



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 27 227 A1** 2004.01.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 27 227.1**

(22) Anmeldetag: **18.06.2002**

(43) Offenlegungstag: **22.01.2004**

(51) Int Cl.7: **H02K 15/10**

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

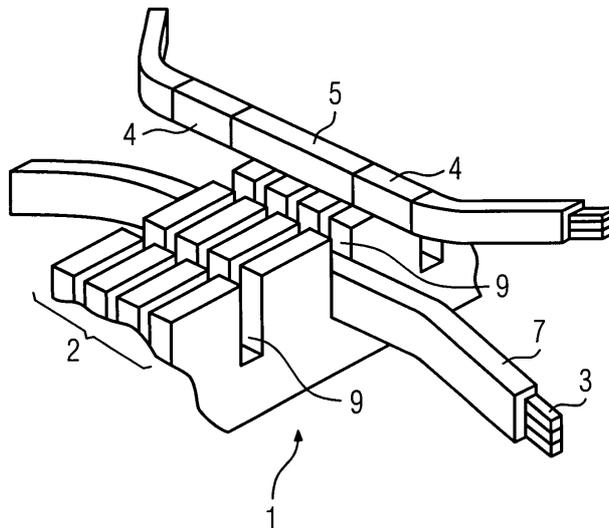
(72) Erfinder:
**Klaussner, Bernhard, Dr., 90419 Nürnberg, DE;
Meyer, Christoph, Dr., 99094 Erfurt, DE; Muhrer,
Volker, 90768 Fürth, DE; Mäurer, Alexander, 90419
Nürnberg, DE; Rüssel, Christian, Prof., 07751
Bucha, DE; Schäfer, Klaus, 90455 Nürnberg, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Glimmschutz**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Glimmschutz einer elektrischen Maschine, wobei der Glimmschutz entweder ein Trägermaterial und eine Beschichtung aufweist oder aus einem Gewebe bzw. Flies besteht, welches aus Fäden aufgebaut ist, welche eine Beschichtung aufweisen. Die Beschichtung weist elektrisch leitfähiges anorganisches Material auf.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Glimmschutz für elektrische Maschinen. Ein derartiger Glimmschutz weist zumeist ein Gewebe bzw. ein Flies auf.

[0002] Derartige Gewebe sind beispielsweise aus den DIN-Normen DIN 16740 und DIN 16741 aus dem Jahre 1976 (Januar) bekannt. Die DIN 16740 offenbart ein Textilglasgewebe für elektronische Zwecke. Die DIN 16741 offenbart Textilglasgewebe-Wände mit festen Wegkanten für elektronische Zwecke. Die Gewebe dienen beispielsweise als Träger für Tränkmittel, wobei durch die Tränkmittel elektrische Eigenschaften erzielbar sind. Durch Tränkung ist beispielsweise ein Glimmschutz herstellbar.

[0003] Der Glimmschutz kann beispielsweise auch durch ein chemisches Reduktionsverfahren hergestellt werden, wobei dies in der US.-PS 3,639,113 offenbart ist. Die durch Reduktion eingestellte elektrische Leitfähigkeit ist in ihrem Wert schwierig zu reproduzieren. Desweiteren ist dieses Reduktionsverfahren kompliziert und kostenaufwendig.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Glimmschutz für eine elektrische Maschine anzugeben, dessen elektrische Eigenschaften reproduzierbar einstellbar sind und/oder der eine längere Lebensdauer aufweist. Der Glimmschutz soll auch einfach und/oder kostengünstig herstellbar sein.

[0005] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass ein Glimmschutz für eine elektrische Maschine ein Trägermaterial und eine darauf befindliche Beschichtung aufweist.

[0006] In einem Verfahren zur Herstellung des Glimmschutzes wird auf eine Trägerschicht eine Beschichtung aufgetragen.

[0007] Bei der Herstellung von Glimmschutz wird beispielsweise ein Glasgewebe, welches nicht elektrisch leitend ist, als Grundmaterial verwendet. Das aus anorganischen Material bestehende Gewebe wird in einem Lösungsmittel getränkt. Das Lösungsmittel enthält beispielsweise metallorganische und/oder anorganische von Übergangsmetallen. Nachdem das Lösungsmittel abgedampft ist, erfolgt die Kalzinierung des getränkten Glasgewebes bei einer Temperatur von ca. 600°C. Die elektrische Leitfähigkeit kann z.B. durch eine an der Oberfläche befindliche Animonzinnoxydschicht über die Dicke und Dotierung festgelegt werden.

[0008] Dadurch, dass der Glimmschutz sowohl ein Trägermaterial als auch eine darauf befindliche Beschichtung, also ein Beschichtungsmaterial aufweist, kann die Funktion des Glimmschutzes getrennt werden. Einerseits wird durch das Trägermaterial insbesondere auch die mechanische Eigenschaft des Glimmschutzes bestimmt, andererseits wird durch die Beschichtung insbesondere auch die elektrische Eigenschaft des Glimmschutzes bestimmt. Die Beschichtung weist elektrisch leitfähiges anorganisches Material auf. Das elektrisch leitfähige anorganische Material ist im Vergleich zum Stand der Technik auf

Grund des fehlenden organischen Anteils bezüglich Teilentladungen unempfindlicher. Der Glimmschutz ist also erfindungsgemäß einzig und allein aus anorganischem Material aufbaubar.

[0009] Das Trägermaterial besteht in vorteilhafter Weise gänzlich aus anorganischem Material, da so Schädigungen durch Teilentladungen vermeidbar sind. Auch die Beschichtung des Trägermaterials besteht zumindest aus einem anorganischen Material. Somit besteht der Glimmschutz in vorteilhafter Weise nur aus anorganischem Material. Natürlich kann es aber auch vorteilhaft sein, wenn Bestandteile des Trägermaterials organische chemische Verbindungen wie Kleber aufweisen. Durch einen Kleber am Anfang und am Ende eines Glimmschutzbandes kann dieses verbessert werden, da das Band zum Aufwickeln auf die Hauptisolierung/Isolierung sowohl anfangs als auch am Ende befestigbar ist. Das Trägermaterial des Glimmschutzes ist beispielsweise ein Gewebe und/oder ein Flies. Als Trägermaterialien können alle elektrisch isolierenden anorganischen Gewebetypen/Fliestypen verwendet werden, die im für die elektrische Maschine notwendigen Temperaturbereich beständig sind. Bevorzugt sind Glasgewebe und Gewebe aus Aluminiumoxid bzw. SiO₂-enthaltendem Aluminiumoxid. Die gleichen Materialien sind auch für Fliese verwendbar.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch einen Glimmschutz für eine elektrische Maschine, wobei der Glimmschutz als ein Flies und/oder als ein Gewebe ausgebildet ist, welches Fasern und/oder Fäden aufweist, wobei die Fasern und/oder die Fäden aus einem anorganischen Material bestehen und die Fasern und/oder die Fäden mit einem anorganischen Material beschichtet sind gelöst. In einem entsprechenden Verfahren werden die Fasern des Flieses bzw. Fäden des Gewebes entsprechend beschichtet.

[0011] Die Beschichtung der Fasern bzw. der Fäden weist, wie bei der Beschichtung des Trägermaterials zumindest in Teilen elektrisch leitfähiges anorganisches Material auf. In einer weiteren Ausführungsform weist die Beschichtung einzig und allein elektrisch leitfähiges anorganisches Material auf.

[0012] Ist Glimmschutz aus elektrisch leitfähig beschichteten Fasern (zur Fliesbildung) bzw. Fäden (zur Gewebebildung) aufgebaut, so kann vorteilhaft eine zusätzliche Beschichtung des Gewebes bzw. des Flieses unterbleiben. Ein zusätzliche Einstellmöglichkeit der elektrischen Leitfähigkeit des Glimmschutzes ergibt sich durch eine Mischung von elektrisch leitfähigen Fasern/Fäden mit elektrisch nicht leitfähigen Fasern/Fäden.

[0013] Der Glimmschutz findet insbesondere seine Anwendung zum Schutz der Isolierung von elektrischen Maschinen wie Motoren, beispielsweise Bahnmotoren, und Generatoren insbesondere Turbogeneratoren bei Spannungen im kV-Bereich insbesondere größer gleich 3,3 kV. Bei anliegenden Spannungen größer 3,3 kV sind Vorkehrungen zur Vermeidung

von Teil- bzw. Glimmentladungen bzw. zur Potentialsteuerung notwendig. Dabei wird im Nutbereich eines Blechpaketes einer elektrischen Maschine vom Innen- bzw. Außen-glimmschutz, im Wicklungskopfbereich vom Endenglimmschutz bzw. Endglimmschutz gesprochen.

[0014] Als Glimmschutz werden im Stand der Technik wie bereits beschrieben im allgemeinen Gewebe- oder Fliesbänder aus Glas bzw. Polyester eingesetzt, die mit einem füllstoffhaltigen Bindemittel getränkt sind. Bei der Einzelstab-tränkung werden teilweise auch füllstoffhaltige Anstriche verwendet. Im Nutbereich werden als elektrisch leitfähige Füllstoffe in der Regel Russ oder Graphit, im Wickelkopfbereich elektrisch halbleitendes Siliziumcarbid eingesetzt. Die genannten Werkstoffe sind bedingt durch die notwendigen organischen Bindemittel nur eingeschränkt thermisch belastbar (bis ca. 180°C) und werden durch Teil- oder Glimmentladungen schnell zerstört. Zudem wird ihre elektrische Leitfähigkeit durch einen VPI-Tränkprozess (VPI steht für Vacuum Pressure Impregnation) in nicht vorhersehbarer Weise beeinflusst. Durch Abrieb z.B. des Graphit bzw. Ausschwemmung können das VPI-Tränkmittel und angrenzende Isolierbereich durch elektrisch leitfähige Füllstoffe kontaminiert werden. Allerdings ändert sich dadurch auch nachteilig die elektrische Leitfähigkeit.

[0015] Der erfindungsgemäße Glimmschutz ist beispielsweise als Gewebe- bzw. Fließband ausführbar, welches mit elektrisch leitfähigem anorganischen Material bzw. Materialien beschichtet ist. Die notwendigen elektrischen Leitfähigkeiten für Innen- und Außenglimmschutz (5·10² Ω□ bis 5·10⁴ Ω□) und für den Endenglimmschutz (5·10⁷ Ω□ bis 10⁹ Ω□) sind durch unterschiedliche Dotierungen, d.h. durch unterschiedliche Konzentrationen bzw. auch durch unterschiedliche Schichtdicken der elektrisch leitfähigen Schicht erreichbar.

[0016] Da vorzugsweise thermisch stabile anorganische Materialien zum Einsatz kommen sind Dauertemperaturbeständigkeiten bis 500°C realisierbar. Die elektrischen Maschinen können dadurch bezüglich des Endenglimmschutzes bzw. des Außenglimmschutzes höher belastet werden. Die Leitfähigkeit der Gewebe bzw. Fliese wird nicht durch einen nachfolgenden VPI-Tränkprozess beeinflusst. Die Kontamination des VPI-Tränkmittels durch elektrisch leitfähige Komponenten der Glimmschutzsysteme (Füllstoffe) ist ausgeschlossen, da die elektrisch leitfähige Beschichtung fest am anorganischen Trägermaterial haftet.

[0017] Der Glimmschutz ist bei einer elektrischen Maschine neben der Isolation von besonderer Bedeutung. Dies gilt wie bereits erwähnt insbesondere für Hochspannungsmaschinen, welche eine Spannung ab ca. 3,3 kV aufweisen. Bei der Entwicklung von Isolationssystemen für Maschinen werden insbesondere drei Parameter betrachtet:

- Die thermische Stabilität,
- die thermische Wärmeleitfähigkeit und

– die elektrischen Eigenschaften.

[0018] Bei den elektrischen Eigenschaften ist sowohl auf den elektrischen Widerstand wie auch auf die Verteilung elektrischer Feldstärken zu achten. Insbesondere bei Hochspannungsmaschinen werden micabasierte Isolationssysteme verwendet.

[0019] Mit Mica ist eine maximale Feldstärke von ca. 3,5 kV/mm zu erreichen. Die Isolierung von Leitern innerhalb elektrischer Maschinen ist so aufbaubar, dass der Leiter zunächst von einer Isolierschicht umschlossen wird und um diese Isolierschicht sich anschließend noch einen Glimmschutz als zusätzliche Schicht anschließt. Der Glimmschutz trägt zu einer gleichmäßigen Feldverteilung auf der Oberfläche des Leiters bei. Weiterhin grenzt der Glimmschutz innerhalb der elektrischen Maschine in den Ständernuten an das Ständerblechpaket an. Das Ständerblechpaket ist beispielsweise auf Nullpotential oder auf Sternpunktpotential gelegt. Der Außenglimmschutz ist in seiner elektrischen Eigenschaft anders ausführbar als der Endglimmschutz. Sowohl die Isolierung als auch der Glimmschutz einer elektrischen Maschine ist abhängig von der Verwendung der elektrischen Maschine. Insbesondere beim Betreiben einer elektrischen Maschine an Stromrichtern, welche eine Pulsmodulation durchführen, ergeben sich erhöhte Anforderungen an die Isolierung und an den Glimmschutz welcher im englischen auch als "Corona shielding" bezeichnet wird.

[0020] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Glimmschutzes weist die Beschichtung ein elektrisch leitfähiges anorganisches Material auf. Durch die Verwendung eines leitfähigen elektrischen anorganischen Materials wird der Nachteil bei der Verwendung von Ruß oder Graphit überwunden, dass diese aufgrund von Teilentladungen beeinflusst werden. Teilentladungen verursachen Ozon. Ozon zerstört organisches Material, wie das Harz als Bindemittel von SiC oder auch den Ruß bzw. das Graphit selbst. Dadurch ändert sich die elektrische Leitfähigkeit des Glimmschutzes nachteilig. Durch die Zerstörung organischen Materials erhöht sich die Teilentladung innerhalb der elektrischen Maschine an den Leitern, so dass wiederum mehr Ozon gebildet wird, welches in erhöhtem Masse zur Zerstörung organischen Materials beiträgt. Dadurch ergibt sich eine Art Teufelskreis, welcher zu großen Schäden des Glimmschutzes führen kann. Russ oder Grafit wurde bisher in organisches Harz gegeben, mit welchem ein Glasgewebe oder auch ein Polyester im Gewebe getränkt ist. In das organische Harz ist weiterhin zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit Siliziumcarbid einbringbar. Die Verwendung organischen Harzes zum Tränken von Glasgeweben bzw. Polyestergewebe begrenzt die Temperatur die sich maximal in der elektrischen Maschine einstellen darf. Das durch Teilentladung entstehende Ozon zerstört sowohl den Russ bzw. den Grafit, welcher im organischen Harz vorhanden, so dass die Leitfähigkeit des Glimmschutzes redu-

ziert wird, als auch das organische Harz selbst, so dass sich dieses mehr und mehr auflöst und es zu einer Zerstörung des Glimmschutzes kommt, wobei der Glimmschutz aus dem Glasgewebe, dem organischen Harz und den darin befindlichen Stoffen zur Einstellung der elektrischen Leitfähigkeit besteht.

[0021] In einer vorteilhaften Ausführungsform besteht das Trägermaterial ebenso wie die darauf befindliche Beschichtung aus anorganischem Material. Dadurch ist nicht nur eine erhöhte Temperaturfestigkeit erzielbar sondern auch eine Unempfindlichkeit gegenüber durch Teilentladung entstehendes Ozon.

[0022] Als anorganisches Trägermaterial zur Beschichtung sind Glas, Aluminiumoxid AlO₃ und Siliziumcarbid SiC zu nennen. Aus diesen Materialien ist ein Flies oder ein Gewebe als Träger fertigbar.

[0023] Der Glimmschutz ist als Außenglimmschutz, kurz AGS genannt, bzw. als Endglimmschutz, kurz EGS genannt mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften ausstattbar.

[0024] Vorzugsweise weist der Endglimmschutz einen Widerstandswert von $5 \times 10^8 \Omega\text{m}$ auf. Der Außenglimmschutz weist typischerweise etwa einen Wert von $1000 \Omega\text{m}$ auf. Dies sind allerdings nur Richtwerte, die von vielen Faktoren abhängen. Entsprechende Faktoren sind beispielsweise die Spannung sowie die Länge eines Endglimmschutzes. Der Glimmschutz dient sowohl beim Außenglimmschutz als auch insbesondere beim Endglimmschutz zum Potentialausgleich auf der Oberfläche der Hauptisolierung. Somit sind auch andere von den obigen Zahlen abweichende Widerstandswerte möglich.

[0025] Durch den Glimmschutz wird weiterhin für eine Homogenisierung des elektrischen Feldes gesorgt. Der Endglimmschutz dient zum Absenden des Potentials des Ständerblechpaketes der elektrischen Maschine. Die in der Luft auftretenden Feldstärken am mit Glimmschutz versehenen Leiter führen in der Luft nicht mehr zu Überschlägen.

[0026] Durch die Verwendung unterschiedlicher Beschichtungen eines Trägermaterials sind die unterschiedlichen Anforderungen eines Außenglimmschutzes bezüglich den Anforderungen eines Endglimmschutzes leicht abänderbar da sich der Glimmschutz nunmehr nur durch seine Beschichtung unterscheidet und das Trägermaterial gleich bleibt.

[0027] Die Verwendung des Glimmschutzes erfolgt insbesondere bei elektrischen Hochspannungsmaschinen. Im allgemeinen werden elektrische Hochspannungsmaschine bei Spannungen von größer 3 kV betrieben. Durch die hohen Spannungen ist ein Potentialausgleich an den Leitern durch einen Glimmschutz notwendig.

[0028] Der Glimmschutz nach der vorgenannten Ausgestaltung wird derart in einen Verfahren gefertigt, dass auf eine Trägermaterial eine Beschichtung aufgebracht wird. Die Beschichtung kann auf verschiedene Arten und Weisen aufgebracht werden.

[0029] Die Beschichtung ist beispielsweise auf die Trägerschicht aufsprühbar. Da auf die anorganische

Trägerschicht die anorganische Beschichtung, welche zumindest in Teilen oder ganz elektrisch leitfähig ist, aufgesprüht wird, entsteht ein anorganischer Glimmschutz. Zum Aufsprühen können Lösungsmittel, wie Alkohol verwendet werden, die auch organisch sein können. Ein organisches Lösungsmittel verflüchtigt sich und bildet letztendlich keinen Bestandteil des Glimmschutzes.

[0030] Eine weitere Möglichkeit die Beschichtung auf die Trägerschicht aufzubringen ist, die Beschichtung auf die Trägerschicht aufzudampfen, so dass sich eine Schicht mit anorganisch leitfähigem Material auf der Trägerschicht ausbildet.

[0031] Neben der Beschichtung der Trägerschicht ist auch eine Beschichtung von einzelnen Fasern bzw. einzelnen Fäden bzw. Rovings (miteinander verdrehte Fäden) durchführbar. Die Beschichtung erfolgt beispielsweise so, dass diese auf die Fasern und/oder Fäden aufgedampft wird. Eine andere Möglichkeit der Beschichtung besteht darin, dass die Beschichtung auf die Fasern und/oder Fäden aufgesprüht wird. Eine dritte Möglichkeit der Beschichtung ergibt sich dadurch, dass die Fasern bzw. die Fäden durch ein Tauchbad geführt werden.

[0032] Eine Art Tauchbad ist auch als Verfahren zur Beschichtung eines Trägermaterials, wie z.B. eines Glasgewebes, anwendbar.

[0033] Zur Herstellung von Isolierbändern für Glimmschutzschichten bei Wicklungen für elektrische Maschinen wird ein gewebeartiges Trägermaterial mit einer Lösung, einem Sol oder einer Suspension elektronenleitend beschichtet. Dies ist eine Alternative zur elektronenleitende Beschichtung durch Sprüh-, Tauch- oder Flammbeschichten.

[0034] Bei der Herstellung von Isolierbändern für Glimmschutzschichten werden die elektronenleitenden Beschichtungen bei $350\text{--}700^\circ\text{C}$ getempert, so daß auf der Oberfläche der Gewebe festhaftende, zusammenhängende und elektrisch leitfähige Beschichtungen entstehen. Diese thermische Behandlung kann in unterschiedlichen Atmosphären, z.B. Luft, Formiergas, N₂, NH₃, durchgeführt werden. Die thermische Behandlung erfolgt beispielsweise in einem Ofen, elektrisch oder auch fossil beheizt, oder durch Infrarotstrahler und/oder andere Strahlungsquellen, z.B. Laser.

[0035] Durch derartige Verfahren lässt sich sowohl auf einem Trägermaterial als auch bei Fasern oder Fäden oder Rovings ein elektronenleitende Beschichtung herstellen. Diese elektronenleitenden Beschichtungen bestehen beispielsweise aus Metalloxiden, vornehmlich Indium-, Zinn-, Arsen-, Antimonoxid, Übergangsmetalloxiden, sowie beliebigen Mischungen dieser.

[0036] Als Ausgangsverbindung für die Herstellung der Beschichtung von Isolierbändern für Glimmschutzschichten finden anorganische Salze oder Komplexverbindungen von Metallen, vornehmlich Indium, Zinn, Arsen und Antimon, bevorzugt Acetate, Alkoholate, Acetylacetonate, Oxalate, Halogenide,

Nitrate, Sulfate, Verwendung. Auch Suspensionen kleinster Teilchen aus Metalloxiden, vornehmlich Indium-, Zinn-, Arsen-, Antimonoxid, Übergangsmetalloxiden sind zur Beschichtung verwendbar.

[0037] Der Widerstand der Beschichtung ist beispielsweise durch die Dicke der Beschichtung aber auch durch die differenzierte Verwendung elektrisch leitfähiger Materialien in der Beschichtung sowie deren Konzentration einstellbar. Bei einem Tauchverfahren in einer Lösung, einem Sol oder einer Suspension zur Herstellung einer Beschichtung ist die Dicke der Beschichtung beispielsweise durch die Geschwindigkeit mit der der zu beschichtende Gegenstand durch das Tauchbad läuft ein Parameter zur Einstellung der Schichtdicke.

[0038] Wird ein Beschichtungsverfahren mehrfach angewandt, so ist mehr als eine Beschichtung ausbildbar. Insbesondere bei der Beschichtung von Fasern, Fäden aber auch bei einem bandförmigen Trägermaterial kann dies vorteilhaft dazu genutzt werden, um eine Haftschrift auszubilden, welche die Haftung zwischen der elektrisch leitenden Beschichtung und der Trägerschicht, bzw. dem unbeschichteten Faden oder der unbeschichteten Faser verbessert. Mehrere Beschichtungen sind auch dahingehend ausnutzbar, dass diese einen Ausgleich zwischen verschiedenen thermischen Ausdehnungskoeffizienten schaffen.

[0039] Ergänzend zu den bereits gemachten Ausführungen sollen nun noch einmal Herstellungsverfahren für eine Beschichtung benannt werden:

Sprühbeschichtung:

[0040] Eine Lösung, ein Sol oder eine Suspension, werden mit Hilfe einer Sprüheinrichtung auf ein Band als Trägermaterial aufgesprüht. Hierbei wird vorzugsweise das Band an der Sprüheinrichtung vorbeigeführt. Die Sprühbeschichtung kann nur auf einer Seite erfolgen oder aber, vorzugsweise zeitgleich oder zeitnah, von beiden Seiten vorgenommen werden.

Tauchbeschichten:

[0041] In eine Lösung, ein Sol oder eine Suspension, wird das Glasgewebeband als Trägermaterial eingetaucht und, vorzugsweise mit konstanter Geschwindigkeit, wieder herausgezogen. Hierbei bildet sich eine anhaftende Schicht konstanter Dicke. Das Verfahren wird vorzugsweise kontinuierlich durchgeführt. Hierbei wird das Glasband durch ein Beschichtungsbad, das die Lösung, das Sol oder die Suspension enthält, geleitet. Dies geschieht vorzugsweise mit konstanter Geschwindigkeit.

Flammenbeschichtung:

[0042] Eine Lösung, ein Sol oder eine Suspension, wird in eine Flamme eingesprüht. Die Flamme wird auf das Glasgewebeband, welches als Trägermateri-

al dient gerichtet. Hierbei entsteht eine gleichmäßige oxidische Beschichtung auf dem Band. Die Flammenbeschichtung kann von nur einer Seite oder aber, vorzugsweise zeitnah oder zeitgleich, von beiden Seiten erfolgen. Die Flamme kann eine Gasflamme oder aber eine durch brennbare Flüssigkeiten unterhaltende Flamme sein. Die brennbare Flüssigkeit kann hierbei auch die eingesprühte Lösung selbst sein. Vorteilhaft kann ebenfalls eine Plasmaflamme verwendet werden. Das Glasgewebeband kann hierbei Raumtemperatur oder aber eine bis auf 500°C erhöhte Temperatur haben.

[0043] Auch das Aufspütern ist ein mögliches Beschichtungsverfahren.

[0044] Nach einer vorangegangenen Beschichtung ist auch eine thermische Nachbehandlung durchführbar: Die nach einem der vorgenannten Verfahren erhaltene Beschichtung wird thermisch nachbehandelt. Hierbei werden beispielsweise je nach Schichtzusammensetzung und Beschichtungstechnik Temperaturen zwischen 350 und 700°C angewandt. Die thermische Behandlung erfolgt unter Luftatmosphäre oder aber unter Schutzgas bzw. kann sie auch in einer reaktiven Atmosphäre, z. B. Formiergas, NH₃ oder CH₄ erfolgen.

[0045] Bei der Sprühbeschichtung wie auch bei der Tauchbeschichtung ist eine thermische Nachbehandlung in der Regel notwendig, während die thermische Nachbehandlung im Anschluß an die Flammenbeschichtung nicht unbedingt zu erfolgen hat.

[0046] Die thermische Nachbehandlung erfolgt in einem elektrisch beheizten Ofen oder aber in einem fossil (Gas oder flüssiger Brennstoff) beheizten Ofen. Erfindungsgemäß können hierzu auch Infrarotstrahler und/oder andere Strahlungsquellen verwendet werden. Möglich ist auch die Kombination dieser Wärmequellen.

[0047] Die thermische Nachbehandlung kann diskontinuierlich erfolgen, bevorzugt ist aber eine kontinuierliche thermische Behandlung. Hierbei wird das Trägermaterial, also z.B. ein Glasband nach Abschluß der Beschichtung durch einen Ofen gezogen. Dieser Ofen kann hierbei eine örtlich konstante Temperatur aufweisen, oder aber in Zonen unterschiedlicher Temperatur aufgeteilt sein. Hierdurch kann auf das durchgezogene Band bezogen eine thermische Behandlung in Form eines definierten Temperatur-Zeit-Profiles erfolgen.

[0048] Die Beschichtung führt zu einer bestimmten chemische Zusammensetzung dieser Beschichtung. Bevorzugt sind anorganische oxidische Schichten. Beispielsweise können die Schichten aus dotiertem Titanoxid oder Zinnoxid bestehen. Als Dotierung können beispielsweise Sb₂O₅, Nb₂O₅, Ta₂O₅ oder V₂O₅ verwendet werden. Ebenso ist die Verwendung von undotierten Schichten aus TiO₂ oder SnO₂ möglich, falls diese durch Zugabe reduzierender Komponenten und/oder reduzierender Gasatmosphären während der thermischen Nachbehandlung in einen ausreichenden elektronenleitenden Zustand versetzt

werden. Ebenso können andere oxidische Beschichtungen, wie beispielsweise Nb_2O_5 , MoO_2 oder Ta_2O_5 verwendet werden; auch diese Schichten können dotiert sein. Eine weitere bevorzugte Möglichkeit besteht in der Verwendung von elektronenleitenden In_2O_3 -Schichten, welche mit bis zu 50 Gew%. SnO_2 , vorzugsweise aber mit 2–5 Gew%. SnO_2 dotiert sein können. Als Beispiele weiterer erfindungsgemäßen oxidischen Schichten sollen CuO , MnO , NiO , CoOx , FeOx sowie Mischungen bzw. Verbindungen dieser bzw. aus diesen Oxiden genannt werden. Im allgemeinen sind also einsetzbar Übergangsmetalloxid, Arsen-, Indium-, Antimon- und Zinnoxid sowie beliebige Mischungen dieser bzw. Verbindungen aus diesen Oxiden.

[0049] Als Beschichtungslösung können alle Lösungen verwendet werden, welche den Erfordernissen der oben beschriebenen Beschichtungsverfahren genügen. Hierbei sind insbesondere Lösungen anorganischer Salze oder Komplexverbindungen der vorgenannten Metalle zu nennen. Bevorzugt sind hierbei Halogenide, Sulfate, Nitrate, Acetate, Oxalate, Acetylacetonate oder Salze anderer organischer Säuren. Ebenso bevorzugt sind Alkoholate der entsprechenden Metalle. Die Lösungen können wässrige Lösungen sein, ebenso aber alkoholische Lösungen, die beide organische Additive enthalten können. Auch die Verwendung von organischen Lösungsmitteln ist möglich. Weiterhin können Sole, die die entsprechenden Metallkomponenten enthalten, verwendet werden. Diese können beispielsweise gemäß dem Sol-Gel-Verfahren aus Alkoholaten oder auch aus Halogeniden oder Acetaten bzw. anderen Salzen organischer Säuren hergestellt werden.

[0050] Erfindungsgemäß ist ebenfalls die Verwendung von kleinsten Teilchen enthaltenden Suspensionen in Wasser oder aber organischen Lösungsmitteln möglich. Die Teilchengröße kann hierbei einige nm bis einige Mikrometer betragen. Bevorzugt ist die Verwendung von Teilchengrößen im Bereich von 5 nm bis 200 nm. Es kann sich hierbei um oxidische oder hydroxidische Teilchen oder aber um Teilchen aus chemischen Verbindungen handeln, die sich bei thermischer Behandlung in Oxide umsetzen. Hierbei sind beispielsweise Carbonate, Acetate oder Oxalate zu nennen. Die Suspensionen können stabilisierende oder andere Additive aus organischen oder anorganischen Komponenten enthalten.

[0051] Nach Beendigung der thermischen Behandlung kann eine Schicht aus einem organischen Polymer aufgebracht werden. Diese Schicht verändert als Schutzschicht allerdings nicht mehr nachteilig die elektrischen Eigenschaften des Glimmschutzes.

[0052] Beispielhaft wird nun auf ein Außenglimmschutzband aus Glasgewebe, beschichtet mit Antimon dotiertem Zinndioxid (5 Mole) eingegangen:

[0053] Das Sol zur Beschichtung wird hergestellt aus $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Es werden 50.77 g (0.225 mol) $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (M 225.63) in 600 ml absolutem Ethanol gelöst und anschließend 2 h in einem Kolben mit

Rückfluskkühler und aufgesetzten Trockenrohr unter Rückfluß erhitzt. Das Lösungsmittel wird abdestilliert und der Rückstand, ein weißes Pulver, mit 300 ml absolutem Ethanol wieder aufgenommen. Die entstandene Lösung wird 2 h gerührt bei einer Temperatur von 50°C. Nach Abkühlung läßt man unter Rühren 2.57 g (0.011 mol) SbCl_3 (M 228.11), gelöst in einigen Millilitern absolutem Ethanol, langsam zutropfen. Es ist darauf zu achten, daß kein bleibender Niederschlag entsteht. Durch die mehrere Tage gealterte Lösung wird das Glasgewebband mit einer konstanten Ziehgeschwindigkeit von 20 cm/min gezogen. Die Beschichtung wird 15 min bei 110°C getrocknet und anschließend bei 500°C 20 min eingebrannt. Es entsteht eine transparente, elektrisch leitende Beschichtung, die folgende reproduzierbaren Eigenschaften aufweist:

Schichtdicke: 80–100 nm

Schichtwiderstand: $900 \Omega/\square$ – $4.0 \text{ K}\Omega/\square$

[0054] Weiterhin beispielhaft ist ein Außenglimmschutzband aus Glasgewebe, beschichtet mit Zinn dotiertem Indiumoxid (5 Mole):

[0055] Die Lösung zur Beschichtung wird hergestellt aus $\text{In}(\text{NO}_3)_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_5$. Es werden 45.12 g (0.15 mol) $\text{In}(\text{NO}_3)_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_5$ (M 300.83) in 300 ml absolutem Ethanol zusammen mit 30.90 ml (0.30 mol) Acetylaceton (M 100.12) gelöst. Man gibt unter Rühren 1.69 g (0.0075 mol) $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (M 225.63) direkt in die Lösung. Durch die entstandene und gealterte Lösung wird das Glasgewebband mit einer konstanten Ziehgeschwindigkeit von 30 cm/min gezogen. Die Beschichtung wird 15 min bei 110 °C getrocknet und anschließend bei 550°C 30 min eingebrannt. Es entsteht eine transparente, elektrisch leitende Beschichtung, die folgende reproduzierbaren Eigenschaften aufweist:

Schichtdicke: 90–110 nm

Schichtwiderstand: $3 \text{ K}\Omega/\square$ – $8 \text{ K}\Omega/\square$

Weiterhing beispielhaft ist folgendes Verfahren zur Herstellung eines Außenglimmschutzbandes aus Glasgewebe, beschichtet mit Fluor dotiertem Zinndioxid (5 mol%):

[0056] Das Sol zur Beschichtung wird hergestellt aus $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Es werden 60.92 g (0.27 mol) $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (M 225.63) in 600 ml absolutem Ethanol gelöst und anschließend 2 h in einem Kolben mit Rückfluskkühler und aufgesetzten Trockenrohr unter Rückfluß erhitzt. Das Lösungsmittel wird abdestilliert und der Rückstand, ein weißes Pulver, mit 300 ml absolutem Ethanol wieder aufgenommen. Die entstandene Lösung wird 2 h gerührt bei einer Temperatur von 50°C. Nach Abkühlung läßt man unter Rühren 0.34 ml (0.0043 mol) CF_3OOOH (M 114.03) langsam zutropfen. Es ist darauf zu achten, daß kein bleibender Niederschlag entsteht. Durch mehrere Tage gealterte Lösung wird das Glasgewebband mit einer konstanten Ziehgeschwindigkeit von 10 cm/min gezogen. Die Beschichtung wird 15 min bei 110°C getrocknet und anschließend bei 500 °C 30 min eingebrannt. Es entsteht eine transparente, elektrisch lei-

tende Beschichtung, die folgende reproduzierbaren Eigenschaften aufweist:

Schichtdicke: 100–110 nm

Schichtwiderstand: 30 K Ω /□–60 K Ω /□

[0057] Im weiteren werden Ausführungsbeispiele der Erfindung mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0058] **Fig. 1** die Isolierung eines Leiters mit dazugehörigen Ständerblech,

[0059] **Fig. 2** eine Trägerschicht mit einer Beschichtung

[0060] **Fig. 3** den Austritt eines Leiters aus einem Statorblechpaket,

[0061] **Fig. 5** die Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Konzentration elektrisch leitfähiger Substanzen,

[0062] **Fig. 6** zwei Beispiele eines Gewebes und

[0063] **Fig. 7** einen Aufbau zur Durchführung des Verfahrens zur Beschichtung.

[0064] Die Darstellung gemäß **Fig. 1** zeigt im Ausschnitt ein Ständerblechpaket **1** einer elektrischen Maschine. Eine elektrische Maschine besteht im wesentlichen aus einem Ständer, der aus dem sogenannten Ständerblechpaket **2** aufgebaut ist, bei dem in vorgeformte Ständernuten **9** isolierte Wicklungen/Kupferleiter **3** eingelegt sind, sowie dem Läufer, der sich im Ständer dreht. Das Ständerblechpaket **2** setzt sich aus einer bestimmten Anzahl aufeinander gestapelter Einzelbleche, den Ständerblechen **1** zusammen, in welche Ständernuten **9** eingestanz sind. In diese Ständernuten **9** ist die Ständerwicklung eingelegt, die – je nach Anforderung – mit einem bestimmten Isoliersystem versehen ist. Ein typisches Isoliersystem für Hochspannungsmaschinen weist eine Hauptisolierung im folgenden auch Leiterisolierung **7** genannt, auf, um welche Glimmerbänder **4, 5** gewickelt sind. Vorzugsweise bei Hochspannungsmaschinen > 3,3 kV, bei umrichter gespeisten Bahn- und Hochspannungsmaschinen und bei thermisch hochausgenutzten Maschinen wie z.B. Bahnmotoren ist die Oberfläche der Ständerisolierung im Nutbereich mit einem elektrisch gut leitenden Außenglimmschutz (AGS) **5** versehen, um die Isolierung vor Schädigungen durch übermäßige Teilentladungen zu schützen. Der Außenglimmschutz **5** ist dabei über das Ständerblechpaket **2** hinausgeführt, so daß auch bei geringen Abständen gegen Druckplatten und Druckfingern des Ständerblechpakets **2** keine Entladungen auftreten können. Mittels eines Tränkprozesses (VPI-Prozeß) werden die Wicklungen noch mit einem Tränharz imprägniert, das dann ausgehärtet wird. Dies bedeutet, daß das verwendete Außenglimmschutzband **5** mit diesem komplexen Prozeß kompatibel sein muß. So darf das Band keine den Imprägnierprozeß störende Bestandteile enthalten bzw. in das Tränkbad abgeben. Zudem muß es homogen in den nach der Härtung entstehenden Formstoff eingebaut sein, damit Teilentladungen vermieden werden.

[0065] Nach dem derzeitigen Stand der Technik werden zur Herstellung der Außenglimmschutz-

schicht **5** Ruß- oder Graphithaltige Gewebebänder oder Lacke verwendet. Beim VPI-Ganztränkverfahren werden Gewebe- oder Vliesbänder auf Glas- oder Polyesterbasis eingesetzt, die durch ein organisches Bindemittel mit einem entsprechend den Anforderungen leitfähigen Füllstoff (Ruß, Graphit) versehen sind. Bei Wicklungselementen die nach dem Einzelstab-Tränkverfahren oder dem RR-Verfahren hergestellt sind, werden entsprechende Außenglimmschutzschichten **5** auf Lackbasis im Anstrichverfahren aufgebracht.

[0066] Nach dem bisherigen Stand der Technik bekannte Glimmschutzbänder **4, 5** oder Lacke mit Ruß oder Graphit als leitfähigen Füllstoff weisen jedoch gravierende Nachteile auf. Die Werkstoffe haben bedingt durch die für die Verarbeitung und die gewünschten Eigenschaften notwendigen organischen Bindemittel und Trägerwerkstoffe nur eine begrenzte thermische Beständigkeit bis maximal 180°C. Außerdem werden die Werkstoffe beim Auftreten von Teilentladungen schnell zerstört und damit unwirksam. Zudem verändert sich die elektrische Leitfähigkeit handelsüblicher Außenglimmschutzbänder während des Imprägnierprozesses. Ebenso besteht die Gefahr, daß Ruß oder Graphitpartikel durch das Imprägnierharz ungewollt verschleppt werden, und dadurch die Qualität der Imprägnierung beeinträchtigt.

[0067] Durch die Erfindung ist es möglich Außenglimmschutzbänder **5**, wie auch entsprechend Endenglimmschutzbänder **4** wie diese in der **Fig. 1** gezeigt sind, in reproduzierbarer Qualität zur Verfügung zu stellen. So ist die Isolierung zuverlässig vor Teilentladungen zu schützen und der Imprägnierprozeß und die Qualität der übrigen Isolierung nicht beeinträchtigt. Außerdem weist der erfindungsgemäße Glimmschutz **4, 5** eine im Vergleich zu den bisher bekannten Glimmschutzbändern oder im Vergleich zu Lacken, deutlich höhere thermische Beständigkeit auf.

[0068] Die Darstellung gemäß der **Fig. 1** zeigt folglich schematisch den Einsatzort eines erfindungsgemäßen Glimmschutzes. Gezeigt ist ein Ständerblechpakete **2**, welches aus Ständerblechen **1** zusammengesetzt ist. Innerhalb von Ständernuten **9** befinden sich Kupferleiter **3**. Die Kupferleiter **3** weisen eine Leiterisolierung **7** auf. Die Leiterisolierung **7** ist vorteilhafterweise innerhalb des Ständerblechpaketes **2** stärker ausgeführt als außerhalb des Ständerblechpaketes **2** wo die Kupferleiter **3** einen Wickelkopf bilden, der in der **Fig. 1** jedoch nicht dargestellt ist. Auf der Leiterisolierung **7** befindet sich ein Glimmschutz **4, 5**. Der Glimmschutz für den Bereich des Kupferleiters **3**, welches sich innerhalb des Ständerblechpaketes **2** befindet, wird als Außenglimmschutz **5** – AGS – bezeichnet. Der Glimmschutz auf der Leiterisolierung **7**, welcher sich außerhalb des Ständerblechpaketes **2** befindet, wird als Endenglimmschutz **4** – EGS – bezeichnet. Sowohl der Außenglimmschutz **5** als auch der Endenglimmschutz **4** dienen zur elektrischen Potentialsteuerung. Der

Glimmschutz **4, 5** ist zumindest aus einer Trägerschicht und einer darauf befindlichen Schicht, welche als Beschichtungsschicht bezeichnenbar ist, ausgeführt. Es folgt auch ein Glimmschutz ausführbar, der mehr als ein Trägermaterial und/oder mehr als eine Beschichtung aufweist, jedoch figurlich nicht dargestellt.

[0069] Die Darstellung gemäß **Fig. 2** zeigt einen Glimmschutz **14**, welcher ein Trägermaterial **10** und eine Beschichtung **12** aufweist. Abhängig vom Verwendungszweck des Glimmschutzes, d.h. als Außenglimmschutz bzw. als Endenglimmschutz, ist sowohl das Trägermaterial **10** aber insbesondere auch die Beschichtung **12** verschieden ausführbar, beispielsweise bzgl. der Dicke. Das Trägermaterial **10** besteht beispielsweise aus Fasern aus Glas. Aus diesem Glasfasern ist ein Gewebe herstellbar. Daraus ergibt sich z.B. eine Leinwandbildung mit Klett- bzw. Schussfäden. Abhängig von der gewählten Gewebearart können die Stabilität bzw. die Flexibilität verschieden eingestellt werden.

[0070] Prinzipiell ist es vorteilhaft, dass Gewebe so dünn als möglich ausführen zu können. Die Gewebestruktur ist darüber hinaus von besonderer Bedeutung, da durch diese die Feldglättung beeinflussbar sein kann. Die Beschichtung **12** weist elektrisch leitfähige anorganische Substanzen auf. Die sind beispielsweise Metalle unterschiedlicher Oxydationsstufen. Da der Außenglimmschutz im Vergleich zum Endenglimmschutz in der Regel eine höhere elektrische Leitfähigkeit aufweist, kann durch eine höhere Konzentration von Metallen unterschiedlicher Oxydationsstufen innerhalb des Glimmschutzes der Endenglimmschutz zum Außenglimmschutz geändert werden.

[0071] Die Darstellung gemäß **Fig. 3** zeigt im Detail den Übergang des Kupferleiters **3** aus dem Ständerblechpaket **1** in die Luft **16**. Der Kupferleiter **3** weist sowohl eine Leiterisolierung **7** als auch einen Außenglimmschutz **5** sowie einen Endenglimmschutz **4** auf. An der Verbindung **6** treffen die beiden Glimmschutze aufeinander. Die stufige Verbindung zwischen dem Außenglimmschutz **5** und dem Endenglimmschutz **4** ergibt sich daraus, dass der Glimmschutz in vorteilhafter Weise als Band auf die Leiterisolierung des Kupferleiters halb überlappend gewickelt wird, so dass der Glimmschutz beispielsweise in zwei Lagen sich auf der Leiterisolierung **7** befindet. Natürlich sind auch andere Wicklungsmöglichkeiten möglich, die zu einer einschichtigen oder vielschichtigen Bewicklung durch ein Band führen.

[0072] Die Darstellung **Fig. 4** zeigt die Leitfähigkeit **18** auf der Y-Achse und die Konzentration von elektrisch leitenden Materialien auf der X-Achse **20**. Als elektrisch leitfähiges Material sind beispielsweise Kohlenstoff bzw. Siliziumkarbid anwendbar. Die Kurve **22** zeigt einen steilen Anstieg **24**, innerhalb eines nur kleinen Konzentrationsänderungsbandes **26**. Dies zeigt die Problematik der Einstellung der Konzentration leitfähiger Materialien gemäß des bisherigen

Standes der Technik durch Tränkung eines Trägermaterials. Durch Abtropfen bzw. Verdunstung kann sich leicht eine Verschiebung der Konzentration ergeben, die zu einer hohen Änderung der Leitfähigkeit führt. Eine weitere Problematik besteht in dem vorliegenden Fall darin, dass auch durch die Schädigung des Glimmschutzes durch bei Teilentladung entstehenden Ozons, eine starke Änderung der Leitfähigkeit sich vollziehen kann. Durch die Verwendung anorganischer Materialien sowohl für das Trägermaterial als auch für die Beschichtung und das Abrufen von elektrischer Leitfähigkeit durch elektrisch leitfähiges Material innerhalb der Beschichtung wird in der vorliegenden Erfindung die vorangehende Problemstellung gelöst.

[0073] Die Darstellung gemäß **Fig. 5** zeigt zwei Gewebe **40, 41**. Das Gewebe **40** ist eine Leinwandbindung. Das Gewebe **41** ist eine Körperbindung. Beide Gewebearten sind als Beispiel sowohl für ein Gewebe, welches als Trägermaterial für eine Beschichtung dient zu verstehen, als auch als Beispiel für ein Gewebe, dessen Fäden beschichtet sind.

[0074] Die Darstellung gemäß **Fig. 7** zeigt ein Beispiel für einen beschichteten Faden bzw. eine beschichtete Faser, der bzw. die im Inneren eine Glasfaser **51** aufweist, welche den Fadenkern bzw. den Faserkern darstellt und Außen von einer Beschichtung **50** umgeben ist.

[0075] Die Darstellung gemäß **Fig. 8** zeigt eine Tauchbeschichtung mit anschließender Calzinierung (Wärmebehandlung). Ein gewebeartiges Trägermaterial (**77**) wird mit einer Lösung, einem Sol oder einer Suspension beschichtet in einem Tauchbad **72**. Die Bewegungsrichtung **74** des Trägermaterial zeigt ein Pfeil an. Das Tauchbad enthält verschiedene in Alkohol gelöste anorganische Materialien die sich im Tauchbad auf das Trägermaterial **77** legen. Dabei sind anorganische Materialien auswählbar, welche direkt oder nach thermischer Nachbehandlung elektronenleitende Eigenschaften zeigen. Abhängig vom Beschichtungsverfahren wird das Lösungsmittel im vorliegenden Fall Alkohol beispielsweise durch erhöhte Temperatur – was eine Verdampfung **75** zur Folge hat – in einer Zwischenbehandlungseinrichtung **73** und/oder durch Abtropfen **76** entfernt. Während einer anschließenden thermischen Nachbehandlung in einer Heizstrecke **71** wird bei Temperaturen zwischen 350°C und 700°C calciniert, so daß auf der Oberfläche des Gewebes eine festhaftende, zusammenhängende und elektrisch leitfähige Beschichtung entsteht. Die Schichtdicken der elektronenleitenden Schicht betragen wenige nm bis wenige Mykrometer, vorzugsweise 50nm bis 500 nm. Aus einer wie oben beschriebenen Beschichtungseinrichtung **78** ist als Produkt ein Glimmschutzband **70** entnehmbar.

[0076] Als Trägermaterialien können alle elektrisch isolierenden anorganischen Gewebetypen verwendet werden, die im angegebenen Temperaturbereich beständig sind. Bevorzugt sind Glasgewebe und Gewe-

be aus Aluminiumoxid bzw. SiO₂-enthaltendem Aluminiumoxid.

Patentansprüche

1. Glimmschutz für eine elektrische Maschine, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Glimmschutz ein Trägermaterial und zumindest eine darauf befindliche Beschichtung aufweist.

2. Glimmschutz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägermaterial und die Beschichtung aus anorganischem Material bestehen.

3. Glimmschutz nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägermaterial ein Flies und/oder ein Gewebe ist.

4. Glimmschutz nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägermaterial aus Glas besteht.

5. Glimmschutz nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägermaterial aus Siliciumcarbid SiC besteht.

6. Glimmschutz nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägermaterial aus Aluminiumoxid AlO besteht.

7. Glimmschutz für eine elektrische Maschine, wobei der Glimmschutz als ein Flies und/oder als ein Gewebe ausgebildet ist, welches Fasern und/oder Fäden aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern und/oder die Fäden aus einem anorganischen Material bestehen und die Fasern und/oder die Fäden mit einem anorganischen Material beschichtet sind.

8. Glimmschutz nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern und/oder Fäden einen Faserkern bzw. einen Fadenkern aufweisen, welcher aus Glas oder Siliciumcarbit oder aus Aluminiumoxid besteht.

9. Glimmschutz nach einem der vorgenannten, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung aus zumindest einem elektrisch leitfähigem anorganischen Material besteht.

10. Glimmschutz nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch leitfähige anorganische Material der Beschichtung Antimonzinnoxid ist.

11. Verwendung des Glimmschutz nach einem der vorgenannten Ansprüche als Außenglimmschutz.

12. Verwendung des Glimmschutz nach einem der Ansprüche 1 bis 11 als Endglimmschutz.

13. Verwendung des Glimmschutz nach einem der vorgenannten Ansprüche bei einer elektrischen Hochspannungsmaschine.

14. Verfahren zur Herstellung eines Glimmschutzes nach Anspruch 1 bei dem auf ein Trägermaterial eine Beschichtung aufgebracht wird.

15. Verfahren zur Herstellung von Fasern oder Fäden oder Rovings zur Herstellung eines Glimmschutzes nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass auf eine Faser oder ein Faden oder ein Roving eine Beschichtung aufgebracht wird.

16. Verfahren zur Herstellung eines Glimmschutzes nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung durch eine Sprühbeschichtung oder eine Tauchbeschichtung oder eine Flammbeschichtung durchgeführt wird.

17. Verfahren zur Herstellung von Fasern oder Fäden oder Rovings zur Herstellung eines Glimmschutzes nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung durch eine Sprühbeschichtung oder eine Tauchbeschichtung oder eine Flammbeschichtung durchgeführt wird.

18. Elektrische Maschine, dadurch gekennzeichnet, dass diese einen Glimmschutz nach einem der Ansprüche 1 bis 10 aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

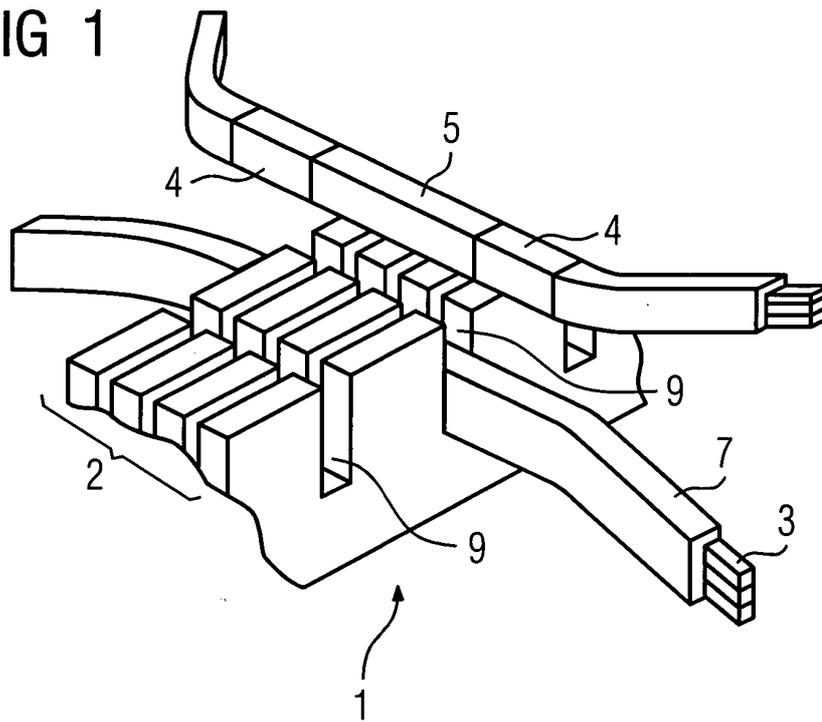


FIG 2

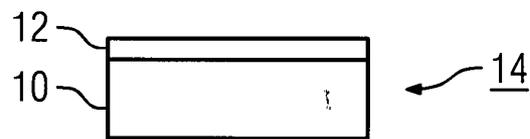


FIG 3

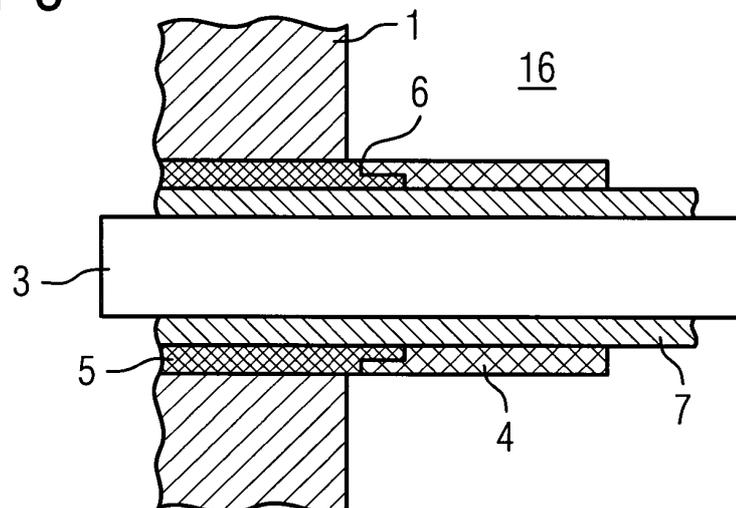


FIG 4

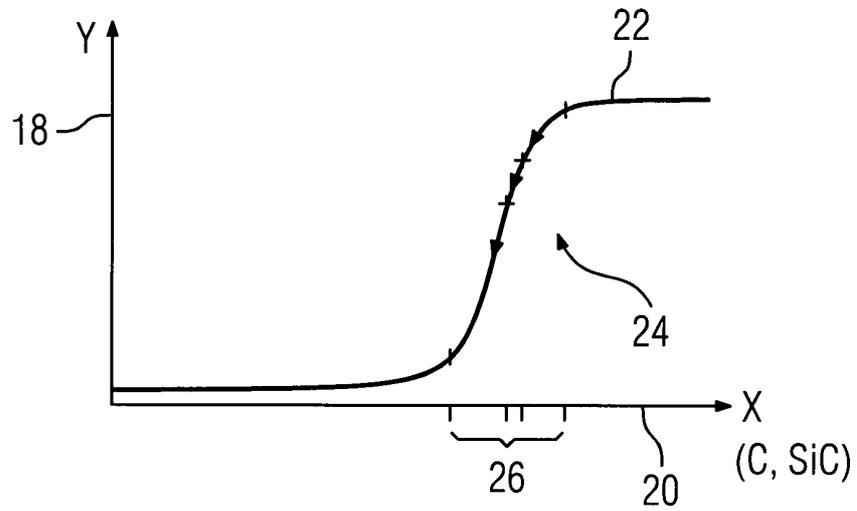


FIG 5

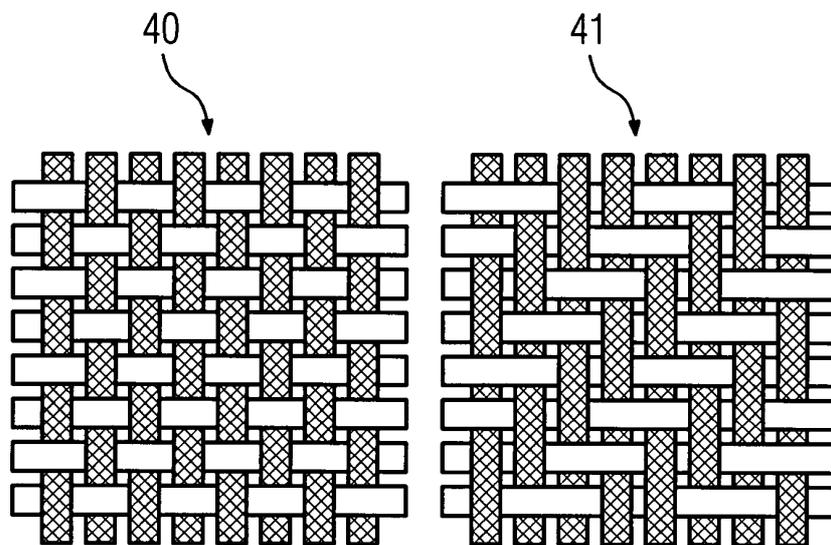


FIG 6

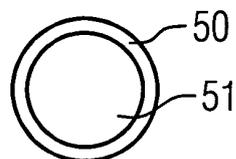


FIG 7

