

(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
11. Oktober 2012 (11.10.2012)



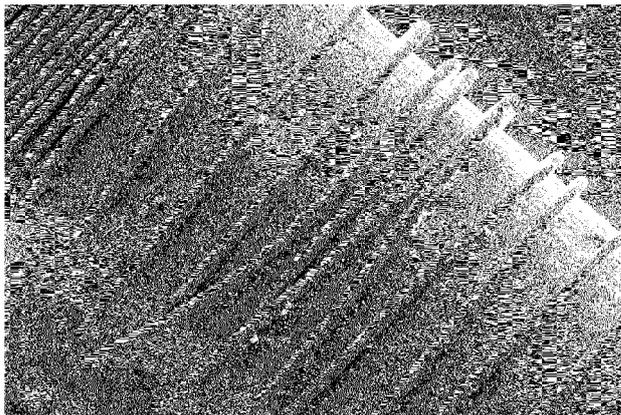
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/136668 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01B 3/46 (2006.01) *C09D 183/10* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/056097
- (22) Internationales Anmeldedatum:
3. April 2012 (03.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 001 833.6 6. April 2011 (06.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FACHHOCHSCHULE GELSENKIRCHEN** [DE/DE]; Neidenburger Straße 43, 45877 Gelsenkirchen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **VEITH, Michael** [DE/DE]; Pastors Gräfte 19, 45732 Haltern am See (DE). **PFEIFER, Stefan** [DE/DE]; Lübbenauer Straße 53, 45739 Oer-Erkenschwick (DE). **PIEPER, Torsten** [DE/DE]; Chemnitzer Straße 73, 44139 Dortmund (DE).
- (74) Anwalt: **MICHALSKI HÜTTERMANN & PARTNER PATENTANWÄLTE**; Neuer Zollhof 2, 40221 Düsseldorf (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COATING MATERIAL AND METHOD FOR COATING EXTRA-FINE WIRES

(54) Bezeichnung : BESCHICHTUNGSMATERIAL UND VERFAHREN ZUR BESCHICHTUNG VON FEINSTDRÄHTEN



(57) Abstract: The present invention relates to an enamel for extra-fine copper wires, produced by the polymerization of suitable bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imides or bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amides.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Lack für Kupferfeinstdrähte, hergestellt durch die Polymerisierung von geeigneten Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imiden bzw. Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amiden.

Fig. 2

WO 2012/136668 A1

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschichtungsmaterial und Verfahren zur Beschichtung von Feinstdrähten

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet von Lackierungen für Feinstdrähte, insbesondere Kupferfeinstdrähte.

Derartige Feinstdrähte müssen, damit sie in elektrischen Anwendungen benutzt werden können, elektrisch isoliert sein; dies geschieht nach derzeitigem Stand der Technik mit organischen Lacken. Die besondere Herausforderung ist die Gewährleistung erforderlicher Materialeigenschaften, wie besondere dünne Schichtdicke bei gleichzeitig hoher Durchschlagsfestigkeit und hohe Dehnungsfähigkeit.

Steigende Anforderungen, insbesondere an die Umweltverträglichkeit derartiger Lacke haben dazu geführt, dass stetig nach neuen alternativen Lacksystemen für Feinstdrähte gesucht wird.

Es stellt sich somit die Aufgabe, eine neuartige Lackbeschichtung für Feinstdrähte zu finden, die insbesondere eine erhöhte Umweltverträglichkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird durch eine Feinstdrahtbeschichtung gemäß Anspruch 1 der vorliegenden Erfindung gelöst. Demgemäß wird eine Feinstdrahtbeschichtung vorgeschlagen, umfassend polymerisierte Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide.

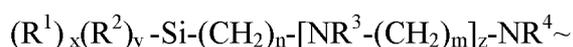
- 2 -

Es hat sich herausgestellt, dass überraschenderweise derartige Lackierungen für Feinstdrähte verwendet werden können und bei vielen Anwendungen mindestens einer der folgenden Vorteile beobachtet werden kann:

- Die Synthese der Lackierung kann in wäßrigen bzw. alkoholischen Lösemitteln durchgeführt werden
- Die Synthese kann bei Raumtemperatur durchgeführt werden, was die Energieeffizienz deutlich erhöht
- Die Beschichtung selbst kann in alkoholischen Lösemitteln oder direkt aus Wasser durchgeführt werden
- Das Beschichtungsmaterial ist ein Hybridmaterial und kein Blockpolymer mit anorganisch/organischen Segmenten
- Bei den bisher durchgeführten Testversuchen waren Mehrfachbeschichtungen als solche nicht zu erkennen, stattdessen bildete sich ein Verbund aus
- Die Lackierung verfügt über eine hohe Durchschlagsfestigkeit von 900-1200V (bei einer untersuchten Schichtdicke von 4,3 - 6,9 µm)
- Die Drähte können bis zu 20% gedehnt werden
- Es erfolgt keine Ausgasung von Lösemitteln oder Monomerresten

Der Begriff „Feinstdraht“ umfasst bzw. beinhaltet insbesondere Drähte mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 10-100 µm. Bevorzugt bestehen die verwendeten Feinstdrähte überwiegend aus Kupfer, so dass dies eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/ Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide Silyleinheiten mit folgender Struktur:



- 3 -

mit R^1 =Alkoxy, bevorzugt lineares oder verzweigtes C_1 - C_6 Alkoxy, noch bevorzugt Ethoxy, Methoxy, Isopropoxy, Propoxy

R^2 =Alkyl, bevorzugt lineares oder verzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, noch bevorzugt Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl,

$x = 1-3$, $y = 3-x$

$n = 1$ bis 5, bevorzugt 2 oder 3

$z = 0$ bis 5, bevorzugt 0, 1, oder 2

$R^3 = H$ oder Trimethylsilyl, wobei für den Fall, dass $z > 1$ ist, jedes R^3 jeder Einheit unabhängig voneinander ausgewählt sein kann,

$m = 1$ bis 5, bevorzugt 2 oder 3, wobei für den Fall, dass $z > 1$ ist, jedes m jeder Einheit unabhängig voneinander ausgewählt sein kann,

$R^4 = H$, Trimethylsilyl oder Carboxyl (im Falle von Iminen)

Der Begriff „Silyleinheit“ bedeutet dabei einen Ausschnitt bzw. eine Teilstruktur der bevorzugten erfindungsgemäßen Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/
Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide.

Besonders bevorzugt sind Silyleinheiten mit R^1 =Ethoxy oder Methoxy, R^2 = Methyl oder Ethyl in Kombination mit $R^4 = H$, $n=3$ und $z=0$.

Ebenfalls bevorzugt sind Silyleinheiten mit R^1 =Ethoxy, R^2 = Ethyl in Kombination mit $R^4 = H$, $n = 2$ oder 3 und $z=0$.

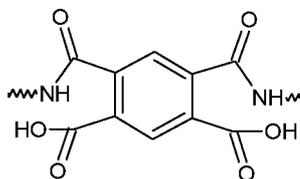
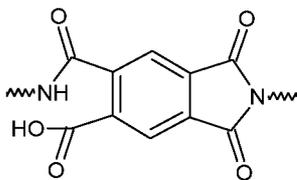
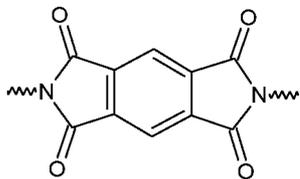
Besonders bevorzugt sind Silyleinheiten mit R^1 =Ethoxy oder Methoxy, R^2 = Methyl oder Ethyl in Kombination mit $R^3 = H$, $R^4 = H$ oder Carboxyl, $n=3$, $m=2$ und $z=1$ oder 2; besonders bevorzugt ist R^1 =Ethoxy, R^2 = Ethyl, $z=1$ und $R^4 = Carboxyl$.

- 4 -

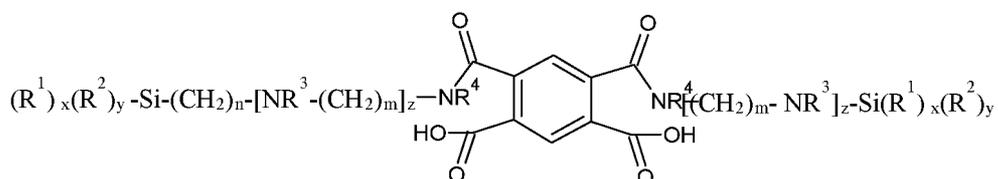
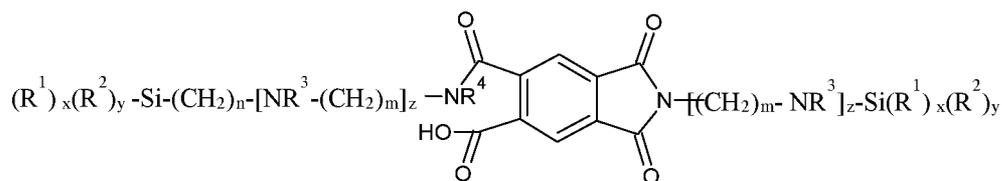
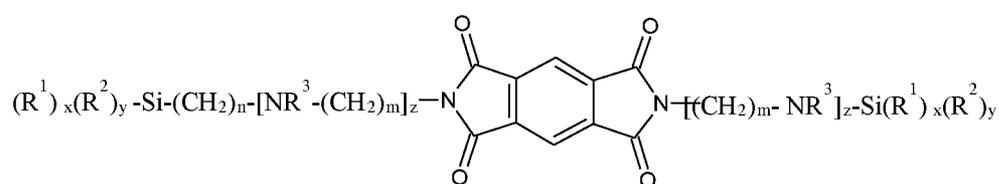
An dieser Stelle sei angemerkt, dass gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Feinstdrahtbeschichtung auch co-polymerisierte Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)-imide/ Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide enthalten kann umfassend Silyleinheiten der obigen Struktur, allerdings mit $x=0$ (d.h. ohne Alkoxygruppen), die als „Kappungsenden“ dienen können; Dies kann je nach konkreter Anwendung zur Erzielung kleinerer Polymere von Interesse sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide 5- oder 6- gliedrige cyclische Imine bzw. die Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide deren davon abgeleitete offenkettige Monoamide.

Besonders bevorzugt sind dabei Imine, die sich von der Pyromellithsäure ableiten, d.h. Imine und Amide der folgenden Struktur:



Bevorzugt haben die erfindungsgemäßen Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/
Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide folgende Strukturen:



mit R^1 =Alkoxyyl, bevorzugt lineares oder verzweigtes C_1 - C_6 Alkoxyyl, noch bevorzugt Ethoxy, Methoxy, Isopropoxy, Propoxy

R^2 =Alkyl, bevorzugt lineares oder verzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, noch bevorzugt Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl,

$x = 1-3$, $y = 3-x$

$n = 1$ bis 5 , bevorzugt 2 oder 3

$z = 0$ bis 5 , bevorzugt 0 , 1 , oder 2

$R^3 = H$ oder Trimethylsilyl, wobei für den Fall, dass $z > 1$ ist, jedes R^3 jeder Einheit unabhängig voneinander ausgewählt sein kann,

- 6 -

$m = 1$ bis 5 , bevorzugt 2 oder 3 , wobei für den Fall, dass $z > 1$ ist, jedes m jeder Einheit unabhängig voneinander ausgewählt sein kann,

$R^4 = H$ oder Trimethylsilyl

Besonders bevorzugt ist $R^1 = \text{Ethoxy}$ oder Methoxy , $R^2 = \text{Methyl}$ oder Ethyl in Kombination mit $R^4 = H$, $n=3$ und $z=0$.

Ebenfalls bevorzugt ist $R^1 = \text{Ethoxy}$, $R^2 = \text{Ethyl}$ in Kombination mit $R^4 = H$, $n = 2$ oder 3 und $z=0$.

Besonders bevorzugt ist $R^1 = \text{Ethoxy}$ oder Methoxy , $R^2 = \text{Methyl}$ oder Ethyl in Kombination mit $R^3 = H$, $R^4 = H$ oder Carboxyl , $n=3$, $m=2$ und $z=1$ oder 2 ; noch bevorzugt ist $R^1 = \text{Ethoxy}$, $R^2 = \text{Ethyl}$, $z=1$ und $R^4 = \text{Carboxyl}$.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Feinstdrahtbeschichtung polymerisierte Tetraalkoxysilane/ Trialkoxyalkylsilane/ Dialkoxyalkylsilane.

Dabei beträgt das Anteil (in Gew:Gew) an Tetraalkoxysilanen/Trialkoxyalkylsilanen/ Dialkoxyalkylsilanen bezogen auf die Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/ Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide von $\geq 5\%$ bis $\leq 90\%$ (jeweils bezogen auf die Edukte vor der Polymerisation), besonders bevorzugt $\geq 10\%$ bis $\leq 80\%$ sowie am meisten bevorzugt von $\geq 20\%$ bis $\leq 70\%$.

Unter dem Begriff „Tetraalkoxysilane/Trialkoxyalkylsilane/Dialkoxyalkylsilane“ wird insbesondere verstanden, dass eine dieser Komponenten vorhanden ist, aber auch zwei oder alle drei. Besonders bevorzugt sind eine Mischung aus Trialkoxyalkylsilanen und Dialkoxyalkylsilanen sowie eine Mischung aller drei Komponenten.

- 7 -

Bevorzugte Tetraalkoxysilane sind insbesondere Tetraethoxysilan und Tetramethoxysilan, besonders bevorzugt Tetraethoxysilan.

Bevorzugte Trialkoxyalkylsilane sind insbesondere Triethoxyethylsilan, Triethoxymethylsilan, Trimethoxyethylsilan und Trimethoxymethylsilan, besonders bevorzugt Triethoxymethylsilan.

Bevorzugte Dialkoxydialkylsilane sind insbesondere Diethoxydiethylsilan, Diethoxydimethylsilan, Dimethoxydiethylsilan und Dimethoxydimethylsilan, besonders bevorzugt Diethoxydimethylsilan.

Besonders bevorzugt sind Mischungen bestehend aus (jeweils Gew-% bezogen auf die gesamte Gew. von Tetraalkoxysilane/Trialkoxyalkylsilane/Dialkoxyalkylsilane) enthaltend $\geq 0\%$ bis $\leq 50\%$ Tetraalkoxysilan, $\geq 1\%$ bis $\leq 90\%$ Trialkoxyalkylsilane und $\geq 10\%$ bis $\leq 100\%$ Dialkoxyalkylsilane (wobei die Summe der Gew-% Anteile selbstverständlich immer 100% ergibt).

Die Erfindung bezieht sich ausserdem auf ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Feinstdrahtbeschichtung, umfassend die Schritte:

- (a) Vorlegen einer geeigneten Carboxylverbindung, bevorzugt eines Bisanhydrids
- (b) Zugabe von Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amin zur Herstellung von Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imiden/Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amiden
- (c) Polymerisation der Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imiden/Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide

- 8 -

(d) optional Hinzufügen von Tetraalkoxysilan/Trialkoxyalkylsilan/Dialkoxymethylsilan und nachfolgende Hydrolyse

(e) Aufbringen des Polymerisats auf Feinstdraht

Dies hat sich als geeignetes Verfahren zur Erzeugung der Feinstdrahtbeschichtung herausgestellt.

In Schritt (a) werden bevorzugt Bisanhydride wie z.B. Pyromellithsäureanhydrid verwendet. Dies geschieht aus dem Grund, dass Nebenprodukte vermieden werden können. Jedoch können auch andere geeignete Carboxylverbindungen wie Ester, Halogenide etc. verwendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden Schritt (a) und/oder (b) in Alkohol oder einem Wasser-Alkohol-Gemisch durchgeführt. Dabei sollte (zur Vermeidung von Nebenreaktionen) der Wasseranteil bei max. 20 Vol-% liegen. Als Alkohole sind primäre Alkohole bevorzugt, dabei insbesondere Ethanol und Propanol.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird Schritt (c) in Wasser, Alkohol oder einem Wasser-Alkohol-Gemisch durchgeführt. Als Alkohole sind primäre Alkohole bevorzugt, dabei insbesondere Ethanol und Propanol.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird Schritt (d) so durchgeführt, dass zunächst die Tetraalkoxysilane/Trialkoxyalkylsilane/Dialkoxymethylsilane vorgelegt werden und anschließend eine Hydrolyse so erfolgt, dass Wasser in einer so großen molaren Menge bezogen auf den Anteil an Ethoxygruppen in den Tetraalkoxysilanen/Trialkoxyalkylsilanen/Dialkoxymethylsilanen hinzugegeben wird, dass sich

eine theoretische Hydrolyse ≥ 10 bis $\leq 100\%$, bevorzugt ≥ 20 bis $\leq 80\%$ ergibt. Bevorzugt läßt man dann für 20-28 h, bevorzugt 24 h stehen.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung wird Schritt (d) vor den Schritten (a) bis (c) durchgeführt, d.h. zunächst werden die Tetraalkoxysilane/Trialkoxyalkylsilane/Dialkoxyalkylsilane vorgelegt und (bevorzugt wie oben angegeben) hydrolysiert, anschließend erfolgt die Darstellung des Polymers aus den Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imiden/Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amiden.

Gemäß einer noch alternativen Ausführungsform der Erfindung erfolgen die Schritte (a) bis (c) einerseits und Schritt (d) andererseits parallel, d.h. erst die beiden Polymerisate werden vor Schritt (e) vereinigt. In diesem Fall ist es besonders bevorzugt, dass nach der (bevorzugt wie oben angegebenen) Hydrolyse der Tetraalkoxysilane/Trialkoxyalkylsilane/Dialkoxyalkylsilane der pH-Wert auf ≥ 1 bis ≤ 5 eingestellt wird und man dann für 20-28 h, bevorzugt 24h stehen läßt und anschließend (ggf. unter Kühlung) neutralisiert. Erst dann erfolgt die Vereinigung mit den polymerisierten Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imiden/ Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amiden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird Schritt (e) in Wasser, Alkohol oder einem Wasser-Alkohol-Gemisch durchgeführt. Als Alkohole sind primäre Alkohole bevorzugt, dabei insbesondere Ethanol und Propanol.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich außerdem auf eine Verwendung einer erfindungsgemäßen Feinstdrahtbeschichtung für

- mikroelektronische Bauteile
- Isolatoren
- elektrische Leiter
- Kondensatoren

- 10 -

- Spulen
- Leiterbahnen
- Induktive Bauelemente
- Transformatoren
- Transistoren
- Generatoren,

die obigen Verwendungen insbesondere für die folgenden Gebiete:

- Akkustik
- Medizintechnik
- Automobiltechnik
- Haushaltstechnik
- Luft & Raumfahrt
- Unterhaltungstechnik

Überraschend hat sich bei weiteren Untersuchungen herausgestellt, dass die erfindungsgemäße Beschichtung auch für weitere Einsatzgebiete verwendbar ist; dies stellt eine eigenständige erfinderische Leistung dar.

Somit bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Beschichtung für Separatoren von Akkumulatoren und/oder Batterien, insbesondere Li-Ionen Akkumulatoren und /oder Batterien, umfassend polymerisierte Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/
Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide. Diese können wie oben genannt weiter spezifiziert sein.

Es hat sich herausgestellt, dass derartige Beschichtungen oftmals vorteilhafte Eigenschaften besitzen, besonders ist die Neigung zur Ausbildung sog. „Pinholes“ oftmals vermindert, teilweise soweit, dass so gut wie gar keine Pinholes mehr in der Beschichtung auftreten.

Im folgenden wird die Herstellung sowie weitere Eigenschaften der Beschichtung für Separatoren weiter erläutert und beschrieben:

Durch gezielte Hydrolyse kann die Beschichtung in Partikel- oder Gelform hergestellt werden; dies ist je nach Anwendung bevorzugt. Die Porosität des Materials wird u.a. durch die Menge an Wasser zur vorhanden Menge an Alkoxidgruppen bestimmt, die zur Hydrolyse eingesetzt wird.

Bevorzugt wird die Beschichtung durch Dip-Coating, Spray-Coating oder Spin-Coating auf die Elektroden aufgetragen werden. Dabei hat die Beschichtung bevorzugt eine Dicke von ≥ 1 μm bis ≤ 10 μm .

Bevorzugt wird nach der Auftragung das Produkt getrocknet, bevorzugt bei einer Temperatur von $\geq 20^\circ\text{C}$ bis $\leq 275^\circ\text{C}$. Das getrocknete Produkt weist bei vielen Anwendungen dann keine nachträgliche Synärese auf, welches zu Rissen in der Schicht führen könnte.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind, insbesondere zur weiteren Einstellung der Porosität, Partikel eines anderen Materials mit einem Durchmesser zwischen ≥ 10 - ≤ 500 nm mit in das Rohmaterial integriert. Diese bestehen vorzugsweise aus Siliciumdioxid. Wird das Elektrodenmaterial vor der Beschichtung mit Si-Precursoren behandelt, kann oftmals eine Verbesserung der Haftung zwischen Seperator und Elektrode erreicht werden.

Weiterhin bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Beschichtung für organische elektronische Bauteile umfassend polymerisierte Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/ Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide. Diese können wie oben genannt weiter spezifiziert sein. Unter dem Begriff „organische elektronische Bauteile“ werden dabei organische Transistoren,

organische lichtemittierende Dioden, lichtemittierende elektrochemischer Zellen, organische Solarzellen, Photodioden sowie organische Photovoltaik allgemein verstanden.

Weiterhin bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Isolierfolie, umfassend polymerisierte Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/ Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide. Diese können wie oben genannt weiter spezifiziert sein.

Die vorgenannten sowie die beanspruchten und in den Ausführungsbeispielen beschriebenen erfindungsgemäß zu verwendenden Bauteile unterliegen in ihrer Größe, Formgestaltung, Materialauswahl und technischen Konzeption keinen besonderen Ausnahmebedingungen, so dass die in dem Anwendungsgebiet bekannten Auswahlkriterien uneingeschränkt Anwendung finden können.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile des Gegenstandes der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der nachfolgenden Figuren und der Beschreibung eines Beispiels einer Feinstdrahtbeschichtung, welches rein illustrativ zu verstehen ist.

Fig. 1 zeigt eine REM-Aufnahme eines Feinstdrahts mit einer Beschichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung

Fig. 2 zeigt eine REM-Aufnahme eines Feinstdrahts mit einer Beschichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im aufgewickelten Zustand.

Beispiel I

In einem 250 ml Zweihalskolben werden 0.05 mol Pyromellithsäureanhydrid gegeben. Anschließend wird so viel Ethanol dem Anhydrid hinzugegeben, dass eine Lösung mit 20 Massenprozent entsteht. Letztlich wird 0.1 mol Aminopropyltriethoxysilan der heterogenen

Lösungen schnell hinzugegossen. Die Lösung wird gerührt bis eine klare Lösung entstanden ist.

Die so entstandene Beschichtungslösung kann nach ca. 24h eingesetzt werden.

Beschichtungsversuche:

Die Beschichtungsversuche wurden an einer Backlackbeschichtungsanlage des Typs Aumann 110 durchgeführt. Der Lack wird über ein Vlies aufgetragen. Das Vlies wird während des Beschichtungsversuchs über eine diskontinuierliche Pumpe mit Lack versorgt. Der Draht (Kupferdraht mit einer Dicke von 20µm) wird mit einer Geschwindigkeit von 300m/min durch das Vlies geführt und anschließend bei gleichbleibender Geschwindigkeit in einem Ofen bei 370°C gehärtet. Der Beschichtungsvorgang wird insgesamt 12-mal wiederholt.

Analyse der Beschichtungseigenschaften:

Der Lackdraht wurde auf einer Analysenstraße, welche durch die Firma MAG und Isodra gebaut wurde, hinsichtlich ihrer Pinholes, Zugfestigkeit und Durchschlagspannung untersucht.

Zusätzlich wurden die Oberflächen der beschichteten Drähte mit einem REM (Rasterelektronenmikroskop) im ungewickelten (Fig. 1) und gewickelten Zustand (Fig. 2) optisch abgebildet. Die Auflösung ist dabei in Fig. 1 fünfmal höher als in Fig. 2

Die beschichteten Drähte zeigten keine Pinholes. Die Durchschlagspannung lag durchschnittlich bei ca. 900 V. Mit dem Rasterelektronenmikroskop wurde gezeigt, dass die einzelnen Lackaufträge eine einzige Schicht bilden, also miteinander vernetzen. Des Weiteren

konnten sowohl im gewickelten als auch im ungewickelten Zustand keine Löcher festgestellt werden.

Die einzelnen Kombinationen der Bestandteile und der Merkmale von den bereits erwähnten Ausführungen sind exemplarisch; der Austausch und die Substitution dieser Lehren mit anderen Lehren, die in dieser Druckschrift enthalten sind mit den zitierten Druckschriften werden ebenfalls ausdrücklich erwogen. Der Fachmann erkennt, dass Variationen, Modifikationen und andere Ausführungen, die hier beschrieben werden, ebenfalls auftreten können ohne von dem Erfindungsgedanken und dem Umfang der Erfindung abzuweichen. Entsprechend ist die obengenannte Beschreibung beispielhaft und nicht als beschränkend anzusehen. Das in den Ansprüchen verwendete Wort umfassen schließt nicht andere Bestandteile oder Schritte aus. Der unbestimmte Artikel „ein“ schließt nicht die Bedeutung eines Plurals aus. Die bloße Tatsache, dass bestimmte Maße in gegenseitig verschiedenen Ansprüchen rezitiert werden, verdeutlicht nicht, dass eine Kombination von diesen Maßen nicht zum Vorteil benutzt werden kann. Der Umfang der Erfindung ist in den folgenden Ansprüchen definiert und den dazugehörigen Äquivalenten.

PATENTANSPRÜCHE

1. Feinstdrahtbeschichtung, umfassend polymerisierte
Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide
2. Feinstdrahtbeschichtung nach Anspruch 1, wobei die
Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide Silyleinheiten mit
folgender Struktur umfassen:



mit R^1 =Alkoxy, bevorzugt lineares oder verzweigtes C_1 - C_6 Alkoxy, noch bevorzugt
Ethoxy, Methoxy, Isopropoxy, Propoxy

R^2 =Alkyl, bevorzugt lineares oder verzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, noch bevorzugt Methyl,
Ethyl, Propyl, Isopropyl,

$x = 1-3$, $y = 3-x$

$n = 1$ bis 5, bevorzugt 2 oder 3

$R^3 = H$ oder Trimethylsilyl

$z = 0$ bis 5

$m = 1$ bis 5, bevorzugt 2 oder 3, wobei für den Fall, dass $z > 1$ ist, jedes m jeder Einheit
unabhängig voneinander ausgewählt sein kann,

$R^4 = H$ oder Trimethylsilyl

3. Feinstdrahtbeschichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die
Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide 5- oder 6- gliedrige cyclische Imine umfassen bzw.
die Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide deren davon abgeleitete offenkettige Monoamide.

- 16 -

4. Feinstdrahtbeschichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imide/Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide Pyromellithsäurediimide bzw. deren (teilweise) offenkettige Monoamide enthalten.
5. Verfahren zur Herstellung einer Feinstdrahtbeschichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, umfassend die Schritte
 - (a) Vorlegen einer geeigneten Carboxylverbindung, bevorzugt eines Bisanhydrids
 - (b) Zugabe von Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amin zur Herstellung von Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imiden/Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amiden
 - (c) Polymerisation der Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)imiden/Bis(alkoxyalkylsilylalkyl)amide
 - (d) optional Hinzufügen von Tetraalkoxysilan/Trialkoxyalkylsilan/Dialkoxyalkylsilan und nachfolgende Hydrolyse
 - (e) Aufbringen des Polymerisats auf Feinstdraht
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei Schritt (a) und/oder (b) in Alkohol oder einem Wasser-Alkohol-Gemisch durchgeführt werden
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei Schritt (a) und/oder (b) bei einer Temperatur von 0°C bis 50°C, bevorzugt bei Raumtemperatur durchgeführt werden
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7 wobei Schritt (c) Wasser, Alkohol oder einem Wasser-Alkohol-Gemisch durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei Schritt (e) in Wasser, Alkohol oder einem Wasser-Alkohol-Gemisch durchgeführt wird.

- 17 -

10. Verwendung einer Feinstdrahtbeschichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 oder hergestellt nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 5 bis 9 für

- mikroelektronische Bauteile
- Isolatoren
- elektrische Leiter
- Kondensatoren
- Spulen
- Leiterbahnen
- Induktive Bauelemente
- Transformatoren
- Transistoren
- Generatoren,

1 / 2

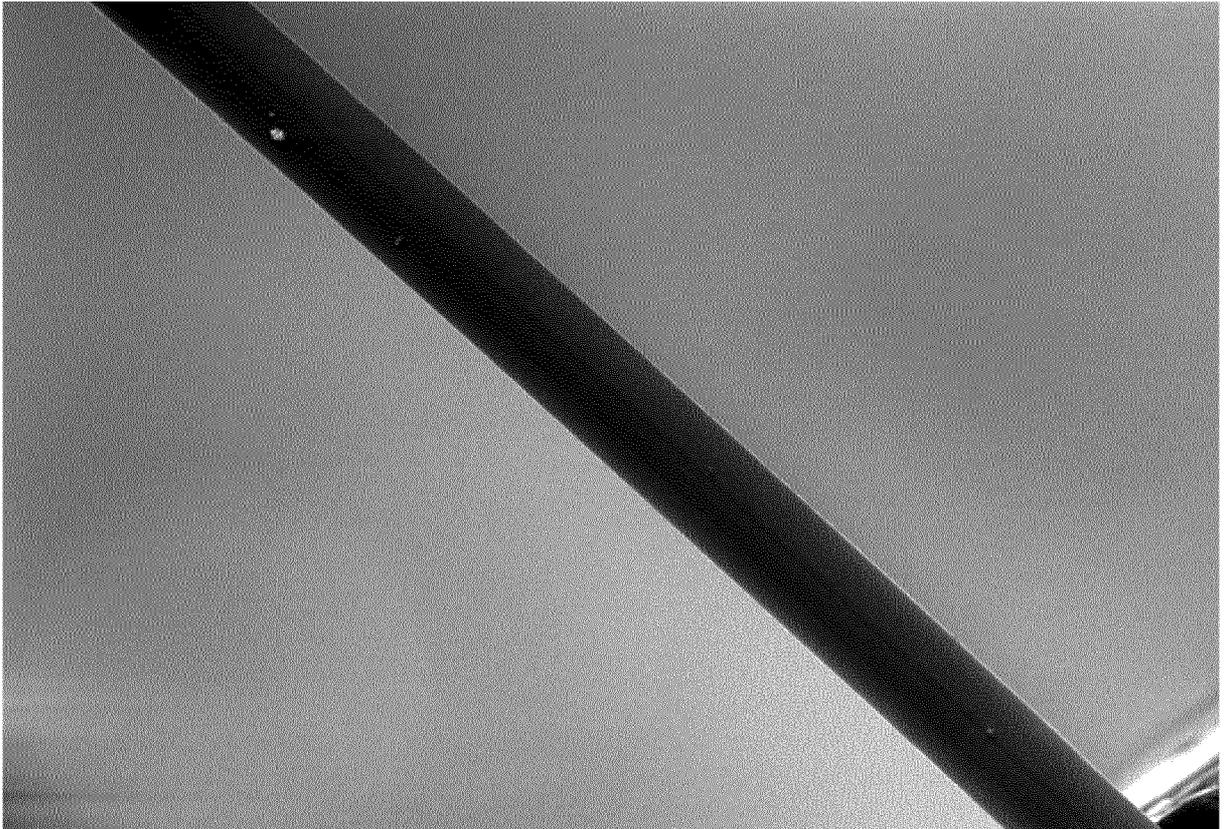


Fig. 1

2 / 2

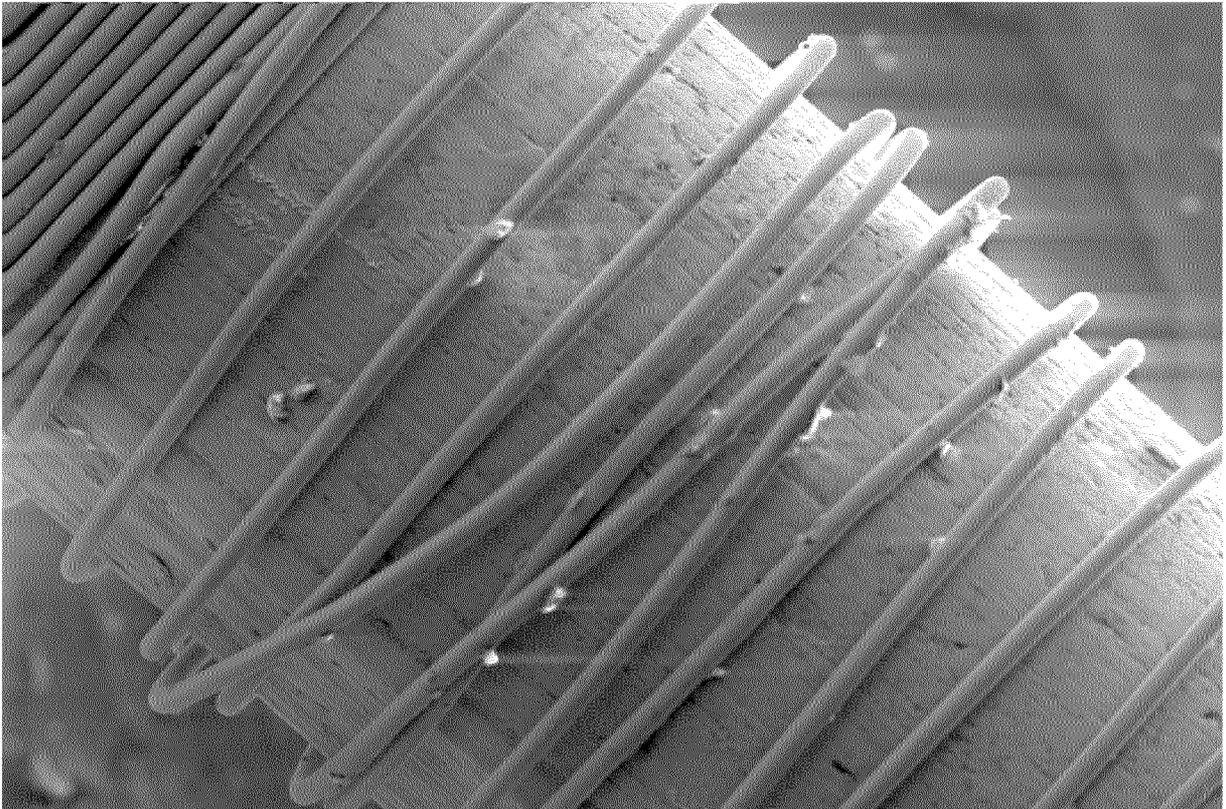


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/056097

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01B3/46 C09D183/10
 ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 C09D H01B

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, 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	DE 601 19 237 T2 (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD [JP]) 8 February 2007 (2007-02-08) paragraphs [0017] - [0030]; example 1 abstract	1,3,4,10
X	----- EP 0 553 971 A2 (SHINETSU CHEMICAL CO [JP] SHINETSU CHEMICAL CO [NL]) 4 August 1993 (1993-08-04) pages 2-10; example 1 abstract -----	1,10

Further documents are listed in the continuation of Box C. 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 application or patent 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 4 June 2012	Date of mailing of the international search report 13/06/2012
--	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/056097

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 60119237 T2	08-02-2007	DE 60119237 T2	08-02-2007
		EP 1176611 A1	30-01-2002

EP 0553971 A2	04-08-1993	EP 0553971 A2	04-08-1993
		JP 2712993 B2	16-02-1998
		JP 5194746 A	03-08-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/056097

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01B3/46 C09D183/10
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C09D H01B

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

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 601 19 237 T2 (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD [JP]) 8. Februar 2007 (2007-02-08) Absätze [0017] - [0030]; Beispiel 1 Zusammenfassung	1,3,4,10
X	EP 0 553 971 A2 (SHINETSU CHEMICAL CO [JP] SHINETSU CHEMICAL CO [NL]) 4. August 1993 (1993-08-04) Seiten 2-10; Beispiel 1 Zusammenfassung	1,10

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

- | | |
|---|--|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <ul style="list-style-type: none"> "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | <ul style="list-style-type: none"> "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 4. Juni 2012	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 13/06/2012
--	--

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/056097

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 60119237 T2	08-02-2007	DE 60119237 T2	08-02-2007
		EP 1176611 A1	30-01-2002

EP 0553971 A2	04-08-1993	EP 0553971 A2	04-08-1993
		JP 2712993 B2	16-02-1998
		JP 5194746 A	03-08-1993
