

(19)



(11)

EP 4 055 620 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

09.04.2025 Patentblatt 2025/15

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

H01H 1/02 (2006.01)

H01H 33/664 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

H01H 33/664; H01H 1/0206; H01H 2001/0205

(21) Anmeldenummer: **20816116.6**

(22) Anmeldetag: **17.11.2020**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2020/082399

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2021/121831 (24.06.2021 Gazette 2021/25)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM KONDITIONIEREN VON KONTAKTSTÜCKEN FÜR ELEKTRODEN EINER VAKUUMSCHALTROHRE**

METHOD AND DEVICE FOR CONDITIONING CONTACT PIECES FOR ELECTRODES OF A VACUUM INTERRUPTER

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE CONDITIONNEMENT DE PIÈCES DE RACCORD POUR ÉLECTRODES D'UN INTERRUPTEUR À VIDE

(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: **17.12.2019 DE 102019219863**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

14.09.2022 Patentblatt 2022/37

(73) Patentinhaber: **Siemens Energy Global GmbH & Co. KG**

81739 München (DE)

(72) Erfinder:

- **KOLETZKO, Martin**
91083 Baiersdorf OT Igelsdorf (DE)
- **RETTENMAIER, Thomas**
91322 Gräfenberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A1- 19 714 655 DE-A1- 2 600 683

- **GODECHOT X ET AL: "Investigation of current conditioning process for vacuum interrupters", 2016 27TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DISCHARGES AND ELECTRICAL INSULATION IN VACUUM (ISDEIV), IEEE, vol. 2, 18 September 2016 (2016-09-18), pages 1 - 4, XP033015037, DOI: 10.1109/DEIV.2016.7763981**

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).

EP 4 055 620 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Ausführung auf einer Vorrichtung zum Konditionieren von Kontaktstücken für Elektroden einer Vakuumschaltröhre durch Erzeugen eines Lichtbogens zwischen den entlang einer Achse beabstandet angeordneten Kontaktstücken, wobei der Lichtbogen beim Konditionieren über ein veränderbares magnetisches Querfeld gezielt bewegt wird.

[0002] Die Erfindung geht weiterhin aus von einer Vorrichtung zum Konditionieren von Kontaktstücken für Elektroden einer Vakuumschaltröhre durch Erzeugen eines Lichtbogens zwischen den entlang einer Achse beabstandet angeordneten Kontaktstücken, wobei die Vorrichtung eine Spulenordnung mit mindestens einer Spule oder eine Permanentmagnetanordnung mit mindestens einem Permanentmagneten zur Erzeugung eines veränderbaren magnetischen Querfeldes aufweist, mittels dessen der Lichtbogen beim Konditionieren gezielt bewegbar ist. Vorrichtungen zum Konditionieren von Kontaktstücken für Elektroden von Vakuumschaltröhren sind z. B. aus der DE 19714 655 A1, aus der DE 26 00 683 A1 und aus GODECHOT X ET AL: "Investigation of current conditioning process for vacuum interrupters", 2016 27TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DISCHARGES AND ELECTRICAL INSULATION IN VACUUM (ISDEIV), IEEE, Bd. 2, 18. September 2016 (2016-09-18), Seiten 1-4, XP033015037, DOI: 10.1109/DEIV.2016.7763981 bekannt.

[0003] Für die elektrische Spannungsfestigkeit einer Elektrodenanordnung im Vakuum spielt neben der Qualität des Vakuums vor allem die Güte der Oberflächen von Kontaktstücken der Elektroden eine entscheidende Rolle. Da technische Oberflächen in der Regel Fehlstellen oder Mikrospitzen aufweisen, müssen diese Oberflächen, nach der Montage der Vakuumschaltröhren, speziell behandelt werden, damit die gewünschte Spannungsfestigkeit erreicht werden kann. In der Regel werden hierzu elektrische Spannungen an die Vakuumschaltröhren angelegt und bewusst Überschlüge provoziert. Die Lichtbögen, die bei diesen Überschlägen entstehen, schmelzen oder verdampfen die Fehlstellen auf den Oberflächen wodurch die Spannungsfestigkeit schrittweise erhöht wird.

[0004] Eine weitere Methode Elektrodenoberflächen zu konditionieren besteht darin, die zu konditionierende Oberfläche längere Zeit mit einem Lichtbogen zu behandeln (Stromkonditionierung), dabei werden in der Regel kleine Spannungen verwendet, da hierbei kein Überschlag erzeugt werden muss, sondern der Stromfluss bei geschlossenen Kontakten beginnt und sich ein Lichtbogen erst nach der Öffnung der Kontakte etabliert. Die extern angelegte Spannung muss in diesem Fall nur den Spannungsbedarf des Lichtbogens decken.

[0005] Bislang wird bei der sogenannten Stromkonditionierung durch Auswahl geeigneter Parameter (Kontaktthub, Stromstärke, Anzahl der Pulse, Pulsdauer, Po-

laritätswechsel) versucht eine gleichmäßige und vollständige Überschmelzung der Kontaktscheiben zu erreichen. Ziel ist es auf diese Weise nicht nur die dielektrische Festigkeit der Kontaktstrecke zu erhöhen, sondern auch die störende Röntgenemission zu reduzieren, welche durch die Kontaktpaare erzeugt wird. Wird die Lichtbogenbewegung nicht aktiv gesteuert, so ist sie weitgehend zufällig. Daher kann es zu einem großen Ladungsumsatz während der Stromkonditionierungsprozedur kommen, bis die Kontaktoberflächen ausreichend flächig überschmolzen worden sind. Während ein Lichtbogen im Vakuum brennt wird Metaldampf erzeugt, welcher sich wiederum auf den Oberflächen des Vakuumschalters niederschlägt. Wenn sich dieser Metaldampf auf den Keramikisolatoren niederschlägt, kann es zu einer dielektrischen Abwertung der Vakuumschaltröhre kommen, die dem Sinn der Konditionierung entgegensteht oder gegebenenfalls die Lebensdauer der Vakuumschaltröhre herabsetzt.

[0006] Die Druckschrift DE 19 714 655 C2 beschreibt ein Verfahren zum Konditionieren von Kontaktstücken von Elektroden einer Vakuumschaltröhre, bei dem der Lichtbogen mittels eines rotierenden Querfeldes gezielt bewegt wird.

[0007] Durch dieses magnetische Querfeld kann die Position/Bewegung des Lichtbogens an der Oberfläche des zu konditionierenden Kontaktstücks gezielt gesteuert werden. Auf diese Weise kann dafür gesorgt werden, dass der Schwerpunkt des Lichtbogens einen gewählten Oberflächenbereich auf einer bestimmten Bahn überfährt. Die Bahn kann dabei jedoch nur mit einer gewissen Präzision gesteuert werden, was die Qualität der Konditionierung beschränkt. Diese Limitierung macht sich insbesondere bei stromstarken Lichtbögen bemerkbar.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Konditionieren von derartigen Kontaktstücken anzugeben, die die angegebenen Schwierigkeiten überwinden.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Konditionieren von Kontaktstücken für Elektroden einer Vakuumschaltröhre durch Erzeugen eines Lichtbogens zwischen den entlang einer Achse beabstandet angeordneten Kontaktstücken, bei dem die Vorrichtung eine Spulenordnung mit mindestens einer Spule oder eine Permanentmagnetanordnung mit mindestens einem Permanentmagneten zur Erzeugung eines veränderbaren magnetischen Querfeldes aufweist, mittels dessen der Lichtbogen beim Konditionieren gezielt bewegbar ist, ist vorgesehen, dass die Vorrichtung weiterhin eine Spulenordnung mit mindestens einer Spule oder eine Permanentmagnetanordnung mit mindestens einem Permanentmagneten zur Erzeugung eines veränderbaren magnetischen Längsfeldes aufweist, mittels dessen

der Lichtbogen beim Konditionieren gezielt diffuser gemacht werden kann.

[0011] Durch das veränderbare magnetische Querfeld kann mittels der Vorrichtung die Position/Bewegung des Lichtbogens an der Oberfläche des zu konditionierenden Kontaktstücks gezielt gesteuert werden. Auf diese Weise kann dafür gesorgt werden, dass der Lichtbogen einen gewählten Oberflächenbereich auf einer bestimmten Bahn überfährt. Bei einem diffuseren, also breiteren, Lichtbogen kann ein Überlappungsbereich der Bahn eingestellt werden. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Oberfläche des entsprechenden Kontaktstücks möglichst vollständig vom Lichtbogen überfahren wird, wobei das Übersmelzen gleichzeitig recht gleichmäßig ist.

[0012] Schließlich ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Vorteil vorgesehen, dass diese weiterhin eine Gleichstromquelle zum Erzeugen des Lichtbogens umfasst. Der resultierende Lichtbogen ist bevorzugt ein stromstarker Lichtbogen mit einer Stromstärke I im Bereich von $2 \text{ kA} \leq I \leq 100 \text{ kA}$. Gerade für solche stromstarken Lichtbögen ist es wichtig, bei einem überlappenden Randbereich eine geringere Diffusität des Lichtbogens zu haben. Die Gleichstromquelle ist für eine entsprechende Stromstärke ($2 \text{ kA} \leq I \leq 100 \text{ kA}$) ausgelegt.

[0013] Die Vorrichtung ist insbesondere eine Vorrichtung zur Durchführung eines im folgenden beschriebenen Verfahrens. Die im Zusammenhang mit den Ausführungsformen des Verfahrens genannte Merkmale sollen entsprechend auch für die Vorrichtung gelten und umgekehrt.

[0014] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Ausführung auf einer Vorrichtung zum Konditionieren von Kontaktstücken für Elektroden einer Vakuumschaltröhre durch Erzeugen eines Lichtbogens zwischen den entlang einer Achse beabstandet angeordneten Kontaktstücken, bei dem der Lichtbogen beim Konditionieren über ein veränderbares magnetisches Querfeld gezielt bewegt wird, ist vorgesehen, dass der Lichtbogen beim Konditionieren über ein einstellbares magnetisches Längsfeld gezielt diffuser gemacht wird.

[0015] Durch das veränderbare magnetische Querfeld wird die Position/Bewegung des Lichtbogens an der Oberfläche des zu konditionierenden Kontaktstücks gezielt gesteuert. Auf diese Weise kann dafür gesorgt werden, dass der Lichtbogen einen gewählten Oberflächenbereich auf einer bestimmten Bahn überfährt. Die Kontaktfläche des Lichtbogens mit der zu konditionierenden Oberfläche des Kontaktstücks kann dabei größer sein als die Ausdehnung der Bahn.

[0016] Bei einem diffuseren, also breiteren, Lichtbogen ist auch die Kontaktfläche des Lichtbogens mit der Oberfläche des Kontaktstücks größer. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Oberfläche des entsprechenden Kontaktstücks möglichst vollständig vom Lichtbogen abgedeckt/überfahren wird, wobei das Übersmelzen gleichzeitig recht gleichmäßig ist.

[0017] Der Lichtbogen kann insbesondere so diffus eingestellt werden, dass sich eine nahezu komplette Bedeckung - und somit Übersmelzung - der Kontaktflächen während des Konditioniervorgangs einstellt.

[0018] Die Angabe Längsfeld bzw. Querfeld bezieht sich jeweils auf die (gedachte) Achse, auf der die Kontaktstücke angeordnet sind. Diese fällt für viele Vakuumschaltröhren mit deren Längsachse zusammen.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Lichtbogen ein stromstarker Lichtbogen mit einer Stromstärke I im Bereich von $2 \text{ kA} \leq I \leq 100 \text{ kA}$. Ein solcher stromstarker Lichtbogen weist bevorzugt eine Stromstärke I von einigen einzelnen kA bis zu einigen zehn kA auf (kA: Kiloampere). Solche stromstarken Lichtbögen haben in der Regel eine kleinere Kontaktfläche mit dem zu konditionierenden Kontaktstück. Diese Kontaktfläche kann nun mittels des Längsfeldes vergrößert werden.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das veränderbare magnetische Querfeld ein rotierendes magnetisches Querfeld. Ein solches rotierendes magnetisches Querfeld ist aus der eingangs erwähnten Patentschrift DE 19 714 655 C2 durchaus bekannt.

[0021] Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das magnetische Querfeld und/oder das magnetische Längsfeld mittels einer Spulenordnung mit mindestens einer Spule generiert. Die mindestens eine Spule kann eine Luftspule und/oder eine Spule mit Kern sein.

[0022] Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass das rotierende magnetische Querfeld ein zweiphasiges oder dreiphasiges magnetisches Drehfeld ist. Zur Erzeugung derartiger Drehfelder werden zwei bzw. drei Spulenordnungen benötigt. Bei einem zweiphasigen magnetischen Drehfeld sind z.B. zwei Spulenordnungen so angeordnet, dass die Mittelachsen der beiden Spulenordnungen unter einem Winkel von 90° zueinander verlaufen. Dabei können die Ströme, die in beiden Spulenordnungen fließen, 90° zueinander phasenverschoben sein, wodurch das zweiphasige magnetische Drehfeld entsteht.

[0023] Alternativ oder zusätzlich ist mit Vorteil vorgesehen, dass das magnetische Querfeld und/oder das magnetische Längsfeld mittels einer Permanentmagnetanordnung mit mindestens einem Permanentmagneten generiert wird.

[0024] Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass der Stromfluss bei geschlossenen Kontaktstücken einsetzt und sich der Lichtbogen erst nach dem Öffnen der Kontaktstücke etabliert. Dies ist typisch für die eingangs beschriebene sogenannte Stromkonditionierung.

[0025] Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zumindest eines der Kontaktstücke als Kontaktscheibe ausgebildet. Die Verwendung von Kontaktscheiben bei den Elektroden von Vakuumschaltröhren hat sich bewährt.

[0026] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merk-

male und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von einem Ausführungsbeispiel, das im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert wird. Dabei zeigt die

Fig. eine Vorrichtung zum Konditionieren von Kontaktstücken für Elektroden einer Vakuumschaltröhre gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in einer schematischen Darstellung.

[0027] Die Fig. zeigt in einer schematischen Darstellung eine Vorrichtung 10 zum Konditionieren von Kontaktstücken 12, 14 (kurz: Konditionier-Vorrichtung) für Elektroden 16, 18 von Vakuumschaltröhren 20. Im hier gezeigten Beispiel können die Kontaktstücke 12, 14 mittels der Konditionier-Vorrichtung 10 in komplett montierten Vakuumschaltröhren 20 konditioniert werden. Die hier nur schematisch dargestellten Kontaktstücke 12, 14 sind insbesondere als Kontaktscheiben ausgebildet. Alternativ wäre es auch denkbar, dass das einzelne zu konditionierende Kontaktstück 12 in einer entsprechenden Vakuumkammer der Vorrichtung 10 montiert wird.

[0028] Die hier gezeigte Vakuumschaltröhre 20 besitzt im Wesentlichen ein Zylindergehäuse 22 aus isolierendem Material, welches sich bezüglich einer Längsachse 22 erstreckt und an den beiden entsprechenden Enden über je einen metallischen Deckel 26, 28 verschlossen ist. An dem einen metallischen Deckel 26 ist eine der Elektroden 16 ortsfest angebracht. Diese Elektrode 16 ist die ortsfeste Elektrode mit dem ortsfesten Kontaktstück 12.

[0029] An dem unteren Deckel 28 ist ein Ende eines Faltenbalges 30 befestigt, dessen anderes Ende mit der als bewegbare Elektrode ausgebildeten Elektrode 18 verbunden ist, die das bewegbare Kontaktstück 14 trägt. Innerhalb des Gehäuses 22 befindet sich eine etwa zylinderförmige Abschirmung 32.

[0030] An die beiden Elektroden 16, 18 ist eine Stromquelle 34 elektrisch angeschlossen, mit der Gleichstrom beider Polaritäten erzeugt werden kann (Gleichstromquelle).

[0031] Die Vorrichtung 10 umfasst weiterhin eine als Spulenpaar ausgestaltete Spulenordnung. Beidseitig zu dem Gehäuse 22 befinden sich Spulen 36, 38 dieses Spulenpaares, die parallel zueinander verlaufen bzw. deren Achsen miteinander fluchten, wodurch ein Querfeld 40 erzeugt werden kann, welches gemäß Pfeilrichtung von der linken Spule 36 zur rechten Spule 38 verläuft.

[0032] Wenn zwischen den geöffneten Kontaktstücken 12, 14 mit geeigneter Stromstärke I ein diffuser Lichtbogen 42 entsteht, dann werden durch den diffuse Lichtbogen 42 auf der Oberfläche des entsprechenden Kontaktstücks 12 bzw. der Kontaktstücke 12, 14 befindliche Schmutzpartikel jeder Art aufgeschmolzen, verdampft und nach außen auf die Abschirmung 32, die

Getterwirkung besitzt, bewegt, sodass sie dort niederschlagen. Darüber hinaus werden auch Teile der Kontaktstückoberfläche der beiden Kontaktstücke 12, 14 aufgeschmolzen und verdampft, durch welchen Metaldampf die reinen Kupferteile beispielsweise der Elektroden 16, 18 mit dem Kontaktmaterial beschichtet werden. In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist das Kontaktmaterial Cu/Cr, welches als Sinterstruktur vorhanden ist.

[0033] Zur Konditionierung werden die Elektroden 16, 18 der Vakuumschaltröhre 20 mit einem Gleichstrom zunächst mit der einen und danach mit der anderen Polarität beaufschlagt, sodass der Stromfluss im Lichtbogen 42 in der einen und in der anderen Richtung - nacheinander - verläuft.

[0034] Aufgrund des Querfeldes 40 werden die einzelnen Lichtbogenabschnitte des diffusen Lichtbogens 42 über die Oberfläche des entsprechenden Kontaktstücks 15 bewegt, wodurch ein systematisches Entfernen der Schmutzpartikel über die gesamte Oberfläche ermöglicht wird.

[0035] Die Spulen 36, 38 können der Vakuumschaltröhre 20 auch so zugeordnet sein, dass die Mittelachsen der beiden Spulen 36, 38 unter einem Winkel von 90° zueinander verlaufen. Dabei können die Ströme, die in beiden Spulen fließen, 90° zueinander phasenverschoben sein, wodurch das "zweiphasige" magnetische Drehfeld entsteht. Eine derartige Anordnung der Spulen 36, 38 ist aus der eingangs erwähnten DE 197 14 655 C2 bekannt. In entsprechender Weise kann auch ein dreiphasiges Drehfeld erzeugt werden. In diesem Fall sind die Spulen 36, 38 - abweichend von der Darstellung der Fig. (orts-) fest angeordnet.

[0036] Im Beispiel der Fig. sind die Spulen 36, 38 des Spulenpaares an einer um die Achse 24 drehbar gelagerten Basis 44 über entsprechende Arme 46, 48 um die Vakuumschaltröhre 20 rotierbar angeordnet. Die Basis 44 ist dabei auf einer Drehstütze 50 fest aufgebaut, die ihrerseits über ein Drehlager 52 drehbar gelagert ist und über einen Antriebsmotor 54 angetrieben wird.

[0037] Mittels einer derartigen mechanischen Drehanordnung mit den Komponenten Basis 44, Arme 46, 48, Drehstütze 50, Drehlager 52 und Antriebsmotor 54 kann ein entsprechend rotierendes Querfeld 40 nicht nur mittels einer Spulenordnung mit Spulen 36, 38 sondern auch mittels einer (hier nicht gezeigten) Permanentmagnetanordnung mit mindestens einem Permanentmagneten erzeugt werden. Ein entsprechender Aufbau ist ebenfalls aus der eingangs erwähnten DE 197 14 655 C2 bekannt.

[0038] In der eingangs erwähnten Patentschrift DE 197 14 655 C2 wird weiterhin erwähnt, dass mit einer Stromstärke des von der Gleichstromquelle 34 erzeugten Gleichstroms von ca. 0,1 kA bis 2 kA, einer Einwirkdauer, bei dem der Lichtbogen 24 brennen soll, von zwischen 0,5 Sekunden bis 200 Sekunden und einem Abstand der beiden Kontaktstücke 12, 14 zwischen 1 mm und 3 mm gute Konditionierungsergebnisse erzielt werden können.

[0039] Möchte man nun einen stromstarken Lichtbogen 42 mit deutlich mehr als 2kA verwenden, z.B. mit $2,5 \text{ kA} \leq I \leq 100 \text{ kA}$ so muss man die Diffusität dieses stromstarken Lichtbogens 42 zur Konditionierung erhöhen.

[0040] Dazu weist die Vorrichtung 10 eine weitere Spulenordnung auf, die hier im Beispiel ebenfalls als Spulenpaar ausgebildet ist. Die Spulenordnung/das Spulenpaar weist zwei Spulen 56, 58 zur Erzeugung eines veränderbaren magnetischen Längsfeldes 60 auf, mittels dessen der Lichtbogen 42 beim Konditionieren gezielt diffuser gemacht, also aufgeweitet, werden kann. Die Achsen der Spulen 56,58 dieser weiteren Spulenordnung fluchten miteinander und mit der Achse 24 der Vakuumschaltröhre 20.

[0041] Die Diffusität des stromstarken Lichtbogens 42 wird zur Konditionierung über die Stärke des generierten Längsfeldes 60 eingestellt.

[0042] Neben den dargestellten und bereits genannten Komponenten weist die Vorrichtung 10 weiterhin (nicht dargestellte) Stromquellen für die Spulen 36, 38; 56, 58 und eine (ebenfalls nicht dargestellte) Kontrolleinrichtung zum koordinierten Durchführen der Konditionierung auf. Eine solche Kontrolleinrichtung wird auch als Steuergerät bezeichnet. Diese Kontrolleinrichtung steuert die diversen Stromquellen, darunter auch die Gleichstromquelle 34, an.

[0043] Im Folgenden sollen entscheidende Aspekte der Erfindung noch einmal mit anderen Worten wiedergegeben werden:

Um in verhältnismäßig kurzer Zeit eine gleichmäßige Konditionierung zu erreichen, wird die Lichtbogenbewegung erfindungsgemäß gezielt durch externe Magnetfelder 40 gesteuert. Besonders geeignet sind hier radial zur gewünschten Laufrichtung des Lichtbogens gerichtete magnetische Drehfelder (zweiphasig oder dreiphasig). Besonders vorteilhaft ist dieses Verfahren, da die umgesetzte Ladung (Stromstärke $I \times \text{Zeit}$) während der Konditionierung deutlich reduziert wird und in der Folge auch die Bedampfung von Keramikisolatoren erheblich reduziert wird.

[0044] Weiterhin ist die Erhöhung der Diffusität eines stromstarken Lichtbogens 42 (einige einzelne kA bis einige zehn kA) zur Konditionierung der Kontaktstücke 12, 14 durch ein zusätzliches axiales Magnetfeld 60 vorgesehen. Eine höhere Diffusität des Lichtbogens 42 hat zur Folge, dass sich eine nahezu komplette Bedeckung (und somit Überschmelzung) der Kontaktflächen während des Konditioniervorgangs einstellt.

[0045] Die Konditionierung ist insbesondere eine sogenannte Stromkonditionierung.

Bezugszeichenliste:

[0046]

- 10 Konditionier-Vorrichtung
- 12 Kontaktstück
- 14 Kontaktstück

- 16 Elektrode (fest)
- 18 Elektrode (bewegbar)
- 20 Vakuumschaltröhre
- 22 Gehäuse
- 24 Achse
- 26 Deckel
- 28 Deckel
- 30 Faltenbalg
- 32 Abschirmung
- 34 Gleichstromquelle
- 36 Radialspule
- 38 Radialspule
- 40 Querfeld
- 42 Lichtbogen
- 44 Basis
- 46 Arm
- 48 Arm
- 50 Drehstütze
- 52 Drehlager
- 54 Antriebsmotor
- 56 Axialspule
- 58 Axialspule
- 60 Längsfeld

25 Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Konditionieren von Kontaktstücken (12, 14) für Elektroden (16, 18) einer Vakuumschaltröhre (20) durch Erzeugen eines Lichtbogens (42) zwischen den entlang einer Achse (24) beabstandet angeordneten Kontaktstücken (12, 14), wobei die Vorrichtung (10) eine Spulenordnung mit mindestens einer Spule (36, 38) oder eine Permanentmagnetanordnung mit mindestens einem Permanentmagneten zur Erzeugung eines veränderbaren magnetischen Querfeldes (40) aufweist, mittels dessen der Lichtbogen (42) beim Konditionieren gezielt bewegbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Vorrichtung (10) weiterhin eine Spulenordnung mit mindestens einer Spule (56, 58) oder eine Permanentmagnetanordnung mit mindestens einem Permanentmagneten zur Erzeugung eines veränderbaren magnetischen Längsfeldes (60) aufweist, mittels dessen der Lichtbogen (42) beim Konditionieren gezielt diffuser gemacht werden kann.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch eine Gleichstromquelle (34) zum Erzeugen des Lichtbogens (42).
3. Verfahren ausgeführt auf einer Vorrichtung zum Konditionieren von Kontaktstücken (12, 14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, für Elektroden (16, 18) einer Vakuumschaltröhre (20) durch Erzeugen eines Lichtbogens (42) zwischen den entlang einer Achse (24) beabstandet angeordneten Kontaktstücken (12, 14), wobei der Lichtbogen

(42) beim Konditionieren über ein veränderbares magnetisches Querfeld (40) gezielt bewegt wird, wobei der Lichtbogen (42) beim Konditionieren über ein einstellbares magnetisches Längsfeld (60) gezielt diffuser gemacht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lichtbogen ein Lichtbogen mit einer Stromstärke I im Bereich von $2 \text{ kA} \leq I \leq 100 \text{ kA}$ ist.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das veränderbare magnetische Querfeld (40) ein rotierendes magnetisches Querfeld (40) ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das rotierende magnetische Querfeld (40) ein zweiphasiges oder dreiphasiges magnetisches Drehfeld ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetische Querfeld (40) und/oder das magnetische Längsfeld (60) mittels einer Spulenordnung mit mindestens einer Spule (36, 38, 56, 58) generiert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetische Querfeld (40) und/oder das magnetische Längsfeld (60) mittels einer Permanentmagnetanordnung mit mindestens einem Permanentmagneten generiert wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stromfluss bei geschlossenen Kontaktstücken (12, 14) einsetzt und sich der Lichtbogen erst nach dem Öffnen der Kontaktstücke etabliert.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Kontaktstücke (12, 14) als Kontaktscheibe ausgebildet ist.

Claims

1. Device (10) for conditioning contact pieces (12, 14) for electrodes (16, 18) of a vacuum interrupter (20) by generating an arc (42) between the contact pieces (12, 14) arranged spaced apart along an axis (24), wherein the device (10) has a coil arrangement with at least one coil (36, 38) or a permanent magnet arrangement with at least one permanent magnet for generating a variable transverse magnetic field (40), by means of which the arc (42) is specifically movable during the conditioning, **characterized in that**

the device (10) also has a coil arrangement with at least one coil (56, 58) or a permanent magnet arrangement with at least one permanent magnet for generating a variable longitudinal magnetic field (60), by means of which the arc (42) can be specifically made more diffuse during the conditioning.

2. Device according to Claim 1, **characterized by** a direct current source (34) for generating the arc (42).
3. Method performed on a device for conditioning contact pieces (12, 14) according to one of the preceding claims, for electrodes (16, 18) of a vacuum interrupter (20) by generating an arc (42) between the contact pieces (12, 14) arranged spaced apart along an axis (24), wherein the arc (42) is specifically moved by way of a variable transverse magnetic field (40) during the conditioning, wherein the arc (42) is specifically made more diffuse by way of an adjustable longitudinal magnetic field (60) during the conditioning.
4. Method according to Claim 3, **characterized in that** the arc is an arc with a current strength I in the range of $2 \text{ kA} \leq I \leq 100 \text{ kA}$.
5. Method according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the variable transverse magnetic field (40) is a rotating transverse magnetic field (40).
6. Method according to Claim 5, **characterized in that** the rotating transverse magnetic field (40) is a two-phase or three-phase rotating magnetic field.
7. Method according to one of Claims 3 to 6, **characterized in that** the transverse magnetic field (40) and/or the longitudinal magnetic field (60) is generated by means of a coil arrangement with at least one coil (36, 38, 56, 58).
8. Method according to one of Claims 3 to 7, **characterized in that** the transverse magnetic field (40) and/or the longitudinal magnetic field (60) is generated by means of a permanent magnet arrangement with at least one permanent magnet.
9. Method according to one of Claims 3 to 8, **characterized in that** the current flow begins when the contact pieces (12, 14) are closed and the arc is only established when the contact pieces have opened.
10. Method according to one of Claims 3 to 9, **characterized in that** at least one of the contact pieces (12, 14) is formed as a contact disc.

Revendications

1. Dispositif (10) de conditionnement de pièces (12, 14) de contact pour des électrodes (16, 18) d'un tube (20) de commutation à vide par production d'un arc (42) électrique entre les pièces (12, 14) de contact montées à distance suivant un axe (24), dans lequel le dispositif (10) a un agencement de bobine ayant au moins une bobine (36, 38) ou un agencement d'aimant permanent ayant au moins un aimant permanent pour la production d'un champ (40) magnétique transversal variable, au moyen duquel l'arc (42) électrique peut, lors du conditionnement, être déplacé de manière ciblée,
caractérisé en ce que
 le dispositif (10) a en outre un agencement de bobine ayant une bobine (56, 58) ou un agencement d'aimant permanent ayant au moins un aimant permanent pour la production d'un champ (60) magnétique longitudinal variable, au moyen duquel l'arc (42) électrique peut, lors du conditionnement, être rendu diffus de manière ciblée.

5
10
15
20
2. Dispositif suivant la revendication 1,
caractérisé par une source (34) de courant continu pour la production de l'arc (42) électrique.

25
3. Procédé effectué sur un dispositif de conditionnement de pièces (12, 14) de contact suivant l'une des revendications précédentes, pour des électrodes (16, 18) d'un tube (20) de commutation à vide par production d'un arc (42) électrique entre les pièces (12, 14) de contact montées à distance suivant un axe (24), dans lequel on déplace, de manière ciblée, l'arc (42) électrique, lors du conditionnement, par un champ (40) magnétique transversal variable, dans lequel on rend diffus, de manière ciblée, l'arc (42) électrique, lors du conditionnement, par un champ (60) magnétique longitudinal réglable.

30
35
40
4. Procédé suivant la revendication 3,
caractérisé en ce que l'arc électrique est un arc électrique ayant une intensité I du courant dans la plage de $2 \text{ kA} \leq I \leq 100 \text{ kA}$.

45
5. Procédé suivant la revendication 3 ou 4,
caractérisé en ce que le champ (40) magnétique transversal variable est un champ (40) magnétique transversal tournant.

50
6. Procédé suivant la revendication 5,
caractérisé en ce que le champ (40) magnétique transversal tournant est un champ magnétique tournant biphasé ou triphasé.

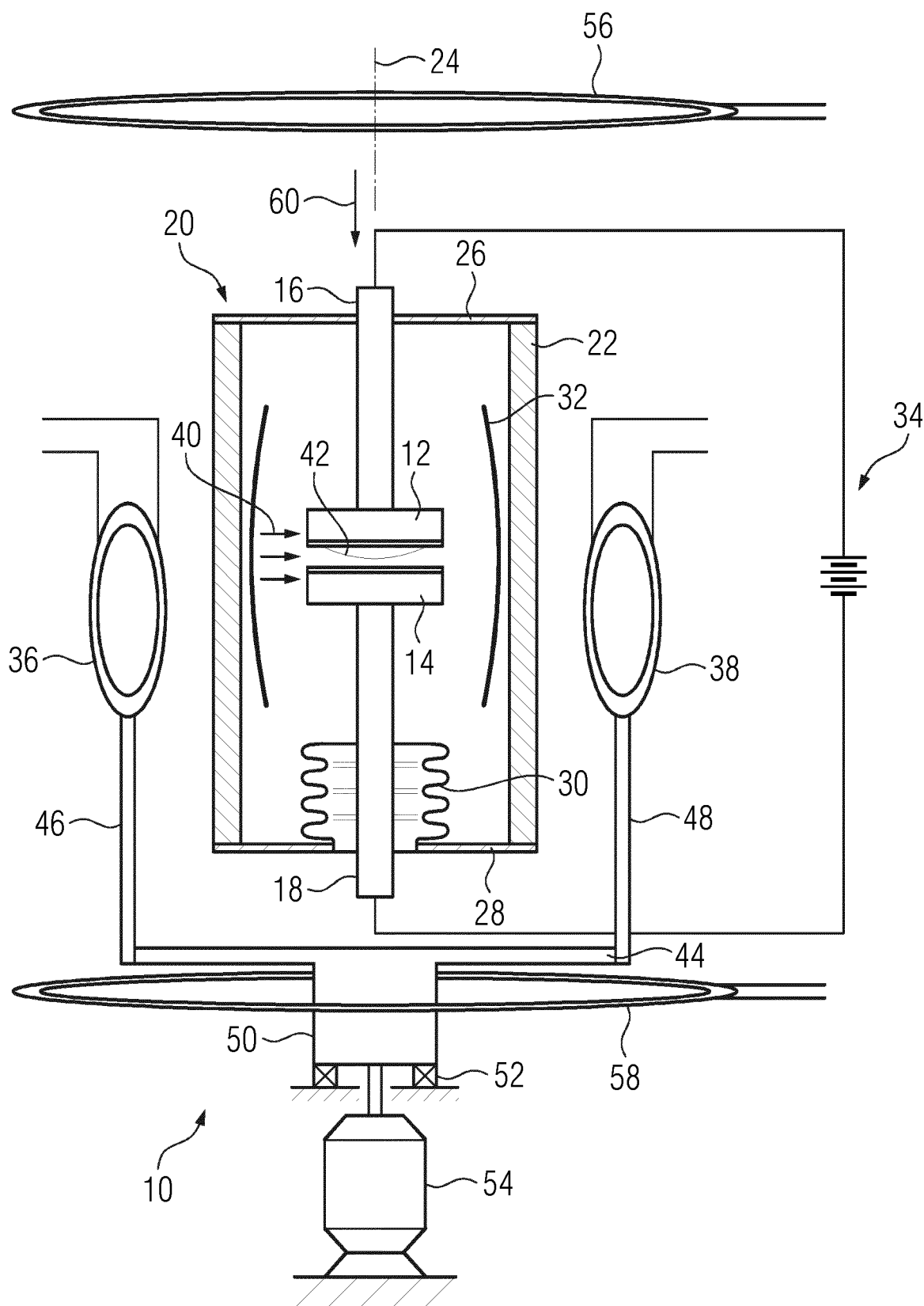
55
7. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 6,
caractérisé en ce que l'on crée le champ (40) magnétique transversal et/ou le champ (60) magnétique longitudinal au moyen d'un agencement de bobine ayant au moins une bobine (36, 38, 56, 58).

5
8. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 7,
caractérisé en ce que l'on crée le champ (40) magnétique transversale et/ou le champ (60) magnétique longitudinal au moyen d'un agencement d'aimant permanent ayant au moins un aimant permanent.

10
9. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 8,
caractérisé en ce que le flux de courant se met en place, alors que les pièces (12, 14) de contact sont fermées, et l'arc électrique ne s'établit qu'après l'ouverture des pièces de contact.

15
10. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 9,
caractérisé en ce qu'
 au moins l'une des pièces (12, 14) de contact est constituée sous la forme d'un disque de contact.

20



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19714655 A1 [0002]
- DE 2600683 A1 [0002]
- DE 19714655 C2 [0006] [0020] [0035] [0037] [0038]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Investigation of current conditioning process for vacuum interrupters. **GODECHOT X et al.** 2016 27TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DISCHARGES AND ELECTRICAL INSULATION IN VACUUM (ISDEIV). IEEE, 18 September 2016, vol. 2, 1-4 [0002]