



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.11.2023 Patentblatt 2023/44

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01T 4/16 (2006.01) **H01T 4/20** (2006.01)
H01T 2/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23168963.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01T 4/16; H01T 2/02; H01T 4/20

(22) Anmeldetag: **20.04.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **MEYER, Thomas**
31868 Ottenstein (DE)
• **Durth, Rainer**
32805 Horn-Bad Meinberg (DE)

(74) Vertreter: **Gesthuysen Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB**
Huyssenallee 68
45128 Essen (DE)

(30) Priorität: **28.04.2022 DE 102022110330**

(71) Anmelder: **Phoenix Contact GmbH & Co. KG**
32825 Blomberg (DE)

(54) **MEHRFACHFUNKENSTRECKE**

(57) Dargestellt und beschrieben ist eine Mehrfachfunkenstrecke (1) für ein Überspannungsschutzgerät, mit mehreren Elektroden (2) und zwischen den Elektroden (2) angeordneten Isolierelementen (3), wobei jeweils zwei einander gegenüberliegende Elektroden (2) eine Einzelfunkenstrecke (4, 41) bilden und die Einzelfunkenstrecken (4, 41) in Reihe geschalteten sind, mit zwei elektrisch leitenden Kontaktelementen (5, 6), zwischen denen die Elektroden (2) angeordnet sind, sodass das erste Kontaktelement (5) die erste Elektrode (21) und das zweite Kontaktelement (6) die letzte Elektrode (23) der Mehrfachfunkenstrecke (1) elektrisch kontaktiert, und mit einer Steuerschaltung (7) zur Steuerung des Zündverhaltens der Mehrfachfunkenstrecke (1), wobei die Steuerschaltung (7) mehrere Steuerelemente (8) aufweist, die mit den einzelnen Elektroden (2, 22, 23), außer der ersten Elektrode (21), verbunden sind.

Die erfindungsgemäße Mehrfachfunkenstrecke (1) weist dadurch sowohl ein hohes Netzfolgestromlöschvermögen als auch einen relativ niedrigen Schutzpegel auf, der Abstand x_1 zwischen der ersten Elektrode (21) und der benachbarten zweiten Elektrode (22), die zusammen die erste Einzelfunkenstrecke (41) bilden, größer ist als die jeweiligen Abstände x_2 zwischen den anderen benachbarten Elektroden (2, 22, 23), die die weiteren Einzelfunkenstrecken (4) bilden, und dass eine Zündhilfe (9) zur Zündung der ersten Einzelfunkenstrecke (41) vorgesehen ist, die zumindest ein resistives Zündelement (10) und ein spannungsbegrenzendes Element (11) aufweist, wobei das Zündelement (10) mit dem Lichtbogenbrennraum (12) der ersten Einzelfunkenstrecke (41) in Verbindung steht und auf der einen Seite mit

der ersten Elektrode (21) und auf der anderen Seite über das spannungsbegrenzende Element (11) mit dem zweiten Kontaktelement (6) elektrisch verbunden ist.

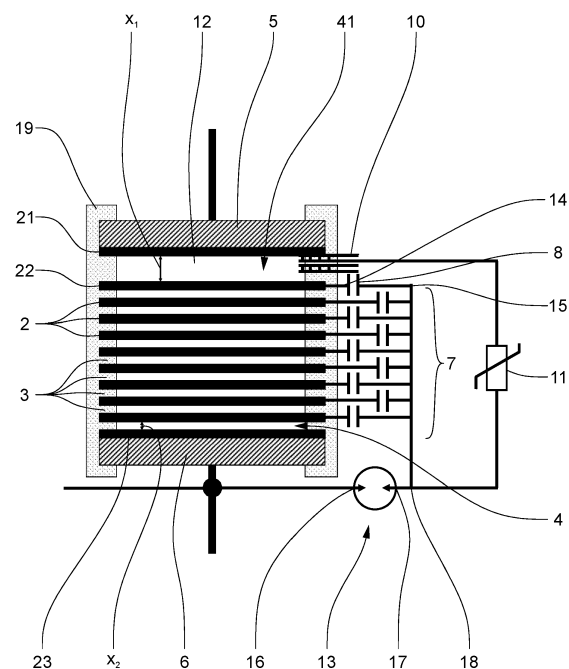


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mehrfachfunkenstrecke für ein Überspannungsschutzgerät, mit mehreren Elektroden und zwischen den Elektroden angeordneten Isolierelementen, wobei jeweils zwei einander gegenüberliegende Elektroden eine Einzelfunkenstrecke bilden und die Einzelfunkenstrecken in Reihe geschaltet sind. Zum elektrischen Anschluss weist die Mehrfachfunkenstrecke zwei elektrisch leitenden Kontaktelementen auf, zwischen denen die Elektroden angeordnet sind, sodass das erste Kontaktelement die erste Elektrode und das zweite Kontaktelement die letzte Elektrode der Mehrfachfunkenstrecke elektrisch kontaktiert.

[0002] Überspannungsschutzgeräte sind in einer Vielzahl aus dem Stand der Technik bekannt und dienen zum Schutz von elektrischen Geräten oder Leitungen vor Überspannungen, die beispielsweise durch Blitzeinschläge oder Defekte in technischen Anlagen verursacht werden können. Dabei werden Funkenstreckenordnung mit mehreren Elektroden seit Jahrzehnten im Bereich des Überspannungsschutzes von elektrischen Geräten und Anlagen eingesetzt.

[0003] Zur Ableitung von hohen Überspannungen bei gleichzeitiger Gewährleistung eines hohen Netzfolgestrom-Löschvermögens werden häufig Mehrfachfunkenstrecken eingesetzt, die aufgrund ihres Aufbaus häufig auch als Stapelfunkenstrecken bezeichnet werden. Derartige Stapelfunkenstrecken bestehen aus mehreren Elektroden und mehreren Isolierungen, die zwischen den einzelnen Elektroden angeordnet sind, sodass sich jeweils zwischen zwei Elektroden eine Isolierung befindet, die in der Mitte eine Öffnung aufweist, sodass zwei Elektroden eine Einzelfunkenstrecke bilden. Die Elektroden sind dabei häufig als kreisförmige oder rechteckförmige Graphitscheiben ausgebildet, zwischen denen dann entsprechend ringförmige oder rahmenartige Isolierungen angeordnet sind. Die Isolierungen sind dabei häufig als dünne Isolierscheiben oder Isolierfolien aus Kunststoff, beispielsweise PTFE ausgebildet.

[0004] Zur Beeinflussung des Zündverhaltens einer Mehrfachfunkenstrecke ist es aus dem Stand der Technik bekannt, Steuerschaltungen vorzusehen, die mehrere passive Steuerelemente aufweisen. So offenbart die DE 197 42 302 A1 eine Mehrfachfunkenstrecke, die aus einer Mehrzahl von in Reihe geschalteten Einzelfunkenstrecken besteht, wobei die Einzelfunkenstrecken, mit Ausnahme der im Ableitfall ersten ansprechenden Einzelfunkenstrecke, durch ein abgestuftes Netz von Widerständen beschaltet sind, sodass die Einzelfunkenstrecken sukzessive durchschalten. Jeder Einzelfunkenstrecke ist dabei ein Widerstand parallel geschaltet und die Widerstände aller Einzelfunkenstrecken sind zueinander in Reihe an Erde geschaltet. Damit die Ansprechspannung der Mehrfachfunkenstrecke einen maximalen Wert von beispielsweise 4 kV nicht überschreitet, soll dabei der Abstand zwischen den beiden Elektroden der ersten Einzelfunkenstrecke entsprechend gering gewählt wer-

den.

[0005] Häufig werden als Steuerelemente bei Mehrfachfunkenstrecken auch Kapazitäten verwendet, insbesondere Kondensatoren, wobei je ein Kondensator mit einem Anschluss eine Elektrode kontaktiert und alle Kondensatoren mit ihrem zweiten Anschluss elektrisch leitend miteinander und mit dem zweiten Anschluss bzw. dem zweiten Kontaktelement der Mehrfachfunkenstrecke verbunden sind. Dadurch ergibt sich jeweils ein kapazitiver Spannungsteiler, der die anliegende Spannung auf eine Einzelfunkenstrecke konzentriert. Hat diese Einzelfunkenstrecke gezündet, so liegt die Gesamtspannung, lediglich um die Bogenbrennspannung der ersten Einzelfunkenstrecke reduziert, an der nächsten Einzelfunkenstrecke an, sodass die Einzelfunkenstrecken sukzessive durchschalten.

[0006] Aus der Praxis sind unterschiedliche Varianten bekannt, wie die einzelnen Elektroden und die einzelnen Isolierungen zu einer Mehrfachfunkenstrecke verbunden werden können. Häufig werden dazu großflächige Kontaktplatten als Kontaktelemente verwendet, die die Stirnseiten der Mehrfachfunkenstrecke bilden und über mehrere Führungsstangen in axialer Richtung durch Verschrauben miteinander verspannt sind, sodass die einzelnen Elektroden und die einzelnen Isolierungen in ihrer stapelförmigen Anordnung zwischen den Kontaktplatten geklemmt sind. Wenn die zwischen den Kontaktplatten angeordneten Führungsstangen außen an den einzelnen Elektroden vorbeigeführt sind, führt dies dazu, dass der benötigte Bauraum relativ groß ist.

[0007] Die DE 10 2011 102 864 A1 offenbart eine Stapelfunkenstrecke mit mehreren in Reihe geschalteten Einzelfunkenstrecken, wobei die einzelnen Elektroden jeweils in einem Isolierkörper angeordnet sind. Die Isolierkörper weisen jeweils eine Ausnehmung zur Aufnahme einer scheibenförmigen Elektrode und eine Aufnahme für ein Steuerungselement auf, wobei die Aufnahme für das Steuerungselement mit der Ausnehmung für die Elektrode verbundene ist. Ein Steuerungselement ist dabei über eine Kontaktfeder mit dem Rand der Elektrode verbunden, sodass über die Steuerungselemente eine Triggerung der einzelnen Elektroden der Stapelfunkenstrecke erreicht werden kann.

[0008] Mehrfachfunkenstrecken weisen gegenüber Einzelfunkenstrecken den Vorteil eines verbesserten Netzfolgestromlöschvermögens auf. Die Fähigkeit, den Netzfolgestrom zu löschen, erhöht sich dabei mit zunehmender Anzahl der Einzelfunkenstrecken. Gleichzeitig erhöht sich mit zunehmender Anzahl an Einzelfunkenstrecken jedoch auch Ansprechspannung der Mehrfachfunkenstrecke. Mehrfachfunkenstrecken, die sich aus vielen Einzelfunkenstrecken zusammensetzen, haben daher zwar ein hohes Netzfolgestromlöschvermögen, weisen aber gleichzeitig auch einen für Niederspannungsanwendungen in der Regel zu hohen Schutzpegel auf.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Mehrfachfunkenstrecke anzu-

ben, die sowohl ein hohes Netzfolgestromlöschvermögen als auch einen möglichst niedrigen Schutzpegel aufweist.

[0010] Diese Aufgabe ist bei der eingangs beschriebenen Mehrfachfunkenstrecke mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Dabei ist der Abstand x_1 zwischen der ersten Elektrode und der benachbarten zweiten Elektrode, die zusammen die erste Einzelfunkenstrecke bilden, größer, als die jeweiligen Abstände x_2 zwischen den anderen benachbarten Elektroden, die die weiteren Einzelfunkenstrecken bilden. Außerdem ist eine Zündhilfe zur Zündung der ersten Einzelfunkenstrecke vorgesehen, die zumindest ein resistives Zündelement und ein spannungsbegrenzendes Element aufweist, wobei das Zündelement mit dem Lichtbogenbrennraum der ersten Einzelfunkenstrecke in Verbindung steht und auf der einen Seite mit der ersten Elektrode und auf der anderen Seite über das spannungsbegrenzende Element mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch verbunden ist.

[0011] Die erfindungsgemäße Mehrfachfunkenstrecke ist zumindest funktional in zwei Bereiche aufgeteilt. Der erste Bereich umfasst die erste Einzelfunkenstrecke und der zweite Bereich die übrigen Einzelfunkenstrecken. Damit umfasst der zweite Bereich alle Elektroden außer der ersten Elektrode, die mit dem ersten Kontaktelement elektrisch leitend verbunden ist, während der erste Bereich nur die beiden ersten Elektroden umfasst. Die zur ersten Elektrode benachbarte zweite Elektrode, die mit der ersten Elektrode die erste Einzelfunkenstrecke bildet, ist dabei sowohl dem ersten Bereich als auch dem zweiten Bereich zugeordnet, da die zweite Elektrode mit der nächsten Elektrode auch eine weitere Einzelfunkenstrecke, die zweite Einzelfunkenstrecke, bildet.

[0012] Die Reduzierung der jeweiligen Abstände x_2 zwischen den benachbarten Elektroden, die die weiteren Einzelfunkenstrecken bilden, im Vergleich zu den Abständen üblicher Einzelfunkenstrecken, führt zu einer Reduzierung der Ansprechspannung in diesem Bereich. Dies ist zwar vorteilhaft hinsichtlich des gewollten möglichst niedrigen Schutzpegels der Mehrfachfunkenstrecke, führt jedoch gleichzeitig zu einer ungewollten Reduzierung der Isolationsfestigkeit in diesem Bereich, insbesondere im Laufe des Betriebs, wenn es nach dem Zünden der Mehrfachfunkenstrecke zu Verschmutzungen an den jeweiligen Isolationsstrecken kommt.

[0013] Um zu gewährleisten, dass die erfindungsgemäße Mehrfachfunkenstrecke dennoch eine ausreichend hohe Isolationsfestigkeit aufweist, wird der Abstand x_1 zwischen der ersten Elektrode und der benachbarten zweiten Elektrode so groß gewählt, dass die erste Einzelfunkenstrecke eine für die jeweilige Systemspannung ausreichende Isolationsfestigkeit aufweist. Da ein entsprechend großer Abstand x_1 zwischen der ersten Elektrode und der benachbarten zweiten Elektrode, die zusammen die erste Einzelfunkenstrecke bilden, zu einer Ansprechspannung führt, die deutlich über den marktüblichen Anforderungen liegt, weist die erfindungs-

gemäße Mehrfachfunkenstrecke zusätzlich noch eine Zündhilfe zur Zündung der ersten Einzelfunkenstrecke auf.

[0014] Die Zündhilfe besteht dabei zumindest aus einem resistiven Zündelement und einem spannungsbegrenzenden Element, beispielsweise einem Varistor. Das Zündelement steht auf der einen Seite mit der ersten Elektrode und auf der anderen Seite über das spannungsbegrenzende Element - direkt oder indirekt - mit dem zweiten Kontaktelement in elektrischer Verbindung. Außerdem steht das Zündelement mit dem Lichtbogenbrennraum der ersten Einzelfunkenstrecke räumlich in Verbindung, d. h. das Zündelement ragt mit einer Stirnseite in den Lichtbogenbrennraum hinein oder ist am Rand des Lichtbogenbrennraums angeordnet. Beim Auftreten einer Überspannung, die größer als die Ansprechspannung ist, fließt zunächst ein Strom vom zweiten Kontaktelement über das spannungsbegrenzende Element und das resistive Zündelement zur benachbarten ersten Elektrode und zum ersten Kontaktelement. Der Stromfluss über das Zündelement führt dabei zu einer Entladung an der Oberfläche des Zündelements, sodass in dem an das Zündelement angrenzenden Zündbereich innerhalb des Lichtbogenbrennraums ionisiertes Gas erzeugt wird, das sich im Lichtbogenbrennraum ausbreitet. Dies führt zu einer Reduzierung der Durchbruchspannung der ersten Einzelfunkenstrecken, sodass es zu einem Zünden der ersten Einzelfunkenstrecke zwischen der ersten Elektrode und der benachbarten zweiten Elektrode kommt.

[0015] Die Ansprechspannung der erfindungsgemäßen Mehrfachfunkenstrecke wird somit durch die Ansprechspannung der Zündhilfe und nicht durch die Ansprechspannung der ersten Einzelfunkenstrecke bestimmt, sodass trotz des vergrößerten Abstands x_1 der ersten Einzelfunkenstrecke eine ausreichend geringe Ansprechspannung der Mehrfachfunkenstrecke erreichbar ist. Insbesondere ist es möglich, aufgrund der Ausbildung einer Mehrzahl von Einzelfunkenstrecken mit der erfindungsgemäßen Mehrfachfunkenstrecke ein hohes Netzfolgestrom-Löschvermögen und gleichzeitig einen relativ geringen Schutzpegel zu erreichen. Bei Auslegung der Mehrfachfunkenstrecke für ein 230/400 V System ist so ein Schutzpegel von beispielsweise 1,5 kV erreichbar.

[0016] Zuvor ist ausgeführt worden, dass das resistive Zündelement auf der einen Seite mit der ersten Elektrode und auf der anderen Seite über das spannungsbegrenzende Element, direkt oder indirekt, mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch verbunden ist. Dies bedeutet, dass das resistive Zündelement nicht unmittelbar und dauerhaft über das spannungsbegrenzende Element elektrisch leitend mit dem zweiten Kontaktelement verbunden sein muss. Möglich ist vielmehr auch, dass in der Reihenschaltung aus Zündelement, spannungsbegrenzenden Element noch weitere elektrische Bauelemente angeordnet sind, die zur Zündhilfe gehören.

[0017] So weist die Zündhilfe gemäß einer vorteilhaft-

ten Ausgestaltung der Erfindung noch ein Spannungsschaltelement auf, das mit dem resistiven Zündelement und dem spannungsbegrenzenden Element in einer Reihenschaltung angeordnet ist. Das Spannungsschaltelement kann dabei sowohl zwischen dem resistiven Zündelement und dem spannungsbegrenzenden Bauelement als auch zwischen dem spannungsbegrenzenden Element und dem zweiten Kontaktelement angeordnet sein. Die Ansprechspannung der Zündhilfe wird dann durch die Ansprechspannung des Spannungsschaltelements bestimmt, da der Zündkreis erst bei einer Überspannung, die größer als die Ansprechspannung des Spannungsschaltelements ist, leitend wird. Ein weiterer Vorteil dieser Zündhilfe besteht darin, dass die an der Mehrfachfunkenstrecke anstehende äußere Spannung während des Zündvorgangs durch den Zündkreis, also die Reihenschaltung aus Spannungsschaltelement, spannungsbegrenzendem Element und resistiven Zündelement, bereits begrenzt wird, bis die Mehrfachfunkenstrecke vollständig durchgezündet hat. Dabei werden Spannungsspitzen beim Zünden durch den Zündkreis begrenzt.

[0018] Besonders bevorzugt ist es außerdem, wenn das Spannungsschaltelement, bei dem es sich beispielsweise um einen Gasableiter (GDT) handeln kann, derart zwischen dem zweiten Kontaktanschluss und dem spannungsbegrenzenden Element angeordnet ist, dass es gleichzeitig auch elektrisch zwischen dem zweiten Kontaktelement und der Steuerschaltung zur Steuerung des Zündverhaltens der weiteren Einzelfunkenstrecken angeordnet ist, sodass die Steuerschaltung nur im Ableitfall, wenn das Spannungsschaltelement angesprochen hat, mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch leitend verbunden ist.

[0019] Gemäß einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Mehrfachfunkenstrecke weist die Steuerschaltung als Steuerelemente Kondensatoren auf, wobei jeweils ein Kondensator eine Elektrode der weiteren Einzelfunkenstrecken mit seinem ersten Anschluss elektrisch kontaktiert und die einzelnen Kondensatoren mit ihren zweiten Anschlüssen elektrisch miteinander und mit dem zweiten Kontaktelement verbunden sind. Auch hierbei gilt bezüglich der Verbindung der zweiten Anschlüsse der Steuerelemente bzw. der Kondensatoren, dass diese sowohl direkt als auch indirekt mit dem zweiten Kontaktelement verbunden sein können. Eine indirekte Verbindung ist kann gemäß den zuvor genannten vorteilhaften Ausgestaltungen dadurch realisiert sein, dass zwischen dem gemeinsamen Bezugspunkt der zweiten Anschlüsse der Steuerelemente bzw. der Kondensatoren und dem zweiten Kontaktelement ein Spannungsschaltelement angeordnet ist. Dies hat den Vorteil, dass die Steuerschaltung nur im Ableitfall elektrisch leitend mit dem zweiten Kontaktelement verbunden ist, also nur dann, wenn an der Mehrfachfunkenstrecke eine Überspannung ansteht, die größer als die Ansprechspannung des Spannungsschaltelements ist. Dies führt zu einer Verbesserung der Isolationsfähigkeit der

Mehrfachfunkenstrecke.

[0020] Zuvor ist ausgeführt worden, dass zur Gewährleistung einer ausreichend hohen Isolationsfestigkeit der Abstand x_1 zwischen der ersten Elektrode und der benachbarten zweiten Elektrode so groß gewählt ist, dass die erste Einzelfunkenstrecke eine für die jeweilige Systemspannung ausreichende Isolationsfestigkeit aufweist. Beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Mehrfachfunkenstrecke in der Stromversorgung von Niederspannungsnetzen beträgt der Abstand x_1 vorzugsweise mindestens 0,5 mm, insbesondere zwischen 1 mm und 2 mm. Ein solcher relativ großer Abstand zwischen den beiden Elektroden der ersten Einzelfunkenstrecke würde normalerweise zu einem so hohen Schutzpegel führen, dass die Mehrfachfunkenstrecke den heutzutage üblichen Anforderungen an Überspannungsschutzableiter nicht genügen würde. Aufgrund der erfindungsgemäß bei der Mehrfachfunkenstrecke eingesetzten Zündhilfe mit zumindest einem resistiven Zündelement und einem spannungsbegrenzenden Element kann jedoch die Ansprechspannung der Mehrfachfunkenstrecke und damit deren Schutzpegel entscheidend herabgesetzt werden.

[0021] Die Abstände x_2 zwischen den benachbarten Elektroden der weiteren Einzelfunkenstrecken sind dagegen deutlich geringer als der Abstand x_1 . Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung liegen die Abstände x_2 maximal bei 0,2 mm, insbesondere zwischen 0,05 mm und 0,15 mm. Bei der bevorzugten Dimensionierung der erfindungsgemäßen Mehrfachfunkenstrecke beträgt der Abstand x_1 somit mindestens das 5-fache des Abstands x_2 . Auch wenn grundsätzlich die Abstände x_2 zwischen den benachbarten Elektroden der weiteren Einzelfunkenstrecken voneinander abweichen können, so ist es auch aus herstellungstechnischer Sicht vorteilhaft, wenn die Abstände x_2 zwischen den benachbarten Elektroden der weiteren Einzelfunkenstrecken gleich bzw. im Rahmen von üblichen Fertigungstoleranzen im Wesentlichen gleich sind.

[0022] Die erfindungsgemäße Mehrfachfunkenstrecke nutzt somit den Vorteil von Mehrfachfunkenstrecken mit einer Mehrzahl von Einzelfunkenstrecken, nämlich deren hohes Netzfolgestromlöschvermögen, wobei gleichzeitig der ansonsten bei derartigen Mehrfachfunkenstrecken vorhandene Nachteil eines relativ hohen Schutzpegels beseitigt ist. Die einzelnen Elektroden der Mehrfachfunkenstrecke sind vorzugsweise als rechteckige oder runde dünne Scheiben aus Carbon ausgebildet. Die Dicke der Elektrodenscheiben beträgt dabei vorzugsweise weniger als 1 mm, insbesondere weniger als 0,75 mm, beispielsweise nur ca. 0,5 mm bis 0,6 mm.

[0023] Die Isolierelemente zwischen den einzelnen Elektroden der Mehrfachfunkenstrecke können grundsätzlich aus einzelnen Isolierscheiben oder Isolierfolien bestehen, die jeweils ring- oder rahmenförmig ausgebildet sind. Vorteilhafterweise sind die einzelnen Isolierelemente jedoch Teil einer gemeinsamen Isolier- und Halteanordnung, in der sowohl die einzelnen Elektroden als auch die beiden Kontaktelemente angeordnet sind. Die

Isolier- und Halteanordnung sorgt dann gleichzeitig auch für die sichere mechanische Fixierung der einzelnen Elektroden der Mehrfachfunkenstrecke.

[0024] Alternativ dazu können die einzelnen Isolierelemente auch jeweils Teil eines Isolier- und Halterahmens sein, wobei dann die einzelnen Isolier- und Halterahmen miteinander verbunden, insbesondere miteinander verschraubt oder verrastet sind. Die einzelnen Isolier- und Halterahmen können dann jeweils eine Aufnahmeöffnung zur Aufnahme eines Steuerungselements aufweisen.

[0025] Im Einzelnen gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, die erfindungsgemäße Mehrfachfunkenstrecke weiterzubilden und auszugestalten. Dazu wird verwiesen sowohl auf die nachgeordneten Patentansprüche als auch auf die nachfolgende Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Mehrfachfunkenstrecke, in Schnittdarstellung und

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Mehrfachfunkenstrecke, in Schnittdarstellung.

[0026] Die beiden Figuren zeigen jeweils eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Mehrfachfunkenstrecke 1, die mehrere Elektroden 2 und zwischen den Elektroden 2 angeordnete Isolierelemente 3 aufweist. Jeweils zwei einander gegenüberliegende Elektroden 2 bilden dabei eine Einzelfunkenstrecke 4, wobei die einzelnen Einzelfunkenstrecken 4 ihrerseits in Reihe geschaltet sind. Die in den Figuren oben dargestellte erste Elektrode 21 bildet mit der benachbarten zweiten Elektrode 22 eine erste Einzelfunkenstrecke 41, die sich in ihrem Aufbau von den anderen Einzelfunkenstrecken 4 unterscheidet. Die erste Elektrode 21 ist außerdem elektrisch mit dem ersten Kontaktelement 5 verbunden, während das zweite Kontaktelement 6 elektrisch leitend mit der letzten Elektrode 23 der Mehrfachfunkenstrecke 1 verbunden ist. Alle Elektroden 2, 21, 22, 23 der Mehrfachfunkenstrecke 1 sind somit zwischen den beiden Kontaktelementen 5, 6 angeordnet.

[0027] Bei beiden dargestellten Ausführungsbeispielen der Mehrfachfunkenstrecke 1 ist außerdem noch eine Steuerschaltung 7 zur Steuerung des Zündverhaltens der Mehrfachfunkenstrecke 1 vorgesehen, wobei die Steuerschaltung 7 mehrere als Kondensatoren ausgebildete Steuerelemente 8 aufweist, die mit allen Elektroden 2, 22, 23 außer der ersten Elektrode 21 verbunden sind. Zusätzlich weist die Mehrfachfunkenstrecke 1 eine Zündhilfe 9 auf, die der Zündung der ersten Einzelfunkenstrecke 41 dient. Die Zündhilfe 9 weist ein resistives Zündelement 10 sowie die Reihenschaltung aus einem spannungsbegrenzenden Element 11 und einen Spannungsschaltelement 13 auf. Als spannungsbegrenzen-

des Element 11 kann insbesondere ein Varistor und als Spannungsschaltelement 13 insbesondere ein Gasableiter verwendet werden. Das Zündelement 10 steht mit dem Lichtbogenbrennraum 12 der ersten Einzelfunkenstrecke 41 in Verbindung. Außerdem ist das resistive Zündelement 10 auf der einen Seite mit der ersten Elektrode 21 und auf der anderen Seite über die Reihenschaltung aus dem spannungsbegrenzenden Element 11 und Spannungsschaltelement 13 mit dem zweiten Kontaktelement 6 elektrisch verbunden.

[0028] Die erfindungsgemäße Mehrfachfunkenstrecke 1 ist in zwei Bereiche aufgeteilt, nämlich einen ersten Bereich, der die erste Einzelfunkenstrecke 41 umfasst und einen zweiten Bereich, der die übrigen Einzelfunkenstrecken 4 umfasst. Zum ersten Bereich gehört darüber hinaus noch die Zündhilfe 9 mit dem in den Lichtbogenbrennraum 12 der ersten Einzelfunkenstrecke 41 hineinragenden resistiven Zündelement 10 und zum zweiten Bereich die Steuerschaltung 7 mit den einzelnen Steuerungselementen 8.

[0029] Wie aus beiden Figuren ersichtlich ist, ist der Abstand x_1 zwischen der ersten Elektrode 21 und der benachbarten zweiten Elektrode 22, die zusammen die erste Einzelfunkenstrecke 41 bilden, wesentlich größer als der jeweilige Abstand x_2 zwischen den anderen benachbarten Elektroden 2, 22, 23, die die weiteren Einzelfunkenstrecken 4 bilden. Der Abstand x_1 zwischen der ersten Elektrode 21 und der benachbarten zweiten Elektrode 22 beträgt vorzugsweise zwischen 1 mm und 2 mm, während der Abstand x_2 zwischen den anderen benachbarten Elektroden 2, 22, 23 der weiteren Einzelfunkenstrecken 4 vorzugsweise zwischen 0,05 mm und 0,15 mm beträgt. Der Abstand x_1 ist somit vorzugsweise etwa zehnmal so groß wie der Abstand x_2 .

[0030] Aufgrund des relativ großen Abstands x_1 zwischen der ersten Elektrode 21 und der benachbarten zweiten Elektrode 22 weist die erste Einzelfunkenstrecke 41 und damit auch die Mehrfachfunkenstrecke 1 insgesamt eine ausreichend hohe Isolationsfestigkeit auf. Gleichzeitig ist durch den sehr geringen Abstand x_2 zwischen den benachbarten Elektroden 2, 22, 23 der weiteren Einzelfunkenstrecken 4 die Ansprechspannung im zweiten Bereich deutlich reduziert. Durch die zusätzlich ausgebildete Zündhilfe 9 weist die Mehrfachfunkenstrecke 1 so einen sehr geringen Schutzpegel bei gleichzeitig hohem Netzfolgestromlöschvermögen auf.

[0031] Sowohl bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 als auch bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 weist die Steuerschaltung 7 als Steuerungselemente 8 Kondensatoren auf. Grundsätzlich können jedoch auch andere Steuerungselemente verwendet werden. Der erste Anschluss 14 der einzelnen Steuerungselemente 8 ist jeweils mit einer Elektrode 2, 22, 23 elektrisch leitend verbunden, während die zweiten Anschlüsse 15 der Steuerungselemente 8 elektrisch miteinander verbunden sind. Diese zweiten Anschlüsse 15 der Steuerungselemente 8 sind bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 direkt elektrisch leitend mit dem zweiten Kontakt-

element 6 verbunden.

[0032] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist dagegen zwischen dem zweiten Kontaktelement 6 und dem gemeinsamen Potential 18 der zweiten Anschlüsse 15 der Steuerelemente 8 das Spannungsschaltelement 13 der Zündhilfe 9 geschaltet. Dies führte dazu, dass die Steuerschaltung 7 bzw. die einzelnen Steuerungselemente 8 nur dann elektrisch leitend mit dem zweiten Kontaktelement 6 verbunden sind, wenn das Spannungsschaltelement 13 bereits angesprochen hat. Die Steuerschaltung 7 ist somit nur im Ableitfall elektrisch mit dem zweiten Kontaktelement 6 verbunden, wodurch die Isolationseigenschaft der Mehrfachfunkenstrecke 1 im zweiten Bereich deutlich verbessert wird.

[0033] Die in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiele der Mehrfachfunkenstrecke 1 unterscheiden sich somit in der konkreten Anordnung der Zündhilfe 9 mit Bezug auf die Steuerschaltung 7. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist das Spannungsschaltelement 13 mit seinem ersten Anschluss 16 mit dem zweiten Kontaktelement 6 und mit seinem zweiten Anschluss 17 sowohl mit dem spannungsbegrenzenden Element 11 als auch mit dem gemeinsamen Potenzial 18 der zweiten Anschlüsse 15 der Steuerungselemente 8 elektrisch leitend verbunden.

[0034] Bei beiden Ausführungsbeispielen sind die einzelnen Isolierelemente 3 Teil einer gemeinsamen Isolier- und Halteanordnung 19, die gleichzeitig auch zur mechanischen Fixierung der einzelnen Elektroden dient. Zusätzlich sind von der Isolier- und Halteanordnung 19 auch die beiden Kontaktelemente 5, 6 aufgenommen, sodass eine relativ kompakte Mehrfachfunkenstrecke 1 realisierbar ist. Aufgrund der sehr geringen Abstände x_2 zwischen den die weiteren Einzelfunkenstrecken 4 bildenden Elektroden 2, 22, 23 kann die Mehrfachfunkenstrecke 1 eine Mehrzahl von Elektroden 2, 22, 23 aufweisen, ohne dass dadurch die Abmessungen der Mehrfachfunkenstrecke 1 zwischen den beiden Kontaktelementen 5, 6 zu groß wird. Für den Fachmann ist dabei offensichtlich, dass die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Anzahl an Elektroden 2 nur beispielhaft ist und die erfindungsgemäße Mehrfachfunkenstrecke 1 keineswegs auf die dargestellte Anzahl an Elektroden 2 beschränkt ist.

Bezugszeichen

[0035]

- 1 Mehrfachfunkenstrecke
- 2 Elektroden
- 21 erste Elektrode
- 22 zweite Elektrode
- 23 letzte Elektrode
- 3 Isolierelemente
- 4 Einzelfunkenstrecke
- 41 erste Einzelfunkenstrecke
- 5 Kontaktelement

- 6 Kontaktelement
- 7 Steuerschaltung
- 8 Steuerungselement
- 9 Zündhilfe
- 5 10 Zündelement
- 11 spannungsbegrenzendes Element
- 12 Lichtbogenbrennraum
- 13 Spannungsschaltelement
- 14 erster Anschluss Steuerungselement
- 10 15 zweiter Anschluss Steuerungselement
- 16 erster Anschluss Spannungsschaltelement
- 17 zweiter Anschluss Spannungsschaltelement
- 18 gemeinsames Potential der zweiten Anschlüsse der Steuerungselemente
- 15 19 Isolier- und Halteanordnung
- x_1 Abstand Elektroden erste Einzelfunkenstrecke
- x_2 Abstand Elektroden weitere Einzelfunkenstrecke

20 Patentansprüche

1. Mehrfachfunkenstrecke (1) für ein Überspannungsschutzgerät, mit mehreren Elektroden (2) und zwischen den Elektroden (2) angeordneten Isolierelementen (3), wobei jeweils zwei einander gegenüberliegende Elektroden (2) eine Einzelfunkenstrecke (4, 41) bilden und die Einzelfunkenstrecken (4, 41) in Reihe geschaltet sind,

mit zwei elektrisch leitenden Kontaktelementen (5, 6), zwischen denen die Elektroden (2) angeordnet sind, sodass das erste Kontaktelement (5) die erste Elektrode (21) und das zweite Kontaktelement (6) die letzte Elektrode (23) der Mehrfachfunkenstrecke (1) elektrisch kontaktiert, und

mit einer Steuerschaltung (7) zur Steuerung des Zündverhaltens der Mehrfachfunkenstrecke (1), wobei die Steuerschaltung (7) mehrere Steuerungselemente (8) aufweist, die mit den einzelnen Elektroden (2, 22, 23), außer der ersten Elektrode (21), verbunden sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Abstand x_1 zwischen der ersten Elektrode (21) und der benachbarten zweiten Elektrode (22), die zusammen die erste Einzelfunkenstrecke (41) bilden, größer ist als die jeweiligen Abstände x_2 zwischen den anderen benachbarten Elektroden (2, 22, 23), die die weiteren Einzelfunkenstrecken (4) bilden, und

dass eine Zündhilfe (9) zur Zündung der ersten Einzelfunkenstrecke (41) vorgesehen ist, die zumindest ein resistives Zündelement (10) und ein spannungsbegrenzendes Element (11) aufweist,

wobei das Zündelement (10) mit dem Lichtbogenbrennraum (12) der ersten Einzelfunkenstrecke (41) in Verbindung steht und auf der ei-

- nen Seite mit der ersten Elektrode (21) und auf der anderen Seite über das spannungsbegrenzende Element (11) mit dem zweiten Kontaktelement (6) elektrisch verbunden ist.
2. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zündhilfe (9) ein Spannungsschaltelement (13) aufweist, das mit dem resistiven Zündelement (10) und dem spannungsbegrenzenden Element (11) in einer Reihenschaltung angeordnet ist. 5
 3. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils ein Steuerelement (8) eine Elektrode (2, 22, 23) der weiteren Einzelfunkenstrecken (4) mit seinem ersten Anschluss (14) elektrisch kontaktiert und dass die Steuerelemente (8) mit ihren zweiten Anschlüssen (15) elektrisch miteinander und mit dem zweiten Kontaktelement (6) verbunden sind. 10
 4. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spannungsschaltelement (13) mit seinem ersten Anschluss (16) mit dem zweiten Kontaktelement (6) und mit seinem zweiten Anschluss (17) sowohl mit dem spannungsbegrenzenden Element (11) als auch mit den zweiten Anschlüssen (15) der Steuerelemente (8) elektrisch leitend verbunden ist. 15
 5. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand x_1 zwischen der ersten Elektrode (21) und der benachbarten zweiten Elektrode (22) der ersten Einzelfunkenstrecke (41) mindestens 0,5 mm, insbesondere 1 mm bis 2 mm beträgt. 20
 6. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstände x_2 zwischen den benachbarten Elektroden (2, 22, 23) der weiteren Einzelfunkenstrecken (4) jeweils höchstens 0,2 mm, vorzugsweise 0,05 mm bis 0,15 mm beträgt. 25
 7. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstände x_2 zwischen den benachbarten Elektroden (2, 22, 23) der weiteren Einzelfunkenstrecken (4) im Wesentlichen gleich groß sind. 30
 8. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand x_1 zwischen der ersten Elektrode (21) und der benachbarten zweiten Elektrode (22) der ersten Einzelfunkenstrecke (41) mindestens das 5-fache, vorzugsweise mindestens das 10-fache des Abstands x_2 zwischen den benachbarten Elektroden (2, 22, 23) der weiteren Einzelfunkenstrecken (4) be- 35
 9. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Elektroden (2, 21, 22, 23) als dünne Scheiben aus Carbon ausgebildet sind. 40
 10. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierelemente (3) zwischen den einzelnen Elektroden (2, 21, 22, 23) Teil einer gemeinsamen Isolier- und Halteanordnung (19) sind, in der sowohl die einzelnen Elektroden (2, 21, 22, 23) als auch die beiden Kontaktelemente (5, 6) angeordnet sind. 45
 11. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Isolierelemente (3) zwischen den einzelnen Elektroden (2, 21, 22, 23) jeweils Teil eines einzelnen Isolier- und Halterahmens sind, und dass die einzelnen Isolier- und Halterahmen miteinander verbunden, insbesondere miteinander verschraubt oder verrastet sind. 50
 12. Mehrfachfunkenstrecke (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Isolier- und Halterahmen jeweils eine Aufnahmeöffnung zur Aufnahme eines Steuerungselements (8) aufweisen. 55

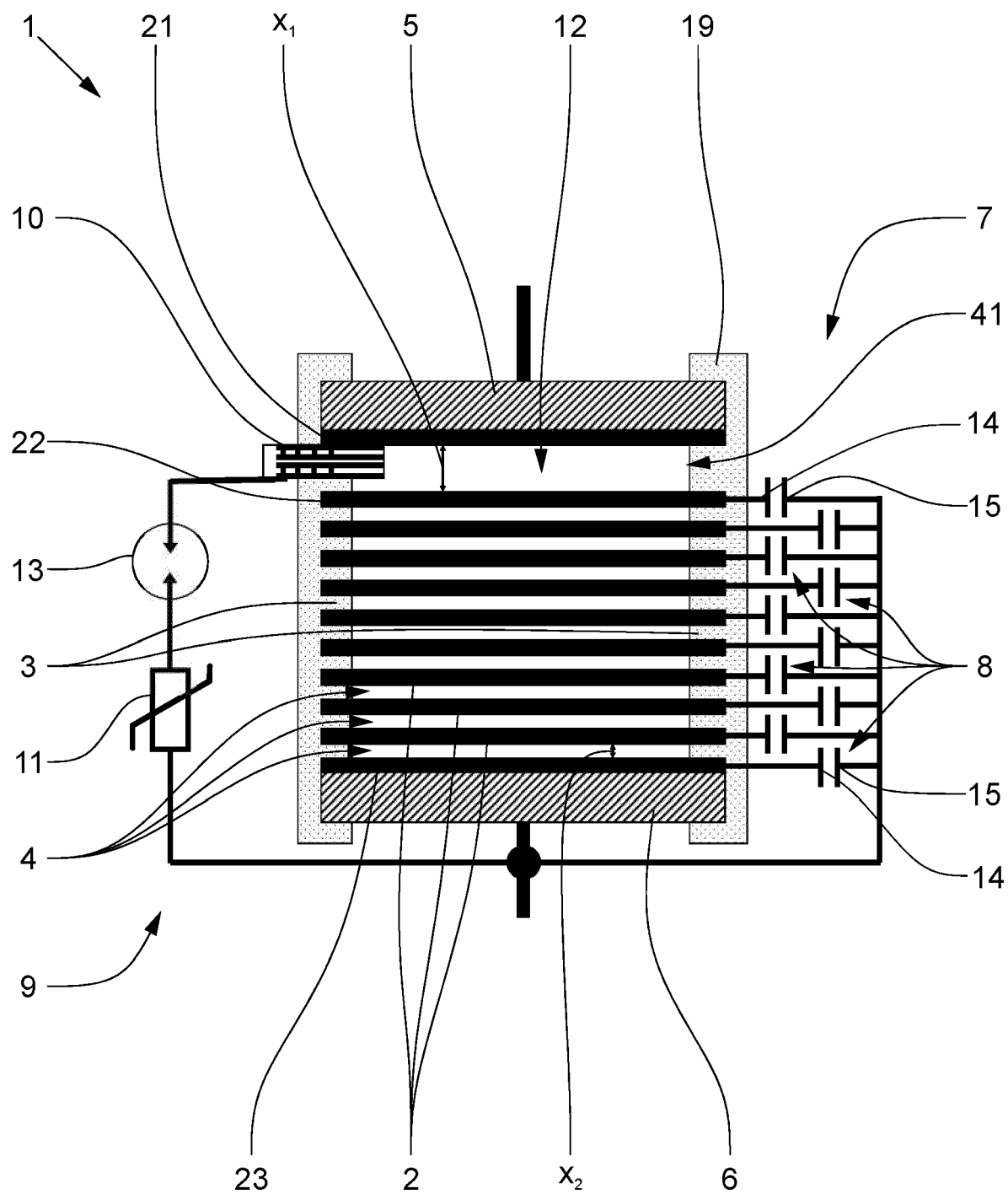


Fig. 1

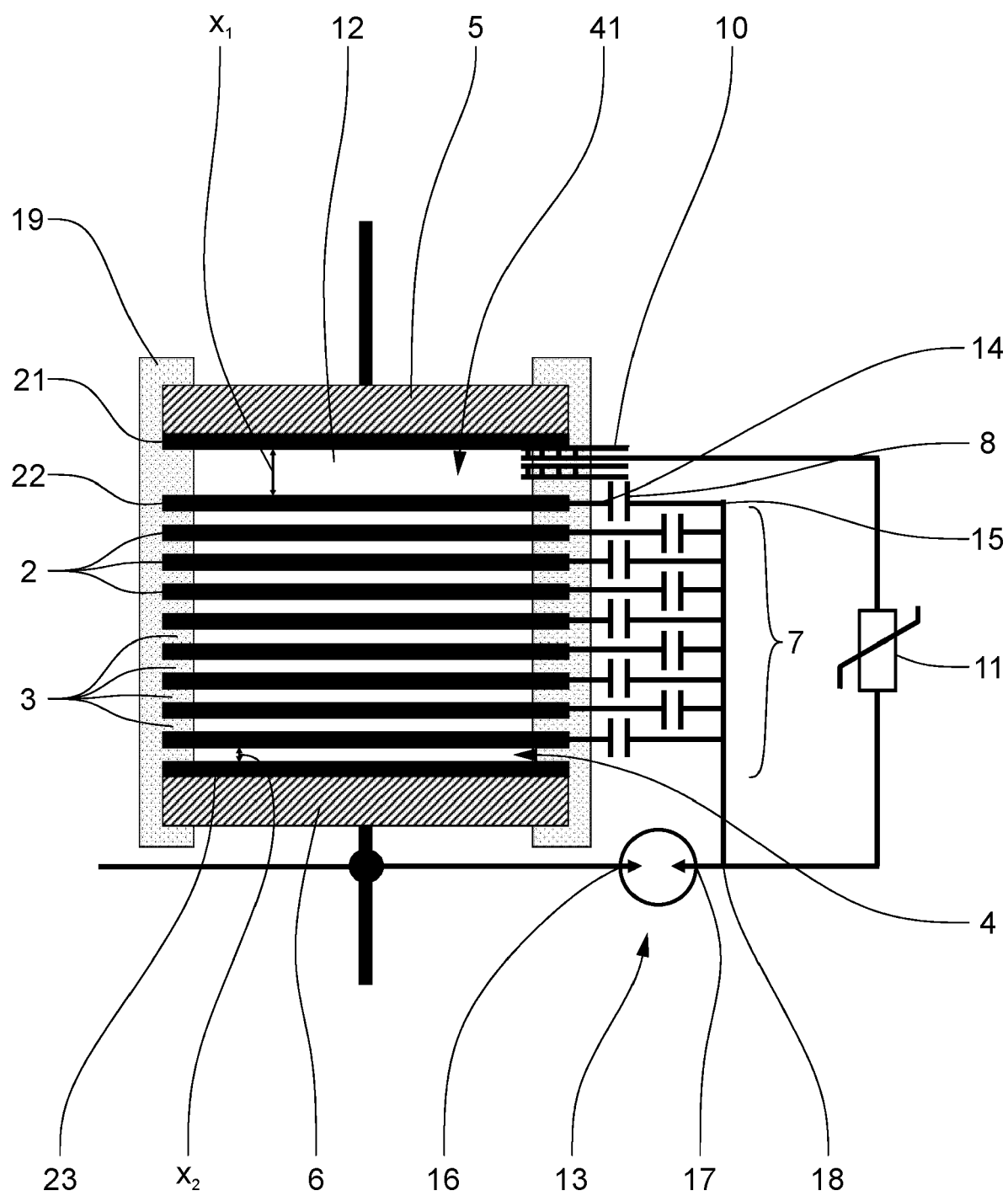


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 8963

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 542 323 A2 (DEHN & SOEHNE [DE]) 15. Juni 2005 (2005-06-15) * Absätze [0111] - [0117] * * Abbildungen 1, 8 * -----	1-12	INV. H01T4/16 H01T4/20 H01T2/02
A	EP 2 953 216 A2 (PHOENIX CONTACT GMBH & CO [DE]) 9. Dezember 2015 (2015-12-09) * Absätze [0045] - [0048] * * Abbildung 1 * -----	1-12	
A	EP 1 353 422 A1 (BETTERMANN OBO GMBH & CO KG [DE]) 15. Oktober 2003 (2003-10-15) * Absätze [0018] - [0019]; Abbildung * -----	1-12	
A	DE 940 002 C (SIEMENS AG) 8. März 1956 (1956-03-08) * Seite 2, Zeilen 29-46; Abbildung * -----	1-12	
A, D	DE 197 42 302 A1 (BETTERMANN OBO GMBH & CO KG [DE]) 8. April 1999 (1999-04-08) * Spalte 4, Zeilen 23-43; Abbildung 2 * -----	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01T
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. September 2023	Prüfer Glamann, C
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 23 16 8963

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-09-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1542323 A2	15-06-2005	DE 102004006988 A1	30-06-2005
		EP 1542323 A2	15-06-2005
		EP 2937956 A1	28-10-2015
		EP 3331111 A1	06-06-2018
		ES 2665694 T3	26-04-2018
		PL 1542323 T3	31-08-2018
		PL 2937956 T3	31-10-2018
		SI 2937956 T1	28-09-2018

EP 2953216 A2	09-12-2015	CN 105281202 A	27-01-2016
		EP 2953216 A2	09-12-2015
		EP 3118951 A1	18-01-2017

EP 1353422 A1	15-10-2003	AT 273578 T	15-08-2004
		CN 1450696 A	22-10-2003
		EP 1353422 A1	15-10-2003
		ES 2222447 T3	01-02-2005
		HK 1057655 A1	08-04-2004
		JP 2003338354 A	28-11-2003
		TR 200402439 T4	21-12-2004

DE 940002 C	08-03-1956	KEINE	

DE 19742302 A1	08-04-1999	AT 244463 T	15-07-2003
		DE 19742302 A1	08-04-1999
		DE 19755082 A1	17-06-1999
		EP 0905840 A1	31-03-1999
		ES 2197395 T3	01-01-2004
		PT 905840 E	31-10-2003

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19742302 A1 [0004]
- DE 102011102864 A1 [0007]