(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. November 2017 (30.11.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/202550 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01B 13/06 (2006.01) *H01B 3/00* (2006.01)
H01B 13/30 (2006.01) *H01B 7/18* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/059487

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. April 2017 (21.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
16170822.7 23. Mai 2016 (23.05.2016) EP

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **BROCKSCHMIDT, Mario**; Wusthoffstraße 1, 45131 Essen (DE). **ECKERT, Christopher**; Kantstraße 24, 45219 Essen (DE). **ETTLER, Manuel**; An den Sonnengärten 39, 52388 Nörvenich-Wissersheim (DE). **FRANKE, Vera Kristin**; Stobbestraße 1, 45147 Essen (DE). **HÖHNER, Rene**; Rheinische Str. 65, 45881 Gelsenkirchen (DE). **MASHKIN, Andrey**; Werderstr. 20, 50672 Köln (DE). **POHLMANN, Friedhelm**; Schloßstraße 86, 45355 Essen (DE). **SCHMIDT, Guido**; Neuland 3, 42799 Leichlingen (DE). **SEYBOLD, Ralph**; Am Sandberg 33, 91088 Bubenreuth (DE). **STAUBACH, Christian**; Am Alten Pfarrhaus 13a, 45768 Marl (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

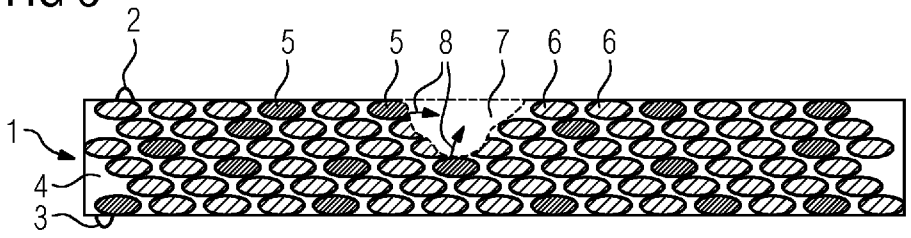
Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

WO 2017/202550 A1

(54) **Title:** CORONA SHIELD, ELECTRIC MACHINE, AND METHOD FOR MANUFACTURING THE CORONA SHIELD

(54) **Bezeichnung:** GLIMMSCHUTZ, ELEKTRISCHE MASCHINE UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN DES GLIMMSCHUTZES

FIG 3



(57) **Abstract:** The invention relates to a corona shield for an electric machine, comprising a varnish (4) that contains a first polymer resin, first electrically conductive particles (6) that are dispersed in the first polymer resin, and microcapsules (5) which are dispersed in the first polymer resin and include a second polymer resin in their interior.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Glimmschutz für eine elektrische Maschine, mit einem Lack (4), der ein erstes Polymerharz, in dem ersten Polymerharz dispergierte erste elektrisch leitfähige Partikel (6) und in dem ersten Polymerharz dispergierte Mikrokapseln (5) aufweist, die in ihrem Inneren ein zweites Polymerharz aufweisen.

Beschreibung

Glimmschutz, elektrische Maschine und Verfahren zum Herstellen des Glimmschutzes

Die Erfindung betrifft einen Glimmschutz und eine elektrische Maschine mit dem Glimmschutz.

Eine elektrische Maschine, wie beispielsweise ein Turbogenerator in einem Kraftwerk zur Erzeugung von elektrischer Energie, ist einer hohen mechanischen, thermischen und elektrischen Beanspruchung ausgesetzt. Der Turbogenerator weist insbesondere ein Blechpaket und eine Wicklung elektrischer Leiter auf. Das Blechpaket weist eine Mehrzahl an Nuten auf, in denen die Leiter eingebracht sind. An den beiden Enden des Blechpakets stehen die elektrischen Leiter aus dem Blechpaket hervor. Die Leiter sind von einer Hauptisolation umhüllt, die die Leiter gegeneinander, gegen das Blechpaket und gegen die Umgebung elektrisch isolieren.

Zur Vermeidung von Teilentladungen ist an der dem Leiter abgewandten Oberfläche der Hauptisolation ein Glimmschutz angeordnet. Zur Vermeidung von Teilentladungen an der Grenzfläche zwischen der Hauptisolation und dem Blechpaket weist der Glimmschutz zwischen der Hauptisolation und dem Blechpaket einen schwach elektrisch leitfähigen und geerdeten Außenglimmschutz auf, der aus dem Blechpaket hervorstehen kann. Zum Erden ist der Außenglimmschutz elektrisch leitend mit dem Blechpaket verbunden. Der Außenglimmschutz homogenisiert das von dem elektrischen Leiter ausgehende elektrische Feld. Damit können Bereiche mit lokal überhöhter elektrischer Feldstärke vermieden werden, wodurch auch die Entstehung von Teilentladungen an der Oberfläche der Hauptisolation unterbunden wird.

Weiterhin weist der Glimmschutz einen Endenglimmschutz auf, der am axialen Ende des Außenglimmschutzes an der Grenzfläche zwischen der Hauptisolation und der Umgebung vorgesehen ist.

Der Endenglimmschutz ist schwach elektrisch leitfähig und kann auch einen linear abnehmenden Widerstandsverlauf mit zunehmendem Abstand von dem Außenglimmschutz haben. Der Endenglimmschutz ist dabei eingerichtet, das im Betrieb des Turbogenerators gebildete elektrische Feld in einer Richtung weg von dem Blechpaket abzubauen.

Beschädigungen des Außenglimmschutzes, die beispielsweise beim Einlegen des mit der Hauptisolation und des Außenglimmschutzes umhüllten elektrischen Leiters in die Nut oder beim Eintrieb von Nutseidenfedern zwischen dem Außenglimmschutz und dem Blechpaket auftreten können, beeinträchtigen die das elektrische Feld homogenisierende Wirkung des Außenglimmschutzes und können zu einer Überhöhung der elektrischen Feldstärke und damit zu den Teilentladungen führen. Die Teilentladungen führen zu einer Zersetzung der Hauptisolation und des Außenglimmschutzes und verkürzen damit die Lebensdauer der elektrischen Maschine. Beschädigungen des Endenglimmschutzes können die das elektrische Feld abbauende Wirkung des Endenglimmschutzes beeinträchtigen und somit zu der Entstehung von Teilentladungen im Bereich des Endenglimmschutzes beitragen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher einen Glimmschutz für eine elektrische Maschine zu schaffen, wobei mit dem Glimmschutz die Lebensdauer der elektrischen Maschine verlängerbar ist.

Der erfindungsgemäße Glimmschutz für eine elektrische Maschine weist einen Lack auf, der ein erstes Polymerharz, in dem ersten Polymerharz dispergierte erste elektrisch leitfähige Partikel und in dem ersten Polymerharz dispergierte Mikrokapseln aufweist, die in ihrem Inneren ein zweites Polymerharz aufweisen. Bei einer Beschädigung des erfindungsgemäßen Glimmschutzes platzen die Mikrokapseln in dem beschädigten Bereich auf, wodurch sich das in den Mikrokapseln befindende zweite Polymerharz in den beschädigten Bereich fließt und dort aushärtet. Dadurch kann der Glimmschutz sich selbst reparieren, wodurch der Glimmschutz und damit auch die elektri-

sche Maschine eine lange Lebensdauer haben. Die ersten elektrisch leitfähigen Partikel verursachen dabei eine elektrische Leitfähigkeit des Glimmschutzes. In dem Fall, dass die ersten elektrisch leitfähigen Partikel in dem beschädigten Bereich des Glimmschutzes verbleiben, bewirken die elektrisch leitfähigen Partikel eine schwache elektrische Leitfähigkeit in dem reparierten Glimmschutz. Es ist bevorzugt, dass das erste Polymerharz und das zweite Polymerharz gleich sind. Bevorzugt ist, dass der Glimmschutz ein Außenglimmschutz und/oder ein Endenglimmschutz ist.

Es ist bevorzugt, dass der Lack zweite elektrisch leitfähige Partikel aufweist, die im Inneren der Mikrokapseln angeordnet sind. Dadurch fließen bei der Beschädigung des Glimmschutzes auch die zweiten elektrisch leitfähigen Partikel in den beschädigten Bereich. Dadurch wird erreicht, dass der beschädigte Bereich nach dem Aushärten des zweiten Polymerharzes elektrisch leitfähig ist, so dass ein von einem elektrischen Leiter der elektrischen Maschine ausgehendes elektrisches Feld auch im Bereich des beschädigten Bereichs und um diesen Bereich herum homogenisiert wird. Dadurch werden Feldstärkeüberhöhungen vorteilhaft unterbunden, wodurch Teilentladungen im Betrieb der elektrischen Maschine vermieden werden können. Es ist bevorzugt, dass der Massenanteil der Mikrokapseln bezogen auf den Lack und der Massenanteil der zweiten Partikel auf den Lack derart hoch gewählt wird, dass in dem ausgehärteten Bereich die zweiten Partikel überperkolierend vorliegen. Dies bedeutet, dass die zweiten Partikel in dem ausgehärteten Bereich ein durchgehendes Netzwerk bilden, das Randpunkte des ausgehärteten Bereichs miteinander verbindet, wodurch der beschädigte Bereich nach dem Aushärten des zweiten Polymerharzes insgesamt elektrisch leitfähig ist. Dabei ist bevorzugt, dass die ersten elektrisch leitfähigen Partikel und/oder die zweiten elektrisch leitfähigen Partikel Graphit, Ruß und/oder anorganische Partikel mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung aufweisen.

Es ist bevorzugt, dass die Summe der Gewichtsanteile der Mikrokapseln und der ersten elektrisch leitfähigen Partikel bezogen auf den Lack von 5 % bis 90 % beträgt. Die Zugabe der Mikrokapseln erhöht die Viskosität des Lacks. Eine niedrige Viskosität ist jedoch vorteilhaft beim Verarbeiten des Lacks. In dem angegebenen Wertebereich für den Gewichtsanteil hat der Lack eine ausreichende niedrige Viskosität für die Verarbeitung sowie einen ausreichend hohen Gewichtsanteil der Mikrokapseln, um eine gute Ausheilung des beschädigten Bereichs zu erreichen. Das Gewichtsverhältnis aus den Mikrokapseln zu den ersten elektrisch leitfähigen Partikeln ist bevorzugt von 1 bis 10, insbesondere von 1 bis 2.

Es ist bevorzugt, dass das Polymerharz ein Copolymer ist. Dabei ist bevorzugt, dass das Copolymer ein Polymer auf Basis von Polyacrylat, insbesondere Acrylsäureester und/oder Acrylnitril, und/oder Polystyrol ist. Weiterhin ist bevorzugt, dass ein Teil der Mikrokapseln lediglich eins der Monomere des Copolymers und ein anderer Teil der Mikrokapseln lediglich ein anderes der Monomere des Copolymers aufweist. Dadurch kommen die beiden Monomere vorteilhaft erst in Kontakt, wenn bei der Beschädigung die Mikrokapseln platzen, wodurch das Aushärten erst nach der Beschädigung erfolgen kann.

Die Mikrokapseln weisen bevorzugt in ihrem Inneren elektrisch nicht leitfähige anorganische Nanopartikel auf, insbesondere weisen die Nanopartikel TiO_2, SiO_2, Al_2O_3 und/oder MgO auf. In dem Fall, dass nach dem Aushärten des beschädigten Bereichs dennoch Teilentladungen in dem und oder in der Nähe des beschädigten Bereichs auftreten, so hat der mit den Nanopartikeln ausgehärtete Bereich eine höhere Festigkeit gegenüber die Teilentladungen und damit eine längere Lebensdauer, als es ohne die Nanopartikel der Fall wäre.

Die Mikrokapseln weisen bevorzugt in ihrem Inneren ein Lösungsmittel auf, insbesondere Ethanol, n-Propanol, Isopropanol, Ethylacetat und/oder ein Alkan, insbesondere n-Pentan, n-Hexan und/oder n-Heptan. Dadurch kann die Viskosität der

sich in den Mikrokapseln befindenden Flüssigkeit, d.h. das Polymerharz mit dem Lösungsmittel, verringert werden, wodurch die Flüssigkeit nach dem Aufplatzen der Mikrokapseln sich fein in dem beschädigten Bereich verteilen kann und auch in sehr kleine Risse eindringen kann. Damit ist eine nahezu vollständige Reparatur des beschädigten Bereichs möglich. Zudem kann durch ein Verdampfen des Lösungsmittels das Aushärten des Polymerharzes erfolgen.

Es ist bevorzugt, dass das Wandmaterial der Mikrokapseln Wachs, Polyharnstoff-Formaldehyd und/oder Polyurethan aufweist. Die Mikrokapseln haben bevorzugt einen mittleren Durchmesser von 10 µm bis 1500 µm.

Es ist bevorzugt, dass die Mikrokapseln eine Wanddicke von 50 nm bis 500 nm haben. Durch diese Wanddicke haben die Mikrokapseln eine ausreichende Festigkeit, so dass sie beim normalen Verarbeiten des Lacks nicht platzen, aber gleichzeitig ist die Wanddicke derart, dass sie bei der Beschädigung des Glimmschutzes platzen.

Der Glimmschutz weist bevorzugt ein poröses Band auf, das von dem Lack durchtränkt ist. Durch das Band hat der Glimmschutz eine erhöhte mechanische Festigkeit. Bevorzugt hat das von dem Lack durchtränkte Band eine ausreichende Porosität, um in einem VPI-Verfahren (englisch: vacuum pressure impregnation) verarbeitet zu werden, d.h. die Porosität ist ausreichend hoch, damit das von dem Lack durchtränkte Band von einem Harz, insbesondere einem Epoxidharz, durchtränkt werden kann. Bevorzugt ist das Band nach dem durchgeführten VPI-Verfahren teilporös, so dass durch die Kapillarwirkung des Bands das sich in den Mikrokapseln befindende Polymerharz besonders gut bei der Beschädigung der Mikrokapseln in dem Band verteilen kann. Die Teilporosität kann beispielsweise mittels Hohlfasern in dem Band erreicht werden. Durch die Teilporosität kann der Glimmschutz besonders gut und ohne die Bildung von Lufteinschlüssen, die die Bildung der Teilentladungen begünstigen, ausheilen. Es ist bevorzugt, dass das Band ein Gewebe

und/oder ein Vlies aufweist, insbesondere weist das Vlies und/oder das Gewebe Polyethylenterephthalat (PET), Polyester, Glas, Polyimid, Polyaramid, Polyamid, Polypropylen und/oder PTFE auf.

Die erfindungsgemäße elektrische Maschine weist einen elektrischen Leiter, eine Hauptisolation, die den elektrischen Leiter umhüllt, und den Glimmschutz auf, der auf die Außenseite der Hauptisolation aufgebracht ist. Der Glimmschutz ein Außenglimmschutz und/oder ein Endenglimmschutz sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen des Glimmschutzes weist die Schritte auf: - Aufbringen eines Lacks, der ein erstes Polymerharz, in dem ersten Polymerharz dispergierte erste elektrisch leitfähige Partikel und in ersten dem Polymerharz dispergierte Mikrokapseln aufweist, die in ihrem Inneren ein zweites Polymerharz aufweisen, auf eine einen elektrischen Leiter umhüllende Hauptisolation; - Aushärten des Polymerharzes. Dabei kann der Lack entweder direkt auf die Hauptisolation aufgebracht und ausgehärtet werden oder der Lack kann erst auf das Band aufgebracht und auf dem Band ausgehärtet werden und anschließend kann das Band mit dem ausgehärteten Lack auf die Hauptisolation aufgebracht werden. Es ist bevorzugt, dass der Lack ein Lösungsmittel, insbesondere Ethanol, n-Propanol, Isopropanol, Ethylacetat und/oder ein Alkan, insbesondere n-Pentan, n-Hexan und/oder n-Heptan, außerhalb und innerhalb der Mikrokapseln aufweist und das Polymerharz durch Verdunsten des außerhalb der Mikrokapseln sich befindenden Lösungsmittels ausgehärtet wird.

Im Folgenden wird anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein erfindungsgemäßer Glimmschutz vor einer Beschädigung,

Figur 2 den Glimmschutz nach der Beschädigung und

Figuren 3 und 4 den Prozess des Ausheilens der Beschädigung.

Wie es aus Figuren 1 bis 4 ersichtlich ist, weist ein Glimmschutz 1, beispielsweise ein Außenglimmschutz und/oder ein Endenglimmschutz, für eine elektrische Maschine einen Lack 4 auf. Der Lack 4 weist ein erstes Polymerharz, in dem ersten Polymerharz dispergierte erste elektrisch leitfähige Partikel 6 und in dem ersten Polymerharz dispergierte Mikrokapseln 5 auf. Die Mikrokapseln 5 weisen in ihrem Inneren ein zweites Polymerharz auf. Es ist denkbar, dass der Lack einen anorganischen und elektrisch nicht leitfähigen Füllstoff, beispielsweise in Form von Nanopartikeln, aufweist, wobei der Füllstoff in dem ersten Polymerharz und/oder zweiten Polymerharz dispergiert ist. Durch den Füllstoff lässt sich die Festigkeit des Glimmschutzes 1 gegenüber Teilentladungen erhöhen.

Die Mikrokapseln 5 können beispielsweise in einem Vertropfungsverfahren oder durch Emulsionspolymerisation hergestellt werden. Das Wandmaterial der Mikrokapseln 5 kann Wachs, Polyharnstoff-Formaldehyd und/oder Polyurethan aufweisen. Die Mikrokapseln 5 können einen mittleren Durchmesser von 10 µm bis 1500 µm haben. Die Mikrokapseln 5 können eine Wanddicke von 50 nm bis 3500 nm haben.

Der Lack 4 kann zweite elektrisch leitfähige Partikel aufweisen, die im Inneren der Mikrokapseln 5 angeordnet sind. Die zweiten elektrisch leitfähigen Partikel können hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer Größe gleich sein wie die ersten elektrisch leitfähigen Partikel 6. Denkbar ist auch, dass die zweiten elektrisch leitfähigen Partikel hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung gleich sind wie die ersten elektrisch leitfähigen Partikel 6, jedoch einen kleineren mittleren Durchmesser als die ersten elektrisch leitfähigen Partikel 6 haben. Damit können die zweiten elektrisch leitfähigen Partikel einfacher in den Mikrokapseln 5 untergebracht werden. Beispielsweise können die ersten elekt-

risch leitfähigen Partikel und/oder die zweiten elektrisch leitfähigen Partikel Graphit, Ruß und/oder anorganische Partikel mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung aufweisen. Es ist denkbar, dass die elektrische Leitfähigkeit der zweiten Partikel höher als die elektrische Leitfähigkeit der ersten Partikel ist. Dadurch kann erreicht werden, dass die elektrische Leitfähigkeit der ausgehärteten beschädigten Bereiche trotz einer geringeren Partikelkonzentration gleich hoch wie vor der Beschädigung ist.

Die Summe der Gewichtsanteile der Mikrokapseln 5 und der ersten halbleitfähigen Partikel 6 bezogen auf den Lack 4 beträgt beispielsweise von 10 % bis 50 %. Das Gewichtsverhältnis aus den Mikrokapseln 5 zu den ersten elektrisch leitfähigen Partikeln ist beispielsweise von 1 bis 10, insbesondere von 1 bis 2.

Beispielsweise sind das erste Polymerharz und/oder das zweite Polymerharz ein Copolymer. Das Copolymer kann beispielsweise ein Polymer auf Basis von Polyacrylat, insbesondere Acrylsäureester und/oder Acrylnitril, und/oder Polystyrol sein. Denkbar ist, dass ein Teil der Mikrokapseln 5 lediglich eins der Monomere des Copolymers und ein anderer Teil der Mikrokapseln 5 lediglich ein anderes der Monomere des Copolymers aufweist. Dadurch wird erreicht, dass erst bei einem Platzen der Mikrokapseln 5 die beiden Monomere in Kontakt kommen und das zweite Polymerharz aushärten kann.

In einem anderen Beispiel kann das zweite Polymerharz ein Monomer aufweisen, das lediglich in einem Teil der Mikrokapseln 5 angeordnet ist. In einem anderen Teil der Mikrokapseln 5 kann ein Polymerisationsstarter angeordnet sein. Der Polymerisationsstarter kann in einem Lösungsmittel gelöst vorliegen. Dadurch wird erreicht, dass erst bei einem Platzen der Mikrokapseln 5 der Polymerisationsstarter und das Monomer in Kontakt kommen und somit das zweite Polymerharz aushärtet.

Der Lack 4 kann einen Reaktivverdünner, wie beispielsweise 3-Ethyl-Oxetan-3-methanol oder cycloaliphatische Epoxide, aufweisen. Der Reaktivverdünner kann mit dem ersten Polymerharz und/oder mit dem zweiten Polymerharz vermischt sein.

Die Mikrokapseln 5 können zusätzlich in ihrem Inneren elektrisch nicht leitfähige anorganische Nanopartikel aufweisen. Beispielsweise können die Nanopartikel TiO_2, SiO_2, Al_2O_3 und/oder MgO aufweisen oder aus den vorgenannten Substanzen bestehen. Außerdem können die Mikrokapseln 5 in ihrem Inneren ein Lösungsmittel aufweisen, insbesondere Ethanol, n-Propanol, Isopropanol, Ethylacetat und/oder ein Alkan, insbesondere n-Pentan, n-Hexan und/oder n-Heptan.

Denkbar ist, dass der Glimmschutz 1 ein poröses, elektrisch nicht leitfähiges Band aufweist, das von dem Lack 4 durchtränkt ist. Das Band kann ein Gewebe und/oder ein Vlies aufweisen. Das Gewebe und/oder der Vlies können Hohlfasern aufweisen. Das Vlies und/oder das Gewebe können Polyethylenterephthalat (PET), Polyester, Glas, Polyimid, Polyaramid, Polyamid, Polypropylen und/oder PTFE aufweisen.

Figuren 1 bis 4 zeigen, wie sich der erfindungsgemäße Glimmschutz in der elektrischen Maschine selbst heilt. Die elektrische Maschine weist einen elektrischen Leiter, eine Hauptisolation, die den elektrischen Leiter umhüllt, und den Glimmschutz 1 auf. Der Glimmschutz 1 weist eine radiale Außenseite 2 und eine radiale Innenseite 3 auf. Der Glimmschutz 1 ist auf die radiale Außenseite der Hauptisolation aufgebracht, so dass die radiale Innenseite 3 an der radialen Außenseite der Hauptisolation anliegt. Die radiale Außenseite 2 des Glimmschutzes 1 ist mit einem Blechpaket der elektrischen Maschine in Berührkontakt und kann durch diesen Berührkontakt, durch Fremdeinwirkung und/oder durch Teilentladungen beschädigt werden, wodurch, wie in Figur 2 dargestellt, ein beschädigter Bereich 7 entsteht.

Durch die Beschädigung platzen die Mikrokapseln 5 auf und das in ihrem Inneren sich befindende zweite Polymerharz fließt in den beschädigten Bereich 7, wie es durch die Pfeile 8 in Figur 3 illustriert ist. Nach dem Aushärten des zweiten Polymerharzes ist der beschädigte Bereich 7 gefüllt und damit ausgeheilt, wie es mit dem Bezugszeichen 9 in Figur 4 dargestellt ist.

Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Glimmschutz für eine elektrische Maschine, mit einem Lack (4), der ein erstes Polymerharz, in dem ersten Polymerharz dispergierte erste elektrisch leitfähige Partikel (6) und in dem ersten Polymerharz dispergierte Mikrokapseln (5) aufweist,
die in ihrem Inneren ein zweites Polymerharz aufweisen,
wobei der Lack (4) zweite elektrisch leitfähige Partikel aufweist, die im Inneren der Mikrokapseln (5) angeordnet sind.

2. Glimmschutz gemäß Anspruch 1,
wobei die ersten elektrisch leitfähigen Partikel (6) und/oder die zweiten elektrisch leitfähigen Partikel Graphit und/oder Ruß aufweisen.

3. Glimmschutz gemäß Anspruch 1 oder 2,
wobei die Summe der Gewichtsanteile der Mikrokapseln (5) und der ersten elektrisch leitfähigen Partikel (6) bezogen auf den Lack (4) von 5 % bis 90 % beträgt.

4. Glimmschutz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei das Gewichtsverhältnis aus den Mikrokapseln (5) zu den ersten elektrisch leitfähigen Partikeln von 1 bis 10, insbesondere von 1 bis 2, ist.

5. Glimmschutz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei das erste Polymerharz und/oder zweite Polymerharz ein Copolymer ist, wobei das Copolymer insbesondere ein Polymer auf Basis von Polyacrylat, insbesondere Acrylsäureester und/oder Acrylnitril, und/oder Polystyrol ist,
wobei insbesondere das erste Polymerharz und das zweite Polymerharz gleich sind.

6. Glimmschutz gemäß Anspruch 5,
wobei ein Teil der Mikrokapseln (5) lediglich eins der Monomere des Copolymers und ein anderer Teil der Mikrokapseln (5) lediglich ein anderes der Monomere des Copolymers aufweist.

7. Glimmschutz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei die Mikrokapseln in ihrem Inneren elektrisch nicht leitfähige anorganische Nanopartikel aufweisen, insbesondere weisen die Nanopartikel TiO_2, SiO_2, Al_2O_3 und/oder MgO auf.

8. Glimmschutz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei die Mikrokapseln (5) in ihrem Inneren ein Lösungsmittel aufweisen, insbesondere Ethanol, n-Propanol, Isopropanol, Ethylacetat und/oder ein Alkan, insbesondere n-Pentan, n-Hexan und/oder n-Heptan.

9. Glimmschutz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8,
wobei das Wandmaterial der Mikrokapseln Wachs, Polyharnstoff-Formaldehyd und/oder Polyurethan aufweist.

10. Glimmschutz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9,
wobei die Mikrokapseln (5) einen mittleren Durchmesser von 10 µm bis 1500 µm haben, wobei die Mikrokapseln (5) insbesondere eine Wanddicke von 50 nm bis 3500 nm haben.

11. Glimmschutz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10,
wobei der Glimmschutz (1) ein poröses, elektrisch nicht leitfähiges Band aufweist, das von dem Lack (4) durchtränkt ist,
wobei das Band insbesondere ein Gewebe und/oder einen Vlies aufweist, insbesondere weist das Vlies und/oder das Gewebe Polyethylenterephthalat, Polyester, Glas, Polyimid, Polyaramid, Polyamid, Polypropylen und/oder PTFE auf.

12. Elektrische Maschine mit einem elektrischen Leiter, einer Hauptisolation, die den elektrischen Leiter umhüllt, und einem Glimmschutz (1) gemäß einem Ansprüche 1 bis 11, der auf die Außenseite der Hauptisolation aufgebracht ist.

13. Verfahren zum Herstellen eines Glimmschutzes (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11,
mit den Schritten:
- Aufbringen eines Lacks (4), der ein erstes Polymerharz, in dem ersten Polymerharz dispergierte erste elektrisch leitfähige Partikel (6) und in dem ersten Polymerharz dispergierte Mikrokapseln (5) aufweist, die in ihrem Inneren ein zweites Polymerharz aufweisen, auf eine einen elektrischen Leiter umhüllende Hauptisolation;
- Aushärten des ersten Polymerharzes.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13,
wobei der Lack (4) ein Lösungsmittel außerhalb und innerhalb der Mikrokapseln (5) aufweist und das Polymerharz durch Verdunsten des außerhalb der Mikrokapseln (5) sich befindenden Lösungsmittels ausgehärtet wird.

FIG 1

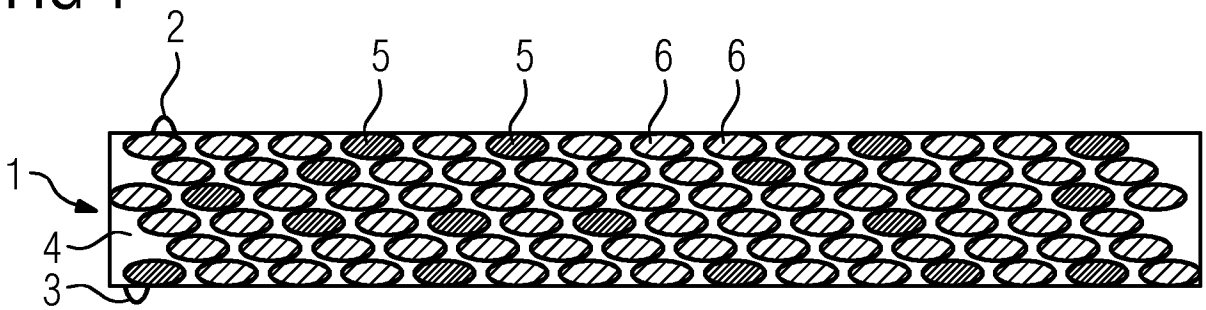


FIG 2

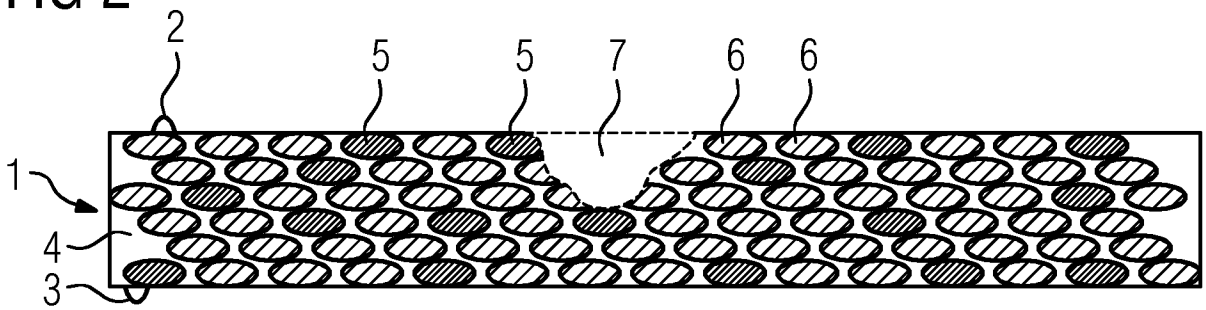


FIG 3

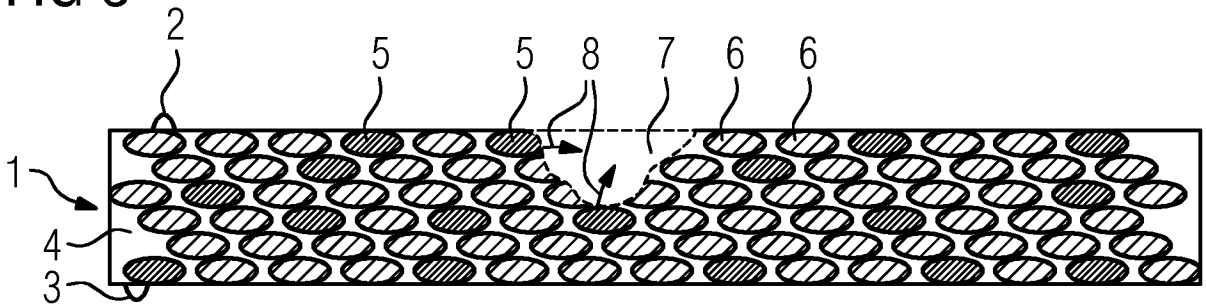
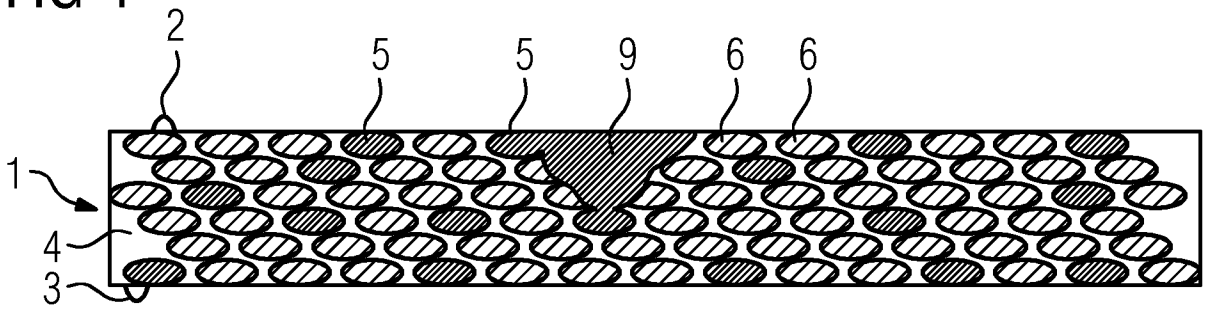


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/059487

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01B13/06 H01B13/30 H01B3/00 H01B7/18
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 624 258 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7 August 2013 (2013-08-07) paragraphs [0019], [0020], [0028], [0030] - [0035]; figure 1	1-14
A	DE 10 2009 039457 A1 (SIEMENS AG [DE]) 3 March 2011 (2011-03-03) paragraphs [0006], [0024]	1-14
A	US 3 446 741 A (HERVIG HAROLD C ET AL) 27 May 1969 (1969-05-27) columns 1,2; figure 2	1-14
A	US 7 285 306 B1 (PARRISH CLYDE F [US]) 23 October 2007 (2007-10-23) columns 1,3	1-14

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
5 July 2017	12/07/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Pötzsch, Robert

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	YUAN YAN CHAO ET AL: "Self-Healing Polymeric Materials Using Epoxy/Mercaptan as the Healant", MACROMOLECULES, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, US, vol. 41, 27 June 2008 (2008-06-27), pages 5197-5202, XP002530957, ISSN: 0024-9297, DOI: 10.1021/MA800028D [retrieved on 2008-06-27] the whole document	1-14
A	EP 1 168 372 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 2 January 2002 (2002-01-02) paragraph [0025]; claim 1	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/059487

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2624258 A1	07-08-2013	EP 2624258 A1	07-08-2013
		WO 2013117373 A1	15-08-2013
DE 102009039457 A1	03-03-2011	NONE	
US 3446741 A	27-05-1969	CH 468059 A	31-01-1969
		DE 1570922 A1	19-03-1970
		GB 1073382 A	28-06-1967
		US 3446741 A	27-05-1969
US 7285306 B1	23-10-2007	US 7285306 B1	23-10-2007
		US 2008234463 A1	25-09-2008
		US 2012115971 A1	10-05-2012
EP 1168372 A1	02-01-2002	CA 2350369 A1	20-12-2001
		EP 1168372 A1	02-01-2002
		JP 2002075056 A	15-03-2002
		US 2002007959 A1	24-01-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/059487

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01B13/06 H01B13/30 H01B3/00 H01B7/18
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 624 258 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7. August 2013 (2013-08-07) Absätze [0019], [0020], [0028], [0030] - [0035]; Abbildung 1	1-14
A	DE 10 2009 039457 A1 (SIEMENS AG [DE]) 3. März 2011 (2011-03-03) Absätze [0006], [0024]	1-14
A	US 3 446 741 A (HERVIG HAROLD C ET AL) 27. Mai 1969 (1969-05-27) Spalten 1,2; Abbildung 2	1-14
A	US 7 285 306 B1 (PARRISH CLYDE F [US]) 23. Oktober 2007 (2007-10-23) Spalten 1,3	1-14

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
5. Juli 2017	12/07/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Pötzsch, Robert

2

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	YUAN YAN CHAO ET AL: "Self-Healing Polymeric Materials Using Epoxy/Mercaptan as the Healant", MACROMOLECULES, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, US, Bd. 41, 27. Juni 2008 (2008-06-27), Seiten 5197-5202, XP002530957, ISSN: 0024-9297, DOI: 10.1021/MA800028D [gefunden am 2008-06-27] das ganze Dokument -----	1-14
A	EP 1 168 372 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 2. Januar 2002 (2002-01-02) Absatz [0025]; Anspruch 1 -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/059487

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2624258 A1	07-08-2013	EP 2624258 A1	07-08-2013
		WO 2013117373 A1	15-08-2013
DE 102009039457 A1	03-03-2011	KEINE	
US 3446741 A	27-05-1969	CH 468059 A	31-01-1969
		DE 1570922 A1	19-03-1970
		GB 1073382 A	28-06-1967
		US 3446741 A	27-05-1969
US 7285306 B1	23-10-2007	US 7285306 B1	23-10-2007
		US 2008234463 A1	25-09-2008
		US 2012115971 A1	10-05-2012
EP 1168372 A1	02-01-2002	CA 2350369 A1	20-12-2001
		EP 1168372 A1	02-01-2002
		JP 2002075056 A	15-03-2002
		US 2002007959 A1	24-01-2002