100) according to any of the preceding claims, in which the switching element (114) is designed as a switching bridge which is movable on both sides, wherein the switching bridge is oriented substantially parallel to the return line (110). 15
7. Switch (100) according to any of the preceding claims, in which the prongs (308) of the arc chute (310) are designed as plates which are oriented substantially parallel to each other, wherein a leading edge of the plates is arranged spaced apart from the current path (102) in the region of the breaking point (112) and is oriented substantially parallel to the current path (102). 20 25
8. Switch (100) according to any of the preceding claims, further comprising a movable, electrically insulating element (200) which can be pushed into the opened breaking point (112) and an actuator (204) for moving the element (200). 30

Revendications 35

1. Commutateur électrique (100) pour la coupure d'un trajet de courant (102), 40

le commutateur (100) présentant une ligne d'alimentation (108) pourvue d'un point de coupure (112) pour couper le trajet de courant (102), un élément de commutation (114) mobile au moins d'un côté étant disposé au niveau du point de coupure (112) pour ouvrir et/ou fermer le point de coupure (112) dans la ligne d'alimentation (108), 45

l'élément de commutation (114) présentant, dans une position de fermeture sur un côté mobile, un point de contact (118) avec la ligne d'alimentation (108), 50

le commutateur (100) présentant en outre une ligne de retour (110) reliée de manière électriquement conductrice à la ligne d'alimentation (108) au niveau d'une extrémité de la ligne d'alimentation (108), 55

un agencement de la ligne d'alimentation (108) et de la ligne de retour (110) espacées de ma-

nière sensiblement antiparallèle étant conçu, au moins dans la zone du point de coupure (112), pour compenser au moins partiellement une force agissant sur l'élément de commutation (114), lorsque le trajet de courant (102) est parcouru par un courant, en raison d'une force de Lorentz locale dans la ligne d'alimentation (108) et l'élément de commutation (114) et/ou d'une force de constriction (122) dans le point de contact (118), par une force de Lorentz (124) agissant depuis la ligne de retour (110) sur l'élément de commutation (114), comprenant un dispositif d'extinction (300) pour éteindre un arc électrique de commutation (400) résultant de la coupure du point de coupure (112) parcouru par le courant, **caractérisé en ce que** le dispositif d'extinction (300) présente un élément fusible (304), hors courant en fonctionnement normal, dans un trajet secondaire (302) par rapport au trajet de courant (102), l'élément fusible (304) étant monté entre un raccordement à un premier côté du point de coupure (112) et une électrode secondaire (306) du trajet secondaire (302), l'électrode secondaire (306) étant disposée dans la zone d'un deuxième côté du point de coupure (112) et étant isolée électriquement du trajet de courant (102) en fonctionnement normal, présentant en outre un peigne d'extinction (310) disposé de manière adjacente au point de coupure (112) et doté d'au moins deux dents, les dents (308) étant orientées sensiblement parallèlement les unes aux autres, étant isolées électriquement les unes des autres et étant réparties sur une largeur d'ouverture du point de coupure (112), l'électrode secondaire (306) étant reliée à au moins l'une des dents (308), présentant en outre au moins un aimant de soufflage (126) qui est disposé de manière adjacente au point de coupure (112) et qui est conçu pour dévier l'arc électrique de commutation (400) hors du point de coupure (112), l'aimant de soufflage (126) étant conçu pour souffler l'arc électrique de commutation (400) dans le peigne d'extinction (310).

2. Commutateur (100) selon la revendication 1, dans lequel une longueur (L) de l'élément de commutation (114) dans la direction d'extension de l'élément de commutation (114) et une distance (d) entre l'élément de commutation (114) et la ligne de retour (110) dans une direction perpendiculaire à la direction d'extension de l'élément de commutation (114) sont dimensionnées de telle manière que la force agissant sur l'élément de commutation (114) au niveau du point de contact (118) en raison de la force de Lorentz locale et de la force de constriction (122) soit compensée à au moins 50 % par la force de Lorentz

(124) provoquée dans la ligne de retour (110), lorsque le trajet de courant (102) est parcouru par un courant, pour une intensité de courant (I) parcourant le trajet de courant (102) pour laquelle le commutateur (100) est conçu.

5

3. Commutateur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément de commutation (114) au niveau du point de contact (118), sur un côté dirigé vers la ligne de retour (110), repose de manière amovible sur la ligne d'alimentation (108). 10
4. Commutateur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément de commutation (114) est mobile vers l'intérieur d'un espace intermédiaire (120) situé entre la ligne d'alimentation (108) et la ligne de retour (110) pour l'ouverture du point de coupure (112). 15
20
5. Commutateur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un actionneur (116) pour amener l'élément de commutation (114) vers le point de contact (118) et éloigner l'élément de commutation (114) de celui-ci. 25
6. Commutateur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément de commutation (114) est réalisé sous la forme d'un pont de commutation mobile des deux côtés, le pont de commutation étant orienté de manière sensiblement parallèle à la ligne de retour (110). 30
7. Commutateur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les dents (308) du peigne d'extinction (310) sont réalisées sous la forme de plaques orientées de manière sensiblement parallèle les unes aux autres, un bord avant des plaques étant disposé à distance du trajet de courant (102) dans la zone du point de coupure (112) et étant orienté de manière sensiblement parallèle au trajet de courant (102). 35
40
8. Commutateur (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un élément (200) électriquement isolant, mobile et pouvant être inséré dans le point de coupure (112) ouvert, et un actionneur (204) pour déplacer l'élément (200). 45
50

55

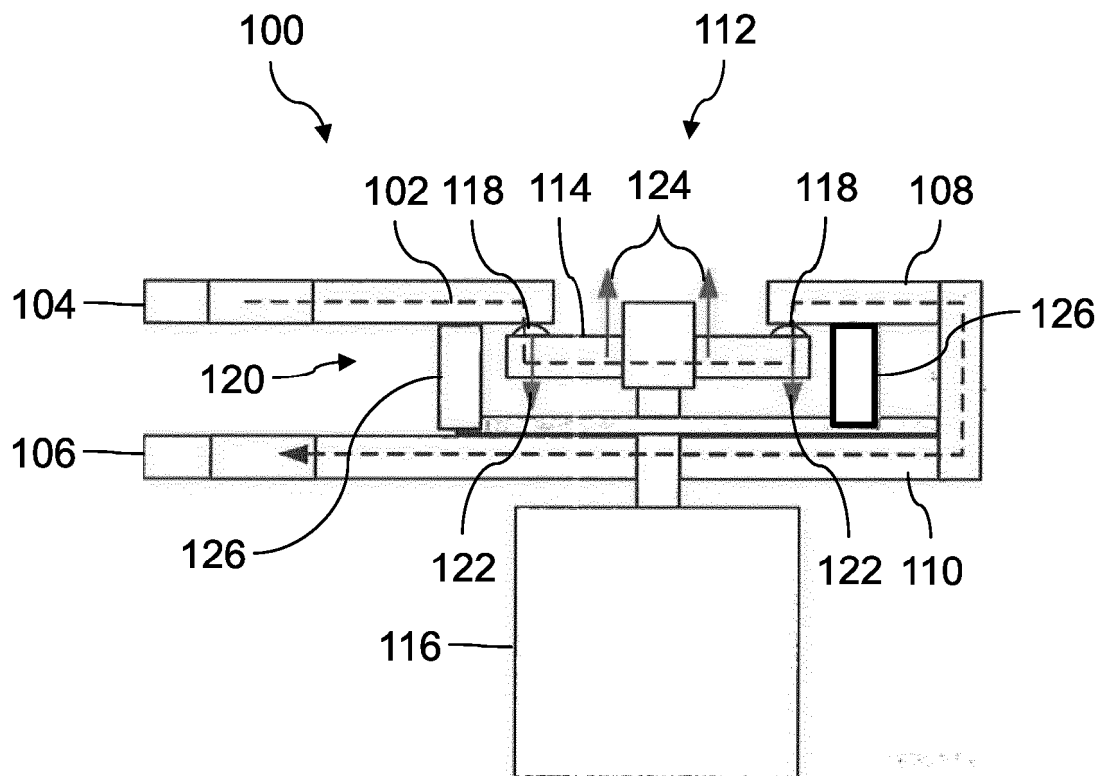


Fig. 1

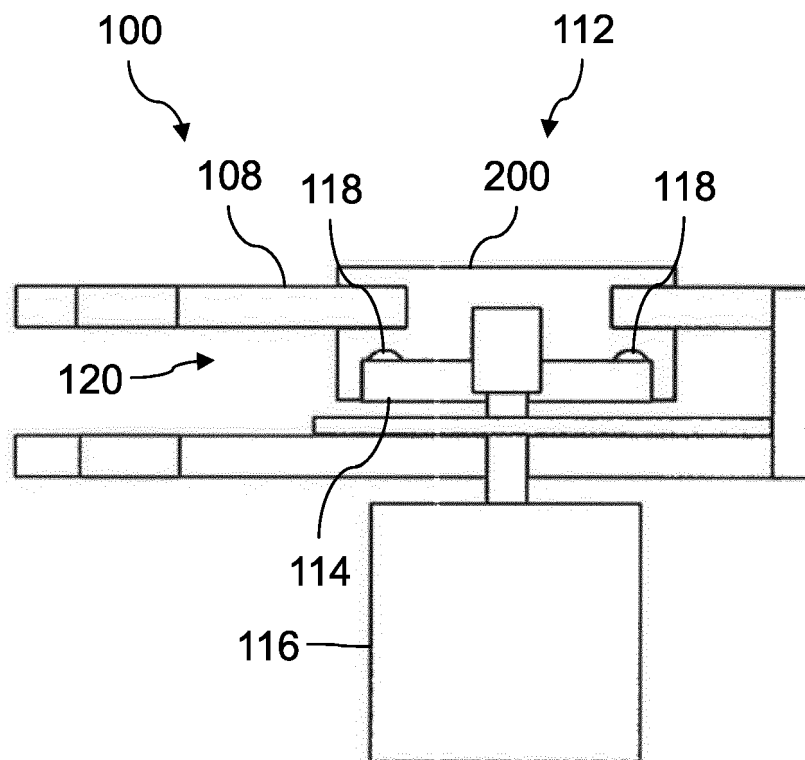


Fig. 2a

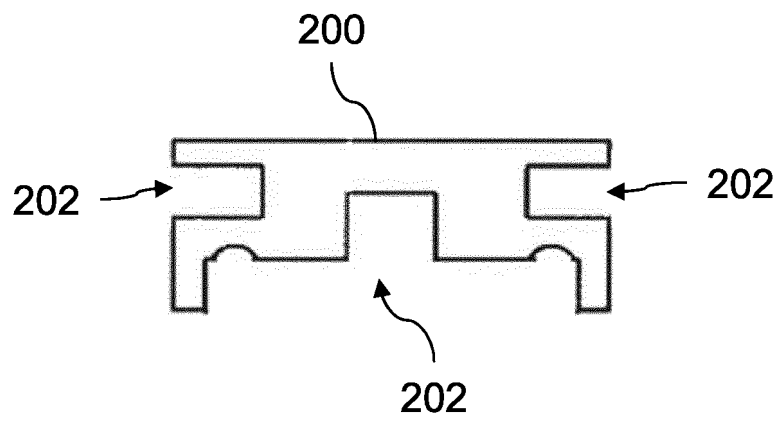


Fig. 2b

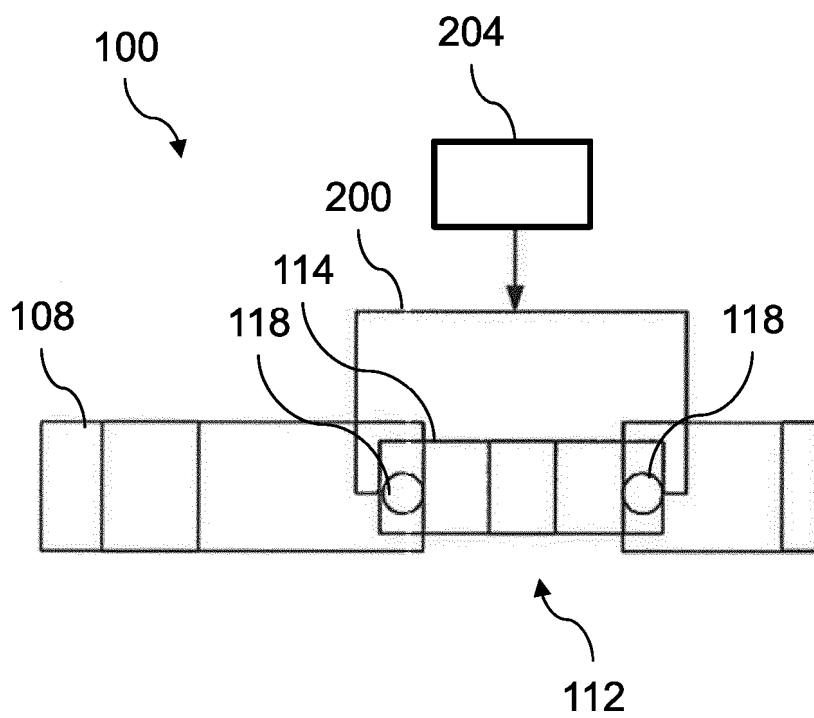


Fig. 2c

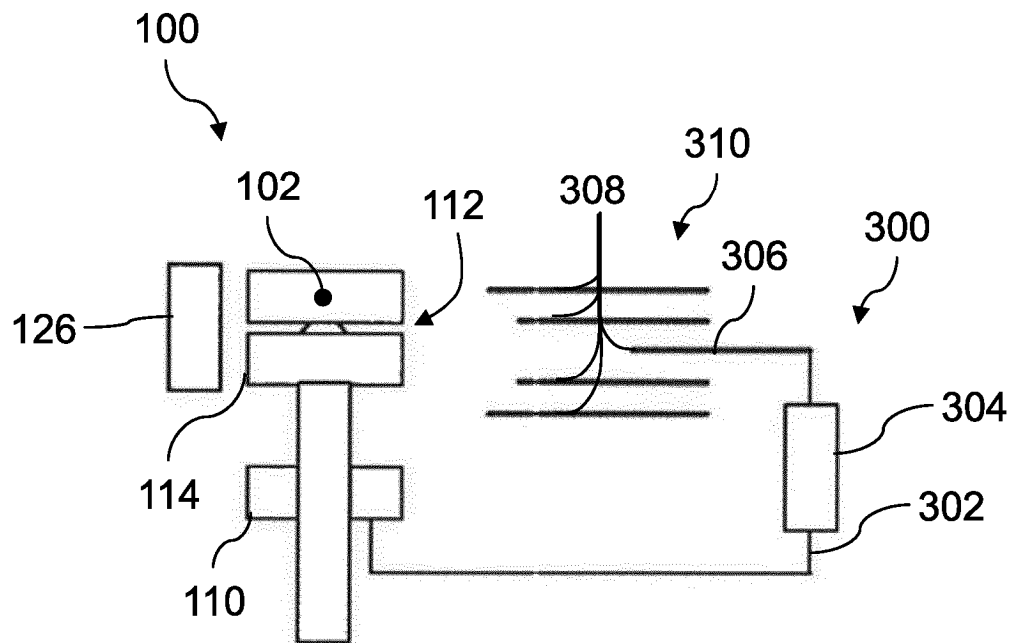


Fig. 3

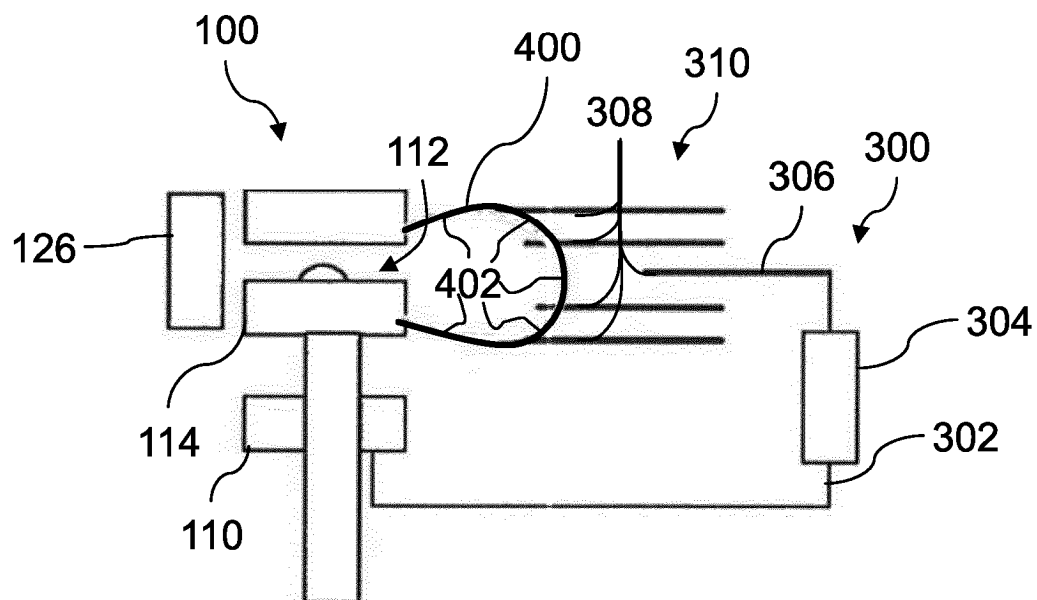


Fig. 4a

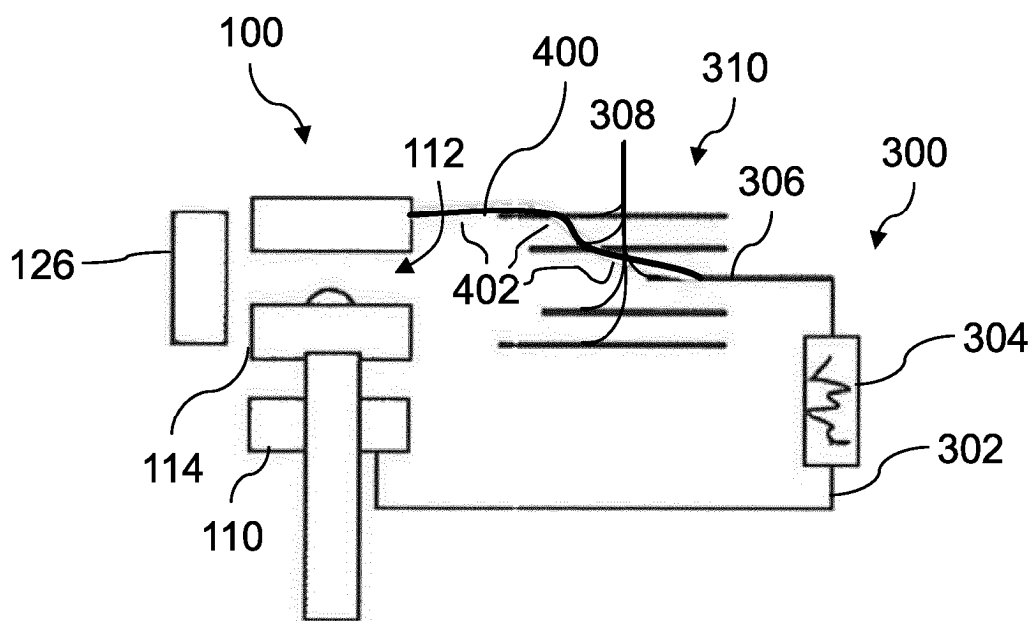


Fig. 4b

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

- EP 2680288 A1 [0006]
- EP 2122645 A1 [0007]
- US 2013021121 A1 [0008]
- DE 102017205833 A1 [0009]
- US 2013021122 A1 [0010]
- US 4467301 A [0011]
- WO 2019103064 A1 [0012]
- WO 2019031587 A1 [0013]