

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Februar 2007 (15.02.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/017488 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C09D 143/00 (2006.01) C09D 4/00 (2006.01)
C09D 183/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/065106

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. August 2006 (07.08.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 038 119.7 11. August 2005 (11.08.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GENSLER, Rudolf
[DE/DE]; Friedrich-Bauer-Str. 40, 91058 Erlangen (DE).
NIES, Rainer [DE/DE]; Haagstr. 22, 91054 Erlangen
(DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: COATINGS FOR USE IN THE AREA OF ENERGY GENERATION

(54) Bezeichnung: BESCHICHTUNGEN FÜR DEN EINSATZ IM BEREICH DER ENERGIEERZEUGUNG

(57) Abstract: The present invention relates to a method for coating the surfaces of turbomachines that come into contact with fluid media, wherein the outer surface of parts of turbomachines that come into contact with fluid media are contacted by a coating comprising an inorganic-organic hybrid polymer. Furthermore, it relates to turbomachines, wherein the surfaces that come into contact with fluid media have an outer coating which comprises an inorganic-organic hybrid polymer, and relates to the use of such turbomachines for generating electric power.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung der mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Oberflächen von Strömungsmaschinen, wobei man die äußere Oberfläche von mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Teilen von Strömungsmaschinen mit einer Beschichtung, umfassend ein anorganisch-organisches Hybridpolymer, kontaktiert. Weiterhin betrifft sie Strömungsmaschinen, wobei die mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Oberflächen eine äußere Beschichtung aufweisen, die ein anorganisch-organisches Hybridpolymer umfasst sowie die Verwendung solcher Strömungsmaschinen zur Erzeugung von elektrischem Strom.

WO 2007/017488 A1

Beschichtungen für den Einsatz im Bereich der Energieerzeugung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Beschichtungsverfahren. Insbesondere betrifft sie ein Verfahren zur Beschichtung der mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Oberflächen von Strömungsmaschinen.

10

In bzw. auf vielen Strömungsmaschinen, darunter beispielsweise Komponenten von Kraftwerksanlagen, bilden sich im Laufe ihrer Betriebsdauer Verschmutzungen und Ablagerungen, die ihren Betrieb beeinträchtigen. Ebenfalls ergibt sich als Folge der Reinigung dieser Komponenten z. B. mit Wasser eine erhöhte Korrosion. In der Umgebung der Komponenten vorkommendes Öl, Staub oder Ruß können die Ursache solcher Probleme sein. Beispiele für solche Komponenten von Kraftwerksanlagen sind der Kompressor von Gasturbinen und luftgekühlte Generatoren, die als Folge von Verunreinigungen in der Luft, die vom Kompressor oder der Generatorkühlung angesogen werden, verschmutzen. Im Falle von Turbinen müssen üblicherweise der Verdichterstator, der Verdichterrotor und dabei insbesondere die Verdichterschaufeln in regelmäßigen Zeitabständen gereinigt werden, um einen ordnungsgemäßen Betrieb der Turbine zu gewährleisten. Die Verdichterschaufeln werden während des Betriebes der Turbine gereinigt, indem feinverteilter Wasser in den Verdichtereinlauf gespritzt wird ("online washing"). Je nach Staub- und/oder Ölbelastung der angesogenen Luft muss der Reinigungsvorgang mehrmals in der Woche wiederholt werden. Allerdings stellt hierbei das Wasser auch eine mögliche Quelle für die Korrosion insbesondere des Verdichterrotors dar. In diesem Zusammenhang wäre eine Erhöhung der Wartungsintervalle, der Lebensdauer und der Verfügbarkeit der Komponenten vorteilhaft. Zusätzlich zum "online washing" müssen Verdichterschaufeln während der Inspektion der Anlage manuell nachgereinigt werden. Der Reinigungsvorgang und der damit

verbundene Stillstand der Anlage sind zeitaufwändig und daher teuer.

5 Bislang ist es bekannt, solche Verdichterschaufeln zum Schutz vor Korrosion mittels einer Aluminium enthaltenden Grundlage und einer Chromat/Phosphat-Decklage zu beschichten. Diese Art der Beschichtung ist jedoch nachteilig, da sie leicht verschmutzt und wie oben geschildert oftmals gereinigt werden muss. Weiterhin müssen beim Chromatieren toxische Cr(VI)-
10 Verbindungen eingesetzt werden.

Es besteht daher der Bedarf an verbesserten Oberflächenbeschichtungen für mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Oberflächen von Strömungsmaschinen.

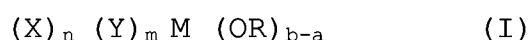
15

Die vorliegende Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, wenigstens einen der beschriebenen Nachteile im Stand der Technik zu überwinden. Insbesondere hat sich die vorliegende Erfindung die Aufgabe gestellt, ein Verfahren zur Beschichtung
20 der mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Oberflächen von Strömungsmaschinen zur Verfügung zu stellen, so dass die erhaltenen Oberflächen gegen Korrosion geschützt sind, leicht zu reinigen sind und keine toxischen chromhaltigen Verbindungen beinhalten.

25

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Beschichtung der mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Oberflächen von Strömungsmaschinen, wobei man die äußere Oberfläche von mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Teilen
30 von Strömungsmaschinen mit einer Beschichtung, umfassend ein anorganisch-organisches Hybridpolymer, kontaktiert, wobei man die Beschichtung erzeugt, indem man Monomere gemäß nachstehender Formel (I) zur Reaktion bringt und zur Ausbildung der Beschichtung anschließend härtet:

35



wobei gilt:

M ist Al, Si, Ti und/oder Zr;

R ist H oder eine verzweigte oder eine unverzweigte Alkylgruppe mit 1 bis 9 C-Atomen;

X und Y sind unabhängig voneinander eine organische Gruppe umfassend eine nicht reaktive Aryl-, Alkyl-, Fluoroalkyl-, Fluoroaryl-, Perfluoroalkyl- und/oder Perfluoroarylgruppe oder eine reaktive Epoxy-, Acrylat-, Vinyl-, Allyl-, Isocyanat-, Amin- und/oder Hydroxylgruppe;

n ist 0, 1, 2, 3 oder 4;

10 m ist 0, 1, 2, 3 oder 4;

(n+m)=a;

a ist 1, 2, 3 oder 4;

b ist 3 oder 4.

15 Im Sinne der vorliegenden Erfindung sind die fluiden Medien, die mit den Oberflächen der Strömungsmaschinen in Kontakt treten, ausgewählt aus der Gruppe umfassend Gase, Flüssigkeiten und/oder Aerosole, bevorzugt Luft und/oder Wasser. Die Medien können bei Raumtemperatur, unterhalb der Raumtemperatur oder oberhalb der Raumtemperatur vorliegen. Beispielsweise kann Luft bei Raumtemperatur vorliegen und ein Aerosol wie ein Brennstoff/Luft-Gemisch bei einer erhöhten Temperatur vorliegen.

25 Als Strömungsmaschinen im erfindungsgemäßen Sinne bezeichnet man Fluidenergiemaschinen, die kontinuierlich arbeiten, also einen statischen Druckunterschied zwischen Ein- und Auslauf aufbauen. Sie können ausgewählt sein aus der Gruppe umfassend Propeller, Repeller, Kreiselpumpen, Ventilatoren, Wasserturbinen, Verdichter, Dampfturbinen und/oder Gasturbinen. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung bezeichnen Propeller und Repeller gehäuselose Strömungsmaschinen, die mechanische Arbeit aufnehmen und diese in Form von Strömungsenergie an das sie umgebende Medium abgeben (Propeller) oder umgekehrt dem antreibenden Fluid Energie entnehmen und diese in Form von mechanischer Rotation und Drehmoment verfügbar machen (Repeller). Kreiselpumpen im Rahmen der vorliegenden Erfindung bezeichnen Pumpen, bei denen ein fluides Medium durch mechani-

sche Arbeit bewegt wird, wobei die mechanische Arbeit durch die Fliehkraft und Umlenkung des Mediums in Schaufelrädern übertragen wird. Ventilatoren hingegen bezeichnen Geräte, welche dazu verwendet werden, die umgebende Luft in Bewegung zu versetzen, ohne jedoch dabei zum Antrieb eines Gegenstandes zu dienen. Wasserturbinen bezeichnen Turbinen, die die Wasserkraft nutzbar machen. Dabei wird potentielle und/oder kinetische Energie in mechanische Arbeit oder mittels eines auf der Turbinenachse befindlichen Generators direkt in elektrischen Strom umgewandelt. Als Verdichter, auch Kompressoren genannt, werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung Fluidenergiemaschinen bezeichnet, die zum Komprimieren von Gasen Verwendung finden. Dampfturbinen beziehungsweise Gasturbinen sind als Turbinenbauarten zu verstehen, welche eine rotierende Welle umfassen, die mit Turbinenschaufeln bestückt ist. Die Turbinenschaufeln werden von Wasserdampf beziehungsweise heißen Gasen wie Verbrennungsgasen umströmt.

Bei anorganisch-organischen Hybridpolymeren handelt es sich um Materialien, welche ein anorganisches Netzwerk mit organischen Komponenten und gegebenenfalls ein zusätzliches organisches Netzwerk aufweisen. Anorganisch-organische Hybridpolymere leiten sich aus organisch modifizierten Metallalkoxiden ab. Diese Metallalkoxide werden im Rahmen dieser Erfindung als Monomere bezeichnet.

Das anorganische Netzwerk wird in einem zweistufigen Sol-Gel-Prozess gebildet. Zunächst werden die Metallalkoxide teilweise oder vollständig unter Abspaltung der entsprechenden Alkohole hydrolysiert. In einem zweiten Schritt kondensieren die Metallhydroxide unter Wasserabspaltung zu dem sauerstoffverbrückten anorganischen Netzwerk.

Beispiele für verzweigte oder unverzweigte Alkylgruppen mit 1 bis 9 C-Atomen sind ausgewählt aus der Gruppe umfassend Methyl, Ethyl, Propyl, *iso*-Propyl, *n*-Butyl, *iso*-Butyl und/oder *sec*-Butyl. Bevorzugt sind solche Alkylgruppen wie Methyl oder

Ethyl, die nach der Hydrolyse der Metallalkoxide Alkohole mit niedrigem Siedepunkt ergeben.

Die wie eingangs beschriebenen organischen Gruppen X und Y
5 beeinflussen die Eigenschaften der Beschichtung erheblich.
Hydrophobe organische Gruppen können zum Beispiel die Ober-
flächenenergie der Beschichtung herabsetzen. Fluorierte Grup-
pen sind besonders wirksam in Hinblick auf die Verringerung
der Oberflächenenergie. Die Beschichtung wird auf diese Weise
10 hydrophob und/oder oleophob, also Wasser abstoßend oder Öl
abstoßend. Als Folge der niedrigen Oberflächenenergie zeigt
die Oberflächenbeschichtung so genannte "easy-to-clean"-
Eigenschaften: Wasser und organische Flüssigkeiten perlen
leicht ab und die niedrigen Adhäsionskräfte erleichtern und
15 beschleunigen die mechanische Entfernung von Staub oder
Dreckpartikeln von der Oberfläche. Solche Hydrophobie oder
Oleophobie lässt sich durch den Kontaktwinkel der betreffen-
den Flüssigkeit ausdrücken. Als Kontaktwinkel wird der Winkel
bezeichnet, den der Flüssigkeitstropfen auf der Oberfläche
20 eines Feststoffes zu dieser Oberfläche bildet. Je größer der
Kontaktwinkel ist, desto geringer ist die Wechselwirkung der
Flüssigkeit mit der Oberfläche.

Beispielsweise können die Kontaktwinkel der nach dem erfin-
25 dungsgemäßen Verfahren beschichteten Oberflächen gegen Wasser
in einem Bereich von $\geq 80^\circ$ bis $\leq 130^\circ$, bevorzugt $\geq 90^\circ$ bis
 $\leq 130^\circ$, noch mehr bevorzugt $\geq 98^\circ$ bis $\leq 130^\circ$ liegen. Weiterhin
können beispielsweise die Kontaktwinkel der nach dem erfin-
dungsgemäßen Verfahren beschichteten Oberflächen gegen CH_2I_2
30 in einem Bereich von $\geq 45^\circ$ bis $\leq 90^\circ$, bevorzugt $\geq 50^\circ$ bis $\leq 90^\circ$,
noch mehr bevorzugt $\geq 60^\circ$ bis $\leq 90^\circ$ liegen. Zum Vergleich sei
angeführt, dass bei einer unbehandelten Edelstahloberfläche
der Kontaktwinkel gegen Wasser ca. 63° und gegen CH_2I_2 ca.
38° beträgt.

35

Es lassen sich erfindungsgemäß reaktive und nicht reaktive
organische Gruppen X und Y einsetzen. Nicht reaktive Aryl-,
Alkyl-, Fluoroalkyl-, Fluoroaryl-, Perfluoroalkyl- und/oder

Perfluoroarylgruppen sind ausgewählt aus der Gruppe umfassend Phenyl, Naphthyl, Methyl, Ethyl, Propyl, *iso*-Propyl, *n*-Butyl, *iso*-Butyl und/oder *sec*-Butyl, Difluoromethyl, Trifluoromethyl, Pentafluoroethyl, C₆F₁₃, Tridecafluoro-1,1,2,2-tetrahydrooctyl, Fluorophenyl und/oder Pentafluorophenyl.

Reaktive organische Gruppen können Epoxy-, Acrylat-, Vinyl-, Allyl-, Isocyanat-, Amin- und/oder Hydroxylgruppen sein. Diese Gruppen können nach dem sie tragenden organischen Rest auch hydrophobe Eigenschaften aufweisen. Weiterhin können sie zur Reaktion mit anderen reaktiven Gruppen in der Lage sein und zu einer Quervernetzung des Hybridpolymers beitragen. Solch ein organisches Netzwerk führt beispielsweise zu einer verbesserten Elastizität des Hybridpolymers.

Das Härten der Beschichtung kann thermisch oder photochemisch erfolgen. Es dient einerseits dem Zweck, die Kondensation der Metallhydroxide zu einem anorganischen Netzwerk zu vervollständigen. Andererseits können dadurch auch die oben erwähnten reaktiven organischen Gruppen untereinander vernetzt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Beschichtung zusätzlich anorganische Mikropartikel und/oder Nanopartikel ausgewählt aus der Gruppe umfassend Magnesium, Zink, Eisen, Nickel, Palladium, Platin, Cobalt, Rhodium, Iridium, Titandioxid, Zirkondioxid, Ceroxid, Vanadiumpentoxid, Aluminiumoxid, Siliziumcarbid und/oder Siliziumdioxid auf. Mikropartikel im Sinne dieser Erfindung bezeichnet Teilchen, die in mindestens einer Dimension Abmessungen von $\leq 100 \mu\text{m}$ aufweisen; Nanopartikel im Sinne dieser Erfindung bezeichnet Teilchen, die in mindestens einer Dimension Abmessungen von $\leq 100 \text{ nm}$ aufweisen.

Typische Funktionen, die von solchen Partikeln bereitgestellt werden, sind zusätzliche Hydrophobie, Kratzfestigkeit, katalytische Wirkung (thermisch oder durch UV-Licht) und/oder Korrosionsinhibition. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die

Partikel bei den Betriebstemperaturen des beschichteten Bauelements als Oxidationskatalysator wirken, um anhaftenden Schmutz zu vernichten. Zur besseren Dispergierbarkeit oder zum Einstellen weiterer Eigenschaften können die Partikel zusätzlich mit Substanzen ausgewählt aus der Gruppe umfassend Siliciumdioxid, Siliconöle, Silane, Aluminiumhydroxid, Stearinsäure und/oder Aluminiumoxid oberflächenbeschichtet sein. Die Partikel können auch dem Sol der aufzutragenden Beschichtung in Form von kolloidalen Lösungen zugesetzt werden. Hierdurch ist eine gute Verteilung der Partikel auf einfachem Wege möglich.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren die folgenden Schritte:

15

a) Hydrolyse der Monomere gemäß Formel (I)

20

b) Auftragen des erhaltenen Reaktionsgemisches auf eine Oberfläche mittels Sprühen, Tauchen, Rollen und/oder Wischen;

c) Härten des aufgetragenen Reaktionsgemisches mittels thermischer Härtung, Härtung mit UV-Licht und/oder Härtung mit sichtbarem Licht.

25

Die Hydrolyse der Monomere gemäß Formel (I), also der Metallalkoxide, setzt den Sol-Gel-Prozess in Gang. Man kann die Hydrolyse in reinem Wasser oder in Gegenwart weiterer Lösungsmittel wie Alkoholen durchführen. Vorteilhaft an der Verwendung eines Lösungsmittelgemisches ist, dass sich Monomere mit einer geringeren Löslichkeit in Wasser auch verarbeiten lassen. Weiterhin kann die Hydrolyse in einem mehrphasigen System aus Wasser und einem nicht mit Wasser mischbaren Lösungsmittel durchgeführt werden. Dieses ist zweckmäßig, wenn das Monomer sehr schlecht in Wasser löslich ist. Weiterhin kann die Hydrolyse in Gegenwart einer Säure wie Salzsäure durchgeführt werden. Hierbei erhöht sich die Reaktionsgeschwindigkeit der Hydrolyse. Die Temperatur der Reaktion kann unterhalb der Raumtemperatur, bei Raumtemperatur oder ober-

30

35

halb der Raumtemperatur liegen. Es ist vorteilhaft, die Hydrolyse bei Raumtemperatur durchzuführen, da keine weitere Energie zum Kühlen oder Heizen benötigt wird und durch die vergleichsweise geringe Reaktionsgeschwindigkeit die Gefahr von unerwünschten Nebenreaktionen wie einer vorzeitigen Vernetzung sinkt. Dieses ist wichtig, da durch eine zu hohe Vernetzung des Monomers die Viskosität des Reaktionsgemisches ansteigt und die Verarbeitbarkeit, also das Auftragen auf das Substrat, erschwert wird. Ebenso ist es von Bedeutung, dass die Reaktionsdauer der Hydrolyse einen so gewählt wird, dass eine möglichst vollständige Hydrolyse, aber möglichst keine vorzeitige Vernetzung erreicht wird. Vorzugsweise liegt diese Reaktionsdauer bei 24 Stunden pro Ansatz.

Der nächste Schritt ist die Beschichtung des Substrates mit dem Reaktionsgemisch aus der Hydrolysereaktion. Vorteilhaft am erfindungsgemäßen Beschichtungsverfahren ist, dass die Beschichtung ohne weitere Schutzvorkehrungen gegen Sauerstoff- oder Feuchtigkeitseinwirkung aufgetragen werden kann. So lassen sich gängige Techniken nutzen. Beim Sprühen kann beispielsweise auf Sprühroboter zurückgegriffen werden, welche komplexe Formkörper gleichmäßig beschichten können. Das Eintauchen des zu beschichtenden Gegenstandes stellt eine sehr einfache Vorgehensweise da. Ebenso wie das Auftragen durch Rollen oder Wischen ist es dadurch möglich, bereits bestehende Anlagen vor Ort mit oder vorteilhafterweise ohne Demontage der Einzelteile zu beschichten.

Nach dem Auftragen schließt sich das Härten, also das Vernetzen des Reaktionsgemisches aus der Hydrolysereaktion an. Die thermische Härtung kann vorteilhaft bei einer Temperatur von ≥ 25 °C bis ≤ 500 °C, bevorzugt ≥ 100 °C bis ≤ 400 °C, besonders bevorzugt ≥ 150 °C bis ≤ 300 °C, ganz besonders bevorzugt von ≥ 170 °C bis ≤ 250 °C durchgeführt werden. Eine thermische Härtung oberhalb von 300 °C führt in der Regel zur Zersetzung der organischen Bestandteile und zur Ausbildung einer hochtemperaturfesten Beschichtung. Diese Beschichtung zeigt dann ein glasartiges Verhalten.

Eine Härtung der Beschichtung mittels UV- oder sichtbarem Licht kann dort von Vorteil sein, wo Bauteile nachträglich beschichtet werden sollen und eine Demontage der diese Bauteile enthaltenden Anlage nicht zweckmäßig erscheint. Das UV-Licht kann beispielsweise eine Wellenlänge von ≥ 250 nm bis ≤ 370 nm aufweisen. Weiterhin kann das Spektrum des UV-Lichtes ein Intensitätsmaximum bei 360 nm aufweisen. UV-Lampen, die Licht solcher Wellenlänge ausstrahlen, sind kommerziell gut verfügbar und vergleichsweise kostengünstig einzusetzen.

Das im erfindungsgemäße Verfahren eingesetzte Sol kann Methyltriethoxysilan in einem Anteil von ≥ 50 Gew.-% bis ≤ 75 Gew.-% umfassen. Durch solch hohe Gewichtsanteile lässt sich ein hoher Siliziumanteil in die Beschichtung einbringen.

Weiterhin kann das im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte Sol 3-Glycidyloxypropyltriethoxysilan in einem Anteil von ≥ 15 Gew.-% bis ≤ 30 Gew.-% umfassen. Unterhalb dieses Bereiches trägt die Nachvernetzung über die Epoxidgruppe nicht mehr wesentlich zu verbesserten Materialeigenschaften bei. Oberhalb dieses Bereiches ist keine wesentliche Steigerung der Materialeigenschaften im Vergleich zu den Kosten der Komponente zu erwarten.

Weiterhin kann das im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte Sol Phenyltriethoxysilan in einem Anteil von ≥ 5 Gew.-% bis ≤ 15 Gew.-% umfassen. Unterhalb dieses Bereiches trägt die Phenylgruppe nicht mehr wesentlich zur angestrebten Hydrophobie bei. Oberhalb dieses Bereiches ist eine Verschlechterung der mechanischen Stabilität und keine wesentliche Verbesserung der Hydrophobie der Beschichtung zu erwarten.

Weiterhin kann das im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte Sol Tridecafluoro-1,1,2,2-tetrahydrooctyltriethoxysilan in einem Anteil von ≥ 0.5 Gew.-% bis ≤ 3 Gew.-% umfassen. Unterhalb dieses Bereiches trägt die Fluoroalkylgruppe nicht mehr wesentlich zur angestrebten Hydrophobie bei. Oberhalb dieses

Bereiches ist keine wesentliche Steigerung der Hydrophobie und Oleophobie im Vergleich zu den Kosten der Komponente zu erwarten.

5 Weiterhin kann das im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte Sol 1-Methoxypropanol-2 in einem Anteil von ≥ 5 Gew.-% bis ≤ 15 Gew.-% umfassen. Dieses mittelflüchtige, mit Wasser mischbare Lösungsmittel hat den Vorteil einer guten biologischen Abbaubarkeit.

10

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft eine Beschichtung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbar ist.

15 Die gehärtete Beschichtung kann einen Silizium-Gehalt von ≥ 1 Gew.-% bis ≤ 50 Gew.-%, bevorzugt ≥ 5 Gew.-% bis ≤ 30 Gew.-%, besonders bevorzugt ≥ 10 Gew.-% bis ≤ 20 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt von ≥ 13 Gew.-% bis ≤ 17 Gew.-% aufweisen.

20 Weiterhin kann die gehärtete Beschichtung einen Kontaktwinkel gegen Wasser von $\geq 80^\circ$ bis $\leq 130^\circ$, bevorzugt $\geq 90^\circ$ bis $\leq 130^\circ$, noch mehr bevorzugt $\geq 98^\circ$ bis $\leq 130^\circ$ aufweisen.

Ebenfalls kann die gehärtete Beschichtung einen Kontaktwinkel
25 gegen CH_2I_2 von $\geq 45^\circ$ bis $\leq 90^\circ$, bevorzugt $\geq 50^\circ$ bis $\leq 90^\circ$, noch mehr bevorzugt $\geq 60^\circ$ bis $\leq 90^\circ$ aufweisen.

Der Siliziumgehalt, ausgedrückt in Gewichts-%, wird als Gewichtsanteil der in der Beschichtung enthaltenden Siliziumatome bezogen auf das Gesamtgewicht der Beschichtung berechnet.
30

Durch den Siliziumgehalt in den genannten Bereichen ist es möglich, dass eine möglichst hohe Anzahl von Siliziumatomen
35 die für sie größtmögliche Anzahl von Quervernetzungen eingeht und eine möglichst geringe Anzahl von freien OH-Gruppen am Siliziumatom übrig bleibt. Je mehr freie OH-Gruppen übrig

bleiben, desto schlechter werden die Wasser abstoßenden Eigenschaften der Beschichtung.

Wie weiterhin bereits vorstehend angeführt, werden durch die
5 erfindungsgemäße Beschichtung die Eigenschaften der beschichteten Oberfläche vorteilhaft beeinflusst. So wird die Oberflächenenergie verringert, wodurch Schmutz nicht so leicht haftet und mit weniger Aufwand zu entfernen ist. Weiterhin wird die erfindungsgemäße Oberfläche und das Werkstück insge-
10 samt vor Korrosion geschützt. Somit ist ein Einsatz auch in aggressiven Umgebungen wie salzhaltigem Wasser möglich.

Noch ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine mit einer erfindungsgemäßen äußeren Ober-
15 flächenbeschichtung. Wie bereits ausgeführt wurde, zeichnen sich solche Strömungsmaschinen unter anderem durch eine leichtere Reinigung und einen erhöhten Korrosionsschutz aus.

Die erfindungsgemäße Strömungsmaschine kann weiterhin in sei-
20 ner äußeren Oberflächenbeschichtung zur Einstellung weiterer vorteilhafter Eigenschaften wie Hydrophobie, Kratzfestigkeit, katalytische Wirkung (thermisch oder durch UV-Licht) und/oder Korrosionsinhibition anorganische Mikropartikel und/oder Nanopartikel ausgewählt aus der Gruppe umfassend Magnesium,
25 Zink, Eisen, Nickel, Palladium, Platin, Cobalt, Rhodium, Iridium, Titandioxid, Zirkondioxid, Ceroxid, Vanadiumpentoxid, Aluminiumoxid, Siliziumcarbid und/oder Siliziumdioxid umfassen. Neben der vorstehend angeführten passiven Korrosionsinhibition kann als weiterer Effekt eine aktive Korrosionsinhibition nach dem Prinzip der Opferanode hinzutreten. Hierdurch
30 wird ebenfalls der Einsatz der erfindungsgemäßen Oberflächen und der Werkstücke insgesamt in korrosiven Medien möglich.

Noch ein Gegenstand der Erfindung betrifft die Verwendung von
35 Strömungsmaschinen zur Erzeugung von elektrischem Strom mit erfindungsgemäß beschichteten, mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Oberflächen. Beispielsweise können sie bei Verdichtern, zum Beispiel von Gasturbinen eingesetzt werden. Solche

Komponenten können im Vergleich zu konventionell beschichteten beziehungsweise unbeschichteten Komponenten in größeren Zeitintervallen gereinigt werden, brauchen weniger Zeit, um gereinigt zu werden und können effizienter mittels "online washing" gereinigt werden. Ebenfalls weisen die Komponenten eine geringere Korrosion auf und somit eine längere Standzeit und Betriebsdauer. Darüber hinaus können der Wirkungsgrad und die Verfügbarkeit der Komponente auf hohem Niveau gehalten werden.

10

Der Gegenstand der Erfindung wird nachfolgend anhand der Beispiele 1 und 2 erläutert. Die Angaben in Gewichts-% beziehen sich dabei, wenn nicht anders angegeben, auf das Gesamtgewicht des Sols. Die Mengen der Komponenten sind so gewählt, dass die Summe der Mengenangaben maximal 100 Gewichts-% erreicht.

15

Beispiel 1

20 Ein Sol wurde aus folgenden Komponenten zusammengesetzt:

Komponente	Anteil in Gewichts-%
Methyltriethoxysilan	≥50 bis ≤75
Phenyltriethoxysilan	≥5 bis ≤15
1-Methoxypropanol-2	≥5 bis ≤15
Isopropanol	≥5 bis ≤50
Wasser	≥1 bis ≤30
Salzsäure (37%)	≥0 bis ≤0.5

Beispiel 2

Ein Sol wurde aus folgenden Komponenten zusammengesetzt:

Komponente	Anteil in Gewichts-%
3-Glycidyloxypropyltriethoxysilan	≥15 bis ≤30
Tridecafluoro-1,1,2,2-tetrahydrooctyltriethoxysilan	≥0.5 bis ≤3
Methoxypropanol	≥5 bis ≤15
Isopropanol	≥5 bis ≤50
Wasser	≥1 bis ≤30
Salzsäure (37%)	≥0 bis ≤0.5

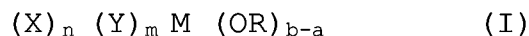
5

Die Sole wurden für 24 Stunden bei Raumtemperatur gerührt und auf einen Edelstahlprobenkörper durch Tauchen appliziert. Nach einer Ablüftzeit von 10 Minuten bei Raumtemperatur wurden die Beschichtungen für 10 Minuten bei 200 °C gehärtet.

10

Patentansprüche

1. Verfahren zur Beschichtung der mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Oberflächen von Strömungsmaschinen, dadurch gekennzeichnet, dass man die äußere Oberfläche von mit fluiden Medien in Kontakt tretenden Teilen von Strömungsmaschinen mit einer Beschichtung, umfassend ein anorganisch-organisches Hybridpolymer, kontaktiert, wobei man die Beschichtung erzeugt, indem man Monomere gemäß nachstehender Formel (I) zur Reaktion bringt und zur Ausbildung der Beschichtung anschließend härtet:



15 wobei gilt:

M ist Al, Si, Ti und/oder Zr;

R ist H oder eine verzweigte oder eine unverzweigte Alkylgruppe mit 1 bis 9 C-Atomen;

20 X und Y sind unabhängig voneinander eine organische Gruppe umfassend eine nicht reaktive Aryl-, Alkyl-, Fluoroalkyl-, Fluoroaryl-, Perfluoroalkyl- und/oder Perfluoroarylgruppe oder eine reaktive Epoxy-, Acrylat-, Vinyl-, Allyl-, Isocyanat-, Amin- und/oder Hydroxylgruppe;

n ist 0, 1, 2, 3 oder 4;

25 m ist 0, 1, 2, 3 oder 4;

(n+m)=a;

a ist 1, 2, 3 oder 4;

b ist 3 oder 4.

30 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Beschichtung zusätzlich anorganische Mikropartikel und/oder Nanopartikel ausgewählt aus der Gruppe umfassend Magnesium, Zink, Eisen, Nickel, Palladium, Platin, Cobalt, Rhodium, Iridium, Titandioxid, Zirkondioxid, Ceroxid, Vanadiumpentoxid, Aluminiumoxid, Siliziumcarbid und/oder Siliziumdioxid aufweist.

35

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Partikel mit Substanzen ausgewählt aus der Gruppe umfassend Siliciumdioxid, Sili-

conöle, Silane, Aluminiumhydroxid, Stearinsäure und/oder Aluminiumoxid oberflächenbeschichtet sind.

4. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 3, umfassend die Schritte:

5

a) Hydrolyse der Monomere gemäß Formel (I)

b) Auftragen des erhaltenen Reaktionsgemisches auf eine Oberfläche mittels Sprühen, Tauchen, Rollen und/oder Wischen;

10

c) Härten des aufgetragenen Reaktionsgemisches mittels thermischer Härtung, Härtung mit UV-Licht und/oder Härtung mit sichtbarem Licht.

15 5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Härtung bei einer Temperatur von ≥ 25 °C bis ≤ 500 °C, bevorzugt ≥ 100 °C bis ≤ 400 °C, besonders bevorzugt ≥ 150 °C bis ≤ 300 °C, ganz besonders bevorzugt von ≥ 170 °C bis ≤ 250 °C durchgeführt wird.

20 6. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 5, wobei die fluiden Medien ausgewählt sind aus der Gruppe umfassend Gase, Flüssigkeiten und/oder Aerosole, bevorzugt Luft und/oder Wasser.

25 7. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 6, wobei die Strömungsmaschinen ausgewählt sind aus der Gruppe umfassend Propeller, Repeller, Kreiselpumpen, Ventilatoren, Wasserturbinen, Verdichter, Gasturbinen und/oder Dampfturbinen.

30 8. Beschichtung, herstellbar nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die gehärtete Beschichtung einen Silizium-Gehalt von ≥ 1 Gew.-% bis ≤ 50 Gew.-%, bevorzugt ≥ 5 Gew.-% bis ≤ 30 Gew.-%, besonders bevorzugt ≥ 10 Gew.-% bis ≤ 20 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt von ≥ 13 Gew.-% bis ≤ 17 Gew.-% aufweist und einen Kontaktwinkel gegen Wasser von $\geq 80^\circ$ bis $\leq 130^\circ$, bevorzugt $\geq 90^\circ$
35 bis $\leq 130^\circ$, noch mehr bevorzugt $\geq 98^\circ$ bis $\leq 130^\circ$ aufweist und/oder einen Kontaktwinkel gegen CH_2I_2 von $\geq 45^\circ$ bis $\leq 90^\circ$, bevorzugt $\geq 50^\circ$ bis $\leq 90^\circ$, noch mehr bevorzugt $\geq 60^\circ$ bis $\leq 90^\circ$ aufweist.

9. Strömungsmaschine mit einer äußeren Oberflächenbeschichtung nach Anspruch 8.

5 10. Strömungsmaschine nach Anspruch 9, wobei die äußere Oberflächenbeschichtung anorganische Mikropartikel und/oder Nanopartikel aufweist, die ausgewählt sind aus der Gruppe umfassend Magnesium, Zink, Eisen, Nickel, Palladium, Platin, Cobalt, Rhodium, Iridium, Titandioxid, Zirkondioxid, Ceroxid,
10 Vanadiumpentoxid, Aluminiumoxid, Siliziumcarbid und/oder Siliziumdioxid.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/065106

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C09D143/00 C09D183/00 C09D4/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C09D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 685 534 A1 (LORRAINE LAMINAGE [FR]) 6 December 1995 (1995-12-06) the whole document	1-10
X	WO 99/33579 A2 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; AMBERG SCHWAB SABINE [DE]; CRNOBRNJA RO) 8 July 1999 (1999-07-08) pages 7,14,15; example 4	1-10
X	EP 0 867 444 A2 (IVOCLAR AG [LI] IVOCLAR VIVADENT AG [LI]) 30 September 1998 (1998-09-30) the whole document	1-10
P,X	EP 1 645 601 A (BAYER MATERIALSCIENCE AG [DE]) 12 April 2006 (2006-04-12) paragraphs [0020], [0021]	1-10
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.	
* Special categories of cited documents :		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
E earlier document but published on or after the international filing date	*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.	
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	*&* document member of the same patent family	
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 19 October 2006	Date of mailing of the international search report 06/11/2006	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Rouault, Yannick	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/065106

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 227 122 A2 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 31 July 2002 (2002-07-31) the whole document -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/065106

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0685534	A1	06-12-1995	AT 171204 T 15-10-1998
			DE 69504755 D1 22-10-1998
			DE 69504755 T2 25-02-1999
			ES 2123219 T3 01-01-1999
			FR 2720404 A1 01-12-1995
WO 9933579	A2	08-07-1999	EP 0963415 A2 15-12-1999
EP 0867444	A2	30-09-1998	AT 251628 T 15-10-2003
			CA 2232915 A1 25-09-1998
			DE 19714320 A1 01-10-1998
			JP 10298187 A 10-11-1998
EP 1645601	A	12-04-2006	CA 2522010 A1 07-04-2006
			CN 1760293 A 19-04-2006
			DE 102004048874 A1 13-04-2006
			JP 2006104476 A 20-04-2006
			MX PA05010730 A 11-04-2006
			US 2006079632 A1 13-04-2006
EP 1227122	A2	31-07-2002	DE 10103349 A1 14-08-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/065106

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C09D143/00 C09D183/00 C09D4/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C09D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 685 534 A1 (LORRAINE LAMINAGE [FR]) 6. Dezember 1995 (1995-12-06) das ganze Dokument	1-10
X	WO 99/33579 A2 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; AMBERG SCHWAB SABINE [DE]; CRNOBRNJA RO) 8. Juli 1999 (1999-07-08) Seiten 7,14,15; Beispiel 4	1-10
X	EP 0 867 444 A2 (IVOCLAR AG [LI] IVOCLAR VIVADENT AG [LI]) 30. September 1998 (1998-09-30) das ganze Dokument	1-10
P,X	EP 1 645 601 A (BAYER MATERIALSCIENCE AG [DE]) 12. April 2006 (2006-04-12) Absätze [0020], [0021]	1-10
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 19. Oktober 2006		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 06/11/2006
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Rouault, Yannick

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/065106

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	EP 1 227 122 A2 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 31. Juli 2002 (2002-07-31) das ganze Dokument -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/065106

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0685534	A1	06-12-1995	AT 171204 T	15-10-1998
			DE 69504755 D1	22-10-1998
			DE 69504755 T2	25-02-1999
			ES 2123219 T3	01-01-1999
			FR 2720404 A1	01-12-1995
WO 9933579	A2	08-07-1999	EP 0963415 A2	15-12-1999
EP 0867444	A2	30-09-1998	AT 251628 T	15-10-2003
			CA 2232915 A1	25-09-1998
			DE 19714320 A1	01-10-1998
			JP 10298187 A	10-11-1998
EP 1645601	A	12-04-2006	CA 2522010 A1	07-04-2006
			CN 1760293 A	19-04-2006
			DE 102004048874 A1	13-04-2006
			JP 2006104476 A	20-04-2006
			MX PA05010730 A	11-04-2006
			US 2006079632 A1	13-04-2006
EP 1227122	A2	31-07-2002	DE 10103349 A1	14-08-2002