

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 930 675 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.07.1999 Patentblatt 1999/29

(51) Int. Cl.⁶: **H01R 39/22**, H01R 43/12

(21) Anmeldenummer: **98121048.7**

(22) Anmeldetag: **06.11.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **28.11.1997 DE 19752864**

(71) Anmelder: **SGL CARBON AG
65203 Wiesbaden (DE)**

(72) Erfinder:

- **Hahn, Ingolf, Dipl.-Ing.
53757 St. Augustin (DE)**
- **Moog, Günter
53501 Grafschaft (DE)**
- **Stam, Johannes
53340 Meckenheim (DE)**
- **Vesper, Wolfgang, Dr. Dipl.-Ing.
53115 Bonn (DE)**

(54) **Imprägnierte Bürste aus Kohlenstoff für das Übertragen elektrischen Stromes**

(57) Zur Verbesserung der Laufeigenschaften von Bürsten zum Übertragen elektrischen Stromes für hochbelastete Maschinen und zur Schonung der Schleifringe und Kommutatoren solcher Maschinen wird eine aus Kohlenstoff oder aus einem Kohlenstoff-füllstoff und einer Bindermatrix aus Kunstharz bestehende Bürste vorgeschlagen, die mindestens eine anorganische Substanz enthält, die ihre Kristallstruktur im Bereich unterhalb ihres Schmelz-, Sublimations- oder Zersetzungsbereichs in Abhängigkeit von der Temperatur ändert. Eine bevorzugte Substanz dieser Art ist Ammoniumnitrat. Die Bürsten können zusätzlich mit Wachsen, als Gleitmittel wirkenden Polymeren, Ölen oder Fetten imprägniert sein.

EP 0 930 675 A2

Beschreibung

[0001] Die der Anmeldung zugrunde liegende Erfindung betrifft eine aus Kohlenstoff oder aus einem Kohlenstofffüllstoff und einer Bindermatrix aus Kunstharz bestehende Bürste für das Übertragen elektrischen Stromes mit einem Gehalt von mindestens einer anorganischen Substanz und Verfahren zum Herstellen einer solchen Bürste.

[0002] Unter dem Begriff Kohlenstoff wird im folgenden, sofern dies im einzelnen nicht besonders spezifiziert ist, sowohl nicht graphitierter Kohlenstoff als auch graphitischer Kohlenstoff, nicht aber Diamant verstanden.

[0003] Bürsten im Sinne dieser Erfindung sind im wesentlichen aus Kohlenstoff bestehende, kohlenstoff- oder kunstharzgebundene Kontaktstücke für Gleitkontakte zum Übertragen elektrischen Stromes in elektrischen Maschinen. Da die Betriebseigenschaften wie beispielsweise Gleitfähigkeit, Verschleiß, Kommutierungsfähigkeit oder Funkstörverhalten nur aus Kohlenstoff oder nur aus Kohlenstoff und Kunstharz bestehender Bürsten den unterschiedlichen, an sie unter den verschiedensten Betriebsbedingungen gestellten Anforderungen in der Regel nicht genügen, werden sie mit Zusatzstoffen versehen. Derartige Zusatzstoffe können anorganischer oder organischer Natur sein und es können auch anorganische und organische Zusatzstoffe gemeinsam angewendet werden. Das Einbringen der Zusatzstoffe geschieht durch Tränken oder Imprägnieren der Kohlenstoffbürsten oder, bei Bürsten mit einer Kunstharzmatrix, durch Tränken oder Imprägnieren des aus Kohlenstoff bestehenden Füllers der Bürste vor dem Vermischen mit dem Bindharz.

Bekannte, rein anorganische Zusatzstoffe sind: Metallhalogenide, insbesondere Blei- und Cadmiumjodid (DEA 1580, 03.04.1950), Kaliumsulfid (DEA 729, 06.10.1944), Molybdändisulfid (US 2,823,147), Erdalkalimetallsalze wie Calciumcarbonat oder Bariumfluorid zusammen mit einer Silberverbindung aus der Gruppe Silbersulfid, Silberchlorid (US 2,806,806), hygroskopische Salze wie Calciumchlorid oder Magnesiumchlorid (DEA 727, 25.02.1943), hygroskopische Salze und Oxide von Erdalkalimetallen zusammen mit Bariumsalzen (CA 647 808), Chromalaun (US 3,063,947). Zu dieser Gruppe sind auch die anorganischen Zusatzstoffe zu zählen, bei denen die Bürste nach dem Tränk- oder Imprägniervorgang noch nachbehandelt wird: Gemäß DE AS 1 079 183 werden den Rezepturbestandteilen bei der Bürstenherstellung Metallseifen, insbesondere Alkalimetallseifen zugesetzt, die beim zum Herstellen von Bürsten gehörenden, späteren Verkokungsprozeß zu Oxiden oder Carbiden umgesetzt werden. Nach FR 977 817 werden mit Bleinitrat oder -Nitrit imprägnierte Bürsten so hoch erhitzt, daß durch thermische Zersetzung Bleioxide entstehen. Ein entsprechendes Verfahren wird nach DE 31 06 053 zur Umwandlung von Calciumsalzen in oxidische Calciumverbindungen in Bürsten verwendet. Aus US 2,754,231 geht hervor, daß nach einer Imprägnierung mit einem Erdalkalimetallsalz wie Bariumfluorid, mit Cumaronindenharz imprägniert wird, das Harz gehärtet und verkocht wird, dann mit einer Silbernitratlösung imprägniert und danach das Silbernitrat in Silbersulfid überführt wird. Gemäß US 2,512,362 wird in die Bürsten imprägniertes Bleinitrat oder Bleiacetat durch Erhitzen zunächst in Bleioxid und dieses dann durch Umsetzen mit HF oder HJ in das entsprechende Bleihalogenid überführt. In FR 1 286 033 wird beschrieben, daß im Porensystem einer Bürste befindliches Titantetrachlorid zu Titandioxid hydrolysiert und danach getrocknet wird. Eine polierende Wirkung wird gemäß DE 625 481 erhalten, wenn die Bürste mit einer Lösung aus Wasserglas oder Borsäure imprägniert wird und dann die durch das Imprägnieren eingebrachten Substanzen thermisch oder chemisch fixiert werden. Nach GB 964 388 wird mit einer oxidbildenden Metallverbindung imprägniert, durch thermische Behandlung das Oxid erzeugt und durch weitere Temperaturerhöhung das gebildete Oxid in ein Carbid umgesetzt. In der in DE 11 52 750 beschriebenen Bürste sind die Salze Bariumfluorid und Silbersulfid in einer Matrix aus verkoktem Kunstharz fixiert. US 2,739,912 offenbart das Imprägnieren einer Bürste mit Lithiumhydroxid oder Lithiumacetat in Verbindung mit Ammoniumcarbonat und das thermische Umsetzen der Lithiumsalze in Lithiumcarbonat. Bekannte rein organische Zusatzstoffe sind: Gelatine (DE 444 741), Polyethylen (DE 10 62 613), Polyethylen mit einem Gehalt an Weichmachern wie z.B. Phthalaten (DE 12 41 903), Cumaronindenharze (DE 961 461), Naturharz in der Form von Mastix (DD 41 352) oder in der Form von Accroides (DD 41 353), linear kondensierende Harze wie Polyamide (CH 247 319), chlorierte Kohlenwasserstoffe (DE 1 090 304), ein Gemisch aus Esteröl und einem synthetischen Kohlenwasserstofföl (DE 43 30 548), Aromastoffe oder Deodorantien (EP 0 738 030), Niederdruckpolyethylen (US 3,049,448), Öl hoher Viskosität und Verdampfbarkeit (DEA 9166, 01.08.1940), einen Härter enthaltendes Polyesterharz mit einem Gehalt an Styrol (CH 358 504), ein Gemisch aus einem Polyesterharz und Styrol mit einem Gehalt eines Weichmachers (CH 397 847), Polyisobutyl (DD 45175), nitrirtes Paraffin (FR 1 328 997), Polyimidharz (DR 12 65 283), eine Mischung aus einem ungesättigten Polyester und einem Arylvinylmonomeren wie Styrol und einer metallorganischen Verbindung als Härtungskatalysator (FR 1 152 774). Imprägnierungen von Bürsten mit siliciumorganischen Verbindungen wie siliconen, Silanen, Siloxanen und halogenierten Derivaten der vorgenannten Stoffe sowie deren Nachbehandlung und die damit erzielten Wirkungen gehen aus SU 197 737, DE 34 31 533, CH 262 391 und DE 43 30 547 hervor.

Die Verwendung von anorganischen und organischen Hilfsstoffen nebeneinander in Bürsten ist in DEA 17779 (20.07.1950) beschrieben: Zunächst wird mit oxidierenden, salzartigen Verbindungen und nach dem Entfernen des Lösungsmittels durch Trocknen, mit Fetten, Ölen und Paraffinen imprägniert. Die US 4,605,581 lehrt, eine Bürste Zinknaphthenat und einem Phenol- oder Epoxidharz zu imprägnieren. Nach FR 985466 wird zunächst mit einem Kup-

fer-, Blei- oder Silbersalz imprägniert. Dann werden diese Salze zu Sulfiden oder Seleniden umgesetzt und danach die erhaltenen Sulfide und Selenide durch Imprägnieren mit einem härtbaren Harz in den Poren des Bürstenkörpers fixiert. Gemäß DE 10 55 673 wird mit einem hygroskopischen Salz aus der Gruppe Magnesiumnitrat, Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid und einer organischen Nitroverbindung wie Nitrobenzolsulfon imprägniert und schließlich lehrt die US 2,909,452, daß man eine Bürste mit verbesserten Laufeigenschaften erhält, wenn zunächst mit Natriumpyrophosphat imprägniert und danach das Salz durch Imprägnieren mit einem Polyesterharz fixiert wird.

[0004] In modernen elektrischen Maschinen werden die mit den Bürsten in Kontakt stehenden Laufflächen gleichermaßen mechanisch, elektrisch und thermisch hoch belastet. Für einen störungsfreien Betrieb der Paarung Bürste/Lauffläche müssen die Bürsten gute, auf die Lauffläche bezogene Gleiteigenschaften, dabei einen geringen Verschleiß und außerdem gute Stromübertragungs- und Kommutierungseigenschaften haben. Viele der aus dem Stand der Technik bekannten Bürsten genügen den genannten Anforderungen nicht oder nicht ausreichend. Es ist z.B. nicht tolerierbar, wenn eine Bürste zwar gute Gleiteigenschaften hat, dabei aber einen Gleitfilm auf der Gegenlauffläche erzeugt, der einen so großen Stromübergangswiderstand hat, daß dadurch während des Betriebes durch Erhitzen des Kommutators oder des Schleifrings und der Bürste mittels joule'scher Wärme so hohe Temperaturen entstehen, daß eine oder mehrere der genannten Maschinenkomponenten geschädigt werden. Es können dadurch z.B. Deformationen am Kommutator entstehen oder es tritt eine in der Bürste enthaltene Hilfssubstanz wie beispielsweise ein schmelzbares Imprägniermittel aus. Beide Ereignisse führen zum Ausfall der Maschine. Andere, aus Mängeln innerhalb der oben genannten Eigenschaftskombination resultierende Schäden sind für den Fachmann ohne weiteres denkbar und kommen in der Praxis vor.

[0005] Es war deshalb die Aufgabe der vorliegenden Anmeldung zugrundeliegenden Erfindung, im wesentlichen aus Kohlenstoff oder aus einem Kohlenstofffüller und einem Kunstharzbinder bestehende Bürsten für das Übertragen elektrischen Stromes zu schaffen, die für den Betrieb auf modernen hochbelasteten elektrischen Maschinen geeignet sind und beim Betrieb auf solchen Maschinen einen geringen Verschleiß bewirken und insbesondere selbst einen geringen Verschleiß haben sowie gegenüber Bürsten gemäß dem Stand der Technik eine niedrigere Kollektortemperatur hervorrufen. Weitere Aufgaben waren die Verringerung der Bürstenfeuer und Funkstörwerte. Ferner sollte mindestens ein Verfahren zum Herstellen derartiger Bürsten angegeben werden.

[0006] Die Aufgabe wird zum einen durch eine Bürste gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, daß sie mindestens eine anorganische Substanz enthält, die ihre Kristallstruktur im Bereich unterhalb ihres Schmelz-, Sublimations- oder Zersetzungsbereichs in Abhängigkeit von der Temperatur ändert. Zum anderen wird sie durch die kennzeichnenden Teile der Ansprüche 8., 12., 13., 14. und 15. gelöst, die Verfahren zum Herstellen erfindungsgemäßer Bürsten angeben. Die abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung wieder.

[0007] Die in der Bürste gemäß der Erfindung enthaltenen Substanzen, im folgenden erfinderische Substanzen genannt, müssen ihre vorteilhaften Wirkungen besonders im Bereich höherer Temperaturen, insbesondere im Bereich von 80 bis 180°C, nämlich dem Temperaturbereich, den die Bürstenlaufflächen moderner Maschinen im Betrieb annehmen, entfalten. Beim Überschreiten dieser Temperaturen können mindestens Schäden am Kommutator oder Schleifring entstehen. Am Beginn der Anlaufphasen der Maschinen, d.h. bei Raumtemperatur und bei nur leicht erhöhten Temperaturen bewirken die erfinderischen Substanzen ein Laufverhalten der Bürsten wie andere bekannte Imprägniermittel auch. Wenn sich jedoch die Bürstenlaufflächen und die Bürsten nach der Einlaufphase durch Reibung und die mit dem Übergang von elektrischem Strom verbundene Wärmeentwicklung auf ihre Betriebstemperatur erwärmen, durchlaufen die Bürsten und mit ihnen die in ihnen befindliche erfinderische Substanz Temperaturen, bei denen sich die Kristallstruktur dieser Substanz ändert und sich Hochtemperaturmodifikationen der erfinderischen Substanz bilden, die die vorteilhaften Wirkungen hervorrufen. Insbesondere muß angenommen werden, daß die gebildeten Hochtemperaturmodifikationen den während des Einlaufens auf der Gleitfläche der Maschine entstandenen Gleitfilm so verändern, daß er einen geringeren elektrischen Widerstand und möglicherweise zusätzlich günstigere Gleiteigenschaften erhält, denn sonst könnte nicht sowohl das Absinken der Betriebstemperatur der Lauffläche und der Bürste als auch eine Verringerung des Verschleißes der Bürsten und in einigen Fällen auch des Kollektors festgestellt werden. Mit der Senkung des elektrischen Widerstands der Grenzschicht zwischen der Bürste und der Bürstenlauffläche geht auch eine Verbesserung der Kommutierungsfähigkeit und eine Senkung der Funkenbildung und damit der Funkstörrate einher.

[0008] Erfinderische Substanzen sind insbesondere: Ammoniumnitrat, Ammoniumbromid, Natriumsulfat, Natriumnitrit, Kaliumnitrat, Kaliumhydrogensulfat, Cäsiumnitrat, Bariumtitanat, Silbernitrat, Thalliumnitrat und Thalliumjodid, wobei Ammoniumnitrat bevorzugt verwendet wird. Die Kristallstruktur von Ammoniumnitrat ändert sich bei 84,2 °C von orthorhombisch in tetragonal und bei 125 °C von tetragonal nach kubisch. Es wird angenommen, daß die mit diesen Änderungen des Kristallaufbaus einhergehenden Änderungen der physikalischen Eigenschaften die Ursache für die positiven Wirkungen des Ammoniumnitrats sind. Der Gehalt der erfinderischen Substanzen in den Bürsten beträgt 0,01 bis 9 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Bürsten ohne die Substanz. Der Gehalt an Ammoniumnitrat liegt bevorzugt im Bereich von 0,05 bis 3 Gewichtsprozent. Die erfinderischen Substanzen können jede für sich allein oder in Mischung miteinander verwendet werden. Im allgemeinen befinden sich die erfinderischen Substanzen im flüssigkeitszugängli-

chen Porenvolumen der Bürsten und bedecken dort mindestens die Porenwände. Bei mit Kunstharz gebundenen Bürsten können die erfinderischen Substanzen auch in die Bindermatrix aus Kunstharz eingebunden sein.

[0009] Die positive Wirkung der erfinderischen Substanzen kann durch Zusatz von organischen Schmier- und Gleitmitteln weiter verbessert werden. Hierfür können alle aus dem Stand der Technik bekannten Mittel dieser Art wie beispielsweise synthetische oder natürliche Wachse oder/und natürliche oder synthetische wachsartige, als Gleitmittel wirkende Polymere oder/und synthetische oder natürliche Öle oder/und synthetische oder natürliche Fette verwendet werden. Derartige Schmier- und Gleithilfen werden in die flüssigkeitszugänglichen Poren der Bürsten oder, bei Bürsten mit einer Kunstharzbindung, in die Poren des Kohlenstofffüllers der kunstharzgebundenen Bürsten eingebracht.

[0010] Erfindungsgemäße Bürsten mit einer Bindermatrix aus Kohlenstoff werden hergestellt, indem für die Verwendung als Bürsten geeignete Kohlenstoffkörper, die entweder bereits die Form vom Bürsten haben oder aus denen durch mechanisches Bearbeiten Bürsten hergestellt werden können und die herstellungsbedingt ein flüssigkeitszugängliches Porenvolumen haben, mit einer Lösung der erfinderischen Substanz oder einer Flüssigkeit, in der die erfinderische Substanz fein verteilt in Schwebelösung gehalten wird, imprägniert werden und das Lösungsmittel oder die die Partikel in der Schwebelösung haltende Trägerflüssigkeit nach dem Imprägnieren verdampft wird. Statt einer erfinderischen Substanz können auch mehr als eine dieser Substanzen entweder in einem Imprägniervorgang oder in Imprägniervorgängen, die nacheinander ausgeführt werden, in die Kohlenstoffkörper eingebracht werden. Dort, wo eine ausreichend gute Benetzbarkeit der Kohlenstoffoberflächen durch die Imprägnierflüssigkeit gegeben ist, kann das Imprägnieren durch einfaches Tauchen der Kohlenstoffkörper in die Imprägnierflüssigkeit geschehen. In den meisten Fällen wird jedoch das sogenannte Vakuum-Druck-Verfahren angewandt, bei dem die Kohlenstoffkörper in einem Kessel zuerst einem Unterdruck ausgesetzt, danach mit der Imprägnierflüssigkeit überschichtet und danach mit Normal- oder Überdruck beaufschlagt werden. Das Verdampfen des Lösungsmittels oder der Flüssigkeit, die die Partikel in der Schwebelösung hält oder gehalten hat, wird nach den allgemein bekannten Verfahren durchgeführt, die jeder Verfahrenstechniker kennt. Nach einer bevorzugten Methode werden die imprägnierten, nassen Körper in einem Ofen, z.B. einem Durchlaufofen auf eine Temperatur erhitzt, die vorzugsweise 5 K oberhalb der Siedetemperatur des verwendeten Lösungsmittels oder des Siedebereichs der verwendeten Lösungsmittelmischung liegt. Bei einem anderen bevorzugten Verfahren trocknet man die Kohlenstoffkörper in beheizten Kesseln, die mit einem leichten Unterdruck beaufschlagt werden können. Zum Imprägnieren können alle graphitisierten und nicht graphitisierten Kohlenstoffkörper verwendet werden, die ein flüssigkeitszugängliches Porenvolumen haben und die für die Anwendung als Bürstenmaterial für das Übertragen elektrischen Stromes geeignet sind.

[0011] Bei den meisten der erfinderischen Substanzen ist Wasser das bevorzugte Lösungsmittel. Wo es die Löslichkeitsverhältnisse zulassen oder wenn Wasser nicht verwendet werden soll, können auch andere polare Lösungsmittel wie beispielsweise Methyl-, Ethyl-, Propyl- oder Isopropylalkohol oder auch Pyridin und zwar allein oder in Mischungen mit Wasser verwendet werden.

Bei Verwendung von Ammoniumnitrat als erfinderischer Substanz können wässrige Lösungen verwendet werden, die 1 bis 60 Gewichts-% Ammoniumnitrat enthalten. Bevorzugt wird jedoch mit einer 3 bis 15 gewichtsprozentigen Lösung des Salzes in Wasser oder in Methanol gearbeitet. Ganz allgemein wird die Menge der erfinderischen Substanz, die in den Poren des Kohlenstoffkörpers abgeschieden werden soll, über den Gehalt der erfinderischen Substanzen in den Lösungen gesteuert. Dort, wo es nicht gelingt, in einem Imprägnier- und Trocknungsschritt die gewünschte Menge erfinderischer Substanz in den Poren abzuscheiden, wird mehrfach imprägniert.

In den Fällen, wo wie beim Bariumtitanat, das Verwenden von Lösungen nicht möglich ist oder wo die folgende Verfahrensweise vorteilhaft ist, werden zum Imprägnieren Flüssigkeiten verwendet, in denen die erfinderische Substanz mindestens für die Zeit des Imprägnierens in Schwebelösung gehalten ist. Als solche Flüssigkeiten werden bevorzugt aber nicht ausschließlich Stoffe verwendet, die wie z.B. Wachse, als Gleitstoff wirkende Polymere, Öle oder Fette, die nach dem Imprägnieren in den Poren des Kohlenstoffkörpers verbleiben sollen und die die Gleiteigenschaften der Bürste verbessern. Es können aber auch andere, bekannte, Suspensionen bildende Medien verwendet werden.

[0012] In den meisten Fällen kann eine Verbesserung der Wirkungen der erfinderischen Substanz erzielt werden, wenn das Porensystem der mit der erfinderischen Substanz imprägnierten Kohlenstoffkörper noch mit einem organischen Mittel aus der Gruppe natürliche oder synthetische Wachse oder/und natürliche oder synthetische, als Gleitmittel wirkende Polymere oder/und natürliche oder synthetische Öle oder/und synthetische oder natürliche Fette imprägniert wird. Das Imprägnieren geschieht entweder mit Schmelzen oder mit Lösungen dieser organischen Mittel. Im Falle der Verwendung von Schmelzen werden die Körper nach dem Imprägnieren unter den Schmelzpunkt bzw. Erweichungsbereich der Mittel abgekühlt. Im Falle der Verwendung von Lösungen muß das Lösungsmittel nach dem Imprägnieren nach einem der bekannten Verfahren entfernt werden, von denen einige im Vorstehenden beschrieben worden sind.

[0013] Erfindungsgemäße Bürsten, die eine Bindermatrix aus Kunstharz haben, werden nach zwei Verfahren hergestellt.

[0014] Nach dem einen Verfahren wird die erfinderische Substanz zuerst nach einem der vorgenannten Verfahren auf der flüssigkeitszugänglichen Oberfläche des Kohlenstofffüllers der Bürste fixiert. Sodann wird der so vorbereitete Kohlenstofffüller mit dem Binderharz vermischt und aus dieser Mischung in bekannter Weise ein Körper geformt, der ent-

weder die Form der Bürste hat oder aus dem durch mechanisches Bearbeiten Bürsten hergestellt werden können. Nach dem Formgeben wird das Binderharz gehärtet. Beim zweiten Verfahren wird die erfinderische Substanz in fein pulverisierter Form in das Binderharz eingemischt und die so erhaltene Mischung mit dem Kohlenstofffüller gemischt, diese Mischung dann zu einem Bürstenkörper oder einem für das Herstellen von Bürsten geeigneten Körper geformt und das Binderharz gehärtet. Die Menge an erfinderischer Substanz, die in das Binderharz eingemischt wird, liegt im Bereich von 0,2 bis 7 Gewichtsprozent, bezogen auf das nicht erhärtete Binderharz.

Es versteht sich von selbst, daß die Verfahrensschritte des ersten und des zweiten Verfahrens kombiniert werden können, wenn gewünscht wird, daß sich die erfinderische Substanz sowohl im Kohlenstofffüller als auch in der Binderharzmatrix befindet.

[0015] Zum weiteren Regulieren der Betriebseigenschaften der Bürsten können diese ggf. noch mit weiteren Zusätzen oder Imprägniermitteln versehen werden, die aus dem Stand der Technik bekannt sind.

[0016] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen weiter erläutert.

Beispiel 1:

[0017] Ein poröser Vorproduktkörper aus Kohlenstoff (Qualität T 1047, Hersteller SGL CARBON AG, Bonn), Abmessungen $8 \times 14 \times 30 \text{ mm}^3$, für das Herstellen von Bürsten, wurde in einem Trockenschrank bei 105°C 5 Stunden lang getrocknet, sodann in einen Imprägnierkessel überführt und in diesem einem Vakuum von weniger als 100 Pa ausgesetzt. Sodann wurde die Verbindung zur Vakuumpumpe geschlossen und der Kessel vollständig mit einer Lösung geflutet, die 10 Gew.-% Ammoniumnitrat in Wasser enthielt. Nach dem Ablassen der Lösung wurde der nun imprägnierte Kohlenstoffkörper aus dem Kessel entnommen und in einem Trockenschrank acht Stunden lang bei einer Temperatur von 105°C bei Normaldruck getrocknet. Danach stand er für das Herstellen von Bürsten in einsatzfähigen Endmaßen durch mechanisches Bearbeiten oder für weitere Imprägnierungen bereit. Der Gehalt an Ammoniumnitrat im getrockneten Körper betrug 0,5 Gew.-%.

Beispiel 2:

[0018] Ein gemäß Beispiel 1 mit Ammoniumnitrat imprägnierter Vorproduktkörper aus Kohlenstoff wurde in einen Kessel gelegt, der eine Lösung aus 5 Gewichtsprozent Paraffin (Type Vestowax SH 105, Lieferant Ter Hell Hermann & Co. GmbH, Hamburg) und 95 Gewichtsprozent Tetrachlorethylen enthielt. Die Imprägnierlösung war durch Auflösen des Paraffins in siedendem Tetrachlorethylen hergestellt worden. Sodann wurde der Kessel geschlossen, mit einem Rückflußkühler versehen und es wurde die Imprägnierflüssigkeit unter Atmosphärendruck auf Siedetemperatur erhitzt und der Kohlenstoffkörper 30 Minuten lang in der so erhitzten Lösung belassen. Nach dem Entnehmen des nunmehr mit Ammoniumnitrat und mit Paraffin imprägnierten Körpers aus dem Kessel wurde der Körper noch 10 Stunden lang in einem Trockenschrank bei 85°C getrocknet. Danach wurde er durch mechanisches Bearbeiten zu verwendungsfähigen Bürsten mit den Abmessungen $6,3 \times 11 \times 35,5 \text{ mm}^3$ für das Übertragen elektrischen Stromes bearbeitet.

[0019] Auf entsprechende Weise wurden unter Verwendung von Vorproduktkörpern aus Kohlenstoff, die nicht zuvor mit Ammoniumnitrat imprägniert worden waren, Bürsten für Vergleichszwecke hergestellt.

Laufversuche:

Versuchsgruppe 1:

[0020] Mit nicht imprägnierten Bürsten und mit gemäß den vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen hergestellten Bürsten, die nach der Endbearbeitung die Abmessungen $6,3 \times 11 \times 35,5 \text{ mm}^3$ aufwiesen, wurden Laufversuche auf Wechselstrommotoren des gleichen Typs unter den folgenden Betriebsbedingungen durchgeführt:

[0021] Umfangsgeschwindigkeit an der Bürstenlaufläche : 31,5 m/s

Übertragungsleistung: 1200 Watt

Laufzeit: 400 Stunden

[0022] Der Kommutator eines jeden Wechselstrommotors war mit zwei Bürsten bestückt, die in üblichen Bürstenhaltern geführt unter dem Druck üblicher Bürstenfedern gegen die Laufläche gedrückt wurden.

Versuchsergebnisse:

[0023]

5

10

15

20

Imprägnierung	Verschleiß (mm/100 h) Bürste 1	Verschleiß (mm/100 h) Bürste 2	Verschleiß (mm/100 h) Kollektor	Übertemperatur (K) Kollektor
---	3,9	3,8	0,100	91
---	3,8	4,1	0,106	94
Paraffin	3,7	3,4	0,157	100
Paraffin	3,6	3,6	0,178	102
NH ₄ NO ₃	3,1	3,4	0,106	77
NH ₄ NO ₃	3,3	3,4	0,123	80
NH ₄ NO ₃ + Paraffin	2,8	2,8	0,096	84
NH ₄ NO ₃ + Paraffin	2,7	2,7	0,089	86

25

[0024] Die Übertemperatur des Kollektors ist die gemessene Differenz zwischen der jeweiligen Raumtemperatur und der Temperatur der Kollektoroberfläche an der Laufzone der Bürsten im laufenden Betrieb. Die Raumtemperatur während der Messungen lag im Bereich von 20 bis 25 °C.

Versuchsgruppe 2:

30

[0025] Auf einem Schleifringprüfstand wurden nicht imprägnierte und nur mit Ammoniumnitrat imprägnierte Bürsten der Qualität RE 500, Hersteller SGL CARBON AG, Bonn, im Vergleich getestet. Das Imprägnieren war gemäß Ausführungsbeispiel 1 vorgenommen worden. Zur Durchführung der Versuche wurden einmal 8 Bürsten mit einer Ammoniumnitratimprägnierung und ein anderes mal 8 Bürsten ohne Imprägnierung unter sonst gleichen Bedingungen laufen gelassen. Von den in einem Lauf getesteten Bürsten einer Kategorie waren je 4 auf einer Laufspur positiv und je 4 auf der anderen Laufspur negativ gepolt. Die weiteren Versuchsdaten waren:

35

Umfangsgeschwindigkeit der Laufläche: 78 m/s
Strombelastung pro Bürstenlaufläche: 8 A/cm²
Laufdauer: 300 Stunden

40

[0026] Die Messungen während der Versuche zeigten, daß die Stromverteilung bei den erfindungsgemäßen Bürsten über die gesamte Laufzeit äußerst gleichmäßig war. Jede der Bürsten übertrug stets 25 % ± 1% des Gesamtstroms. Bei den nicht impräginierten Bürsten lag die Stromverteilung zwischen 0 und 60% pro Bürste, d.h., einige Bürsten übertrugen zeitweise gar keinen Strom.

45

[0027] Es wurden folgende gemittelten Verschleißwerte gemessen:

50

	Minus-Pol (mm/100 h)	Plus-Pol (mm/100 h)
ohne Imprägnierung	1,68	0,67
mit Imprägnierung	0,94	0,56

55

[0028] Die Meßwerte beider Versuchsgruppen zeigen, daß das Laufverhalten der gemäß der Erfindung imprägnierten Bürsten insgesamt erheblich besser ist als das unimprägnierter Bürsten. Das betrifft insbesondere den Bürstenverschleiß sowohl bei Gleich-, als auch bei Wechselstrommaschinen. Beim Kollektorverschleiß tritt die Verbesserung erst bei den Varianten mit einer zusätzlichen Paraffinimprägnierung in Erscheinung. Daß aber auch der Kollektor insgesamt geschont wird und daß die Gleit- und Stromübertragungseigenschaften durch Verwendung erfindungsgemäß imprä-

gnierter Bürsten erheblich verbessert werden, geht aus der Senkung der Kollektortemperaturen während des Betriebs hervor. Des weiteren wurden beim Laufen der mit Imprägnierung versehenen Bürsten wesentlich weniger Bürstenfeuer bzw. Funken beobachtet. Daraus folgt, daß die erfindungsgemäßen Bürsten auch weniger Funkstörungen verursachen.

Patentansprüche

1. Aus Kohlenstoff oder aus einem Kohlenstofffüllstoff und einer Bindermatrix aus Kunstharz bestehende Bürste für das Übertragen elektrischen Stromes mit einem Gehalt von mindestens einer anorganischen, nicht metallischen Substanz,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Bürste nach ihrer Fertigstellung mindestens eine anorganische, nicht metallische Substanz enthält, die ihre Kristallstruktur im Bereich unterhalb ihres Schmelz-, Sublimations- oder Zersetzungsbereichs in Abhängigkeit von der Temperatur ändert und die in Form feiner Partikel über den gesamten Bürstenkörper verteilt ist.
2. Bürste gemäß Patentanspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Bürste mindestens eine Substanz aus der Gruppe Ammoniumnitrat, Ammoniumbromid, Natriumsulfat, Natriumnitrit, Kaliumnitrat, Kaliumhydrogensulfat, Cäsiumnitrat, Silbernitrat, Thalliumnitrat, Thalliumjodid, Bariumtitanat enthält.
3. Bürste gemäß einem der Patentansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Gehalt der ihre Kristallstruktur ändernden Substanz in der Bürste mindestens 0,01 und höchstens 9,0 Gewichtsprozent beträgt.
4. Bürste gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
die ihre Kristallstruktur ändernde Substanz Ammoniumnitrat ist.
5. Bürste gemäß Patentanspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Gehalt an Ammoniumnitrat in der Bürste im Bereich von 0,05 bis 3 Gewichtsprozent liegt.
6. Bürste gemäß einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Bürste zusätzlich ein organisches Mittel aus der Gruppe natürliche oder synthetische Wachse oder/und natürliche oder synthetische wachsartige, als Gleitmittel wirkende Polymere oder/und synthetische Öle oder/und natürliche oder synthetische Fette enthält.
7. Bürste gemäß einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
sich
 - a) die ihre Kristallstruktur ändernde Substanz oder
 - b) die ihre Kristallstruktur ändernde Substanz und das zusätzlich vorhandene organische Mittel im wesentlichen in den flüssigkeitszugänglichen Poren der Bürste befindet.
8. Verfahren zum Herstellen einer die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweisenden Bürste aus Kohlenstoff,
dadurch gekennzeichnet, daß
 - a) ein für die Verwendung als Bürstenmaterial oder als Bürste für das Übertragen elektrischen Stromes geeigneter, ein offenes Porenvolumen aufweisender Körper aus Kohlenstoff in eine Lösung mindestens einer ihre Kristallstruktur unterhalb ihres Schmelz-, Sublimations- oder Zersetzungsbereichs in Abhängigkeit von der Temperatur ändernden anorganischen, nicht metallischen Substanz oder in eine Flüssigkeit, in der mindestens eine ihre Kristallstruktur in Abhängigkeit von der Temperatur ändernde anorganische, nicht metallische Substanz in fein verteilter Form in Schwebe gehalten ist, getaucht und mit dieser Lösung oder partikelhaltigen Flüssigkeit imprägniert wird,

b) sodann das Lösungsmittel oder der Flüssigkeitsanteil der partikelhaltigen Flüssigkeit verdampft wird.

9. Verfahren gemäß Patentanspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
5 zum Imprägnieren eine Lösung von Ammoniumnitrat in einem Lösungsmittel aus der Gruppe Wasser, Methylalkohol, Äthylalkohol, Pyridin verwendet wird.
10. Verfahren gemäß Patentanspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
10 zum Imprägnieren eine 1 bis 60 Gew.-% Ammoniumnitrat enthaltende wässrige Lösung verwendet wird.
11. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
15 das imprägnierte Kohlenstoffmaterial zum Entfernen des Lösungsmittels oder des Flüssigkeitsanteils der Flüssigkeit, in der die Substanz, die ihre Kristallstruktur in Abhängigkeit von der Temperatur ändert, in Schwebe gehalten wird, auf eine Temperatur erhitzt wird, die mindestens 5 K über dem Siedebereich des verwendeten Lösungsmittels oder des Flüssigkeitsanteils der schwebstoffhaltigen Flüssigkeit liegt.
12. Verfahren zum Herstellen einer die Merkmale des Patentanspruchs 6 aufweisenden Bürste aus Kohlenstoff,
dadurch gekennzeichnet, daß
20
a) ein für die Verwendung als Bürstenmaterial oder als Bürste für das Übertragen elektrischen Stromes geeigneter, ein offenes Porenvolumen aufweisender Körper aus Kohlenstoff in eine Lösung mindestens einer ihre Kristallstruktur in Abhängigkeit von der Temperatur ändernden anorganischen, nicht metallischen Substanz
25 oder in eine Flüssigkeit, in der mindestens eine ihre Kristallstruktur unterhalb ihres Schmelz-, Sublimations- oder Zersetzungsbereichs in Abhängigkeit von der Temperatur ändernde anorganische, nicht metallische Substanz in fein verteilter Form in Schwebe gehalten ist, getaucht und mit dieser Lösung oder partikelhaltigen Flüssigkeit imprägniert wird,
b) sodann das Lösungsmittel oder der Flüssigkeitsanteil der schwebstoffhaltigen Flüssigkeit verdampft wird,
30 c) danach der mindestens eine, die Kristallstruktur in Abhängigkeit von der Temperatur ändernde anorganische, nicht metallische Substanz enthaltende Körper aus Kohlenstoff durch Eintauchen in eine Schmelze aus einem organischen Mittel aus der Gruppe natürliche oder synthetische Wachse oder/und natürliche oder synthetische, wachsartige, als Gleitmittel wirkende Polymere oder/und natürliche oder synthetische Öle oder/und synthetische oder natürliche Fette mit diesem Mittel imprägniert und
35 d) der Körper nach dem Imprägnieren auf Raumtemperatur abgekühlt wird.
13. Verfahren zum Herstellen einer die Merkmale des Patentanspruchs 6 aufweisenden Bürste aus Kohlenstoff,
dadurch gekennzeichnet, daß
40
a) ein für die Verwendung als Bürstenmaterial oder als Bürste für das Übertragen elektrischen Stromes geeigneter, ein offenes Porenvolumen aufweisender Körper aus Kohlenstoff in eine Lösung mindestens einer ihre Kristallstruktur unterhalb ihres Schmelz-, Sublimations- oder Zersetzungsbereichs in Abhängigkeit von der
45 Temperatur ändernden anorganischen, nicht metallischen Substanz oder in eine Flüssigkeit, in der mindestens eine ihre Kristallstruktur in Abhängigkeit von der Temperatur ändernde anorganische, nicht metallische Substanz in fein verteilter Form in Schwebe gehalten ist, getaucht und mit dieser Lösung oder partikelhaltigen Flüssigkeit imprägniert wird,
b) sodann das Lösungsmittel oder der Flüssigkeitsanteil der schwebstoffhaltigen Flüssigkeit verdampft wird,
c) danach der Körper aus Kohlenstoff durch Eintauchen in eine Lösung aus einem organischen Mittel aus der
50 Gruppe natürliche oder synthetische Wachse oder/und natürliche oder synthetische, wachsartige, als Gleitmittel wirkende Polymere oder/und natürliche oder synthetische Öle oder/und synthetische oder natürliche Fette mit diesem Mittel imprägniert und dann
d) das Lösungsmittel der in den Poren des Körpers befindlichen Lösung nach dem Entnehmen des Körpers aus dem Imprägnierbad durch Verdampfen entfernt wird.
- 55 14. Verfahren zum Herstellen eines die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweisenden Bürstenwerkstoffs aus einem Kohlenstofffüllstoff und einer Bindermatrix aus Kunstharz,
dadurch gekennzeichnet, daß
eine Mischung aus einem Kunstharzbindemittel, einem für das Herstellen von Bürsten geeigneten Kohlenstofffüll-

stoff und mindestens einer anorganischen, nicht metallischen Substanz, die ihre Kristallstruktur unterhalb ihres Schmelz-, Sublimations- oder Zersetzungsbereichs in Abhängigkeit von der Temperatur ändert, hergestellt wird, diese Mischung zu einem als Bürste oder als Vorprodukt für das Herstellen einer Bürste geeigneten Körper geformt und der Kunstharzanteil des Körpers gehärtet wird.

5

15. Verfahren zum Herstellen eines die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweisenden Bürstenwerkstoffs aus einem Kohlenstofffüllstoff und einer Bindermatrix aus Kunstharz, dadurch gekennzeichnet, daß

10

a) ein für das Herstellen von Bürsten geeigneter Kohlenstofffüllstoff mit der Lösung einer anorganischen, nicht metallischen Substanz, die ihre Kristallstruktur im Bereich unterhalb ihres Schmelz-, Sublimations- oder Zersetzungsbereichs in Abhängigkeit von der Temperatur ändert oder mit einer Flüssigkeit, in der eine solche anorganische, nicht metallische Substanz in Partikelform in Schwebe gehalten ist, imprägniert wird,

15

b) nach dem Imprägnieren das Lösungsmittel oder die Flüssigkeit, in der die anorganische Substanz in Schwebe gehalten worden ist, aus dem Kohlenstofffüllstoff durch Verdampfen entfernt wird,

c) eine Mischung aus einem Kunstharzbindemittel und dem nach den Verfahrensschritten a) plus b) hergestellten Kohlenstofffüllstoff hergestellt wird,

d) diese Mischung zu einem als Bürste oder als Vorprodukt für das Herstellen einer Bürste geeigneten Körper geformt und

20

e) der Kunstharzanteil des Körpers gehärtet wird.

16. Verfahren zum Herstellen eines Bürstenwerkstoffes nach Patentanspruch 15,

dadurch gekennzeichnet, daß

25

in Verfahrensschritt c) anstatt des Kunstharzbindemittels eine Mischung aus einem Kunstharzbindemittel und einer anorganischen, nicht metallischen Substanz, die ihre Kristallstruktur im Bereich unterhalb ihres Schmelz-, Sublimations-, oder Zersetzungsbereichs in Abhängigkeit von der Temperatur ändert, verwendet wird.

30

35

40

45

50

55