

(19)



(11)

**EP 3 410 451 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.11.2021 Patentblatt 2021/46**

(51) Int Cl.:  
**H01F 27/28** <sup>(2006.01)</sup> **H01F 27/36** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **18170346.3**

(22) Anmeldetag: **02.05.2018**

(54) **SCHIRMRING FÜR EINE TRANSFORMATORSPULE**

SHIELD RING FOR A TRANSFORMER COIL

ANNEAU DE PROTECTION POUR UNE BOBINE DE TRANSFORMATEUR

(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: **29.05.2017 DE 102017208980**  
**13.07.2017 DE 102017212026**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.12.2018 Patentblatt 2018/49**

(73) Patentinhaber: **Siemens Energy Global GmbH &  
Co. KG**  
**81739 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Breitfelder, Dieter**  
**90455 Nürnberg (DE)**
- **Lang, Steffen**  
**91352 Hallerndorf (DE)**
- **Möhl, Andreas**  
**90478 Nürnberg (DE)**
- **Ritberg, Igor**  
**90762 Fürth (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| <b>EP-A1- 2 362 399</b>     | <b>WO-A1-2008/026992</b> |
| <b>WO-A1-2012/093052</b>    | <b>WO-A1-2012/093053</b> |
| <b>WO-A1-2016/188831</b>    | <b>DE-A1- 2 062 157</b>  |
| <b>DE-A1-102014 211 122</b> |                          |

**EP 3 410 451 B1**

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

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Schirmring und/oder einen Steigungsausgleich, wie sie für Wicklungen von Transformatoren diverser Spannungen und verschiedener Leistung eingesetzt werden, beispielsweise für HGÜ-Transformatorspulen oder HGÜ-Drosselspulen zur Reduzierung der elektrischen Belastung an den Kanten der Leiter.

**[0002]** Wicklungen für Transformatoren sowohl höherer Spannung und Leistung als auch normaler oder niedriger Spannung und/oder Leistung werden in der Regel aus Runddraht, Flachdraht und/oder Drilleiter hergestellt. Bedingt durch die kleinen Rundungsradien der Drähte ist die Inhomogenität des elektrischen Feldes am Wicklungsanfang, Wicklungsende und bei größeren Abständen zwischen 2 Windungen - auch einfach "Löcher genannt" - sehr hoch. Um die Kühlung der Wicklungen sicherzustellen, kann die Isolation an diesen Stellen nicht beliebig gestaltet werden; eine Vergrößerung der Abstände kommt aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage. Die elektrischen Inhomogenitäten im elektrischen Feld können aber zum Überschlag und somit zum Defekt des Transformators führen.

**[0003]** Ein üblicher Lösungsansatz ist es, die Inhomogenität des elektrischen Feldes zu reduzieren. Dies geschieht in der Regel durch eine Vergrößerung des Rundungsradius. Dort wo sich Rundungsradien nicht oder nur schwer verändern lassen, kann die gleiche Wirkung durch den Einbau eines oder mehrerer Schirmringe zur Steuerung des elektrischen Feldes erreicht werden. In einem Vergleich der Äquipotentiallinien-Plots einer Wicklung mit und einer Wicklung ohne Schirmring konnte nachgewiesen werden, dass der Abstand zwischen zwei Äquipotentiallinien, der die elektrische Belastung darstellt und somit entscheidend für die Isolation ist, durch den Einbau eines Schirmrings entscheidend vergrößert werden kann.

**[0004]** Durch den Einbau eines Schirmrings wird daher die elektrische Belastung der Isolation erheblich reduziert und der restliche Isolationsaufbau kann so gestaltet werden, dass andere Randbedingungen, wie z.B. Kühlung der Wicklung gewährleistet sind und der Transformator durch die Reduzierung von Abständen wirtschaftlich gebaut werden kann. Der gemäß der DE 10 2011 008 462.2 bekannte Schirmring besteht aus einem Trägermaterial, einem so genannten Kern, das für diesen Anwendungsfall elektrisch und magnetisch nicht leitend ist. Eingesetzt wird dafür in der Regel ein Isolierstoff wie z.B. Blockspan, KP-Holz, Kunststoff, beispielsweise Phenolhartgewebe. Dieser Träger wird zur Steuerung des elektrischen Feldes mit einer leitfähigen Schicht umwickelt und/oder beschichtet. Herkömmlich wird dafür ein Kupfergewebeband, ein so genanntes Lahnband oder ein mit Aluminium beschichtetes Papier genutzt.

**[0005]** Innerhalb der Wicklungen und beim Übergang zum Schirmring kommen so genannte Steigungsausgleichselemente zum Einsatz, der gegebenenfalls die

Lage der Wicklung und/oder des Schirmrings festigt.

**[0006]** Aus der DE 10 2016 205 195.4 ist ein Schirmring neuerer Technik bekannt, bei dem die leitfähige Schicht nicht durch eine Wicklung mit einem metallischen Gewebeband oder einem metallisierten Papier realisiert ist, sondern durch eine leitfähige Schicht. Die Technik zur Herstellung der Schirmringe ist selbstverständlich auch auf sonstige Teile, wie Steigungsausgleichselemente im Hochspannungstransformator anwendbar.

**[0007]** So weist ein Schirmring neben dem ringförmigen, elektrisch und magnetisch nicht leitfähigen Kern, der nach der DE 10 2016 205 195 gemäß der neuesten Generation der Schirmringe und der Steigungsausgleichselemente eines Transformators eine elektrisch leitfähige Schicht auf. Diese elektrisch leitfähige Schicht wird elektrisch mit der zugehörigen Wicklung verbunden, damit beide das gleiche oder ein ähnliches Potential haben, und wird möglichst dünn ausgeführt, um Wirbelstromverluste zu reduzieren.

**[0008]** Diese leitfähige Schicht darf außerdem nicht geschlossen werden, um einen Kurzschluss in der Windung zu vermeiden. Der Grund für die Trennstelle liegt darin, dass z.B. bei einem Blitzschlag eine Spannungserhöhung am Anbindungskabel des Rings sich ringförmig nach beiden Seiten ausbreitet und sich in einer elektrischen Entladung äußert, die wiederum den Schirmring schädigen könnte.

**[0009]** Daher wurde schon immer beim Schirmring eine so genannte Trennstelle eingebaut, an der die elektrisch leitfähige Schicht durch Isolationsmaterial unterbrochen wird.

**[0010]** Wegen der Neuerungen der Schirmring und Steigungsausgleichstechnik gemäß der elektrisch leitfähigen Schicht, die nicht mehr aus Metallgewebe oder metallisch beschichtetem Papier, sondern zumindest eine oder mehrere leitfähige Schichten, insbesondere durch Besprühen herstellbare leitfähige Schichten, umfasst, sind die herkömmlichen Techniken mittels Papier zur Gestaltung der Trennstelle nicht mehr realisierbar.

**[0011]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und insbesondere eine technische Lösung anzugeben, wie an ein Schirmring gemäß der DE 10 2016 205 195.4 die essentielle Trennstelle der ersten elektrisch leitfähigen Schicht zu erzeugen ist.

**[0012]** Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der vorliegenden Anmeldung, wie er in der Beschreibung, den Figuren und den Ansprüchen offenbart ist, gelöst.

**[0013]** Entsprechend ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Schirmring und/oder Steigungsausgleich für einen Transformator, einen Kern mit einer elektrisch leitfähigen, Schicht, die den Kern umschließt, umfassend, wobei diese elektrisch leitfähige Schicht als Komposit ausgeführt ist, das zumindest eine isolierende polymere Matrix mit zumindest einer Fraktion elektrisch leitfähiger Partikel umfasst, wobei die elektrisch leitfähigen Füllstoffpartikel in einer Menge oberhalb der Perkolationsschwelle enthalten sind und zumindest eine Fraktion

Füllstoffpartikel enthalten, die eine mittlere Partikelgröße im Bereich von 500nm bis 100µm hat, wobei das Material der Füllstoffpartikel ausgewählt ist aus der Gruppe folgender Verbindungen: Metall, Kohlenstoff, Metalloxid, Glimmer, alle vorgenannten Verbindungen dabei als beschichtete oder unbeschichtete Partikel und dotiert, teilweise dotiert oder undotiert vorliegend und/oder in beliebigen Gemischen der vorgenannten Verbindungen, wobei an dem Schirmring ein bandartiges, elektrisch leitfähiges Material vorgesehen ist, durch das der Schirmring handhabbar und/oder an die Wicklung und/oder an Masse kontaktierbar ist

dadurch gekennzeichnet, dass

an der Stelle am Schirmring, die dem Ansatz des bandartigen elektrisch leitfähigen Materials genau gegenüberliegt, eine Trennstelle in der elektrisch leitfähigen Beschichtung vorgesehen ist, an der die elektrische Leitfähigkeit der ersten Schicht unterbrochen ist.

**[0014]** Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist an der Trennstelle der Widerstand in der elektrisch leitfähigen Beschichtung um das ungefähr das 10-fache oder mehr, insbesondere um das 20-fache oder mehr, erhöht.

**[0015]** Beispielsweise ist die Anforderung an die Trennstelle, an der links und rechts von einem ursprünglich nicht elektrisch leitfähig beschichteten Teilbereich des Schirmrings genau gegenüber von der Kabelanbindung, die elektrisch leitfähige Schicht überlappt, die, dass sie bei ca. 400 oder 500 V/mm für 1/50 Sekunde - also Blitzschlag - keinen Kurzschluss erzeugt. Insbesondere wird die Trennstelle, respektive die durch Schichtauftrag gebildete Brücke, während des Prüfverfahrens mit bis zu 10 kV belastet.

**[0016]** Nach dem Stand der Technik unter Einsatz eines Metallgewebes oder eines metallisierten Papiers zur Realisierung der elektrisch leitfähigen Schicht um den Kern des Schirmrings wird die Trennstelle gemäß dem in Figur 1 gezeigten Schemas realisiert.

**[0017]** In Figur 1 ist der Längsquerschnitt eines mit Lahnband und Papier bewickelten Schirmrings gezeigt.

**[0018]** Zu erkennen ist der Längsquerschnitt im Bereich der Trennstelle, also nur ein kleiner Teilbereich des Schirmrings, gegenüber der Kabelanbindung. Mittig erkennt man den Kern 1 des Schirmrings, der beispielsweise aus Pressspan ist. Aufliegend auf dem Kern ist die elektrisch leitfähige Schicht 2, nach dem Stand der Technik als Wicklung aus metallischem Lahnband, sprich metallischem Gewebeband, realisiert. Im hier gezeigten Bereich der Trennstelle wird auf den Kern ein isolierendes Papier 3, beispielsweise Krepppapier, aufgebracht. Die Realisierung der Trennstelle erfolgt also dadurch dass das Lahnband 2 einmal um den Schirmring gewickelt wird, wobei nach einer Wicklung von 360° Grad noch zusätzlich ca. 20°, also beispielsweise 7 bis 15 cm, insbesondere 10 cm, weitergewickelt werden, die jedoch von der darunterliegenden Lahnbandwicklung durch eine Papierwicklung elektrisch voneinander getrennt werden. Das bedeutet, dass der Schirmring an dieser Trenn-

stelle, an der sich die Lahnwicklung überlappt, etwas dicker ist.

**[0019]** Bei der neuen Generation der Schirmringe, bei der die gewickelte Schicht durch eine gesprühte Schicht ersetzt werden soll, ist die elektrische Entkopplung der Ober- und Unterlage durch eine Papierwicklung nicht ohne weiteres umsetzbar. Deshalb wird eine Realisierung gemäß den folgenden Figuren 2 bis 4 vorgeschlagen:

Figur 2 zeigt wieder den gleichen Ausschnitt wie Figur 1, allerdings in der Version einer elektrisch leitfähigen Schicht eines elektrisch leitfähigen Lacks, wobei eine ca. 10° Grad, also beispielsweise 3 bis 10 cm, insbesondere 5 cm breite Stelle 4 zu erkennen ist, die nicht lackiert wurde, wo die Oberfläche des Kerns 1 unbeschichtet vorliegt. Rechts und links von der unbeschichteten Stelle 4 ist die elektrisch leitfähige Schicht 5, die durch einen Lack gemäß der DE 10 2016 205 195.4 realisiert ist, zu erkennen.

**[0020]** Beispielsweise wird der elektrisch leitfähige Lack 5 so gewählt, dass sein spezifischer Widerstand bei ca. 1000 Ohm pro Quadrat liegt. Anschließend wird mit einem isolierenden Material - beispielsweise einem Lack mit hoher Permittivität, wie er aus der DE 10 2017 208950.4 bekannt ist, beschichtet. Beispielsweise hat dieses - vorteilhafterweise versprühbare Material - einen um das 10-fache höheren Widerstand in Ohm pro Quadrat, also beispielsweise 10 000 Ohm pro Quadrat.

**[0021]** In Figur 3 ist die fertige Trennstelle, ausgehend von der ersten Schicht mit "Leerstelle" gemäß Figur 2 realisiert sein könnte. Zu erkennen ist wiederum der gleiche Ausschnitt wie Figur 2. Man sieht die isolierende zweite Schicht 6, die die Oberfläche des Kerns 1 im Bereich 4 der Trennstelle direkt bedeckt. Diese bedeckt um den Bereich 4 herum auch die elektrisch leitfähige Schicht 5. Schließlich ist in Figur 3 auch wieder der Kern 1 des Schirmrings zu erkennen.

**[0022]** In Figur 4 schließlich ist gezeigt, wie eine Trennstelle alternativ zur Lösung gemäß Figur 3 konzipiert ist. Zu erkennen ist wieder der Kern 1 des Schirmrings. Auf diesem liegt die elektrisch leitfähige erste Schicht 5. Die Aufbringung der elektrisch leitfähigen ersten Schicht 5 beginnt im Bereich 7 der Trennstelle und das in diesem Bereich 7 liegende Ende der ersten leitfähigen Schicht 5 wird, zusammen mit einem Teil der Oberfläche des Kerns 1, mit einer isolierenden zweiten Schicht 6 bedeckt, bevor die Rundum-Beschichtung des Kerns 1 mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung 6 vervollständigt ist. So ergibt sich ein Aufbau gemäß dem in Figur 1 gezeigten Stand der Technik, wobei die elektrisch leitfähige Schicht 5 und die isolierende Schicht 6 durch versprügbares Material, beispielsweise Lack, realisiert ist. Im Bereich 7 liegt in der hier gezeigten Ausführungsform die Trennstelle vor, die sich durch eine dreifache Beschichtung insbesondere eine dreifache, vorzugsweise durch Sprühen aufbringbare, Lackbeschichtung, auszeichnet.

**[0023]** Die Unterbrechung der ersten, elektrisch leitfähigen Schicht 5 ist in der Art realisiert, dass an der Trennstelle im Bereich 7 die beiden sich überlappenden Lagen

an erster elektrisch leitfähiger Schicht 5 durch eine elektrisch isolierende Schicht 6 voneinander getrennt sind, insbesondere auch deshalb, damit ein Kurzschluss vermieden wird. Die elektrisch isolierende Schicht 6 ist deshalb im Bereich 7 eine Zwischenlage, durch die ein Kurzschluss der ersten elektrisch leitfähigen Schicht 5 vermieden wird.

**[0024]** Nach einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Unterbrechung der untersten, also dem Kern am nächsten liegende, Schicht 5 durch eine zweite, isolierende Schicht 6, die insbesondere ebenfalls durch Sprühen aufbringbar ist, aufgefüllt.

**[0025]** Dabei ist insbesondere bevorzugt, wenn nicht nur die Unterbrechung der leitfähigen Schicht 5, sondern links und rechts von der Unterbrechung auch noch die zweite isolierende Schicht 6 auf der ersten leitfähigen Schicht 5 aufliegt.

**[0026]** Die zweite isolierende Schicht 6 ist bevorzugt ebenfalls eine Komposit-Schicht, wie sie

**[0027]** Ein geeignetes Material für die erste Schicht aus elektrisch leitfähigem Material 5 kann beispielsweise aus der DE 10 2016 205 195.4, deren Inhalt hiermit zur Offenbarung der vorliegenden Beschreibung gemacht wird, entnommen werden.

**[0028]** Demnach ist die elektrisch leitfähige Schicht als Komposit ausgeführt, das zumindest eine isolierende polymere Matrix mit zumindest einer Fraktion elektrisch leitfähiger Füllstoffpartikel umfasst, wobei die elektrisch leitfähigen Füllstoffpartikel in einer Menge oberhalb der Perkolationschwelle enthalten sind und zumindest eine Fraktion Füllstoffpartikel enthalten, die eine mittlere Partikelgröße im Bereich von 500nm bis 100µm hat, wobei das Material der Füllstoffpartikel ausgewählt ist aus der Gruppe folgender Verbindungen: Metall, Kohlenstoff, Metalloxid, Glimmer, alle vorgenannten Verbindungen dabei als beschichtete oder unbeschichtete Partikel und dotiert, teilweise dotiert oder undotiert vorliegend und/oder in beliebigen Gemischen der vorgenannten Verbindungen. Die Füllstoffpartikel sind insbesondere aus Edelmetall, Kohlenstoff, Ruß, Carbotubes, insbesondere Carbonnanotubes, Graphit, Fullerene, sonstiger Kohlenstoffverbindungen, die dotiert, teilweise dotiert oder undotiert, vorliegen.

**[0029]** Das Material auf Basis von Metalloxid ist beispielsweise Aluminiumoxid, Glimmer, Metalloxide in binärer und tertiärer Mischphase, insbesondere Zinnoxid, Zinkoxid, Zinkstannat, Titanoxid, Bleioxid, Siliziumcarbid.

**[0030]** Die Dicke der elektrisch leitfähigen Schicht liegt beispielsweise im Bereich kleiner 200pm. Bevorzugt hat die elektrisch leitfähige Schicht einen Quadratwiderstand von kleiner/gleich  $10^7$  Ohm.

**[0031]** Die Form der Füllstoffpartikel ist dabei beliebig wählbar, es können isotrop und/oder anisotrop geformte Partikel eingesetzt werden. Beispielsweise werden anisotrope Partikel, die eine Dimension im Nanometerbereich, beispielsweise zwischen 1 und 500 nm, aufweisen, eingesetzt. Wiederum beispielsweise können plättchen-

förmige Partikel verwendet werden, mit oder ohne weitere Partikelformen wie kugelförmige Partikel in Kombination eingesetzt werden.

**[0032]** Ein geeignetes Material für die zweite Schicht aus isolierendem Material kann beispielsweise aus der DE 10 2017208950.4, die einen Schirmring mit einer ersten elektrisch leitfähigen Beschichtung nach Art der DE 10 2016 205 195.4 umfasst, auf den eine zweite, isolierende Schicht als eine Art refraktiver Feldsteuerung aufgebracht ist, betrifft. Diese zweite isolierende Schicht, die bevorzugt ebenfalls durch Versprühen aufbringbar ist, zeigt bevorzugt hohe Permittivität. Beispielsweise umfasst das Material für die isolierende, zweite Schicht zumindest ein Polyesterimid, Polyamidimid, Polyetherimid, Epoxid, Polyester, Silikon, Polyvinylalkohol und/oder Glycerin, sowie beliebigen Mischungen der vorgenannten Verbindungsklassen als Basispolymer. Beispielsweise kann in diese zweite isolierende Schicht 6 ein elektrisch isolierender Füllstoff mit hoher Permittivität, zumindest aber einer Permittivität höher als der des Basisharzes, also beispielsweise höher als 3, insbesondere höher als 6, eingearbeitet sein. Beispielsweise ist das ein nicht leitfähiger keramischer Füllstoff wie ein Füllstoff in Form eines Titanats und/oder Spinells. Als Beispiel dafür sei ein Farbpigment aus der Kategorie Cobalt-Titan-Spinell, oder auch ein Füllstoff in Form eines Titanats mit hoher Permittivität wie Bariumtitanat, genannt. Alternativ dazu oder ergänzend können noch ein oder mehrere andere Füllstoffe, insbesondere mineralische Füllstoffe, wie beispielsweise Farbpigmente in das Basisharz für den elektrisch isolierenden Lack der zweiten Schicht 6, eingearbeitet sein. Der Füllstoff kann in mehreren Fraktionen vorliegen, diese können verschieden sein in Bezug auf Material, Form und/oder Größe der Partikel.

**[0033]** Diesbezüglich wird auf die DE 10 2017208950.4, deren Inhalt hiermit auch zum Bestandteil der vorliegenden Offenbarung gemacht wird, verwiesen.

**[0034]** Die isolierende Schicht liegt beispielsweise in einer Schichtdicke im Bereich von 100 µm bis 500 µm, beispielsweise um die 300 µm, vor.

**[0035]** Der Füllstoff kann in der zweiten Schicht in einer Konzentration von bis zu 30 Gew% bevorzugt aber unter 15 Gew% vorliegen.

**[0036]** Beispielsweise kann die Überlappung der zweiten elektrisch isolierenden Schicht 6 im Bereich 7 der Figur 4 ungefähr 10 cm links und 10 cm rechts betragen.

**[0037]** Beispielsweise ist der Widerstand der zweiten, elektrisch isolierenden Schicht 6 um das 10-fache gegenüber der ersten elektrisch leitfähigen Schicht 5 erhöht, er kann aber bis zum 100.000-fachen gegenüber der ersten elektrisch leitfähigen Schicht 5 erhöht sein.

**[0038]** Durch die vorliegende Erfindung wird erstmals offenbart, wie die Trennstelle, die essentiell ist, damit Überschlüsse vermieden werden, bei der neuen Generation an Schirmring konzipiert werden kann.

## Patentansprüche

1. Schirmring für einen Transformator, umfassend einen Kern (1) mit einer ersten, elektrisch leitfähigen Schicht (5), die den Kern (1) umschließt, wobei die erste, elektrisch leitfähige Schicht (5) als Komposit ausgeführt ist, das zumindest eine isolierende polymere Matrix mit zumindest einer Fraktion elektrisch leitfähiger Partikel umfasst, wobei die elektrisch leitfähigen Füllstoffpartikel in einer Menge oberhalb der Perkolationschwelle enthalten sind und zumindest eine Fraktion Füllstoffpartikel enthalten, die eine mittlere Partikelgröße im Bereich von 500nm bis 100µm hat, wobei das Material der Füllstoffpartikel ausgewählt ist aus der Gruppe folgender Verbindungen: Metall, Kohlenstoff, Metalloxid, Glimmer, alle vorgenannten Verbindungen dabei als beschichtete oder unbeschichtete Partikel und dotiert, teilweise dotiert oder undotiert vorliegend und/oder in beliebigen Gemischen der vorgenannten Verbindungen, wobei an dem Schirmring ein bandartiges, elektrisch leitfähiges Material zur Kabelanbindung an einem Ansatz befestigt ist, durch das der Schirmring handhabbar oder an Masse kontaktierbar ist und im Bereich (7) am Schirmring, der dem Ansatz des bandartigen elektrisch leitfähigen Materials zur Kabelanbindung genau gegenüberliegt, eine Trennstelle vorgesehen ist, die eine Unterbrechung der ersten elektrisch leitfähigen Schicht (5) des Schirmrings darstellt.
2. Schirmring für einen Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennstelle im Bereich (7) durch ein Überlappen der ersten, elektrisch leitfähigen Schicht (5) mit einer Zwischenlage einer elektrisch isolierenden Schicht (6) zur Vermeidung eines Kurzschlusses erfolgt.
3. Schirmring nach Anspruch 2, wobei die erste, elektrisch leitfähige Schicht (5) und/oder die zweite, elektrisch isolierende Schicht (6) aus versprühbarem Material realisiert sind.
4. Schirmring für einen Transformator nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Trennstelle im Bereich (7) zwischen 3 cm bis 10 cm des Schirmrings umfasst.
5. Schirmring für einen Transformator nach einem der Ansprüche 2-4, wobei die elektrisch isolierende Schicht (6) ein Lack mit einer Permittivität größer 3 ist.
6. Schirmring für einen Transformator nach Anspruch 5, wobei die elektrisch isolierende Schicht (6) ein Lack mit einer Permittivität größer 6 ist.
7. Schirmring für einen Transformator nach einem der

vorstehenden Ansprüche 5 oder 6, wobei die zweite elektrisch isolierende Schicht (6) ein Lack auf Basis von zumindest einer Verbindung ausgewählt auf der folgenden Gruppe: Polyesterimid, Polyamidimid, Polyetherimid, Epoxid, Polyester, Silikon, Polyvinylalkohol und/oder Glycerin, sowie beliebigen Mischungen und/oder Blends der vorgenannten Verbindungen realisiert ist.

8. Schirmring für einen Transformator nach einem der Ansprüche 2-7, wobei in der zweiten elektrisch isolierenden Schicht (6) ein Füllstoff eingearbeitet ist.
9. Schirmring für einen Transformator nach Anspruch 8, wobei in der zweiten elektrisch isolierenden Schicht (6) Füllstoff in einer Konzentration von bis zu 30 Gew% vorliegt.
10. Schirmring für einen Transformator nach einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei in der zweiten elektrisch isolierenden Schicht (6) Füllstoff in einer Konzentration von bis zu 15 Gew% vorliegt.
11. Schirmring für einen Transformator nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei in der zweiten elektrisch isolierenden Schicht (6) Füllstoff, mehrere Fraktionen umfassend, vorliegt.
12. Schirmring für einen Transformator nach einem der Ansprüche 2-11, wobei in der zweiten, elektrisch isolierenden Schicht (6) zumindest ein Füllstoff in Form eines Spinells vorliegt.
13. Schirmring für einen Transformator nach Anspruch 12, wobei in der zweiten elektrisch isolierenden Schicht (6) zumindest ein Füllstoff in Form eines Titanats vorliegt.

## Claims

1. Grading ring for a transformer, comprising a core (1) with a first, electrically conductive layer (5), which encloses the core (1), wherein the first, electrically conductive layer (5) is formed as a composite which comprises at least one insulating polymer matrix with at least one fraction of electrically conductive particles, wherein the electrically conductive filler particles are contained in an amount above the percolation threshold and include at least one fraction of filler particles that has an average particle size in the range from 500 nm to 100 µm, wherein the material of the filler particles is selected from the group of the following compounds: metal, carbon, metal oxide, mica, all of the aforementioned compounds taking the form here of coated or uncoated particles and being doped, partially doped or undoped and/or in any desired mixtures of the aforementioned com-

pounds, wherein a strip-like, electrically conductive material for connecting a cable is fastened to the grading ring at a flange, by which the grading ring can be handled or brought into electrical contact with earth, and an isolating point, which represents an interruption of the first electrically conductive layer (5) of the grading ring, is provided in the region (7) on the grading ring that lies exactly opposite the flange of the strip-like electrically conductive material for connecting a cable.

2. Grading ring for a transformer according to Claim 1, **characterized in that** the isolating point in the region (7) is provided by overlapping of the first, electrically conductive layer (5) with an interlayer of an electrically insulating layer (6) to avoid a short circuit.
3. Grading ring for a transformer according to Claim 2, wherein the first, electrically conductive layer (5) and/or the second, electrically insulating layer (6) are made of sprayable material.
4. Grading ring for a transformer according to one of the preceding claims, wherein the isolating point in the region (7) comprises between 3 cm and 10 cm of the grading ring.
5. Grading ring for a transformer according to one of Claims 2 to 4, wherein the electrically insulating layer (6) is a coating with a permittivity greater than 3.
6. Grading ring for a transformer according to Claim 5, wherein the electrically insulating layer (6) is a coating with a permittivity greater than 6.
7. Grading ring for a transformer according to either of the preceding Claims 5 and 6, wherein the second electrically insulating layer (6) is a coating based on at least one compound selected from the following group: polyester imide, polyamide imide, polyether imide, epoxy, polyester, silicone, polyvinyl alcohol and/or glycerol, and any desired mixtures and/or blends of the aforementioned compounds.
8. Grading ring for a transformer according to one of Claims 2-7, wherein a filler is incorporated in the second electrically insulating layer (6).
9. Grading ring for a transformer according to Claim 8, wherein in the second electrically insulating layer (6) there is filler in a concentration of up to 30% by weight.
10. Grading ring for a transformer according to either of Claims 8 and 9, wherein in the second electrically insulating layer (6) there is filler in a concentration of up to 15% by weight.

11. Grading ring for a transformer according to one of Claims 8 to 10, wherein in the second electrically insulating layer (6) there is filler, comprising a number of fractions.

12. Grading ring for a transformer according to one of Claims 2-11, wherein in the second, electrically insulating layer (6) there is at least one filler in the form of a spinel.

13. Grading ring for a transformer according to Claim 12, wherein in the second electrically insulating layer (6) there is at least one filler in the form of a titanate.

## Revendications

1. Anneau de protection d'un transformateur, comprenant un noyau (1) ayant une première couche (5) conductrice de l'électricité, qui entoure le noyau (1), dans lequel la première couche (5) conductrice de l'électricité est réalisée sous la forme d'un composite, qui comprend au moins une matrice polymère isolante avec au moins une fraction de particules conductrices de l'électricité, dans lequel les particules de charge conductrices de l'électricité sont contenues en une quantité au-dessus du seuil de percolation et contiennent au moins une fraction de particule de charge qui a une dimension moyenne de particule dans la plage de 500 nm à 100 µm, dans lequel le matériau des particules de charge est choisi dans la groupe des composés suivants : métal, carbone, oxyde métallique, mica, tous les composés mentionnés précédemment sous la forme de particules enrobées ou non enrobées et dopés, dopés partiellement ou non dopés et/ou en n'importe quel mélange des composés mentionnés ci-dessus, dans lequel il est fixé à l'anneau de protection un matériau de type en bande et conducteur de l'électricité pour la connexion de câble à une pièce rapportée par laquelle l'anneau de protection peut être manipulé ou être mis en contact avec la masse, et dans la partie (7) de l'anneau de protection, qui est opposée exactement à la pièce rapportée du matériau de type en bande et conducteur de l'électricité pour la connexion de câble, est prévu un point de séparation, qui représente une interruption de la première couche (5) conductrice de l'électricité de l'anneau de protection.
2. Anneau de protection d'un transformateur suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le point de séparation dans la partie (7) a lieu par une superposition de la première couche (5) conductrice de l'électricité à une strate intermédiaire d'une couche (6) isolante du point de vue électrique pour éviter un court-circuit.

3. Anneau de protection d'un transformateur suivant la revendication 2, dans lequel la première couche (5) conductrice de l'électricité et/ou la deuxième couche (6) conductrice de l'électricité sont réalisées en un matériau pouvant être pulvérisé. 5
4. Anneau de protection d'un transformateur suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le point de séparation dans la partie (7) entoure entre 3 cm à 10 cm de l'anneau de protection. 10
5. Anneau de protection d'un transformateur suivant l'une des revendications 2 à 4, dans lequel la couche (6) isolante du point de vue électrique est un vernis d'une permittivité plus grande que 3. 15
6. Anneau de protection d'un transformateur suivant la revendication 5, dans lequel la couche (6) isolante du point de vue électrique est un vernis d'une permittivité plus grande que 6. 20
7. Anneau de protection d'un transformateur suivant l'une des revendications 5 ou 6 précédentes, dans lequel la deuxième couche (6) isolante du point de vue électrique est réalisée en un vernis à base d'au moins un composé choisi dans le groupe suivant : polyesterimide, polyamidimide, polyétherimide, époxyde, polyester, silicone, alcool polyvinylique et/ou glycérine, ainsi que n'importe quel mélange et/ou association des composés mentionnés ci-dessus. 25 30
8. Anneau de protection d'un transformateur suivant l'une des revendications 2 à 7, dans lequel une charge est incorporée dans la deuxième couche (6) isolante du point de vue électrique. 35
9. Anneau de protection d'un transformateur suivant la revendication 8, dans lequel la charge dans la deuxième couche (6) isolante du point de vue électrique est présente en une concentration allant jusqu'à 30 % en poids. 40
10. Anneau de protection d'un transformateur suivant l'une des revendications 8 ou 9, dans lequel la charge dans la deuxième couche (6) isolante du point de vue électrique est présente en une concentration allant jusqu'à 15 % en poids. 45
11. Anneau de protection d'un transformateur suivant l'une des revendications 8 à 10, dans lequel la charge dans la deuxième couche (6) isolante du point de vue électrique se présente en plusieurs fractions. 50
12. Anneau de protection d'un transformateur suivant l'une des revendications 2 à 11, dans lequel au moins une charge sous la forme d'un spinelle est présente dans la deuxième couche (6) isolante du point de vue électrique. 55
13. Anneau de protection d'un transformateur suivant la revendication 12, dans lequel au moins une charge sous la forme d'un titanate est présente dans la deuxième couche (6) isolante du point de vue électrique.

FIG 1      Stand der Technik

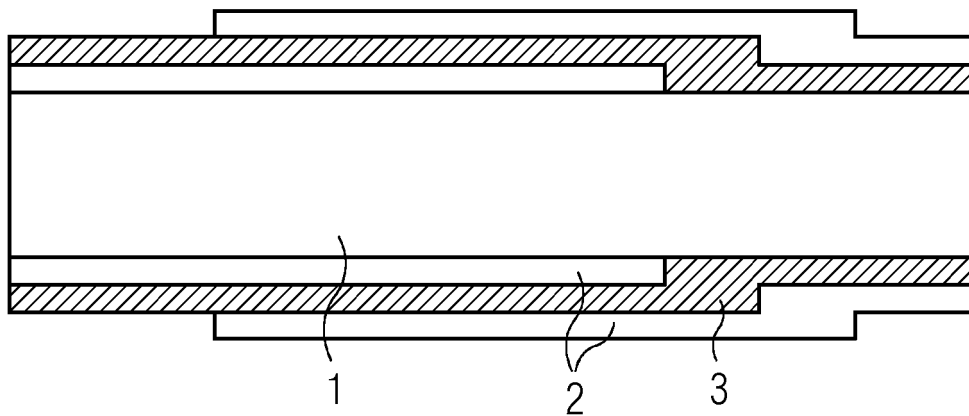


FIG 2

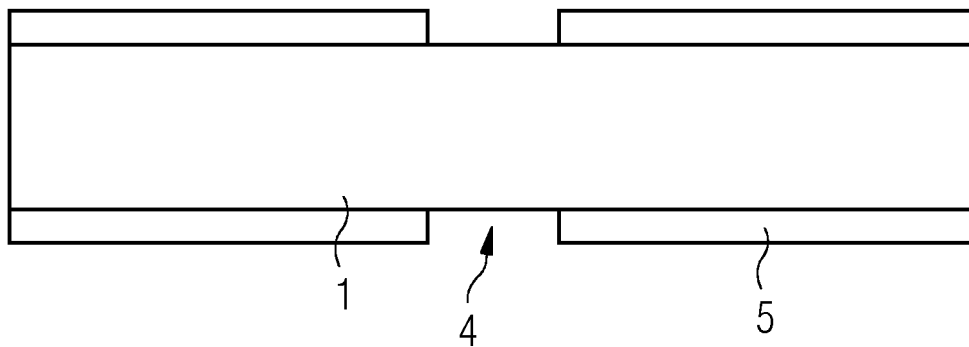


FIG 3

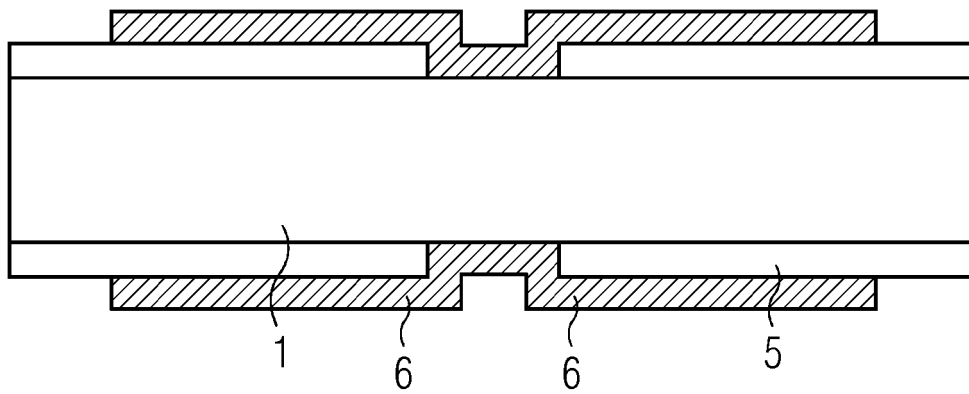
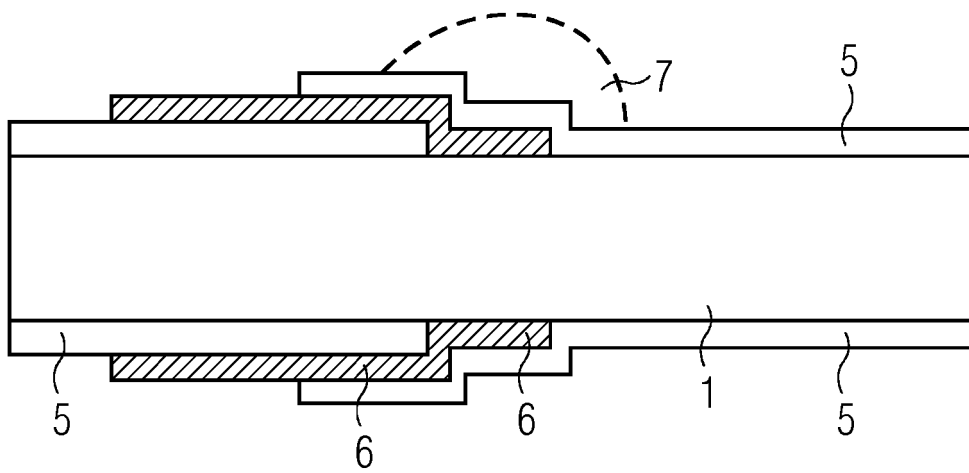


FIG 4



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102011008462 [0004]
- DE 102016205195 [0006] [0007] [0011] [0019] [0027] [0032]
- DE 102017208950 [0020] [0032] [0033]