

(19)



(11)

EP 3 014 712 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.02.2019 Patentblatt 2019/09

(51) Int Cl.:
H01R 39/22 ^(2006.01) **H01R 39/20** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14734107.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/063414

(22) Anmeldetag: **25.06.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/207047 (31.12.2014 Gazette 2014/53)

(54) VORRICHTUNG ZUR ABLEITUNG VON ERDUNGSSTRÖMEN, INSBESONDERE IN WINDKRAFTANLAGEN

DEVICE FOR DIVERTING EARTH CURRENTS, MORE PARTICULARLY IN WIND TURBINES

DISPOSITIF POUR DÉRIVER DES COURANTS DE MISE À LA TERRE, NOTAMMENT DANS DES ÉOLIENNES

(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

- **KINAST, Bernd**
13127 Berlin (DE)
- **VESPER, Wolfgang**
53115 Bonn (DE)
- **WOLTER, Dirk**
53117 Bonn (DE)

(30) Priorität: **25.06.2013 DE 102013212062**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.05.2016 Patentblatt 2016/18

(74) Vertreter: **Gulde & Partner**
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei mbB
Wallstraße 58/59
10179 Berlin (DE)

(73) Patentinhaber: **PanTrac GmbH**
10367 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 662 640 EP-A2- 0 212 666
DE-A1-102010 039 065 US-A- 2 640 944

(72) Erfinder:
• **FABER, Manfred**
50181 Bedburg (DE)

EP 3 014 712 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 eine Kohlenstoffbürste und eine Vorrichtung zur Ableitung von Erdungsströmen, insbesondere in Windkraftanlagen, von elektrischen Maschinen, mit einem an einem Läufer der elektrischen Maschine angeordneten Erdungsring und einem mit Masse verbundenen Schleifkontaktelement, das mit dem Erdungsring in Kontakt steht.

[0002] Vorrichtungen der gattungsgemäßen Art sind bekannt.

[0003] Bei großen elektrischen Maschinen im Netzbetrieb und bei elektrischen Maschinen im Umrichterbetrieb treten Wellenspannungen auf. Sobald diese Wellenspannungen einen bestimmten Schwellwert im Bereich von ca. 4 V (Spitzenspannung) überschreiten, kommt es im hydrodynamischen, wenige μm dicken, isolierenden Ölfilm der Lager zu einem elektrischen Durchschlag. Dieser elektrische Durchschlag schädigt die Laufflächen und führt zu einer Elektroerosion, die die statische Lagerlebensdauer deutlich reduzieren kann.

[0004] Bei Umrichtermaschinen werden darüber hinaus Wellenspannungen durch die sogenannte Common Mode Spannung verursacht. Im Gegensatz zum Drehstromnetz heben sich die Spannungsvektoren der drei Phasen am Umrichter Ausgang nicht in jedem Zeitpunkt zu Null auf. Diese technologiebedingte Restspannung wird Common Mode Spannung genannt. Über einen Schwingkreis aus Leitungsinduktivität und Maschinenkapazitäten werden durch die Impulse der Common Mode Spannung Wellenspannungen als stark gedämpfte elektrische Schwingungen angelegt. Die Frequenzen dieser genannten Schwingungen liegen im Bereich von 30 bis 50 kHz und die Wiederholfrequenzen der einzelnen Spannungsspeaks entsprechen der Umrichtertaktfrequenz im Bereich von 2 bis 3 kHz.

[0005] Bei läuferspeisenden Windkraft-Asynchrongeneratoren liegt der Umrichter über Schleifringe direkt am Läufer.

[0006] Um die Lagerströme abzuleiten, das heißt diese nicht über die Lager zu führen, ist aus DE 10 2010 039 065 A1 eine sogenannte Wellenerdung bekannt. Hierbei wird auf der Welle ein Erdungsring angeordnet, der mit einem Schleifkontaktelement, das mit Erde verbunden ist, in Kontakt steht. Das Schleifkontaktelement wird bekanntermaßen von einer Metallgraphitbürste oder Metallgraphit-Naturgraphit-Schichtbürste gebildet.

[0007] Es hat sich gezeigt, dass bei dem Einsatz der Metallgraphitbürsten oder Metallgraphit-Naturgraphit-Schichtbürsten ein relativ schneller Verschleiß an der Vorrichtung zur Ableitung von Erdungsströmen auftritt. Hierbei kommt es regelmäßig zu Anfleckungen auf den Erdungsringen und den Kontaktbahnen und zu Anbrennungen und Metallablagerungen auf den Erdungsringen und Kontaktbahnen. Es setzen Mikrolichtbögen zwischen dem Erdungsring und dem Schleifkontaktelement ein, die zu einer Erosion des Erdungsringes führen. Der hiermit einhergehende mechanische Verschleiß der Er-

dungsringe und der mit diesen in Kontakt stehenden Schleifkontaktelemente führt zu einem Anstieg des Spannungsabfalls über die Kontaktpartner. Hierdurch besteht die Gefahr des Ableitens der Wellenströme nicht über die Vorrichtung zum Ableiten von Erdungsströmen, sondern über die Lager, wodurch diese wiederum dem an sich zu verhindernden Verschleiß unterliegen.

[0008] Aus EP 1 662 649 A1 ist eine Kohlenstoffbürste bekannt, die elektrovalent oder kovalent gebundene Silberverbindungen umfasst.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Kohlenstoffbürste und eine Vorrichtung zur Ableitung von Erdungsströmen der gattungsgemäßen Art zu schaffen, die sich durch einen einfachen Aufbau auszeichnet und die verschleißarm ist und eine sichere Ableitung von hochfrequenten Strömen gewährleistet.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass die Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung für ein Schleifkontaktelement, das mit einem Erdungsring einer elektrischen Maschine in einer Windkraftanlage in Kontakt steht, eine Rohdichte von 1,2 bis 1,28 g/cm³ aufweist und einen Silberanteil zwischen 2 und 5 Gew% in Bezug auf die Kohlenstoffbürste, wird vorteilhaft möglich, bereits vorhandene Vorrichtungen zur Ableitung von Erdungsströmen in Windkraftanlagen mit der erfindungsgemäßen Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung auszustatten. Hierdurch wird die statische Lebensdauer der Lager der elektrischen Maschinen wesentlich verlängert.

[0011] Ein Verschleiß des Erdungsringes, das heißt der mit dem Schleifkontakt in Kontakt kommenden Kontaktbahn, wird auf ein absolutes Minimum reduziert.

[0012] Durch den Zusatz von Silber stellt sich ein gleichmäßiger und geringer Spannungsabfall bei unterschiedlichen Betriebs- und Umgebungsbedingungen ein. Der Kohlenstoff mit Metalleinlagerung mit der erfindungsgemäßen Rohdichte weist ebenfalls die vorstehend beschriebenen Vorteile auf. Durch die erfindungsgemäß gefundene Kombination eines Graphit mit geringer Dichte und konstantem, hohem Reibwert mit geringem Silberanteil im Gefüge wird erreicht, dass die Elastizität und der Reibwert des Graphitwerkstoffes erhalten bleibt, wobei die geringe Silbermenge die Dichte nur gering beeinflusst, aber gleichzeitig eine deutliche Reduktion von Spannungsspeaks bewirkt wird. Somit kann eine sichere Ableitung von hochfrequenten Strömen von der Welle erfolgen. Die Lager werden somit sicher geschützt und besitzen hiermit eine große statische Lebensdauer.

[0013] Insgesamt kann das Wartungsintervall zur Überprüfung beziehungsweise zum Austausch von Schleifkontaktelement und/oder Erdungsring deutlich verlängert werden. Insbesondere beim Einsatz von läufergespeisten Asynchrongeneratoren in Windkraftanlagen ergibt sich hiermit aufgrund der oftmals schwierigen Zugänglichkeit, beispielsweise bei Offshore-Anwendungen, ein deutlicher wirtschaftlicher Vorteil.

[0014] Die Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung

mit den in Anspruch 2 genannten Merkmalen gelöst. Das Schleifkontaktelement, weist eine Kohlenstoffbürste mit einer Rohdichte von 1,2 bis 1,28 g/cm³ auf, und die Kohlenstoffbürste weist eine Metalleinlagerung von Silber auf, wobei der Silberanteil zwischen 2 und 5 Gew% beträgt in Bezug auf die Kohlenstoffbürste. Hierdurch ist es möglich, der Bürste eine hohe Elastizität zu verleihen. Durch diese, gegenüber den bekannten Metallgraphitbürsten niedrige Rohdichte wurde erreicht, dass der Kohlenstoff mit Metalleinlagerung eine gute elektrische und mechanische Kontaktierung des Schleifkontaktelementes mit dem Erdungsring sicherstellt und eine hohe Langlaufzeitfestigkeit mit sehr konstanten Reibkoeffizienten über das gesamte Belastungsspektrum aufweist. Der Reibungskoeffizient liegt beispielsweise im Bereich zwischen 0,15 bis 0,20. Der Reibungskoeffizient bleibt bei unterschiedlichen Betriebs- und Umgebungsbedingungen konstant. Wartungsintervalle und somit der damit verbundene Aufbau können deutlich reduziert werden.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnung, die schematisch eine Vorrichtung zur Ableitung von Erdungsströmen zeigt, näher erläutert.

[0016] Figur 1 zeigt eine insgesamt mit 10 bezeichnete Vorrichtung zur Ableitung von Erdungsströmen. Die Vorrichtung 10 umfasst einen Erdungsring 12, der auf einer Welle 14 angeordnet ist. Die Welle 14 ist Bestandteil eines Läufers einer elektrischen Maschine, insbesondere eines läuferspeisenden Asynchrongenerators für Windkraftanlagen. Aufbau und Wirkungsweise von läuferspeisenden Asynchrongeneratoren sind allgemein bekannt, so dass hierauf im Rahmen der vorliegenden Beschreibung nicht näher eingegangen wird.

[0017] Dem Erdungsring 12 ist ein Schleifkontaktelement 16 zugeordnet, das eine Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 umfasst. Die Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 ist über eine hier gezeigte Leitung 20 mit Erdpotential verbunden.

Die Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 ist in Kontakt mit dem Erdungsring 12. Eine derartige Anordnung ist an sich bekannt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 eine Rohdichte von 1,2 bis 1,28 g/cm³ aufweist. Ferner weist die Metallgraphitbürste 18 eine Silberimprägnierung zwischen 2 und 5 % Silberanteil auf.

Durch die geringe Dichte und den Silberanteil wird neben dem konstanten Reibungskoeffizienten auch ein geringer Spannungsabfall, das heißt ein niedriger Übergangswiderstand zwischen der Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 und dem Erdungsring 12 erzielt.

Zur Erzielung der Silberimprägnierung wird eine Silberlösung in die Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 mit der niedrigen Rohdichte injiziert und dann das Silber durch einen chemisch-thermischen Prozess ausgefällt. Das Silber wird hierzu nicht aufgeschmolzen. Der Silberanteil spielt für die Stromleitfähigkeit der Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 nur eine untergeordnete

Rolle. Ein 5%iger Silberanteil in der Metallgraphitbürste 18 bewirkt das Absenken des Spannungsabfalls über der Vorrichtung 10 um 50 % und ein 2,5%iger Silberanteil bewirkt ein Absenken des Spannungsabfalls in der Vorrichtung 10 um 25 % gegenüber einer nicht mit Silber imprägnierten Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung. Die Silberimprägnierung führt somit zusätzlich zu der an sich schon erfindungsgemäß vorgesehenen niedrigen Rohdichte der Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 zu weiteren Vorteilen.

Insbesondere wird eine hohe Impulsstromfestigkeit erzielt. Bei Leerlauf beträgt diese beispielsweise 0 A/cm², und bei Last 20 A/cm². Durch die geringe Dichte besitzt die Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 eine hohe Elastizität, die zu einem konstanten Reibungskoeffizienten führt. Erzielbar ist die geringe Dichte beispielsweise durch einen geringen Aschegehalt, von beispielsweise 0,8 Gew% in der eingesetzten Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung.

Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass durch den hochelastischen Bürstenwerkstoff für die Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 mit geringer Dichte ein stabiler Reibwert in Kombination mit dem geringen Silberanteil im Bürstenwerkstoff und ein geringer Spannungsabfall erzielt wird. Hierdurch wird ein wartungsarmes Laufverhalten der Vorrichtungsableitung von Erdungsströmen mit geringem Verschleiß der Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung 18 und geringem Verschleiß des Erdungsringes 12 erhalten.

Bezugszeichenliste

[0018]

- | | |
|----|---|
| 10 | Vorrichtung |
| 12 | Erdungsring |
| 14 | Welle |
| 16 | Schleifkontaktelement |
| 18 | Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung |
| 20 | Leitung |

Patentansprüche

1. Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung (18) für ein Schleifkontaktelement (16), das mit einem Erdungsring (12) einer elektrischen Maschine in einer Windkraftanlage in Kontakt bringbar ist, **dadurch gekennzeichnet dass** die Kohlenstoffbürste mit Metalleinlagerung (18) eine Rohdichte von 1,2 bis 1,28 g/cm³ und einen Silberanteil zwischen 2 und 5 Gew% in Bezug auf die Kohlenstoffbürste aufweist.
2. Vorrichtung zur Ableitung von Erdungsströmen, insbesondere in Windkraftanlagen, von elektrischen Maschinen mit einem an einem Läufer der elektrischen Maschine angeordneten Erdungsring und einem mit Masse verbundenen Schleifkontaktelement

ment, das mit dem Erdungsring in Kontakt steht,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Schleifkontaktelement (16) eine Kohlenstoff-
 bürste nach Anspruch 1 aufweist.

5

Claims

1. A carbon brush with a metal insert (18) for a sliding contact element (16), which is able to be brought into contact with a grounding ring (12) of an electric machine in a wind turbine,
characterised in that the carbon brush with a metal insert (18) has a gross density of 1.2 to 1.28 g/cm³ and a silver content between 2 and 5 wt% with respect to the carbon brush.
2. A device for diverting grounding currents, in particular in wind turbines, of electric machines, comprising a grounding ring arranged at a rotor of the electric machine and a sliding contact element connected to ground, which is in contact with the grounding ring,
characterised in that the sliding contact element (16) includes a carbon brush according to Claim 1.

10

15

20

25

Revendications

1. Brosse de carbone avec alliage métallique (18) pour un élément de contact frotteur (16), lequel peut être mis en contact avec un anneau de mise à la terre (12) d'une machine électrique dans une éolienne,
caractérisée en ce que la brosse de carbone avec alliage métallique (18) présente une densité apparente de 1,2 à 1,28 g/cm³ et une teneur en argent entre 2 et 5 % massique par rapport à la brosse de carbone.
2. Dispositif pour la dérivation de courants de terre, en particulier dans des éoliennes, de machines électriques avec un anneau de mise à la terre disposé sur un rotor de la machine électrique et un élément de contact frotteur relié à la masse, avec lequel l'anneau de mise à la terre est en contact,
caractérisé en ce que l'élément de contact frotteur (16) présente une brosse de carbone selon la revendication 1.

30

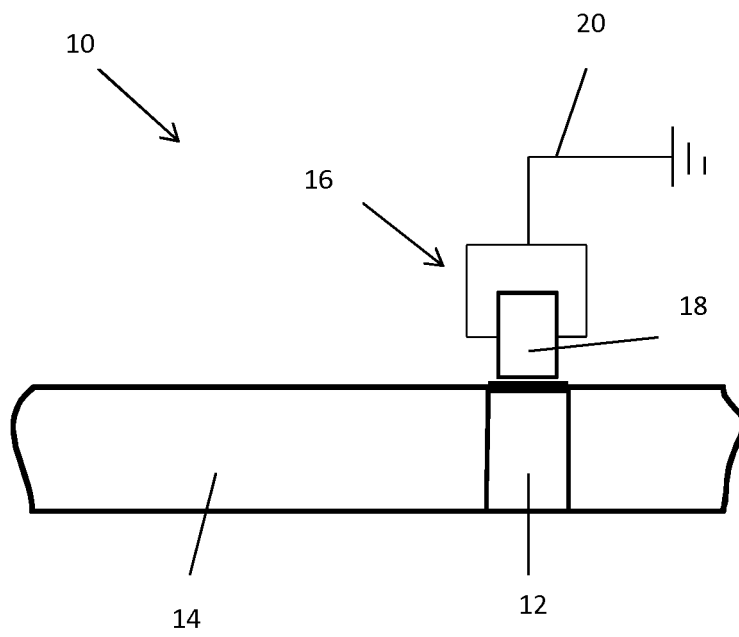
35

40

45

50

55



Figur

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 102010039065 A1 [0006]
- EP 1662649 A1 [0008]