

(19)



(11)

**EP 2 901 466 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.12.2016 Patentblatt 2016/49**

(51) Int Cl.:  
**H01H 1/20 (2006.01) H01H 9/44 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13770454.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2013/070002**

(22) Anmeldetag: **25.09.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2014/049011 (03.04.2014 Gazette 2014/14)**

**(54) GLEICHSTROM-SCHALTER MIT EINER VORRICHTUNG ZUR STROMRICHTUNGSUNABHÄNGIGEN LICHTBOGENLÖSCHUNG**

DC POWER SWITCH WITH A CURRENT DIRECTION INDEPENDENT ARC EXTINGUISHING DEVICE

CONTACTEUR DE TENSION CONTINUE AVEC MOYEN D'EXTINCTION D'ARC DE COURANT DE SENS QUELCONQUE

(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**

(30) Priorität: **27.09.2012 DE 102012109195**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.08.2015 Patentblatt 2015/32**

(73) Patentinhaber: **Eaton Electrical IP GmbH & Co. KG 12529 Schönefeld (DE)**

(72) Erfinder: **BRITZ, Axel 56077 Koblenz (DE)**

(74) Vertreter: **Eaton IP Group EMEA Route de la Longeraie 7 1110 Morges (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-02/29842 DE-B- 1 140 997 US-A- 4 803 319 US-A1- 2010 126 966**

**EP 2 901 466 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

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Gleichstrom-Schalter mit einer Vorrichtung zur stromrichtungsunabhängigen Lichtbogenlöschung.

**[0002]** Ein bekanntes Prinzip zum Löschen von Lichtbögen in Lasttrenn- und Leistungsschaltern für Wechselströme besteht darin, einen Lichtbogen mit Hilfe seines eigenen Magnetfeldes in eine eigens hierfür vorgesehen Löschkammer zu treiben, wo er durch die Anordnung von Löschblechen in mehrere kleine Lichtbögen unterteilt und gekühlt wird. Diese Kühlung bewirkt eine Spannungserhöhung, die letztendlich zur Abschaltung des Stromes führt. Hilfreich ist hierbei auch der natürliche Nulldurchgang des Stromes bei einer angelegten Wechselspannungsquelle.

**[0003]** Das Löschen von Lichtbögen beim Schalten von Gleichströmen ist dagegen wesentlich problematischer, da vor allem bei hohen Gleichspannungen von beispielsweise bis zu 1500 Volt und relativ zum Nennstrom kleinen (und von der vorliegenden Schaltergeometrie abhängigen) Strömen wie beispielsweise etwa 5...50A nur ein geringes Eigenmagnetfeld des Lichtbogens vorherrscht, das in der Regel nicht ausreicht, um den Lichtbogen in eine Löschkammer zu treiben. Ein weiteres Problem besteht darin, das bei Gleichströmen kein natürlicher Nulldurchgang existiert, was die Löschung von Lichtbögen zusätzlich erschwert.

**[0004]** Im Extremfall kann daher beim Schalten eines Gleichstroms ein Lichtbogen zwischen den geöffneten Kontakten eines Schalters stehen bleiben, nicht verlöschen und unter Umständen den Schalter zerstören, vor allem die Schaltkontakte beschädigen. Andere übliche Schutzorgane wie beispielsweise Leistungsschalter führen ebenfalls nicht zum Abschalten des Stromes, da dieser in der Regel unterhalb des Nennstromes liegt, also für diese Schutzorgane ein Betriebsstrom vorliegt, der ein Abschalten verhindert.

**[0005]** Aus der EP 2 061 053 A2 ist es bekannt, bei der Herstellung eines Schaltgeräts für Gleichstromanwendungen auf das Gehäuse eines Schaltgeräts für Wechselstrom-Anwendungen zurückzugreifen und dieses Gehäuse mit geringem Aufwand für Gleichstrom-Anwendungen anzupassen, indem es um einen insbesondere an der Außenseite des Gehäuses angeordneten Permanentmagneten ergänzt wird. Hierdurch wird das Gleichstrom-Schaltvermögen konventioneller Wechselstrom-Schaltgeräte wesentlich erhöht, da durch das Permanentmagnetfeld Lichtbögen von Kontaktstellen des Schaltgeräts weg in Löschkammern bewegt werden. Als Vorteil der Lehre der EP 2 061 053 A2 wird zudem gesehen, dass nicht jeder Trennstrecke und jeder Lösch-einrichtung jeweils ein einzelner Magnet zugeordnet zu sein braucht, wie dies bei bekannten Gleichstrom-Schaltgeräten der Fall ist.

**[0006]** Aus der WO2012/076606A1 ist ein Schalter bekannt, der für einen polaritätsunabhängigen mehrpoligen Gleichstrombetrieb geeignet ist und mindestens zwei

Schaltkammern aufweist. Jede der Schaltkammern besitzt zwei Löschkammern mit Löschblechen zum Löschen von in der jeweiligen Schaltkammer zwischen Kontaktbereichen auftretenden Lichtbögen. Zwei Magnete erzeugen ein magnetisches Feld im Bereich der Schaltkontakte aller Schaltkammern derart, dass Lichtbögen unabhängig von der Stromrichtung im Lichtbogen in Richtung einer der Löschkammern der Schaltkammern getrieben werden. Dieser Schalter besitzt ein schnelles, zuverlässiges und von der Stromrichtung unabhängiges Löschverhalten und beugt daher polungsbedingten Einbaufehlern vor und ist für Anwendungen geeignet, wo Schalter für beide Stromrichtungen benötigt werden.

**[0007]** r Weitere Gleichstromschalter sind aus der DE1140997 B und US2010/126966 A1 bekannt. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen weiter verbesserten Gleichstrom-Schalter vorzuschlagen.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0009]** Ein der vorliegenden Erfindung zugrunde liegender Gedanke besteht darin, bei einem Gleichstrom-Schalter mit mehreren Schalteinheiten unterschiedlich ausgerichtete Magnetfelder zur Ablenkung von beim Trennen entstehenden Lichtbögen vorzusehen. Dadurch kann unabhängig von der Stromrichtung des zu schaltenden Gleichstroms immer eine Ablenkung in Lösch-einrichtungen zum Löschen von Lichtbögen bewirkt werden. Die Anordnung der Einrichtungen zum Erzeugen der Magnetfelder zum Ablenken von Lichtbögen in Lösch-einrichtungen kann nach der Erfindung so gewählt werden, dass Lichtbögen durch erzeugte Magnetfelder bei einigen Schalteinheiten in Lösch-einrichtungen und bei anderen Schalteinheiten entgegengesetzt, beispielsweise gegen eine Schaltwelle eines Gleichstrom-Schalters, abgelenkt werden. Das Ablenken von Lichtbögen beispielsweise gegen rotierende Doppelunterbrecherschaltwellen aus z.B. einem Duroplast von als Schalteinheiten eingesetzten rotatorischen Doppelunterbrechern kann eine Verlängerung und gleichzeitige Kühlung des Lichtbogens bewirken, ohne dass umliegende Bauteile zerstört werden. Daher kann das erfindungsgemäße Prinzip der Ausrichtung von Magnetfeldern zum Ablenken von Lichtbögen in Schalteinheiten eines Gleichstrom-Schalters zu der zum Trennen des Gleichstroms und Abreißen von Lichtbögen gewünschten Spannungserhöhung führen, und somit auch zur Trennung von kleinen und kritischen Strömen bei hohen Spannungen beitragen, die beispielsweise in dem eingangs geschilderten Fällen auftreten können. Insbesondere beim Auftreten eines Fehlerstroms, beispielsweise beim Einsatz eines Gleichstrom-Schalters in einer Photovoltaikanlage, der in seiner Stromrichtung dem Betriebsstrom entgegengesetzt ist; können durch die vorliegende Erfindung dennoch zuverlässig auftretende Lichtbögen gelöscht werden, da nach der Erfindung un-

abhängig von der Stromflussrichtung durch einen Gleichstrom-Schalter gelöscht wird.

**[0010]** Die Anordnung und Ausrichtung von Magnetfeldern zum Ablenken von Lichtbögen kann nach der Erfindung prinzipiell beliebig verteilt werden. Von Vorteil ist eine möglichst gleichmäßige Verteilung, damit bei reversiblen Stromflussrichtungen etwa ähnliche Löschbedingungen vorliegen und der Schalter polaritätsunabhängig den Stromfluss sicher abschalten kann. Vor allem eignet sich die Erfindung dazu, Schaltgeräte für Wechselstrom-Anwendungen durch technisch wenig aufwendige Modifikationen zum Schalten von Gleichströmen einzusetzen.

**[0011]** Die Erfindung betrifft nun einen Gleichstrom-Schalter mit einer Vorrichtung zur stromrichtungsunabhängigen Lichtbogenlöschung aufweisend mindestens zwei miteinander verschaltete Schalteinheiten, wobei jede Schalteinheit mindestens eine Strombahn mit einer Unterbrecherstrecke und jede Strombahn mindestens zwei Schaltkontaktelemente zum Bilden der Unterbrecherstrecke aufweist, mindestens eine Lichtbogenlösch-einrichtung, die einer oder mehreren Strombahnen der Schalteinheiten zugeordnet ist, und eine oder mehrere Einrichtungen zur Magnetfelderzeugung, wobei jedes erzeugte Magnetfeld einer Unterbrecherstrecke verschiedener Schalteinheiten zugeordnet und so ausgerichtet ist, dass seine Feldlinien im Wesentlichen quer zur jeweiligen Unterbrecherstrecke verlaufen, und wobei die Ablenkkräfte von mindestens zwei erzeugten Magnetfeldern bei einer vorgegebenen Stromflussrichtung durch die Strombahnen entgegengesetzt auf sich längs der jeweiligen Unterbrecherstrecke erstreckende Lichtbögen wirken, so dass zumindest ein Lichtbogen in Richtung der Lichtbogenlösch-einrichtung abgelenkt und ein weiterer Lichtbogen von der Lichtbogenlösch-einrichtung weggelenkt wird. Die Einrichtungen zur Magnetfelderzeugung können beispielsweise Elektromagneten, Permanentmagneten und/oder Spule aufweisen.

**[0012]** Die Schalteinheiten sind rotatorische Doppelunterbrecher und ein von der Lichtbogenlösch-einrichtung weggelenkter Lichtbogen wird auf die Schaltwelle oder ein Schaltwellensegment eines Doppelunterbrechers gelenkt. Die Schaltwelle oder das Schaltwellensegment kann hierbei dazu dienen, einen darauf gelenkten Lichtbogen derart zu kühlen, dass er abreißt bzw. erlischt. Ein rotatorischer Doppelunterbrecher weist zwei Unterbrecherstrecken auf, und die vier Schaltkontaktelemente werden jeweils über eine Rotation geschlossen getrennt, indem beispielsweise zwei Schaltkontaktelemente mit der Schaltwelle gekoppelt und damit beweglich gelagert sind und zwei weitere Schaltkontaktelemente feststehend sind.

**[0013]** Jede Schalteinheit kann jeweils mindestens eine Einrichtung zur Magnetfelderzeugung aufweisen. Hierdurch kann für jede Schalteinheit ein eigenes Magnetfeld erzeugt werden, wodurch abhängig von der vorgegebenen Stromflussrichtung durch die mindestens Strombahn einer Schalteinheit beispielsweise durch entsprechende Einstellung der Magnetfeldes bestimmt wer-

den kann, in welche Richtung ein entstehender Lichtbogen abgelenkt wird.

**[0014]** Ferner kann vorgesehen sein, dass etwa bei der Hälfte der Schalteinheiten die Ablenkkräfte der von den Einrichtungen zur Magnetfelderzeugung erzeugten Magnetfelder auf sich längs der jeweiligen Unterbrecherstrecke erstreckende Lichtbögen so wirken, dass bei der vorgegebenen Stromflussrichtung durch die Strombahnen die Lichtbögen in Richtung der Lichtbogenlösch-einrichtung abgelenkt werden, und bei den übrigen Schalteinheiten die Ablenkkräfte der von den Einrichtungen zur Magnetfelderzeugung erzeugten Magnetfelder auf sich längs der jeweiligen Unterbrecherstrecke erstreckende Lichtbögen so wirken, dass bei der vorgegebenen Stromflussrichtung durch die Strombahnen die Lichtbögen in Richtung von Teilen der Schalteinheiten abgelenkt werden, die ein Verlöschen der Lichtbögen begünstigen.

**[0015]** Die Teile der Schalteinheiten, beispielsweise Schaltwellensegmente oder Gehäuseteile der Schalteinheiten, können aus einem Material bestehen, das eine Kühlung eines Lichtbogens bewirkt, insbesondere aus einem Duroplast. Es hat sich gezeigt, dass ein Duroplast zur Kühlung von Lichtbögen besonders gut geeignet ist, ohne dass durch Lichtbögen Schädigungen des Duroplasts auftreten.

**[0016]** Weisen die Einrichtungen zur Magnetfelderzeugung Permanentmagnete auf, hat dies den Vorteil, dass keine gesonderte Versorgung mit elektrischer Energie zur Erzeugung eines Magnetfeldes erforderlich ist. Zudem ist die Implementierung mit Permanentmagneten im Vergleich beispielsweise zu Elektromagneten oder Spulen wartungsärmer und weniger anfällig für Ausfälle.

**[0017]** Bei dem Gleichstrom-Schalter kann es sich um einen vierphasigen Wechselstrom-Schalter handeln, der durch entsprechendes Verschalten der einzelnen Schalteinheiten zum Schalten von Gleichstrom ausgebildet ist.

**[0018]** Weitere Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen.

**[0019]** In der Beschreibung, in den Ansprüchen, in der Zusammenfassung und in den Zeichnungen werden die in der hinten angeführten Liste der Bezugszeichen verwendeten Begriffe und zugeordneten Bezugszeichen verwendet.

**[0020]** Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsge-mäßen Lasttrennschalters für Gleichstrom mit vier Schalteinheiten und vier Einrichtungen zur Magnetfelderzeugung;

Fig. 2 eine Seitenansicht einer Schalteinheit des Lasttrennschalters von Fig. 1 ohne Magnetfelderzeugungseinrichtung und eines Lichtbogens zwischen Schaltkontakten der Einheit;

Fig. 3 die in Fig. 2 gezeigte Schalteinheit mit Perma-

nentmagneten zum Erzeugen eines Magnetfeldes zum Ablenken des Lichtbogens zwischen den Schaltkontakten abhängig von der Stromflussrichtung durch die Strombahnen der Schalteinheit; und

Fig. 4 die in Fig. 3 gezeigte Schalteinheit mit Löschblechen zum Löschen eines zu den Löschblechen abgelenkten Lichtbogens.

**[0021]** In der folgenden Beschreibung können gleiche, funktional gleiche und funktional zusammenhängende Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein. Absolute Werte sind im Folgenden nur beispielhaft angegeben und sind nicht als die Erfindung einschränkend zu verstehen.

**[0022]** Der in Fig. 1 gezeigte an sich für das Schalten von 4-phasigen Wechselstrom vorgesehene Lasttrennschalter 10 weist vier prinzipiell gleich aufgebaute Schalteinheiten 12, 14, 16 und 18 für jede Phase N, L1, L2 und L3 auf. Bei den eingesetzten Schalteinheiten 12, 14, 16 und 18 handelt es sich um rotatorische Doppelunterbrecher mit jeweils zwei Strombahnen und zwei Unterbrecherstrecken, die miteinander seriell verbunden werden, um die erforderlich hohe Gesamtlichtbogenspannung zu erzielen werden und so einer außen anliegenden, treibenden Netzspannung entgegenzuwirken und den Strom schnellstmöglich zu verlöschen.

**[0023]** Aufgrund der seriellen Verschaltung der Doppelunterbrecher ist die Stromflussrichtung durch die Strombahnen für jeden der Doppelunterbrecher gleich vorgegeben. Beispielhaft sind beim rotatorischen Doppelunterbrecher 12 in Fig. 1 die zwei Strombahnen mit den Bezugszeichen 20 und 22 und die zwei Unterbrecherstrecken mit den Bezugszeichen 24 und 26 bezeichnet.

**[0024]** Jeder Doppelunterbrecher 12, 14, 16 und 18 weist zudem ein Schaltwellensegment 38 aus Duroplast auf, das mit einer (nicht dargestellten) Schaltwelle gekoppelt ist und mit dieser rotiert, um die Kontakte 28, 30 und 29, 31 der Unterbrecherstrecken 24 und 26 zu trennen oder zu verbinden.

**[0025]** Fig. 2 zeigt einen Doppelunterbrecher in einer Seitenansicht. Hier ist zu erkennen, dass die erste Strombahn 20 eine erste Unterbrecherstrecke 24 mit einem unteren Festkontakt 28 und einem Schaltstück mit einem oberen Loskontakt 30 aufweist. Das Schaltstück mit dem oberen Loskontakt 30 ist der über einen Schaltkontakt-Arm 40 mit dem Schaltwellensegment 38 gekoppelt und kann durch eine Rotation des Segments 38 bewegt werden, so dass die Unterbrecherstrecke 24 geöffnet oder geschlossen werden kann. Entsprechend weist die zweite Strombahn 22 eine zweite Unterbrecherstrecke 26 mit einem oberen Festkontakt 31 und einem Schaltstück mit einem unteren Loskontakt 29 auf, das ebenfalls über den Schaltkontakt-Arm 40 mit dem Segment 38 gekoppelt ist. Die Loskontakte 29 und 30 werden daher über das Schaltwellensegment 38 synchron bewegt, so dass die beiden Unterbrecherstrecken 24 und 26 synchron öff-

net und geschlossen werden.

**[0026]** Zum Löschen von Lichtbögen sind bei jedem der vier Doppelunterbrecher 12, 14, 16 und 18 jeweils zwei durch Pakete mit Lichtbogen-Löschblechen 32 bzw. 34 gebildete Löschkammern im Bereich der Unterbrecherstrecken 24 bzw. 26 angeordnet. Die Lichtbogen-Löschblech-Pakete 32 bzw. 34 sind hierbei so angeordnet, dass sie Lichtbögen verlöschen, die in eine vorgegebene Richtung weg vom Duroplast-Schaltwellensegment 38 in die Löschbleche 32 bzw. 34 gelenkt werden.

**[0027]** Bei dem in Fig. 2 in Seitenansicht dargestellten Doppelunterbrecher ist ein nicht durch ein Magnetfeld abgelenkter Lichtbogen 42 zwischen den beiden Kontakten 29 und 31 gezeigt.

**[0028]** Zum Ablenken der Lichtbögen weist jeder Doppelunterbrecher 12, 14, 16 und 18 jeweils eine Anordnung von Permanentmagneten 36 um wenigstens eine ihrer Unterbrecherstrecken 24 und 26 auf (in den Fig. 1 sind Anordnungen von Permanentmagneten 36 nur um die zweiten Unterbrecherstrecken 26 gezeigt, obwohl auch um die erste Unterbrecherstrecke 24 herum Permanentmagnete angeordnet sein könnten). Die Anordnung von Permanentmagneten 36 erzeugt im Bereich der umgebenen Unterbrecherstrecke 26 ein Magnetfeld, dessen Feldlinien im Wesentlichen quer zur umgebenen Unterbrecherstrecke 26 verlaufen. Weiterhin sind die Magnetfelder der Permanentmagnet-Anordnungen so gepolt, dass sie bei einer vorgegebenen Stromflussrichtung (Betriebsstromrichtung) durch die Strombahnen 20 und 22 auf Lichtbögen wirkende Ablenkkräfte erzeugen, welche die Lichtbögen in eine vorgegebene Richtung ablenken, typischerweise entweder zu den Lichtbogen-Löschblech-Paketen 34 oder zu den Duroplast-Schaltwellensegmenten 38. Erfindungsgemäß sind wenigstens zwei der erzeugten Magnetfelder so gepolt, dass bei Betriebsstromrichtung ein an einer Unterbrecherstrecke auftretender Lichtbogen zu den Lichtbogen-Löschblech-Paketen 34 und ein an einer anderen Unterbrecherstrecke auftretender Lichtbogen zu den Duroplast-Schaltwellensegmenten 38 abgelenkt wird. Dadurch wird unabhängig von der Stromflussrichtung immer wenigstens ein Lichtbogen zu den Lichtbogen-Löschblech-Paketen 34 und ein weiterer Lichtbogen zu den Duroplast-Schaltwellensegmenten 38 abgelenkt.

**[0029]** Bei dem in Fig. 1 dargestellten Lasttrennschalter 10 ist die Anordnung der Permanentmagnete nun so gewählt, dass bei einer Stromflussrichtung durch die Strombahnen der Doppelunterbrecher 12, 14, 16 und 18 in Betriebsstromrichtung Lichtbögen durch das Permanentmagnetfeld beim ersten und zweiten Doppelunterbrecher 12 bzw. 14 in die jeweilige Löschkammer und Lichtbögen bei den beiden anderen Doppelunterbrechern 16 und 18 entgegengesetzt gegen die jeweiligen Schaltwellensegmente aus Duroplast der Doppelunterbrecher 16 und 18 abgelenkt werden, wie durch die fetten Pfeile in Fig. 1 angedeutet ist. Das Ablenken von Lichtbögen gegen das sich beim Öffnen in die Ausstellung der Doppelunterbrecher rotierende Doppelunterbrecher-

Schaltwellensegment aus Duroplast bewirkt eine Verlängerung und gleichzeitige Kühlung des Lichtbogens ohne umliegende Bauteile zu zerstören. Dies führt zu der gewünschten Spannungserhöhung und somit auch zur Löschung von kleinen und kritischen Strömen bei hohen Spannungen. In Fig. 3 sind bei einem in einer Seitenansicht gezeigten Doppelunterbrecher aufgrund der Anordnung von Permanentmagneten 36 ein zum Duroplast-Schaltwellensegment 38 abgelenkter Lichtbogen 44 und ein in die entgegengesetzte Richtung abgelenkter Lichtbogen 46 bei umgekehrter Stromflussrichtung dargestellt. Fig. 4 zeigt einen Doppelunterbrecher in Seitenansicht mit Lichtbogen-Löschblech-Paketen 32 und 34 und abgelenkten Lichtbögen 44 und 46. Deutlich ist zu erkennen, wie der Lichtbogen 46 in das Lichtbogen-Löschblech-Paket 34 gelenkt wird, von dem er gekühlt und unterbrochen wird. Analog wird der zum Duroplast-Schaltwellensegment 38 abgelenkte Lichtbogen 44 gekühlt, so dass sein Widerstand steigt, was zum Abriss des Lichtbogens 44 führt.

**[0030]** Kehrt sich die Stromflussrichtung beispielsweise bei Auftreten eines Fehlerfalls um, d.h. die Strombahnen werden entgegen der vorgegebenen Betriebsstromrichtung durchflossen, werden beim Öffnen der Unterbrecherstrecken auftretende Lichtbögen in die durch fette gepunktete Pfeile angedeutete Richtung in Fig. 1 abgelenkt. In einem solchen Fall werden Lichtbögen also bei den Doppelunterbrechern 16 und 18 in die jeweiligen Löschkammern und bei den Doppelunterbrechern 12 und 14 gegen das jeweilige Doppelunterbrecher-Schaltwellensegment aus Duroplast abgelenkt. Der Effekt ist der gleiche wie bei der Stromflussrichtung in Betriebsstromrichtung, da nun die Schaltwellensegmente der Doppelunterbrecher 12 und 14 eine Kühlung der auf sie gelenkten und verlängerten Lichtbögen bewirken.

**[0031]** Wesentlich für eine stromrichtungsunabhängigen Lichtbogenlöschung ist, dass wenigstens zwei der von den Anordnungen von Permanentmagneten 36 erzeugten Magnetfelder im Bereich der Unterbrecherstrecken der einzelnen Doppelunterbrecher eine entgegengesetzte Ablenkung von Lichtbögen bewirken.

**[0032]** Prinzipiell kann die Anordnung der Permanentmagnete 36 auch beliebig anderweitig verteilt werden. Die Permanentmagnet-Anordnungen sollten nur möglichst gleichmäßig verteilt sein, damit bei reversibler Stromflussrichtung ähnliche Löschbedingungen vorliegen und das Gerät somit polaritätsunabhängig den Stromfluss sicher abschaltet.

**[0033]** Die restlichen 4 Kontaktstellen entsprechend der ersten Unterbrecherstrecke 24 der Doppelunterbrecher 12, 14, 16 und 18 sind bei dem in Fig. 1 dargestellten Lasttrennschalter 10 ohne Permanentmagnete ausgestattet (da diese nicht unbedingt für die Löschung von kleinen Kritischen Strömen erforderlich). Dies hat zur Folge, dass ein Lichtbogen bei kleinen Strömen an den Kontaktstellen 28 und 30 durch die oben beschriebene und zu kleine magnetische Wechselwirkung zwischen den Kontaktstellen stehen bleibt und weder in Richtung Licht-

bogen-Löschblech-Paket 32 noch gegen das Duroplast-Schaltwellensegment 38 getrieben wird. Fast die gesamte Löscharbeit wird somit bei den kleinen, kritischen Strömen von den Kontaktstellen 29 und 31 der zweiten Unterbrecherstrecke 26 übernommen, die mit Permanentmagneten 36 ausgestattet sind.

**[0034]** Bei höheren Strömen (ca. > 50A bis hin zur Überlast; z.B. 4facher Nennstrom) werden möglichst viele Löschkammer zur Lichtbogenlöschung (hohe Energieinhalte) benötigt. Da bei solch hohen Strömen zwischen den Kontakten 28 und 30 entstehende Lichtbögen auch ohne Permanentmagneten 36 von den elektromagnetischen Wechselwirkungen in die Löschkammer bzw. das Lichtbogen-Löschblech-Paket 32 getrieben werden, stehen (egal in welcher Stromrichtung) immer 6 Löschkammern (+ 2 Lichtbögen, die gegen die Schaltwellen laufen) zur Verfügung, was zur Verlöschung des Lichtbogens ausreicht.

20 Bezugszeichen

**[0035]**

- |    |   |
|----|---|
| 10 | Lasttrennschalter für Gleichstrom                           |
| 25 | 12 erster rotatorischer Doppelunterbrecher                  |
|    | 14 zweiter rotatorischer Doppelunterbrecher                 |
|    | 16 dritter rotatorischer Doppelunterbrecher                 |
|    | 18 vierter rotatorischer Doppelunterbrecher                 |
| 20 | erste Strombahn   |
| 30 | 22 zweite Strombahn   |
|    | 24 erste Unterbrecherstrecke                                |
|    | 26 zweite Unterbrecherstrecke                               |
|    | 28 Festkontakt  |
|    | 29 Schaltstück mit Loskontakt                               |
| 35 | 30 Schaltstück mit Loskontakt                               |
|    | 31 Festkontakt  |
|    | 32 Lichtbogen-Löschblech-Paket                              |
|    | 34 Lichtbogen-Löschblech-Paket                              |
|    | 36 Permanentmagnet  |
| 40 | 38 Duroplast-Schaltwellensegment                            |
|    | 40 Schaltkontakt-Arm  |
|    | 42 unabgelenkter Lichtbogen                                 |
|    | 44 zum Duroplast-Schaltwellensegment abgelenkter Lichtbogen |
| 45 | 46 zum Lichtbogen-Löschblech-Paket abgelenkter Lichtbogen   |

#### Patentansprüche

- 50
1. Gleichstrom-Schalter (10) mit einer Vorrichtung zur stromrichtungsunabhängigen Lichtbogenlöschung aufweisend mindestens zwei miteinander verschaltete Schalteinheiten (12, 14, 16, 18), wobei jede Schalteinheit mindestens eine Strombahn (20, 22) mit einer Unterbrecherstrecke (24, 26) und jede Strombahn mindestens zwei Schaltkontaktelemente (28, 30) zum Bilden der Unterbrecherstrecke (24)
- 55

aufweist,  
mindestens eine Lichtbogenlöscheinrichtung (32, 34), die einer oder mehreren Strombahnen der Schalteinheiten zugeordnet ist, und eine oder mehrere Einrichtungen zur Magnetfelderzeugung (36), wobei jedes erzeugte Magnetfeld einer Unterbrecherstrecke verschiedener Schalteinheiten zugeordnet und so ausgerichtet ist, dass seine Feldlinien im Wesentlichen quer zur jeweiligen Unterbrecherstrecke verlaufen, und wobei die Ablenkkräfte von mindestens zwei erzeugten Magnetfeldern bei einer vorgegebenen Stromflussrichtung durch die Strombahnen entgegengesetzt auf sich längs der jeweiligen Unterbrecherstrecke erstreckende Lichtbögen wirken, so dass zumindest ein Lichtbogen in Richtung der Lichtbogenlöscheinrichtung abgelenkt und ein weiterer Lichtbogen von der Lichtbogenlöscheinrichtung weggelenkt wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Schalteinheiten rotatorische Doppelunterbrecher sind, und ein von der Lichtbogenlöscheinrichtung weggelenkter Lichtbogen auf die Schaltwelle oder ein Schaltwellensegment eines Doppelunterbrechers (38) gelenkt wird.

2. Gleichstrom-Schalter nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
jede Schalteinheit (12, 14, 16, 18) jeweils mindestens eine Einrichtung zur Magnetfelderzeugung (36) aufweist.
3. Gleichstrom-Schalter nach Anspruch 2  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
etwa bei der Hälfte der Schalteinheiten (12, 14) die Ablenkkräfte der von den Einrichtungen zur Magnetfelderzeugung erzeugten Magnetfelder auf sich längs der jeweiligen Unterbrecherstrecke erstreckende Lichtbögen so wirken, dass bei der vorgegebenen Stromflussrichtung durch die Strombahnen die Lichtbögen in Richtung der Lichtbogenlöscheinrichtung abgelenkt werden, und bei den übrigen Schalteinheiten (16, 18) die Ablenkkräfte der von den Einrichtungen zur Magnetfelderzeugung erzeugten Magnetfelder auf sich längs der jeweiligen Unterbrecherstrecke erstreckende Lichtbögen so wirken, dass bei der vorgegebenen Stromflussrichtung durch die Strombahnen die Lichtbögen in Richtung von Teilen der Schalteinheiten abgelenkt werden, die ein Verlöschen der Lichtbögen begünstigen.
4. Gleichstrom-Schalter nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Teile der Schalteinheiten, beispielsweise Schaltwellensegmente oder Gehäuseteile der Schalteinheiten, aus einem Material bestehen, das eine Kühlung eines Lichtbogens bewirkt, insbesondere aus einem Duroplast.

5. Gleichstrom-Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Einrichtungen zur Magnetfelderzeugung Permanentmagnete aufweisen.

6. Gleichstrom-Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
es sich um einen vierphasigen Wechselstrom-Schalter handelt, der durch entsprechendes Verschalten der einzelnen Schalteinheiten zum Schalten von Gleichstrom ausgebildet ist.

## Claims

1. Direct current switch (10) comprising a device configured for arc extinction independent of current direction, the direct current switch comprising at least two interconnected switch units (12, 14, 16, 18), wherein each switch unit has at least one current path (20, 22) including an interruption surface (24, 26), and each current path comprises at least two switch contact elements (28, 30) configured to form the interruption surface (24),  
at least one arc extinction device (32, 34) associated with one or more current paths of the switch units; and  
one or more magnetic field generation devices (36), wherein each generated magnetic field is assigned to an interruption surface of a different one of the switch units and oriented such that its field lines run substantially transversely to the respective interruption surface, and wherein at a predetermined direction of current flow, deflection forces of at least two generated magnetic fields act through current paths counter to arcs extending in a longitudinal direction of the respective interruption surface, such that at least one arc is deflected towards the arc extinction device and a further arc is deflected away from the arc extinction device,  
**characterized in that**  
the switch units are rotatory double interrupters, and an arc deflected away from the arc extinction device is directed onto a selector shaft or a selector shaft segment of a double interrupter (38).
2. Direct current switch according to claim 1,  
**characterized in that**  
each switch unit (12, 14, 16, 18) comprises at least one magnetic field generation device (36).
3. Direct current switch according to claim 2,  
**characterized in that**  
in the case of approximately half of the switch units (12, 14), the deflection forces of the magnetic fields generated by the magnetic field generation devices

act on arcs extending in the longitudinal direction of the respective interruption surface such that, at the predetermined direction of current flow through the current paths, the arcs are deflected towards the arc extinction device, and, in the case of the remaining switch units (16, 18), the deflection forces of the magnetic fields generated by the magnetic field generation devices act on arcs extending in the longitudinal direction of the respective interruption surface such that, at the predetermined direction of current flow through the current paths, the arcs are deflected towards parts of the switch units which facilitate extinction of the arcs.

4. Direct current switch according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** parts of the switch unit, for example selector shaft segments or housing components of the switch units, are made from a material which brings about a cooling of the arc, and in particular are made from a duroplast material.
5. Direct current switch according to any of the preceding claims, **characterized in that** the magnetic field generation devices comprise permanent magnets.
6. Direct current switch according to any of the preceding claims, **characterized in that** the direct current switch is a four-phase alternating current switch configured to switch direct currents using corresponding interconnection of the individual switch units.

## Revendications

1. Contacteur de tension continue (10) avec un moyen d'extinction d'arc de courant de sens quelconque présentant au moins deux unités contacteurs (12, 14, 16, 18) câblées les unes avec les autres, dans lequel chaque unité contacteur présente au moins un trajet de courant (20, 22) avec un secteur d'interruption (24, 26) et chaque trajet de courant présente au moins deux éléments de contact de commutation (28, 30) pour former le secteur d'interruption (24), au moins un dispositif d'extinction d'arc (32, 34) qui est associé à un ou plusieurs trajets de courant des unités contacteurs, et un ou plusieurs dispositifs de génération de champ magnétique (36), dans lequel chaque champ magnétique généré est associé à un secteur d'interruption de différentes unités contacteurs et conçu de sorte que ses lignes de champ s'étendent sensiblement transversalement au secteur d'interruption

concerné, et dans lequel, en cas d'un sens de flux de courant prédéfini par les trajets de courant, les forces de déviation d'au moins deux champs magnétiques générés agissent à l'opposé d'arcs de courant s'étendant le long du secteur d'interruption concerné de sorte qu'au moins un arc est dévié en direction du dispositif d'extinction d'arc et qu'un autre arc est dévié en direction opposée au dispositif d'extinction d'arc,

### **caractérisé en ce que**

les unités contacteurs sont des rupteurs doubles rotatifs, et un arc dévié en direction opposée au dispositif d'extinction d'arc est dévié sur l'arbre de commande ou sur un segment de l'arbre de commande d'un rupteur double (38).

2. Contacteur de tension continue selon la revendication 1,

### **caractérisé en ce que**

chaque unité contacteur (12, 14, 16, 18) présente respectivement au moins un dispositif de génération de champ magnétique (36).

3. Contacteur de tension continue selon la revendication 2

### **caractérisé en ce que**

pour environ la moitié des unités contacteurs (12, 14), les forces de déviation des champs magnétiques générés par les dispositifs de génération de champ magnétique agissent sur des arcs de courant s'étendant le long du secteur d'interruption concerné de sorte que, dans le cas du sens de flux de courant prédéfini par les trajets de courant, les arcs de courant sont déviés en direction du dispositif d'extinction d'arc, et pour les autres unités contacteurs (16, 18), les forces de déviation des champs magnétiques générés par les dispositifs de génération de champ magnétique agissent sur des arcs de courant s'étendant le long du secteur d'interruption concerné de sorte que, dans le cas du sens de flux de courant prédéfini par les trajets de courant, les arcs de courant sont déviés en direction de parties des unités contacteurs qui favorisent une extinction des arcs de courant.

4. Contacteur de tension continue selon la revendication 1, 2 ou 3,

### **caractérisé en ce que**

les parties des unités contacteurs, par exemple des segments d'arbre de commande ou des parties de boîtier des unités contacteurs, sont composées d'un métal qui provoque un refroidissement d'un arc, en particulier d'une résine thermodurcissable.

5. Contacteur de tension continue selon l'une quelconque des revendications précédentes,

### **caractérisé en ce que**

les dispositifs de génération de champ magnétique présentent des aimants permanents.

6. Contacteur de tension continue selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que**  
il s'agit un contacteur de courant alternatif à quatre phases qui est réalisé à travers un montage correspondant des diverses unités contacteurs pour la mise en circuit d'une tension continue.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



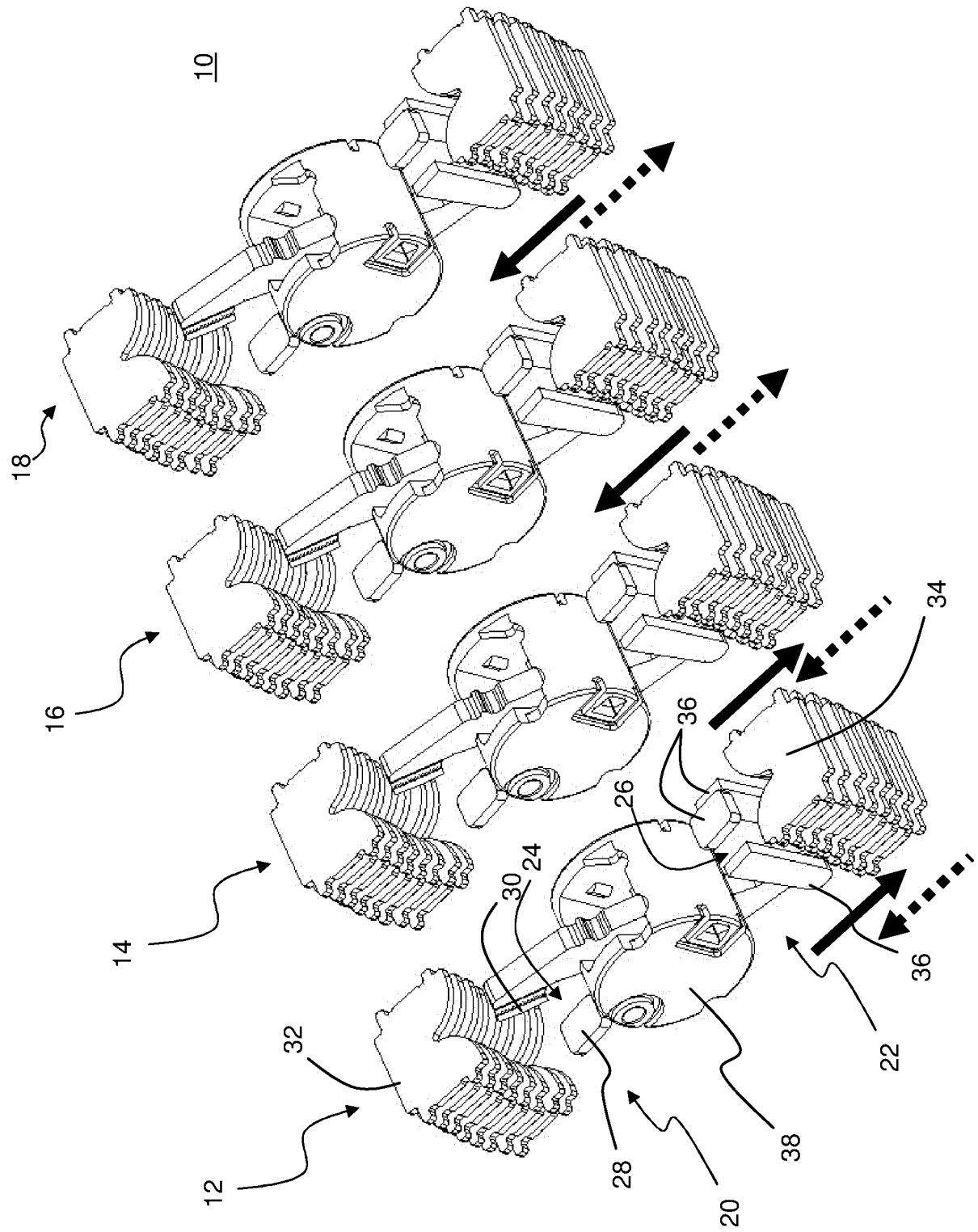


Fig. 1

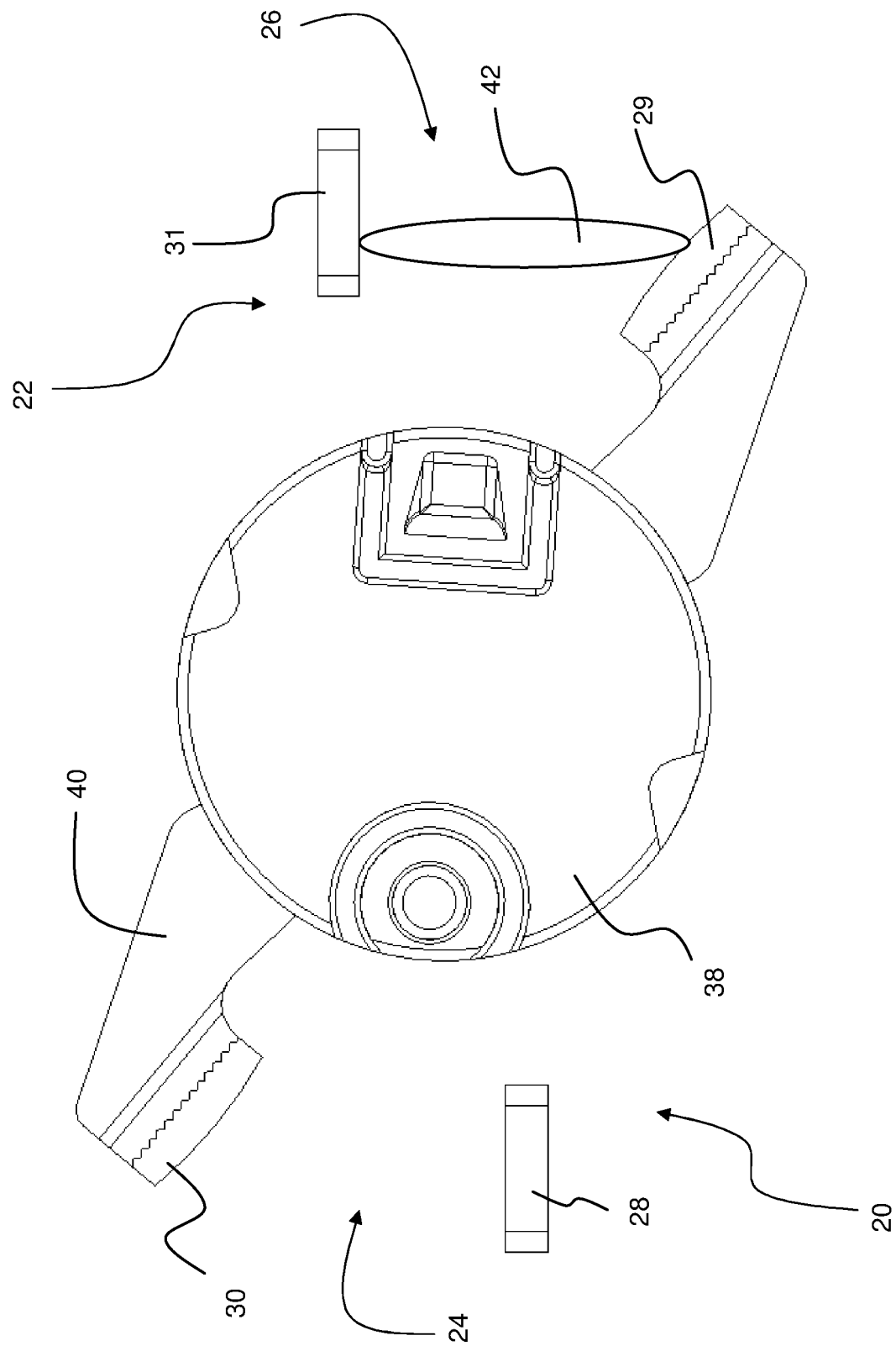


Fig. 2

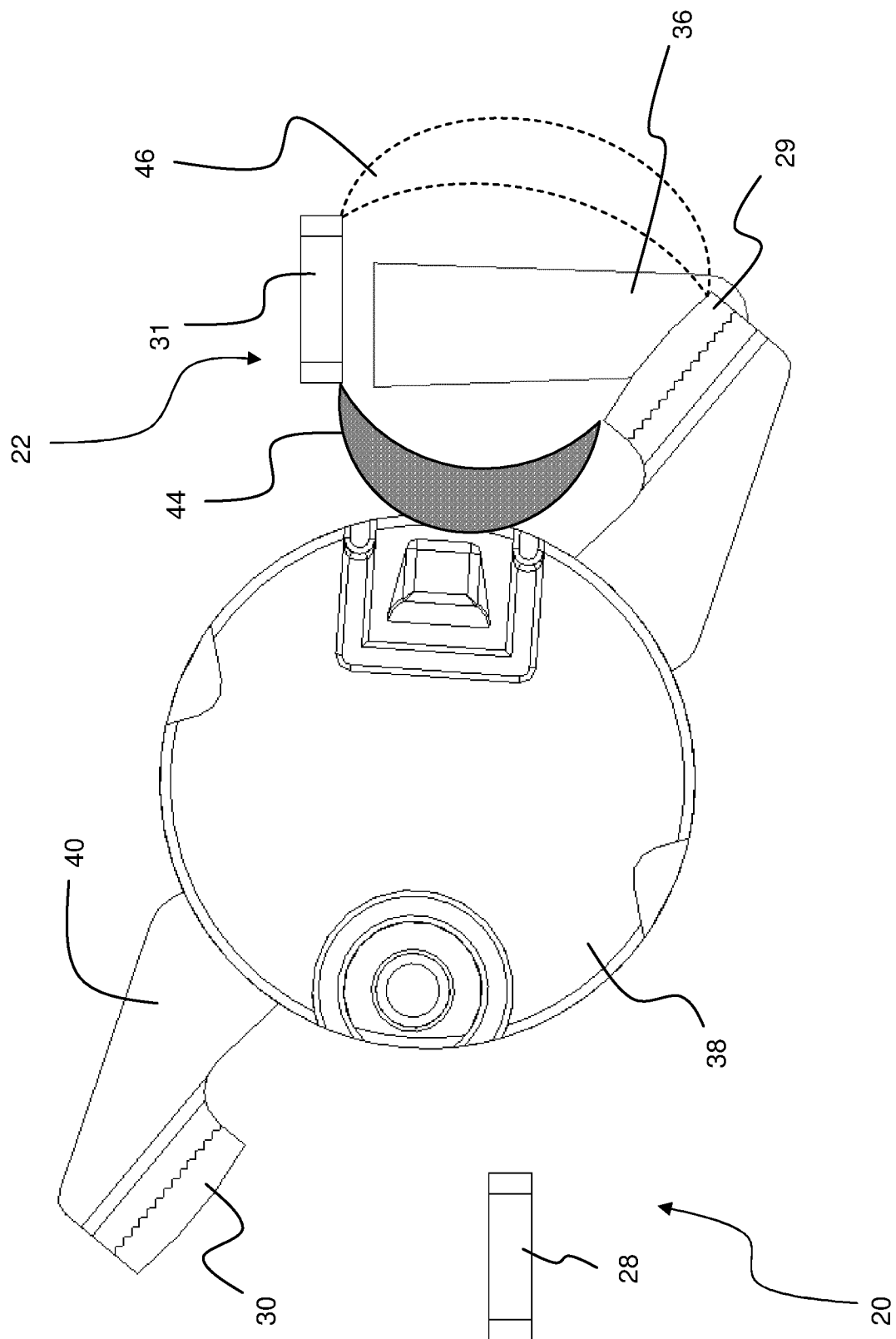


Fig. 3

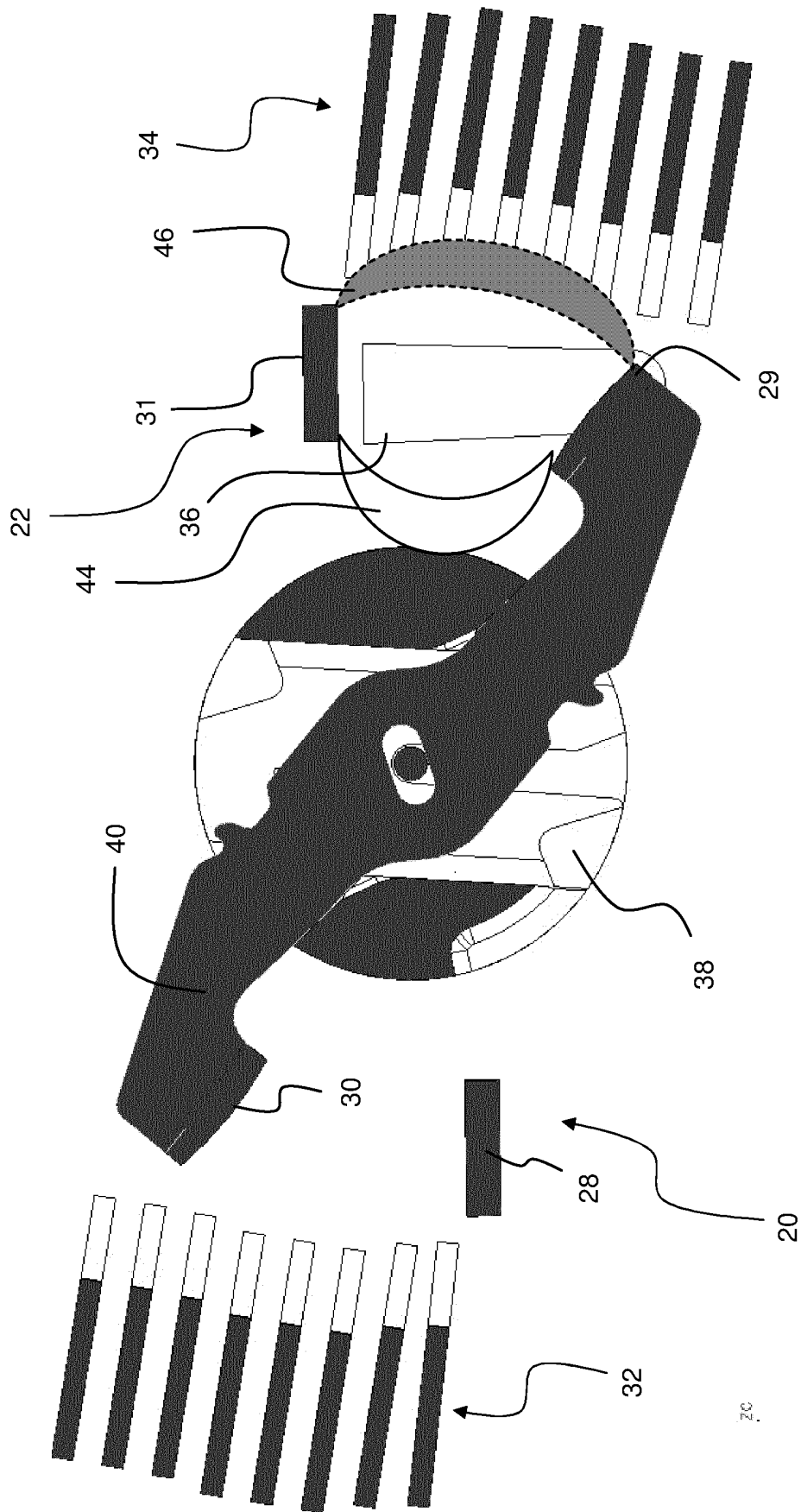


Fig. 4

**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 2061053 A2 [0005]
- WO 2012076606 A1 [0006]
- DE 1140997 B [0007]
- US 2010126966 A1 [0007]