



(11)

EP 1 133 028 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.01.2007 Patentblatt 2007/04

(51) Int Cl.:
H01R 39/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01103814.8**

(22) Anmeldetag: **16.02.2001**

(54) **Schleifring-Anordnung bei elektrischen Motoren und Generatoren**

Slip-ring arrangement for electrical motors and generators

Dispositif bague collectrice pour moteurs électriques et générateurs

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
LT LV RO SI

(30) Priorität: **25.02.2000 DE 10009007**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.09.2001 Patentblatt 2001/37

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

(72) Erfinder:
• **Vesper, Wolfgang, Dr.
53115 Bonn (DE)**

- **Stadie, Klaus
53343 Wachtberg (DE)**
- **Hahn, Ingolf
53177 Bonn (DE)**
- **Meyer, Aloysius
91336 Heroldbach (DE)**

(74) Vertreter: **Gulde, Klaus W.
Anwaltskanzlei
Gulde, Hengelhaupt, Ziebig & Schneider
Wallstrasse 58/59
10179 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 234 427 EP-A- 0 762 607
WO-A-99/35720 DE-A- 2 838 144
DE-C- 875 234 US-A- 4 406 961
US-A- 5 224 138

EP 1 133 028 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Schleifring-Anordnungen für elektrische Maschinen mit Bürsten aus Kohlenstoff-Werkstoffen und Schleifringkörpern, wobei die Bürsten mit den Schleifringen der Schleifringkörper elektrisch leitend miteinander verbunden sind.

[0002] Elektrische Motoren und Generatoren, mit denen elektrische Energie in Rotationsenergie oder umgekehrt Rotationsenergie in elektrische Energie umgewandelt wird, benötigen eine Stromzuführung für die drehbar angeordnete Spule, die kraftschlüssig oder formschlüssig mit der Drehachse verbunden ist. Dies erfolgt üblicherweise über mit der Drehachse verbundene und mit dieser konzentrische Schleifringe, die mit feststehenden Bürsten leitend verbunden sind, oder über die Paarung von Bürsten mit sogenannten Kommutatoren oder Kollektoren, die neben der Herstellung der elektrischen Verbindung zwischen dem feststehenden und dem drehenden Teil der elektrischen Maschine auch die Stromwendung (bei Gleichstrommaschinen) bewirken.

[0003] Üblicherweise bestehen die Schleifringe und Kommutatoren aus Metallen wie Kupfer, Kupferlegierungen wie z.B. Bronze, Zinnbronzen, Nickelbronze, Silber oder Stahl. Die Schleifringe werden zu Schleifringkörpern durch isolierende Befestigungen mit der Nabe (Drehachse) verbunden, wobei sie dieser gegenüber und untereinander isoliert sind. Entlang des Umfangs der Schleifringe sind elektrisch leitende Bürsten ortsfest angeordnet, die durch Federkraft mit der Oberfläche der Schleifringe in Kontakt gehalten werden. Für Wechselstrom-Motoren und -Generatoren werden Schleifringe einzeln oder mehrfach je Phase benötigt.

[0004] Die Gleitkontakte (Bürsten) bestehen meist aus Kohlenstoff-werkstoffen, gegebenenfalls in Kombination mit Metallen (z.B. Metallgraphit, zu dessen Herstellung Mischungen von Metallpulvern, insbesondere Kupfer, Zinn oder Blei, mit Graphit, insbesondere Naturgraphit, verpreßt und anschließend durch Glühen oder Sintern verfestigt werden).

[0005] Bei all diesen Werkstoffpaarungen kommt es durch die gegenseitige Bewegung und auch durch die teilweise hohen übertragenen Ströme zu Verschleiß, wobei sich aus dem Abrieb Stäube bilden können, die zu Kriechwegverkürzung durch Verschmutzung und damit zu Überschlagen führen können; andererseits ergibt sich ein Abtrag der sich berührenden Schichten. Dabei ergeben sich durch die Notwendigkeit des Ersatzes der Bürsten und der Oberflächen-Nachbehandlung der Schleifringe (Abdrehen der Fehlstellen wie Riefen oder ähnliches) zusätzliche Wartungsintervalle, die kürzer sind als die Wartungsintervalle der (Wälz-) Lager, was wesentlich erhöhte Wartungskosten vor allem durch zusätzliche Ausfallzeiten verursacht.

[0006] Es ist daher erwünscht, den Abrieb möglichst gering zu halten und so die Häufigkeit der dadurch bedingten Wartungsarbeiten geringer oder höchstens gleich der Häufigkeit der Wartungsarbeiten für die Lager und/oder anderer Verschleißteile zu machen.

[0007] Aus der Patentschrift DD 258 687 A1 und aus VEM Zeitschrift 1975, S. 15 ff ist bekannt, daß bei einer Paarung von Graphitbürsten mit Schleifringen aus Graphit der Verschleiß sehr niedrig ist. Dieses System hat jedoch den Nachteil, daß durch den Graphitkörper der Schleifringe wegen dessen im Vergleich zu Metallen relativ hohen spezifischen Widerstandes nur geringe Ströme durchgeleitet werden können. Bei hohen durchgeleiteten Strömen wird die Ohm'sche Wärme unzulässig hoch. Dies kann zu Schädigung des Systems führen. Die Ein- oder Ableitung des Stroms erfolgt bei einem Schleifring über einen metallischen Leiter, der parallel zur Drehachse seitlich versetzt zu dieser verläuft und mit dem Körper des Schleifrings elektrisch leitend verbunden ist. Da der Widerstand im Inneren eines Graphitschleifrings von ähnlicher Größe wie der Übergangswiderstand zwischen Schleifring und Bürste ist, führt dies bei konstantem induzierten Strom in der Spule zu periodischen Spannungsschwankungen bei einem Generator bzw. bei einem Motor zu ungleichmäßigem Drehmoment, je nach der Weglänge des Stroms und damit dem wirksamen Widerstand in dem Schleifring.

[0008] Eine andere Konstruktion ist aus der Patentschrift DD 248 909 bekannt. Hier wird ein Schleifring mit einer metallischen Schleifringbasis und einem aufgelöteten Kohlegleitring beschrieben, wobei die Schleifringbasis Hohlräume aufweist, um die Verlustwärme durch allseitige Belüftung abführen zu können. Die der metallischen Schleifringbasis zugewandte Seite des Kohlegleitringes muß metallisiert sein, um einen niedrigen Übergangswiderstand zu gewährleisten und eine Lötverbindung zu ermöglichen. Durch die starke Erwärmung der Konstruktion durch die Ohm'sche Verlustleistung sowie auch bereits beim Löten treten Wärmespannungen auf. Daher wird der Außenteil der metallischen Schleifringbasis vorzugsweise mit Aussparungen zur Kompensation von Wärmespannungen versehen.

[0009] Dokument WO99/35720 offenbart eine Schleifring-Anordnung, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0010] Es besteht daher die Aufgabe, eine Konstruktion für Schleifringe zu finden, die zu möglichst niedrigem Verschleiß führt, und andererseits eine ausreichend hohe Strombelastung zuläßt, damit derartige Systeme auch im Hochstrombereich eingesetzt werden können, ohne daß die aus dem Stand der Technik bekannten starken Erwärmungen auftreten. Eine weitere Aufgabe ist, bestehende Maschinen mit metallischen Schleifringen so nachzurüsten zu können, daß der Verschleiß kleiner wird, wobei möglichst wenige Teile ersetzt werden sollten.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Schleifring-Konstruktion, die aus einem metallischen Schleifring üblicher Bauart als Schleifringbasis und einer auf dieser Schleifringbasis aufgeklebten Gleitschicht, die vorzugsweise aus einem Kohlenstoff-Werkstoff besteht. Wird ein Kohlenstoff-Werkstoff eingesetzt, so ist es vorteilhaft, einen Graphit-Werkstoff,

und besonders bevorzugt, einen isostatisch gepreßten Graphit-Werkstoff mit einzusetzen. Weiterhin sollte die Biegefestigkeit des Graphitwerkstoffes bevorzugt mindestens 30 MPa (= 30 N/mm²) betragen, damit die Schichtdicke des Kohlenstoff-Werkstoffes ausreichend niedrig gehalten werden kann. Durch diese Konstruktion wird einerseits erreicht, daß die Kontaktflächenpaarung einen minimalen Verschleiß aufweist, da das Material des Reibungspartners der Bürsten so gewählt werden kann, daß der Abrieb zwischen diesen gegeneinander bewegten Werkstoffen erheblich niedriger ist als der zwischen einer Paarung aus Metallen oder einer Paarung mit Metall und Kohlenstoff-Werkstoff für die Bürsten. Andererseits ist durch diese Konstruktion der Übergangswiderstand zwischen der metallischen Basis des Schleifrings und der Gleitschicht zentrosymmetrisch.

[0012] Die Erfindung betrifft daher eine Schleifring-Anordnung für elektrische Motoren und Generatoren, in denen Bürsten aus Kohlenstoff-Werkstoffen und die Schleifringe der Schleifringkörper elektrisch leitend miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Schleifringe metallische Schleifringe üblicher Bauart (Schleifringbasis) und eine elektrisch leitende Gleitschicht aus einem Graphit-Werkstoff umfassen, deren Dicke maximal 11 % des Außenradius des Schleifrings beträgt und die elektrisch leitend auf dem Umfang der metallischen Schleifringbasis durch Verklebung befestigt ist. Es ist auch möglich, daß nicht alle Schleifringe des Schleifringkörpers mit der Gleitschicht versehen sind.

[0013] Als Schleifringkörper wird, wie für den Fachmann üblich, hier die Anordnung bezeichnet, die aus der Nabe, dem Isolator (bevorzugt der Isolierhülle in Form eines Zylindermantels) und den Schleifringen besteht, die bei der Erfindung aus der metallischen Schleifringbasis und der Gleitschicht zusammengesetzt sind.

[0014] Die Dicke der Gleitschicht ist nach oben begrenzt durch ihre Leitfähigkeit (je dicker die im Vergleich zu Metallen schlechter leitfähige Gleitschicht ist, desto höher wird der Widerstand zwischen der mit der metallischen Schleifringbasis leitend verbundenen Ableitung und der Anschlußleitung an der Bürste). Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Dicke der Gleitschicht nicht größer als 11 % des Radius des äußeren Mantels der Gleitschicht zu machen.

[0015] Die metallische Schleifringbasis ist üblicherweise ein flacher zylindrischer Tragring, der massiv, mit (meist kreisförmigen) Aussparungen oder als Speichenrad ausgeführt sein kann. Es ist auch möglich und bevorzugt, die Breite der Schleifringbasis in der Nähe des äußeren Mantels in der Region größer zu wählen als bei dem Rest des Ringes. Die Schleifringbasis erhält damit das Aussehen eines flachen Ringes (der ebenfalls Aussparungen aufweisen kann), auf dessen Umfang in bevorzugter Weise ein (in Richtung parallel zur Achse) breiterer Zylindermantel wie ein Reif ausgeführt ist. Auf der (äußeren) Mantelfläche dieser Schleifringbasis wird eine Gleitschicht mit konstanter Dicke elektrisch leitend befestigt. Diese Befestigung wird vorzugsweise durch eine leitfähige Verklebung hergestellt. Der Vorteil einer Verklebung ist, daß die elektrische Verbindung eine möglichst große Kontaktfläche hat, dies senkt den Übergangswiderstand und verteilt die Kraft zwischen beiden Materialien auf eine möglich große Fläche. Bei einer Verklebung entfällt auch das ansonsten bei der Herstellung einer Lotverbindung erforderliche Erwärmen auf Temperaturen, bei denen das Lot schmilzt. Beim Lötten werden nämlich besondere Vorsichtsmaßnahmen erforderlich, um eine Schädigung der Schleifringbasis zu vermeiden, wie Demontage oder Anbringen eines Wärmeschildes.

[0016] Die Gleitschicht besteht aus einem elektrisch leitenden Graphit-Werkstoff. Bevorzugt wird als Material für die Gleitschicht ein Graphit-Werkstoff mit einer Biegefestigkeit von mindestens 30 MPa eingesetzt. Weiterhin wird bevorzugt isostatisch gepreßter Graphit-Werkstoff verwendet. Die Dicke der Gleitschicht sollte wegen des im Vergleich zur metallischen Schleifringbasis höheren spezifischen Widerstandes möglichst gering gehalten werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß einerseits die mechanische Stabilität der Gleitschicht mit geringerer Dicke kleiner wird, und andererseits der Abrieb in Verbindung mit den (üblicherweise und bevorzugt aus Kohlenstoff-Werkstoffen bestehenden) Bürsten durch die geeignete Auswahl von Werkstoff und dessen Dicke so gestaltet werden soll, daß die durch Erneuerung der Gleitschicht erforderlich werdenden Wartungsintervalle gleich oder größer sind als die durchschnittliche Wälzlager-Lebensdauer. Die Dicke der Gleitschicht sollte daher nicht mehr als 11 % des Außenradius des Schleifrings (also des äußeren Radius der Gleitschicht) betragen; bevorzugt ist die Dicke der Gleitschicht 10 % oder weniger dieses Radius, insbesondere 8 % oder weniger, wobei Anteile von 6 % und darunter bzw. 4 % und darunter besonders bevorzugt werden.

[0017] Zur Verklebung von Gleitschicht und metallischer Schleifringbasis werden leitfähige Klebstoffe verwendet. Diese Klebstoffe sollten bevorzugt so ausgewählt werden, daß ihre Temperaturbeständigkeit so groß ist, daß auch eine feste Verklebung der Gleitschicht auf der metallischen Schleifringbasis gesichert ist bei den während des Betriebs der Schleifring-Anordnung auftretenden Temperaturen am Schleifring. Bevorzugt werden jedoch auch Kleber verwendet, die keine geeignete eigene Leitfähigkeit aufweisen, denen jedoch ein Metallpulver, bevorzugt Kupferpulver, zugesetzt wird. Besonders bevorzugt wird nach dem Aufbringen der Klebstoffschicht die bestrichenen Flächen mit dem Metallpulver bestreut, um eine elektrisch leitende Klebeverbindung zu erhalten. Die verwendeten Metallpulver weisen bevorzugt eine Körnung von 0,01 mm bis 0,2 mm auf. Zu den verwendeten Klebern zählen insbesondere Epoxidharzkleber, Phenolharzkleber, Cyanatesterharzkleber sowie Kleber auf der Basis von Polyurethanharzen, Polyesterharzen und Aminharzen. Besonders bevorzugt werden für die erfindungsgemäßen Schleifringe Phenolharzkleber eingesetzt. Die Schichtdicke des Klebers auf der Metalloberfläche der Schleifringbasis bzw. auf der Innenfläche der Gleitschicht beträgt bevorzugt zwischen 0,02 mm und 0,2 mm, besonders bevorzugt zwischen 0,05 mm und 0,1 mm. Beim Verkleben werden die Gleitschicht-Segmente auf die tragende Schleifringbasis paßgenau aufgesetzt und unter gleichmäßigem Druck aufgepreßt. Dabei sollte die Fugenbreite zwischen den einzelnen Segmenten der Gleitschicht möglichst gering gehalten

werden.

[0018] Als Gleitpartner zur Gleitschicht der Schleifringe werden bevorzugt Graphitbürsten verwendet, daß heißt, Bürsten aus Kohlenstoff- Werkstoffen mit einem graphitischen Charakter. Hierzu zählen insbesondere Elektrographit und gebrannte Kohlenstoff- Werkstoffe, die Naturgraphit beinhalten.

[0019] Als weiterer Vorteil dieser Konstruktion ist zu nennen, daß die Gleitschicht, die bevorzugt aus dem genannten biegefesten Kohlenstoff-Werkstoff besteht, bei Bedarf problemlos erneuert werden kann; dazu muß lediglich die verbliebene Gleitschicht und die Kleberschicht bis auf das Metall abgedreht werden, worauf dann eine neue Gleitschicht aufgebracht werden kann. Änderungen der Bürstenstellung bei dieser Überholung werden hier nicht erforderlich. Bei einer reinen Metallausführung muß der Schleifring bei Verschleiß überarbeitet werden, wobei ein Mindest-Durchmesser nicht unterschritten werden darf, oder der ganze Schleifring muß ausgetauscht werden, wobei die Bürsten ebenfalls erneuert werden müssen.

[0020] Die teilweise oder vollständige Umrüstung von bestehenden Maschinen mit rein metallischen Schleifringen ist problemlos derart vorzunehmen, daß die metallische Kontaktschicht an der äußeren Mantelfläche der vorhandenen Schleifringe im Schleifringkörper so vorbereitet wird, bevorzugt abgetragen wird, besonders bevorzugt durch Abdrehen, daß die Gleitschicht in der erforderlichen Dicke aufgebracht und mit der verbleibenden metallischen Schleifringbasis durch Klebung verbunden werden kann. Die Gleitschicht kann, falls zur Beseitigung von Oberflächenunregelmäßigkeiten erforderlich, anschließend z.B. durch Abdrehen oder Schleifen überarbeitet werden. Insbesondere bei dieser Nachrüstung zeigt sich der Vorteil der erfindungsgemäßen Ausführung, da üblicherweise die Dicke (in radialer Richtung) der Laufschiene von metallischen Schleifringen groß genug ist, um ohne Verlust an Stabilität auf den erforderlichen Durchmesser abgedreht zu werden. Dies gilt insbesondere bei metallischen Schleifringen, die zwei Schichten in radialer Richtung aufweisen, eine metallische Trägerschicht und eine separate äußere Laufschiene.

[0021] Von besonderem Vorteil ist es, die metallischen Schleifringe einer vorhandenen Maschine derart (z.B. durch Schleifen, Drehen oder Fräsen) vorzubereiten, daß an mindestens einem der Ränder der äußeren Mantelfläche der verbleibenden metallischen Schleifringbasis jeweils ein Überstand (in Richtung des zunehmenden Radius) stehen bleibt, der bevorzugt 0,5 mm bis 5 mm, insbesondere 1 mm bis 3 mm breit und 0,5 mm bis 3 mm, bevorzugt 1 bis 2 mm hoch ist. Die Gleitschicht wird in die zylindrische Nut, die auf diese Weise entsteht, derart eingeklebt, daß die Gleitschicht mit den Überständen abschließt oder diese vorzugsweise um bis zu 5 mm, insbesondere bis zu 3 mm überragt.

[0022] Bei der erfindungsgemäßen Anordnung kann der gesamte Schleifringkörper zur Überholung bzw. Erneuerung der Gleitschicht eingespannt werden, die Schleifringe werden bis auf die metallische Basis abgedreht und die Gleitschicht kann (bei einem oder mehreren Schleifringen gleichzeitig) ersetzt werden.

[0023] Die Gleitschicht kann aus einem geschlossenen Ring bestehen; es wird jedoch bevorzugt, die Gleitschicht aus mehreren Segmenten zusammenzusetzen, die aus einem oder mehreren Graphitringen geschnitten werden, wobei sie in mindestens zwei, besonders bevorzugt in mindestens drei Segmenten auf den Träger aufgebracht wird. Dabei ist es günstig, den Stoß zwischen zwei aneinanderliegenden Gleitschicht-Segmenten nicht parallel zur Drehachse (d.h. senkrecht zur Tangente) auszuführen, sondern in einem Winkel zur Tangente von maximal 75 °, bevorzugt maximal 60 °, und besonders bevorzugt bis zu 45 °. Der Begriff "Tangente" wird wie folgt definiert und weiterhin so benutzt: "Eine Tangente ist jede Gerade, die die äußere Mantelfläche des Schleifringes berührt und senkrecht zur Rotationsachse des drehenden Teiles der elektrischen Maschine verläuft." Es hat sich also besonders vorteilhaft erwiesen, falls die Gleitschicht einteilig in Form eines Ringes aufgebracht wird, diesen umlaufend zu schlitzen mit einem Winkel β gegenüber der Tangente, der bevorzugt so zu bemessen ist, daß der Schlitz mindestens einmal über den vollen Umfang der Gleitschicht verläuft. Wird die Gleitschicht in mehr als einem Segment aufgebracht, so ist es vorteilhaft, diese Segmente nicht mit gleicher (Bogen-)Länge zu bemessen, sondern die (Bogen-)Länge des längsten Segments sollte mindestens 110 % der Länge des anderen (bzw. des zweitlängsten) Segments betragen. Die Dicke der Gleitschicht beträgt bis zu 11 % des Außenradius des Schleifrings, bevorzugt maximal 5 mm, insbesondere 4 mm und weniger.

[0024] Es zeigen :

- Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen Schleifringkörper
- Fig. 2 eine Detailvergrößerung gemäß dem Ausschnitt II in Fig. 1
- Fig. 3 eine Detailvergrößerung entsprechend dem Ausschnitt von Fig. 2 von einer alternativen Ausführung zu Fig. 1
- Fig. 4 einen Querschnitt gemäß der Linie IV - IV in Fig. 1
- Fig. 5 eine seitliche Draufsicht auf einen Schleifring-Körper gemäß Fig. 4
- Fig. 6 eine Draufsicht auf einen Schleifring-Körper gemäß einer alternativen Ausführungsform zu Fig. 4

[0025] Einen Schleifringkörper 11 nach der Erfindung mit insgesamt drei Schleifringen 10, 10', 10'' ist in der Fig. 1 dargestellt, die ein Schnitt durch den Schleifringkörper 11 in einer Ebene parallel zur Drehachse ist. Auf einer Isolierschicht 12, die auf eine Nabe 1 aufgebracht ist, sind metallische Ringe 2, 2', 2'' als Schleifringbasis befestigt. Auf der Mantelfläche dieser metallischen Ringe 2, 2', 2'' ist jeweils eine Gleitschicht 3, 3' und 3'' in Form eines zylindrischen Ringes aufgeklebt mit Hilfe eines elektrisch leitfähigen Klebers. Diese Konstruktion ist aus der Fig. 2 ersichtlich, die eine Ausschnittsver-

größerung der Fig. 1 ist. Hier ist ein metallischer Teil der Schleifringbasis 2 dargestellt, auf dem die ringförmige Gleitschicht 3 durch den elektrisch leitfähigen Kleber 6 befestigt ist.

[0026] Die oben erwähnte bevorzugte Ausführungsform, bei der die Schleifringbasis 2 so ausgeführt wird, daß an den Rändern ihrer äußeren Mantelfläche jeweils ein Überstand 4, 4' stehen bleibt, ist in der Fig. 3 zu sehen. Diese ist eine abgewandelte Ausführungsform gegenüber der in Fig. 2 bzw. Fig. 1 dargestellten Ausführungsform. Im Unterschied zur in der Fig. 1 dargestellten Konstruktion ist hier an beiden Rändern des äußeren Mantels der Schleifringbasis 2 jeweils ein Überstand 4 und 4' stehen geblieben, wodurch in der Mitte der äußeren Begrenzungsfläche der Schleifringbasis 2 eine Nut 5 gebildet wird, in die die Gleitschicht bündig eingebracht werden kann. Auf dem Grund der Nut 5 wird der elektrisch leitfähige Kleber 6 aufgestrichen, die Gleitschicht 3 wird aufgesetzt und mit der Schleifringbasis 2 verklebt.

[0027] Die Fig. 4 zeigt einen Schnitt längs der Linie IV-IV der Fig. 1. Auf der Isolierschicht 12 über der Nabe 1 ist die ringförmige Schleifringbasis 2" befestigt, auf den die Gleitschicht 3" aufgeklebt ist. In dieser Fig. 4 ist die mehrteilige Ausführungsform der Gleitschicht 3" zu erkennen, wobei hier eine dreiteilige Ausführungsform dargestellt ist, mit den Gleitschicht-Segmenten 3"₁, 3"₂ und 3"₃ und den Stoßstellen 7, 7' und 7".

[0028] In der Fig. 5 ist eine Draufsicht auf einen derartigen Schleifring dargestellt, wobei die Blickrichtung senkrecht zur Achse und senkrecht zum Durchmesser des Schleifrings ist. Auf die Schleifringbasis 2 ist die Gleitschicht 3 in mehreren Segmenten aufgeklebt, wobei hier ein Stoß 8 zwischen zwei Segmenten der Gleitschicht zu sehen ist. Der Winkel α des Stoßes 8 gegen die Tangente beträgt 60°.

[0029] Die Fig. 6 schließlich zeigt in der Draufsicht wie Fig. 5 eine weitere bevorzugte Ausführungsform, bei der der die Gleitschicht bildende Ring 3 geschlitzt ist. Der Winkel β des Schlitzes 9 gegenüber der Tangente wird bevorzugt so gewählt, daß der Schlitz entlang einer Spiral-Linie auf der Mantelfläche der zylindrischen Gleitschicht läuft und die Länge des Schlitzes größer als der Umfang der Mantelfläche ist. Der Vorteil dieser Ausführungsform ist, daß der Ring zum Aufbringen auf der auf der Nabe 1 befestigten Schleifringbasis 2 aufgeweitet werden kann, wobei er sogar gegebenenfalls über einen gemäß der Darstellung in Fig. 3 vorhandenen erhabenen Überstand 4 bzw. 4' der Schleifringbasis ohne Bruchgefahr in die Nut 5 eingebracht werden kann. Die geschlitzte Gleitschicht 3 wird anschließend so auf der Schleifringbasis 2 festgeklebt, daß sie bündig anliegt und die Breite des Schlitzes 9 möglichst gering ist. Der spitze Winkel β (geringe Winkel) des Schlitzes 9 gegenüber der Tangente minimiert weitere mögliche Unebenheiten oder Stöße und verringert dadurch den Abrieb.

[0030] Die Erfindung wird durch die nachfolgenden Beispiele erläutert:

Vergleichsbeispiel

[0031] In einem Standard 6 kV-Elektromotor (Typ "1LS1 456-4HA60-Z" der Siemens AG, Nr. 904 068) mit Schleifringen gemäß dem Stand der Technik aus Stahl X10Cr13 und zugehörigen optimierten Bürsten, nämlich Metallgraphitbürsten "RC53" der Fa. SGL CARBON GmbH wurde während des Betriebs mit Nennlast die Temperatur der Zuluft, an der Wicklung, im Schleifringraum, an den Bürsten und an den Schleifringen bestimmt. Der Abrieb an Bürsten und Schleifringen wurde bestimmt.

Beispiel

[0032] Der Schleifring-Körper aus dem Vergleichsbeispiel (mit einem Durchmesser von 280 mm) wurde zentrisch auf einer Drehbank eingespannt und die Schleifringe aus Stahl auf einen Außendurchmesser von 270 mm abgedreht. Auf die durch das Abdrehen entstandene blanke Oberfläche wurden drei Ringsegmente aus einem isostatisch gepreßten Graphit der Marke 300 der Fa. SGL CARBON GmbH der Abmessungen: Innendurchmesser 270 mm, Außendurchmesser 282 mm, Breite 30 mm mit Hilfe eines Phenolharzes als Kleber, das mit Kupferpulver der Sorte FFL der Fa. Norddeutsche Affinerie gefüllt war (Zusammensetzung: 50 Gew.% Harz, 50 Gew.% Kupferpulver), aufgeklebt. Die Stoßstellen zwischen den Segmenten wurden mit einer Schräge von 60° ausgeführt. Der Schleifringkörper wurde abermals zentrisch eingespannt und auf 280 mm Außendurchmesser abgedreht. Der Schleifringkörper wurde wieder in den Motor eingebaut. Außerdem wurden die Bürsten gegen Graphitbürsten der Marke RE65 der SGL CARBON GmbH getauscht. Es wurden dieselben Messungen wie im Vergleichsbeispiel ausgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle zusammengestellt.

	Vergleich	Beispiel
Bürste	RC53	RE65
Gleitschicht	Stahl X10Cr13	Isographit 300
Verschleiß Bürste	0,3 mm /100 h	<0,05 mm /100 h
Verschleiß Ring	nicht meßbar	nicht meßbar

[0033] Umfangreiche Vergleiche zwischen den beiden Konfigurationen mit unterschiedlichen Betriebszeiten und unterschiedlicher Last ergaben, daß die Temperatur der Bürsten in der erfindungsgemäßen Ausführung im Mittel 13 bis 23 °C niedriger als die des Vergleichs lag, die Temperatur der Schleifringe war im Mittel um 12 bis 18 °C geringer als beim Vergleich. Aufgrund der geringeren Temperaturbeanspruchung in der erfindungsgemäßen Schleifring-Anordnung

kann die Lebensdauer der Komponenten der elektrischen Maschinen, wie z.B. der Lager, gesteigert werden. [0034] Bei höherer Laufzeit (einige hundert Stunden) war im Vergleich ein deutlicher Abtrag der Bürsten der konventionellen Anordnung (Vergleich) festzustellen, während die erfindungsgemäße Anordnung keinen meßbaren Bürstenverschleiß der eingesetzten Bürsten erkennen ließ. Der Verschleiß an den Schleifringen war bei dieser kurzen Laufzeit nicht meßbar.

[0035] Weiterhin wurden Versuche mit der Vergleichschleifringanordnung und der erfindungsgemäßen Schleifring-Anordnung gemäß dem Beispiel auf Prüfständen durchgeführt, um die Systeme unter Extrembelastungen zu testen. Hierbei waren die Schleifring- Anordnungen auf einem 710 KW Motor angebracht und es wurden Einschaltversuche in Form von Hochläufen mit unterschiedlichen Läuferströmen durchgeführt, d. h. es wurde ihnen kurzfristig eine sehr große Leistung abverlangt. Bei der Vergleichschleifringanordnung gemäß dem bisherigen Stand der Technik konnten diese Versuche bis zu einer 3,2- fachen Belastung des Nennstroms durchgeführt werden, was einer Stromdichte je Bürste von ca. 32 A/cm² entspricht. Hierbei wiesen, in der Standardausführung allerdings sowohl die Schleifringe als auch die Bürstenauflflächen starke Schädigungen durch Anschmelzungen auf (Feuern der Bürsten wurde beobachtet). Die erfindungsgemäße Schleifring- Anordnung gemäß dem Beispiel konnte sogar bis zu einer ca. 3,5 -fachen Belastung des Nennstroms durchgeführt werden, was einer Stromdichte über der erfindungsgemäßen Schleifring- Anordnung von 40 A/cm² entspricht. Auch bei dieser noch höheren Belastung konnten keine Schädigungen an den Schleifringen und Bürsten (Feuern der Bürsten) der erfindungsgemäßen Anordnung beobachtet werden.

[0036] Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Schleifring-Anordnung besteht darin, daß die Schleifringe nahezu ohne Austausch verwendet werden können. Lediglich die Gleitschicht kann falls erforderlich erneuert werden, ohne jedoch die metallische Schleifringbasis nennenswert anzugreifen. Dagegen mußten die bisher benutzten metallischen Schleifringe mit der Zeit erneuert werden, weil sie bei jeder fristmäßigen Wartung der elektrischen Maschinen zum Austausch der Lager abgedreht werden mußten, um die Riefenbildung an der Schleifringoberfläche auszugleichen.

Bezugszeichenliste

[0037]

1	Nabe
2, 2', 2''	metallische Schleifringbasis (Ringform)
3, 3', 3'',	Gleitschicht
3'' ₁ , 3'' ₂ , 3'' ₃	Gleitschicht
4, 4'	Überstand
5	Nut
6	Kleber
7, 7', 7''	Stoßstelle
8	Stoß
9	Schlitz
10'	Schleifring
11	Schleifringkörper
12	Nabenisolation
α	Winkel von 8
β	Winkel von 9

Patentansprüche

1. Schleifring-Anordnung für elektrische Motoren und Generatoren, in denen Bürsten aus Kohlenstoff-Werkstoffen und Schleifringe (10, 10', 10'') des Schleifringkörpers (11) elektrisch leitend miteinander verbunden sind, wobei die Schleifringe (10, 10', 10'') metallische Schleifringe (2, 2' und 2'') üblicher Bauart als Schleifringbasis und eine elektrisch leitende Gleitschicht (3, 3' und 3'') aus einem Graphit-Werkstoff umfassen, **dadurch gekennzeichnet** daß deren Dicke maximal 11 % des Radius des Schleifrings (10, 10', 10'') beträgt und die elektrisch leitend auf dem Umfang der metallischen Schleifringbasis (2, 2' und 2'') durch Verklebung befestigt ist.

2. Schleifring-Anordnung nach Patentanspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Werkstoff der Gleitschicht (3, 3' und 3'') eine Biegefestigkeit von mindestens 30 MPa aufweist.

3. Schleifring-Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Gleitschicht (3, 3' und 3'') aus einem isostatisch gepreßten Graphit-Werkstoff besteht.

4. Schleifring-Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Gleitschicht (3, 3' und 3'') aus ringförmigen Segmenten besteht.

5. Schleifring-Anordnung nach Patentanspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, daß

Stoßstellen (7, 7' und 7'') zwischen den Segmenten der Gleitschicht einen Winkel α von maximal 75° zur Tangente aufweisen.

6. Schleifring-Anordnung nach einem oder mehreren der Patentansprüche 4 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Segmente unterschiedliche Bogenlängen aufweisen, wobei die Länge des längsten Segments mindestens 110 % der Länge des zweitlängsten Segmentes beträgt.

7. Schleifring-Anordnung nach einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Schleifringbasis (2, 2' und 2'') so ausgeführt ist, daß sie an mindestens einer der Ränder ihrer äußeren Mantelfläche einen Überstand (4, 4') aufweist.

8. Schleifring-Anordnung nach Patentanspruch 7,

dadurch gekennzeichnet, daß

der mindestens eine Überstand (4, 4') eine Breite zwischen 0,5 mm und 5 mm und eine Höhe zwischen 0,5 mm und 3 mm aufweist.

9. Schleifring-Anordnung nach einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Gleitschicht aus einem Ring besteht, der umlaufend mit einem Winkel β zur Tangente geschlitzt ist.

10. Schleifring-Anordnung nach Patentanspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Winkel β so bemessen ist, daß der Schlitz mindestens einmal über den vollen Umfang der Gleitschicht verläuft.

11. Schleifring-Anordnung nach einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Verklebung von Gleitschicht (3, 3' und 3'') und metallischer Schleifringbasis (2, 2' und 2'') mit einem temperaturbeständigen Klebstoff erfolgt, der eine feste Verbindung der Gleitschicht (3, 3' und 3'') mit der Schleifringbasis (2, 2' und 2'') auch im Betrieb der Schleifring-Anordnung ermöglicht.

12. Schleifring-Anordnung nach einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Verklebung von Gleitschicht (3, 3' und 3'') und metallischer Schleifringbasis (2, 2' und 2'') mit einem Klebstoff erfolgt, dem ein Metallpulver zugesetzt ist.

13. Schleifring-Anordnung nach einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, daß

als Bürsten Graphitbürsten verwendet werden.

14. Schleifring-Anordnung nach einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 13,

dadurch gekennzeichnet, daß

nicht alle Schleifringe (10, 10', 10'') des Schleifringkörpers (11) eine Gleitschicht aus einem Graphitwerkstoff aufweisen.

15. Schleifringkörper (11) gemäß der Schleifring- Anordnung der Patentansprüche 1 bis 14.

16. Verfahren zur Umrüstung von Schleifringkörpern in elektrischen Maschinen mit metallischen Schleifringen, **dadurch gekennzeichnet, daß**

die metallische Kontaktschicht an der äußeren Mantelfläche mindestens eines der vorhandenen metallischen Schleifringe entsprechend der Dicke der aufzubringenden Gleitschicht abgetragen wird und daß anschließend eine Gleitschicht (3, 3', 3'') entsprechend einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 12 aufgebracht wird.

17. Verfahren zur Umrüstung von Schleifringkörper in elektrischen Maschinen mit metallischen Schleifringen gemäß Patentanspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß**

das Abtragen der metallischen Kontaktschicht bei mindestens einem der metallischen Schleifringe so erfolgt, daß mindestens an einem Rand der äußeren Mantelfläche der verbleibenden metallischen Schleifringbasis (2, 2' und 2'') ein Überstand (4, 4'), bevorzugt gemäß Patentanspruch 8 erhalten bleibt und daß eine Gleitschicht (3, 3', 3'') entsprechend einem oder mehreren Patentansprüche 1 bis 12 aufgebracht wird.

Claims

1. Slip-ring arrangement for electric motors and generators, in which brushes made of carbon materials and slip rings (10, 10', 10'') of the slip-ring body (11) are electrically conductively connected to each other, whereby the slip rings (10, 10', 10'') comprise metallic slip rings (2, 2' and 2'') of standard construction as the slip ring base and an electrically conductive sliding layer (3, 3' and 3'') made of a graphite material,

characterised in that

its thickness amounts to a maximum of 11 % of the radius of the slip ring (10, 10', 10'') and which is electrically conductively fastened to the circumference of the metallic slip ring base (2, 2' and 2'') by adhesion.

2. Slip-ring arrangement as claimed in Claim 1,

characterised in that

the material of the sliding layer (3, 3' and 3'') has a bending strength of at least 30 MPa.

3. Slip-ring arrangement as claimed in any one of Claims 1 or 2,

characterised in that

the sliding layer (3, 3' and 3'') comprises an isostatically pressed graphite material.

4. Slip-ring arrangement as claimed in any one of Claims 1 to 3,

characterised in that

the sliding layer (3, 3' and 3'') comprises annular segments.

5. Slip-ring arrangement as claimed in Claim 4,

characterised in that

points of impact (7, 7' and 7'') between the segments of the sliding layer have an angle α of maximum 75° to the tangent.

6. Slip-ring arrangement as claimed in any one or more of Claims 4 to 5,

characterised in that

the segments exhibit different lengths of arc, whereby the length of the longest segment amounts to at least 110 % of the length of the second-longest segment.

7. Slip-ring arrangement as claimed in any one or more of Claims 1 to 6,

characterised in that

the slip ring base (2, 2', 2'') is designed such that it has a projection (4, 4') on at least one of the edges of its outer mantle surface.

8. Slip-ring arrangement as claimed in Claim 7,

characterised in that

the at least one projection (4, 4') has a width between 0.5 mm and 5 mm and a height between 0.5 mm and 3 mm.

9. Slip-ring arrangement as claimed in any one or more of Claims 1 to 3,

characterised in that

the sliding layer comprises a ring, which is slotted circumferentially with an angle β to the tangent.

10. Slip-ring arrangement as claimed in Claim 9,

characterised in that

the angle β is dimensioned such that the slot runs at least once over the entire circumference of the sliding layer.

11. Slip-ring arrangement as claimed in any one or more of Claims 1 to 10,

characterised in that

the adhesion of sliding layer (3, 3' and 3'') and metallic slip ring base (2, 2' and 2'') is carried out using a temperature-resistant adhesive, which enables a solid connection of the sliding layer (3, 3' and 3'') with the slip ring base (2, 2' and 2'') even when the slip-ring arrangement is being operated.

12. Slip-ring arrangement as claimed in any one or more of Claims 1 to 11,

characterised in that

the adhesion of sliding layer (3, 3' and 3'') and metallic slip ring base (2, 2' and 2'') is carried out using an adhesive, to which a metallic powder is added.

13. Slip-ring arrangement as claimed in any one or more of Claims 1 to 12,

characterised in that

graphite brushes are used as brushes.

14. Slip-ring arrangement as claimed in any one or more of Claims 1 to 13,

characterised in that

not all slip rings (10, 10', 10'') of the slip-ring body (11) have a sliding layer made of a graphite material.

15. Slip-ring body (11) according to the slip-ring arrangement of Claims 1 to 14.

16. Method for retooling slip-ring bodies in electric machines with metallic slip rings,

characterised in that

the metallic contact layer is stripped off the outer mantle surface of at least one of the available metallic slip rings corresponding to the thickness of the sliding layer to be applied, and **in that** a sliding layer (3, 3', 3'') as claimed in any one or more of Claims 1 to 12 is then applied.

17. Method for retooling von slip-ring body in electric machines with metallic slip rings as claimed in Claim 16,

characterised in that

stripping of the metallic contact layer from at least one of the metallic slip rings is carried out such that at least on an edge of the outer mantle surface of the remaining metallic slip ring base (2, 2' and 2'') a projection (4, 4'), preferably as claimed in Claim 8, remains intact and that a sliding layer (3, 3', 3'') as claimed in any one or more of Claims 1 to 12 is applied.

Revendications

1. Dispositif bague collectrice pour moteurs électriques et pour générateurs, dans lesquels des brosses en matériaux à base de carbone et des bagues collectrices (10, 10', 10'') du corps de bagues collectrices (11) sont reliées entre elles de façon électriquement conductrice,

les bagues collectrices (10, 10', 10'') comprenant des bagues collectrices métalliques (2, 2' et 2'') de construction usuelle comme base de bague collectrice et un revêtement antifriction (3, 3' et 3'') électriquement conducteur en matériau à base de graphite, **caractérisé en ce que** son épaisseur représente au maximum 11 % du rayon de la bague collectrice (10, 10', 10'') et lequel est fixé par collage de façon électriquement conductrice sur le pourtour de la base métallique de bague collectrice (2, 2' et 2'').

2. Dispositif bague collectrice selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

le matériau du revêtement antifriction (3, 3' et 3'') présente une résistance à la flexion d'au moins 30 MPa.

3. Dispositif bague collectrice selon l'une des revendications 1 ou 2,

caractérisé en ce que

le revêtement antifriction (3, 3' et 3'') se compose d'un matériau à base de graphite pressé de façon isostatique.

4. Dispositif bague collectrice selon l'une des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que

le revêtement antifriction (3, 3' et 3'') se compose de segments en forme d'anneaux.

5. Dispositif bague collectrice selon la revendication 4,

caractérisé en ce que

des jonctions (7, 7' et 7'') présentent un angle α d'au maximum 75° avec la tangente entre les segments du revêtement antifriction.

6. Dispositif bague collectrice selon l'une ou plusieurs des revendications 4 à 5,

caractérisé en ce que

les segments présentent des longueurs d'arc différentes, la longueur des segments les plus longs représentant au minimum 110 % de la longueur des segments immédiatement inférieurs.

7. Dispositif bague collectrice selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 6,

caractérisé en ce que

la base de bagues collectrices (2, 2' 2'') est réalisée de telle sorte qu'elle présente une saillie (4, 4') sur au minimum un des bords de sa surface périphérique extérieure.

8. Dispositif bague collectrice selon la revendication 7,

caractérisé en ce que

la saillie minimum existante (4, 4') présente une largeur entre 0,5 mm et 5 mm et une hauteur entre 0,5 mm et 3 mm.

9. Dispositif bague collectrice selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que

le revêtement antifriction se compose d'un anneau qui est exécuté en formant un angle β avec la tangente sur tout le pourtour.

10. Dispositif bague collectrice selon la revendication 9,

caractérisé en ce que

l'angle β est mesuré de telle sorte que la rainure est tracée au moins une fois sur tout le pourtour du revêtement antifriction.

11. Dispositif bague collectrice selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 10,

caractérisé en ce que

le collage du revêtement antifriction (3, 3' et 3'') et de la base métallique de bagues collectrices (2, 2' et 2'') est exécuté avec une colle résistante à la température, laquelle permet une liaison solide du revêtement antifriction (3, 3' et 3'') avec la base de bagues collectrices (2, 2' et 2''), également pendant le fonctionnement de l'assemblage de bagues collectrices.

12. Dispositif bague collectrice selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 11,

caractérisé en ce que

le collage du revêtement antifriction (3, 3' et 3'') et de la base métallique de bagues collectrices (2, 2' et 2'') est exécuté avec une colle à laquelle est ajoutée une poudre métallique.

13. Dispositif bague collectrice selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 12,

caractérisé en ce que

des brosses en graphite sont utilisées comme brosses.

14. Dispositif bague collectrice selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 13,

caractérisé en ce que

toutes les bagues collectrices (10, 10', 10'') du corps de bagues collectrices (11) ne présentent pas de revêtement antifriction en un matériau à base de graphite.

15. Corps de bagues collectrices (11) conformément à l'assemblage de bagues collectrices des revendications 1 à 14.

16. Procédé pour la transformation de corps de bagues collectrices sur des machines électriques avec des bagues collectrices métalliques,

caractérisé en ce que

la couche de contact métallique sur la surface périphérique extérieure d'au moins une des bagues collectrices métalliques existantes est ôtée en correspondance avec l'épaisseur du revêtement antifriction devant être appliqué et **en ce qu'**ensuite, un revêtement antifriction (3, 3', 3'') est appliqué de façon correspondante à une ou plusieurs des revendications 1 à 12.

17. Procédé pour la transformation de corps de bagues collectrices sur des machines électriques avec des bagues collectrices métalliques selon la revendication 16,

caractérisé en ce que

l'enlèvement de la couche de contact métallique sur au moins une des bagues collectrices métallique a lieu de telle sorte qu'une saillie (4, 4') est conservée selon la revendication 8 de préférence sur au moins un bord de la surface périphérique extérieur de la base métallique de bagues collectrices (2, 2' et 2'') restante, et **en ce qu'**un revêtement antifriction (3, 3', 3'') est appliqué de façon correspondante à une ou plusieurs des revendications 1 à 12.



