



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.06.2022 Patentblatt 2022/25

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01C 7/102 ^(2006.01) **H01C 7/12** ^(2006.01)
H01C 17/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21213908.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01C 7/12; H01C 7/102; H01C 17/02

(22) Anmeldetag: **10.12.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **PAALHORN, Thomas**
07907 Schleiz (DE)
• **RASCHKE, Philipp**
07639 Weißenborn (DE)

(74) Vertreter: **Henkel & Partner mbB**
Patentanwaltskanzlei, Rechtsanwaltskanzlei
Maximiliansplatz 21
80333 München (DE)

(30) Priorität: **16.12.2020 DE 102020133830**

(71) Anmelder: **Tridelta Meidensha GmbH**
07629 Hermsdorf (DE)

(54) **ÜBERSpannungsABLEITER MIT WICKELDESIGN UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG**

(57) Die Erfindung betrifft einen Überspannungsableiter mit zwei einander gegenüberliegenden Endarmaturen 3, einem oder mehreren zwischen den Endarmaturen 3 angeordneten Varistor 5, einer Wicklungsschicht 9, die zumindest auf dem zumindest einen Varistor 5 vorgesehen ist, wobei die Wicklungsschicht 9 eine geschlossenen Schicht 9 ist, und einem sich zwischen den Endarmaturen 3 erstreckenden Verstärkungselement 7, das die Endarmaturen 3 unter Zug hält, wobei das Verstärkungselement 7 ein offener Kreuzwickel 13 ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung dieses Überspannungsableiters.

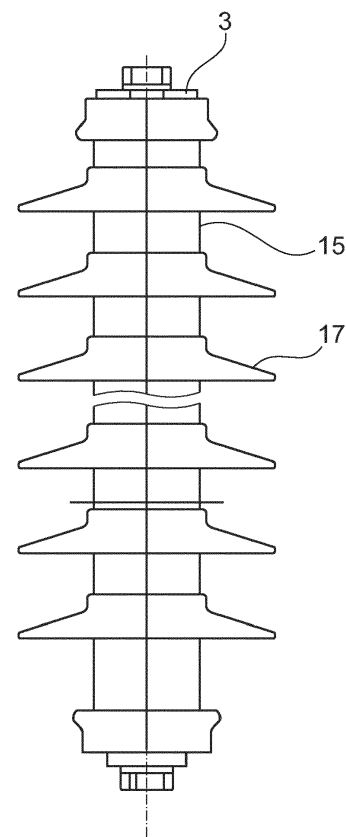


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Überspannungsableiter mit Wickeldesign und ein Verfahren zu seiner Herstellung.

[0002] Insbesondere betrifft die Erfindung einen Überspannungsableiter mit einem offenen Kreuzwickel aus Glasfaser-verstärktem Kunststoff.

[0003] Einzelheiten zu Überspannungsableitern und insbesondere zur Auswahl und Gestaltung ihrer Gehäuse sind beispielsweise aus "Metalloxid-Ableiter in Hochspannungsnetzen", Volker Hinrichsen, 3. Auflage, Herausgeber und Copyright © 2012: Siemens AG Energy Sector Freyeslebenstraße 1 91058 Erlangen, Deutschland ([https://cache.industry.siemens.com/dl/files/132/109747132/att_918329/v1/Metalloxid-Ableiter in Hochspannungsnetzen - Grundlagen.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/132/109747132/att_918329/v1/Metalloxid-Ableiter_in_Hochspannungsnetzen_-_Grundlagen.pdf)) bekannt.

[0004] Wie dort ausgeführt ist, baut sich bei Überspannungsableitern mit Kunststoffgehäuse in der Regel im Kurzschlussfall kein definierter Druck im Gehäuse auf, der eine Druckenlastungseinrichtung - wie sie aus Porzellanableitern bekannt ist - betätigen könnte, sondern der entstehende Lichtbogen sucht sich einen Weg direkt an beliebigen oder an speziell dafür vorgesehenen Stellen durch eine Gehäusewand des Kunststoffgehäuses.

[0005] Im Falle einer solchen Ableiterüberlastung muss sichergestellt sein, dass das Kunststoffgehäuse entweder gar nicht erst zerbricht oder aber Gehäusebruchstücke und ausgeworfene Teile innerhalb einer Fläche um den Überspannungsableiter herum zu Boden fallen, deren Größe in Abhängigkeit der Überspannungsableiterhöhe festgelegt ist. Nur Teile von jeweils weniger als einer vorgegebenen Gewichtsgrenze, beispielsweise 60 g Gewicht, dürfen auch außerhalb der Fläche gefunden werden.

[0006] In der Praxis haben sich drei grundlegende Typen von Kunststoffgehäusen etabliert. Zum einen solche mit eingeschlossenem Gasvolumen im sogenannten Rohr-Design, zum anderen solche mit einem Stabkäfig aus Glasfaser-verstärktem Kunststoffstäben, die parallel zu einem Stapel von Varistoren - vorzugsweise Metalloxid-Varistoren - verlaufen und an zwei Endarmaturen oder Terminals - vorzugsweise aus Aluminium - befestigt sind und ohne Gasvolumen von einem gegossenem Silikongehäuse umgeben sind (Käfig-Design), und schließlich solche mit einer Wicklung aus Glasfaserfäden ("WickelDesign"), die oft als sogenanntes Prepreg auf die Varistoren aufgebracht wird. Ein solcher Überspannungsableiter mit Prepreg-Wicklung ist beispielsweise in US 2012/0086541 A1 gezeigt.

[0007] Ein Problem der bekannten Überspannungsableiter mit WickelDesign ist es, dass sie zum Erreichen der geforderten mechanischen Festigkeit eine gewisse Dicke der Wicklung benötigen, die aber im Kurzschlussfall stört, da sich im Inneren der Wicklung dann Druck aufbauen kann, was bei einer plötzlichen Druckentlastung beim Gehäusebruch dazu führen kann, dass Bruchstücke der Varistoren weiter geschleudert werden können,

als zulässig ist.

[0008] Um diesem Problem zu begegnen sind in der Vergangenheit offene Wicklungen vorgeschlagen worden, wie sie beispielsweise in US 5 043 838 gezeigt ist. Hierbei wird durch die Wicklung kein geschlossener Raum gebildet, sondern es verbleiben eine Vielzahl mehr oder weniger regelmäßig über die gesamte Oberfläche der Varistoren verteilte, rautenförmige, offene Bereiche ohne Wicklung, bei denen nur das äußere Silikongehäuse die Varistoren von der äußeren Umgebung trennt. Diese Bauweise verhindert zuverlässig den Aufbau von Druck im Inneren und erlaubt dennoch eine gute mechanische Stabilität. Wenn die rautenförmigen, offenen Bereiche ohne Wicklung hinreichend klein sind, kann auch verhindert werden, dass größere Bruchstücke der Varistoren nach Außen gelangen.

[0009] Da Überspannungsableiter für gewöhnlich über viele Jahre im Einsatz sind und dabei den Umwelteinflüssen, wie Regen, Nebel - auch salzhaltigem Küstenebel - und extremen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind, ist insbesondere das Langzeitverhalten dieser Überspannungsableiter von Bedeutung. Dabei hat sich gezeigt, dass die üblichen Kunststoffgehäuse, vorzugsweise Silikongehäuse, unter Umständen nicht ausreichen, um ein Eindringen von Wasser zu verhindern, das sich dann an der Oberfläche der Varistoren, vorzugsweise in den offenen Bereichen, sammelt, und bei mangelnder Anhaftung der Wicklung an die Varistoren sogar unter die Wicklung kriecht. Das verursacht erhöhte Verlustleistung und führt zum Versagen des Überspannungsableiters.

[0010] EP 2 748 224 B1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung von Starkstromisolation unter Verwendung entsprechender UV bzw. thermisch aushärtenden Kunststoffen.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Überspannungsableiter der geschilderten Art bereitzustellen, der auch langfristig eine exzellente geringe Verlustleistung aufweist und einen zuverlässigen und sicheren Betrieb erlaubt.

[0012] Gelöst wird die Aufgabe durch einen Überspannungsableiter gemäß den beiliegenden Ansprüchen und durch das dort ausgeführte Verfahren zu seiner Herstellung.

[0013] Entsprechend der Erfindung wird ein Überspannungsableiter bereitgestellt, mit zwei einander gegenüberliegenden Endarmaturen, einem oder mehreren zwischen den Endarmaturen angeordneten Varistor oder Varistoren, einer Wicklungsschicht, die zumindest auf dem zumindest einen Varistor vorgesehen ist, wobei die Wicklungsschicht eine zumindest teilweise geschlossene Schicht mit einem Harz-getränkten Glasfaserfaden ist, und einem sich zwischen den Endarmaturen erstreckenden Verstärkungselement, das die Endarmaturen unter Zug hält, wobei das Verstärkungselement ein offener Kreuzwickel mit einem Harz-getränkten Glasfaserfaden ist.

[0014] Vorzugsweise wird bei dem Überspannungsab-

leiter als ein Harz für einen für die Wicklungen zu verwendenden Harz-getränkten Glasfaserfaden, bzw. für das Glasfaserfadenbündel oder Roving, ein kationisch vernetzendes Epoxidharz verwendet.

[0015] Weiter bevorzugt enthält das kationisch vernetzende Epoxidharz einen UV-Initiator und/oder Wärmeinitiator.

[0016] Insbesondere ist es bevorzugt, dass das kationisch vernetzende Epoxidharz an der Oberfläche des zumindest einen Varistors klebt.

[0017] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das Verstärkungselement im Querschnitt 5 bis 10 mal vorzugsweise 7 mal dicker als die Wicklungsschicht.

[0018] Der erfindungsgemäße Überspannungsableiter weist vorzugsweise ein Silikonaußengehäuse auf.

[0019] Auch ist es bevorzugt, dass der Kreuzwickel offene rautenförmige Flächen zwischen den Harz-getränkten Glasfaserfäden belässt, wobei die Winkel dieser Rautenförmigen Flächen zwischen 20 und 160° liegen.

[0020] Erfindungsgemäß wird des Weiteren ein Filament-Winding-Verfahren zur Herstellung für den oben beschriebenen Überspannungsableiter bereitgestellt, mit den Schritten: Bereitstellen eines Stapels mit zwei einander gegenüberliegenden Endarmaturen und zumindest einem zwischen diesen angeordneten Varistor; Umwickeln des Stapels mit einem Harz-getränkten Glasfaserfaden zur Ausbildung einer zumindest teilweise geschlossenen Wicklungsschicht, und teilaxiales Umwickeln des Stapels zur Ausbildung eines offenen Kreuzwickels durch relative Drehung des Stapels bei gleichzeitiger Hin-und-Her-Bewegung in Längsrichtung während der Zuführung des Harz-getränkten Glasfaserfadens.

[0021] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Hinweis auf die beiliegenden

[0022] Figuren beschrieben, in denen zeigt:

- Fig. 1 eine Ansicht eines erfindungsgemäßen Überspannungsableiters,
- Fig. 2 den Überspannungsableiter aus Figur 1 ohne Silikonaußengehäuse; und
- Fig. 3 eine Detailansicht des Überspannungsableiters aus Figur 2.

[0023] Wie Figur 1 zeigt, weist der erfindungsgemäße Überspannungsableiter ein Kunststoffaußengehäuse 15, vorzugsweise ein Silikonaußengehäuse, auf, das eine Mehrzahl von Schirmen 17 ausbildet, um einen Kriechweg für Strom zu verlängern und eine durchgehende elektrisch leitfähige Verbindung zwischen den beiden Enden des Überspannungsableiters durch anhaften des Wasser oder Verunreinigungen zu vermeiden.

[0024] Der gezeigte Überspannungsableiter hat zwei einander gegenüberliegende Endarmaturen oder Terminals 3, die vorzugsweise aus Aluminium gefertigt sind, und einen bzw. eine Mehrzahl von Varistoren 5, vorzugsweise aus Metalloxid, insbesondere aus Zinkoxid, die

zwischen den beiden Terminals 3 gestapelt sind.

[0025] Diese Varistoren 5 haben die Eigenschaft, dass sie unterhalb einer Schwellspannung sehr gute Isolatoren sind, aber beim Erreichen der Schwellspannung ihren elektrischen Widerstand nicht linear aber reversibel auf einen kleinen Wert ändern, so dass eine Überspannung an einem Ende des Überspannungsableiters durch einen entsprechenden Strom durch den Überspannungsableiter abgebaut werden kann. Auf diese Art schützen mit Masse verbundene Überspannungsableiter andere elektrische Bauteile eines Stromnetzes gegen Überspannungen.

[0026] Allerdings kann es - wie Eingangs beschrieben - im Fall eines sehr großen Stroms durch den Überspannungsableiter - etwa bei einem Ableiter-nahen Blitzschlag - zu einer Überlastung des Überspannungsableiters kommen. In diesem Fall bildet sich ein ionisiertes Gas in dem Überspannungsableiter, in dem dann ein Lichtbogen gebildet werden kann. Dabei entstehen hohe Temperaturen und es können, wenn nicht geeignete Gegenmaßnahmen implementiert sind, auch hohe Drücke entstehen, die zu einem Zerplatzen des Überspannungsableiters führen.

[0027] Der in Figur 1 gezeigte Überspannungsableiter enthält unter dem Kunststoffaußengehäuse 15 ein Modul 19 mit dem beschriebenen Stapel des einen oder der mehreren Varistoren 5, den beiden Endarmaturen 3 und einem Verstärkungselement 13, wie es in den Figuren 2 und 3 genauer gezeigt ist.

[0028] Hierbei ist das Verstärkungselement 13 als ein offener Kreuzwickel 13 ausgebildet.

[0029] Zur Herstellung dieses Kreuzwickels 13 wird ein Glasfaserfaden - bevorzugt ein Glasfaserfadenbündel - durch ein Harzbad geführt und mit dem Harz getränkt. Dieser Harz-getränkte Glasfaserfaden wird dann um den Stapel des einen oder der mehreren Varistoren 5 und der beiden Endarmaturen 3 gewickelt. Hierzu wird vorzugsweise ein Ende des Glasfaserfadens an dem Stapel befestigt und dieser Stapel dann um seine Längsachse gedreht, während der Stapel gleichzeitig entlang seiner Längsachse relativ zu einem Zuführungspunkt des Glasfaserfadens bewegt wird.

[0030] Insoweit in dieser Anmeldung Bezug auf einen Glasfaserfaden genommen wird, ist hierunter auch immer ein Glasfaserfadenbündel bzw. ein Roving zu verstehen.

[0031] Immer wenn der Glasfaserfaden infolge der Bewegung des Stapels entlang der Längsachse eines der Enden des Stapels erreicht, wird die Richtung der Bewegung des Stapels entlang der Längsachse umgekehrt, und der Glasfaserfaden über eine Schulter der jeweiligen Endarmatur geführt, während die Drehung des Stapels um seine Längsachse fortgesetzt wird.

[0032] Indem die Geschwindigkeiten dieser beiden Bewegungen aufeinander abgestimmt werden, ist es möglich einen offenen Kreuzwickel zu bilden, wie er in den Figuren 2 und 3 gezeigt ist. Hierbei kann auch mit einem Versatz bei den Endarmaturen gearbeitet werden.

Das heißt, bei Erreichen der Endarmatur 3 mit dem Glasfaserfaden stoppt die Bewegung in Richtung der Längsachse, während der Stapel weiter um einen vorbestimmten Winkel gedreht wird. Anschließend beginnt die Bewegung in Richtung der Längsachse erneut, aber mit entgegengesetztem Vorzeichen, so dass der Glasfaserfaden auf einer bei einem vorherigen Durchgang ausgebildeten Bahn abgelegt wird.

[0033] Bei diesem auch als Filament-Winding-Verfahren bezeichneten Herstellungsprozess läuft der Glasfaserfaden durch das Harzbad und dann über Rotation einer Spindel, in dem der zumindest eine Varistor 5 und die Endarmaturen 3 eingespannt sind, wobei der Glasfaserfaden so aufgebracht wird, dass über eine zusätzliche Translationsbewegung eines Verlegeschlittens in Richtung der Längsachse des Stapels ein Kreuzmuster entsteht. Die genaue Positionierung der Lagen übereinander und die Winkel des Wickels ergeben sich aus mathematischen Zusammenhängen im Wickelprogramm. Hierbei wird gezielt ein offener Kreuzwickel verwendet, da im Kurzschlussfall im Überspannungsableiter entstehendes Gas somit leicht entweichen kann und der entstehende Lichtbogen schnell vom Varistor 5 her aus dem Gehäuse 15 herausgelangt.

[0034] Da der Glasfaserfaden einen Winkel von 10 bis 89°, vorzugsweise 30 bis 70° und besonders bevorzugt 45° zur Längsachse des Stapels einschließt, ist der Glasfaserfaden in der Lage, die beiden Endarmaturen 3 und den zumindest einen Varistor 5 fest und unter Zug zusammenzuhalten. Der offene Kreuzwickel kann dabei sowohl axialen Kräften parallel zur Längsachse als auch Biegekräften und Torsionskräften widerstehen und somit eine hohe mechanische Festigkeit des Stapels gewährleisten.

[0035] Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden mehrere parallele Glasfaserfäden als sogenanntes Roving, beispielsweise mit einer Tex-Zahl von 2400 gleichzeitig verwendet.

[0036] Bei dem in den Figuren 2 und 3 gezeigten Kreuzwickel 13 sind jeweils 7 Lagen solcher Rovings übereinander angeordnet, so dass sich eine Querschnittsstärke der Wicklung von 2 bis 10 mm ergibt. Die Querschnittsstärke kann in Abhängigkeit der gewünschten mechanischen Festigkeit eingestellt werden. Eine größere Querschnittsstärke erhöht die mechanische Festigkeit, allerdings wird dann auch mehr Silikon zur Ausbildung des Kunststoffgehäuses 15 und mehr Material zur Ausbildung der Verstärkungselemente benötigt, was den Überspannungsableiter verteuert.

[0037] Erfindungsgemäß wird ein kationisch vernetzendes Epoxidharz verwendet, um den Glasfaserfaden zu tränken. Ein Beispiel für ein derartiges Harz sind Vitalit®-Klebstoffe und -Vergussmassen der Firma Panacol-Elosol GmbH. Hierbei handelt es sich um Einkomponentensysteme auf Acrylat- oder Epoxidharzbasis, die mit UV- oder sichtbarem Licht innerhalb kürzester Zeit aushärten und je nach Bedarf thermisch nachgehärtet werden können. Mit energiereicher Bestrahlung können

je nach Anwendung Aushärtezeiten von 0,5 bis 60 Sekunden erreicht werden. Durch die thermische Nachhärtung kann der Klebstoff nach der Lichtaushärtung auch in Schattenzonen ausgehärtet werden.

5 **[0038]** Insbesondere ist es bevorzugt, dass das kationisch vernetzende Epoxidharz einen UV-Initiator und/oder Wärmeinitiator beinhaltet, um das Aushärten entweder durch UV-Bestrahlung oder durch Wärme zu bewirken.

10 **[0039]** Bei der bevorzugten Ausführungsform ist, wie es in Fig. 3 genauer gezeigt ist, im Bereich der Endarmaturen 3 eine zusätzliche rein radiale Wicklung vorgesehen, um eine feste mechanisch stabile Verbindung des offenen Kreuzwickels 13 mit den Endarmaturen 3 zur ermöglichen und gegen Wasser abzudichten.

15 **[0040]** Wie Eingangs beschrieben, ist es für die praktische Verwendung des Überspannungsableiters entscheidend, dass er auch über längere Zeit und wechselnde Umweltbedingungen seine elektrischen Eigenschaften behält. Dabei besteht insbesondere die Gefahr, dass Wasser durch das Kunststoffaußengehäuse 15 diffundiert und sich in den offenen Stellen des Kreuzwickels 13 an der Oberfläche des mindestens einen Varistors 5 sammelt. Dies erhöht die Verlustleistung des Überspannungsableiters.

20 **[0041]** Um diesem Problem zu begegnen, ist erfindungsgemäß zwischen dem offenen Kreuzwickel 13 und dem zumindest einen Varistor 5 eine im wesentlichen einlagige Wicklung 9 des Harz-getränkten Glasfaserfadens vorgesehen, so dass sich eine geschlossene Schicht auf der gesamten Außenfläche des zumindest einen Varistors 5 bildet. Das kationisch vernetzende Epoxidharz wirkt als Kleber und schafft eine gute Haftung an der Oberfläche des zumindest einen Varistors 5.

25 **[0042]** Zur Ausbildung dieser Schicht, die als Wicklungsschicht 9 gebildet wird, wird der Harz-getränkte Glasfaserfaden, bzw. das Roving, nach der Befestigung an dem zu umwickelnden Stapel im Wesentlichen radial um den Stapel gewickelt, das heißt mit einer im Verhältnis zur Drehgeschwindigkeit des Stapels um seine Längsachse so geringen relativen Bewegung des Stapels in Richtung der Längsachse, dass sich pro Umdrehung nur ein Versatz der Wicklung bildet, die gleich oder minimal kleiner als die Breite des Glasfaserfadens bzw. des Rovings ist.

30 **[0043]** Die Dicke bzw. Stärke dieser Schicht im Querschnitt beträgt vorzugsweise 0,1 bis 0,5 mm, ohne hierauf beschränkt zu sein.

35 **[0044]** Es ist auch möglich, anstelle einer im Wesentlichen radialen Wicklung einen geschlossenen Kreuzwickel zu verwenden. Das heißt, die Wicklung wird mit einer höheren Bewegungsgeschwindigkeit in Richtung der Längsachse ausgeführt, dafür aber, wie auch beim offenen Kreuzwickel, die Bewegungsrichtung bei Erreichen einer der Endarmaturen 3 umgekehrt. Hierbei werden die Drehgeschwindigkeit und die Bewegungsgeschwindigkeit in Richtung der Längsachse diesmal so gewählt, dass die Glasfaserfäden mit Versatz - nebeneinander

oder mit geringen Überlapp - liegen und sich auf diese Art eine geschlossene Schicht bildet. Die Dicke dieser Schicht variiert allerdings aufgrund der sich kreuzenden Glasfaserfäden stärker als die im Wesentlichen radiale Wicklung. Zu beachten hierbei ist allerdings, dass sich zum einen eine geschlossene Schicht ergibt und dass diese in weiten Bereichen "einlagig" ist.

[0045] Die auf die oben beschriebene Art gebildete Schicht klebt aufgrund des verwendeten Harzes gut an der Oberfläche des zumindest einen Varistors 5. Aufgrund der geringen Stärke und ggf. der radialen Ausrichtung des Glasfaserfadens leistet diese Schicht aber keinen nennenswerten Beitrag zur mechanischen Stabilität.

[0046] Das Epoxidharz bildet eine Schicht mit sehr hoher Wasserdichtigkeit, so dass verhindert werden kann, dass sich Wasser an der Oberfläche des zumindest einen Varistors 5 sammelt. Insoweit wirkt die Wicklungsschicht als Abschirmungsschicht gegen Feuchtigkeit.

[0047] Um somit gleichzeitig Druckentlastung unter Kurzschluss und Abdichtung der innenliegenden Varistoren zu erreichen, wird unter den offenen Kreuzwickel 13 die dünne Schicht 9 "radial" oder als "geschlossener Kreuzwickel" aufgewickelt. Sie ist zum einen schwach genug, um beim Kurzschluss, wie eine Membran zu öffnen. Auf der anderen Seite ist bei Verwendung eines stark wasserundurchlässigen Harzes eine deutlich verbesserte Dichtigkeit gegeben.

[0048] Ein Aushärten mittels UV-Bestrahlung ermöglicht ein Durchhärten direkt an einer Maschine zur Ausbildung der Wicklung nach dem Anbringen der Wicklungen. Danach kann das Modul 19 formstabil entnommen und im Ofen nachgehärtet werden, so dass auch Bereiche aushärten, die im Schatten der UV-Bestrahlung verbleiben würden.

[0049] Das hierbei bevorzugt verwendete kationisch vernetzende Epoxidharz mit UV-Initiator und Wärmeinitiator haftet sehr gut an der Oberfläche des zumindest einen Varistors 5. Anders gesagt, eine besondere Stärke des Harzes liegt auch in seiner Eigenschaft eher als Kleber statt als Harz zu wirken. Das verhindert eine Ansammlung von Feuchtigkeit an der Oberfläche des Varistors 5 und besitzt obendrein eine stark verlangsamte Aufnahme von Wasser(dampf).

[0050] Die geringe Dicke der geschlossenen Schicht 9 stellt im Kurzschlussfall - trotz des mitverwendeten Glasfaserfadens - keine druckfeste Barriere für das entstehende Plasma dar, so dass ein innerer Druckaufbau vermieden wird.

[0051] Dies konnte in einer Versuchsreihe bestätigt werden, in der Überspannungsableiter mit offenem Kreuzwickel, Überspannungsableiter mit offenem Kreuzwickel und darunterliegender geschlossener Schicht sowie Überspannungsableiter mit vollständig geschlossenem Kreuzwickel hergestellt wurden und einem produkttypischen Wasser-Einlagerungs-Test (Kochtest, wobei der Überspannungsableiter über eine vorbestimmte Zeit in siedendes Salzwasser gelegt wird) sowie der Kurzschlussprüfung unterzogen wurden. Die Überspan-

nungsableiter mit offenem Kreuzwickel ohne geschlossener Schicht bestanden im Kurzschluss-Test, jedoch nicht im Wasser-Einlagerungs-Test. Die Überspannungsableiter mit geschlossenem Kreuzwickel bestanden im Wasser-Einlagerungs-Test, jedoch nicht im Kurzschluss-Test. Überspannungsableiter mit offenem Kreuzwickel und darunterliegender geschlossener Schicht bestanden beide Prüfungen.

[0052] Es zeigte sich, dass die Überspannungsableiter mit der geschlossenen Schicht 9 ein deutlich besseres Verhalten und weniger Beeinträchtigung durch den Wasser-Einlagerungs-Test bzw. Kochtest hatten.

[0053] Obwohl die Erfindung vorangehend anhand eines Beispiels detailliert beschrieben wurde, ist sie hierauf nicht beschränkt. Zwar ist es bevorzugt, die geschlossenen Schicht 9 durch die gleiche Wickelvorrichtung aufbringen zu lassen, wie der auf ihr vorgesehene offene Kreuzwickel 13, indem einfach nach Aufbringen der geschlossenen Schicht 9 die Bewegungsgeschwindigkeit in Richtung der Längsachse und/oder die Drehgeschwindigkeit und/oder ein Versatz bei der Endarmatur 3 geändert wird. Die beiden Wicklungen können aber auch in verschiedenen Maschinen ausgeführt werden und es ist möglich, die geschlossene Schicht durch UV-Bestrahlung oder thermisch auszuhärten, bevor der offene Kreuzwickel 13 aufgebracht wird.

[0054] Eine weitere Alternative besteht darin, die radiale Wicklung zur Abdichtung nur in den Übergangsbereichen zwischen einem Endterminal und dem Varistor 5, bzw. zwischen zwei Varistoren 5 des Stapels vorzusehen. Dies kann erreicht werden, indem beim Aufwickeln der Wicklungsschicht der Glasfaserfaden bis zum Erreichen eines Übergangsbereiches im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Stapels geführt wird, anschließend die Längsbewegung im Wesentlichen gestoppt und nur eine Drehung des Stapels ausgeführt wird, bis der Übergangsbereich mit der Wicklungsschicht bedeckt ist, und anschließend die Längsbewegung wieder bis zum nächsten Übergangsbereich aufgenommen wird. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Haftwirkung des Harzes auf der Oberfläche des Varistors ausreicht, um den bereits aufgetragenen Glasfaserfaden bei einer Änderung der Bewegungsrichtung zu halten.

[0055] Auf diese Art wird zwar nur eine Abdichtung der Übergangsbereiche erreicht, aber auch dies wirkt sich bereits positiv auf den Wasser-Einlagerungs-Test bzw. Kochtest aus.

Patentansprüche

1. Überspannungsableiter mit

zwei einander gegenüberliegenden Endarmaturen (3), einem oder mehreren zwischen den Endarmaturen angeordneten Varistor oder Varistoren (5), einer Wicklungsschicht (9), die zumindest auf

- dem zumindest einen Varistor (5) vorgesehen ist, wobei die Wicklungsschicht (9) eine zumindest teilweise geschlossene Schicht (9) mit einem Harz-getränkten Glasfaserfaden ist; und einem sich zwischen den Endarmaturen (3) erstreckenden Verstärkungselement (7), das die Endarmaturen (3) unter Zug hält, wobei das Verstärkungselement (7) ein offener Kreuzwickel (13) mit einem Harz-getränkten Glasfaserfaden ist. 5 10
2. Der Überspannungsableiter nach Anspruch 1, wobei das Harz für den Harz-getränkten Glasfaserfaden ein kationisch vernetzendes Epoxidharz ist. 15
3. Der Überspannungsableiter nach Anspruch 2, wobei das kationisch vernetzende Epoxidharz einen UV-Initiator und/oder Wärmeinitiator enthält.
4. Der Überspannungsableiter nach Anspruch 2 oder 3, wobei das kationisch vernetzende Epoxidharz an der Oberfläche des zumindest einen Varistors (5) klebt. 20
5. Der Überspannungsableiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verstärkungselement (7) im Querschnitt 5 bis 10 mal vorzugsweise 7 mal dicker als die Wicklungsschicht (9) ist. 25
6. Der Überspannungsableiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Überspannungsableiter ein Silikonaußengehäuse (15) aufweist. 30
7. Der Überspannungsableiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei dem Kreuzwickel (13) offene rautenförmige Flächen zwischen den Harz-getränkten Glasfaserfäden verbleiben, wobei die Winkel dieser Rauten zwischen 20 und 160° liegen. 35 40
8. Der Überspannungsableiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wicklungsschicht (9) zumindest in Übergangsbereichen zwischen einer Endarmatur (3) und einem Varistor (5) und Übergangsbereichen zwischen Varistoren (5) eine geschlossene Schicht ist. 45
9. Der Überspannungsableiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, wobei die Wicklungsschicht (9) eine durchgehend geschlossene Schicht ist, die eine gesamte Außenfläche des zumindest einen Varistors (5) bedeckt. 50
10. Filament-Winding-Verfahren zur Herstellung eines Überspannungsableiters nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit den Schritten: 55

Bereitstellen eines Stapels mit zwei einander gegenüberliegenden Endarmaturen (3) und zumindest einem zwischen diesen angeordneten Varistor (5);
 Umwickeln des Stapels mit einem Harz-getränkten Glasfaserfaden zur Ausbildung einer zumindest teilweise geschlossenen Wicklungsschicht (9), und
 teilaxiales Umwickeln des Stapels zur Ausbildung eines offenen Kreuzwickels (13) durch relative Drehung des Stapels bei gleichzeitiger Hin-und-Her-Bewegung in Längsrichtung während der Zuführung des Harz-getränkten Glasfaserfadens.

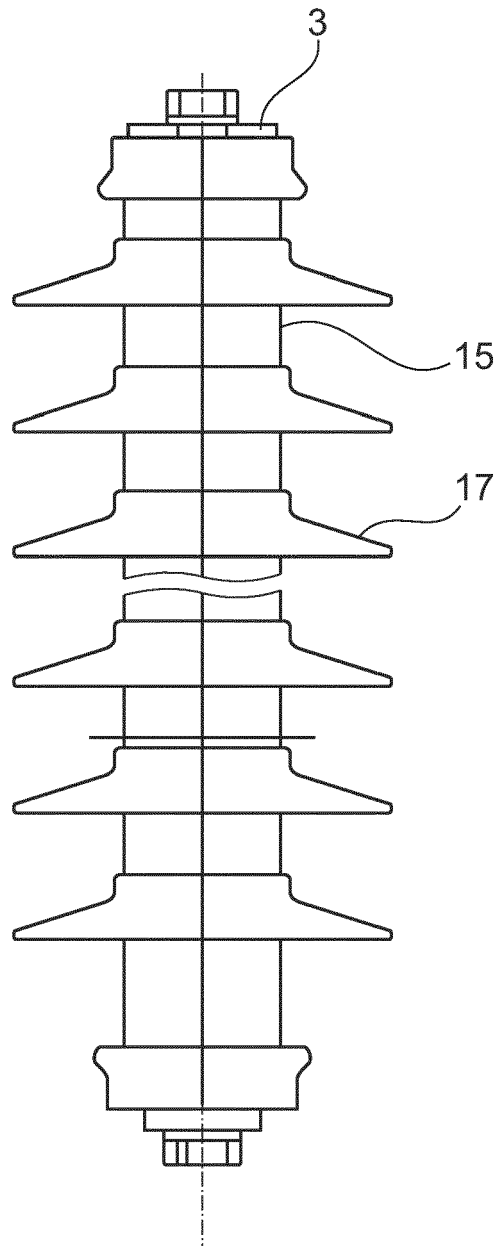


Fig. 1

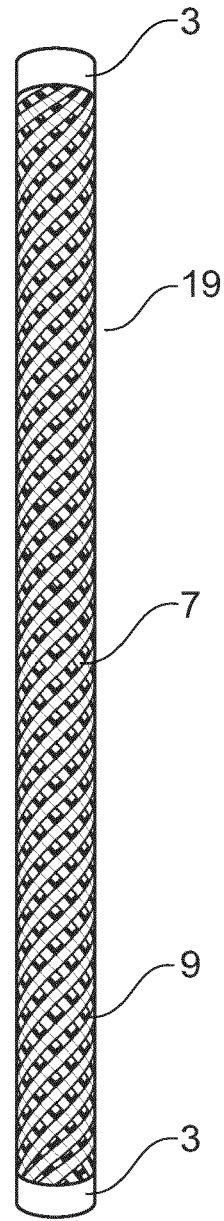


Fig. 2

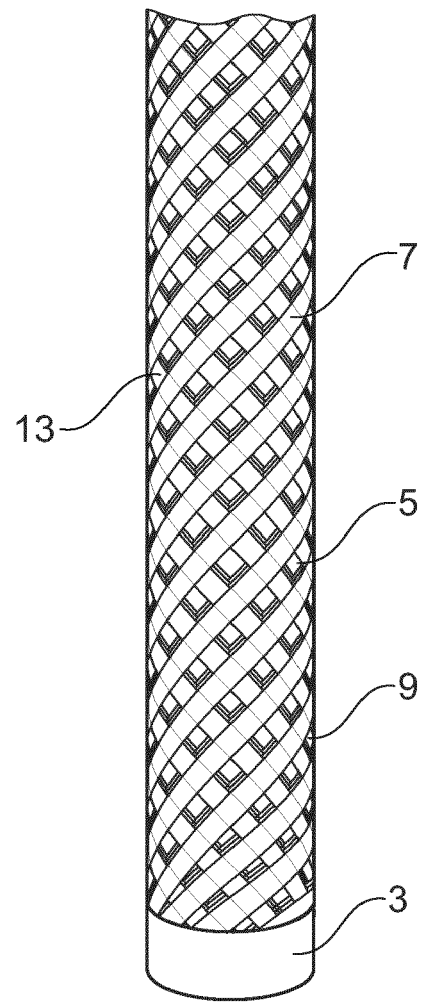


Fig. 3

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

- US 20120086541 A1 [0006]
- US 5043838 A [0008]
- EP 2748224 B1 [0010]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Metalloxid-Ableiter in Hochspannungsnetzen. 2012 [0003]